



Universitat Autònoma de Barcelona

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  [http://cat.creativecommons.org/?page\\_id=184](http://cat.creativecommons.org/?page_id=184)

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

**WARNING.** The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>

# La observación como componente y método de evaluación en la formación para la prevención de riesgos y la promoción de la salud en el sector industrial



**Anna M. Señé Mir**

**TESIS DOCTORAL**

Dirigida por la **Dra. Mariona Portell Vidal** y  
el **Dr. Rui Manuel Garganta da Silva**

Programa de doctorado en Psicología

Departamento de Psicología Básica, Evolutiva y de la Educación  
Facultad de Psicología  
Universitat Autònoma de Barcelona

2017



Universitat Autònoma  
de Barcelona

Facultad de Psicología

Programa de Doctorado en Psicología  
Departamento de Psicología Básica, Evolutiva  
y de la Educación

**La observación como componente y método  
de evaluación en la formación para la prevención  
de riesgos y la promoción de la salud en  
el sector industrial**

**Anna M. Señé Mir**

Tesis doctoral dirigida por:  
Dra. Mariona Portell Vidal  
Dr. Rui Manuel Garganta da Silva

2017

*"El verdadero misterio del mundo es lo visible,  
no lo invisible"*

Oscar Wilde (1854-1900)

*"Dímelo y lo olvido,  
enséñame y lo recuerdo,  
involúcrame y lo aprendo"*

Benjamin Franklin (1706-1790)

Este trabajo se integra en la producción del Grupo de Investigación Consolidado de Catalunya *Grup de Recerca i Innovació en Dissenys (GRID). Tecnologia i aplicació multimèdia i digital als dissenys observacionals* [*Grupo de Investigación e Innovación en Diseños (GRID). Tecnología y aplicación multimedia y digital a los diseños observacionales*], que ha sido reconocido por el Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya [2014 SGR 971] durante el período 2014-2016. Asimismo, se ha realizado en el marco de los siguientes proyectos: (1) *La actividad física y el deporte como potenciadores del estilo de vida saludable: Evaluación del comportamiento deportivo desde metodologías no intrusivas*, que ha sido subvencionado por la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Economía y Competitividad [DEP2015-66069-P], durante el trienio 2016-2018; (2) *Avances metodológicos y tecnológicos en el estudio observacional del comportamiento deportivo*, que ha sido subvencionado por la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Economía y Competitividad [Redes de Excelencia, PSI2015-71947-REDT], durante el período 1/12/2015-30/11/2017.

## Agradecimientos

Permitanme escribir esta parte, para mi muy especial, en mi lengua materna, el catalán.

*Aquest punt, és per mi, un dels més dolços i esperats, perquè vol dir que finalment ha culminat un llarg procés en què hi ha hagut moments d'entusiasme, de preocupació, d'alegria, d'eufòria, de tristesa, de felicitat, de sacrifici i un llarg reguitzell de sensacions i emocions que s'instal·len permanentment i que has d'aprendre a conviure-hi. Entre doctorands es tendeix a comentar que la tesi doctoral és un procés intens, apassionant, amb molts aprenentatges, però també replet d'obstacles, renúncies i amb l'agreujant que el doctorand experimenta una sensació de solitud. Després de viure aquest procés, comparteixo plenament aquesta percepció, a excepció de la sensació de solitud. Em sento molt afortunada de poder-ho dir, i és gràcies a l'acompanyament que he tingut. Molt especialment, puc dir-ho gràcies a la Dra. Mariona Portell. Permeteu-me dirigir-m'hi directament: Mariona, moltes gràcies. Gràcies per mostrar-me l'ètica, el rigor, l'honestedat, el saber fer, la paciència, la serenitat... que cal tenir per fer recerca; per fer possible que aquesta tesi formi part d'aquest gran projecte anomenat SsObserWork; per les llargues converses que han permès guiar-me perquè la tesi arribi a bon port, en les quals sempre m'has fet aprendre molt i omplir-me d'energia. Gràcies pel teu optimisme, paciència, empenya, confiança i dedicació durant tot aquest procés, que molt bé sabem, no ha estat gens fàcil, i sense tu, de ben segur no hagués pogut avançar. Podria continuar, bé ho saps, perquè no és fàcil en aquest àmbit trobar persones exemplars que aposten i recolzen a aquells que tot just comencem. Moltes gràcies.*

*Voldria donar també les gràcies al Dr. Rui Manuel Garganta, el Sr. Joan Pons i el Sr. Carles Salvadó pel seu assessorament al llarg del desenvolupament de la tesi. Agrair també el Grup de Recerca i Innovació en Dissenys (GRID). Tecnologia i aplicació multimèdia i digital als dissenys observacionals, per acollir-me i poder-ne formar part. M'agradaria, especialment, donar les gràcies al Sr. Albert Prat, per acceptar i comprometre's de forma totalment desinteressada en esdevenir observador independent. Gràcies Albert, per totes les hores dipositades.*

*Per descomptat el meu sincer agraïment a l'empresa Noel S.A.U per acceptar col·laborar i facilitar de molt bon grat la implementació de la intervenció. Especialment, voldria agrair a les persones interlocutores de l'empresa, la Sra. Eva Masoliver i la Sra.*

*Mònica Vidal, per confiar en l'estudi. Evidentment, agrair a tots els treballadors i les treballadores que van participar, per la seva bona acollida i amabilitat. Gràcies a tots i a totes.*

*Vull també agrair als companys i companyes del departament de Ciències de l'Activitat Física de la UVic-UCC pel seu suport i predisposició a donar-me bons assessoraments i consells quan els he requerit, particularment al Dr. Albert Juncà, Dr. Ernest Baiget, Dr. Javier Peña i la Dra. Xantal Borràs.*

*A totes les meves amistats, per comprendre plenament les meves prioritats durant aquest període de temps. Sobretot per ser sempre al meu costat i pels ànims que sempre m'han donat. Molt especialment a l'Aida López, en Ricard Guarner, la Mireia Martí, la Bea Gil, la Mireia Félez, la Judit Bort, la Laia Briones, l'Ignasi Arumí, la Tatiana Bou i la Mireia Aguilera. Gràcies.*

*Gràcies a la meva família. Al meu pare i la meva mare, els responsables que hagi pogut arribar fins aquí. M'han ensenyat què vol dir l'esforç, la constància, la perseverança, com superar les adversitats i que si es té il·lusió, confiança i voluntat, sempre serà més fàcil poder assolir les fites que et vas marcant al llarg del camí de la vida, que bé sabem, no sempre us ha estat fàcil. Papa i mama: gràcies per ser l'exemple a seguir, per estimar-me, per recolzar-me, animar-me, confiar i apostar molt per mi de forma incondicional. Espero papa, que com sempre em deies, t'hagi tornat el canvi (ho recordes?), sempre ho recordaré. Per descomptat, les meves dues germanes grans, la Marta i la M. Carme, perquè juntament amb els nostres pares, han estat el meu exemple. Sempre m'han acompanyat i recolzat. I els meus sols, a la meva neboda i els meus quatre nebots petits, que han sabut comprendre perquè la tieta sempre estava ocupada. Finalment, als meus avis, Jaume i Assumpció, que els seus ànims eren un coixí, i per comprendre que durant tot aquest procés no he pogut estar amb ells tant com jo hagués volgut. Gràcies.*

*He volgut deixar el darrer agraïment a la persona més especial, el meu pilar, la persona que m'acompanya des de fa més de 13 anys en el camí de la vida, passant de l'adolescència a l'adulthood, creixent i madurant plegats, i qui també ha viscut intensament el desenvolupament d'aquesta tesi. Gràcies Sergi, ets doctorat en la paciència, en la comprensió, en el suport, en l'estima, en exprimir un somriure quan sembla impossible, en abraçar, en apaivagar les llàgrimes, en l'optimisme quan tot es veu negre, en aconsellar, en la serenitat, en l'amistat..., en demostrar el significat d'estimar. Gràcies.*



# Índice

<b>Presentación</b>	1
<b>Capítulo 1. Marco conceptual</b>	6
1.1. Antecedentes de la prevención de riesgos laborales y la promoción de la salud en el ámbito laboral en España	7
1.2. La prevención, la promoción y la educación para la salud en la actualidad	11
1.2.1. La prevención y la educación para la salud en el ámbito laboral	15
1.2.1.1. Teorías del cambio de conducta para la educación para la salud	17
1.2.1.1.1. Modelo continuo y de etapas: Modelo de Creencias de la Salud y Modelo Transteórico	18
1.2.1.2. La autoobservación como componente para promover el cambio de comportamiento	22
1.3. La prevención de trastornos musculoesqueléticos de origen laboral	28
1.3.1. Trastornos musculoesqueléticos de la columna vertebral de origen laboral	30
1.3.2. Intervenciones desarrolladas para la prevención de TME de la espalda de origen laboral	31
1.3.2.1. Intervenciones centradas en la formación de la MMCC	34
1.3.3. Ejercicio físico en la prevención de TME de la espalda de origen laboral	40
1.4. La evaluación de las formaciones en prevención y en educación para la salud en el ámbito laboral	42
<b>Capítulo 2. Objetivos e hipótesis de la tesis doctoral</b>	51
2.1. Primer estudio	52
2.1.1. Objetivos	52
2.2. Segundo estudio	52
2.2.1. Objetivos	52
2.2.2. Hipótesis	53
<b>Capítulo 3. Justificación del instrumento de la MMCC en el marco del proyecto SsObserWork y estudio de su fiabilidad (Estudio 1)</b>	54

3.1. Justificación del desarrollo del instrumento observacional en el marco del proyecto SsObserWork	55
3.1.1. Instrumentos observacionales centrados en la MMCC	57
3.1.2. Justificación de los criterios y categorías del instrumento observacional <i>ad hoc</i> de la MMCC	67
3.1.2.1. Espalda	70
3.1.2.2. Pies	79
3.1.2.3. Rodillas	81
3.1.2.4. Brazos	83
3.2. Sistema de observación SsObserWork centrado en la MMCC	86
3.2.1. Definición del contexto formativo y evaluativo en la empresa	90
3.2.2. Criterios y categorías del instrumento heterobservacional	92
3.2.2.1. Identificación de las categorías que describen la posición más recomendable para la salud para cada criterio	97
3.2.3. Criterios y categorías del instrumento de autoobservación	99
3.2.4. Instrumento de registro y protocolo de la observación y codificación mediante el instrumento de heterobservación	101
3.2.5. Entrenamiento del técnico en PRL	103
3.3. Estudio de la fiabilidad del instrumento observacional	106
3.3.1. Método	106
3.3.1.1. Diseño	106
3.3.1.2. Muestra	106
3.3.1.3. Instrumentos	107
3.3.1.4. Procedimiento	108
3.3.1.5. Gestión y análisis de datos	109
3.3.2. Resultados y discusión	110
<b>Capítulo 4. Planificación y evaluación de la intervención SsObserWork (Estudio 2)</b>	118
4.1. Presentación y justificación de la intervención	119
4.1.1. Descripción de la intervención	119
4.1.1.1. Componentes	120
4.1.1.2. Actividades formativas	127
4.1.1.3. Material didáctico	129

4.1.2. Estructura de la intervención SsObserWork	129
4.1.3. Objetivo de la evaluación	130
4.1.3.1. Hipótesis de trabajo	133
4.2. Método	134
4.2.1. Participantes	134
4.2.2. Instrumentos	136
4.2.3. Diseño y procedimiento	147
4.2.4. Gestión y análisis de los datos	154
4.2.4.1. Gestión de los datos	154
4.2.4.2. Análisis estadístico	155
4.2.4.3. Análisis de patrones temporales	156
4.3. Resultados	159
4.3.1. Caracterización de la muestra de intervención	159
4.3.2. Efecto de la intervención sobre el conocimiento de la técnica de MMCC	167
4.3.3. Efecto de la intervención sobre la ejecución de la MMCC (conducta)	169
4.3.3.1. Análisis de la posición de la espalda en la ejecución de la MMCC (conducta) de los trabajadores	173
4.3.4. Análisis de patrones temporales de los datos del grupo experimental	175
4.3.5. Utilización del <i>feedback</i> intrínseco en la MMCC: coincidencia entre lo que perciben que realizan y su ejecución real	182
4.3.5.1. Autovaloración de la ejecución de la MMCC del grupo experimental	185
4.3.6. Periodo de seguimiento: adherencia y barreras al autorregistro y al ejercicio físico	186
4.3.6.1. Adherencia y barreras para responder el autorregistro	186
4.3.6.2. Adherencia y barreras para la práctica de los tres ejercicios físicos	187
4.3.6.3. Adherencia al autorregistro y a la práctica del ejercicio físico por parte del grupo experimental y su relación con la posición de la espalda	189
4.3.7. Valoración de la intervención por parte del grupo experimental	190
4.3.7.1. Grado de satisfacción de los trabajadores con la formación	190

4.3.7.2. Valoración de la utilidad de la formación a nivel general y de los distintos componentes	191
4.3.7.3. Valoración del grado de transferibilidad de la formación	194
4.3.7.3.1. Barreras para aplicar la técnica de MMCC recomendable	195
4.3.7.3.2. Relación de los ejercicios físicos con la adquisición de la técnica de MMCC y los hábitos saludables para la espalda	196
4.4. Discusión	197
4.4.1. Efecto de la intervención	197
4.4.2. Valoración de la formación por parte de los trabajadores	207
4.4.3. Metodología empleada en el estudio	211
4.4.4. Fortalezas y limitaciones del estudio y futuras líneas del proyecto de investigación	212
<b>Conclusiones generales</b>	215
<b>Referencias</b>	219
<b>Anexos (CD adjunto)</b>	
Anexo 1 - Manual de codificación	
Anexo 2 - Instrumento de autoobservación	
Anexo 3 - Evaluación del entrenamiento	
Anexo 4 - Cuestionario <i>ad hoc</i> de evaluación ambulatoria	
Anexo 5 - Manual de instrucciones para la explicación y realización de los ejercicios físicos	
Anexo 6 - Mensajes motivacionales	
Anexo 7 - Folleto informativo (Grupo Experimental)	
Anexo 8 - Folleto informativo (Grupo Control)	
Anexo 9 - Página web	
Anexo 10 - Material de la formación estándar	
Anexo 11- Instrumento de identificación de las posiciones de cada criterio en la MMCC	
Anexo 12 - Instrumento de identificación de la sentadilla	
Anexo 13 - Cuestionario <i>ad hoc</i> de evaluación puntual	
Anexo 14 - Instrumentos de autoinforme	
Anexo 15 - Cuestionario <i>ad hoc post</i>	
Anexo 16 - Consentimiento informado	

# Índice de figuras

## Capítulo 1

Figura 1.1. Modelo de determinantes sociales de la salud de la OMS (OMS, 2010a)	13
Figura 1.2. Consecuencias de los entornos laborales no saludables (OMS, 2010b)	16
Figura 1.3. Los diseños observacionales (Anguera et al., 2001; Anguera, 2003b)	48

## Capítulo 3

Figura 3.1. La identificación de los cuatro momentos dentro de la trayectoria de un levantamiento de una carga (Hsiang, et al., 1998)	69
Figura 3.2. Posibles disposiciones del tronco en el plano sagital. Imagen ilustrativa extraída de Serna et al. (1996)	72
Figura 3.3. Peso teórico recomendado en función de la zona de manipulación (INSHT, 2003)	84
Figura 3.4. Momento de flexión anterior total en función de la posición del tronco, rodillas y de la carga elevada (imagen extraída de Pérez y Llana, 2015, p.285)	86
Figura 3.5. Criterios y categorías identificadas en la revisión de la evidencia	87
Figura 3.6. Disposición del espacio para la MMCC y su grabación	91
Figura 3.7. Disposición de los criterios y categorías del instrumento de autoobservación utilizado por el trabajador	101
Figura 3.8. Imagen de ejemplo, en la cual se observan los marcadores en la espalda y extremidades inferiores	105
Figura 3.9. Interfaz del programa Lince v1.2.1	108

## Capítulo 4

Figura 4.1. Componentes, actividades formativas y material didáctico que integran la intervención SsObserWork	120
Figura 4.2. Estructura de la intervención SsObserWork	130
Figura 4.3. Estructura de la intervención, indicando los componentes e instrumentos asociados a su evaluación según la condición experimental y la condición control	132
Figura 4.4. Diagrama de flujos de la composición de la muestra de intervención	135
Figura 4.5. Secuencia del trabajo de campo	148

Figura 4.6. Estructura de la intervención (diseño evaluativo)	150
Figura 4.7. Presencia o ausencia de molestias musculoesqueléticas en los últimos 12 meses	161
Figura 4.8. Distribución de tipos de eventos durante la primera sesión (arriba) y segunda sesión (abajo)	176
Figura 4.9. Porcentaje de tipos de evento que incluyen la espalda en posición recomendable en cada una de las sesiones	177
Figura 4.10. Distribución de la longitud, nivel y ocurrencia de los <i>T-pattern</i> en cada sesión	179
Figura 4.11. Dendograma de un <i>T-pattern</i> de la primera sesión	180
Figura 4.12. Dendograma de un <i>T-pattern</i> de la segunda sesión	181
Figura 4.13. Proporción de casos del grupo experimental que coincide su percepción de cómo consideran que han realizado mayoritariamente la manipulación de las 5 cajas ( <i>feedback</i> intrínseco) y su ejecución, según criterio y fase	184
Figura 4.14. Distribución porcentual de las respuestas del grupo experimental respecto a la elección de las actividades más interesantes de la formación	193
Figura 4.15. Formación considerada más útil para aprender como MMCC y adquirir hábitos más saludables para la espalda	194

## Índice de tablas

### Capítulo 3

Tabla 3.1. Métodos de observación generales que tienen en cuenta la MMCC	59
Tabla 3.2. Métodos observacionales centrados específicamente en la MMCC	62
Tabla 3.3. Variables de los métodos observacionales de la MMCC relacionados con la conducta del trabajador	67
Tabla 3.4. Las categorías que identifican la posición más recomendable para la salud para cada criterio y según fases	98
Tabla 3.5. Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio <i>pies</i> : kappa basada en unidad de tiempo a cuatro niveles de tolerancia	110
Tabla 3.6. Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio <i>pies</i> : kappa basada en eventos a cuatro niveles de tolerancia	111
Tabla 3.7. Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio <i>rodillas</i> : kappa basada en unidad de tiempo a cuatro niveles de tolerancia	111
Tabla 3.8. Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio <i>rodillas</i> : kappa basada en eventos a cuatro niveles de tolerancia	112
Tabla 3.9. Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio <i>espalda</i> : kappa basada en unidad de tiempo a cuatro niveles de tolerancia	112
Tabla 3.10. Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio <i>espalda</i> : kappa basada en eventos a cuatro niveles de tolerancia	113
Tabla 3.11. Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio <i>brazos verticales</i> : kappa basada en unidad de tiempo a cuatro niveles de tolerancia	113
Tabla 3.12. Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio <i>brazos verticales</i> : kappa basada en eventos a cuatro niveles de tolerancia	114
Tabla 3.13. Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio <i>posición de la carga</i> : kappa basada en unidad de tiempo a cuatro niveles de tolerancia	114
Tabla 3.14. Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio <i>posición de la carga</i> : kappa basada en eventos a cuatro niveles de tolerancia	115

Tabla 3.15. Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio <i>interacción inclinación/desplazamiento</i> : kappa basada en unidad de tiempo a cuatro niveles de tolerancia	115
Tabla 3.16. Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio <i>interacción inclinación/desplazamiento</i> : kappa basada en eventos a cuatro niveles de tolerancia	116

#### Capítulo 4

Tabla 4.1. Puntuaciones normativas para el UWES-17 (Schaufeli y Bakker, 2003)	139
Tabla 4.2. Normas para la fuerza isométrica de las piernas (Corbin et al., 1978 citado en Heyward, 2008)	142
Tabla 4.3. Horario de envío de los mensajes cortos de texto durante el período de seguimiento	153
Tabla 4.4. Frecuencia absoluta y relativa de las variables sociodemográficas	160
Tabla 4.5. Media y desviación estándar del peso, altura e índice de masa corporal de la muestra de intervención	160
Tabla 4.6. Frecuencia absoluta y relativa respecto a los 51 participantes que sí indicaron haber sufrido molestias musculoesqueléticas en los últimos 12 meses por cada parte del cuerpo	162
Tabla 4.7. Frecuencia absoluta y relativa de los participantes que requirieron tratamiento cuando sufrieron molestias musculoesqueléticas en los últimos 12 meses	162
Tabla 4.8. Media y desviación estándar de las puntuaciones de las ocho dimensiones y de los dos componentes sumarios del Estado de Salud (SF-12v2)	163
Tabla 4.9. Mediana y rango intercuartil de la percepción de esfuerzo físico en el lugar de trabajo	164
Tabla 4.10. Estadio de cambio en ejercicio físico, según grupo y respecto a la muestra de intervención	164
Tabla 4.11. Media y desviación estándar de la fuerza máxima isométrica de las piernas	165
Tabla 4.12. Años trabajando en la empresa	166
Tabla 4.13. Puntuaciones del nivel de <i>engagement</i> , por escala y puntuación total	166
Tabla 4.14. Descripción de las puntuaciones de cambio de la frecuencia de identificaciones de posiciones recomendables en la MMCC por criterio y momento	168

Tabla 4.15. Relación entre el grupo y la frecuencia de identificaciones recomendables por cada criterio	168
Tabla 4.16. Descripción de las puntuaciones de cambio de la duración relativa de la posición recomendable en cada criterio	170
Tabla 4.17. Relación entre el grupo y la duración relativa de la posición recomendable por cada criterio	170
Tabla 4.18. Coeficiente de correlación de los criterios según el tiempo en que se encuentran en posición recomendable, según grupo	172
Tabla 4.19. Descripción de las puntuaciones de cambio de la duración relativa de las posiciones de la espalda	173
Tabla 4.20. Relación entre el grupo y la duración relativa de las posiciones de la espalda	174
Tabla 4.21. Coeficiente de correlación entre las tres posiciones de la espalda durante la MMCC, según grupo	175
Tabla 4.22. Estadísticos descriptivos de los <i>T-patterns</i> detectados en cada sesión	178
Tabla 4.23. Porcentaje de <i>T-patterns</i> que incluyen posiciones recomendables respecto al total de <i>T-patterns</i> detectados en cada sesión	182
Tabla 4.24. Porcentaje de participantes del grupo experimental que coincidió (o no) su identificación de cómo realizaron la MMCC ( <i>feedback</i> intrínseco) y su ejecución real, por criterios y fases	185
Tabla 4.25. Diferencias en las puntuaciones de autovaloración del grupo experimental entre ambas sesiones	186
Tabla 4.26. Barreras para realizar el autorregistro diariamente	187
Tabla 4.27. Frecuencia relativa de los motivos que impidieron realizar los ejercicios físicos durante el período de seguimiento, a partir de la información del autorregistro	188
Tabla 4.28. Media y desviación estándar del número de días y de repeticiones diarias que realizaron de cada ejercicio durante el período de seguimiento, según grupo	188
Tabla 4.29. Frecuencia relativa de las barreras para la práctica de ejercicio físico, según grupo	189
Tabla 4.30. Relación entre la frecuencia de días que realizaron el autorregistro y la duración relativa en que la espalda se encuentra en posición recomendable	190
Tabla 4.31. Valoración de la formación recibida previamente y la formación recibida en la intervención, según grupo	191
Tabla 4.32. Valoración de los componentes de la formación y del instrumento de autoobservación por parte del grupo experimental	192

Tabla 4.33. Distribución porcentual de las barreras para poder realizar la MMCC de la forma en que se les ha enseñado en formaciones previas y en la intervención SsObserWork	195
Tabla 4.34. Porcentaje de respuestas del grupo experimental que indican como realizaron la última MMCC del día durante el período de seguimiento	196
Tabla 4.35. Valoración de la relación que perciben los trabajadores entre los ejercicios físicos y la adquisición de la técnica de manipulación manual de cargas, y entre los ejercicios físicos y la adquisición de hábitos saludables para la espalda	197

## **Presentación**

---

Actualmente, la prevención, promoción y educación de la salud en el contexto laboral son fundamentales para garantizar entornos laborales saludables (OMS, 2010b), en los cuales se actúe para reducir los riesgos físicos y psicosociales que derivan a enfermedades profesionales o agravan enfermedades crónicas adquiridas, y, a su vez, promover la salud de los trabajadores y las trabajadoras<sup>1</sup> (OMS, 2014).

En el contexto español, el 81,4% de las enfermedades profesionales son causadas por agentes físicos que derivan en la aparición de trastornos musculoesqueléticos (TME) (UGT, 2016), la mayoría de los cuales se localizan en la espalda, concretamente en la zona lumbar (Almodóvar et al., 2012). Entre los factores de riesgo del dolor lumbar se encuentran los laborales, en que se señala la realización de un trabajo físico pesado, el levantamiento de cargas, movimientos forzados, vibraciones y posturas de trabajo estáticas (Bruce y Bernard, 1997).

Numerosos estudios, entre estos factores de riesgo, se han centrado en la manipulación manual de cargas (MMCC), una tarea que implica la realización de un esfuerzo humano para la movilización de un peso externo y que, evidentemente, tiene un efecto más o menos negativo en la estructura musculoesquelética dependiendo de la técnica utilizada (Straker, 2003b). Adicionalmente, esta tarea que se puede realizar tanto en el contexto laboral como en el no laboral, implica en su ejecución varios segmentos corporales, requiriendo una coordinación interarticular (Burgess-Limberick, 2003). Para reducir los factores de riesgo de la MMCC, se han desarrollado aparatos de soporte y se han realizado adecuaciones en el lugar de trabajo. No obstante, un aspecto esencial es formar al trabajador para que cuando deba realizar una MMCC lo haga de una forma adecuada y segura, adoptando una posición que sea saludable para su espalda y esperando que esta formación pueda generalizarse a la vida cotidiana del trabajador.

En este sentido se han realizado numerosos estudios dedicados a evaluar la efectividad de las formaciones centradas en la MMCC (Clemes, Haslam y Haslam, 2010; Verbeeck et al., 2011; Hogan, Greiner y O'Sullivan, 2014). Las formaciones que se han evaluado se han centrado en formar a los trabajadores sobre la técnica de MMCC y en algunos estudios se ha combinado esta formación con: el uso de aparatos de soporte para la MMCC, ejercicio físico, intervención ergonómica, o bien, solo con ejercicio físico y el método basado en las escuelas de espalda. En este caso, el ejercicio físico es un elemento importante en la formación ya que la fuerza muscular de

---

<sup>1</sup> Para facilitar la lectura, a partir de ahora se utilizará el género masculino para referirnos indistintamente a ambos géneros. Solamente en los casos que sea necesario remarcar su pertinencia se utilizará el género femenino.

las extremidades inferiores limita la habilidad de poder realizar un levantamiento de una carga en que las piernas ejerzan la mayor parte del esfuerzo y que éste no recaiga en la espalda (Zhang y Buhr, 2002; Li y Zhang, 2009).

En general, cabe destacar que las formaciones en MMCC no son efectivas para la prevención o reducción del dolor o lesiones de espalda, y esto se debe principalmente a que los estudios deberían presentar mayor calidad, las intervenciones deberían ser multidimensionales y los aprendizajes adquiridos en la formación deberían poder ser aplicados en el lugar de trabajo (Clemes, Haslam y Haslam, 2010). Asimismo, se destaca la necesidad de que las intervenciones sean fundamentadas en las teorías del cambio de conducta para que sean más acordes a las creencias, actitudes y conocimientos de los trabajadores (Verbeeck et al., 2011; Hogan, Greiner y O'Sullivan, 2014). Por otro lado, la mayoría de los estudios que han evaluado la implementación de una formación en MMCC se han centrado directamente en resultados como la reducción de los TME o las bajas laborales, y se omite la evaluación del efecto de la intervención en variables intermedias como el conocimiento adquirido, habilidades y el comportamiento del trabajador (Hogan, Greiner y O'Sullivan, 2014).

En relación a los métodos de formación utilizados, uno de los retos es involucrar al trabajador en la formación, ya que cuando más involucrado esté, más efectiva va a ser la formación para promover el conocimiento y la adquisición de la conducta. Se puede involucrar al trabajador mediante actividades prácticas en las que éste se convierta en un agente activo en el proceso formativo (Burke et al., 2006). Uno de los métodos formativos que permite al trabajador ser activo y, a su vez, fomente y ayude en el cambio de comportamiento, es la autoobservación (Fuller y Manning, 1973; Griffiths, 1974; Dowrick, 1999; Tripp y Rich, 2011).

La autoobservación es el nivel más elevado de participación en la observación debido a que el observador es el mismo sujeto observado (Anguera, 1979). Son numerosos los estudios que han utilizado la autoobservación para la adquisición de habilidades y fomentar el cambio de comportamiento, como por ejemplo, en el deporte (Garcia y Cesar, 2016), en el tratamiento del déficit de atención, autismo, discapacidad cognitiva y física, trastornos emocionales, entre otros (Buggey y Ogle, 2012). No obstante, no es frecuente como componente de una formación en el ámbito laboral. De hecho, solamente se ha observado un estudio que utiliza la autoobservación en una formación para promover una adecuada postura en trabajadores de oficina, observando que los resultados eran satisfactorios (Taieb-Maimon, Cwikel, Shapira y Orentsein, 2012). Sin

embargo, no se han identificado estudios que utilicen la autoobservación para el aprendizaje de tareas como la MMCC y en sectores como por ejemplo el industrial.

En este contexto, surge el proyecto SsObserWork (Systematic Self-Observation of Work) dirigido desde la Universidad Autónoma de Barcelona (Portell, Señé y Anguera, 2013, 2014, 2015), cuya finalidad es el desarrollo, la implementación y la evaluación de la formación centrada en la prevención de riesgos y la promoción de la salud en el trabajo, de forma que potencie el papel del trabajador como agente activo (*empowerment*) y que facilite su transferencia y aplicabilidad a la vida cotidiana de los trabajadores. Uno de los principales objetivos del proyecto se centra en la prevención de trastornos musculoesqueléticos, especialmente del dolor de espalda.

SsObserWork tiene un carácter transversal e innovador: a) a nivel de la combinación de componentes de la intervención (destacando principalmente la autoobservación) que parten desde la perspectiva de los modelos sociocognitivos de la promoción de la salud (Portell, 2015), la psicología positiva (Salanova, 2009; Bakker y Daniels, 2013), la macroergonomía (Robertson, Huang, O'Neill y Schleifer, 2008) y de las ciencias de la actividad física y el deporte (Valevein, Silveira, Pchevozniki y Leite, 2014); y b) en cuanto a la metodología se trata de un proyecto que aboga claramente por la complementariedad.

El proyecto SsObserWork presenta tres fases: 1) Planificación y estudio piloto que se desarrolló entre los años 2012 y 2013 (Portell, Señé y Anguera, 2013); **2) Evaluación de la eficacia de los componentes de la formación SsObserWork**; y 3) Evaluación del impacto sobre indicadores de salud y económicos y de la transferibilidad. El objetivo de la tercera fase es potenciar la usabilidad y transferibilidad de la intervención SsObserWork mediante la restricción de la aplicación de la formación personalizada solo a un subconjunto de trabajadores que posteriormente actúen como formadores en su entorno profesional y personal.

A partir del marco del proyecto SsObserWork, surge la tesis doctoral que se presenta a continuación. Concretamente, los estudios que constituyen la tesis doctoral se sitúan en la segunda fase del proyecto SsObserWork. Por ello, los objetivos de la tesis doctoral se centran en desarrollar los instrumentos observacionales necesarios para implementar y evaluar la formación que se ha diseñado (estudio 1) y evaluar la eficacia de los componentes más novedosos de la formación en MMCC que se presenta, respecto a variables intermedias como el conocimiento y la conducta (estudio 2).

El documento que constituye la tesis doctoral se estructura en cinco capítulos. El primer capítulo presenta el marco conceptual que fundamenta y justifica la importancia del desarrollo de los estudios que se presentan. En el segundo capítulo se presentan los objetivos de la tesis doctoral que se han estructurado en dos estudios. El tercer capítulo presenta el primer estudio centrado en el desarrollo del instrumento observacional de la MMCC y la evaluación de su fiabilidad, el cual es esencial para la evaluación de la efectividad de los componentes más novedosos de la formación sobre el conocimiento y la conducta del trabajador en la MMCC. Esta evaluación de su efectividad se presenta en el capítulo cuatro, constituyendo el segundo estudio. Finalmente, en el capítulo cinco se resumen las principales conclusiones obtenidas de ambos estudios y sus implicaciones en el marco de la salud ocupacional.

## **Capítulo 1**

---

### **Marco conceptual**

## **1.1. Antecedentes de la prevención de riesgos laborales y la promoción de la salud en el ámbito laboral en España**

La salud de la población ha experimentado cambios significativos a lo largo de la historia. De hecho, el concepto de salud también ha experimentado cambios. A inicios del siglo XX se consideraba un mero estado de ausencia de enfermedades hasta que en 1948 la Organización Mundial de la Salud (OMS) la definió como "un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de enfermedad o dolencia" (OMS, 1998, p.10). De igual manera, el concepto de salud pública como "la ciencia y el arte de promover la salud, prevenir la enfermedad y prolongar la vida mediante esfuerzos organizados de la sociedad" (OMS, 1998, p.12) ha evolucionado notablemente a lo largo de la historia. En España, la salud pública nace y se desarrolla propiamente a lo largo del siglo XX y su enfoque principal sobre la prevención avanza hacia la inclusión de la promoción de la salud y adopta una composición pluridisciplinar (Rodríguez y Martínez, 2008). Centrando la atención en el ámbito laboral, la prevención no siempre ha tenido un papel central en las políticas de seguridad e higiene laboral y, aún en menor medida, la promoción de la salud. Por ende, se considera fundamental realizar un breve repaso de la presencia de la prevención y la promoción de la salud en el ámbito laboral de las políticas en seguridad e higiene laboral que se han producido en España y se toman en consideración los avances internacionales.

En el siglo XIX, la revolución industrial supuso cambios importantes en las formas de trabajar y en los estilos de vida de la población, ya que gran parte de la población rural paso a vivir en ciudades y trabajar en industrias, donde las condiciones de vida eran cada vez más deplorables (Monlau, 1847; Molina, 2006). En esa época, no se contemplaban en España las condiciones de seguridad laboral hasta que en 1873 se dio el primer paso con la Ley Benot, la cual tuvo por objeto la regulación del trabajo infantil en fábricas y talleres. Aun así, su aplicación fue nula debido a la ausencia de órganos administrativos eficaces. No obstante, se considera que la Ley Benot impulsó el desarrollo de la encuesta nacional de Condiciones de Trabajo en las industrias españolas que se realizó en 1883 (Molina, 2006).

Durante la primera mitad del siglo XX, se iniciaron las principales acciones en materia de seguridad laboral. En 1900 se aprobó la Ley de Accidentes de Trabajo, la cual fue considerada como el inicio de la intervención del estado en el ámbito de seguridad e higiene laboral. Esta ley tenía como objetivo la regulación de los accidentes laborales y establecía al empresario como principal responsable (Ley de Accidentes de Trabajo,

1900). Con el mismo objetivo, en 1920 se creó en España el Ministerio de Trabajo y se fundó la Organización Internacional del Trabajo (Molina, 2006) con el fin de regular en materia de seguridad e higiene laboral. En 1936 se dio un paso más en materia de seguridad laboral con la aprobación de la Ley de Bases de Enfermedades Profesionales, promovida por la ratificación de España del convenio sobre enfermedades profesionales de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) de 1925 (Convenio sobre enfermedades profesionales, 1925), en el cual se establecía un listado de enfermedades profesionales (las cuales siempre deben tener su origen en la actividad laboral) relacionadas con un listado de industrias. Además, se fijaban las condiciones de indemnización de la víctima (Ley de Enfermedades Profesionales, 1936). Es importante tener presente que durante la primera mitad del siglo XX se produjeron numerosos cambios políticos y la Guerra Civil Española tuvo lugar, la cual tuvo graves consecuencias para la salud de la población con índices elevados de mortalidad principalmente por causa infecciosa (Carreras y Tafunell, 2005). En 1940 en pleno inicio de la dictadura Franquista, se aprobó en España el Reglamento General de Seguridad e Higiene Laboral que tuvo por objeto la protección del trabajador ante los riesgos laborales para evitar accidentes de trabajo y regular la forma de prevenirlos estableciendo técnicas específicas como las normativas que debían seguir los locales de trabajo, las máquinas, motores, andamios, aparatos de transporte, trabajos peligrosos, entre otros, y exigía a los trabajadores el cumplimiento de las normas preventivas. Según este reglamento, el Estado era responsable del trabajador y debía prestarle asistencia (Reglamento General de Seguridad e Higiene Laboral, 1940).

Posteriormente, en 1956, se crean los Servicios Médicos de Empresa con el objetivo de conservar y mejorar la salud de los trabajadores. Esta medida surge en el contexto de la nueva definición de salud propuesta por la OMS en 1945. Los Servicios Médicos de Empresa tenían competencias en higiene del trabajo y trabajadores, accidentes de trabajo y enfermedades profesionales (competencia en que se menciona la incorporación de la formación y enseñanza del trabajador), y aumento del rendimiento individual. Esta última competencia puntualizaba la necesidad de "conservación e incremento de la salud y capacidad fisiológica de los obreros por medio de deportes y educación física" (Decreto 21 de agosto de 1956, de Servicios Médicos de Empresa, p.6497), aspecto que por primera vez se contemplaba en el ámbito laboral, es decir, no solo se limita a la prevención sino que se introduce el concepto de mejora de la salud. Sin embargo, estos beneficios solo los podían disfrutar una minoría de trabajadores, ya que los servicios médicos de empresa solo eran obligatorios para las

empresas de más de mil trabajadores, y la mayoría de empresas españolas eran pequeñas y no tenían la obligación de aplicar la normativa en prevención de riesgos laborales.

A finales de la dictadura Franquista y debido al elevado número de accidentes laborales, entró en vigor el Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (1971) que implicó cambios importantes. Sobre todo, facilitó el acceso de los trabajadores de las medianas y pequeñas empresas a los servicios de higiene y seguridad en el trabajo (Cerón, 2011; Molina, 2006). El Plan Nacional de Higiene y Seguridad se constituyó para realizar acciones formativas, de asesoramiento (para potenciar la capacidad de investigación), de colaboración (coordinación con las Mutualidades laborales y Mutuas Patronales), acciones generales (campañas nacionales, controles estadísticos, establecer bases generales, entre otros) y la creación de servicios técnicos de seguridad en las empresas y centros de higiene y seguridad del trabajo para las medianas y pequeñas empresas (Orden Ministerial de 9 de marzo 1971, Plana Nacional). Esto conllevó la derogación del anterior Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo de 1940 por la esperada Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 1971, la cual especificó las medidas que debían ser tomadas por los órganos dependientes (institutos territoriales, consejos provinciales, gabinetes técnicos provinciales y centros de higiene y seguridad del trabajo), además, se centraba en el trabajador, el diseño del puesto de trabajo y el lugar o ambiente donde se realiza el trabajo (Orden Ministerial de 9 de marzo 1971, Ordenanza; Molina, 2006). Mediante el Plan Nacional se incrementaron exponencialmente las visitas a empresas, recomendaciones técnicas, cursos impartidos y reconocimientos médicos en un período de dos años (Molina, 2006).

Durante este período y en plena transición democrática, se aprobó el Decreto 36/1978 de 16 de noviembre en el que se creó el vigente Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). El INSHT pasa a ser un organismo autónomo que gestiona, controla y coordina las acciones de prevención de riesgos laborales. A su vez, las comunidades autónomas adquieren competencias en seguridad e higiene en el trabajo bajo la coordinación del INSHT. Posteriormente, en 1982, el INSHT se reorganizó con la aprobación del Real Decreto 577/1982 de 17 de marzo.

Paralelamente en el ámbito internacional, se ponía de relieve la importancia de la promoción de la salud para combatir el incremento de las enfermedades crónicas degenerativas entre la población (Department of Health, Education and Welfare, 1979). En este contexto, la OMS organizó la Primera Conferencia Internacional de la

Promoción de la Salud en Ottawa en el 1986, donde se definieron las cinco líneas para promover la salud: elaboración de políticas saludables, creación de ámbitos favorables, refuerzo de la acción comunitaria, desarrollo de las habilidades personales y reorientación de los servicios sanitarios (OMS, 1986). A raíz de la Conferencia de Ottawa, la OMS (1988) elaboró y presentó el informe Fomento de la Salud en la población trabajadora. Este documento estableció las indicaciones necesarias para estructurar la promoción de la salud en los lugares de trabajo (PSLT), lo cual puso de manifiesto que los lugares de trabajo son un escenario importante donde se debe potenciar la promoción de la salud. Además, la gran parte de la población que tiene acceso a estos lugares podrá luego transmitir la información aprendida a sus familiares. De esta manera, se destacó que el lugar de trabajo es un entorno apropiado para aprender a llevar un estilo de vida saludable y ponerlo en práctica en el entorno laboral y cotidiano.

En este marco contextual, la Comunidad Europea aprobó la Directiva 89/391/CEE, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo. Esta directiva instaba a todos los estados miembros a adaptar las normativas en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo. En 1993 todos los países miembros adecuaron su normativa a excepción de España, que no lo hizo hasta 1997 con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. La Directiva 89/391/CEE dio las pautas para desarrollar las normativas propias de cada país e incidió principalmente en la prevención más que en la promoción. Aun así, se instó a que los trabajadores participasen en la toma de decisiones. De hecho, no fue hasta la Declaración de Sundsvall (1991) que se potenció realmente el concepto de PSLT poniendo en relieve los lugares de trabajo como escenarios de referencia para promover la salud. A pesar de eso, la PSLT no se definió hasta la Declaración de Luxemburgo (ENWHP, 2007), en la cual se estableció que, para mejorar la salud y el bienestar de las personas en los lugares de trabajo, era necesario mejorar la organización y las condiciones de trabajo, promover la participación activa y fomentar el desarrollo individual (Muñoz y Castro, 2010). Esta definición surgió en un contexto en el cual las enfermedades profesionales eran un fenómeno que debía ser combatido. Por otro lado, el enfoque tradicional de la salud e higiene en el trabajo se centraba en reducir los accidentes laborales y prevenir enfermedades profesionales. En la Declaración de Luxemburgo se establecieron los principios fundamentales de la PSLT: participación (deben involucrarse tanto los trabajadores como los responsables de la empresa), integración (la PSLT debe ser contemplada en todas las decisiones que se tomen en las diferentes áreas

organizativas de la empresa), gestión de proyectos (se deben analizar las necesidades, establecer prioridades, planificar, implementar, controlar y evaluar continuamente) y amplitud (se deben involucrar diferentes áreas y disciplinas con el fin de combinar estrategias de reducción del riesgo con estrategias de desarrollo de factores de protección y potenciales de la salud) (ENWHP, 2007).

Como se ha mencionado anteriormente, en este contexto España aprobó la Ley 31/1995 de Prevención de riesgos laborales, una ley muy esperada que tenía y tiene el objetivo general de "promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo" (Ley de Prevención de Riesgos, 1995, p.5). No obstante, tras veintidos años de su aprobación y teniendo en cuenta las recientes reformas laborales, se señala la necesidad de una revisión y actualización para garantizar un eficiente sistema de promoción de la salud y prevención de enfermedades adaptado a las necesidades y cambios actuales (Molina, García y Soriano, 2016).

## **1.2. La prevención, la promoción y la educación para la salud en la actualidad**

En cuanto a la prevención, promoción y educación para la salud, es importante tener en cuenta la situación general y actual de la salud de la población. La realidad actual se centra en las enfermedades crónicas, las cuales son la principal preocupación de las políticas sanitarias debido a su incremento continuo en las sociedades desarrolladas y al hecho que se han convertido en la nueva epidemia del siglo XXI, situando en segundo plano a las enfermedades infecciosas (OMS, 2014). Las enfermedades crónicas, como las cardiovasculares, respiratorias crónicas, el cáncer, y la diabetes, son actualmente la principal causa de mortalidad y morbilidad a nivel mundial. En 2012 el 68% de las muertes en el mundo fueron causadas por enfermedades crónicas, y el 40% de esas muertes se produjeron en personas menores de 70 años. Se estima que entre el período 2011 - 2025 las enfermedades crónicas generarán un gasto económico de 7 trillones de dólares en los países con ingresos bajos y medianos (OMS, 2014).

Así, se plantea un reto importante a la salud pública para combatir y revertir esta situación. Uno de los pilares fundamentales de la salud pública es la promoción de la salud, la cual permite a las personas incrementar su control sobre los determinantes

de la salud con el fin de mejorarla. Esto conlleva modificar las condiciones económicas, sociales y ambientales (OMS, 1998). La primera vez que se definieron los determinantes de la salud fue en 1974 con el informe elaborado por el Ministro de Salud Nacional y Bienestar de Canadá, Mark Lalonde, quien identificó la biología humana, el medio ambiente, los estilos de vida y la provisión de servicios de salud como determinantes de la salud (Lalonde, 1974).

Desde entonces, el marco conceptual de los determinantes de la salud se ha ampliado y reforzado. En primer lugar, se comprende como determinantes de la salud "el conjunto de factores personales, sociales, económicos y ambientales que determinan el estado de salud de los individuos o poblaciones" (OMS, 1998, p.16). Es decir, son múltiples los factores que pueden influir en la salud de las personas. La medicina tiene un impacto limitado en la determinación de la salud; por ello, se deben incluir las condiciones de vida y el trabajo como factores determinantes. Para ello, se hace referencia al concepto de determinantes sociales de la salud (Moiso, 2007), los cuales se refieren a "las características específicas y a las vías mediante las cuales las condiciones sociales afectan a la salud, las cuales pueden ser alteradas a través de acciones documentadas" (Krieger, 2002, p.487).

A lo largo de los años, se han desarrollado varios modelos que identifican los determinantes sociales que afectan en la salud: el modelo de Dahlgren y Whitehead de 1992; el modelo de Diderichsen, Evans y Whitehead de 2001; y el modelo de Brunner, Marmot y Wilkinson de 2001 (Moison, 2007). El modelo de Diderichsen, Evans y Whitehead (2001) se centra principalmente en cómo la posición social de las personas influye en su salud. La OMS desarrolló un modelo de determinantes sociales de la salud que contempla tres elementos principales determinantes de la salud y las inequidades en la salud (OMS, 2010a):

- **Contexto socioeconómico y político** que incluye 6 subelementos:

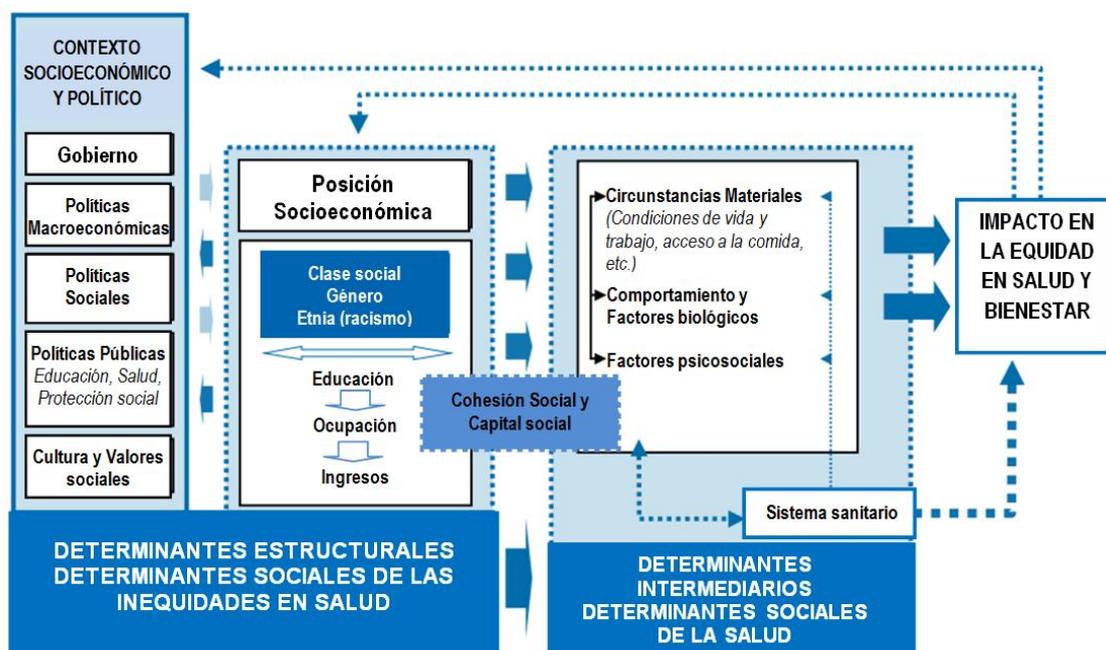
Gobierno, política macroeconómica, políticas sociales, política pública (educación, sanidad, agua y saneamiento), cultura y valores sociales, y condiciones epidemiológicas.

- **Determinantes estructurales y posición socioeconómica** (determinantes que conllevan la estratificación social y clasificación social):

Ingresos económicos, educación recibida, trabajo, clase social, género, raza y etnia.

### - Determinantes intermedios:

Circunstancias materiales (condiciones de vida: acceso a alimento, a vivienda, etc.; condiciones de trabajo), circunstancias socioambientales o factores psicosociales (estrés, apoyo social, etc.), y comportamiento individual y factores biológicos (estilo de vida, sexo y edad).



**Figura 1.1.** Modelo de determinantes sociales de la salud de la OMS (OMS, 2010a)

La mayoría de las intervenciones desarrolladas se han centrado en los determinantes intermedios, ya que son los factores que se pueden cambiar a nivel individual para revertir la situación. Aun así, la OMS (2010a) insta a actuar sobre los determinantes intermedios y estructurales mediante acciones y reformas en las políticas nacionales e internacionales para garantizar la equidad en salud.

La Carta de Ottawa para la promoción de la salud (OMS, 1986) fue el punto de partida en que se instó a los países a desarrollar políticas de salud pública centradas en la promoción de la salud y se enfatizó la importancia de tomar el control (tomar decisiones) sobre aquellos factores que determinan la salud, ofreciendo apoyo en el desarrollo personal y social mediante la proporción de información, habilidades y educación para la salud. Años más tarde, la Declaración de Yakarta sobre la Promoción de la Salud en el Siglo XXI (OMS, 1997) y posteriormente en la última conferencia en Helsinki (OMS, 2013) se señaló como prioridades la promoción de la responsabilidad social por la salud en el sector público y privado, el empoderamiento

del individuo y la colaboración intersectorial, es decir, entre distintos ámbitos y/o entornos desde donde se promueva la salud.

Por ende, ante el incremento de las enfermedades crónicas en las sociedades desarrolladas, la OMS insta a los países a incidir en el comportamiento de las personas, principalmente con el fomento de estilos de vida saludables entre su población y mediante la instauración de políticas que lleven a organizaciones públicas y privadas a mejorar la salud de las personas. Se identifican cuatro ámbitos principales: comunitario, educativo, lugar de trabajo y atención primaria. Además, se deben tener en cuenta los medios de comunicación (OMS, 2014).

Como se ha mencionado anteriormente, la promoción de la salud es un proceso que trabaja a distintos niveles (político, social e individual) para mejorar la salud de las personas mediante cambios estructurales que favorezcan que las personas incrementen su control sobre los determinantes de la salud. Dentro de la promoción de la salud, se encuentra la educación para la salud, una estrategia amplia para promover la salud a nivel individual y comunitario (Sáez, Font, Pérez y Marqués, 2001).

La educación para la salud (EpS) se define como el conjunto de acciones que tienen por objetivo el fomento de la motivación, las habilidades personales y la autoestima, necesarias para adoptar medidas destinadas a mejorar la salud y, a su vez, transmitir información relativa a: las condiciones sociales, económicas y ambientales que influyen en la salud; y los factores y comportamientos de riesgo (OMS, 1998). De las muchas definiciones de EpS que se han propuesto, nos adherimos a la definición de Green, Kreuter, Deeds y Partridge (1980) que define la EpS como cualquier combinación de experiencias educativas diseñadas para predisponer, capacitar y reforzar adopciones voluntarias de comportamientos individuales o colectivos que conducen a la salud.

Por esta razón, la EpS busca generar un conjunto de aprendizajes que permitan el desarrollo de actitudes positivas, responsabilidad individual y colectiva en la toma de decisiones valorando las consecuencias y posibles alternativas, y promuevan hábitos y comportamientos saludables (Sáez et al., 2001). Además, la EpS se puede llevar a cabo en las escuelas, comunidades, lugares de trabajo, centros de atención primaria, hogares, en el mercado de consumo y los medios de comunicación (Glanz, Rimer y Viswanath, 2008).

### **1.2.1. La prevención y la educación para la salud en el ámbito laboral**

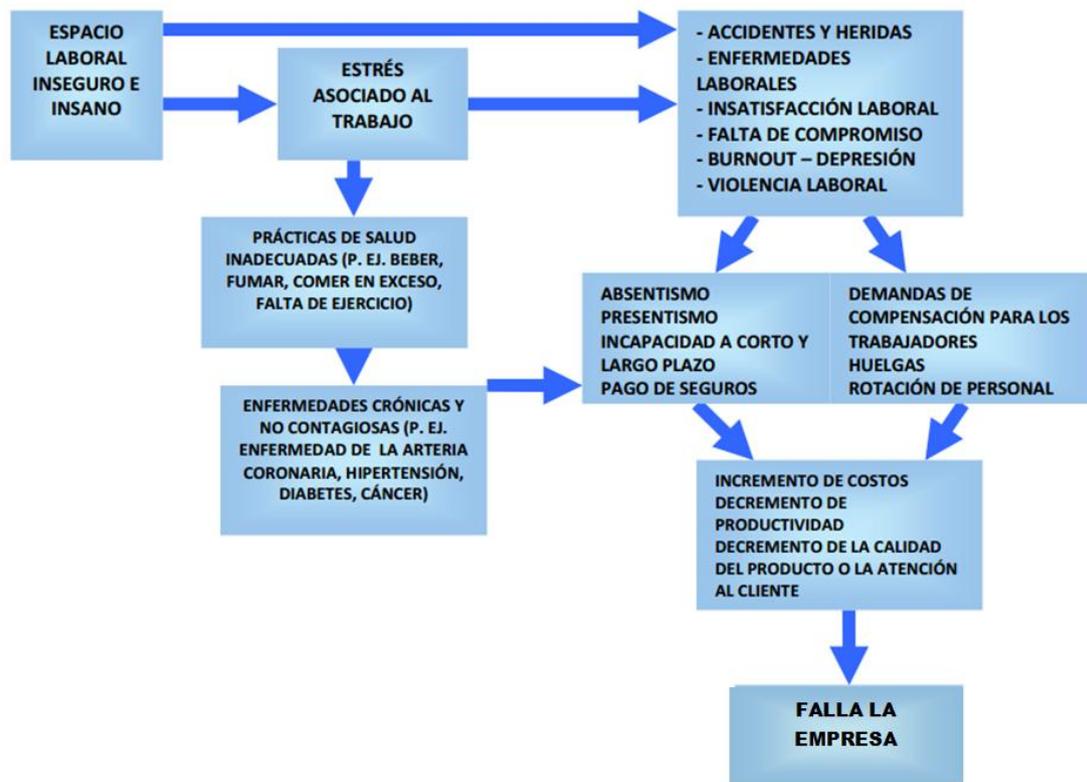
El objetivo de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales es la promoción de la seguridad y la salud de los trabajadores con el fin de prevenir los riesgos derivados del trabajo. Esto quiere decir identificar y actuar sobre los riesgos procedentes de los agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales presentes en el lugar de trabajo. No obstante, en la actualidad la promoción de la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo no se limita sólo a la prevención de los riesgos, sino en influir en el estilo de vida de los trabajadores (OMS, 2007); es decir, actuar más allá de las meras obligaciones y responsabilidades en seguridad e higiene laboral.

En el contexto español, el 81,4% de las enfermedades profesionales son derivadas de agentes físicos, principalmente por tareas que implican posturas forzadas y movimientos repetitivos que conllevan la aparición de trastornos musculoesqueléticos (UGT, 2016). Por ejemplo, las tareas laborales y de la vida cotidiana implican una reducción general de la actividad física debido a las mejoras tecnológicas, y se genera así un aumento del tiempo en que se está sentado, hecho que conlleva a un incremento del riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Chau et al., 2014) y favorece la aparición de trastornos musculoesqueléticos (Shariat, Tamrin, Arumugam, Danaee y Ramasamy, 2016). Por otro lado, trabajos con demanda física se asocian negativamente con la realización de actividad física en el tiempo libre (Kaleta y Jegier, 2005). Por ello, el lugar de trabajo también puede influenciar en los estilos de vida.

Respecto a los entornos laborales saludables, según la definición de la OMS (2010b, p.15), un entorno laboral saludable es "aquel en el que los trabajadores y jefes colaboran en un proceso de mejora continua para promover y proteger la salud, seguridad y bienestar de los trabajadores y sostenibilidad del ambiente de trabajo en base a los siguientes indicadores: a) la salud y la seguridad concernientes al espacio físico de trabajo; b) la salud, la seguridad y el bienestar concernientes al medio psicosocial del trabajo incluyendo la organización del mismo y la cultura del ambiente de trabajo; c) las formas en que la comunidad busca mejorar la salud de los trabajadores, sus familias y de los otros miembros de la comunidad".

Desde un argumento empresarial, un entorno laboral saludable previene los riesgos físicos y psicosociales que derivan en enfermedades profesionales o agravan enfermedades crónicas adquiridas (OMS, 2014). Por consiguiente, un entorno laboral saludable reduce los costes derivados del absentismo, bajas por incapacidad temporal, entre otros, y contribuye a un mejor desarrollo de la empresa (OMS, 2010b).

En la Figura 1.2 presentada por la OMS (2010b) se puede observar las consecuencias de una empresa que no apuesta por un entorno laboral saludable.



**Figura 1.2.** Consecuencias de los entornos laborales no saludables (OMS, 2010b).

Para la prevención y promoción de la salud y seguridad en el lugar de trabajo, la EpS es fundamental, ya que empodera al trabajador para adoptar conductas adecuadas para prevenir riesgos y mejorar su salud (OMS, 1988). El empoderamiento para la salud es un proceso en que "los individuos y los grupos sociales son capaces de expresar sus necesidades, plantear sus preocupaciones, diseñar estrategias de participación en la toma de decisiones y llevar a cabo acciones políticas, sociales y culturales para hacer frente a sus necesidades" (OMS, 1998, p.16). En este sentido, para tener un entorno de trabajo saludable es necesaria la participación de los trabajadores, los cuales deben entender la necesidad de las actuaciones, tomen la decisión de adoptar conductas saludables y hagan de transmisores entre sus compañeros de trabajo y su entorno (Grawitch, Ballard, Ledford y Barber, 2009). No obstante, para ello es necesario en primera instancia que el trabajador sea consciente del riesgo y de la necesidad de cambiar las conductas de riesgo (Weinstein y

Sandman, 1992; Portell, Riba y Bayés, 1997; Portell y Solé, 2001a; Portell y Solé, 2001b; Portell y Solé, 2006; Portell, Gil, Losilla y Vives, 2014).

#### **1.2.1.1. Teorías del cambio de conducta para la educación para la salud**

Las conductas de los trabajadores en el lugar de trabajo pueden generar un impacto en la salud. En los entornos de trabajo se producen situaciones de riesgo y por ello es esencial que el trabajador sea capaz de percibir el riesgo de sus conductas, entendiendo que la percepción del riesgo es la capacidad de un individuo para reconocer un riesgo, su magnitud y la probabilidad de que ocurra (Leiter, Zanaletti y Argentero, 2009; Campbell Institute, 2014). Por tanto, el primer paso para adoptar conductas saludables es reconocer que se están adoptando conductas de riesgo.

Las teorías del cambio hacia conductas saludables desarrolladas a lo largo de los años se han focalizado en intentar predecir la adopción de conductas saludables y ser guías para el diseño de programas de educación y promoción de la salud. De hecho, su uso para describir e identificar los factores que influyen las conductas saludables es efectivo (Prestwich et al., 2013). Son diversas las teorías del cambio hacia conductas saludables, por ello, se debe tener en consideración que todas pueden ser utilizadas en distintos tipos de intervenciones siempre y cuando haya una lógica y coherencia en su elección y no se planteen contradicciones (Glanz et al., 2008).

En la literatura se observa que las teorías del cambio hacia conductas saludables se han presentado y categorizado en dos grupos: modelos continuos y modelos de etapas (Weinstein, Rothman y Sutton, 1998). Por un lado, los modelos continuos tienen el objetivo de identificar intenciones o actitudes del individuo que propicien el cambio de conducta. Estas variables se combinan linealmente, de manera que el fortalecimiento de una o más de ellas generan un incremento en la probabilidad de cambio hacia una conducta saludable. Por otro lado, se encuentran los modelos de etapas, los cuales consideran que el cambio de comportamiento se produce en distintas etapas. Esto quiere decir que, si un individuo se sitúa en una de las etapas, se deberá tener en cuenta un conjunto de variables sociocognitivas que serán distintas a las de otra etapa. Así pues, los modelos de etapas requieren una adaptación de la intervención en cada etapa (Weinstein et al., 1998).

Los principales modelos continuos y de etapas que se han aplicado en intervenciones de educación para la salud a nivel comunitario y laboral son *el Modelo de Creencias de la Salud, la Teoría de la acción razonada, la Teoría de la acción planificada, el*

*Modelo Transteórico del cambio, el Modelo de proceso de adopción de precauciones y la Teoría Sociocognitiva* (Glanz et al., 2008; Gielen y Sleet, 2003; Prestwich et al., 2013; Nieuwenhuijsen, 2004; Whysall, Haslam y Haslam, 2006). A lo largo de los años, ha habido numerosas intervenciones centradas en la promoción de la salud en el ámbito laboral que se han fundamentado en teorías del cambio y su efectividad ha sido mayor (Taylor, Conner y Lawton, 2012; Gourlan et al., 2016). No obstante, se ha observado, por ejemplo, que en el ámbito laboral hay una proporción realmente pequeña de estudios centrados en la evaluación de una intervención ergonómica para la prevención de trastornos musculoesqueléticos que indiquen la teoría de cambio que fundamenta la intervención (Wijk y Mathiassen, 2011). El hecho de fundamentar la intervención con una teoría de cambio e indicar cuál es puede aumentar la efectividad de su implementación (Wijk y Mathiassen, 2011).

#### **1.2.1.1.1. Modelo continuo y de etapas: Modelo de Creencias de la Salud y Modelo Transteórico**

Entre los diversos modelos continuos, el Modelo de Creencias de la Salud (MCS) ha sido ampliamente utilizado en intervenciones para la educación para la salud (Harrison, Mullen y Green, 1992; Glanz et al., 2008; Carpenter, 2010), y es el modelo que ha generado un mayor número de investigaciones (San Pedro y Roales-Nieto, 2003).

El MCS fue desarrollado en los años cincuenta y se centra en predecir por qué el individuo adopta una conducta preventiva y, a su vez, entender por qué puede fracasar en su adopción (Janz y Becker, 1984). Para ello, el modelo presenta diversos constructos y además asume que variables demográficas, psicosociales y estructurales pueden tener un efecto en la percepción del individuo e influenciar su comportamiento. A continuación, se presentan los constructos que integran el modelo (Janz y Becker, 1984):

- *Susceptibilidad percibida*: la probabilidad percibida por el individuo de que pueda tener un problema de salud.
- *Severidad percibida*: la gravedad que el individuo atribuye a las consecuencias del problema de salud que es susceptible de contraer.
- *Beneficios percibidos*: las consecuencias positivas que el individuo percibe de la conducta saludable.

- *Barreras percibidas*: las consecuencias negativas que el individuo percibe de la conducta saludable.
- *Claves para la acción*: el conjunto de señales internas (síntomas) y externas (mensajes recordatorios, campañas publicitarias, etc.) que indican al individuo que existe una amenaza.

Posteriormente, el concepto de autoeficacia propuesto por Bandura (1977) en la teoría sociocognitiva, fue incorporado en el MCS (Rosenstock, Strecher y Becker, 1988), concepto cuya definición es:

- Autoeficacia: la confianza de un individuo (sentirse capaz) en poder realizar satisfactoriamente un comportamiento (Bandura, 1977).

Bandura (1989) señala que una percepción de autoeficacia elevada implicará establecerse unos objetivos más altos debido a que los niveles de motivación y persistencia para alcanzar los objetivos serán más altos.

A nivel general, el modelo considera que los individuos que se perciben como susceptibles a adquirir un problema de salud están más motivados para adoptar una conducta saludable, y aquellos que se consideren menos susceptibles no la adoptarán. Por otro lado, cuando los individuos perciban mayor severidad del problema de salud, más motivados estarán para adoptar conductas saludables y evitar problemas de salud. En este sentido, los individuos sólo actuarán si perciben beneficios muy positivos derivados de la conducta saludable e identifican pocas barreras en su adopción (Janz y Becker, 1984).

Focalizando la atención en intervenciones de educación para la salud que tienen por objetivo la prevención de conductas de riesgo en el ámbito laboral, se ha identificado el estudio de Sharafkhani, Khorsandi, Shamsi y Ranjbaran (2014) centrado en el desarrollo e implementación de una intervención para prevenir el dolor lumbar en enfermeras basándose en el MCS. Observaron que las claves para la acción eran el constructo más predictivo del comportamiento de las enfermeras. Sin embargo, es uno de los constructos que menos se han integrado y evaluado en numerosas intervenciones (Carpenter, 2010). Otros estudios centrados en el ámbito laboral que han usado el MCS, han desarrollado y evaluado intervenciones que tenían por objetivo fomentar el uso de la crema solar en trabajadores de tareas exteriores (Lee et al., 2014), el uso de equipos de protección personal en trabajadores de la construcción (Ghaen, Shojaiezadeh, Adl, Nasab y Tavakoli, 2010) o el uso de protección auditiva (Kelly, Boyd y Henehan, 2015). Además, el MCS ha sido utilizado de forma

satisfactoria en intervenciones basadas en mensajes adaptados a la población diana para promover la conducta saludable (Sohl y Moyer, 2007).

En general, el MCS se ha considerado un modelo excesivamente simple y fácil de implementar, principalmente porque considera que los constructos son independientes cuando en realidad se encuentran interrelacionados (Finfgeld, Wongvatunyu, Conn, Grando y Russell, 2003).

En relación a los modelos por etapas, el Modelo Transteórico de cambio de comportamiento (MTT) es uno de los más utilizados en psicología de la salud (Weinstein et al., 1998; Glanz et al., 2008). El MTT considera que el cambio de comportamiento se produce en diversas etapas, es decir, cada individuo se sitúa en una etapa en función de las características que presente, ya que cada etapa identifica un perfil de individuo con unas necesidades y barreras concretas (Prochaska, DiClemente y Norcross, 1992). En general, es un modelo que puede ser aplicado para numerosos tipos de comportamientos y, por ende, los factores responsables de avanzar en las etapas del cambio variarán entre comportamientos (Weinstein et al., 1998).

El MTT comenzó con intervenciones para dejar de fumar (Prochaska y DiClemente, 1983) y posteriormente se aplicó en numerosos tipos de comportamientos (Glanz et al., 2008). Los constructos que integran la MTT son las etapas y los procesos de cambio (Prochaska, DiClemente y Norcross, 1992).

*Etapas de cambio* (Prochaska et al., 1992):

- *Precontemplación*: No hay intención de adoptar la conducta saludable en los próximos seis meses. El individuo puede no ser consciente del problema que conlleva su conducta actual.
- *Contemplación*: Hay intención de adoptar la conducta saludable en los próximos seis meses. El individuo es consciente de que existe un problema y está realmente pensando en resolverlo, pero no ha tomado la decisión de actuar.
- *Preparación*: Hay intención de adoptar la conducta saludable en el próximo mes. El individuo es consciente del problema, puede que en el pasado haya realizado intentos para adoptar la conducta saludable o incluso en el presente esté realizando pequeñas acciones para acercarse a la conducta esperada.
- *Acción*: Ha adoptado la conducta saludable hace menos de seis meses.

- *Mantenimiento*: Ha adoptado la conducta saludable hace más de seis meses. Una etapa centrada en evitar las recaídas.

#### *Procesos de cambio* (Prochaska et al., 1992)

Son las actividades necesarias para que el individuo pueda avanzar en las etapas. Funcionan como una guía para las intervenciones, ya que son las variables independientes que permiten la progresión entre las etapas.

- *Concienciación*: Proporcionar información sobre el problema de salud.
- *Autoreevaluación*: Evaluar como uno se siente y su imagen con o sin el problema de salud.
- *Autoliberación*: Escoger y tener el compromiso de actuar o creer que tienes la capacidad de poder cambiar.
- *Contra-acondicionamiento*: Buscar alternativas a la conducta no saludable.
- *Control de estímulos*: Evitar o contrarrestar los estímulos que provocan la conducta no saludable.
- *Gestión de refuerzos*: Autorecompensarse o ser recompensado por personas del entorno debido a los cambios que el individuo ha realizado.
- *Soporte social*: Dejarse ayudar y compartir los problemas con alguien que se preocupe.
- *Alivio emocional*: Experimentar y expresar los sentimientos acerca del problema y de sus soluciones.
- *Reevaluación del entorno*: Evaluar cómo el problema tiene efectos en el entorno físico.
- *Liberación social*: Aumentar las alternativas relacionadas a las conductas saludables disponibles en la sociedad.

Posteriormente, se vinculó la teoría de la toma de decisiones al MTT, en que se tomaron en consideración los *pros* y *contras* del cambio de comportamiento hacia una conducta saludable (Janis y Mann, 1977). De igual manera, se tomó en consideración el concepto de *autoeficacia* (Bandura, 1977).

Como se ha mencionado anteriormente, el MTT ha sido utilizado en intervenciones focalizadas en diversos comportamientos. Entre ellos se encuentran las intervenciones para la promoción de la actividad física, en las que se observó que el MTT contribuye a aumentar significativamente los niveles de actividad física (Romain et al., 2016).

Son diversas las intervenciones basadas en el MTT centradas en la educación para la salud con el fin de prevenir conductas de riesgo en el ámbito laboral. Hace años que se señala la necesidad de que las intervenciones centradas en aspectos ergonómicos (como por ejemplo manipular cargas, movimientos repetitivos, entre otros) se basen en teorías del cambio y en este caso el MTT (Haslam, 2002). Por ejemplo, el estudio de Whysall et al. (2006) concluyó que la adaptación de la intervención en función de la etapa de cambio en que se encuentran los trabajadores permite un avance en las etapas y, en este caso, reduce los síntomas de trastornos musculoesqueléticos.

#### **1.2.1.2. La autoobservación como componente para promover el cambio de comportamiento**

Desde hace muchos años, se considera la autoobservación como una herramienta importante a incorporar en las intervenciones centradas en el cambio de comportamiento (Johnson y White, 1971). En 1973 Fuller y Manning indicaron que cuando las personas se observan a ellas mismas en vídeo, experimentan un efecto emocional que las lleva a prestar más atención a la conducta. Además, la autoobservación proporciona información sobre las habilidades propias del individuo para reforzar la confianza en uno mismo, y los elementos esenciales para potenciar la autoeficacia (Meharg y Woltersdorf, 1990; Dowrick, 1991) y favorecer la adopción de la nueva conducta (Dowrick, 1999). Por otro lado, durante la adquisición de habilidades motoras, se ha observado que la autoobservación de la ejecución del movimiento contribuye significativamente en el incremento de la actividad del área motora suplementaria del cerebro, la cual se encarga de la planificación y coordinación de los movimientos complejos; cosa que no ocurre al observar la ejecución de la acción por parte de otras personas (Hiyamizu, Maeoka, Matsuo y Morioka, 2014).

Se pueden diferenciar diversas formas de autoobservación de la conducta. En primer lugar, se encuentra la autoobservación mediante la grabación en vídeo centrada en observar los aspectos positivos de la propia conducta denominada con el término *video self-modeling* (VSM). Esta técnica de intervención deriva del aprendizaje observacional basado en un modelo, en este caso se utiliza uno mismo como modelo para fomentar la adopción de la nueva conducta. Su procedimiento de aplicación se basa en grabar al individuo y seguidamente editar la grabación para seleccionar todas las imágenes en que se observa que adopta el comportamiento esperado, a la vez que se eliminan todas las conductas consideradas como negativas (Dowrick, 1999).

El VSM puede subclasificarse en dos formas de aplicación: *positive self-review* (PSR) o *feedforward* (FF) (Dowrick, 1999). El PSR se centra en grabar al individuo de forma continuada con el objetivo de capturar el comportamiento esperado en alguna situación y posteriormente se edita el vídeo eliminando todos los errores o conductas no deseadas para mostrar al individuo solo ejemplos positivos. Para ello, se requieren de muchas horas de grabación para poder capturar suficientes ejemplos positivos. En relación al FF, se centra en mostrar al individuo imágenes del comportamiento aún no adquirido, lo cual implica editar la grabación en vídeo para que incluya imágenes enlazadas que permitan observar el comportamiento completo que se espera alcanzar. Dowrick (1999) destacó el valor de aprender a partir de imágenes del comportamiento aún no adquirido, con este propósito, indicó que el FF puede producir mayor cambio de comportamiento a diferencia del PSR. El hecho de verse realizar un comportamiento aún no adquirido refuerza la percepción de autoeficacia, considerada el corazón de la técnica de *self-modeling* (Buggey, 2007). No obstante, el meta-análisis realizado por Mason, Davis, Ayres, Davis y Mason (2016), se centra en investigar la eficacia del VSM como componente de una intervención centrada en personas de todas las edades que presentaban discapacidades (autismo, discapacidad intelectual, trastorno emocional y del comportamiento y discapacidad en el aprendizaje). Compararon el efecto del FF y del PSR, y observaron que el tamaño del efecto de PSR era significativamente mayor que el FF. Sin embargo, los autores señalan que estos resultados no deben influir en el uso de uno u otro procedimiento, ya que generalmente el FF se utiliza para nuevos comportamientos a diferencia del PSR en que el individuo ya presenta la habilidad.

Principalmente, el VSM se ha utilizado como componente en intervenciones para el tratamiento de déficit de atención, autismo, discapacidad cognitiva y física, trastorno emocional, interacción entre padres e hijos o trastornos del habla en niños y en adultos, mostrando efectos positivos en ambos con o sin discapacidad (Buggey y Ogle, 2012). También se ha utilizado el VSM para la mejora de habilidades comunicativas en estudiantes, como por ejemplo futuros trabajadores sociales (Bolger, 2014); así como en el ámbito deportivo, como por ejemplo en el ciclismo (Jennings, Reaburn y Rynne, 2013), en el cual no se observaron diferencias entre el uso del VSM y el *feedback*<sup>2</sup> tradicional para mejorar la salida de carrera en ciclismo; y en el aprendizaje del servicio de voleibol (Ram y McCullagh, 2003), donde se observó la necesidad de complementar la autoobservación con un *feedback* verbal con

---

<sup>2</sup> Usamos *feedback* como un término general que describe la información que la persona recibe respecto la ejecución de la habilidad que ha llevado a cabo; esta información la puede recibir durante o después de la ejecución (Magill, 2011, p.334).

instrucciones. No obstante, en las dos últimas décadas, la mayoría de los estudios que han utilizado el VSM son disertaciones y tesis, además, hay pocos estudios publicados (Buggey y Ogle, 2012). Más aún, se debe tener en cuenta que es lógico que el VSM puede no ser adecuado para todos los comportamientos o habilidades (Dowrick, 1999) y es costoso a nivel técnico por la edición de las grabaciones. Sin embargo, la dificultad ha disminuido gracias a los avances tecnológicos (Buggey, 2007).

Respecto a la aplicación del VSM en el ámbito laboral, mediante una revisión de la literatura se ha encontrado un estudio que utiliza el *self-modeling* como componente de una intervención centrada en reducir el riesgo de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de oficina (Taieb-Maimon et al., 2012). El estudio integraba tres grupos: 1) formación ergonómica tradicional, 2) formación con *self-modeling* y 3) grupo control. La formación con *self-modeling* se centró en proporcionar una formación ergonómica y seguidamente durante un período de seis semanas se les mostraba cada veinte minutos dos fotografías en la pantalla del ordenador: una fotografía de cómo estaba sentado en ese preciso momento (tomada con una web-cam) y una imagen de la misma persona con la postura correcta (tomada durante la formación). Taieb-Maimon et al. (2012) observaron que ambas formaciones generaban mejoras en la postura, pero en la formación basada en *self-modeling* los cambios perduraron en el tiempo; por el contrario, las puntuaciones del RULA de los participantes de la formación ergonómica tradicional volvieron a los niveles del inicio de la intervención al finalizar el período de seis semanas de formación. Por otro lado, Linnerooth, Houlihan, Lenz y Buchanan (2014) observaron que la utilización del VSM en el aprendizaje de una tarea en una cadena de montaje no generaba mejoras en el tiempo de ejecución de la tarea ni en los niveles de autoeficacia de los trabajadores. En este caso, Linnerooth et al. (2014) atribuyeron la ineffectividad del VSM a la reacción negativa de los trabajadores al verse en video y escuchar su voz. En este caso, sus conclusiones son contradictorias a las consideraciones de Dowrick (1991), quien considera que el hecho de verse uno mismo mejora la autopercepción, la cual tiene un impacto positivo en la percepción de autoeficacia.

En segundo lugar, se encuentra la autoobservación mediante la grabación en vídeo centrada en observar la propia conducta sin editar el vídeo y sin seleccionar aspectos positivos o negativos de la conducta (en adelante, se denominará autoobservación en vídeo), y se ha denominado con los términos *video feedback*, *video self-observation*, *self-confrontation* (Fuller y Manning, 1973; Griffiths, 1974; Dowrick, 1999) o *video self-analysis* (Tripp y Rich, 2011). Mediante una revisión de la literatura, se han identificado pocos estudios centrados en este tipo de autoobservación, ya que la mayoría de los

estudios utilizan estos términos de denominación, pero en realidad aplican *video self-modeling*. Los estudios que han aplicado la autoobservación en vídeo de la conducta se encontraron en el ámbito de la educación (Fukkink, Trienekens y Karmer, 2011) y el deporte (Dowrick, 1999). En relación al ámbito de la formación de profesores, el uso de la autoobservación en vídeo ha permitido a los profesores poder detectar la necesidad de cambiar la conducta porque se pueden identificar errores o aspectos a cambiar difíciles de identificar sin la observación (Tripp y Rich, 2011).

Respecto al contexto deportivo, la autoobservación es un elemento esencial en el aprendizaje de una habilidad. Garcia y Cesar (2016) observaron que gracias a la autoobservación en vídeo durante el proceso de aprendizaje del estilo de crol en natación, los deportistas mejoraron su habilidad y, al mismo tiempo, su percepción de autoeficacia. Baudry, Leroy y Chollet (2006) también observaron que los gimnastas mejoraron la ejecución del círculo de doble pierna en el potro utilizando la autoobservación en vídeo en combinación con la observación de un experto realizando la ejecución. En este caso, destacaron que es necesario complementar la autoobservación con un *feedback* verbal.

El *feedback* que proporciona la autoobservación en vídeo, en este caso externo, genera mejoras en la ejecución, aumenta la motivación, el esfuerzo y entusiasmo, y permite la detección y corrección de los movimientos erróneos (Romack y Valantine, 2005). Concretamente, Carroll y Bandura (1982) destacaron la importancia de realizar la autoobservación concurrente de la ejecución (en complementación del aprendizaje observacional a través de un modelo) porque permite poder detectar los desajustes entre la ejecución y la representación cognitiva que hace el individuo de su propia ejecución.

La representación cognitiva de cómo lo ha hecho se puede realizar mediante el *feedback* intrínseco, es decir, la información que proporcionan los receptores propioceptivos que son responsables de percibir y detectar las sensaciones de posición, movimiento y tensión de los diferentes segmentos corporales, los cuales se sitúan en las articulaciones, tendones, ligamentos y músculos. Esta información propioceptiva se acompaña de la que proporcionan los receptores vestibulares y visuales (Magill, 2011; Proske y Gandevia, 2012; Han, Waddington, Adams, Anson y Liu, 2016). No obstante, es importante complementar el *feedback* intrínseco con el *feedback* extrínseco durante el proceso de aprendizaje de actividades motoras, principalmente en aquellas actividades más complejas que implican la coordinación entre los diferentes segmentos corporales (Magill, 2011). Concretamente, hay dos

tipos de *feedback* extrínseco: el conocimiento del resultado (*knowledge of results*) y el conocimiento de la ejecución (*knowledge of performance*) (Salmoni, Schmidt y Walter, 1984; Magill, 2011). El conocimiento del resultado se centra en proporcionar información del resultado del movimiento, es decir, cuán bien ha alcanzado el objetivo de ejecución (por ejemplo, en básquet, conocer si se ha hecho canasta). En cambio, el conocimiento de la ejecución se centra en proporcionar información respecto a un movimiento particular, conociendo así la cinemática utilizada durante la ejecución de la habilidad (por ejemplo, conocer si se ha extendido el brazo para realizar el lanzamiento a canasta) (Salmoni et al., 1984; Magill, 2011). Se ha observado que complementar el *feedback* que informa del resultado con un *feedback* de la ejecución permite aprender más que si solo se da información del resultado (Kernodle y Carlton, 1992; Janelle, Barba, Frehlich, Tennant y Cauraugh, 1997).

En este sentido, la autoobservación en vídeo puede generar ambos tipos de *feedback* extrínsecos, aunque suele ser más utilizada para proporcionar el *feedback* que da conocimiento de la ejecución (Magill, 2011). No obstante, uno de los aspectos a tomar en consideración cuando se hace una autoobservación en vídeo centrando la atención en el *feedback* de la ejecución es la cantidad de información que proporciona la grabación. Por ello, se requieren indicaciones para dirigir la atención del individuo hacia aquellos aspectos más importantes con el fin de detectar errores y corregirlos o bien reforzar aspectos positivos (por ejemplo, indicar que se centre en la posición inicial del cuerpo) (Kernodle y Carlton, 1992; Janelle et al., 1997; Ste-Marie, Vertes, Law y Rymal, 2013). No obstante, sólo proporcionar indicaciones para dirigir la atención no es suficiente para poder generar un aprendizaje centrado en aspectos más cualitativos de la ejecución. Por esta razón, se requiere una información transitoria, es decir, proporcionar información sobre qué hay que cambiar y cómo cambiarlo (por ejemplo, separar los pies y alinearlos con los hombros) (Newell, 1991; Kernodle y Carlton, 1992; Janelle et al., 1997; Ste-Marie et al., 2013). En este sentido, la autoobservación en vídeo y el *feedback* verbal permiten la reflexión y autoconsciencia de los movimientos, a la vez que generan una mayor consciencia corporal y autoanálisis (Backåberg, Gummesson, Brunt y Rask, 2015; Backåberg, Rask, Gummesson y Brunt, 2015).

En relación al uso de la autoobservación en vídeo en salud ocupacional, se observa el uso del vídeo para la monitorización de la exposición (*video exposure monitoring*). Su objetivo es incrementar la motivación y consciencia de los trabajadores de los riesgos laborales mediante la observación del trabajo realizada con el acompañamiento del higienista ocupacional, quien a su vez realiza una evaluación del lugar de trabajo. Sin

embargo, esto no siempre implica la autoobservación (Rosén et al., 2005). Se ha observado que este método permite concienciar al trabajador y favorece que participe con el higienista ocupacional en la solución de los problemas que pueden emerger (Rosén et al., 2005).

Por otro lado, en el campo de la enfermería se observa una intervención basada en la autoobservación en vídeo para mejorar los movimientos y posturas adoptadas durante la movilización de pacientes en estudiantes de enfermería para prevenir trastornos musculoesqueléticos (Backåberg, Gummesson et al., 2015; Backåberg, Rask et al., 2015). El objetivo principal era incrementar la consciencia corporal de los estudiantes y se observó que aplicando la autoobservación aumentaba su consciencia corporal. En el estudio cualitativo de Backåberg, Gummesson et al. (2015) se recogieron las perspectivas y valoraciones de los estudiantes de enfermería sobre el uso de la autoobservación. Según sus valoraciones, verse uno mismo es inicialmente desagradable, pero al mismo tiempo es instructivo y útil. También destacaron que poder explicar verbalmente los movimientos realizados al inicio era un soporte para el cambio de comportamiento. Además, consideraron que era más positivo para el aprendizaje verse antes uno mismo que un modelo, así también, destacaron que era importante centrarse en distintos elementos del movimiento. Aun así, los participantes destacaron que se requiere tiempo para poder cambiar la postura y movimientos. En este caso, los estudios de Backåberg, Gummesson et al. (2015) y Backåberg, Rask et al. (2015) no analizaron los cambios producidos a nivel de postura y movimientos.

Cabe destacar que en el modelo de aprendizaje de Backåberg, Gummesson et al. (2015) se incorporaba una autoobservación diaria en vídeo y en un diario escrito. El hecho de observarse y reflexionar respecto a los propios movimientos contribuía a tomar consciencia de los movimientos corporales realizados día a día y facilitar la transferencia. Esto permite identificar otra forma de autoobservación centrada en un autoinforme diario de la conducta objeto de cambio (Johnson y White, 1971; Foster, Laverty-Finch, Gizzo y Osantowski, 1999) denominada evaluación ambulatoria, evaluación ecológica momentánea, o muestreo de experiencias o de eventos (Riediger, 2010; Trull y Ebner-Priemer, 2013; Portell, Anguera, Hernández-Mendo y Jonsson, 2015).

La evaluación ambulatoria (EA) permite recoger información de la conducta de la persona de forma retrospectiva y repetitiva en su contexto natural, ya que se efectúa en momentos estratégicamente seleccionados y puede ser utilizada para evaluar una

intervención<sup>3</sup> o como componente de la intervención (Shiffman, Stone y Hufford, 2008). En la EA, el participante puede verse involucrado activamente o pasivamente. Cuando su participación es activa, la autoobservación de su conducta ocurre en un contexto natural (Portell, Anguera, Hernández-Mendo et al., 2015). Uno de los aspectos beneficiosos de la EA es que preguntar por el propio comportamiento en el contexto natural donde se da lugar fomenta la autoconsciencia y favorece el cambio de comportamiento (Runyan et al., 2013; Backåberg, Gummesson et al., 2015). Así, actúa como componente de la intervención. No obstante, los cambios de comportamiento pueden también ser producidos por la reactividad (Johnson y White, 1971; Shiffman et al., 2008; Shiffman, 2009). La reactividad se define como el efecto que tiene la autoevaluación en el comportamiento objeto de observación. Por tanto, la EA puede ser considerada un componente de una intervención para favorecer el cambio de comportamiento por su reactividad (Shiffman, 2009). En este sentido, la reactividad también puede comportar que los sujetos tiendan a mantenerse alejados de ciertos contextos para evitar ser monitorizados allí. Es por ello que es esencial identificar si se produce este comportamiento en el participante mediante una entrevista posterior al seguimiento (Fahrenberg, 1996).

### **1.3. La prevención de trastornos musculoesqueléticos de origen laboral**

El término de trastornos musculoesqueléticos (TME) comprende los problemas de salud que tienen un efecto en el aparato locomotor (esqueleto óseo, músculos, tendones, cartílagos, ligamentos y nervios) (Bruce y Bernard, 1997). En los últimos años, los TME son las enfermedades profesionales más incidentes que constituyen un área prioritaria en la prevención de riesgos laborales, ya que por ejemplo en el año 2000 Inglaterra estimó que el coste médico de los TME de origen laboral era entre 84 y 254 millones de libras esterlinas (Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, 2000). Los últimos datos presentados por la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo referentes al 2005 indican que los TME son la primera enfermedad profesional entre los trabajadores europeos situándose en el 38,1%, seguidos por las enfermedades neurológicas (20,9%) (Schneider y Irastorza, 2010). En España, la VII Encuesta Nacional de Condiciones del Trabajo (Almodóvar et al., 2012) señala que el 77,5% de los trabajadores presentan molestias musculoesqueléticas y

---

<sup>3</sup> En el apartado 1.4. se presentará la información relativa al uso de la evaluación ambulatoria para evaluar una intervención.

ha aumentado 3,8 puntos respecto a la encuesta del año 2007. Por sectores, en el 2011 la industria presentaba el índice de incidencia más elevado de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, seguido de la construcción y el sector de transporte y almacenamiento (Villar, 2014).

Los TME no traumáticos abarcan distintos tipos de enfermedades inflamatorias y degenerativas del aparato locomotor, las cuales incluyen (Schneider y Irastorza, 2010):

- Inflamación de los tendones (tendinitis y tenosinovitis), concretamente en el antebrazo, muñeca, codo y hombro. Principalmente producida por un trabajo repetitivo y estático durante un período determinado de tiempo.
- Compresión del nervio, generalmente de la muñeca y antebrazo (por ejemplo, el síndrome del túnel carpiano).
- Mialgias (dolor y deterioro funcional de los músculos) producidas generalmente en la zona del hombro y del cuello. Principalmente producidas por un excesivo trabajo estático.
- Trastornos degenerativos de la columna vertebral, generalmente en el cuello o la zona lumbar. Principalmente en personas que realizan tareas manuales o con un elevado esfuerzo físico. También se puede observar que suceden en las articulaciones de la cadera o la rodilla.

Los TME de origen laboral generalmente se localizan en el cuello, hombro, codo, mano, muñeca y espalda, y han sido los más estudiados (Bruce y Bernard, 1997). A nivel europeo, los principales TME de los trabajadores son el dolor de espalda (24,7%) y dolor muscular en los hombros, cuello y/o extremidades superiores e inferiores (22,8%) (Schneider y Irastorza, 2010). En España se observa la misma tendencia, ya que la principal zona del cuerpo que presenta más incidencia de dolor y/o molestias es la columna vertebral: cervical (34,3%), dorsal (27,1%) y lumbar (44,9%). Concretamente, los trabajadores de todos los sectores indican que la zona lumbar es la que presenta mayor dolor y/o molestias, así como la zona más incidente entre los 16 y 64 años (Almodóvar et al., 2012).

Los TME de origen laboral se han relacionado con factores biológicos, psicológicos, sociales y organizativos de la empresa, como la edad (Roquelaure et al., 2009), la inactividad física (Ratzlaff, Gillies y Koehoorn, 2007; Chen, Liu, Cook, Bass y Lo, 2009); enfermedades crónicas degenerativas como la obesidad y la diabetes, las cuales pueden tener un efecto profundo en las estructuras de los tejidos blandos (Roquelaure et al., 2009); el estrés (Pransky, Robertson y Moon, 2002; OMS, 2010b;

Amell y Kumar, 2001); la insatisfacción laboral (Amell y Kumar, 2001); las tareas laborales (postura adoptada, las vibraciones, repeticiones y manipulaciones manuales de cargas) y la organización laboral, es decir, la presión por alcanzar los tiempos establecidos, pocos períodos de descanso, entre otros aspectos (Yassi, 1997).

### **1.3.1. Trastornos musculoesqueléticos de la columna vertebral de origen laboral**

Como se ha indicado anteriormente, entre los TME de la columna vertebral de origen laboral, la zona lumbar es el que mayor incidencia presenta en todos los sectores económicos. El dolor lumbar puede ser producido por tensiones musculares y ligamentosas, artritis de la articulación facetaria, presión del disco sobre el anillo fibroso, raíces nerviosas espinales y vasos sanguíneos (Bruce y Bernard, 1997; Deyo y Weinstein, 2001). En cuanto a lesiones, las más comunes son las lesiones musculoligamentosas (Deyo y Weinstein, 2001). No obstante, el dolor lumbar más común es el no específico, el cual no presenta unos síntomas concretos y no puede ser diagnosticado (Bruce y Bernard, 1997; Koes et al., 2010).

Numerosos estudios se han centrado en analizar los factores de riesgo del dolor lumbar. Se ha observado que hay factores individuales y factores laborales (Garg y Moore, 1992a). Por un lado, se encuentran los factores individuales como la edad (el dolor lumbar empieza a temprana edad, pero es más incidente entre los 35 y 55 años) (Garg y Moore, 1992a), un peso corporal elevado (Heuch, Heuch, Hagen y Zwart, 2015), una baja condición física (del Pozo-Cruz et al., 2013), fumar (Shiri y Falah-Hassani, 2016), anomalías estructurales de la columna vertebral y factores psicosociales (Garg y Moore, 1992a).

Por otro lado, se encuentran los factores laborales. Se observa que hay evidencia consistente de que la baja satisfacción laboral y las demandas físicas del trabajo son factores de riesgo del dolor lumbar (Waddell y Burton, 2001). En este sentido, en la revisión de Garg y Moore (1992a) y la revisión crítica de la evidencia epidemiológica de los TME de origen laboral de Bruce y Bernard (1997) ampliamente conocida, señalan como factores de riesgo el trabajo físico pesado, el levantamiento de cargas, movimientos forzados, doblar y rotar la espalda, vibraciones y posturas de trabajo estáticas. Concretamente, Griffith et al. (2012) llevaron a cabo un meta-análisis centrado en analizar la asociación entre las posturas y fuerzas que se realizan en el lugar de trabajo y el dolor lumbar. Observaron que el dolor lumbar que perdura entre 6

y 24 meses se asocia con adoptar posturas no neutrales de la espalda (OR=1,68; IC95%: 1,39-2,04) y al levantamiento de cargas en el trabajo (OR=1,40; IC95%: 1,20-1,62). En este caso, la manipulación manual de cargas es una de las tareas laborales que puede ser realizada adoptando posturas forzadas (una técnica inadecuada) y además implica levantar un peso externo (Hsiang, Brogmus y Courtney, 1997). Así mismo, la manipulación manual de cargas también se produce en la vida cotidiana, por ejemplo, Mundt et al. (1993) analizaron los levantamientos que se realizaban en la vida cotidiana y observaron que la frecuencia de levantamientos de objetos o de niños pequeños con un peso superior a 11 quilogramos sin flexionar las rodillas y flexionando la espalda se asociaba a un incremento del riesgo de presentar una hernia discal en la zona lumbar (RR=3,95; IC95%: 1,56-9,97). Por ende, las malas posturas que se realicen en el lugar de trabajo dependen de factores laborales, pero también hay una parte que depende del comportamiento que adopte el trabajador. Este comportamiento puede también ser modificado y aplicado en su entorno cotidiano, aunque hay poca evidencia al respecto (Demoulin et al., 2012).

Como se ha mostrado anteriormente, la mayoría de los estudios han analizado la relación causal de los factores de riesgo del dolor lumbar aisladamente desde una disciplina, ya sea la biomecánica, la psicología, fisiología, genética, entre otras. No obstante, se señala la importancia de adoptar una visión holística, es decir, desarrollar estudios que evalúen los factores de riesgo considerando todas las disciplinas, ya que se encuentran interrelacionadas (National Research Council, 2001; Marras, 2005). Esta visión holística no solo debe centrarse en los factores de riesgo, sino también en identificar elementos intermedios como el conocimiento y el comportamiento del trabajador (Hogan et al., 2014); asimismo, en el diseño de las intervenciones para la prevención o tratamiento del dolor lumbar no solo se debe tomar en consideración los factores fisiológicos, sino también los psicológicos (Moix et al., 2004).

### **1.3.2. Intervenciones desarrolladas para la prevención de TME de la espalda de origen laboral**

La efectividad de las intervenciones en el ámbito de la salud y la seguridad ocupacional se ha evaluado a lo largo de los años tomando en consideración la diversidad de métodos implementados para generar los efectos deseados.

En general, los métodos para la formación más comúnmente utilizados en el ámbito de la salud y la seguridad ocupacional son las clases teóricas, folletos, aprendizaje

electrónico (*e-learning*), formación ergonómica y sesiones prácticas, aunque también se han incorporado los métodos basados en el *biofeedback* y el ejercicio físico (Ricci, Chiesi, Bisio, Panari y Pelosi, 2016). Las intervenciones basadas en cualquiera de estos métodos tienen por objetivo evaluar su efecto en uno o más de los siguientes aspectos: las actitudes y creencias del trabajador, el conocimiento adquirido, el comportamiento y la salud (por ejemplo, el nivel de dolor lumbar) (Ricci, Chiesi, Bisio, Panari y Pelosi, 2016; Burke et al., 2006).

Uno de los retos es involucrar al trabajador en la formación. Cuanto más involucrado esté en la formación, más efectiva será en promover la adquisición de conocimiento y habilidades. Esto depende de que los métodos utilizados sean atractivos e impliquen al trabajador (Burke et al., 2006). De hecho, el meta-análisis de Burke et al. (2006) indica que cuanto más atractivas, motivadoras y activas sean las formaciones, como las sesiones prácticas, la media del tamaño del efecto en la adquisición de los conocimientos es significativamente superior a métodos menos activos (poco activos= 0,55; moderadamente= 0,74; muy activos= 1,46). No obstante, no observaron diferencias estadísticamente significativas en el tamaño del efecto en la mejora del comportamiento.

En la misma línea, el meta-análisis de Ricci et al. (2016) también señala que los métodos como las clases teóricas son las más utilizadas pero no las más efectivas y señalan que las formaciones ergonómicas y las sesiones prácticas complementadas con ejercicio físico son las más efectivas para mejorar el comportamiento y la salud. Por otro lado, observaron que, entre los diversos sectores, el industrial era el que presentaba menos estudios que evaluaran el efecto de una intervención con un diseño con grupo control entre el período 2007-2014.

Focalizando la atención en los estudios centrados en la prevención de TME de la espalda de origen laboral, se han observado diversos tipos de intervenciones centradas en la prevención primaria o secundaria (Linton y van Tulder, 2001; Demoulin et al., 2012). Para la prevención del dolor de espalda, la revisión sistemática de Linton y van Tulder (2001) identificó cuatro tipos de intervenciones: a) la implementación de soportes lumbares como una faja o cinturón lumbar; b) escuelas de espalda y educación, centradas en sesiones en grupo en las cuales proporcionan información en relación a la anatomía y biomecánica de la espalda, posturas óptimas, ergonomía y ejercicios para la espalda; c) programa de ejercicios físicos, centrados en reforzar y mejorar la flexibilidad de la musculatura de la espalda, y a su vez mejorar el estado de ánimo; y d) ergonómicas, centradas directamente en los factores de riesgo

ocupacionales, como la manipulación de cargas, posturas estáticas, trabajo repetitivo, entre otros riesgos, y generalmente pueden incluir en ellas los soportes lumbares, enseñanza de técnicas y ejercicio físico. Linton y van Tulder (2001) identificaron que había evidencia consistente que indicaba que los soportes lumbares y las escuelas de espalda no son intervenciones efectivas para la prevención del dolor de espalda. Tampoco encontraron evidencia procedente de estudios experimentales o cuasi experimentales con grupo control que evaluaran la efectividad de la intervención ergonómica. Por otro lado, en los estudios experimentales con grupo control sí identificaron evidencia consistente con que el ejercicio físico es efectivo para la prevención del dolor de espalda.

Generalmente, las formaciones centradas en la prevención del dolor de espalda se centran en la mejora de la postura y en la adopción de una técnica adecuada de manipulación manual de cargas. Por ejemplo, Schenk, Doran y Stachura (1996) evaluaron un programa de educación de la espalda (escuela de espalda) centrado en la modificación de la postura de la espalda durante el levantamiento de cargas en trabajadores industriales e incrementar su conocimiento en relación a la manipulación de cargas. Compararon tres grupos: el primer grupo recibía la formación de escuela de espalda presencialmente con la práctica de la correcta MMCC y un *feedback* del formador; el segundo grupo recibía la misma formación pero en vídeo; y el grupo control no recibía ninguna formación. Los resultados que obtuvieron indicaron que el primer grupo que recibió la formación presencialmente difería significativamente y en el sentido esperado en las puntuaciones del grado de conocimiento de la correcta técnica de levantamiento y en los grados de flexión lumbar con el grupo que lo recibió en vídeo y el grupo control.

No obstante, se señala que los estudios realizados se centran principalmente en muestras que presentan dolor lumbar y por ello son necesarios estudios que tengan por objetivo la prevención primaria, debido a que las necesidades de los individuos con o sin dolor pueden diferir y condicionar el enfoque y métodos de las intervenciones (Demoulin et al., 2012).

Adicionalmente, Tuncel et al. (2008) señalan que la efectividad de una intervención depende del lugar de trabajo, ya que tienen requerimientos particulares y por esta razón la combinación de intervenciones implementadas en distintos lugares de trabajo puede derivar en resultados inconcluyentes. Desde esta perspectiva, la revisión de la evidencia que se presenta a continuación se centra en la prevención de TME de

espalda en el sector industrial, concretamente en tareas de manipulación manual de cargas, pues es una de las tareas más presentes en el ámbito laboral y cotidiano.

### **1.3.2.1. Intervenciones centradas en la formación de la MMCC**

La legislación europea (90/269/CEE) y española (Real Decreto 487/1997) hace obligatoria la implementación de formaciones centradas en la MMCC con el fin de reducir los riesgos que conlleva para la espalda. En este sentido, se han realizado numerosos estudios centrados en evaluar la efectividad de las formaciones centradas en la MMCC en diversos sectores laborales. Con el fin de revisar la evidencia que hay hasta la actualidad en relación a las formaciones en MMCC, se han identificado las últimas revisiones sistemáticas centradas en la efectividad de la formación en MMCC desarrolladas por Clemen et al. (2010), Verbeeck et al. (2011) y Hogan et al. (2014).

La revisión sistemática de Clemen et al. (2010) incluyó 41 estudios, de los cuales 36 presentaban un diseño cuasi experimental (de ellos 25 eran sin grupo control) y 5 tenían un diseño experimental. Clasificaron los estudios en función de la muestra de estudio: 15 estudios centrados en la movilización de pacientes con personal sanitario y 26 estudios realizados en otros sectores laborales que manipulaban manualmente cargas (personal de correos, venta de alimentos e industria del metal) y con estudiantes, de los cuales 15 fueron desarrollados en un laboratorio. Por otro lado, la revisión sistemática de Verbeeck et al. (2011) incluyó 18 estudios que cumplían el criterio de inclusión de presentar un diseño experimental (n=9) y/o ser un estudio de cohortes (n=9). Doce de los estudios se centraron en personal sanitario que movilizara pacientes, 2 estudios trataban con personal que trabajaba manipulando equipajes y un estudio, con personal de correos. Finalmente, la revisión sistemática de Hogan et al. (2014) incluyó 13 estudios, de los cuales 9 presentaban un diseño experimental y 4, un diseño cuasi experimental con grupo control. Nueve de los estudios se centraron en personal sanitario; dos, en personal de aeropuertos; y dos, en personal de correos. Cabe destacar que las tres revisiones incluyen mayoritariamente los mismos estudios a diferencia de Clemen et al. (2010) que incluyó más estudios debido a que los criterios de inclusión fueron menos exigentes en relación a la calidad del diseño de los estudios. Además, se identifica poca evidencia de estudios centrados en otros sectores que no sean el sanitario.

Los estudios incluidos en las tres revisiones sistemáticas se centraron en evaluar uno de los siguientes tipos de formación (según contenido y componentes que incluyen):

- Formación de la técnica
- Formación de la técnica combinada con:
  - el uso de aparatos de soporte para la MMCC
  - soporte lumbar (faja)
  - *feedback* verbal (concurrente durante la formación o en el lugar de trabajo)
  - *video feedback* del propio trabajador
  - escuela de espalda
  - una intervención ergonómica
  - ejercicio físico
  - ejercicio físico y un diseño ergonómico.
- Sólo ejercicio físico
- Ejercicio físico combinado con la escuela de espalda.

La mayoría de los estudios incluidos en las tres revisiones sistemáticas se centraron en evaluar el efecto de la formación en la reducción del dolor o lesión lumbar (nivel y duración del dolor, bajas laborales derivadas del dolor o lesión) y en algunos estudios se centraron en evaluar el efecto de la formación en el grado de conocimiento y en las posturas adoptadas durante la MMCC.

Clemes et al. (2010), Verbeeck et al. (2011) y Hogan et al. (2014) coinciden en que las formaciones en MMCC desarrolladas no son efectivas para la prevención o reducción del dolor o lesiones de espalda. Concretamente, en la revisión de Verbeeck et al. (2011) concluyeron que había evidencia de calidad moderada que la incidencia o intensidad del dolor de espalda a medio y largo plazo es similar entre los trabajadores que reciben formación comparado con los que no la reciben o reciben una formación más corta. Verbeeck et al. (2011) también concluyeron que había evidencia de baja calidad de que la incidencia de dolor de espalda es similar entre los que reciben formación combinada con el uso de aparatos de soporte para la MMCC y los que sólo reciben formación o ninguna formación, así como los que reciben formación en comparación con los que utilizan un soporte lumbar (faja). También destacaron que no habían estudios experimentales que comparasen la formación en MMCC con sólo ejercicio físico.

La ineficacia de las formaciones en MMCC para la prevención o reducción de dolor o lesiones de espalda se debe principalmente a que los estudios deben presentar mayor calidad, las intervenciones deben ser multidimensionales y se han de permitir que los aprendizajes adquiridos en la formación sean aplicados en el lugar de trabajo (Clemes

et al., 2010). Además, se señala la necesidad de que los estudios fundamenten su intervención en las teorías del cambio de conducta para que sean más congruentes con las creencias, actitudes y conocimientos de los trabajadores objeto de estudio (Verbeeck et al., 2011; Hogan et al., 2014).

Otro aspecto a considerar es que los estudios se centran en evaluar directamente el efecto de la intervención en la reducción de TME y se omite la evaluación del efecto de la intervención en variables intermedias como los conocimientos adquiridos, las actitudes, las habilidades y el comportamiento del trabajador, ya que estas variables pueden tener una relación causal entre la formación y la reducción de TME (Hogan et al., 2014). En este sentido, según Kroemer (1992), uno de los posibles motivos que puede conllevar que las formaciones en MMCC no sean efectivas es que las personas tienden a adoptar de nuevo anteriores hábitos y costumbres cuando las nuevas conductas aprendidas no se refuerzan y recuerdan. Para ello, es importante garantizar que la formación genere un cambio en el comportamiento que sea mantenido en el tiempo y transferido en el contexto. Desde el marco de la transferencia de la formación de Baldwin y Ford (1988), las características del trabajador (habilidades, personalidad y motivación), el diseño de la formación (los principios de aprendizaje, la secuencia y el contenido) y el entorno laboral (apoyo y oportunidades de aplicar los aprendizajes) son los elementos esenciales para garantizar el aprendizaje, el cambio de comportamiento, la retención y la transferibilidad. Un ejemplo es el estudio de Lavender, Lorenz y Andersson (2007) que señalaron como limitaciones de su estudio la falta de un seguimiento entre las sesiones que permitiese recoger datos del uso de las técnicas aprendidas, así como un refuerzo en las actividades laborales, ya que los resultados no indicaron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de trabajadores que presentaban lesiones de espalda entre ambos grupos.

Desde este enfoque, la revisión sistemática de Hogan et al. (2014) tuvo por objetivo investigar si las formaciones en MMCC eran efectivas para cambiar el comportamiento del trabajador y ser transferibles. Concluyeron que hay poca evidencia de estudios que evalúen el cambio de comportamiento del trabajador y la transferencia y, por tanto, no se puede demostrar que la transferencia de la formación conlleve a la reducción de TME.

Entre los estudios que evaluaron variables intermedias se encuentran los trabajos de Daltroy et al. (1993); Best (1997); Nygård, Merisalo, Arola, Manka y Huhtala (1998); Holmes, Lam, Elkind y Pitts (2008); Warming et al. (2008); Cheng y Chan (2009); y Carta et al. (2010), los cuales se detallan a continuación.

El estudio de Daltroy et al. (1993) se centró en personal de correos (n=209). Con un diseño experimental se evaluó el efecto de una formación basada en las escuelas de espalda, en el conocimiento de la técnica de levantamiento y posturas del trabajo; los refuerzos recibidos por parte de los compañeros y supervisores; la conducta en el levantamiento y otras tareas; así como comportamientos saludables fuera del trabajo y fatiga de la espalda. La formación consistió en dos sesiones de 90 minutos grupales con una semana entre ambas sesiones. Centrando la atención en el conocimiento y la conducta, se utilizó un cuestionario multirrespuesta para evaluar el conocimiento y un *checklist* que identificaba la frecuencia de posturas y levantamientos correctos generando una puntuación (alta puntuación equivalente a comportamientos saludables de la espalda). Los resultados indicaron que el grupo experimental presentaba mayor conocimiento de la técnica correcta de levantamiento que el grupo control (M=4,2 y M=2,8, respectivamente;  $p<0,001$ ), pero no observaron diferencias en el comportamiento.

Best (1997) implementó y evaluó una formación centrada en la movilización de pacientes entre enfermeras (n=55). La evaluación se centró en evaluar la incidencia de dolor de espalda mediante un autorregistro en un período de doce meses, la transferibilidad de la formación a través de un cuestionario, el tipo de levantamiento realizado con la escala de Dehlin y Jaderberg y el método OWAS, y la percepción de esfuerzo al realizar las movilizaciones con la escala de Borg. Los resultados indicaron una reducción de la incidencia del dolor de la espalda en el grupo experimental y un aumento en el grupo control. El 94% de los participantes del grupo experimental indicaron que la formación era transferible y no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la postura.

El estudio de Nygård et al. (1998) se centró en 21 mujeres que trabajaban como dependientes en tiendas. El diseño del estudio fue cuasi experimental sin grupo control y evaluó el efecto de una formación en la técnica de MMCC utilizando el método *Critical Mental System* (CSM-method) para incidir en las posturas y evaluar la percepción de esfuerzo. Mediante el método OWAS se observó que después de la formación las participantes flexionaban significativamente más las rodillas durante un levantamiento, aunque no se observaron cambios estadísticamente significativos en la postura de la espalda. Tampoco varió la percepción de esfuerzo medido con la escala de Borg.

Holmes et al. (2008) evaluaron una formación centrada en el movimiento corporal en la realización de las tareas laborales en trabajadores de almacenes de frutas. La

evaluación se centró en el efecto de la intervención en el conocimiento y la conducta a partir de la movilización de un peso de 2 kilogramos. Se implementó una formación de 90 minutos basada en la visualización de un vídeo que mostraba y explicaba la correcta técnica de MMCC y posteriormente se realizó una parte práctica en la que se demostró y práctico la MMCC. Paralelamente, con un diseño experimental, evaluaron la intervención aplicada en estudiantes con características similares a los trabajadores de almacén. El grupo experimental de estudiantes recibió la misma intervención que los trabajadores, pero acompañaron la práctica con un *feedback* verbal y el grupo control de estudiantes visualizó el vídeo y recibió una demostración por parte del formador, pero sin realizar una práctica. Se observó que el conocimiento y la conducta de los trabajadores de almacén aumentó significativamente *pre-post* a la intervención. En el caso de los estudiantes, se observó que hubo un aumento significativo en la conducta del grupo experimental y control, pero la media de la mejora fue superior en el grupo experimental. No obstante, se ha cuestionado la calidad de la inferencia causal del estudio debido a que el diseño del estudio con los trabajadores de almacén es cuasi experimental sin grupo control y se compara con un diseño experimental con grupo control con una muestra de estudiantes que no mantienen las características homogéneas de la muestra de trabajadores.

Warming et al. (2008) implementó y evaluó una formación centrada en la movilización de pacientes entre enfermeras (n=337) a partir de un diseño experimental. El grupo experimental recibió formación de la técnica y una parte recibió la formación en combinación con ejercicio físico. El estudio se centró en evaluar la percepción del dolor lumbar, las bajas laborales derivadas del dolor lumbar y el nivel de conocimiento de la técnica. Se recolectó la información referente al dolor lumbar mediante un autorregistro y se evaluó el conocimiento de la técnica con un cuestionario. Los resultados indicaron que el grupo experimental (tanto los que solo recibieron la formación de la técnica como los que la recibieron en combinación con el ejercicio físico) no mostraban diferencias estadísticamente significativas con el grupo control en el nivel de dolor lumbar percibido, conocimiento y las bajas laborales en el período de seguimiento de doce meses.

El estudio experimental de Cheng y Chan (2009) evaluó una formación específica a las tareas laborales realizadas por los trabajadores objetos de estudio (205 trabajadores del sector de la construcción) en comparación con el grupo control que recibió una formación estándar. En este caso, la formación específica se basó en la teoría de la motivación hacia la protección. La evaluación se centró en el nivel de conocimiento hacia la manipulación manual de cargas mediante un cuestionario respondido en tres

momentos (pre, post y post seis meses) y la habilidad en la manipulación manual de los trabajadores mediante un *checklist* con respuesta dicotómicas, el cual fue desarrollado para el estudio. Los resultados indicaron que había diferencias estadísticamente significativas en el nivel de conocimiento y habilidades en la manipulación manual entre ambos grupos al finalizar la formación y posterior a los seis meses, en el sentido esperado.

Finalmente, Carta et al. (2010) evaluaron una intervención centrada en la movilización de pacientes dirigida a trabajadores sanitarios, mediante un diseño cuasi experimental sin grupo control y con seguimiento. La intervención se centró en una sesión teórica (enseñar la anatomía y biomecánica de la espalda, legislación, epidemiología del dolor lumbar, cuidado y rehabilitación) y una práctica centrada en enseñar cómo movilizar los pacientes en diferentes situaciones. La evaluación se centró en el conocimiento y la conducta mediante un test multirrespuesta y observación directa de la realización de la movilización. Se observó que había mejoras en el conocimiento y en la realización de la técnica *post* a la intervención y al cabo de 6 meses. Así mismo, se evaluó el efecto de formar a un conjunto de trabajadores que actuarían como formadores. Se observó que esto también generó una mejora significativa del conocimiento y de la realización de la movilización.

Una de las características que comparten la mayoría de estos estudios es la ausencia de medidas que evalúen la transferencia en el día a día del trabajador y que fundamenten la intervención en una teoría del cambio de comportamiento (a excepción del de Cheng y Chan, 2009).

En relación a la transferencia, cabe señalar que Verbeeck et al. (2011) identificó que, aunque las formaciones fuesen teóricamente correctas, los trabajadores no seguían las instrucciones. En este sentido, es importante asegurar el refuerzo hacia la transferibilidad (Kroemer, 1992) y por ello se requiere identificar cuáles son los factores que interfieren en la transferibilidad (McDermott, Haslam, Clemes, Williams y Haslam, 2012).

Uno de los retos actuales es medir el cambio de comportamiento en la MMCC e identificar cuáles son los aspectos que facilitan que no se produzca (Hogan et al., 2014). Por ello, Hogan et al. (2014) señala que se requieren métodos observacionales que evalúen la práctica de la MMCC durante el trabajo y estudios que evalúen por qué incrementa el conocimiento y la consciencia del trabajador al finalizar la intervención, pero a su vez no se produzca un cambio en el comportamiento.

### **1.3.3. Ejercicio físico en la prevención de TME de la espalda de origen laboral**

En primer lugar, es importante diferenciar entre el concepto de actividad física y el de ejercicio físico que se utilizan como sinónimos en general (American College of Sports Medicine, 2014). La actividad física se define como cualquier movimiento producido por la musculatura esquelética que implica un gasto energético (kilocalorías) superior al basal. La actividad física presenta tres categorías: laboral, doméstica y en el tiempo libre (Caspersen, Powell y Christenson, 1985). El ejercicio físico es una subcategoría de la actividad física y, por tanto, presenta la misma definición, pero con la característica de que debe ser previamente planificado y estructurado, y debe tener un objetivo concreto centrado en la mejora o el mantenimiento de la condición física. Por ende, se introduce el concepto de condición física, el cual se define como la capacidad de realizar tareas diarias con vigor y vivacidad sin sentir fatiga indebida. La condición física presenta un conjunto de componentes: resistencia cardiorespiratoria, fuerza muscular, resistencia muscular, composición corporal y flexibilidad (Caspersen et al., 1985). En términos generales, la OMS (2010c) recomienda que la población adulta realice entre unos 30 a 60 minutos diarios de actividad física moderada o vigorosa para promover la salud. La práctica de actividad física se asocia con la reducción del riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, osteoporosis, diabetes de tipos II, síndrome metabólico, obesidad, cáncer de colon y de pecho, depresión y disfunción cognitiva (American College of Sports Medicine, 2014).

Tomando en consideración los conceptos definidos y centrando la atención en el sector industrial, que implica una elevada actividad física ocupacional, se ha observado una relación entre el gasto energético de las tareas laborales y la práctica de actividad física en el tiempo libre. Concretamente, los hombres que realizan tareas laborales que implican un gasto energético superior a las 4000 kilocalorías por semana, tienen 1,33 veces más riesgo de no realizar actividad física en el tiempo libre (OR ajustado= 1,33; IC95%: 1,06-2,34) y las mujeres que realizan tareas laborales que conllevan un gasto energético superior a las 3500 kilocalorías por semana, tienen 1,41 veces más riesgo de no realizar actividad física en el tiempo libre (OR ajustado= 1,41; IC95%:1,09-3,40) (Kaleta y Jegier, 2005). De hecho, la población trabajadora en general ha considerado que la realización de tareas laborales físicamente activas conlleva satisfacer las recomendaciones mínimas de actividad física diaria y, por tanto, considera innecesaria la realización de actividad física o ejercicio físico durante el tiempo libre, ya que al finalizar la jornada laboral se encuentran cansados. Se ha demostrado que esta equivalencia es errónea, es decir, la actividad física realizada

durante la jornada laboral no implica mejoras en la condición física del trabajador debido a que estas tareas no han estado diseñadas con este objetivo (Ruzic, Heimer, Misigoj-Durakovic y Matkovic, 2003), sino todo lo contrario. En la mayoría de los casos estas tareas son repetitivas, se ejecutan incorrectamente y se asocian a la aparición de TME (Garg y Moore, 1992a; Bruce y Bernard, 1997). Es más, se ha observado que la actividad física ocupacional se encuentra fuertemente relacionada con el dolor lumbar (Heneweer, Staes, Aufdemkampe, van Rijn y Vanhees, 2011).

Para la prevención del dolor lumbar, la evidencia destaca la importancia y necesidad de acciones formativas efectivas (Clemes et al., 2010; Hogan et al., 2014) y de modificaciones ergonómicas en los lugares de trabajo (Schaafsma, Anema y van der Beek, 2015). También es necesaria la práctica de ejercicio físico, el cual se ha incluido en las guías de prevención de dolor lumbar (Burton et al., 2006). Aun así, la revisión sistemática y meta-análisis de Steffents et al. (2016) indica que hay evidencia de baja calidad de que el ejercicio pueda reducir el riesgo de padecer dolor lumbar (RR=0,65; IC95%:0,50-0,86). No obstante, hay evidencia de calidad moderada de que el ejercicio combinado con educación reduce el riesgo de padecer dolor lumbar (RR=0,55; IC95%:0,41-0,74). Estos resultados destacan la importancia de intervenciones multidimensionales.

Por otro lado, para reducir el riesgo de padecer TME, se ha considerado necesario el acondicionamiento del cuerpo para poder realizar las tareas laborales (Garg y Moore, 1992b; Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 2000). Centrando la atención en la MMCC, la revisión sistemática de Clemes et al. (2010) identificó estudios centrados en la evaluación de una intervención basada en ejercicio físico para mejorar las capacidades físicas para la MMCC. En general, la revisión destaca que hay evidencia que el ejercicio físico mejora las capacidades físicas para la MMCC en un período corto de tiempo ( $\leq 6$  semanas), pero se requiere de estudios que evalúen si la mejora de las capacidades físicas se mantiene a largo plazo. Además, se señala que se necesitan estudios con población trabajadora, ya que la mayoría se desarrollaron con estudiantes.

De todas formas, la mejora de la condición física no debería ser el único objetivo de la práctica de ejercicio físico para la prevención de TME, sino se debería centrarse en la calidad de los movimientos, identificando patrones de movimiento erróneos y enseñar el movimiento correcto para realizar tareas laborales (Frost et al., 2013). De hecho, McGill (2007) destaca que para la prevención y rehabilitación del dolor lumbar es necesaria la detección y corrección de patrones de movimiento. Como se ha

mencionado anteriormente, una de las principales causas del dolor lumbar en trabajadores es la realización de tareas con posturas forzadas, como por ejemplo una flexión máxima de la espalda mientras se realiza esfuerzo físico como el levantamiento de una carga. La flexión máxima de espalda debe evitarse y se debe mantener una espalda neutral en cualquier situación (McGill, Hughson y Parks, 2000). Para ello, se requiere educación para adoptar una espalda neutral. McGill (2007) señala que para educar hacia una posición neutra de la espalda se requiere de ejercicios correctivos centrados principalmente en diferenciar la flexión lumbar de la flexión de cadera, activación de la musculatura oblicua y transversal, y activación del glúteo mediante la adopción de un adecuado patrón de la sentadilla. Además, se debe tener en cuenta las actividades que se realizan (ocupacionales o no laborales) y para las que se debe estar preparado.

#### **1.4. La evaluación de las formaciones en prevención y en educación para la salud en el ámbito laboral**

La evaluación de las intervenciones formativas se ha definido como un proceso sistemático en el que se recoge información para determinar su efectividad (Brown y Gerhardt, 2002). En la mayoría de los casos, la evaluación de las formaciones en el contexto laboral suele ser sumativas (evaluación del resultado) y suele centrarse en el conocimiento que el trabajador ha adquirido y/o en la satisfacción del trabajador con la formación (Griffin, 2014; Passmore y Velez, 2015). Por otro lado, un numeroso conjunto de intervenciones formativas en el contexto laboral se ha centrado en el impacto sobre la salud, como la disminución del riesgo o, más a largo plazo, de las lesiones (Clemes et al., 2010). No obstante, se ha señalado que la evaluación de la formación debería realizarse durante todo el proceso y debería involucrar a todos los agentes de forma activa (Griffin, 2014). Es decir, una evaluación formativa que permita identificar cuáles pueden ser los factores que no permiten que el trabajador avance en los aprendizajes y su transferibilidad en el lugar de trabajo (Brown y Gerhardt, 2002). En este sentido, no debe considerarse el uso de un solo tipo de evaluación, sino una combinación de la evaluación sumativa y formativa se considera más efectiva para evaluar una formación (Brown y Gerhardt, 2002).

De hecho, una de las preguntas que se han planteado con mayor frecuencia es por qué no se evalúan las formaciones en las empresas. Griffin (2010) señala que evaluar una formación es difícil debido a la complejidad en evaluar el aprendizaje por ser un

fenómeno multidimensional, y a la dificultad de poder establecer una relación causal entre la formación y el aprendizaje, ya que hay numerosos factores que no se pueden aislar. Griffin también destaca que los métodos de evaluación no son los más adecuados y mayoritariamente no permiten aportar indicadores para establecer la eficacia del aprendizaje. Finalmente, las barreras organizacionales que hay en las empresas dificultan la tarea de evaluación de los técnicos. En la misma línea, Berge (2008) señala que las razones que dificultan la evaluación de las formaciones son los métodos utilizados para medir y evaluar la formación, considerándolos anticuados, y añade que otro motivo es el hecho de que los aprendizajes no son aplicables al trabajo y por tanto no se pueden evaluar.

En este contexto, uno de los referentes en evaluación de las acciones formativas en el entorno laboral es Kirkpatrick, quien desarrolló el modelo de los cuatro niveles de evaluación (Kirkpatrick, 1959). Este modelo es ampliamente utilizado por técnicos e investigadores por su simplicidad y por establecer unos criterios de formación fácilmente comprensibles (Morgan y Casper, 2000; Tamkin, Yarnall y Kerrin, 2002; Ford y Sinha, 2008; Passmore y Velez, 2015). El modelo de los cuatro niveles considera que la evaluación de las acciones formativas en el contexto laboral debe realizarse para valorar si la formación debe seguir, puede mejorar y permite justificar por qué se implementa (Kirkpatrick y Kirkpatrick, 2006).

El modelo presenta cuatro niveles de evaluación (Kirkpatrick y Kirkpatrick, 2006): Reacción (Nivel 1), Aprendizaje (Nivel 2), Conducta (Nivel 3) y Resultados (Nivel 4).

El primer nivel, Reacción, tiene por objetivo evaluar la reacción de los trabajadores en relación a la formación, por ejemplo, evaluando su satisfacción. Este nivel es importante porque permite evaluar la acción formativa, recoger comentarios y sugerencias para mejorarla, y transmitir a los trabajadores que sus valoraciones son importantes y necesarias. Este primer nivel es el que la mayor parte de las formaciones evalúa (Morgan y Casper, 2000; Passmore y Velez, 2015) y es importante identificar la satisfacción del trabajador, ya que se ha observado que su satisfacción con la formación tiene una relación positiva y estadísticamente significativa en el compromiso del trabajador, lo que se conoce como *engagement* (Memon, Salleh y Baharom, 2016). Además, la satisfacción con la formación puede influir en la participación en futuras formaciones (Bell, Tannenbaum, Ford, Noe y Kraiger, 2017).

Respecto a las dimensiones de este nivel, Alliger, Tannenbaum, Bennett, Traver y Shotland (1997) diferenciaron entre reacciones afectivas relacionadas con el nivel de satisfacción con la formación y reacciones de percepción de utilidad centradas en

indicar el grado de utilidad de la formación en el trabajo que desarrolla. Por otro lado, en el metanálisis de Morgan y Casper (2000) se identificó que el criterio reacción es multidimensional y adopta un papel importante en la evaluación de las formaciones, en que muchas veces ha sido cuestionado (Holton, 1996). Morgan y Casper (2000) identificaron seis factores que definen la reacción: satisfacción con el formador, satisfacción general con la formación, satisfacción con la evaluación, utilidad de la formación, satisfacción con el material y satisfacción con la estructura de la formación. Generalmente, la evaluación de este nivel suele realizarse utilizando cuestionarios (Morgan y Casper, 2000; Kirkpatrick y Kirkpatrick, 2006), y en este caso es interesante que estos instrumentos no solo recojan información cuantitativa (generalmente con una escala de valoración), sino estén abiertos a un *feedback* más cualitativo, intentando que estas valoraciones sean recogidas de forma inmediata para obtener su reacción (Kirkpatrick y Kirkpatrick, 2006).

El segundo nivel, Aprendizaje, tiene como fin evaluar el aprendizaje, el cual se define como los cambios evidentes en los conocimientos, habilidades y actitudes de la persona (Kraiger, Ford y Salas, 1993). Este nivel presenta mayor dificultad que el anterior por la complejidad de evaluar los aprendizajes, pero es un nivel fundamental, ya que sin aprendizaje no se produce el cambio de conducta (Kirkpatrick y Kirkpatrick, 2006). Retomando el estudio de Alliger et al. (1997) diferenciaron tres dimensiones en el criterio aprendizaje: aprendizaje inmediato, medido posterior a la formación; conocimientos retenidos durante un período de tiempo más tarde de la finalización de la formación; y demostración del comportamiento y habilidades adquiridas en el contexto de la formación, permitiendo la distinción con el tercer nivel. En este caso, la evaluación del conocimiento y actitudes puede realizarse mediante pruebas escritas centradas en la identificación (por ejemplo, escoger entre dos opciones y una de ellas es la correcta y/o adecuada). Para la evaluación de las habilidades, se requiere de pruebas de desempeño que permitan observar las habilidades adquiridas (Kirkpatrick y Kirkpatrick, 2006). Kraiger et al. (1993) clasificaron el conocimiento en conocimiento declarativo, centrado en la parte conceptual y que suele ser evaluado en las fases iniciales de la formación; y en conocimiento procedimental, en el que se produce el paso de la conceptualización a la realización de la habilidad, el cual presentaría tres fases: la adquisición inicial, la optimización (realizar la habilidad más rápido y con menos errores) y automatización (realización de la habilidad sin necesidad de prestar atención y sin verse afectada por otras demandas del entorno que deben ser a su vez atendidas). Además, enfatizaron la importancia de obtener resultados referentes a la actitud y la motivación (como la autoeficacia). De hecho, la motivación hacia la

formación es importante porque puede influir en la participación en futuras formaciones (Bell et al., 2017). La clasificación de Kraiger et al. (1993) ha sido y es utilizada por numerosos investigadores para guiar la conceptualización y medidas del aprendizaje (Kraiger y Canvanagh, 2015; Bell et al., 2017).

El tercer nivel, Conducta, tiene por objetivo evaluar en qué grado los trabajadores aplican lo que han aprendido durante la formación en el lugar de trabajo. La evaluación de este nivel es más compleja porque implica evaluar la transferibilidad de los aprendizajes en el entorno laboral, lo cual requiere de situaciones donde el trabajador pueda aplicar los conocimientos, habilidades y/o actitudes aprendidos (Kirkpatrick y Kirkpatrick, 2006). Se observa que la transferibilidad de los aprendizajes en el contexto laboral puede ser condicionada por factores individuales de los trabajadores, factores procedentes del diseño y realización de la formación, y factores organizacionales del entorno laboral (Tamkin et al., 2002; Burke y Hutchins, 2007; Velada, Caetano, Michel, Lyons y Kavanagh, 2007). Entre los factores individuales con mayor evidencia sobre su relación con el incremento de la transferibilidad de los aprendizajes se encuentran las habilidades cognitivas del trabajador, la motivación hacia la formación (antes, durante y después), la personalidad (una alta afectividad positiva o estar abiertos a nuevas experiencias contribuye), la utilidad percibida o el valor asociado a la formación, el grado en que el trabajador se ve involucrado con el trabajo y finalmente el grado de autoeficacia del trabajador (Burke y Hutchins, 2007; Velada et al., 2007) el cual se ha identificado en varios estudios que se relaciona positivamente con el aprendizaje (Burke y Hutchins, 2007; Velada et al., 2007) y con la transferibilidad (Ford, Smith, Weissbein y Gully, 1998; Burke y Hutchins, 2007).

Respecto a los factores relacionados con el diseño y realización de la formación, se observa que hay una fuerte evidencia de que establecer objetivos de aprendizaje (informar a los trabajadores del comportamiento esperado), elegir contenido relevante en la formación (el contenido esté relacionado con las tareas laborales), proporcionar *feedback* y oportunidades para practicar, mostrar un modelo de comportamiento descrito por partes y proporcionar ejemplos de errores seleccionados aumenta la transferibilidad del aprendizaje (Burke y Hutchins, 2007; Diamantidis y Chatzoglou, 2014). Finalmente, entre los factores organizacionales más relacionados con la transferibilidad se encuentran el apoyo de los responsables y de los compañeros para facilitar la puesta en práctica de los aprendizajes, y la existencia de situaciones en las cuales se pueda aplicar lo aprendido (Burke y Hutchins, 2007; Diamantidis y Chatzoglou, 2014).

Por último, el cuarto nivel, Resultados, tiene por objetivo evaluar en qué grado los resultados esperados se logran a causa de la formación. Es el nivel más difícil de evaluar porque requiere la medición de indicadores como el número de bajas, número de lesiones, absentismo, productividad, entre otros. Más aún, la evaluación no es rápida, ya que muchos de los resultados necesarios no son inmediatos (Kirkpatrick y Kirkpatrick, 2006) y, por ende, los beneficios se verán con el tiempo (Griffin, 2012). En este sentido, en el ámbito de la investigación son muchos los estudios centrados en evaluar la efectividad de las intervenciones formativas, pero la evidencia es limitada porque se requieren diseños más robustos (van Holland, Soer, de Boer, Reneman y Brouwer, 2015; Cledes et al., 2010) y que incorporen un seguimiento o, si ya lo incorporan, sea más prolongando en el tiempo. (Cledes et al., 2010).

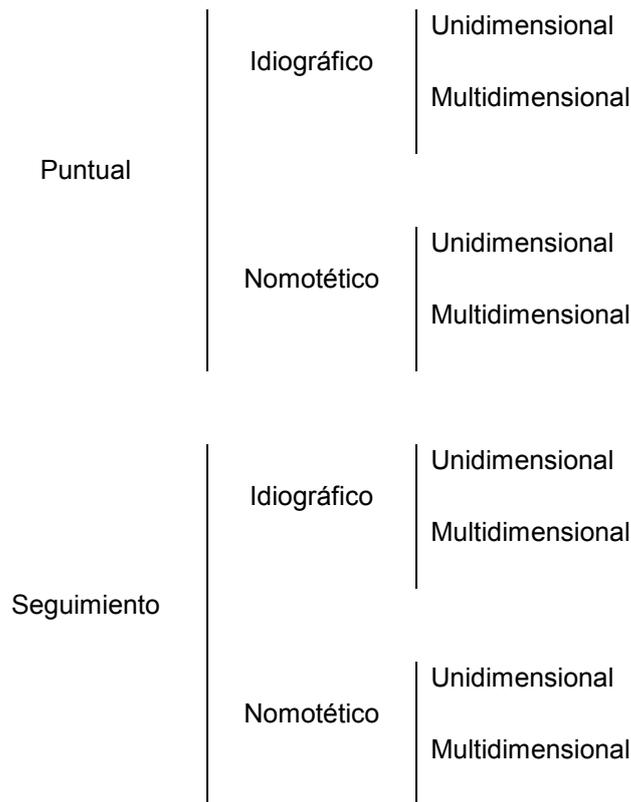
Según Kirkpatrick y Kirkpatrick (2006), para la evaluación del segundo, tercer y cuarto nivel se requiere un diseño de evaluación cuasi experimental o experimental, también denominados diseños evaluativos de intervención media o alta (Anguera, Chacón y Blanco, 2008; Chacón-Moscoso, Sanduvete, Portell y Anguera, 2013). Generalmente, las intervenciones formativas en el contexto laboral han presentado un diseño evaluativo de intervención media y se destaca la necesidad de estudios que presenten un diseño experimental con seguimiento (Cledes et al., 2010). Los estudios experimentales son los recomendados porque permiten distribuir aleatoria y equilibradamente aquellos factores conocidos o desconocidos que puedan interferir en la relación formación-resultado. Por esta razón, permiten valorar la eficacia de la formación a diferencia de los estudios cuasi experimentales que no utilizan la aleatorización (Chacón-Moscoso et al., 2013). El diseño experimental con aleatorización individual es el más robusto y evita los sesgos de asignación, sin embargo, se debe tomar en consideración que un diseño experimental no siempre es posible en el contexto laboral por su complejidad y las dificultades de controlar todos los elementos (Schelvis et al., 2015).

Para la evaluación de los cambios a nivel conductual, así como para la evaluación de la fidelidad de la implementación de las intervenciones, se ha recomendado el uso de diseños evaluativos de baja intervención fundamentados en la metodología observacional (Portell, Anguera, Chacón-Moscoso y Sanduvete-Chaves, 2015). La metodología observacional tiene por objetivo el análisis de la conducta espontánea de un sujeto en un determinado entorno a partir de un conjunto de categorías que permitan registrar sistemáticamente la conducta para poder describir el comportamiento de la persona en la situación analizada (Anguera, 2003a, 2010; Losada y López-Feal, 2003). En la mayoría de los casos, la metodología observacional

no dispone de instrumentos estándar debido a que tanto las conductas como los contextos en que se lleva a cabo la observación son heterogéneos, lo cual conlleva a que se requieran instrumentos no estándar desarrollados *ad hoc*, entre los cuales se encuentran los sistemas de categorías, formatos de campo o una combinación de ambos (Anguera, Magnusson y Jonsson, 2007; Anguera et al., 2008).

Son diversos los diseños evaluativos de baja intervención que se fundamentan en la metodología observacional. La elección del diseño más apropiado, teniendo cuenta los objetivos, determinará cómo se recogen, organizan y analizan los datos (Portell, Anguera, Chacón-Moscoso et al., 2015). Existen tres criterios básicos que permiten delimitar los diseños observacionales y de su combinación surgen ocho tipos de diseños (Anguera, Blanco y Losada, 2001; Anguera, 2003b; Anguera et al., 2008):

- a) En función de la temporalidad del registro se puede distinguir entre un registro puntual (realizar un análisis de la situación un momento dado en el tiempo) o de seguimiento (disponer de un período de tiempo para registrar las conductas de interés).
- b) En función del número de unidades (generalmente, número de sujetos observados) se puede distinguir entre un diseño de carácter idiográfico (un solo individuo o un grupo de individuos que se pueden contemplar como una unidad por presentar criterios de afinidad o de agrupación) o nomotético (un grupo de individuos).
- c) En función del nivel de respuesta se distingue entre estudios unidimensionales (un único nivel de respuesta, es decir, un único tipo de conducta) o multidimensionales (diversos niveles de respuesta, es decir, varios niveles taxonómicos de la conducta).



**Figura 1.3.** Los diseños observacionales  
(Anguera et al., 2001; Anguera, 2003b).

Se aconseja complementar la clasificación en función de estos tres criterios básicos mencionados con un cuarto criterio que delimita el carácter extensivo o intensivo del diseño (Portell, Anguera, Chacón-Moscoso et al., 2015).

Para la evaluación de la fidelidad de la implementación, otra de las técnicas que aporta información interesante es la EA. La EA puede plantearse como una forma de autoobservación encaminada a obtener datos del sujeto de estudio en tiempo real, contexto natural, y en momentos repetidos (Portell, Anguera, Hernández-Mendo et al., 2015). La EA presenta mayor validez ecológica porque aporta datos de la persona en su contexto cotidiano y con una proximidad temporal al evento registrado que permite reducir los sesgos retrospectivos, y permite evaluar a la persona desde una vez al día hasta diversos momentos al día (Stone y Shiffman, 2002; Shiffman et al., 2008; Riediger, 2010; Trull y Ebner-Priener, 2013). En este caso, se aconseja que se registre el comportamiento con un margen de tiempo no superior a las veinticuatro horas desde que tuvo lugar para minimizar los sesgos (Riediger, 2010), ya que el estado de un individuo puede influenciar la interpretación de experiencias pasadas

(Stone y Shiffman, 2002). Un ejemplo ilustrativo es el caso de pacientes con dolor, donde el grado de dolor percibido en un momento determinado tiene una influencia sobre el recuerdo del nivel de dolor de un episodio anterior (Erskine, Morley y Pearce, 1990).

Uno de los aspectos más destacados de la EA es la obtención de datos en un contexto natural, teniendo en cuenta que los comportamientos pueden verse influenciados por factores externos y por el estado emocional de la persona, por lo que permite comprender su comportamiento en situaciones reales y no en condiciones artificiales y, por otro lado, permite registrar los cambios producidos en su comportamiento (Shiffman, 2009). No obstante, uno de los aspectos a considerar es la reactividad, definida como el efecto que tiene la autoevaluación en el comportamiento objeto de observación. En este sentido, la reactividad puede comportar que las personas tiendan a mantenerse alejadas de ciertos contextos para evitar ser monitorizados, manipular involuntaria o deliberadamente los sistemas de grabación, cambiar configuraciones o bien, intentar tener acceso al programa e intentar probar sus capacidades realizando comportamientos inusuales. Una evaluación para identificar estos tres aspectos es bastante difícil, pero con una entrevista posterior al seguimiento se pueden identificar tales efectos (Fahrenberg, 1996).

Por ello, otros aspectos metodológicos a considerar sobre la EA es la aceptación por parte de la persona del medio utilizado para realizar la EA (Fahrenberg, 1996), así como su cumplimiento con los protocolos de evaluación (Shiffman et al., 2008) que se verán afectados si se establecen largos períodos de evaluación (Klumb, Efering y Herre, 2009). Para que el investigador pueda gestionar estos dos aspectos metodológicos, es importante desarrollar un protocolo de aplicación de la EA, es decir, determinar los momentos en que se solicitará la evaluación, tener previstos mecanismos de recordatorio para solicitar la evaluación, considerar cuántos momentos se permiten no ser evaluados (*missing data*), cómo se presentarán las preguntas, el entrenamiento de la persona observada, entre otros aspectos (Foster et al., 1999; Stone y Shiffman, 2002; Fisher y To, 2012). Uno de los aspectos importantes a considerar para el desarrollo del protocolo es el diseño de la EA, es decir, la programación y su cobertura temporal. Se encuentran dos tipos de diseños: a) muestreo basado en eventos, el cual se centra en eventos particulares que pueden suceder en la vida diaria del individuo y no pretende caracterizar su experiencia de forma completa; b) esquemas de muestreo basados en tiempo, el cual tiene por objetivo caracterizar la experiencia del individuo de forma completa, identificando sus

variaciones a lo largo del tiempo sin focalizarse en eventos particulares (Shiffman et al., 2008).

Otro aspecto importante a considerar es el mecanismo que se utiliza para capturar la información. Los avances tecnológicos han permitido realizar la EA mediante móviles, ordenadores de mano y sensores que facilitan la recogida de información a diario y en cualquier lugar, en contraste con el registro con papel y lápiz (Kaplan y Stone, 2013; Trull y Ebner-Priemer, 2013). Cada vez más, la gente dispone de un teléfono móvil inteligente y a nivel mundial en 2015 habían 7,9 billones de dispositivos móviles y se espera que en 2020 se llegue a los 11,6 billones (Cisco Systems, 2016).

La EA se ha utilizado en numerosos estudios en diversos ámbitos como trastornos del estado de ánimo (aan het Rot, Hogenelst y Schoevers, 2012), trastornos alimentarios (Forbush y Hunt, 2014), dolor (Morren, van Dulmen, Ouwerkerk y Bensing, 2009), consumo de alcohol y tabaco (Piasecki, Wood, Shiffman, Sher y Heath, 2012), trastornos de ansiedad (Walz, Nauta y aan het Rot, 2014), valoración del bienestar en la tercera edad (Brose y Ebner-Priemer, 2015), percepción del riesgo (Hogarth, Portell y Cuxart, 2007; Hogarth, Portell, Cuxart y Kolev, 2011), o valoración de la actividad física y comportamiento sedentario (Marszalek, Morgulec-Adamowicz, Rutkowska y Kosmol, 2014) entre otros aspectos.

En el ámbito laboral, la EA se ha utilizado en estudios centrados en evaluar el estrés laboral (Johnston, Jones, Charles, McCann y McKee, 2013), la relación del estado de ánimo y los eventos afectivos externos con el compromiso laboral (Wagner, Barnes y Scott, 2014), evaluar el tiempo en que se está sentado en la oficina (Graves, Murphy, Shepherd, Cabot y Hopkins, 2015), evaluar el efecto de la actividad física en el estado afectivo en el trabajo (Thøgersen-Ntoumani, Loughren, Kinnafick, Taylor, Duda y Fox, 2015), analizar la asociación entre la interacción del trabajador con su supervisor y la presión arterial sistólica (Wong y Kelloway, 2016) y analizar el efecto de trabajar por plazos sobre el padecimiento de trastornos musculoesqueléticos (Beech-Hawley, Wells, Cole y Workiste Upper Extremity Gropu, 2004). Engelen, Chau, Burks-Young y Bauman (2016) concluyeron que la EA era viable y factible para la evaluación de programas de promoción de la salud en trabajadores, en su caso de oficina. Por ello, señalan extender su utilización a otros sectores.

## **Capítulo 2**

---

# **Objetivos e hipótesis de la tesis doctoral**

La tesis doctoral se estructura en dos estudios, los cuales están interrelacionados, teniendo en cuenta que para el desarrollo del segundo estudio se requiere alcanzar los objetivos del primer estudio.

A continuación, se presentan los objetivos de cada uno de los estudios y en su caso, las respectivas hipótesis.

## **2.1. Primer estudio**

### **2.1.1. Objetivos**

- Desarrollar un instrumento observacional *ad hoc* de la MMCC que permita derivar dos versiones: una versión que aporte la base para la implementación de la autoobservación sistemática de la ejecución de una tarea de MMCC como recurso didáctico en una formación, y una versión que sea la base para la evaluación del cambio de comportamiento del trabajador (instrumento heterobservacional).
- Evaluar la fiabilidad interobservador del instrumento observacional *ad hoc* de la MMCC utilizado para la evaluación del cambio de comportamiento del trabajador derivado de la formación.

## **2.2. Segundo estudio**

### **2.2.1. Objetivos**

El objetivo principal es diseñar una intervención que incorpore los componentes más novedosos del proyecto SsObserWork, concretamente la autoobservación sistemática, el *feedback* heterobservacional y el *feedback* intrínseco, en el aprendizaje de la técnica de MMCC, y evaluar su efecto.

De manera específica, se establecen los siguientes objetivos de evaluación:

- Evaluar el efecto de la intervención sobre el conocimiento del trabajador de la técnica de MMCC.
- Evaluar el efecto de la intervención sobre la ejecución de la MMCC (conducta), principalmente focalizando la atención en la espalda. A este nivel se espera

realizar una evaluación basada tanto en lo que han denominado indicadores conductuales estáticos como en indicadores conductuales dinámicos (Portell, Anguera, Chacón-Mosco et al., 2015). Como indicadores conductuales estáticos, el máximo nivel al que se trabajará serán duraciones. Como indicadores conductuales dinámicos se utilizarán *T-patterns* (Magnusson, 1996, 2000).

- Explorar y comparar entre sesiones el grado de coincidencia entre cómo percibe el trabajador que realiza la ejecución mediante el *feedback* intrínseco y su ejecución.
- Analizar el grado de adherencia al periodo de seguimiento y su relación con la posición de la espalda.
- Analizar la valoración del trabajador hacia la intervención, focalizándose en la satisfacción, la utilidad y la transferibilidad.

### **2.2.2. Hipótesis**

- Se espera un incremento en el conocimiento de los trabajadores que han recibido la intervención SsObserWork.
- Se espera una mejora de la ejecución de la MMCC (conducta) de los trabajadores que han recibido la intervención SsObserWork, principalmente esta mejora se produce en las posiciones adoptadas por la espalda.
- Se espera un incremento en la segunda sesión del grado de coincidencia entre lo que perciben los trabajadores que realizan durante la ejecución mediante el *feedback* intrínseco y su ejecución.
- Se espera adherencia al período de seguimiento y derivado de ello se observa una relación positiva con la posición adoptada por la espalda en la MMCC.
- Los trabajadores que han recibido la intervención SsObserWork, la valoran con mayor satisfacción, utilidad y transferibilidad que la intervención que reciben los trabajadores en condición control.

## Capítulo 3

---

# **Justificación del instrumento de la MMCC en el marco del proyecto SsObserWork y estudio de su fiabilidad (Estudio 1)**

### **3.1. Justificación del desarrollo del instrumento observacional en el marco del proyecto SsObserWork**

El presente estudio se enmarca dentro del proyecto SsObserWork dirigido desde la Universidad Autónoma de Barcelona (Portell, Señé y Anguera, 2013, 2014, 2015), cuya finalidad es el desarrollo, implementación y evaluación de la formación centrada en la prevención de riesgos y la promoción de la salud en el trabajo, de forma que potencie el papel del trabajador como agente activo (*empowerment*) y que facilite su transferencia y aplicabilidad a la vida cotidiana de los trabajadores. Uno de los principales objetivos del proyecto se centra en la prevención de TME, especialmente del dolor de espalda.

La formación que se plantea, cuya presentación se detalla en el siguiente capítulo, pretende incidir en el conocimiento y la conducta del trabajador en la ejecución de la técnica adecuada de MMCC, principalmente mediante la implementación de distintos componentes, entre los cuales destaca la autoobservación sistemática. Y, consecuentemente, incidir en la adopción de posiciones saludables de la espalda en distintas tareas laborales y cotidianas. La formación se centra en la tarea de MMCC por ser una actividad que se realiza tanto en el contexto laboral como en el no laboral, lo que implica un esfuerzo humano directo, una coordinación entre los segmentos corporales por verse la mayoría implicados, y por ser un factor de riesgo para el desarrollo de TME (Bruce y Bernard, 1997).

Un elemento esencial del proyecto es disponer de un instrumento observacional definido con un nivel de granularidad que permita derivar dos versiones. Una primera versión, que aporte la base para implementar la autoobservación sistemática de la ejecución de una tarea de MMCC como recurso didáctico para la adquisición y la transferencia de competencias de aprendizaje. Y, una segunda versión, que sirva de base para la evaluación del cambio de comportamiento en el trabajador a nivel individual y derivar patrones conductuales. En este escenario, el instrumento debe ser aplicado en una situación de formación individual realizando una tarea de MMCC estandarizada y que permita el alcance de los siguientes objetivos:

- Identificar las posiciones corporales adoptadas por el trabajador en las distintas fases de la MMCC y diferenciarlas según si son recomendables o poco recomendables.
- Analizar la duración (tiempo) en que el trabajador adopta posiciones recomendables durante la realización de la MMCC, globalmente y por fases.

- Describir la secuencia de las posiciones adoptadas por el trabajador en las distintas fases de la MMCC.
- Generar los datos necesarios para un análisis secuencial de patrones para proporcionar un *feedback* al trabajador, siendo un componente de la formación. El instrumento permite ser un método de monitorización en vídeo (*video exposure monitoring*) que favorece la motivación y participación del trabajador en el proceso de aprendizaje y adquisición de la técnica de MMCC recomendada (Rosén et al., 2005).

En este sentido, el instrumento observacional que se requiere debe centrarse en el trabajador (en cómo realiza la MMCC) más que en los factores de riesgo. Esto quiere decir que no se debe realizar una evaluación del riesgo de padecer TME ni establecer ningún tipo de diagnóstico patológico, sino que su objetivo es identificar y describir la secuencia de posiciones que adopta el trabajador durante la MMCC. Y, adicionalmente, poder indicar el grado de adecuación de las posiciones adoptadas, es decir, si son o no recomendables, teniendo en cuenta que la observación se realiza en una situación estandarizada durante la formación.

Tomando en consideración los requerimientos que el instrumento observacional debe alcanzar, el **primer objetivo** de este capítulo ha sido revisar los instrumentos observacionales desarrollados hasta el momento para determinar si alguno de ellos se ajustaba a los objetivos. De hecho, el uso de la observación en ergonomía no es novedoso ya que los métodos de evaluación suelen incorporarla. En este caso, como se desarrollará en el apartado 3.1.1, ningún instrumento observacional desarrollado hasta el momento se ajusta a los objetivos, por ello, la revisión también permite poder identificar los criterios del instrumento de observación que se presenta en este estudio.

Para ampliar la identificación de los criterios del instrumento observacional, los cuales partiendo de los objetivos deben centrarse en identificar principalmente las posiciones de algunos de los segmentos corporales y articulaciones implicadas en la MMCC, se ha establecido un **segundo objetivo** centrado en revisar la evidencia existente en relación a estos segmentos corporales y articulaciones que intervienen en la MMCC, y ser una base orientativa para identificar las categorías que pueden ser incluidas en cada uno de los criterios (véase apartado 3.1.2).

Finalmente, el **tercer objetivo** de este capítulo ha sido presentar el desarrollo del instrumento observacional y evaluar su fiabilidad (véase apartados 3.2 y 3.3).

### **3.1.1. Instrumentos observacionales centrados en la MMCC**

A lo largo del tiempo, ante la evidencia que la MMCC se relaciona con el riesgo de desarrollar principalmente TME de la zona lumbar (Bruce y Bernard, 1997), se establecieron recomendaciones ergonómicas a nivel internacional para las distintas tareas de manipulación manual mediante la norma ISO 11228. A nivel estatal se desarrolló el Real Decreto 487/1997. Paralelamente, numerosos estudios se han centrado en la creación de métodos basados en instrumentos observacionales para evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo para la aparición de TME derivados de la MMCC (Takala et al., 2010), con el fin de actuar y minimizarlos.

Según David (2005), los métodos de observación ergonómicos se pueden clasificar en cuatro tipos, tomando en consideración el tipo de información que se obtiene, quién realiza la observación (autoobservación o heteroobservación), el tipo de tarea observada y el sistema de registro utilizado.

- a) autorregistros, centrados en obtener información de los trabajadores acerca de síntomas, molestias y/o niveles subjetivos de esfuerzo, mediante el uso de cuestionarios, diarios, entrevistas o autoevaluación a través de una grabación en vídeo.
- b) métodos simples de observación, basados en la observación por parte del técnico sin la colaboración directa del trabajador, y, principalmente, adecuados para la evaluación de tareas estáticas o repetitivas.
- c) métodos avanzados de observación, basados en el uso de grabaciones en vídeo a tiempo real durante un período de trabajo. Se pueden analizar varios segmentos corporales al mismo tiempo y el análisis puede incluir modelos biomecánicos que permiten poder calcular fuerzas y momentos intersegmentarios. Principalmente adecuados para la evaluación de tareas dinámicas.
- d) métodos directos, basados en el uso de sensores conectados directamente al trabajador, que analizan los rangos de movimiento de las articulaciones durante la ejecución de la tarea.

A partir de esta clasificación, los profesionales de la salud y la seguridad ocupacional pueden identificar con mayor facilidad el método que requieren. Para su elección, y en línea a la clasificación de David (2005), la revisión de Takala et al. (2010) destaca que para elegir un método de observación ergonómica hay que tener en cuenta cuatro criterios:

- a) el objetivo de su utilización;
- b) las características de las tareas o lugar de trabajo que se evaluará;
- c) quién utilizará el método (el trabajador o el técnico);
- d) los recursos disponibles para recolectar y analizar los datos.

Tomando en consideración estos criterios para la identificación de un instrumento de observación, para el presente proyecto se realizó una revisión de la literatura para identificar los métodos basados en instrumentos observacionales centrados en la MMCC.

En primer lugar, se identificó la revisión de Takala et al. (2010) centrada en la identificación de métodos sistemáticos de observación que tienen por objetivo la observación de las posturas del trabajador. En esta revisión se identifican 32 métodos de observación, los cuales se centran principalmente en la evaluación del riesgo de padecer TME mediante la observación y el análisis de las posturas, la fuerza, la duración de la tarea, la frecuencia de las acciones y los movimientos y/o vibraciones. Takala et al. (2010) clasificaron los métodos de observación en función de si eran generales (evaluación que incluía mayoritariamente todos los segmentos corporales), centrados en el tren superior del cuerpo y centrados en la MMCC.

Focalizando la atención en los métodos observacionales generales, en la revisión de Takala et al. (2010) se identificaron 9 métodos generales que tienen en cuenta la MMCC en su evaluación. Adicionalmente, se realizó una revisión en las bases de datos *Scopus* y *Web of Science*, en las cuales se identificaron dos métodos más. En la Tabla 3.1 se presentan estos 11 métodos de observación. En ella se indica la tipología partiendo de la clasificación de David (2005), su función y el sistema de registro utilizado. Como se puede observar, la mayoría de los métodos tienen el objetivo de evaluar los riesgos ergonómicos (posturas adoptadas, frecuencia, duración, fuerza o carga) de las tareas estáticas o dinámicas, identificando en algunos de ellos el nivel de riesgo de padecer TME (por ejemplo, OWAS y REBA). Estos métodos realizan una evaluación de las posturas de todo el cuerpo, considerando en su evaluación la MMCC, con el fin de poder obtener la información necesaria para poder actuar y mejorar las condiciones ergonómicas del lugar de trabajo, y para reducir el riesgo del trabajador a desarrollar TME. Siguiendo la clasificación de David (2005), la mayor parte de ellos se clasifican como métodos observacionales simples, es decir, se centran en la observación de tareas estáticas, realizando evaluaciones en momentos puntuales.

**Tabla 3.1.** Métodos de observación generales que tienen en cuenta la MMCC.

Método	Tipología	Función	Sistema de registro	Referencia
VIDAR	AR	Identificación del dolor o molestias producidas por las tareas por parte del trabajador, utilizando la Escala de Borg como medida.	Ordenador y vídeo	Kadefors y Forsman (2000)
ERGAN	AR	Identificación de la carga de trabajo de cada parte del cuerpo por parte del trabajador utilizando la Escala de Borg como instrumento de medida.	Ordenador y vídeo	Holzmann (1982)
OWAS	MSO	Análisis de la carga postural, y distinguiendo 4 niveles de riesgo.	Papel y lápiz; ordenador	Karhu, Kansi y Kuorinka (1977)
PLIBE	MSO	Identificación de factores de riesgo.	Papel y lápiz	Kemmlert (1995)
ManTRA	MSO	Identificación de factores de riesgo asociados a los TME.	Papel y lápiz	Burgess-Limerick, Straker, Pollock y Egeskov (2000-2004).
Posture and Load Sampling	MSO	Identificación de los factores de riesgo del dolor lumbar y evaluación de la exposición física en las tareas laborales.	Papel y lápiz	Neuman et al. (2001)
QEC	MSO	Evaluación de la exposición a riesgos físicos de la parte superior del cuerpo y factores psicosociales, en la realización de tareas estáticas y dinámicas, por parte del ergonomista y el trabajador.	Papel y lápiz	David, Woods, Li y Buckle (2008)
REBA	MSO	Análisis postural de todo el cuerpo, de la carga y el tipo de agarre en tareas estáticas y dinámicas, e identificación del nivel de riesgo.	Papel y lápiz	Hignett y McAtamney (2000)
TRAC	MAO	Evaluación de las posturas, frecuencia y duración de tareas estáticas y dinámicas, mediante una observación continua.	Ordenador (software)	van der Beek, van Galen y Frings-Dresen (1992)
PEO	MAO	Evaluación de las posturas, su duración y frecuencia en tiempo real, de distintas tareas.	Ordenador (software)	Fransson-Hall, Gloria, Kilbom y Winkel (1995)
PATH	MAO	Evaluación de los riesgos ergonómicos de tareas no repetitivas, basado en la clasificación de OWAS.	Ordenador (vídeo)	Buchholz, Paquet, Punnett, Lee y Moir (1996)

AR= Autorregistro; MSO= Método simple de observación; MAO= Método avanzado de observación (según la clasificación de David, 2005).

Por ende, el objetivo de observación de estos métodos no es exclusivamente la MMCC, si no que su objetivo principal es la evaluación de la tarea o lugar de trabajo para su posterior modificación, no considerando al trabajador como parte activa del mismo cambio. En este sentido, en los métodos VIDAR, ERGAN y el QEC (solo en una de sus secciones), el trabajador forma parte de la evaluación, pero no se focaliza

la atención en la acción del trabajador (conducta) para ser modificada, sino en la tarea y/o lugar de trabajo.

Focalizando la atención en los métodos observacionales centrados en la MMCC, la revisión de Takala et al. (2010) identifica 7 métodos que evalúan concretamente la MMCC. Adicionalmente, se realizó una revisión en las bases de datos *Scopus* y *Web of Science*, en las cuales se identificaron 5 métodos más. En la Tabla 3.2 se presentan estos 12 métodos de observación centrados en la MMCC, en la cual se indica la tipología partiendo de la clasificación de David (2005), su función, el tipo de resultado que proporcionan, sus características y el sistema de registro utilizado.

Como se puede observar, los 12 métodos observacionales que se presentan tienen como objetivo la evaluación de los factores de riesgo en el levantamiento de una carga, a partir de diferentes criterios a observar, entre los cuales se destacan las posturas generales, la posición de la carga, el peso de la carga, la frecuencia de levantamientos, la distancia de transporte y entre otros factores ergonómicos. Solo se observa un instrumento, *The analysis Grid* (Lortie y Baril-Gingras, 1998) cuyo objetivo no es la evaluación de los factores de riesgo, sino describir la naturaleza, plano y dirección de los esfuerzos en la MMCC e identificar si hay inclinación de la espalda o flexión de las rodillas. No obstante, no permite poder describir secuencialmente la posición adoptada en el transcurso de la MMCC ya que no todos los segmentos y articulaciones están presentes en ella y, por ejemplo, las categorías de las rodillas se definen según si se produce o no flexión.

Siguiendo la clasificación de David (2005), 11 de los 12 métodos se clasifican como métodos observacionales simples, es decir, se realizan observaciones y evaluaciones en momentos puntuales para identificar la categoría para cada criterio. Solo se observa el *Computerized video coding system* (Chang, Hsiang, Dempsey y McGorry, 2003) como método observacional avanzado por registrar en tiempo real, aunque se basa en un análisis biomecánico centrado en la estimación de la trayectoria del movimiento angular de las articulaciones, momentos de fuerza y fuerzas comprensivas en la quinta vértebra lumbar y la primera del sacro (L5/S1). Este tipo de métodos son difíciles de utilizar debido a su coste económico y al nivel de experiencia que se requiere (David, 2005).

Por ende, los métodos observacionales focalizados en la MMCC que se han identificado en la literatura y que se presentan en la Tabla 3.2 no son acordes a los objetivos del instrumento de observación requerido para este proyecto. La primera razón radica en su objetivo, es decir, han sido diseñados para evaluar factores de

riesgo y no para describir las posiciones adoptadas por el trabajador en el transcurso de la MMCC. Esto conlleva que haya ausencia de criterios y sus correspondientes categorías.

La segunda razón tiene que ver con el nivel de análisis de las unidades de conducta, en el sentido del continuo definido entre molecularidad y molaridad (Anguera, 1990; Anguera et al., 1993). Los instrumentos revisados previamente no se ajustan al nivel intermedio de molecularidad-molaridad adecuado para los objetivos de este estudio. Por dicha razón, se espera que permita evaluar el cambio de comportamiento en el trabajador por parte de un técnico de PRL sin la utilización de instrumentos adicionales (como los métodos directos) y por lo tanto, debe ser comprensible y fácil de utilizar. Adicionalmente, de este instrumento debe derivar el instrumento para la autoobservación, el cual debe perseguir el mismo objetivo a un nivel comprensible para el trabajador, para ser capaz de identificar su conducta. Esto deriva en la tercera razón, basada en que los métodos observacionales identificados están diseñados para ser utilizados por un técnico de PRL y no presentan la opción de adecuación para ser utilizados por los trabajadores, debido a su grado de complejidad.

Y la cuarta razón, se debe a que los métodos observacionales identificados se centran en la identificación de posturas, entendiendo el sistema postural como un sistema estático, a excepción de los métodos avanzados que permiten analizar los segmentos corporales a tiempo real, pero, como se ha mencionado anteriormente, la tendencia es la utilización de instrumental costoso (por ejemplo, instrumentos para el análisis biomecánico). En este caso, el instrumento observacional que se requiere, debe comprender el sistema postural como un sistema dinámico (Torrents, 2005), es decir, debe permitir registrar la secuencia de posiciones adoptadas por los principales segmentos corporales y articulaciones implicadas en la MMCC de una forma sistemática y continuada, entendiendo que hay una intercoordinación entre las mismas.

**Tabla 3.2.** Métodos observacionales centrados específicamente en la MMCC.

Método	Tipología	Función	Resultado	Características	Sistema de registro	Referencia
ACGIH Lifting threshold limit value (TLV)	MSO	Estimación del peso límite del levantamiento de una carga.	Peso límite de elevación de una carga.	Permite poder valorar el peso límite que se puede elevar en tareas que implican la manipulación de una caja y con dos manos. Se toma en consideración: <ul style="list-style-type: none"> <li>- El peso de la carga.</li> <li>- Duración de la tarea (<math>\leq 2</math> horas/día o <math>&gt; 2</math> horas/día).</li> <li>- Frecuencia de levantamientos por hora de un trabajador.</li> <li>- Altura de la carga al inicio del levantamiento.</li> <li>- Distancia de la carga respecto al cuerpo al inicio del levantamiento.</li> </ul>	Papel y lápiz	Marras y Karwowski (2006)
ARBOUW guidelines on physical workload	MSO	Evaluación de la 5 acciones en MMCC: levantamiento, transporte, empuje y tracción, carga estática y repetición. Basado en la Ecuación de NIOSH.	Riesgo para la salud, basado en 3 indicadores (semáforo).	Evalúa cada una de las 5 acciones en la MMCC, teniendo en cuenta las siguientes variables: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamiento: Peso de la carga, distancia horizontal, frecuencia, simetría/asimétrica, técnica utilizada.</li> <li>- Empuje y arrastre: Peso de la carga, frecuencia, distancia desplazamiento.</li> <li>- Transporte: Peso de la carga, frecuencia, distancia desplazamiento.</li> </ul>	Papel y lápiz	Arbouw Foundation (1997)
BackEst	MSO	Evaluación de los factores de riesgo de las lesiones físicas de espalda.	Frecuencia y duración de los factores de riesgo.	Identifica la frecuencia y la duración de 20 ítems que describen los factores de riesgo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Postura (posición corporal, flexión/ extensión/ rotación del tronco).</li> <li>- MMCC (levantar, transportar, empujar, sujetar, tirar).</li> <li>- Posición de la carga (Cerca, el medio, separada).</li> <li>- Herramienta en la mano.</li> </ul>	Papel y lápiz	Village, Trask, Luong, Chow, Johnson, et al. (2009)

MSO= Método simple de observación; MAO= Método avanzado de observación.

**Tabla 3.2.** Continuación.

Método	Tipología	Función	Resultado	Características	Material	Referencia
Computerized video coding system	MAO	Análisis biomecánico del levantamiento de cargas desde un plano sagital.	Estimación de la trayectoria del movimiento angular de las articulaciones, momentos de fuerza articulares y fuerzas de compresión en L5/S1.	Se precisa la introducción de la siguiente información para el análisis biomecánico: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos antropométricos del sujeto.</li> <li>- Identificación de las articulaciones en el programa.</li> <li>- Características de la carga.</li> </ul>	Programa informático	Chang et al. (2003)
Ecuación de NIOSH	MSO	Identificación y evaluación de factores de riesgo en el levantamiento de cargas, en tareas simples o multitarea.	Peso límite recomendable en la condiciones de evaluación; Índice de levantamiento.	La ecuación NIOSH contempla: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una constante: Peso máximo recomendado.</li> </ul> Multiplicado por los siguientes factores: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Distancia horizontal.</li> <li>- Distancia vertical.</li> <li>- Desplazamiento vertical.</li> <li>- Asimetría.</li> <li>- Frecuencia.</li> <li>- Agarre de la carga.</li> </ul>	Papel y lápiz; ordenador	Waters, Putz-Anderson, Garg y Fine (1993)
GINSHT	MSO	Evaluación del grado de exposición del trabajador al realizar un levantamiento o transporte de una carga, y determinar si el riesgo cumple con las disposiciones mínimas de seguridad.	Análisis de la tolerancia del riesgo, con medidas correctivas si el riesgo no es tolerable.	Evaluación de los siguientes factores para determinar el peso aceptable mediante: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso teórico (tomando en consideración: distancia horizontal y vertical de la carga).</li> <li>- Población protegida.</li> <li>- Distancia vertical de la carga.</li> <li>- Giro del tronco.</li> <li>- Tipo de agarre de la carga.</li> <li>- Frecuencia de la manipulación.</li> </ul> Para el análisis de la tolerancia del riesgo, se toma en consideración: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso real en relación al peso aceptable.</li> </ul> Así como hace una valoración de las condiciones ergonómicas e individuales. Sólo se aplica el método si la carga supera los 3kg.	Papel y lápiz	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2003)

MSO= Método simple de observación; MAO= Método avanzado de observación.

**Tabla 3.2.** Continuación.

Método	Tipología	Función	Resultado	Características	Material	Referencia
MAC	MSO	Evaluación e identificación de los factores de riesgo en la MMCC individualmente y en grupo.	Nivel de riesgo de desarrollar TME, mediante tres gráficos de 4 niveles (un gráfico para levantamiento, transporte y manipulación en grupo).	Evalúa el levantamiento, transporte y la MMCC en grupo, considerando las siguientes variables: Peso de carga, distancia entre las manos y la zona lumbar, distancia vertical, frecuencia, agarre de la carga, superficie del suelo, postura del tronco (inclinación y rotación) y coordinación con el grupo. Es una lista de factores con una puntuación establecida en el gráfico de nivel de riesgo.	Papel y lápiz	Monnington, Pinder y Quarrie (2002)
MHAC	MSO	Evaluación del riesgo al desarrollo de TME asociados a la realización de tareas de MMCC.	Nivel de riesgo de TME derivado de 10 factores de riesgo en la MMCC (el rango de la puntuación puede ser entre 10 y 34; entendiéndose 10 bajo nivel de riesgo y 34 máximo riesgo).	Evaluación de 10 factores de riesgo asociados a la MMCC (asignando una puntuación del 1 al 3 por factor): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso de la carga que se manipula.</li> <li>- Posición del antebrazo.</li> <li>- Asimetría del tronco/carga.</li> <li>- Limitaciones posturales.</li> <li>- Agarre de la carga.</li> <li>- Capacidades individuales.</li> <li>- Superficie del suelo.</li> <li>- Factores ambientales.</li> <li>- Distancia transportando la carga.</li> <li>- Obstáculos durante el transporte.</li> </ul>	Papel y lápiz	Batish y Singh (2008)
New Zealand code for material handling	MSO	Identificación de factores de riesgo en el levantamiento de cargas, y establecimiento de un plan de acción para su control.	Nivel de riesgo de desarrollar TME.	Evalúa tareas simples de levantamiento de cargas, teniendo en cuenta las siguientes variables: Peso de la carga, postura que adopta globalmente, condiciones de trabajo y tiempo, mediante un lista de factores con una puntuación asignada.	Papel y lápiz	Department of Labour Te Tar Mahi (2001)

MSO= Método simple de observación; MAO= Método avanzado de observación.

**Tabla 3.2.** Continuación.

Método	Tipología	Función	Resultado	Características	Material	Referencia
The Liberty Mutual "Snook" Lifting Tables	MSO	Identificación y evaluación de factores de riesgo en la MMCC, para el rediseño de las tareas.	Peso máximo aceptable, según un determinado porcentaje de población.	Evaluación individual por cada una de las 5 acciones en la MMCC, teniendo en cuenta las siguientes variables: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamiento y Descarga: Peso de la carga, sexo, percentil, frecuencia, altura inicial y final, anchura de la carga y zona de manipulación.</li> <li>- Empuje y arrastre: Peso de la carga, sexo, percentil, frecuencia, altura de manejo, distancia recorrida y tipo de fuerza.</li> <li>- Transporte: Peso de la carga, sexo, percentil, frecuencia, distancia vertical y distancia recorrida.</li> </ul>	Papel y lápiz	Snook y Ciriello (1991)
[The analysis Grid]	MSO	Caracterización de los parámetros de la carga y descarga de cajas en furgonetas.	La naturaleza de los esfuerzos, el plano y la dirección de estos esfuerzos, el desplazamiento resultante de la caja, el desplazamiento del manipulador y como se utiliza la espalda y las extremidades inferiores.	Observación de la MMCC focalizando en 7 variables: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de esfuerzo (naturaleza de la acción, plano y dirección).</li> <li>- Posición de la espalda (inclinación anterior)</li> <li>- Existencia de flexión de rodillas (sí/no)</li> <li>- Desplazamiento y posición de los Pies (paralelos o no).</li> <li>- Agarre (una o dos manos; simétrico o asimétrico).</li> <li>- Desplazamiento de la carga.</li> <li>- Características de la caja.</li> </ul>	Grabación en vídeo (la generación del registro de observación no se especifica)	Lortie y Baril-Gingras ( 1998)
Washington State ergonomic checklists	MSO	Identificación y evaluación de factores de riesgo en el levantamiento de cargas. Basado en la Ecuación de NIOSH.	Límite de peso en el levantamiento	Evalúa tareas simples de levantamiento de cargas, teniendo en cuenta las siguientes variables: Peso máximo de levantamiento recomendado (mayor que el propuesto en NIOSH), posición vertical o horizontal de las manos respecto a los dedos de los pies en el origen del levantamiento, torsión del tronco, frecuencia y duración del levantamiento.	Papel y lápiz	WAC 296-62-051 (2000)

MSO= Método simple de observación; MAO= Método avanzado de observación.

A partir de la revisión de los instrumentos observacionales de la MMCC que hay desarrollados en la actualidad y teniendo en cuenta los objetivos que debe alcanzar el instrumento que se requiere para el presente proyecto y el contexto donde debe ser utilizado, se detecta la necesidad de desarrollar un instrumento observacional *ad hoc*. De hecho, en el marco de la metodología observacional, generalmente se requiere la elaboración de un instrumento *ad hoc* para adaptarse a las particularidades del ámbito de estudio (Anguera et al., 2007).

Para el diseño del instrumento observacional *ad hoc* se han tomado en consideración los métodos presentados en la Tabla 3.2, en los cuales se identifican las variables<sup>4</sup> relacionadas a la conducta del trabajador que permiten poder describir cómo lo hace, y son la base para orientar la identificación de los criterios del instrumento observacional *ad hoc*.

Como se puede observar en la Tabla 3.3 hay diversas variables relacionadas con la conducta del trabajador que tienen en cuenta algunos de los métodos observacionales de la MMCC, en su caso, utilizadas para determinar el factor de riesgo. No obstante, para describir como el trabajador realiza la MMCC, se requieren varios criterios que permitan poder describir cómo intervienen algunos de los segmentos corporales y articulaciones principalmente involucrados. Por ello, en el siguiente apartado, se presenta una revisión al respecto.

---

<sup>4</sup> Término utilizado por los métodos observacionales que sería el equivalente a criterio.

**Tabla 3.3.** Variables de los métodos observacionales de la MMCC relacionadas con la conducta del trabajador.

<b>Variables</b>	<b>Referencia</b>
Postura del tronco	Batish y Singh (2008); INSHT (2003); Lortie y Baril-Gingras (1998); Monnington et al. (2002); Village et al. (2009); WAC 296-62-051 (2000)
Postura adoptada globalmente	Department of Labour Te Tar Mahi (2001)
Posición del antebrazo	Batish y Singh (2008)
Distancia de la carga respecto al cuerpo	Arbouw Foundation (1997); Marras y Karwowski (2006); Monnington et al. (2002); Village et al. (2009); WAC 296-62-051 (2000); Water et al. (1993)
Posición vertical de la carga	INSHT (2003); Marras y Karwowski (2006); Monnington et al. (2002); WAC 296-62-051 (2000); Water et al. (1993)
Agarre de la carga	Batish y Singh (2008); INSHT (2003); Monnington et al. (2002); Water et al. (1993)
Técnica utilizada	Arbouw Foundation (1997)

### **3.1.2. Justificación de los criterios y categorías del instrumento observacional *ad hoc* de la MMCC**

En primer lugar, es importante definir la MMCC, debido al hecho de que el instrumento observacional *ad hoc* se centra en dicha tarea. Partiendo de la definición del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2003), se identifica la MMCC como una actividad que implica un esfuerzo humano, que puede ser directo (levantamiento y colocación de la carga), o bien, indirecto (empuje, tracción y desplazamiento de la carga). Se considera también MMCC el transporte o mantenimiento de la carga alzada. Por otro lado, el INSHT (2003) indica que no se consideran MMCC las tareas que implican movimientos de fuerza para dar movimiento a una manivela o a una palanca de mandos.

En este caso, la tarea de MMCC presenta dos fases: el levantamiento y la descarga (Plamondon et al., 2013). No obstante, Hsiang et al. (1997), en su estudio centrado en desarrollar un instrumento para el análisis biomecánico no invasivo de los

levantamientos dinámicos, identificaron 5 fases establecidas entre el punto de inicio hasta el punto de finalización, conllevando distintas posturas. Las 5 fases que identifican son:

- 1) Momento antes del levantamiento del objeto (esta fase implica añadir una carga externa en el sistema de levantamiento y superar la inercia del cuerpo y de la carga externa).
- 2) Levantamiento (fase que implica la contracción concéntrica del músculo para superar el obstáculo vertical).
- 3) Transporte (fase que implica superar el obstáculo horizontal).
- 4) Descarga (fase que implica la contracción excéntrica del músculo para colocar la carga).
- 5) Momento posterior a la descarga del objeto (fase que implica excluir la carga externa del sistema de levantamiento).

En un estudio posterior, Hsiang, Brogmus, Martin y Bezverkhny (1998) identificaron cuatro momentos, dentro de la fase de levantamiento manual de una carga, basados en la trayectoria externa de la carga: posición inicial, posición más próxima al cuerpo, posición más elevada y posición final (Figura 3.1). Para determinar los 4 momentos, Hsiang et al. (1998) realizaron un estudio de laboratorio para identificar inicialmente el número de momentos a codificar. Para ello, partieron del desplazamiento angular del levantamiento. Registraron cuatro sujetos levantando cuatro veces dos tamaños de cargas diferentes desde dos alturas distintas, lo que implicaba registrar 64 levantamientos de libre ejecución. Mediante el ExpertVision TM (EV3d) Motion Analysis TM (VP) con una velocidad de muestreo de 60 Hz y colocando marcadores reflectantes en las articulaciones (codos, hombros, cadera, rodillas y tobillos) pudieron identificar el verdadero desplazamiento angular del levantamiento. Una vez registrado, seleccionaron los momentos que eran iguales de espaciados en el tiempo para generar los polinomios de las articulaciones. Posteriormente, identificaron los errores de predicción entre el área del verdadero desplazamiento angular y el desplazamiento predictivo basado en los polinomios, y observaron que los errores disminuían a medida que aumentaba el número de momentos, por lo que consideraron apropiado el uso de cuatro momentos para ser observados y codificados. No obstante, era importante determinar el marco de tiempo para cada uno de los cuatro momentos, y observaron que utilizando los cuatro momentos propuestos generaban un error menor en comparación con la selección de los cuatro momentos estableciendo cuatro tiempos fijos o aleatorios.



**Figura 3.1.** La identificación de los cuatro momentos dentro de la trayectoria de un levantamiento de una carga (Hsiang et al., 1998).

Estos cuatro momentos identificados en el levantamiento se describen de la siguiente manera (Chang et al., 2003):

- Posición inicial: las manos agarran la carga.
- Posición más próxima al cuerpo: momento en que la carga se encuentra más próxima al cuerpo.
- Posición más elevada: momento en que la carga se encuentra a mayor altura.
- Posición final: momento en que el sujeto deja la carga después de haberla colocado.

Por tanto, la ejecución de una MMCC centrada en levantar, transportar y descargar, no se limita en estas tres fases genéricas, sino que se puede observar una fase inicial de preparación y una de finalización (Hsiang et al., 1997). Y, adicionalmente, el levantamiento se puede desglosar en cuatro momentos observables: posición inicial, más próxima al cuerpo, más elevada y final (Hsiang et al., 1998; Chang et al., 2003).

En el transcurso de la MMCC, los segmentos corporales y las articulaciones que los unen pueden adoptar diversas posiciones. No todas ellas son adecuadas para la estructura musculoesquelética del cuerpo. Por ello, se presenta a continuación una revisión de la evidencia existente de las principales partes del cuerpo que se ven implicadas en la MMCC, y de las cuales se ha estudiado sus posibles posiciones en la MMCC y sus efectos a nivel musculoesquelético. Se trata de la espalda, los pies, las rodillas y los brazos.

### 3.1.2.1. Espalda

La espalda es una de las estructuras más importantes de nuestro cuerpo. De hecho, la mayor parte de los estudios centrados en analizar el efecto de la MMCC se focalizan en la espalda debido a su gran implicación al presentar la capacidad de generar y soportar mucha fuerza.

La mayor parte de la evidencia sobre espalda y MMCC ha centrado su atención en evaluar el efecto de las técnicas de levantamiento de cargas *stoop* y *squat*<sup>5</sup> sobre la salud de la columna vertebral. La técnica *stoop* se caracteriza por levantar la carga con las rodillas extendidas, flexionar la espalda y mantener la carga alejada del cuerpo. Straker (2003b) describe cuantitativamente esta técnica indicando que la flexión de las rodillas es superior a 135 grados<sup>6</sup>, aproximadamente, con una flexión del tronco de alrededor de 90 grados en el inicio de un levantamiento. Por otro lado, la técnica *squat* se caracteriza por levantar la carga con las rodillas flexionadas, la espalda recta y la carga próxima al cuerpo. Cuantitativamente, las rodillas se encuentran flexionadas alrededor de 45 grados con una flexión del tronco inferior de 30 grados en el inicio de un levantamiento desde el suelo (Straker, 2003b). No obstante, es importante destacar la diversidad de evidencias y opiniones en relación a la implicación de la espalda en el levantamiento de una carga y su efecto, y, como se podrá observar a continuación, no se han alcanzado conclusiones de qué técnica es mejor (McGill, 2007). Adicionalmente, la mayoría de los métodos de observación en ergonomía (centrados o no en la MMCC) se focalizan en categorizar la espalda tomando en consideración la inclinación anterior del tronco, sin tomar en consideración los cambios que se producen a nivel de las curvaturas de la espalda (por ejemplo, Hignett y McAtamney, 2000; Monnington et al., 2002; Takala et al., 2010).

Antes de presentar los estudios sobre espalda y MMCC es importante conocer adecuadamente esta estructura. La columna vertebral está formada por 33 segmentos vertebrales que se dividen en 4 zonas: cervical (7 vértebras; C1 a C7), torácica (12 vértebras; T1 a T12), lumbar (5 vértebras; L1 a L5) y sacra (5 sacras - S1 a S5- y 4 coccígeas que se encuentran fusionadas) (Pérez y Llana, 2015; Kapandji, 2007). La columna vertebral no es un único segmento rígido, sino que se compone por segmentos móviles, entendiendo que un segmento móvil está constituido por 2 vértebras y sus tejidos blandos intermedios (Nordin y Frankel, 2004). Cada una de las

---

<sup>5</sup> *Stoop* y *squat* se traducen al español como "encorvarse" y "agacharse", respectivamente. En este caso, se utilizarán los términos en inglés por ser los utilizados en la literatura y por dar nombre a las técnicas.

<sup>6</sup> En este caso, los ángulos presentados en el estudio de Straker (2003b) son respecto al ángulo generado entre el muslo y la pierna, entendiendo que la extensión son 180 grados.

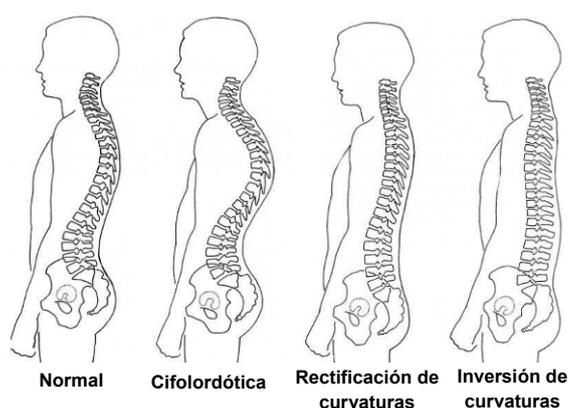
4 zonas de la columna vertebral presenta una ligera curvatura anterior o posterior. Las zonas cervical y lumbar presentan una ligera curva de convexidad anterior (lordosis cervical y lumbar) y las zonas torácica y sacra presentan una ligera curva de convexidad posterior (cifosis torácica y sacra) (Peterson, Kendall y Geise, 2005; Pérez y Llana, 2015). La columna vertebral está compuesta por diversas curvaturas con el fin de incrementar su resistencia a la compresión axial (se calcula que la resistencia de la columna vertebral con curvaturas es proporcional al cuadrado de su número de curvaturas más uno). Suponiendo que la columna vertebral no presenta curvaturas, tendría una resistencia de uno. En cambio, la columna vertebral con las tres curvaturas móviles (zona cervical, torácica y lumbar) tienen una resistencia a la compresión axial diez veces mayor (Kapandji, 2007).

La columna vertebral como articulación presenta tres grados de libertad: el movimiento de flexión y extensión desde el plano sagital, movimiento de inclinación lateral desde el plano frontal y movimiento de rotación desde el plano transversal (Peterson et al., 2005; Kapandji, 2007). Focalizando en el plano sagital, la amplitud de movimiento del tronco en la flexión total es de 110° y 140° en la extensión total. En lo que se refiere a la amplitud de movimiento por cada una de las curvaturas de la espalda, se observa que la zona cervical tiene una amplitud en la flexión de 40° y 60° en la extensión; la zona torácica tiene una amplitud en la flexión de 45° y 40° en la extensión; la zona toracolumbar tiene una amplitud en la flexión de 105° y 60° en la extensión; y la zona lumbar tiene una amplitud en la flexión de 60° y 20° en la extensión (Kapandji, 2007). No obstante, el rango de movimiento de los segmentos móviles de la columna vertebral es divergente entre la población, teniendo en cuenta la edad (McGill, Yingling y Peach, 1999), el sexo y las características individuales (Marras et al., 1994).

Desde un plano sagital, no todas las personas presentan un alineamiento postural normal o ideal (Figura 3.2), caracterizado por presentar las curvaturas normales de la columna vertebral y una posición neutral de la pelvis (Serna, Santoja y Pastor, 1996; Peterson et al., 2005). Las curvaturas presentan unas angulaciones que pueden oscilar entre amplios márgenes de normalidad. Se considera dentro de los márgenes de normalidad cuando la curvatura posterior de la zona torácica (cifosis), se encuentra entre los 20° - 45° entre la T1 y T12 (Fon, Pitt y Cole, 1980; López-Miñarro, Rodríguez, Santonja, Yuste y García, 2007), y la curvatura anterior normal de la zona lumbar (lordosis), se encuentra entre -20° y -40° (tomando en consideración que los ángulos en lordosis se presentan negativos) entre la L1 y L5-S1 (López-Miñarro et al., 2007). Estos márgenes de normalidad deben considerarse solo como guías y no establecerse

como estándares (Fon et al., 1980). Además, se ha observado que los ángulos de la curvatura torácica y lumbar aumentan con la edad (Korovessis, 1998; Gelb, 1995).

No obstante, pueden producirse desalineaciones sagitales de la columna vertebral que pueden ser no estructuradas o estructuradas. Las desalineaciones no estructuradas son anomalías corregibles y modificables que se manifiestan en una alteración del grado de curvatura, y que, por lo tanto, no implican una deformación de las estructuras vertebrales. En cambio, las desalineaciones estructurales implican una alteración del grado de curvatura derivada por la deformación de las estructuras vertebrales, y, en este caso, la corrección no termina siendo completa (Serna et al., 1996). Las principales desalineaciones (Figura 3.2) pueden ser la cifolordótica, que implica un aumento de la curvatura torácica y lumbar, generando hipercifosis o hiperlordosis; la rectificación, que implica una disminución de las curvaturas generando una espalda recta; y la inversión de las curvaturas, que se presenta por adquirir una lordosis torácica y una cifosis lumbar (Serna et al., 1996; Peterson et al., 2005). En este caso se han indicado a modo de guía unas angulaciones de las desalineaciones de las curvaturas torácica y lumbar. En el caso de la curvatura torácica se puede clasificar como hipercifótica leve entre los  $46^{\circ}$  -  $60^{\circ}$ , hipercifótica moderada mayor de  $61^{\circ}$  y rectificadora cuando es menor de  $20^{\circ}$ . Por otro lado, la curvatura lumbar se puede clasificar como hiperlordótica por debajo de los  $-40^{\circ}$  y rectificadora por encima de los  $-20^{\circ}$  (López-Miñarro et al., 2007).



**Figura 3.2.** Posibles disposiciones del tronco en el plano sagital. Imagen ilustrativa extraída de Serna et al. (1996).

Focalizando la atención en los movimientos de la zona que mayor implicación tiene en la movilización de cargas, la zona lumbar (Kahrizi, Parnianpour, Firoozabadi, Kasemnejad y Karimi, 2007; McGill, 2007; Mörl, Wagner y Blickhan, 2005; Straker,

2003a), se observa que el movimiento de flexión se puede dividir en tres fases. La primera fase consiste en rectificar la curva anterior y las vértebras quedan alineadas en una posición neutra. En la segunda fase empiezan a aparecer riesgos de lesión, ya que se compone de una rotación sagital anterior de la vértebra superior sobre la inferior. En este caso, solo aparecen tensiones en las fibras posteriores del anillo, y se genera compresión en el núcleo por la parte anterior. Finalmente, de forma inevitable se genera la tercera fase, en la cual la fuerza de cizallamiento empuja la vértebra superior a realizar una translación sagital anterior, conllevando que las apófisis articulares de las vértebras superior e inferior se desencajen (Pérez y Llana, 2015).

Es importante considerar que la posición adoptada por el tronco, principalmente la zona lumbar, se ve condicionada por la pelvis y los movimientos de la articulación de la cadera. Una posición neutra de la pelvis en una posición erguida conlleva una curvatura anterior normal de la zona lumbar. No obstante, una basculación anterior de la pelvis genera la flexión de la cadera y un incremento de la curvatura anterior de la lumbar, generando lordosis. Por otro lado, una basculación posterior de la pelvis conlleva una extensión de la cadera y la desaparición de la curvatura anterior lumbar adoptando una posición recta. Las basculaciones pélvicas están producidas por desequilibrios musculares de la zona lumbar, abdominal y de los flexores y extensores de la cadera (Peterson et al., 2005). Cuando se realiza una inclinación anterior del tronco, el movimiento se genera mediante la pelvis y la zona lumbar. La coordinación de este movimiento se llama ritmo pélvico-lumbar (Norris, 2000; Tafazzol, Arjmand, Shirazi-Adl y Parnianpour, 2013). En el estudio de Esola, McClure, Fitzgerald y Siegler (1996), que se centró en cuantificar y describir el patrón de movimiento de la lumbar y de la articulación de la cadera durante una inclinación anterior con las rodillas extendidas, observaron que entre los  $0^{\circ}$  -  $30^{\circ}$  la relación proporcional de la flexión entre la lumbar y la cadera era de 2:1, mayor implicación de la lumbar que de la cadera; entre los  $30^{\circ}$ - $60^{\circ}$ , la relación proporcional era de 1:1, es decir, la implicación en la inclinación era proporcional; y entre los  $60^{\circ}$  -  $90^{\circ}$ , la relación proporcional era de 1:2, mayor implicación de la cadera que de la lumbar. Esto indica que en la mayoría de los sujetos la zona lumbar tiene una implicación mayor en la fase inicial de la inclinación anterior, y, a medida que aumenta la inclinación la implicación se invierte. En este sentido, este patrón de movimiento descrito en el estudio de Esola et al. (1996) se puede modificar mediante el aprendizaje del uso principal de la flexión de la cadera y mejorando la flexibilidad de los músculos isquiotibiales, que en numerosos casos contribuyen a la limitación del movimiento de la cadera (Norris, 2000). Scandell y

McGill (2003) observaron que mediante un programa de entrenamiento se podía modificar la posición de la lumbar durante actividades de la vida cotidiana.

En bipedestación, la posición recta de la lumbar alineada con la zona dorsal puede producirse por un alineamiento postural con una basculación posterior pélvica permanente (Peterson et al., 2005). Por otro lado, la alineación recta de la zona lumbar con la dorsal se puede producir por el levantamiento de una carga desde el suelo (Norris, 2000; Peterson et al., 2005). La alineación recta de la lumbar es normal ante la inclinación anterior del tronco, pero es importante no sobrepasar la alineación con la contribución de los abdominales, los glúteos y el dorsal largo que ayudan a aumentar la tensión que ejerce la fascia toracolumbar para estabilizar la espalda (Norris, 2000; Peterson et al., 2005). De hecho, Dolan, Mannion y Adams (1994) observaron que sus participantes no podían levantar una carga desde el suelo sin flexionar ligeramente la lumbar (posición recta) aunque se les pidiese mantener la lordosis lumbar.

Generalmente se aconseja mantener las curvaturas naturales de la espalda durante la MMCC realizando la flexión desde la cadera (Anderson y Chaffin, 1986; McGill, 2007), y se destaca principalmente el hecho de mantener la curvatura anterior de la lumbar (lordosis) durante el levantamiento, lo que propicia, en mayor medida, realizar la flexión con la cadera en vez de la lumbar. En la mayoría de los casos el hecho de mantener la curvatura anterior lumbar no genera la hiperextensión lumbar sino que la tendencia es hacer una rectificación de la curvatura anterior (adoptar una posición recta) o bien una flexión máxima (Mawston y Boocock, 2012). De hecho, la pelvis puede inclinarse aproximadamente unos 90 grados respecto a la flexión de cadera, debido a que se ve limitada por la musculatura isquiotibial. Posteriormente, para adquirir una inclinación anterior completa con las piernas extendidas, se requiere la participación de ambos segmentos (Norris, 2000). Granata y Sanford (2000) demostraron en su estudio que el levantamiento de una carga influenciaba en la coordinación de la lumbar y la pelvis, ya que el movimiento lumbar aumenta en relación a la contribución de la pelvis y con el peso adicional. En la misma línea, Mitnitski, Yahia, Newman, Gracovetsky y Feldman (1998) analizaron la coordinación entre la curvatura anterior lumbar y la inclinación del tronco en el levantamiento de una barra (en la fase de extensión) en distintos pesos y desde una altura de 10 centímetros desde el suelo, y observaron que la curvatura lumbar adquiere los 0 grados (posición recta) ante una inclinación del tronco de 20 grados aproximadamente, pudiendo variar entre los 15 y los 30 grados según el peso y el sujeto. Además, los resultados

indicaron que los cambios de la curvatura anterior lumbar y la inclinación del tronco están rigurosamente correlacionados.

En este sentido, Anderson y Chaffin (1986) observaron que realizar un levantamiento manteniendo las curvaturas naturales, las rodillas flexionadas y los pies asimétricos (un pie más avanzado que el otro), era la técnica que minimizaba la tensión de los ligamentos lumbares, la compresión del disco L5/S1 y los requerimientos de las articulaciones del cuerpo. Por otro lado, Hart, Stobbe y Jaraiedi (1987) analizaron el momento de flexión del tronco en distintas posiciones de la curvatura lumbar y desde distintas alturas de la carga. En este caso, observaron que la curvatura anterior lumbar y la lumbar en posición recta, en agarrar la carga desde cualquiera de las alturas (25, 50 y 76 cm), presentaba un momento de flexión del tronco menor que en comparación con la posición cifótica. Además, observaron que el levantamiento en lordosis permitía facilitar el músculo erector lumbar de la espalda. Concretamente, en el levantamiento desde la altura de 25 cm, la lumbar en lordosis presentaba un momento de flexión del tronco próximo a 220 newton metro (Nm) y en posición recta de casi 230 Nm, en comparación con los casi 240 Nm en cifosis. En este caso, concluyeron que en levantamientos desde el suelo era más recomendable mantener la curvatura anterior de la lumbar (lordosis).

Por otro lado, Maduri, Pearson y Wilson (2008) evaluaron la curvatura de la zona lumbar en distintos levantamientos (ligero y pesado), velocidades (lento y rápido) y en cuatro ángulos de inclinación del tronco (0°, 30°, 60° y 90°), identificando que el peso tiene un efecto en la zona lumbar. Observaron que durante una flexión rápida o lenta con un peso ligero y una flexión rápida con una carga pesada no se adoptaba una posición recta de la zona lumbar hasta el 60-80% de inclinación del tronco con las piernas extendidas. No obstante, la flexión lenta con una carga pesada se iniciaba adoptando una posición recta de la zona lumbar y se convertía en cifosis en el 40-60% de la inclinación del tronco. Durante la extensión del tronco, se observó que en todos los casos se adoptaba una posición cifótica hasta adquirir una posición erguida, a excepción de la carga pesada levantada de forma lenta. En la misma línea, Riley, Craig, Sharma, Billinger y Wilson (2015) analizaron la curvatura lumbar durante el levantamiento comparándola entre personas que eran noveles y personas experimentadas en levantar pesos. Observaron que los noveles mantuvieron una curvatura lumbar cifótica con mayor frecuencia durante la fase de ascenso y descenso del levantamiento, a diferencia de los experimentados que tendían a adoptar la curvatura anterior lumbar o rectificada tanto en la fase de ascenso como en la de

descenso del levantamiento. Asimismo, McGill, Hughson y Parks (2000) analizaron el efecto de mantener la lumbar en posición neutral en una inclinación del tronco de 30 grados, y observaron que no había diferencias significativas en el ángulo de las fibras longuísimas/ilicostales entre una posición neutra de la lumbar en inclinación y una posición erguida.

Centrando la atención en la flexión máxima, ésta se produce principalmente en la zona lumbar de la columna vertebral y se produce ante una modificación de la curvatura hacia el sentido posterior, adoptando una postura de cifosis lumbar (Peterson et al., 2005). La flexión máxima del tronco en el levantamiento o descarga de una carga se produce generalmente ante la utilización de la técnica *stoop*, que conlleva a la aparición de la cifosis lumbar y alcanzar mayores rangos de movimientos en la parte alta y baja de la zona lumbar a diferencia del levantamiento con la técnica *squat* (Mörl et al., 2005). Aunque Kahrizi et al. (2007) observaron que una flexión del tronco de 0 a 30 grados y flexionar las rodillas de 180 a 45 grados (de posición erguida a posición en cuclillas) conllevaba también la modificación de la curvatura lumbar, pasar de lordosis a cifosis. Además, realizando un *test post hoc* observaron que adoptando una flexión del tronco de 15 a 30 grados durante la sujeción de cargas en tareas estáticas por delante de las rodillas, la curvatura lumbar cambiaba significativamente de lordosis a cifosis, aumentando significativamente el momento externo, las fuerzas de compresión y las fuerzas de cizallamiento. En este sentido, McGill (1997) no pone el énfasis en si el levantamiento es con las rodillas extendidas (*stoop*) o flexionadas (*squat*), sino en la colocación de la carga, que debe situarse cerca del cuerpo para reducir el momento de reacción y evitar la flexión máxima, con su consecuente fuerza de cizallamiento.

Cuando la espalda alcanza su máxima flexión, los músculos paravertebrales se relajan cuando se encuentran completamente estirados, se produce el fenómeno de relajación-en flexión (Schultz, Haderspeck-Grib, Sinkora y Warwick, 1985). En este momento, el momento de flexión anterior se contrarresta por los ligamentos posteriores y por los músculos paravertebrales de forma pasiva. A nivel vertebral, en la flexión máxima, se produce una rotación sagital anterior de la vértebra superior sobre la inferior, provocando que las apófisis articulares de la vértebra superior se desencajen de las inferiores. En este momento las fibras posteriores del anillo fibroso soportan toda la tensión, ya que las fibras anteriores quedan laxas, pudiendo provocar riesgo de lesión. De forma inevitable, posterior a la rotación sagital anterior, se produce la translación sagital anterior de la vértebra superior sobre la inferior, es decir, un desplazamiento anterior de la vértebra, aumentando la tensión de las fibras posteriores del anillo fibroso. Debido a la translación anterior, la apófisis articular

inferior de la vértebra superior impacta con la apófisis superior de la vértebra inferior, produciéndose en todas las vértebras lumbares, y se generan fuerzas de cizalla anteriores (en las apófisis articulares superiores) y posteriores (en las apófisis articulares inferiores) (Pérez y Llana, 2015). McGill et al. (2000) observaron que una flexión lumbar reducía el coseno de la orientación del longuísimo/ilicostal, afectando a la habilidad de los extensores lumbares para soportar las fuerzas de cizallamiento debido a la flexión del torso. En relación al riesgo, Gallagher, Marras, Litsky y Burr (2005) sometieron a prueba la columna vertebral de cadáveres, para ver a cuántos ciclos de repeticiones se producía el daño en los tejidos medulares. Con una flexión lumbar de 45 grados con un peso de 9 kilogramos, el daño de los tejidos se producía a una media de 263 ciclos repetitivos de flexión y extensión; en cambio con una flexión de 22,5 grados, el daño se producía a 3257 ciclos y a 0 grados de flexión se producía a 8253 ciclos. Se debe tener en cuenta que el levantamiento y descarga de una carga con la espalda flexionada, implica el sustento del peso del tronco y el peso de la carga. El peso del tronco se desplaza y se añade el peso de la carga. El brazo de palanca, la distancia entre el centro de gravedad de la carga y el centro de movimiento de la columna, incrementa, y conlleva el aumento del momento de flexión sobre el disco y las cargas sobre la columna lumbar (Pérez y Llana, 2015). Las fuerzas de cizalla que se generan con una flexión de la lumbar son de 1000 N, a diferencia de los 200 N con una postura neutral (McGill, 2007).

Como se observa, la mayoría de los estudios de carácter biomecánico se centran en evaluar el efecto de la flexión en la columna vertebral, focalizando la atención en la zona lumbar, y existen pocos estudios que evalúen el efecto en las tres zonas. Concretamente, Larivière, Gagnon y Loisel (2000) observaron las angulaciones de la curvatura torácica y lumbar durante el levantamiento de una carga de 12 kilogramos, comparándolo entre personas que presentaran dolor lumbar crónico y personas que no. Observaron que las personas que presentaban dolor lumbar crónico flexionaban significativamente más la zona dorsal que los que no tenían dolor (5 grados más). Consideraron que esta diferencia se producía por compensar la limitación de la flexión lumbar y les permitía poder alcanzar la carga del suelo. No obstante, el incremento de la flexión dorsal puede verse sobrecargada y conllevar dolor dorsal y otros problemas musculoesqueléticos.

Otro estudio que analizó el efecto del levantamiento de una carga en las distintas curvaturas del tronco fue Gill, Bennett, Savelsbergh y van Dieën (2007). El estudio se centró en analizar el levantamiento de una carga con tres técnicas de levantamiento (*squat*, *stoop* y técnica a escoger por el participante) y situando la carga en tres

distancias diferentes respecto a los dedos de los pies (10, 20, 30, 40 y 50 centímetros). Observaron que la técnica *stoop* y, en segundo lugar la técnica libre, incrementaban significativamente el ángulo de flexión de la curvatura torácica (ángulo de la parte media de la zona torácica y ángulo toracolumbar) en comparación con la técnica *squat* cuando la carga se situaba a 10 cm. Además, se observó que a mayor distancia de la carga respecto a los dedos de los pies, la técnica *stoop* y la libre generaban una disminución significativa del ángulo de la parte media de la zona torácica, y en el caso de la técnica *stoop* también se observó una disminución significativa del ángulo toracolumbar. En cambio, la técnica *squat* generó un incremento del ángulo de la curvatura torácica (parte media y toracolumbar) cuando la carga se situaba a mayor distancia. No se observaron diferencias entre las tres técnicas en el ángulo de la curvatura lumbar.

Es importante tener presente que la curvatura torácica se ve condicionada por la curvatura lumbar, así como la curvatura cervical se ve condicionada por la posición de la curvatura torácica (Peterson et al., 2005). McGill (2007) incide en la importancia de mantener el tronco con las curvaturas naturales realizando una inclinación del tronco desde la articulación de la cadera en lugar de flexionar la espalda, ya que los efectos de flexionarla son negativos por la carga de cizallamiento que se genera en la columna intervertebral y el riesgo de que se produzcan lesiones. Por ende, se debe evitar cifosar la columna torácica, signo de una técnica incorrecta que puede generar el origen de estrés en los ligamentos, desgarros musculares y hernias discales (López-Miñarro, 2008).

A nivel cervical hay pocos estudios que analicen el efecto de la posición de la cabeza durante la MMCC. No obstante, Ishida, Watanabe, Eguchi y Kobara (2009) observaron que durante la secuencia de varios levantamientos de una carga, la tendencia es realizar una extensión cervical más que una flexión. Al realizar una extensión de la cervical implica un aumento de los ángulos de flexión de la cadera, rodillas y tobillos para compensar la posición de la cabeza a diferencia de la posición de la cabeza hacia abajo (Ishida, Watanabe, Eguchi y Kobara, 2008).

En relación con la extensión, la evidencia actual centrada en el transporte anterior de cargas (sujetadas por delante del cuerpo) es limitada. No se ha encontrado ningún estudio que analice el efecto del transporte anterior de una carga sobre la columna vertebral, y en concreto focalizándose en el movimiento de extensión. No obstante, se ha identificado un estudio de Anderson et al. (2007) centrado en el análisis de la actividad muscular y el ángulo sagital del tronco en el transporte de dos tipos de

cargas, agarradas a distinta altura y caminando en dos posibles velocidades. Observaron que caminar transportando una carga por delante del cuerpo con los brazos extendidos simétricamente, por ejemplo, un cubo lleno de patatas, conllevaba un incremento de la actividad muscular del recto abdominal y del erector de la espalda respecto a una posición estática (sin desplazamiento). No obstante, no observaron diferencias significativas en el ángulo sagital del tronco transportando la carga simétrica con los brazos extendidos. Aunque sí que se observaron diferencias significativas en el ángulo sagital del tronco llevando la carga a la altura de los hombros, generando mayor extensión del tronco. En este caso, la altura de la superficie desde donde se recoge la carga y donde se deposita tiene una influencia significativa en la posición del tronco. Concretamente, desplazar la carga desde o hacia una superficie más elevada, genera mayores movimientos de extensión (Padula y Coury, 2003).

A modo de conclusión, los estudios evidencian que la espalda debe mantenerse neutral en el transcurso de una MMCC, minimizar sus flexiones, principalmente en la zona lumbar y evitar las flexiones máximas que conllevan una cifosis acentuada en la zona dorsal y lumbar.

### **3.1.2.2. Pies**

Son varios los estudios que han analizado la posición de los pies en la MMCC y se ha observado que la posición de los pies es un parámetro significativo para determinar la ejecución de un levantamiento (Authier, Lortie y Gagnon, 1996). Esto significa que la posición de los pies tiene un efecto en la técnica de ejecución de las distintas partes del cuerpo que intervienen en ella. Partiendo de la revisión realizada por Straker (2003a), se observó que la posición de los pies varía entre estudios; concretamente se identificaron las dos posiciones más comunes para los pies: pies paralelos y un pie al lado de la carga y el otro por detrás (uno más avanzado que el otro). Las posiciones de los pies que se analizaron se asocian a una técnica MMCC, concretamente los estudios se han centrado principalmente en la técnica *squat* y *stoop* (Hsiang et al., 1997; Straker, 2003a) y la técnica libre (colocación libre de los diferentes segmentos del cuerpo implicados en la MMCC por parte del sujeto) (Kingma, Bosch, Bruins y van Dieën, 2004).

Partiendo del estudio biomecánico de Anderson y Chaffin (1986), centrado en analizar la resistencia del ligamiento lumbosacro y la compresión de los discos de la L5/S1 ante

dos tipos de posiciones de los pies y combinado con las dos técnicas de levantamiento (*stoop* y *squat*), observaron que la colocación de los pies en paralelo o simétricos detrás de la carga, tanto si se adoptaba la técnica *stoop* como *squat* generaba una mayor fuerza compresiva en L5/S1, así como mayores esguinces en el ligamento fascia lumbodorsal, comparado con los pies al lado de la carga. Se observó que sucedía tanto en el levantamiento de cargas compactas como voluminosas, aunque los valores más altos fueron con la técnica *squat*, con la espalda curvada. Por otro lado, los pies paralelos o simétricos detrás de la carga reducían la estabilidad de la persona. En la misma línea, en el estudio de Kingma et al. (2004) observaron que las fuerzas compresivas en L5/S1 eran mayores con la colocación de los pies detrás de la carga, sobre todo se observaron valores más altos con la técnica *squat*, a diferencia de la técnica *stoop*. Por otro lado, los pies simétricos detrás de la carga con flexiones profundas de rodillas propicia la elevación de los talones del suelo y deriva a mayor inestabilidad.

Otra de las posiciones que la literatura destaca es la de pies asimétricos al lado de la carga (Demaret, Gavray, Tassignon y Willems, 2007; EASHW, 2007). Esta posición está recomendada como óptima para la MMCC. En este sentido, Anderson y Chaffin (1986) y Kingma, Faber, Bakker y van Dieën (2006) observaron y concluyeron que la posición de los pies asimétricos, es decir, un pie al lado de la carga y el otro por detrás, en combinación con la técnica *squat*, permite reducir la distancia horizontal entre L5/S1 y la carga, ya que la carga se encuentra entre los pies y las rodillas durante su elevación, y, por lo tanto, conlleva reducir las fuerzas compresivas en la columna vertebral. Por otro lado, la posición asimétrica de los pies permite una mayor estabilidad, ya que la base de sustentación es más amplia y el centro de gravedad desciende (Anderson y Chaffin, 1986; Kirby, Price y MacLeod, 1987). De hecho, en un estudio reciente de Zhou, Dai y Ning (2013) observaron que un pie más avanzado que el otro en la manipulación inesperada de una carga era la posición que generaba un menor incremento del ángulo de flexión del tronco y del momento máximo de fuerzas compresivas de la articulación L5/S1 en comparación con la posición de los pies simétricos juntos o separados.

Por ende, tomando en consideración los estudios en relación a la posición de los pies y las actuales recomendaciones en la guías de la MMCC, la posición pies asimétricos, uno al lado de la carga y el otro por detrás, es recomendada como la posición óptima para la MMCC.

### 3.1.2.3. Rodillas

Como se ha mencionado anteriormente, la mayor parte de la evidencia se ha centrado principalmente en las técnicas de levantamiento de cargas *stoop* y *squat*, que se diferencian por la implicación del tronco y de la articulación de las rodillas. No obstante, al centrar la atención en las rodillas, se debe destacar una técnica alternativa que surgió y que se encuentra entre ambas técnicas mencionadas. Esta técnica se conoce como *semi-squat*. Según la descripción cuantitativa de Straker (2003b), la técnica *semi-squat* se caracteriza por una flexión de las rodillas alrededor de los 90 grados con una flexión del tronco alrededor de los 45 grados en el inicio de un levantamiento desde el suelo.

Focalizándose en las rodillas, en el estudio realizado por Mörl et al. (2005) observaron que no flexionar o flexionar ligeramente las rodillas en el levantamiento de una carga desde el suelo implicaba una mayor flexión de la zona lumbar, provocando que ésta realice la mayor parte de la fuerza durante el levantamiento. Además, se observó que en este caso la flexión de cadera era menor, conllevando la desaparición de la lordosis y la aparición de la cifosis en la zona lumbar. Por otro lado, la flexión de rodillas extrema también se considera que presenta contraindicaciones por su elevada exigencia física al solicitar una gran implicación muscular en su ejecución. Se observó que genera un 14,3% más de consumo máximo de oxígeno a diferencia de realizar el levantamiento de la carga con las rodillas extendidas o ligeramente flexionadas (técnica *stoop*) (Hagen, Hallen y Harms-Ringdahl, 1993). En relación al efecto que tiene la realización de una flexión extrema de rodillas en la espalda, se debe considerar la colocación de la carga y de los pies. Según el estudio de Kingma et al. (2004) centrado en evaluar el efecto de la posición de los pies en cuatro tipos de técnicas de levantamiento y la altura inicial de la carga en los momentos máximos y las fuerzas compresivas en L5/S1, observaron que la flexión extrema de rodillas para el levantamiento de una carga con los pies por detrás genera mayores fuerzas de compresión que con las rodillas extendidas y flexionando la espalda. También observaron que colocando los pies al lado de la carga, las fuerzas de compresión disminuyen pero permanecen mayores en comparación con las rodillas extendidas y flexionando la espalda. En relación con la altura inicial de la carga para ser elevada, Kingma et al. (2004) observaron que una carga elevada desde 0,05m con la técnica *squat* genera mayores fuerzas de compresión y momentos máximos en L5/S1 y mayor flexión lumbar que con la técnica *stoop*. En el caso de lograr mayor flexión lumbar con la técnica *squat* que con la *stoop*, se debe principalmente al hecho que la cadera adquiere su flexión máxima cuando se eleva una carga desde una altura de 0,05m

utilizando la técnica *squat*. Por otro lado, adoptar una flexión extrema de rodillas (asociada a la técnica *squat*) conlleva la elevación de los talones del suelo, hecho que genera inestabilidad a la persona durante la elevación. En este caso, el estudio de Toussaint, Commissaris y Beek (1997) centrado en analizar si los ajustes posturales anticipados en la realización de levantamientos utilizando la técnica *squat* y la *stoop* son un comando voluntario o involuntario del sistema motor, observaron que durante la realización del levantamiento con la técnica *squat*, el equilibrio era más alterado ante cambios inesperados en la carga que utilizando *stoop*.

En cambio, la realización de la MMCC con una flexión de las rodillas igual o superior a los 90 grados es recomendable para evitar flexiones extremas de la articulación, principalmente en personas que presentan problemas articulares de rodilla (Straker, 2003b). Centrando la atención en el momento de flexión anterior, al realizar un levantamiento con una flexión moderada de las rodillas, la carga entre las rodillas y la espalda recta permite reducir la distancia entre la carga y el tronco. Por consiguiente, se reducen los brazos de palanca de las fuerzas producidas por el peso de la carga y por el tronco, en comparación con un levantamiento realizado con las rodillas extendidas (Nordin y Frankel, 2004). Por otro lado, Mörl et al. (2005) observaron que la flexión de las rodillas con una flexión de la cadera permite que las piernas produzcan mayormente el levantamiento, evitando cargas de trabajo en la zona lumbar. Además, una flexión moderada en el inicio del levantamiento de una carga permite la coordinación interarticular, es decir, las articulaciones de las extremidades inferiores y del tronco flexionan y se extienden al mismo tiempo, a diferencia de hacerlo secuencialmente. De hecho, se ha observado que normalmente las rodillas se extienden antes que la articulación de la cadera (Burgess-Limberick, 2003). También se debe tener en cuenta la base fisiológica, es decir, realizar un levantamiento con las rodillas flexionadas activa el glúteo mayor que se encuentra insertado en el fémur y en el tensor de la fascia lata. Al flexionar las rodillas y la cadera se tensa el tensor de la fascia lata y se vuelve más eficiente, permitiendo que la pelvis tenga mayor potencia y disminuir el estrés en el tronco (López-Miñarro, 2008).

En conclusión, la flexión moderada de las rodillas (máximo 90 grados) permite poder minimizar la carga en la zona lumbar y reducir el brazo de palanca de las fuerzas producidas por el peso externo, a diferencia de iniciar el levantamiento con las piernas extendidas. Además, evita los efectos lesivos y la elevada exigencia física que tienen las flexiones extremas de la articulación.

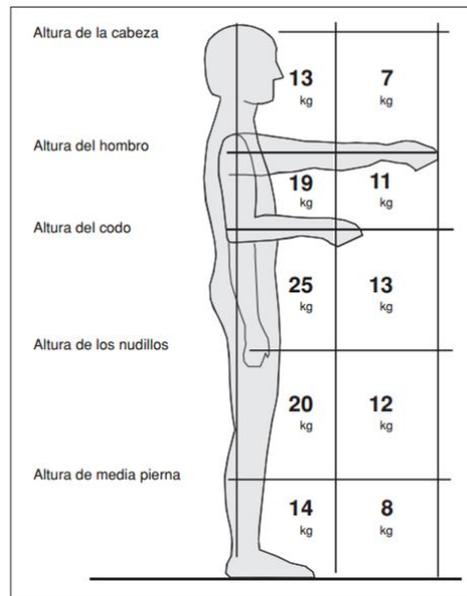
#### 3.1.2.4. Brazos

En relación a los brazos, se hace referencia, por un lado, a la altura en que la persona sitúa la carga respecto al suelo, que puede derivarse de la posición de la articulación del codo y, de la distancia horizontal en que se encuentra la carga respecto al cuerpo, que puede derivarse de la posición de la articulación del hombro desde el plano sagital.

En relación a la altura en que la persona sitúa la carga respecto al suelo, mediante una revisión de la literatura centrada en la MMCC no se ha encontrado evidencia específica que justifique la posición del codo desde el plano sagital en la MMCC. Los estudios se han centrado principalmente en analizar la posición del agarre de la caja (Jung y Jung, 2010), recomendando que la carga a movilizar tenga asas (Drury, 1980). En este sentido, Ciriello, Snook y Hughes (1993) observaron que el peso máximo aceptado de una carga sin asas debería ser un 16% menor al indicado para cargas con asas. La Figura 3.3 muestra los pesos teóricos recomendados según la zona donde se manipule la carga. La posición de la carga a la altura de los nudillos se considera la altura óptima y anatómica (Colombini, Occhipinti, Alvarez-Casado y Waters, 2013).

El primer aspecto en relación a la posición del codo, es tener en cuenta que la carga debe situarse lo más cerca posible del cuerpo (Marras, Granata, Davis, Allread y Jorgensen, 1999). La mayor parte de las guías actuales en MMCC, indican mantener la carga lo más cerca posible del cuerpo, tanto al levantar como al transportar y descargar (INSHT, 2003; Demaret et al., 2007; EASHW, 2007). De hecho, se recomienda que el levantamiento y descarga de la carga se realice con los brazos extendidos tanto para cargas con asas (buen agarre) como para cargas sin asas, y deben ser agarradas por la base, ya que permite poder alcanzar la carga sin necesidad de flexionar e inclinar excesivamente el tronco (Drury, 1980; McGill, 2007; INSHT, 2003; Demaret et al., 2007; EASHW, 2007). En el caso de cargas sin asas, se observó que la posición de las manos por debajo de la carga y justo por el centro (agarre simétrico) era la posición que minimizaba la fuerza a realizar en la manipulación (Drury, 1985). En el transporte, también se ha indicado mantener los brazos extendidos o con una ligera flexión (Drury, 1980; Demaret et al., 2007; EASHW, 2007) permitiendo reducir el esfuerzo ejercido y la fatiga de la musculatura del antebrazo (Health y Safety Executive, 2004). Un aspecto a considerar es que la carga no debe obstaculizar durante su transporte el movimiento de las piernas en el desplazamiento, para ello debe situarse entre la cintura y la cadera (Drury, 1980).

Además, se debe tener en cuenta la posición de la muñeca, manteniéndola en una posición neutral alineada con el antebrazo (Drury, 1980; Drury, 1985).



**Figura 3.3.** Peso teórico recomendado en función de la zona de manipulación (INSHT, 2003).

En relación a la distancia horizontal en que se encuentra la carga respecto a la persona en el momento de levantarla, ha sido uno de los aspectos que la mayoría de los estudios se han centrado en analizar (Hsiang et al., 1997). Generalmente, se distingue entre carga aproximada o separada del cuerpo (Faber, Kingma, Bakker y van Dieën, 2009). En los métodos observacionales para la evaluación de la MMCC, se define como recomendable la carga próxima al cuerpo cuando la distancia horizontal en posición erguida es menor de 20 centímetros (Health and Safety Executive, 2004), de 25 centímetros (Arbouw Foundation, 1997) y menor de 20 grados de flexión anterior de la articulación escápulo-humeral (Hignett y McAtamney, 2000). Park y Chaffin (1974) presentaron uno de los primeros estudios biomecánicos que comparaba las fuerzas de compresión en la zona lumbar según la técnica *stoop* y la técnica *squat*. La estimación se realizó mediante el cálculo de distintos rangos de posturas simuladas y utilizando la mediana de medidas antropométricas de la población masculina de los Estados Unidos. A partir de la estimación, concluyeron que la colocación de la carga cerca de los pies permite poder levantar la carga con los brazos extendidos (rectos) y levantar la carga entre las piernas, generando así, menores tensiones al músculo erector de la espalda y menores fuerzas de compresión en el disco L5/S1. No

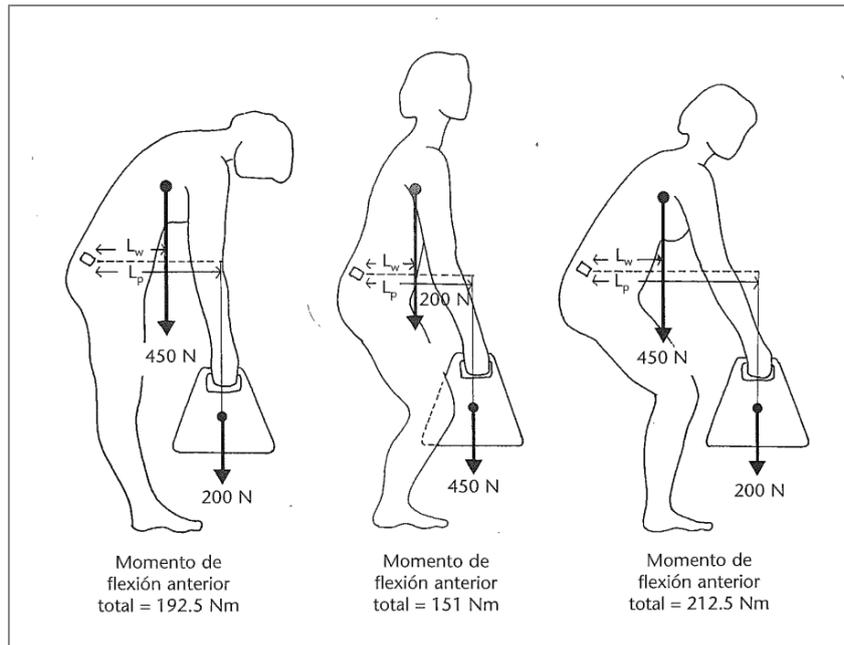
obstante, cuando la carga no puede ser colocada entre los pies, sino por delante de los pies, se observó que era más recomendable utilizar la técnica *stoop* que *squat*, ya que se reducían las fuerzas compresivas en la zona lumbar.

En el mismo sentido, el estudio de Anderson y Chaffin (1986), centrado en analizar la técnica de levantamiento en combinación con los pies, observaron que la posición asimétrica de los pies en el levantamiento permitía la colocación de la carga entre las rodillas, y, por lo tanto, más próxima al cuerpo, conllevando menores requerimientos a las articulaciones y por ello más trabajadores tenían la capacidad de realizar el levantamiento, incluso con cargas voluminosas. Con los pies por detrás de la carga, identificaron que con la técnica *stoop* se generaba menor fuerza de compresión en el disco L5/S1 cuando se elevaban cargas voluminosas, aunque para cargas compactas era la técnica que generaba mayor fuerza de compresión (superior a los 6.400N máximos que puede resistir la lumbar).

Los estudios de Kingma et al. (2004) y Kingma et al. (2006) también observaron que la colocación de la carga entre los pies reduce la carga que debe soportar la espalda, ya que se reduce la distancia horizontal entre la carga y la zona lumbar. La revisión que realizaron van Dieën, Hoozemans y Toussaint (1999) acerca de los estudios biomecánicos sobre la técnica de levantamiento de cargas, concluyeron que situar la carga entre los pies en combinación con la técnica *squat* generaba menores momentos de fuerza y fuerzas de compresión. En el caso de colocar la carga por delante de los pies, identificaron que los momentos de fuerza y fuerzas de compresión eran mayores con la técnica *squat* que con la *stoop*. Cabe destacar que en todos los estudios se recomendaba la colocación de la carga entre los pies.

Focalizando la atención en el momento de flexión anterior global, la colocación de la carga entre los pies (en el momento de levantarla desde el suelo) o las piernas (en el transcurso del levantamiento), es decir, más próxima al cuerpo, es menor que situar la carga por delante de los pies o las rodillas, ya que el centro de gravedad de la carga se encuentra más cerca del centro de movimiento de la columna, y por lo tanto se minimiza el brazo de palanca (Figura 3.4).

Por ende, se observa que los estudios y la guías para la MMCC recomiendan mantener la carga lo más cerca posible del cuerpo y manteniendo una posición extendida o con ligera flexión de la articulación del codo para favorecer la alineación de la mano y muñeca con el antebrazo.



**Figura 3.4.** Momento de flexión anterior total en función de la posición del tronco, rodillas y de la carga elevada (imagen extraída de Pérez y Llana, 2015, p. 285).

### 3.2. Sistema de observación SsObserWork centrado en la MMCC

La evidencia presentada en los apartados anteriores permitió fundamentar la construcción del instrumento observacional *ad hoc* de la MMCC, en el sentido de poder identificar los criterios y las categorías, así como esclarecer la recomendaciones actuales. En este sentido, en la evidencia revisada se identificaron los siguientes criterios y categorías que sirven de base para el desarrollo del instrumento observacional *ad hoc* (Figura 3.5).

Espalda	Neutral Flexión Flexión Máxima Extensión (en posición erguida)
Pies	Pies simétricos detrás de la carga Pies asimétricos (un pie al lado de la carga y el otro por detrás)
Rodillas	Extensión Flexión moderada Flexión severa
Codos	Extendidos Flexionados
Distancia de la carga respecto al cuerpo	Cerca Separada

**Figura 3.5.** Criterios y categorías identificadas en la revisión de la evidencia.

A partir de esta revisión y de la delimitación de una situación estandarizada de la MMCC, en diciembre de 2011 se inició el desarrollo del instrumento observacional *ad hoc* de la MMCC. El proceso de desarrollo del instrumento presentó dos fases:

- 1a. Desarrollo de la primera versión que fue aplicada en el estudio piloto implementado en una empresa del sector metalúrgico. Esta primera versión constaba de ocho criterios referentes a los segmentos corporales y articulaciones implicadas en la MMCC y un criterio para la identificación de las fases. El instrumento contaba con un total de 40 categorías.
- 2a. Optimización del instrumento. Generación de la versión actual que se presenta en este estudio, partiendo de la revisión de la evidencia presentada en los apartados anteriores. El instrumento se redujo a seis criterios y 27 categorías y un criterio para la identificación de las fases. Uno de los seis criterios se ha

generado en esta versión (*interacción inclinación/desplazamiento*). Los criterios y categorías se presentan en el apartado 3.2.2.

Cabe destacar que en el proceso de desarrollo y delimitación de las unidades de conducta, se tuvo en cuenta que cada unidad de conducta fuese **delimitable** (se debe poder distinguir y diferenciar de la anterior y posterior), **denominable** (un nombre específico que ayude a definir su identidad y diferenciarse de las otras unidades de conducta que puedan tener similitudes) y **definible** (se debe poder explicar el significado de su denominación y explicar con matices) (Anguera y Blanco, 2003). De hecho, la definición de las categorías o códigos puede influir en la calidad del dato (Anguera y Hernández-Mendo, 2014).

En la misma línea, la revisión de Denis, Lortie y Rossignol (2000) también señalan que la definición de los criterios y las categorías es un aspecto muy importante para garantizar que el instrumento pueda ser utilizado con fiabilidad, y la ausencia de una adecuada definición es una de las principales debilidades de los instrumentos observacionales utilizados en el ámbito laboral. De hecho, señalan que la definición de los criterios y las categorías tiene un mayor impacto en la fiabilidad que la duración del entrenamiento de los observadores. En parte se debe a que muchos de los métodos observacionales carecen de fundamentación de la evidencia (Juul-Kristensen, Fallentin y Ekdahl, 1997). Además, definiciones ambiguas de las categorías que identifican posturas pueden generar desacuerdo entre los observadores, porque cada observador puede establecer puntos de referencia distintos (Burt y Punnett, 1999). Por ello, se consideró de gran importancia una adecuada definición de los criterios y las categorías, y en el desarrollo del instrumento observacional que se presenta en este estudio se procedió a una cuidada definición de las categorías de cada uno de los criterios con el fin de evitar ambigüedades. Además de una definición completa, en el manual de codificación se establecieron puntos de referencia para facilitar la identificación de las categorías (Wiktorin, Mortimer, Ekenvall, Kilbom y Hjelm, 1995), se incorporaron imágenes y se minimizó el uso de indicaciones basadas únicamente en ángulos, debido a que es más complejo poder determinar sin la utilización de instrumentos adicionales si se encuentra entre un rango de grados (Juul-Kristensen et al., 1997). Por ende, el instrumento observacional *ad hoc* para la descripción de la MMCC pretende ser simple, económico y que pueda ser utilizado por cualquier técnico en PRL con un mínimo entrenamiento, a diferencia de los métodos directos que requieren un instrumental costoso a nivel económico y de aplicación (David, 2005). Por otro lado, se tomó en consideración la evidencia que señala que el número de criterios y categorías pueden influir en la fiabilidad interobservador, es decir, a mayor

número de criterios y categorías, mayor influencia negativa puede tener en la fiabilidad interobservador (Kilbom, 1994; Losada y López-Feal, 2003; Park et al., 2009). Por ello, en la segunda fase del desarrollo del instrumento observacional se minimizaron el número de criterios y categorías, limitándose a las estrictamente necesarias.

Ante la importancia del número de criterios y categorías y su definición, a parte de la experiencia de las autoras del instrumento observacional (una en metodología observacional y la otra en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte), se consultó con cuatro expertos durante el proceso de desarrollo: un fisioterapeuta especializado en la manipulación manual de personas, dos médicos especialistas en medicina del trabajo y en seguridad, ergonomía, psicología e higiene industrial, y un experto en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (CAFD), concretamente en actividad física laboral. La consulta, desde el punto de vista de la validez de contenido, se centró en la comprobación y coherencia de los criterios y las categorías que configuraban el instrumento para la observación de la MMCC. La consulta se realizó mediante la organización de grupos:

- a) Grupo compuesto por las autoras, el experto en fisioterapia y el experto en CAFD.
- b) Grupo compuesto por las autoras, uno de los médicos especialistas en medicina del trabajo y en seguridad, ergonomía, psicología e higiene industrial y el experto en CAFD.
- d) Grupo compuesto por las autoras, el otro médico especialista en medicina del trabajo y en seguridad, ergonomía, psicología e higiene industrial y el experto en CAFD.

Posteriormente, y en base a la evidencia sobre recomendaciones en la ejecución de la MMCC revisada en el apartado 3.1.2, se estableció el criterio de transformación de las categorías en otras más generales que indicaban el carácter, recomendable o no, de las posiciones adoptadas para cada criterio.

Como se expuso en el inicio del presente capítulo, el instrumento observacional *ad hoc* de la MMCC se ha desarrollado para ser utilizado en el marco formativo del proyecto SsObserWork y con un nivel de molaridad que facilite la derivación de dos versiones. Una versión para usar como recurso didáctico y otra para usar como instrumento de evaluación. Se presentará y justificará en primer lugar la definición del contexto formativo, para pasar, a continuación, a presentar el instrumento de heterobservación y el de autoobservación.

### 3.2.1. Definición del contexto formativo y evaluativo en la empresa

Las tareas laborales de MMCC que realizan los trabajadores pueden ser muy variadas, implicar tipos de carga diversa y producirse en espacios y condiciones muy diferentes (INSHT, 2003). Esto sucede tanto en el contexto industrial, como en el ámbito sociosanitario en la movilización de pacientes, en los que intervienen diversos condicionantes (Nogareda, Álvarez y Hernández, 2011). Adicionalmente, se debe tener en cuenta que en varios sectores existen limitaciones en el acceso a ciertos espacios del lugar de trabajo por cuestiones de higiene y seguridad, o bien, para preservar la intimidad de la atención al usuario en el caso sociosanitario. Esta diversidad de tareas y las limitaciones que puede haber en el acceso a los espacios del lugar de trabajo, pueden condicionar la viabilidad de la evaluación de una formación en el mismo lugar de trabajo mediante la observación.

En este contexto, la formación que se plantea y el instrumento de observación *ad hoc* versa entorno una tarea de MMCC estandarizada centrada en las acciones de levantamiento, transporte y descarga. Las características de la situación estandarizada de la formación y correspondiente observación son:

- Tamaño de las cajas a movilizar: 33cm x 35cm x 28cm.
- Agarre: sin asas.
- Peso de las cajas: 8kg
- Altura desde donde se levantan las cajas: Suelo
- Número de cajas a movilizar: 5
- Distancia de desplazamiento para ser transportadas: 5 metros

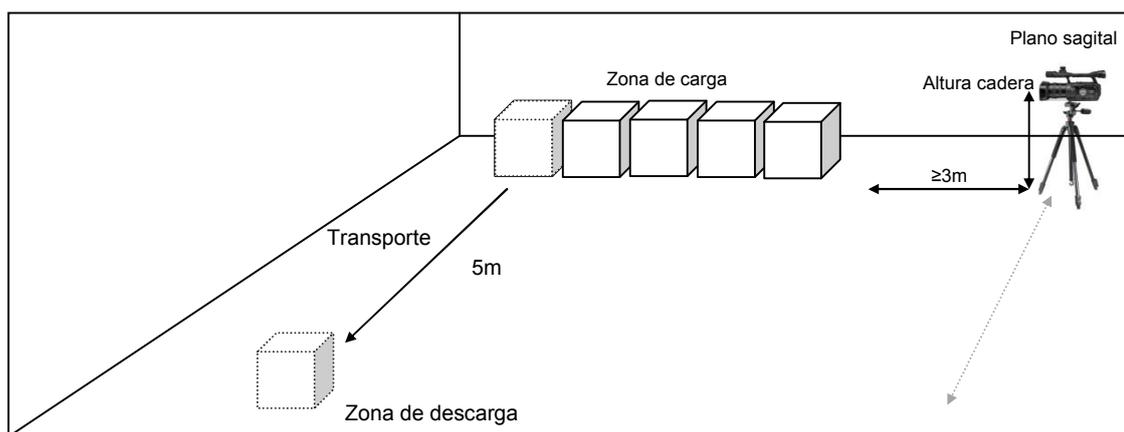
Una vez definida esta situación se ha creado *ad hoc* un instrumento observacional para observar la conducta que se produce de manera espontánea durante la tarea de MMCC siguiendo criterios establecidos desde la metodología observacional (Anguera, 1979, 2003a).

En el contexto de esta situación estandarizada, la aplicación del instrumento observacional *ad hoc* requiere la grabación previa en vídeo, para poder realizar una observación diferida.

Un aspecto importante a considerar cuando se realiza la grabación en vídeo es la calidad del dato que puede verse afectada por diversos riesgos que deberían ser minimizados por el investigador, como, por ejemplo, la falta de perceptividad,

problemas de sincronización temporal y la reactividad que puede generar la situación de observación; o bien, factores que mejoran la calidad del dato, como, por ejemplo, el visionado de calidad de las grabaciones de vídeo, posibilidades de repetibilidad en el visionado, ralentización en la presentación, entre otros (Anguera, 2003b; Anguera y Hernández-Mendo, 2014). Concretamente, la imagen de la grabación puede ser un factor influyente en la calidad del dato. Por ejemplo, Bao, Howard, Spielholz, Silverstein y Polissar (2009) indicaron que algunos de los factores limitantes para una buena calidad de la imagen son la posición de la cámara u objetos que pueden obstaculizar la grabación. Por ello, en la situación estandarizada que se ha presentado se establece la disposición de la cámara de vídeo. Concretamente, la grabación debe realizarse desde un plano sagital del trabajador observado (Kilbom, 1994) y situando la cámara a la altura aproximada de su cadera (da Silva et al., 2014), permitiendo poder seguir al trabajador en el levantamiento, transporte y descarga de las cajas con un trípode con ruedas. En la Figura 3.6 se puede observar la disposición del espacio para la grabación.

Adicionalmente, antes de la grabación de la movilización de las cinco cajas, se requiere tomar una fotografía desde el plano sagital del trabajador colocado en posición anatómica. La imagen permite poder identificar la morfología de la espalda del trabajador (por ejemplo, una acentuación de la cifosis dorsal) y facilitar la observación e identificación de las categorías acordes a este segmento.



**Figura 3.6.** Disposición del espacio para la MMCC y su grabación.

### 3.2.2. Criterios y categorías del instrumento heterobservacional

El instrumento heterobservacional es una combinación de formato de campo y sistema de categorías (Anguera et al., 2008; Anguera et al., 2007). El sistema de las categorías correspondientes a cada uno de los criterios cumplen las condiciones de exhaustividad y mutua exclusividad. El instrumento presenta 6 criterios y 27 categorías, de las cuales 6 son conjuntos vacíos. Adicionalmente, hay un criterio que se estructura a partir de una lista de códigos mutuamente excluyentes, que define las tres fases de la manipulación con sus correspondientes subfases. Cada categoría se ha descrito de forma concreta y en algunas se ha requerido especificar su grado de apertura.

A continuación, se presenta la explicación de los criterios y las categorías que incluyen. Para una explicación más detallada, con imágenes e indicaciones para la observación, es preciso acudir al manual de codificación que se presenta en el Anexo 1 (CD adjunto).

#### **Criterio: Pies**

*Posición de los pies con respecto a la carga.*

#### **Categorías**

Pies simétricos detrás de la carga	Ambos pies se encuentran simétricos (ambos a la misma altura) y colocados por detrás de la carga (posición estática).
Pies asimétricos detrás de la carga	Ambos pies se encuentran asimétricos (uno más avanzado que el otro) y colocados por detrás de la carga (posición estática).
Pies simétricos al lado de la carga	Ambos pies se encuentran simétricos (ambos a la misma altura) colocados ambos al lado de la carga. Es decir, la carga se encuentra entre los pies (posición estática).
Pies asimétricos con un pie al lado de la carga	Ambos pies se encuentran asimétricos (uno más avanzado que el otro) uno colocado al lado de la carga y el otro por detrás (posición estática).
Caminar	Ambos pies o uno de los dos se mueve de su posición estática para iniciar el desplazamiento.

	<u>Grado de apertura</u> Movimiento cíclico de los pies realizado durante el desplazamiento (acción de andar).
Conjunto vacío	Cuando los pies no son observables y se considera que ha habido un cambio de posición que no se puede categorizar.

## Criterio: Rodillas

*Posición de la articulación de las rodillas.*

### Categorías

	Las rodillas se encuentran completamente extendidas.
Extendidas - Flexión Leve	<u>Grado de apertura</u> Las rodillas se pueden encontrar ligeramente flexionadas, es decir, se realiza una pequeña flexión de las rodillas que conlleva que los muslos y las piernas dejen de estar alineadas (formar una línea recta; se consideraría $\leq 25$ grados aproximadamente <sup>7</sup> ).
Flexión moderada	Rango de flexión que inicia desde que las rodillas se encuentran claramente flexionadas (se consideraría a partir de los 25 grados aproximadamente) hasta que llegan a la flexión en que las piernas y el muslo forman un ángulo recto de 90 grados.
Flexión severa	Rango de flexión de las rodillas que inicia en el momento en que la flexión supera el ángulo recto entre las piernas y el muslo. Es decir, la tendencia de los muslos y las piernas es de juntarse.
Caminar	Movimiento de las rodillas producido por el movimiento de uno o ambos pies y cíclico durante el desplazamiento (acción de andar).
Conjunto vacío	Cuando las rodillas no son observables y se considera que ha habido un cambio de posición que no se puede categorizar.

<sup>7</sup> Respecto al sistema de ángulos médico, entendiéndose que la extensión son 0 grados.

## Criterio: Espalda

*Posición de la espalda a partir de la (des)alineación de las curvaturas de la columna vertebral.*

### Categorías

Neutral	La espalda mantiene las 3 curvaturas naturales de la espalda: ligera curva anterior de la cervical y lumbar, y ligera curva posterior de la zona dorsal. El tronco se puede encontrar o no inclinado hacia delante desde una flexión anterior de cadera.
Flexión	La espalda pierde su alineación derivado de la pérdida de alguna de sus curvaturas naturales. Se puede encontrar en posición erguida o inclinado hacia delante desde una flexión anterior de cadera.
Flexión máxima	Se considera flexión máxima cuando la zona lumbar adopta una cifosis (curvatura posterior de la lumbar), indistintamente de la posición de la zona dorsal y cervical.
Extensión	La espalda pierde su alineación por un aumento de la lordosis lumbar, derivado de la flexión posterior de la zona. Se puede presentar en la fase de transporte por el apoyo de la carga en la zona abdominal o de la cadera, y por una inclinación posterior del tronco.
Conjunto vacío	Cuando la espalda no es observable y se considera que ha habido un cambio de posición que no se puede categorizar.

## Criterio: Brazos Verticales

*Posición de la articulación de los codos.*

### Categorías

Extendidos - Ligera flexión	Los dos codos se encuentran completamente extendidos. <u>Grado de apertura</u> Uno o los codos se pueden encontrar ligeramente flexionados (se consideraría $\leq 45$ grados)
-----------------------------	---

	aproximadamente), es decir, se realiza una pequeña flexión de los codos que conlleva que el brazo y el antebrazo dejen de estar alineados (formar una línea recta).
Flexión	<p>Rango de flexión que inicia desde que los codos se encuentren claramente flexionados (se consideraría a partir de los 45 grados aproximadamente) hasta la máxima flexión.</p> <p><u>Grado de apertura</u> Se considera flexionado cuando uno de los dos codos se encuentra en flexión. Ante el caso que tan solo se pueda observar uno de los dos brazos, y éste se encuentre flexionado, se considerará flexión.</p>
Conjunto vacío	Cuando los codos no son observables, o bien, sólo se observa la posición de uno, el cual se encuentra en extensión y no se puede determinar la posición del otro.

### **Criterio: Posición de la carga**

*Posición de la carga con respecto al cuerpo del trabajador.*

#### **Categorías**

Cerca del cuerpo	La carga se encuentra lo más cerca posible del cuerpo (entre los pies y las rodillas, y en contacto con el cuerpo), conllevando la menor flexión anterior de los brazos (articulación escapulo-humeral).
Separada del cuerpo	La carga se encuentra separada del cuerpo (por delante los pies y las rodillas, y sin contacto al cuerpo), generando que se produzca una mayor flexión anterior de los brazos (articulación escapulo-humeral).
Conjunto vacío	Cuando no se puede observar la posición de la carga, y se considera que ha habido un cambio de posición que no se puede categorizar.

## **Criterio: Interacción inclinación / desplazamiento**

*Interacción entre la posición erguida o inclinada del tronco y la posición estática o desplazamiento.*

### **Categorías**

Inclinado a 0 cm	La espalda se encuentra inclinada hacia delante en el momento en que un pie se encuentra en el espacio donde se produce la carga/descarga y el otro pie se encuentra en el mismo lugar o realizando el primer/último paso del desplazamiento.
Inclinado a >0cm	La espalda se encuentra inclinada hacia delante durante el desplazamiento que se produce fuera del espacio donde se produce la carga y descarga.
Erguido a 0cm	La espalda se encuentra erguida (sin inclinación anterior) en el momento en que un pie se encuentra en el espacio donde se produce la carga/descarga y el otro pie se encuentra en el mismo lugar o realizando el primer/último paso del desplazamiento.
Erguido a >0cm	La espalda se encuentra erguida (sin inclinación anterior) durante el desplazamiento que se produce fuera del espacio donde se produce la carga y descarga.
Conjunto vacío	Cuando no es observable y no permite poder determinar una categoría cuando se considera que ha habido un cambio de posición.

## **Criterio: Fases**

*Fases de la MMCC, identificando las subfases de las fases carga y descarga.*

### **Categorías**

Posición inicial (Fase carga)	El trabajador agarra la caja y se encuentra en posición para iniciar el levantamiento (la caja aún sigue en contacto con el suelo).
Posición más baja (Fase carga)	Implica desde el momento en que la caja deja de estar en contacto con el suelo hasta el punto que la mitad de la caja supera la altura de las rodillas.
Posición más alta (Fase carga)	Implica desde el momento en que la mitad de la caja supera la altura de las rodillas hasta el momento de adquirir una completa posición erguida (fin del levantamiento).

	<p><u>Grado de apertura</u> Implica desde el momento en que la mitad de la caja supera la altura de las rodillas hasta el momento en que se inicia el desplazamiento.</p>
Fase Transporte	<p>Empieza en el momento en que se inicia el desplazamiento de la caja (el momento en que uno de los pies se mueve de su posición estática) hasta el momento en que ambos pies quedan en posición estática para realizar la descarga.</p>
Posición más alta (Fase descarga)	<p>Implica desde la posición erguida (inicio de la descarga) hasta que la mitad de la caja se encuentra a la altura de las rodillas.</p> <p><u>Grado de apertura</u> Implica desde el momento en que finaliza el desplazamiento (ambos pies quedan en posición estática) hasta que la mitad de la caja se encuentra a la altura de las rodillas.</p>
Posición más baja (Fase descarga)	<p>Implica desde el momento en que la mitad de la caja se encuentra por debajo de la altura de las rodillas hasta el momento previo a estar en contacto con el suelo.</p>
Posición final (Fase descarga)	<p>La caja se encuentra en contacto con el suelo.</p>

### **3.2.2.1. Identificación de las categorías que describen la posición más recomendable para la salud para cada criterio**

Aunque hay diversas controversias, a partir de la revisión del apartado 3.1.2 y teniendo en cuenta la situación estandarizada donde se lleva a cabo la MMCC, se ha podido determinar por cada criterio, la categoría más adecuada para la salud en función del criterio *fases*. En la Tabla 3.4. se muestran la categorías identificadas como *recomendables* por cada criterio.

**Tabla 3.4.** Las categorías que identifican la posición más recomendable para la salud para cada criterio y según fases.

<b>Criterio</b>	<b>Categoría</b>	<b>Fase en que se establece como recomendable</b>
Pies	Pies asimétricos con un pie al lado de la carga	En todas las subfases de las fases carga y descarga.
Rodillas	Extensión-Flexión leve	<i>Posición más alta</i> de las fases carga y descarga.
	Flexión moderada	En todas las subfases de las fases carga y descarga (a excepción de cuando la <i>posición más alta</i> en las fases carga y descarga coincide con la categoría <i>erguido a 0cm</i> del criterio <i>interacción inclinación/desplazamiento</i> ).
Espalda	Neutral	En todas las fases.
Brazos Verticales	Extendidos - Ligera flexión	En todas las fases.
Posición de la carga	Cerca del cuerpo	En todas las fases.
Interacción inclinación/ desplazamiento	Inclinado a 0cm	En todas las subfases de las fases carga y descarga.
	Erguido a 0 cm	En las subfases <i>posición más alta</i> de las fases carga y descarga, y en la fase transporte.
	Erguido a >0cm	En la fase transporte.

### 3.2.3. Criterios y categorías del instrumento de autoobservación

A partir del instrumento heteroobservacional se desarrolló el instrumento de autoobservación para el trabajador.

El instrumento de autoobservación está formado por 5 criterios y 16 categorías. Tanto los criterios como las categorías son las mismas que el instrumento heteroobservacional, pero con la diferencia que el término se ajusta para ser comprensible y la descripción es a partir de imágenes que describen la categoría para ser más visual y fácil de utilizar para el trabajador. En este caso, el instrumento de autoobservación no incorpora el criterio *interacción inclinación/desplazamiento*.

A continuación, se presentan los criterios y las categorías del instrumento de autoobservación, y en la Figura 3.7 se puede observar su disposición en el instrumento utilizado por el trabajador. Para su visualización completa es preciso acudir al Anexo 2 (CD adjunto).

#### **Criterio: Pies**

*Posición de los pies con respecto a la carga*

#### **Categorías**

- De lado y colocados por detrás de la carga
- Uno más avanzado que el otro, y colocados por detrás de la carga
- Pies simétricos al lado de la carga
- Pies asimétricos con un pie al lado de la carga

#### **Criterio: Rodillas**

*Posición de la articulación de las rodillas.*

#### **Categorías**

- Extendidas o ligeramente flexionadas
- Flexionadas (máximo hasta los 90 grados)
- Muy flexionadas (menos de 90 grados)<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> En este caso, el ángulo es respecto al generado entre el muslo y la pierna, entendiendo que la extensión son 180 grados. Es considerado más comprensible para personas no habituadas en el sistema de ángulos.

**Criterio: Espalda**

*Posición de la espalda a partir de la (des)alineación de las curvaturas de la columna vertebral.*

**Categorías**

- Recta
- Flexionada
- Hiperflexionada
- Extensión hacia atrás

**Criterio: Codos**

*Posición de la articulación de los codos.*

**Categorías**

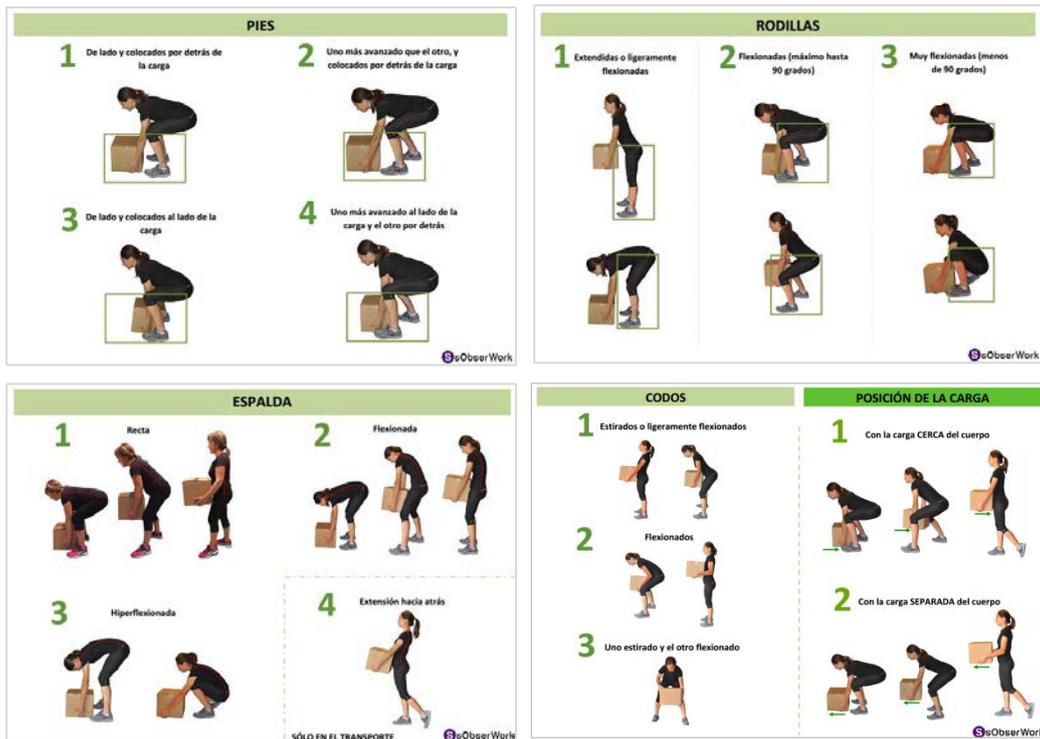
- Estirados o ligeramente flexionados
- Flexionados
- Uno codo estirado y el otro flexionado

**Criterio: Posición de la carga**

*Posición de la carga con respecto al cuerpo del trabajador.*

**Categorías**

- Cerca del cuerpo
- Separada del cuerpo



**Figura 3.7.** Disposición de los criterios y las categorías del instrumento de autoobservación utilizado por el trabajador.

### 3.2.4. Instrumento de registro y protocolo de la observación y codificación mediante el instrumento de heterobservación

Para la realización del registro observacional, actualmente se puede seleccionar y utilizar uno de los programas de registro que se encuentran disponibles y de libre acceso, como por ejemplo Hoisan, Mots y Lince (Hernández-Mendo et al., 2014).

Una vez escogido el programa de registro, se propone un protocolo de observación y codificación para la generación del registro observacional. El protocolo propuesto tiene en cuenta que:

- La observación debe ser realizada por un técnico de PRL, por ello es necesario unas pautas de observación y codificación concretas, claras y ordenadas para facilitar su comprensión y aplicación.
- Que el instrumento de registro permita poder avanzar y retroceder en la grabación tantas veces como se necesite, sin limitación del tiempo de observación.

- Es importante esclarecer los límites de las categorías, es decir, cuando finaliza una categoría e inicia otra. Esto puede afectar la calidad del dato debido a que hay más probabilidades de categorizar erróneamente cuando el trabajador observado adopta posiciones situadas en los límites de las categorías (Kilbom, 1994; Denis et al., 2000). Por ello, se propone que en caso de duda, el observador debe situarse en el fotograma en que se observe claramente el inicio de la categoría.

A continuación, se esquematiza el protocolo para la observación y codificación de una caja. Para una explicación más detallada, es preciso acudir al manual de codificación que se presenta en el Anexo 1 (CD adjunto).

1. Observar la morfología de la espalda del trabajador a observar, mediante la fotografía tomada desde el plano sagital en posición anatómica.
2. Situar la grabación justo en la posición de la subfase *posición inicial*.
  - Observar individualmente cada criterio (empezar por los pies, y continuar con rodillas, espalda, brazos verticales y posición de la carga), observando y codificando si se produce algún cambio de categoría en el transcurso de la fase carga, hasta que inicia la fase transporte.
3. Situar la grabación justo en el momento en que se ha indicado el inicio de la fase transporte.
  - Observar individualmente cada criterio, observando y codificando si se produce algún cambio de categoría en el transcurso de la fase transporte, hasta que inicia la fase descarga.
4. Situar la grabación justo en el momento en que se ha indicado el inicio de la fase descarga.
  - Focalizar la atención en un criterio, observando y codificando si se produce algún cambio de categoría en el transcurso de la fase descarga.

Una vez finalizada una caja, se vuelve a seguir el mismo protocolo de observación y codificación para la siguiente caja.

### **3.2.5. Entrenamiento del técnico en PRL**

La formación del observador es imprescindible para adquirir la competencia para observar aquello que se debe observar, y para ello se requiere un proceso cognitivo que inicia con el conocimiento y comprensión de los conceptos básicos en metodología observacional (Anguera, 2003b).

En este caso, el instrumento heterobservacional ha estado creado en el marco de la evaluación de una formación en contexto laboral, la cual deberá ser implementada y evaluada por un técnico de PRL. Para ello, es esencial el entrenamiento del técnico de PRL para que adquiriera el grado de dominio necesario para observar adecuadamente aplicando el instrumento observacional y garantizar la calidad del dato.

En este sentido, se presenta una propuesta del procedimiento para el entrenamiento del técnico de PRL, tomando en consideración la fase de adiestramiento sugerida por Anguera (2003b) y tomando en consideración que la calidad del entrenamiento tiene mayor impacto en la calidad del dato que su duración (Denis et al., 2000).

La propuesta del procedimiento del entrenamiento tiene los siguientes objetivos:

- a) entender las definiciones de las categorías de los respectivos criterios y distinguir-las con confianza.
- b) integrar el protocolo de observación.
- c) aprender el uso del programa de observación para la generación del registro.

Es decir, el técnico de PRL debe conocer bien las categorías, saber diferenciar cuando se produce una situación en que la posición del trabajador se encuentre en los límites de entre dos categorías, adopte un procedimiento de observación sistemático y adquiera confianza en sí mismo, necesaria para una buena calidad de los datos (Denis, Lortie y Bruxelles, 2002).

Para ello, se proponen tres sesiones de entrenamiento, con un total de 9 horas de formación.

- *Sesión 1. Duración: 2 horas.*
  - Presentación del instrumento de observación.
  - Definición de los criterios y las categorías.
  - Explicación del procedimiento de codificación y ejemplo mediante la realización de una observación de un vídeo.

- Explicación del instrumento de registro (por ejemplo, el programa Lince).
  - Explicación de las pautas de observación:
    - 1r. Observación de la fotografía del trabajador en posición anatómica desde el plano sagital, para determinar la morfología de su espalda.
    - 2n. Observación criterio a criterio.
- *Sesión 2. Duración: 3 horas.*
- Recordatorio del instrumento de observación (criterios y categorías).
  - Observación y codificación de la movilización de 3 cajas.
    - Aplicación de las pautas de observación.  
La observación y codificación es supervisada por el formador, con el fin de resolver dudas y proporcionar un *feedback*, el cual permitirá mejorar la calidad de las respuestas del observador en formación (Keyserling, 1986).
    - Proporcionar indicadores para tomar decisiones en la valoración de la categoría a asignar.
- *Sesión 3. Duración: 4 horas.*
- Recordatorio del instrumento de observación (criterios y categorías).
  - Observación y codificación de la movilización de 5 cajas.
    - Aplicación de las pautas de observación.
      - La observación y codificación de las dos primeras cajas es supervisada por el formador, con el fin de resolver dudas y proporcionar un *feedback*.
      - La observación y codificación de la tercera, cuarta y quinta caja, el formador solo observa y toma notas de los errores sin proporcionar *feedbacks* durante la codificación. Los comentarios se proporcionan al final de la codificación de cada caja.

Al finalizar el entrenamiento (en la tercera sesión), se propone realizar una evaluación de la comprensión y capacidad de identificación de los criterios con mayor complejidad: *rodillas* y *espalda* (Kilbom, 1994). La evaluación consiste en que el observador en formación categorice distintas imágenes que representan cada una de las categorías de los criterios *espalda* y *rodillas*. A partir de esta categorización,

permite poder evaluar la comprensión de los criterios y las categorías del instrumento, y en caso de errores, esclarecer las dudas y discutir el error.

Para ello, se ha preparado un material de evaluación<sup>9</sup> que consiste de distintas posiciones de ambos criterios. Las posiciones se han capturado en imagen a partir de una persona que actuaba como modelo, en la cual se colocaron marcadores en las vertebrae T1, T5, T10, L3 y S2; y para las rodillas, se colocaron encima del trocánter, cóndilo lateral y maléolo externo (Figura 3.8). Cada imagen ha sido analizada mediante el programa Kinovea 0.8.15. En el caso de las imágenes de la espalda se han analizado calculando los ángulos torácicos y lumbares, que permiten delimitar entre las categorías *neutral*, *flexión* y *flexión máxima*. En el caso de las imágenes para la categorización de las rodillas, se han analizado calculando el ángulo formado entre las rectas trazadas entre el trocánter y cóndilo lateral, y entre cóndilo lateral y maléolo externo, que permitían delimitar entre las categorías *extensión*, *flexión moderada* y *flexión severa*.

En total, se presentan 11 imágenes referentes a las 4 categorías de la espalda: 4 de la categoría *neutral*, 3 de la categoría *flexión*, 3 de la categoría *flexión máxima* y una de la categoría *extensión*. Respecto al criterio rodillas, en total se presentan 7 imágenes referentes a las 3 categorías de este criterio: 3 de la categoría *extensión-ligera flexión*, 3 de la categoría *flexión moderada* y una de la categoría *flexión severa*.



**Figura 3.8.** Imagen de ejemplo, en la cual se observan los marcadores en la espalda y extremidades inferiores.

---

<sup>9</sup> Véase Anexo 3 (CD adjunto)

### **3.3. Estudio de la fiabilidad del instrumento observacional**

Posterior a la recogida de datos, el observador debe tener la garantía necesaria sobre su calidad (Anguera, 2003b). Concretamente, garantizar que los datos que se han registrado son objetivos y consistentes (Blanco, 1993; Losada y López-Feal, 2003) . Uno de los requisitos de control es la fiabilidad del registro observacional. La fiabilidad se define como “el grado de concordancia entre los registros (datos) obtenidos en dos observaciones independientes de la conducta de un mismo participante por observadores fiables” (Blanco, 1993; Losada y López-Feal, 2003, p.97). La fiabilidad puede evaluarse a partir del grado de acuerdo interobservador o intraobservador, constituyendo una medida muy extendida en los estudios que utilizan la observación sistemática.

A continuación, se presenta el estudio de la fiabilidad del instrumento observacional.

#### **3.3.1. Método**

##### **3.3.1.1. Diseño**

El diseño observacional que ha orientado este estudio es, siguiendo la clasificación de Anguera et al. (2001), con seguimiento (porque hay más de una sesión de observación), nomotético (porque incluye un grupo de trabajadores) y multidimensional (porque se integran varios criterios para caracterizar el gesto laboral). Aplicando el criterio adicional de clasificación propuesto por Portell, Anguera, Chacón-Moscoso et al. (2015) el diseño utilizado es de tipo intensivo.

##### **3.3.1.2. Muestra**

La muestra está formada por 51 trabajadores de una empresa cárnica que participaron en el estudio descrito en el capítulo 4. Para el estudio que presentamos en este capítulo, el diseño muestral se planificó con el objetivo de tener una muestra aleatoria de movilizaciones de carga en las condiciones descritas en el apartado 3.2.1. Se realizó un muestreo aleatorio estratificado teniendo en cuenta que los 51 trabajadores se distribuyeron en 2 grupos, participaron en 2 sesiones y movilizaron 5 cajas en cada una de ellas.

Para esta selección se estimó el tamaño muestral asumiendo una precisión (error relativo) del 10% y una población finita definida a partir del número participantes y de sesiones. El diseño muestral aleatorio estratificado fue en función del grupo al cual formaban parte los trabajadores (control y experimental), el número de sesión (dos) y el orden que ocupa la caja entre las cinco. Partiendo de estos criterios, se observó al 77% de los trabajadores; para cada trabajador se observó los 6 criterios en las 9 fases/subfases de la movilización de una caja; y considerando las 5 cajas que movilizó cada trabajador como subsesiones, cada caja fue seleccionada al azar, balanceando la cantidad de veces que se selecciona una caja de cada subsesión.

### **3.3.1.3. Instrumentos**

El instrumento de observación es el descrito con detalle en los apartados previos.

El instrumento de registro se ha creado a partir del programa Lince v1.2.1 (Gabin, Camerino, Anguera y Castañer, 2012). En la Figura 3.9 se puede observar la interfaz del programa: en la parte derecha (1) se sitúa el instrumento observacional que se puede introducir en el programa; en la parte inferior del instrumento observacional (2), se ubican los botones que permiten poder configurar el registro (introducir, borrar o bien seleccionar categorías por criterio); en la parte izquierda (3) se puede visualizar el vídeo; debajo de la visualización del vídeo (4) se sitúan los botones de control de reproducción (*play*, retroceder, avanzar y control de velocidad de la reproducción del vídeo); y en la parte inferior izquierda (5) se visualiza el registro observacional que se va generando en el transcurso de la observación, señalando tiempo en segundos, *frames* y los códigos de las categorías por criterio.

Para la generación de los registros observacionales se siguió el protocolo presentado anteriormente en el apartado 3.2.4. Las grabaciones se realizaron con una cámara de vídeo Sony HD.



Figura 3.9. Interfaz del programa Lince v1.2.1.

### 3.3.1.4. Procedimiento

La situación de recogida de datos se ajusta a las condiciones de registro descritas previamente como óptimas para aplicar el instrumento de observación (apartado 3.2.1) tanto por lo que respecta al contexto como a las condiciones de grabación.

El nivel de participación del observador en la grabación es no participante y el grado de perceptividad es completa (observación directa).

Antes de la generación de los registros, se realizó la concordancia consensuada entre dos observadores (Anguera, 1990). Se generó un registro único (AB), que se realizó siguiendo un proceso de consenso entre los dos observadores, basado en discutir las categorías que se asignaban a cada una de las unidades de conducta que se registraban. Este proceso permitió poder perfilar las definiciones (grados de apertura) de la categorías por cada uno de los criterios.

El observador independiente fue un técnico de PRL en activo, el cual no participó en la elaboración del instrumento. El objetivo del observador independiente fue generar un registro (C) de una muestra seleccionada aleatoriamente.

El entrenamiento se realizó a inicios del mes de abril de 2016, siguiendo el procedimiento para el entrenamiento presentado en el apartado 3.2.5. Al finalizar la tercera sesión de entrenamiento, se realizó la evaluación de la comprensión y capacidad de identificación de los criterios con mayor complejidad: *rodillas* y *espalda*.

Del criterio *espalda*, el observador categorizó correctamente el 100% de las imágenes; y del criterio *rodillas*, categorizó correctamente el 85,7% de las imágenes (una imagen fue categorizada como extensión- ligera flexión y debía ser categorizada como flexión moderada). Ante la incorrecta categorización de la imagen, la cual mostraba una posición límite entre la categoría *extensión-ligera flexión* y *flexión moderada*, se resolvieron dudas y se discutió el error.

### **3.3.1.5. Gestión y análisis de datos**

Los registros se realizaron con el programa Lince v.1.2.1 para la automatización de datos observacionales (Gabin et al., 2012). Los registros fueron extraídos del Lince y se usó el programa MS-Excel y MS-Notas para prepararlos para el programa GSEQ 5.1 (Bakeman y Quera, 1995).

Para el análisis de la calidad de los datos se utilizó el programa GSEQ 5.1. Se calcularon los índices de concordancia propuestos por Bakeman, Quera y Gnisci (2009) para datos secuenciales de eventos con tiempo. Se calcularon los índices de concordancia Kappa de Cohen por cada categoría de cada criterio, basados en unidades de tiempo y basados en eventos. La diferencia entre ambas es que el índice kappa basado en unidad de tiempo muestra el acuerdo en las decisiones que toman los observadores de forma continua momento a momento, en cambio, el índice kappa basado en eventos muestra el acuerdo entre las decisiones que toman los observadores cuando se da un cambio de comportamiento. Por lo tanto, el índice kappa basado en unidad de tiempo normalmente sobreestima el acuerdo entre observadores y el basado en eventos subestima el acuerdo (Bakeman et al., 2009). Ambos tipos de kappa se han obtenido para cuatro niveles de tolerancia: 0,5 segundos, 1 segundo, 1,5 segundos y 2 segundos.

### 3.3.2. Resultados y discusión

En las Tablas 3.5 - 3.16 se presentan, para cada categoría de cada criterio, los índices kappa basados en unidades de tiempo y los índices kappa basados en eventos. Dichas kappas se han obtenido para cuatro niveles de tolerancia 0,5 segundos, 1 segundo, 1,5 segundos y 2 segundos. Adicionalmente, en la última fila de cada tabla se presenta el porcentaje de acuerdo, los índices kappa globales y el valor de kappa máximo para cada criterio. Para la interpretación de los valores kappa, se han utilizado los criterios de Landis y Koch (1977)<sup>10</sup>, los cuales son ampliamente utilizados. Adicionalmente, se han utilizado los criterios de Fleiss (1981)<sup>11</sup> que son generalmente utilizados en estudios desarrollados en el ámbito de la ergonomía.

En la Tabla 3.5 y 3.6 se muestran los índices kappa basados en unidades de tiempo y en eventos a cuatro niveles de tolerancia del criterio *pies*. En los cuatro niveles de tolerancia, la categoría *pies simétricos al lado de la carga* presenta un índice kappa moderado. En el caso de la categoría *pies asimétricos detrás de la carga* y *pies asimétricos uno al lado de la carga* se observa que el índice kappa es casi perfecto o excelente (Landis y Koch, 1977 y Fleiss, 1981, respectivamente). Se observa que el porcentaje de acuerdo basado en unidad de tiempo en los cuatro niveles de tolerancia es del 97% y entre el 92-94% basado en eventos.

**Tabla 3.5.** Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio *pies*: kappa basada en unidad de tiempo a cuatro niveles de tolerancia.

Categorías	Niveles de tolerancia			
	0,5s	1s	1,5s	2s
Simétricos detrás de la carga	,96	,96	,96	,96
Asimétricos detrás de la carga	,73	,75	,76	,77
Simétricos al lado de la carga	,53	,58	,58	,58
Asimétricos con un pie al lado de la carga y el otro por detrás	,77	,77	,77	,77
Caminar	,97	,97	,97	,97
Global:				
% Acuerdo	97%	97%	97%	97%
Kappa	,92	,93	,93	,93
Kappa <sub>max</sub>	,95	,95	,95	,96

<sup>10</sup> Valores  $k < 0$  indican que no hay acuerdo, entre 0-0,20 acuerdo leve, entre 0,21-0,40 bajo, entre 0,41-0,60 moderado, entre 0,61-0,80 sustancial y  $> 0,80$  casi perfecto.

<sup>11</sup> Valores  $k < 0,4$  indican un bajo acuerdo, entre 0,40-0,75 indican un acuerdo bueno,  $> 0,75$  acuerdo excelente.

**Tabla 3.6.** Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio *pies*: kappa basada en eventos a cuatro niveles de tolerancia.

Categorías	Niveles de tolerancia			
	0,5s	1s	1,5s	2s
Simétricos detrás de la carga	,90	,91	,92	,92
Asimétricos detrás de la carga	,79	,81	,81	,81
Simétricos al lado de la carga	,50	,50	,50	,50
Asimétricos con un pie al lado de la carga y el otro por detrás	,75	,75	,75	,75
Caminar	,97	,98	,98	,98
Global:				
Acuerdo	92%	93%	94%	94%
Kappa	,87	,89	,90	,90
Kappa <sub>max</sub>	,93	,94	,94	,94

En la Tabla 3.7 y 3.8 se muestran los índices kappa basados en unidades de tiempo y en eventos a cuatro niveles de tolerancia del criterio *rodillas*. En los cuatro niveles de tolerancia, las cuatro categorías presentan índices kappa casi perfectos o excelentes (Landis y Koch, 1977 y Fleiss, 1981, respectivamente). Se observa que el porcentaje de acuerdo basado en unidad de tiempo en los cuatro niveles de tolerancia es del 99% y entre el 89-91% basado en eventos.

**Tabla 3.7.** Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio *rodillas*: kappa basada en unidad de tiempo a cuatro niveles de tolerancia.

Categorías	Niveles de tolerancia			
	0,5s	1s	1,5s	2s
Extensión - Ligera Flexión	,95	,97	,98	,98
Flexión moderada	,96	,97	,97	,98
Flexión severa	,97	,98	,98	,98
Caminar	,99	,99	,99	,99
Global:				
% Acuerdo	99%	99%	99%	99%
Kappa	,97	,98	,98	,99
Kappa <sub>max</sub>	,98	,99	,99	,99

**Tabla 3.8.** Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio *rodillas*: kappa basada en eventos a cuatro niveles de tolerancia.

Categorías	Niveles de tolerancia			
	0,5s	1s	1,5s	2s
Extensión - Ligera Flexión	,86	,87	,87	,87
Flexión moderada	,94	,91	,92	,92
Flexión severa	,91	,94	,95	,95
Caminar	,96	,96	,97	,97
Global:				
Acuerdo	89%	90%	91%	91%
Kappa	,86	,87	,87	,87
Kappa <sub>max</sub>	,97	,97	,97	,97

En la Tabla 3.9 y 3.10 se muestran los índices kappa basados en unidades de tiempo y en eventos a cuatro niveles de tolerancia del criterio *espalda*. En los cuatro niveles de tolerancia, las categorías presentan índices kappa casi perfectos o excelentes, a excepción de la categoría *extensión* que muestra índices kappa sustanciales o buenos (Landis y Koch, 1977 y Fleiss, 1981, respectivamente). Se observa que el porcentaje de acuerdo basado en unidad de tiempo en los cuatro niveles de tolerancia es entre el 94-97% y entre el 89-92% basado en eventos.

**Tabla 3.9.** Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio *espalda*: kappa basada en unidad de tiempo a cuatro niveles de tolerancia.

Categorías	Niveles de tolerancia			
	0,5s	1s	1,5s	2s
Neutra	,91	,94	,95	,96
Flexión	,87	,92	,93	,94
Flexión máxima	,96	,97	,97	,97
Extensión	,64	,64	,64	,64
Global:				
% Acuerdo	94%	96%	97%	97%
Kappa	,90	,93	,94	,94
Kappa <sub>max</sub>	,97	,97	,97	,97

**Tabla 3.10.** Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio *espalda*: kappa basada en eventos a cuatro niveles de tolerancia.

Categorías	Niveles de tolerancia			
	0,5s	1s	1,5s	2s
Neutra	,90	,92	,93	,93
Flexión	,90	,91	,89	,89
Flexión máxima	,91	,93	,94	,94
Extensión	,66	,66	,66	,66
Global:				
Acuerdo	89%	92%	91%	92%
Kappa	,83	,88	,87	,88
Kappa <sub>max</sub>	,94	,95	,95	,95

En la Tabla 3.11 y 3.12 se muestran los índices kappa basados en unidades de tiempo y en eventos a cuatro niveles de tolerancia del criterio *brazos verticales*. En los cuatro niveles de tolerancia, ambas categorías presentan índices kappa casi perfectos o excelentes (Landis y Koch, 1977 y Fleiss, 1981, respectivamente). Se observa que el porcentaje de acuerdo basado en unidad de tiempo en los cuatro niveles de tolerancia es entre el 96-97% y entre el 86-91% basado en eventos.

**Tabla 3.11.** Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio *brazos verticales*: kappa basada en unidad de tiempo a cuatro niveles de tolerancia.

Categorías	Niveles de tolerancia			
	0,5s	1s	1,5s	2s
Extendidos - Ligera flexión	,93	,93	,93	,93
Flexionados	,93	,94	,94	,94
Global:				
% Acuerdo	96%	96%	97%	97%
Kappa	,92	,93	,93	,93
Kappa <sub>max</sub>	,94	,94	,94	,94

**Tabla 3.12.** Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio *brazos verticales*: kappa basada en eventos a cuatro niveles de tolerancia.

Categorías	Niveles de tolerancia			
	0,5s	1s	1,5s	2s
Extendidos - Ligera flexión	,73	,79	,84	,84
Flexionados	,92	,96	,96	,96
Global:				
% Acuerdo	86%	89%	91%	91%
Kappa	,72	,78	,82	,82
Kappa <sub>max</sub>	,88	,89	,89	,89

En la Tabla 3.13 y 3.14 se muestran los índices kappa basados en unidades de tiempo y en eventos a cuatro niveles de tolerancia del criterio *posición de la carga*. En los cuatro niveles de tolerancia, ambas categorías presentan índices kappa casi perfectos o excelentes (Landis y Koch, 1977 y Fleiss, 1981, respectivamente). Se observa que el porcentaje de acuerdo basado en unidad de tiempo en los cuatro niveles de tolerancia es entre el 95-99% y entre el 87-93% basado en eventos.

**Tabla 3.13.** Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio *posición de la carga*: kappa basada en unidad de tiempo a cuatro niveles de tolerancia.

Categorías	Niveles de tolerancia			
	0,5s	1s	1,5s	2s
Cerca del cuerpo	,91	,94	,97	,98
Separada del cuerpo	,91	,94	,97	,98
Global:				
% Acuerdo	95%	97%	98%	99%
Kappa	,91	,94	,97	,98
Kappa <sub>max</sub>	,94	,96	,98	1

**Tabla 3.14.** Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio *posición de la carga*: kappa basada en eventos a cuatro niveles de tolerancia.

Categorías	Niveles de tolerancia			
	0,5s	1s	1,5s	2s
Cerca del cuerpo	,82	,85	,87	,87
Separada del cuerpo	,88	,93	,96	,95
Global:				
Acuerdo	87%	91%	93%	93%
Kappa	,76	,81	,85	,85
Kappa <sub>max</sub>	,95	,94	,93	,91

En la Tabla 3.15 y 3.16 se muestran los índices kappa basados en unidades de tiempo y en eventos a cuatro niveles de tolerancia del criterio *interacción inclinación/desplazamiento*. En los cuatro niveles de tolerancia, todas las categorías presentan índices kappa casi perfectos o excelentes (Landis y Koch, 1977 y Fleiss, 1981, respectivamente). No obstante, los índices kappa basados en eventos de la categoría *inclinado a más de 0cm* son sustanciales desde los criterios de Landis y Koch (1977) y excelentes desde los criterios de Fleiss (1981) en los cuatro niveles de tolerancia. Se observa que el porcentaje de acuerdo basado en unidad de tiempo en los cuatro niveles de tolerancia es entre el 97-99% y entre el 84-87% basado en eventos.

**Tabla 3.15.** Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio *interacción inclinación/desplazamiento*: kappa basada en unidad de tiempo a cuatro niveles de tolerancia.

Categorías	Niveles de tolerancia			
	0,5s	1s	1,5s	2s
Inclinado a 0cm	,99	,99	,99	,99
Inclinado a >0cm	,81	,84	,84	,86
Erguido a 0cm	,93	,94	,95	,96
Erguido a >0cm	,96	,97	,97	,98
Global:				
% Acuerdo	97%	98%	98%	99%
Kappa	,96	,97	,97	,98
Kappa <sub>max</sub>	,98	,98	,99	,99

**Tabla 3.16.** Concordancia entre registro único (observadores AB) y observador C para el criterio *interacción inclinación/desplazamiento*: kappa basada en eventos a cuatro niveles de tolerancia.

Categorías	Niveles de tolerancia			
	0,5s	1s	1,5s	2s
Inclinado a 0cm	,93	,95	,97	,97
Inclinado a >0cm	,63	,68	,69	,68
Erguido a 0cm	,81	,80	,82	,82
Erguido a >0cm	,93	,95	,96	,96
Global:				
% Acuerdo	84%	86%	87%	87%
Kappa	,78	,80	,82	,82
Kappa <sub>max</sub>	,92	,92	,92	,92

Los resultados del análisis de la fiabilidad interobservador del instrumento observacional de la MMCC desarrollado en el presente estudio, indican que es un instrumento fiable para la descripción de las posiciones adoptadas por los segmentos y articulaciones *pies, espalda, brazos verticales*, así como para describir la *posición de la carga* y la *interacción inclinación/desplazamiento* durante la realización de una MMCC. El análisis de la fiabilidad interobservador se ha realizado mediante la comparación entre un registro único (AB) y el registro (C) de un observador independiente.

Centrando la atención en el nivel de tolerancia de 0,5 segundos, los índices kappa globales basados en unidades de tiempo de los criterios referentes a los segmentos corporales y articulaciones, *posición de la carga* y *interacción inclinación/desplazamiento* oscilan entre 0,90 y 0,97 siendo casi perfectos o excelentes (Landis y Koch, 1977 y Fleiss, 1981, respectivamente), y con un porcentaje de acuerdo de 94-97%. Respecto a los índices kappa globales basados en eventos son ligeramente inferiores, oscilando entre 0,72 y 0,87 siendo sustanciales y casi perfectos partiendo de los criterios de Landis y Koch (1977) y buenos y excelentes partiendo de los criterios de Fleiss (1981), y con un porcentaje de acuerdo de 84-92%. Los índices kappa basados en unidades de tiempo y en eventos y los porcentajes de acuerdo en los otros tres niveles de tolerancia aumentan ligeramente respecto al nivel de tolerancia 0,5 segundos, teniendo en cuenta que incrementa el espacio de tiempo en que pueden suceder los eventos codificados, y en este caso, la conducta observada se produce en espacios de tiempo inferiores a un segundo.

Por ende, el instrumento observacional de la MMCC puede ser utilizado para describir las posiciones adoptadas en el transcurso de una MMCC, siempre y cuando se utilice

aplicando las condiciones para el cual ha sido diseñado. Hasta donde nosotros conocemos, no se han identificado instrumentos observacionales con este objetivo, aunque se ha identificado un estudio similar de Lortie y Baril-Gingras (1998) que tenía por objetivo caracterizar algunos parámetros de la ejecución de la MMCC (principalmente, la naturaleza del esfuerzo) en trabajadores que cargan y descargan material de las furgonetas. En el estudio de Baril-Gingras y Lortie (1990) pudieron concluir que el instrumento era fiable.

El instrumento observacional que se presenta ha permitido el desarrollo y fundamentación del instrumento de autoobservación del trabajador que es utilizado y aplicado como componente de una intervención formativa (capítulo 4). Mediante el instrumento observacional se han identificado los criterios y las categorías aplicables para la autoobservación y ha permitido fundamentar cual categoría es considerada recomendable para la situación de MMCC observada.

## **Capítulo 4**

---

# **Planificación y evaluación de la intervención SsObserWork (Estudio 2)**

## **4.1. Presentación y justificación de la intervención**

La intervención que se presenta y se evalúa en este estudio se enmarca en la segunda fase del proyecto SsObserWork, centrada en la evaluación de la eficacia de los componentes que integran la formación SsObserWork.

A continuación, se describe y justifica la intervención SsObserWork la cual, teniendo en cuenta la importancia de que las intervenciones formativas sean fundamentadas por las teorías del cambio de comportamiento (Verbeeck et al., 2011; Hogan et al., 2014), se integra en el marco teórico del modelo de Creencias de la Salud (Jank y Becker, 1984) y del modelo Transteórico de cambio de comportamiento (Prochaska et al., 1992). Los elementos del modelo de Creencias de la Salud que se abordan en la intervención son los beneficios y barreras percibidas por el trabajador, las claves para la acción y la autoeficacia. Y, respecto al modelo Transteórico de cambio de comportamiento, se toma en consideración el estadio de cambio en ejercicio físico en el que se sitúan los trabajadores para adecuar la información para adherirse a su práctica.

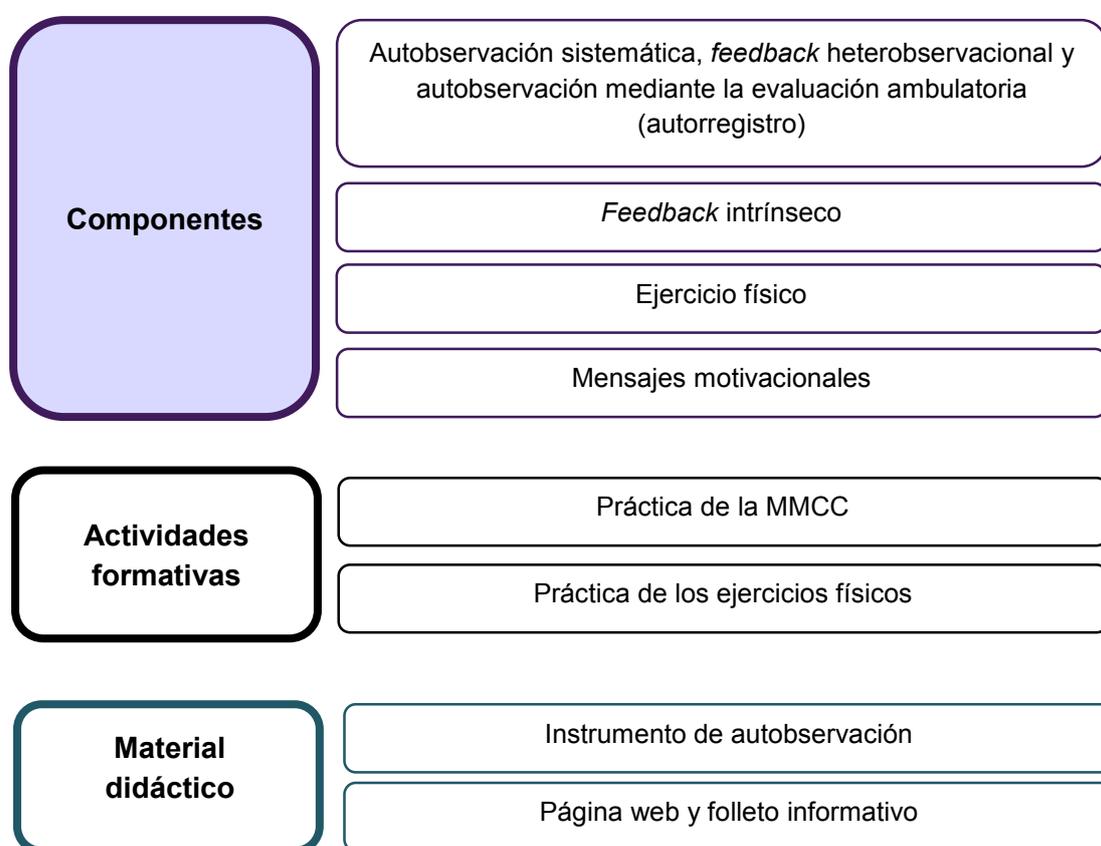
### **4.1.1. Descripción de la intervención**

Como se expuso en el marco conceptual, la evidencia señala que la no efectividad de las formaciones en MMCC deriva de plantear estudios con un diseño de baja calidad y por no proponer intervenciones multidimensionales (Clemes et al., 2010). Además, la gran mayoría de las intervenciones no han sido fundamentadas por teorías del cambio de conducta y se enfatiza la necesidad de desarrollar intervenciones que sean acordes a la creencias, actitudes y conocimientos de los trabajadores objeto de estudio (Verbeeck et al., 2011; Hogan et al., 2014). Por otro lado, los estudios que han evaluado la implementación de una formación en MMCC se han centrado en resultados como la reducción de TME o bajas laborales, omitiéndose la evaluación del efecto de la intervención en variables intermedias como el conocimiento adquirido, habilidades y el comportamiento del trabajador (Hogan et al., 2014). Mediante la revisión de la evidencia no se han observado propuestas de intervenciones que apliquen la autoobservación combinada con el *feedback* heteroobservacional en ocupaciones con mayor carga física, como en el sector industrial.

Consiguientemente, la intervención SsObserwork que se implementa y se evalúa en el presente estudio plantea una formación multidimensional de dos sesiones individuales

con un período de seguimiento entre ambas, con recursos didácticos que involucren al trabajador, favoreciendo un aprendizaje activo y participativo.

La intervención tiene por objetivo concienciar y propiciar la adopción de hábitos posturales de la espalda adecuados para la realización de tareas laborales y cotidianas, a través de una tarea compleja como la MMCC. Concretamente, se pretende influir en la adopción y adherencia de la técnica recomendable para la MMCC, tanto en el contexto laboral como en el no laboral y potenciar la práctica de ejercicio físico. Con el fin de alcanzar dicho objetivo, la intervención integra un conjunto de componentes, actividades formativas y material didáctico, los cuales se presentan en la Figura 4.1 y posteriormente son descritos.



**Figura 4.1.** Componentes, actividades formativas y material didáctico que integran la intervención SsObserWork.

#### 4.1.1.1. Componentes

A continuación se presentan y describen los componentes de la intervención SsObserWork.

- **Autoobservación sistemática, *feedback* heteroobservacional y autoobservación mediante la evaluación ambulatoria**

El componente principal de la intervención, sobre el cual versa la evaluación de su efecto, es la **autoobservación sistemática** y el ***feedback* heteroobservacional**.

Dentro de la metodología observacional se identifican dos ejes clásicos de clasificación de la observación: el grado de sistematización y el nivel de participación del observador (Anguera, 1979). Centrando la atención en el segundo eje, se puede diferenciar el caso en que el observador es diferente al sujeto observado (heteroobservación) del caso en el que son la misma persona (autoobservación). En este estudio se propone la utilización de la autoobservación sistemática de la ejecución de una tarea de MMCC posterior a su realización mediante la grabación en vídeo, con el fin de favorecer un *feedback* centrado en proporcionar conocimiento de la ejecución (Salmoni et al., 1984) y facilitando la detección de errores y la autocorrección. Para dirigir la atención del trabajador hacia los distintos aspectos a observar, ya sea para detectar errores o bien para reforzar aquellos aspectos positivos de la conducta (Kernodle y Carlton, 1992; Ste-Marie et al., 2013), se ha desarrollado un instrumento de autoobservación fundamentado por el instrumento observacional del experto (véase capítulo 3). El instrumento de autoobservación está formado por cinco criterios, de los cuales dos son referentes a segmentos corporales (pies y espalda), dos a articulaciones (rodillas y codos) y uno referente a la posición de la carga respecto al cuerpo; y, con un total de dieciséis categorías que describen diferentes posiciones y posturas de los cinco criterios (véase Anexo 2). La autoobservación sistemática de la segunda sesión permite la identificación de los errores y de los cambios en sentido positivo que influyen en la percepción de autoeficacia del trabajador.

Teniendo en cuenta que solo proporcionando indicaciones para dirigir la atención no es suficiente para un aprendizaje centrado en aspectos más cualitativos<sup>12</sup>, se combina la autoobservación sistemática con el *feedback* heteroobservacional por parte del formador, con la función de proporcionar información de qué cambiar y cómo cambiarlo (Kernodle y Carlton, 1992; Ste-Marie et al., 2013). Con la combinación de la autoobservación sistemática y del *feedback* del formador se busca la reflexión, el autoanálisis y la generación de una mayor consciencia corporal.

---

<sup>12</sup> Nos referimos como aspectos cualitativos al hecho de no solo focalizarse en la cantidad de errores, si no en fomentar la capacidad de detectar los errores, comprender el por qué y proporcionar el cómo cambiarlo (Newell, 1991; Kernodle y Carlton, 1992; Janelle et al., 1997; Ste-Marie et al., 2013).

La autoobservación, en este caso concurrente, se utiliza también en el aprendizaje del ejercicio físico. El trabajador puede autoobservarse durante la realización del ejercicio mediante la utilización de un espejo, ofreciendo la visualización de la ejecución desde un plano sagital. La autoobservación durante la ejecución del ejercicio proporciona un *feedback* de la ejecución (externo) y complementa el *feedback* intrínseco del trabajador (Magill, 2011), permitiendo identificar los errores, corregirlos y por tanto mejorar la habilidad y a su vez, la percepción de autoeficacia (Carroll y Bandura, 1982; Garcia y Cesar, 2016). Asimismo, durante la autoobservación, el formador proporciona instrucciones (*feedback* externo) para focalizar la atención del trabajador al autoobservar los segmentos corporales y articulaciones más relevantes en la realización del mismo (Kernodle y Carlton, 1992; Ste-Marie et al., 2013).

Finalmente, para completar las sesiones presenciales, se ha pautado una autoobservación diaria del trabajador durante el período de tres semanas de seguimiento entre ambas sesiones. La autoobservación diaria se focaliza en la MMCC que se realiza en el trabajo y en la vida cotidiana y en la práctica del ejercicio físico, mediante un cuestionario *ad hoc* con la función de **autorregistro** que se debe responder una vez al día (véase Anexo 4). La aplicación de la autoobservación diaria mediante el autorregistro actúa como componente de la intervención por el efecto de la reactividad, es decir, propiciar las conductas esperadas (Shiffman, 2009). Por ello, actúa como clave para la acción y facilita la identificación de las barreras percibidas para aplicar la adecuada técnica de MMCC en el trabajo y en la vida cotidiana, así como para la práctica de los ejercicios físicos. Concretamente, permite la detección de aquellos trabajadores que puedan presentar molestias producidas por el ejercicio físico y dar respuesta a estos casos.

En este sentido, mediante la revisión de la evidencia no se han observado propuestas de intervenciones que apliquen los tres tipos de autoobservación (autoobservación sistemática en vídeo, autoobservación concurrente y autorregistro) combinadas con el *feedback* heteroobservacional en ocupaciones con mayor exigencia de carga física, como el sector industrial y con el objetivo de la presente intervención. No obstante, sí se ha observado la utilización de la autoobservación en trabajadores de oficina (Taieb-Maimon et al., 2012) y en el sector sanitario con estudiantes de enfermería (Backåberg, Gummesson et al., 2015). Probablemente, la ausencia de estudios de estas características sea por la laboriosidad que conlleva su desarrollo y aplicación si no se dispone de una base metodológica adecuada.

- **Feedback intrínseco**

Este componente tiene como objetivo que el trabajador tenga conocimiento y sea consciente de su ejecución a partir de la información proporcionada por el sistema sensoriomotor.

El sistema sensoriomotor se compone de los receptores vestibulares, visuales y mecanorreceptores que generan impulsos aferentes que se propagan hasta el sistema nervioso central, donde se procesan las señales en el cerebelo y corteza cerebral generando una respuesta eferente. Respecto a los mecanorreceptores, éstos son los que emiten la información relacionada con el dolor, la temperatura y el movimiento al sistema nervioso central (Magill, 2011). Concretamente, los receptores responsables de percibir y detectar la sensación de posición, movimiento y tensión de los diferentes segmentos corporales y articulaciones son los propioceptores, los cuales se sitúan en las articulaciones, tendones, ligamentos y músculos (Magill, 2011; Proske y Gandevia, 2012; Han et al., 2016). La información que proporcionan se acompaña de la información que también emiten los receptores vestibulares y visuales (Magill, 2011; Proske y Gandevia, 2012). Con esta información se genera el control postural, es decir, la estabilidad y el equilibrio (tanto estático como dinámico). Por tanto, los receptores propioceptivos nos permiten poder indicar con exactitud la posición y el movimiento que está realizando cada segmento corporal sin necesidad de mirarlos. Durante un movimiento, somos conscientes de realizarlo y así prevemos la entrada de información sensorial que genera. En la fisiología sensorial se comenta generalmente que lo que sentimos representa la diferencia entre los que se espera y lo que realmente ha ocurrido (Proske y Gandevia, 2012).

La propiocepción consciente es esencial para un funcionamiento correcto de las articulaciones en el deporte, en las actividades de la vida cotidiana y en las tareas ocupacionales (Lephart y Fu, 1995; Han et al., 2016) y posterior al aprendizaje de una habilidad motriz, en que el *feedback* externo (del conocimiento del resultado y de la ejecución) deja de estar presente y la persona solo puede regirse por el *feedback* intrínseco (Chiviacowsky y Wulf, 2007). Por dicha razón, en el presente estudio se promueve que el trabajador sea consciente y entienda el *feedback* intrínseco para que sea utilizado para autoanalizarse y detectar los errores durante la ejecución de la MMCC y del ejercicio físico (Lee y Schmidt, 2008). Por una parte, se pretende favorecer que el trabajador recuerde e indique cuáles han sido las posiciones que han adoptado los segmentos corporales y articulaciones durante la MMCC, justo al finalizar. Y por otra parte, se pretende incidir en la importancia de tomar conciencia de

la información propioceptiva para que el trabajador se corrija durante la ejecución en caso de adoptar posiciones poco recomendables para el cuerpo. Además, se pide al trabajador que valore su ejecución, ya que esto también ayuda a propiciar que el trabajador recuerde cómo lo acaba de realizar (Stevans y Hall, 1998). En este sentido, el *feedback* intrínseco se centra en incidir en el aprendizaje de la conducta y solo será útil si el trabajador conoce como es realmente la ejecución adecuada, ya que si su conocimiento hacia la técnica es erróneo, conllevará a una inadecuada corrección durante la ejecución.

En la misma línea, durante la realización del ejercicio físico, el trabajador debe tomar consciencia de la postura y posiciones que adoptan los segmentos corporales y articulaciones implicadas y proporcionar un *feedback* intrínseco de la ejecución. Para ello, durante la realización del ejercicio el trabajador debe focalizar la atención (sin mirar) en las partes del cuerpo que el formador le va indicando, con la finalidad de que tome consciencia de su posición e identifique si la posición es la adecuada para la ejecución o la debe corregir.

Adicionalmente, el *feedback* intrínseco se promueve durante el período de seguimiento a partir del autorregistro, en el cual el trabajador debe reportar como ha ejecutado la última MMCC.

- **Ejercicio físico**

Hay evidencia que la práctica de ejercicio físico permite mejorar la condición física para la realización de las tareas de MMCC (Clemes et al., 2010). Partiendo de esta evidencia, en este estudio, aparte de incidir en la mejora de la condición física, el ejercicio físico tiene como objetivo enseñar el movimiento correcto y las posturas adecuadas en la MMCC laboral y en la vida cotidiana (Frost et al., 2013). Esto quiere decir, ayudar al trabajador a detectar y corregir patrones de movimiento inadecuados, principalmente de la espalda (McGill, 2007). En este sentido, la presente intervención propone tres ejercicios físicos que permiten educar para adoptar una espalda neutral (McGill, 2007).

El primer ejercicio se centra en la contracción abdominal para generar estabilidad en la zona lumbar de la espalda en cualquier tarea, principalmente en la MMCC. Actualmente, existen dos técnicas de activación abdominal para la estabilidad de la zona lumbar: *abdominal hollowing* (Richardson et al., 2002) o *abdominal bracing* (Grenier y McGill, 2007). Aunque la evidencia señala que el *abdominal bracing* genera mayor estabilidad que el *hollowing* (Grenier y McGill, 2007; Vera-García, Elvira, Brown

y McGill, 2007) y ambas técnicas requieren de un buen aprendizaje, para la presente intervención se ha escogido *abdominal hollowing* por el hecho de garantizar la comprensión del ejercicio por parte de los participantes, teniendo en cuenta que permite poder establecer mayores indicaciones al trabajador de si se está realizando la activación adecuadamente (véase Anexo 5). El *abdominal hollowing* activa el transverso del abdomen y los multifidus mediante una maniobra de hundir el abdomen hacia el interior con el fin de aumentar el grosor del transverso abdominal y del oblicuo interno y garantizar estabilidad de la articulación sacro-ilíaca (Richardson et al., 2002).

El segundo ejercicio es la flexión de cadera con tutor. Este ejercicio se centra en realizar la inclinación del tronco a través de una flexión de cadera y no desde la zona lumbar, para la realización de cualquiera actividad diaria, como la MMCC, levantarse de una silla, de la cama, entre otras (Tyson, 2001; Liebenson, 2003; McGill, 2007). Permite adquirir el patrón de movimiento a partir del uso de un tutor (una barra) que facilite la identificación de si alguna parte de la espalda se flexiona (véase Anexo 5). Para la realización de la flexión de cadera se requiere la aplicación del ejercicio *abdominal hollowing* para contribuir a la estabilidad de la espalda.

El tercer ejercicio es la sentadilla sin peso externo. Se trata de un ejercicio multiarticular que implica la coordinación entre la espalda y las articulaciones del tren inferior (cadera, rodillas y tobillos) y hay amplia evidencia que activa y fortalece la musculatura del glúteo, muslos y espalda (Escamilla, 2001). Se considera un ejercicio seguro y efectivo utilizado en el ámbito del entrenamiento y de la rehabilitación por ser transferible a los movimientos comunes del deporte o de la vida cotidiana (Chandler y Stone, 1991; Stensdotter et al., 2003) y por ejercitar los músculos que se ven implicados en muchas de las actividades funcionales del día a día (Gill, Williams y Tinetti, 1995), como por ejemplo la MMCC. De hecho, dos técnicas de MMCC se denominan en inglés *squat* y *semi-squat* por presentar el mismo patrón de movimiento que el ejercicio sentadilla (Straker, 2003a). Además, la sentadilla es un ejercicio esencial para la preparación del cuerpo para la MMCC, debido a que fortalece los músculos del cuádriceps y el glúteo los cuales deben presentar un nivel óptimo de fuerza. Este nivel óptimo de fuerza, permite poder realizar el levantamiento de la carga con mayor implicación de la musculatura de las piernas y reducir la implicación de la espalda (Zhang y Buhr, 2002; Li y Zhang, 2009).

Para la ejecución de la sentadilla es importante mantener una buena estabilidad de la espalda y flexionar las rodillas al mismo tiempo que se flexiona desde la cadera, sin flexionar la zona lumbar (es decir, mantener la pelvis neutral). Por dicho motivo, se

debe incorporar el aprendizaje de los ejercicios *abdominal hollowing* y flexión de cadera (véase Anexo 5).

- **Mensajes de texto a través del teléfono móvil**

En la revisión de Verbeeck et al. (2011) señalan que aunque las intervenciones centradas en la MMCC fuesen teóricamente correctas, los trabajadores no seguían las instrucciones, hecho que dificultaba el cambio de comportamiento. Por ello, las formaciones en MMCC no solo se deben basar en una formación en un momento concreto (por ejemplo, una sesión), sino que se debe proporcionar un refuerzo y recordatorio (Kroemer, 1992). Una de las técnicas para reforzar y recordar a los trabajadores que adopten e implementen los aprendizajes de la formación en la vida cotidiana es la intervención ecológica momentánea (IEM). La característica de la IEM es que se produce en la vida cotidiana de las personas y, por tanto, al ser en contexto natural, son ecológicamente válidas (Hero y Smyth, 2010). Actualmente con los avances tecnológicos, la IEM se puede implementar a través del teléfono móvil y ha sido utilizada para fomentar el cambio en distintos comportamientos (por ejemplo, dejar de fumar, actividad física, trastornos alimentarios, ansiedad, pérdida de peso, consumo de alcohol y diabetes). La IEM se puede combinar con la evaluación ambulatoria, la cual permite poder obtener información del efecto de la IEM, así como actuar como componente de la intervención (Hero y Smyth, 2010).

La evidencia señala que el envío de mensajes a través del teléfono móvil es útil para el cambio de comportamiento (Fjeldsoe, Marshall y Miller, 2009). Sin embargo, uno de los aspectos importantes a considerar es adaptar el contenido de los mensajes a las características de los participantes de la intervención, con la finalidad de que la información que se les envía sea relevante. En caso contrario, los participantes pueden omitir los mensajes y no adherirse a la intervención (Fjeldsoe et al., 2009). Para ello, el contenido de los mensajes puede ser adaptado en función de la información que se obtenga previa a la intervención o durante la evaluación ambulatoria (Heron y Smyth, 2010). Otro aspecto importante es basar el contenido de los mensajes en teorías del cambio de comportamiento, ya que se ha observado que en las intervenciones que lo hicieron los resultados fueron más positivos (Fry y Neff, 2009).

Para el presente estudio, la IEM se implementa durante el período de tres semanas que se sitúa entre las dos sesiones presenciales. El objetivo de la IEM es fomentar la

práctica de los tres ejercicios físicos, recordar el uso de la técnica recomendada para la MMCC y recordar realizar el autorregistro. En este caso, los mensajes son enviados diariamente (solo los días laborables) a través de un mensaje corto de texto (SMS) con el contenido adaptado en función del estadio de cambio en que se encuentre el trabajador, según el modelo Transteórico (Prochaska et al., 1992). Para identificar el estadio de cambio de cada trabajador, se solicita que antes de la intervención respondan al cuestionario «Estadio de cambio en ejercicio físico» (véase apartado 4.2.2) de Marcus, Selby, Niaura y Rossi (1992). De esta forma, los trabajadores reciben mensajes acordes con su percepción y actitud hacia la práctica de ejercicio físico, centrados en motivar y ofrecer los beneficios de su realización diaria y al mismo tiempo actuar como recordatorio (véase Anexo 6).

La mayoría de los estudios se centran en implementar la IEM para fomentar la práctica de actividad física (aumentar el número de pasos diarios, el tiempo de práctica y la intensidad) y no se encuentran estudios centrados en promover la práctica de ejercicios concretos. Entre los estudios centrados en la práctica de actividad física, se observa que los resultados son positivos pero el efecto es heterogéneo. El motivo deriva de que la mayoría de los estudios no describen las características de los mensajes, las muestras son pequeñas y el contenido no es fundamentado por teorías del cambio de comportamiento (Buchholz, Wilbur, Ingram y Fogg, 2013).

En el presente estudio, los mensajes tienen la función de motivar, ayudar a percibir los beneficios y actuar como recordatorio.

#### **4.1.1.2. Actividades formativas**

A continuación se presentan y describen las actividades formativas de la intervención.

- **Práctica de la MMCC**

Esta actividad tiene el objetivo de que el trabajador practique y experimente la adecuada técnica de MMCC, identifique los beneficios de adoptarla y las barreras con el fin de minimizarlas y potenciar la percepción de autoeficacia.

En primer lugar, se solicita al trabajador que movilice una caja de la forma en que se le ha indicado que era recomendable. Durante la práctica se incide en cómo se posicionan los diferentes segmentos corporales y las articulaciones que se ven implicadas en ello, proponiéndole combinaciones de posiciones más o menos recomendables para que pueda identificar sus efectos. Entre estas posiciones, se

destacan las que el trabajador ha adoptado mayoritariamente durante la manipulación de las cinco cajas, con el fin de recordar lo que hacía bien y lo que se debe mejorar. Posteriormente, se le pide al trabajador que levante otro objeto (por ejemplo, una botella de agua de 8 litros), para que pueda transferir la técnica aprendida a otros objetos con formas, volúmenes y agarres distintos.

Durante toda la práctica se incide en dar consejos para recordar la técnica recomendable (por ejemplo, el peso siempre entre las piernas), y en fomentar que el trabajador perciba cómo está posicionado sin la necesidad de mirar (*feedback* intrínseco).

- **Práctica de los ejercicios físicos**

Para enseñar los tres ejercicios físicos, el formador explica y demuestra cómo se realiza cada ejercicio actuando como modelo para que el trabajador pueda observarlo (Bandura, 1986). La secuencia mediante la que se enseñan los ejercicios es la siguiente: abdominal *hollowing*, flexión de cadera y sentadilla (véase Anexo 5). Cada vez que se enseña un ejercicio, el trabajador lo realiza con el fin de experimentar y adquirir la técnica de ejecución y a su vez recibe un *feedback* de la ejecución por parte del formador con correcciones, para facilitar el aprendizaje, sobre todo en ejercicios como el de la sentadilla que implica una coordinación multiarticular (Magill, 2011).

Al ser la sentadilla un ejercicio complejo por incorporar los dos otros ejercicios, se solicita al trabajador realizar 15 repeticiones, de las cuales en 10 se fomenta el *feedback* intrínseco y, tras un leve descanso, se solicita al trabajador que realice las 5 últimas repeticiones realizando la autoobservación concurrente. Además, al finalizar las 15 repeticiones, el trabajador debe indicar cómo deben encontrarse posicionados los diferentes segmentos corporales y articulaciones durante la ejecución del ejercicio (principalmente, indicando como deben encontrarse en la posición más baja de la ejecución) mediante el instrumento de identificación de la sentadilla (véase apartado 4.2.2). Esto permite poder identificar si el trabajador tiene alguna duda o hay algún aspecto que no se ha comprendido adecuadamente respecto a la ejecución de la sentadilla, con el fin de resolverlo y asegurar que durante el período de seguimiento lo pueda realizar de forma adecuada.

#### **4.1.1.3. Material didáctico**

A continuación se presenta y describe el material didáctico de la intervención.

- **Instrumento de autoobservación**

Durante la autoobservación sistemática se utiliza el instrumento de autoobservación (véase Anexo 2) para pautar y guiar. Este instrumento es el resultado del estudio presentado en el capítulo 3 en el cual se ha descrito y justificado.

- **Página web y folleto informativo**

Con el fin de eliminar la barrera de no recordar como ejecutar los ejercicios, resolver dudas y ofrecer una guía, los trabajadores reciben un folleto informativo que contiene como realizar los ejercicios (véase Anexo 7 y 8). Además, los trabajadores tienen a su disposición una página web con los vídeos explicativos de cómo realizar los tres ejercicios y cómo realizar la adecuada técnica de MMCC (véase Anexo 9). En este sentido, la página web actúa de recordatorio y guía.

#### **4.1.2. Estructura de la intervención SsObserWork**

El diseño de la intervención que se implementa y se evalúa en el presente estudio, se compone de dos sesiones realizadas individualmente, entre las cuales hay un período de seguimiento de tres semanas.

A continuación, se muestra la estructura de la intervención SsObserWork en la cual se sitúan los componentes, actividades formativas y material didáctico, presentándose, en el caso de las sesiones, en el orden de su aplicación (Figura 4.2).

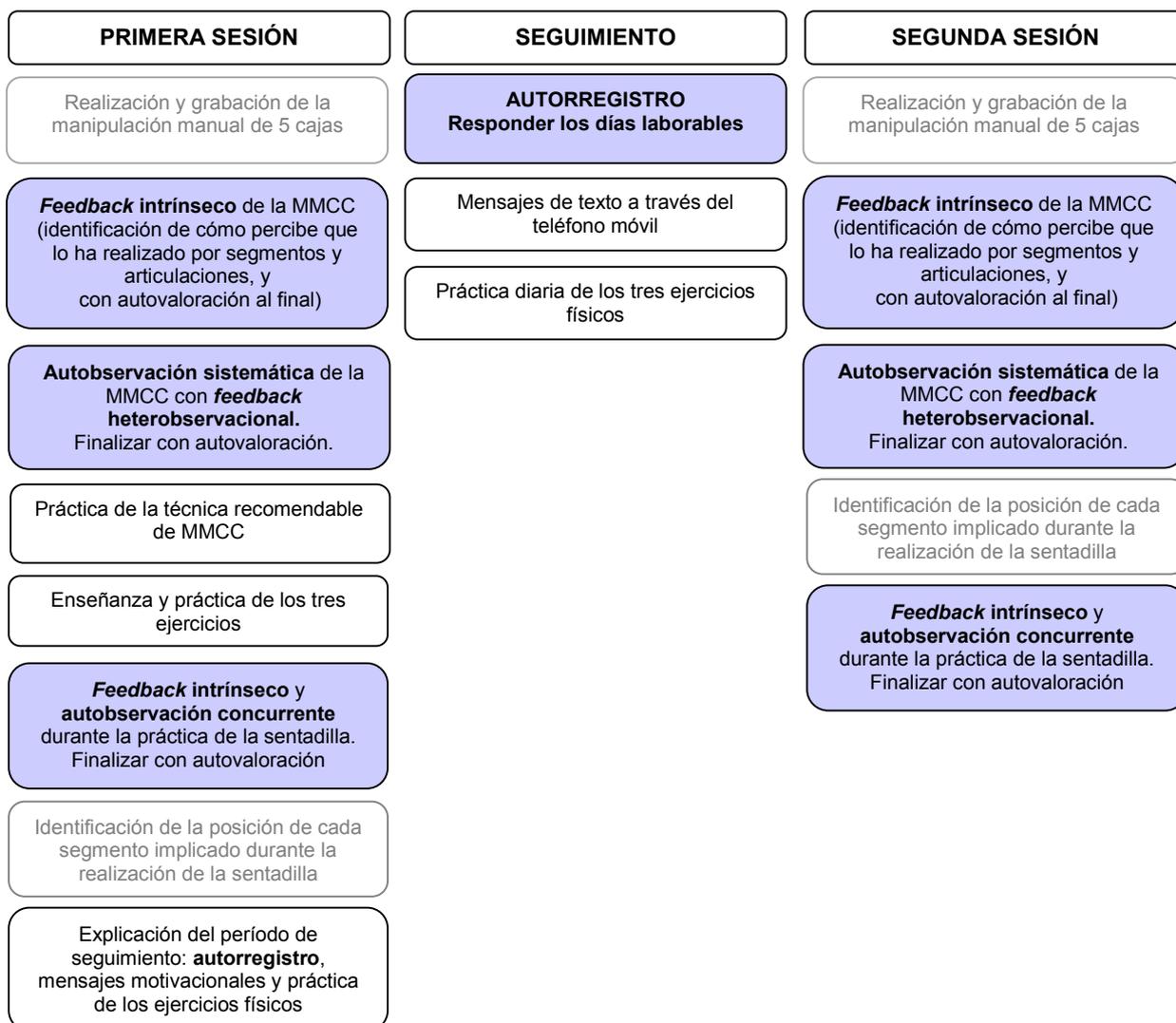


Figura 4.2. Estructura de la intervención SsObserWork.

### 4.1.3. Objetivo de la evaluación

Como se ha señalado anteriormente, la gran mayoría de los estudios que han evaluado la implementación de una formación en MMCC se han centrado en resultados como la reducción de TME o bajas laborales, omitiéndose la evaluación del efecto de la intervención en variables intermedias como el conocimiento adquirido, habilidades y el comportamiento del trabajador (Hogan et al., 2014).

Por otro lado, mediante la revisión de la evidencia no se ha observado propuestas de intervenciones que apliquen la autobservación combinada con el *feedback* heterobservacional y el *feedback* intrínseco en ocupaciones con mayor carga física, como en el sector industrial.

En este sentido, el presente estudio tiene por objetivo **evaluar el efecto de los componentes más novedosos, concretamente la autoobservación sistemática, el *feedback* heteroobservacional y el *feedback* intrínseco, en el aprendizaje de la técnica de MMCC**. De manera específica, se establecen los siguientes objetivos:

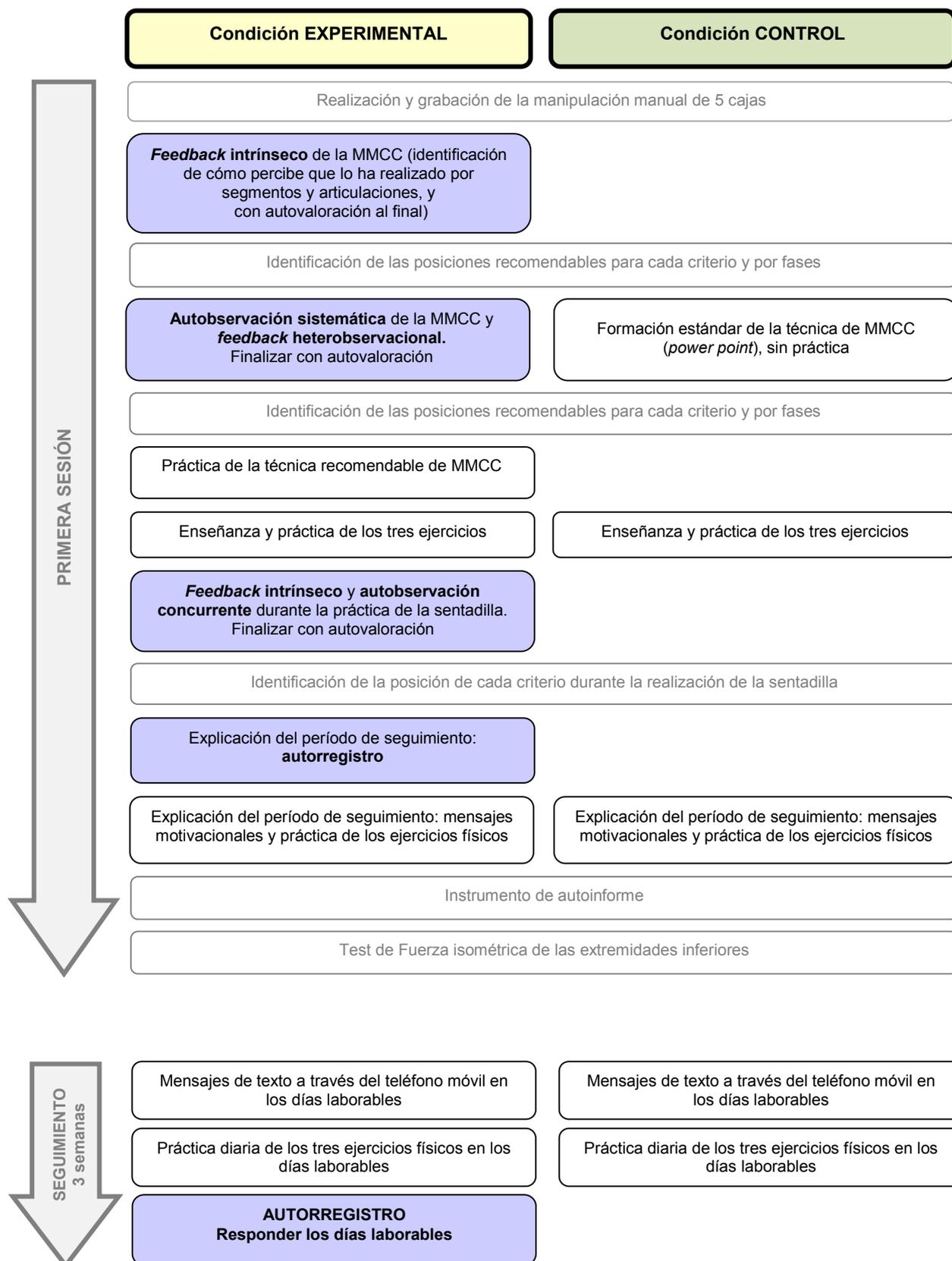
- Evaluar el efecto de la intervención sobre el conocimiento del trabajador de la técnica de MMCC.
- Evaluar el efecto de la intervención sobre la ejecución de la MMCC (conducta), principalmente focalizando la atención en la espalda. A este nivel se espera realizar una evaluación basada tanto en lo que han denominado indicadores conductuales estáticos como en indicadores conductuales dinámicos (Portell, Anguera, Chacón-Moscoso et al., 2015). Como indicadores conductuales estáticos, el máximo nivel al que se trabajará serán duraciones. Como indicadores conductuales dinámicos se utilizarán *T-patterns* (Magnusson, 1996, 2000).
- Explorar y comparar entre sesiones el grado de coincidencia entre cómo percibe el trabajador que realiza la ejecución mediante el *feedback* intrínseco y su ejecución.
- Analizar el grado de adherencia al periodo de seguimiento y su relación con la posición de la espalda.
- Analizar la valoración del trabajador hacia la intervención, focalizándose en la satisfacción, la utilidad y la transferibilidad.

Para alcanzar dichos objetivos, el diseño evaluativo se ha delimitado para centrarse en el efecto de los tres componentes, estableciendo un grupo de trabajadores que adquiere la condición experimental y otro la condición control.

En la Figura 4.3. se muestra el diseño evaluativo diferenciando la condición experimental y condición control. A parte de mostrar los componentes y actividades formativas, se señalan los instrumentos asociados a su evaluación que se implementan durante el desarrollo de las dos sesiones. Como se puede observar, en la condición control no se aplican los tres componentes en que se versa la evaluación y se substituyen por una formación estándar<sup>13</sup> que se basa en la explicación por parte del formador de cómo realizar la MMCC utilizando como soporte una presentación *power point* y sin demostración.

---

<sup>13</sup> Formación estándar realizada generalmente por los técnicos de prevención de riesgos laborales (véase Anexo 10).



**Figura 4.3.** Estructura de la intervención, indicando los componentes e instrumentos asociados a su evaluación según la condición experimental y la condición control.

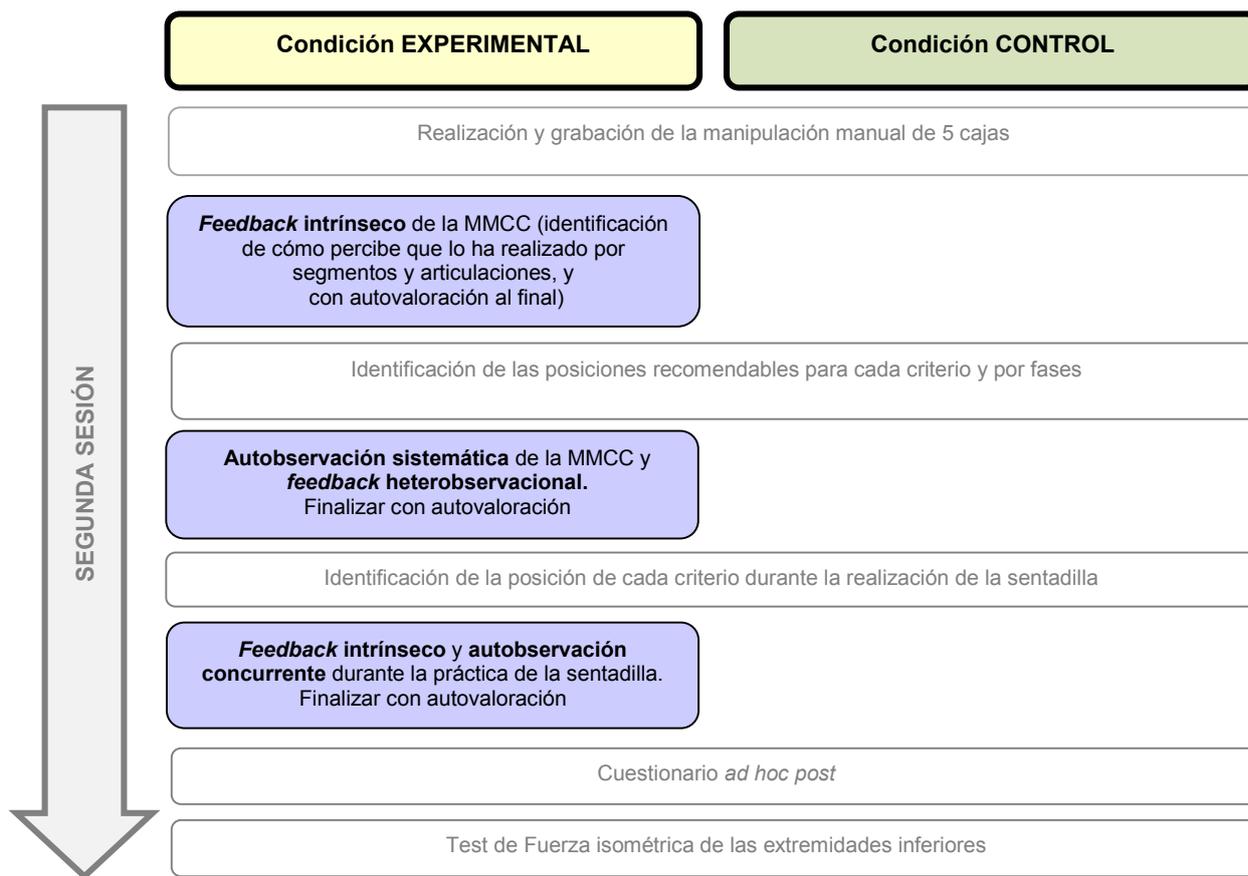


Figura 4.3. Continuación.

#### 4.1.3.1. Hipótesis de trabajo

Las hipótesis del presente estudio son las siguientes:

1. Se espera un incremento en el conocimiento de los trabajadores que han recibido la intervención SsObserWork.
2. Se espera una mejora de la ejecución de la MMCC (conducta) de los trabajadores que han recibido la intervención SsObserWork, principalmente esta mejora se produce en las posiciones adoptadas por la espalda.
3. Se espera un incremento en la segunda sesión del grado de coincidencia entre lo que perciben los trabajadores que realizan durante la ejecución mediante el *feedback* intrínseco y su ejecución.
4. Se espera adherencia al período de seguimiento y derivado de ello se observa una relación positiva con la posición adoptada por la espalda en la MMCC.
5. Los trabajadores que han recibido la intervención SsObserWork, la valoran con mayor satisfacción, utilidad y transferibilidad que la intervención que reciben los trabajadores en condición control.

## 4.2. Método

### 4.2.1. Participantes

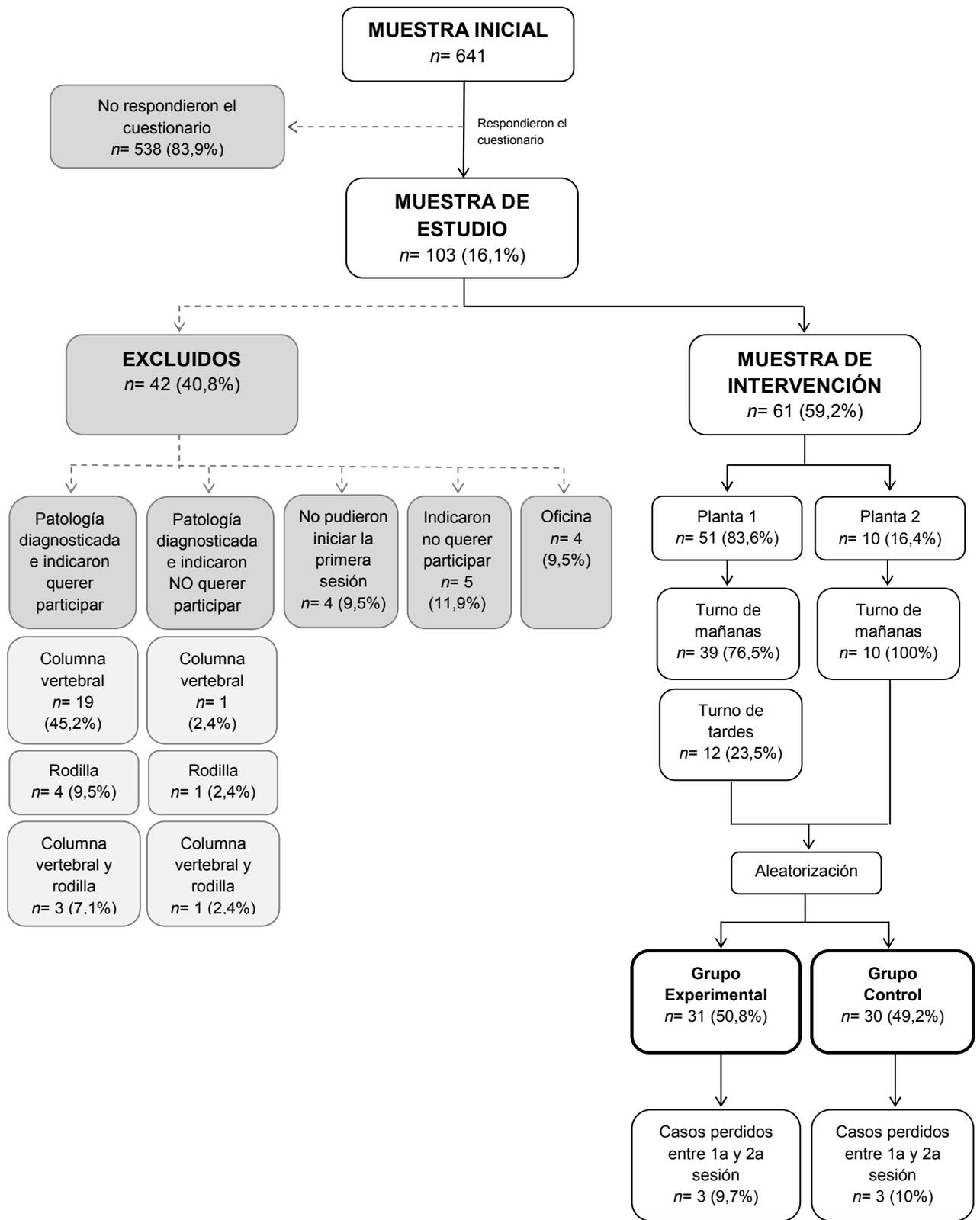
Los participantes de la intervención son trabajadores y trabajadoras de dos plantas de una empresa cárnica del sector industrial, situada en la comarca de la Garrocha (Cataluña). Los participantes realizan tareas de peón y se sitúan en línea de producción.

Como se muestra a continuación en el diagrama de flujos de la composición de la muestra (Figura 4.4), se partió de una muestra inicial de 641 trabajadores de la empresa, distribuidos en dos plantas de producción (planta 1= 350, planta 2= 291). Se distribuyó el cuestionario para la selección de la muestra en ambas plantas. Se devolvieron un total de 103 cuestionarios (muestra de estudio) y se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

- ✓ Edad superior a los 18 años.
- ✓ Categoría de operario.
- ✓ No presentar una patología ósea, muscular y/o articular crónica de la columna vertebral, y/o dolor agudo y/o crónico.
- ✓ No presentar una patología articular aguda y/o crónica de la rodilla.

A partir de la aplicación de los criterios de inclusión, la muestra de intervención fue un total de 61 trabajadores que se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos: experimental ( $n= 31$ ) y control ( $n=30$ ). Durante el tiempo que duro el trabajo de campo, la empresa solicitó incluir trabajadores de administración para que recibieran la intervención ( $n= 4$ ). No obstante, no formaron parte de la muestra de intervención, por no cumplir los criterios de inclusión (en categoría de operario).

El estudio fue debidamente aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Barcelona. La participación en esta investigación fue voluntaria y se garantizó en todo momento el anonimato y la confidencialidad de todos los participantes. Antes de la implementación de la intervención, se solicitó su consentimiento informado.



**Figura 4.4.** Diagrama de flujos de la composición de la muestra de intervención.

#### 4.2.2. Instrumentos

A continuación, se presentan los instrumentos que han sido utilizados para la descripción y caracterización de la muestra.

– Cuestionario de Salud SF-12v2 (versión española)

Para la valoración del estado de salud se utilizó el Cuestionario de Salud SF-12v2 (Ware, Kosinski, Tunner-Bowker y Gandek, 2009). Este cuestionario está formado por 12 ítems con opciones de respuesta tipo Likert de 3 a 5 puntos, y referidos a las últimas cuatro últimas semanas del participante. A partir de los 12 ítems, se constituyen ocho dimensiones: Función Física (2 ítems), Rol Físico (2 ítems), Dolor Corporal (1 ítem), Salud General (1 ítem), Vitalidad (1 ítem), Función Social (1 ítem), Rol Emocional (2 ítems) y Salud Mental (2 ítems). Y a partir de las ocho dimensiones se calculan los dos componentes sumarios: físico y mental.

El SF-12v2 presenta notables mejoras respecto a la versión 1: a) mayor claridad de las instrucciones y uso de palabras menos ambiguas; b) mayor comparabilidad con otras traducciones; c) los cuatro ítems que componen la dimensión Rol Físico y Rol Emocional han pasado a presentar 5 niveles de respuesta en vez de 2; y, d) los dos ítems de la dimensión Salud Mental y el ítem de la dimensión Vitalidad han pasado a presentar 5 niveles de respuesta en vez de 6 (Ware et al., 2009). En este sentido, es un cuestionario fácil y rápido de contestar que implica alrededor de 2 minutos, y se usa tanto para valorar el estado de salud de la población en general (Schmidt et al., 2012) como específica, como por ejemplo en población diabética (Monteagudo, Hernando y Palomar, 2009).

Se ha evaluado la validez de constructo en población catalana, concluyendo que el SF-12v2 es un instrumento válido para evaluar la calidad de vida relacionada con la salud en esta población.

En relación con la fiabilidad del SF-12v2, se observó que el coeficiente de correlación de Pearson oscilaban entre 0,73 y 0,87 en las ocho dimensiones del SF-12v2, y la consistencia interna de los componentes sumarios físico y mental fueron de  $\alpha=0,89$  y  $\alpha=0,86$  respectivamente (Ware et al., 2009).

Para la obtención de las puntuaciones se deben seguir las instrucciones detalladas en el manual de la versión original, aplicando el algoritmo estándar o específico (Ware et al., 2009). En primer lugar, se requiere de una recodificación de los ítems de las dimensiones Salud General, Dolor Corporal, Vitalidad y de un ítem de la dimensión

Salud Mental. Una vez se han sumado los valores finales de los ítems por cada dimensión, se transforma la puntuación en una escala del 1 al 100. Posteriormente, se debe calcular las puntuaciones estandarizadas (puntuaciones z) por cada una de las dimensiones utilizando los pesos de la población de referencia (algoritmo específico), en este caso la población catalana (Schmidt et al., 2012). Con las puntuaciones estandarizadas de cada dimensión se puede estimar los componentes sumarios a partir de la suma algebraica de las mismas. Finalmente, las puntuaciones estandarizadas se pueden normalizar con las normas poblacionales. En este caso, las normas poblacionales catalanas son una media de  $50 \pm 10$  para todas las dimensiones, y una media de  $50 \pm 9,6$  para el componente sumario físico y  $50 \pm 10,3$  para el componente sumario mental.

Para el presente estudio se valoró la consistencia interna del SF-12v2 en las respuestas, posterior a la imputación múltiple. Se observa una buena consistencia interna en los ítems con una alfa de Cronbach de 0,851.

#### – Cuestionario Nórdico Estandarizado

El Cuestionario Nórdico Estandarizado fue diseñado para la exploración e identificación de los síntomas musculoesqueléticos, principalmente en población trabajadora, y en ningún caso fue diseñado para realizar un diagnóstico clínico (Kuorinka et al., 1987). Actualmente es uno de los cuestionarios más utilizados en el contexto laboral.

El cuestionario general cuenta con 8 preguntas con respuestas dicotómicas y tipo Likert (de 4 a 5 niveles de respuesta). En todas las preguntas se debe especificar por cada una de las 8 partes del cuerpo que incluye: cuello, hombros (diferenciando entre el derecho y el izquierdo), espalda (diferenciando entre la parte superior e inferior), codo-antebrazo (diferenciando entre el derecho y el izquierdo), mano-muñeca (diferenciando entre la derecha y la izquierda), cadera/muslo, rodillas y tobillos/pies. Las preguntas hacen referencia a la presencia de molestias, tanto en los 12 últimos meses como en los últimos 7 días; la duración de las molestias y de cada episodio de dolor en los últimos 12 meses; la duración de la incapacidad temporal derivada de las molestias en los últimos 12 meses; la necesidad de recibir tratamiento por las molestias presentadas en los últimos 12 meses; la intensidad de las molestias presentes en los últimos 7 días; y finalmente, la causa de las molestias de los últimos 7 días.

El cuestionario fue creado en lengua escandinava y ha sido traducido en numerosas lenguas, entre ellas, la española. El estudio de validación del cuestionario se presentó en una comunicación a congreso en la que indicaban que el cuestionario presenta buenas propiedades de fiabilidad y consistencia (Martínez, Santo Domingo, Bolea, Casalod y Andres, 2014).

– Utrecht Work Engagement Scale (UWES-17)

El UWES-17 (versión española) se utilizó para evaluar el *engagement* de los trabajadores. El *engagement* surgió desde la perspectiva de la psicología positiva y se define como un constructo motivacional positivo relacionado con el trabajo que está caracterizado por el vigor, dedicación y absorción (Schaufeli, Salanova, González-Roma y Bakker, 2002). El vigor se caracteriza por presentar altos niveles de energía mientras se trabaja, de persistencia y un fuerte deseo de esforzarse en el trabajo. La dedicación se identifica por altos niveles de entusiasmo hacia el trabajo, inspiración, encontrar significado al trabajo, sentirse orgulloso y encontrarlo retador. Finalmente, la absorción se manifiesta por estar feliz y plenamente concentrado con el trabajo que se realiza y sentir que el tiempo pasa muy rápido y que uno se deja llevar por él (Salanova, Schaufeli, Llorens, Peiro y Grau, 2000).

El cuestionario cuenta con 17 ítems divididos en tres escalas: vigor (6 ítems), dedicación (5 ítems) y absorción (6 ítems). Los 17 ítems se responden mediante una escala Likert de 7 niveles de respuesta, y se requieren 5 a 10 minutos para responderlo. Para la obtención de las puntuaciones se calcula cada una de las escalas haciendo el promedio entre los ítems que las componen. Para obtener la puntuación global se debe hacer el promedio de las tres escalas. La puntuación que se puede obtener es entre 0 a 6 puntos. En la Tabla 4.1 se presentan las puntuaciones normativas para el UWES-17.

El cuestionario presenta una excelente consistencia interna para la puntuación total (coeficiente de alfa de Cronbach= 0,93). La consistencia interna para cada una de las escalas es  $\alpha=0,82$  (Vigor),  $\alpha=0,89$  (Dedicación) y  $\alpha=0,83$  (Absorción) (Schaufeli y Bakker, 2003).

Para el presente estudio se valoró la consistencia interna del UWES-17 en las respuestas, posterior a la imputación múltiple. Se observa una excelente consistencia interna en los ítems, con una alfa de Cronbach de 0,917.

**Tabla 4.1.** Puntaciones normativas para el UWES-17 (Schaufeli y Bakker, 2003)

	<b>Vigor</b>	<b>Dedicación</b>	<b>Absorción</b>	<b>Puntaje total</b>
Muy Bajo	≤ 2,17	≤ 1,60	≤ 1,60	≤ 1,93
Bajo	2,18 - 3,20	1,61 - 3,00	1,61 - 2,75	1,94 - 3,06
Medio	3,21 - 4,80	3,01 - 4,90	2,76 - 4,40	3,07 - 4,66
Alto	4,81 - 5,65	4,91 - 5,79	4,41 - 5,35	4,67 - 5,53
Muy Alto	≥ 5,61	≥ 5,80	≥ 5,36	≥ 5,54
Media	3,99	3,81	3,56	3,82
Desviación Estándar	1,11	1,31	1,18	1,10
Error Estándar	0,01	0,01	0,01	0,01
Rango	0,00 - 6,00	0,00 - 6,00	0,00 - 6,00	0,00 - 6,00

– Escala de percepción de esfuerzo (Escala de Borg CR10)

La Escala de Borg fue creada para medir la percepción subjetiva del esfuerzo físico (Borg, 1990). Ha estado utilizada en numerosos ámbitos, entre ellos, el laboral (Jensen et al., 2006).

La escala de percepción de esfuerzo de Borg fue diseñada para identificar como el participante percibía la intensidad del esfuerzo que realizaba a medida que éste incrementaba. La escala de percepción de esfuerzo de Borg utilizada ha estado la categórica con 12 niveles, de los cuales 8 presentan una definición categórica. El valor más bajo de la escala es el 0, el cual indica percibir nada de esfuerzo; y el valor más alto es el 10, el cual indica la percepción de un esfuerzo extremadamente intenso (Borg, 1990).

– Estadios de cambio en ejercicio físico

Para identificar en qué estadio de cambio se encontraba cada trabajador se utilizaron los ítems de Marcus et al. (1992). Los ítems de identificación del estadio de cambio se fundamentaron en el modelo Transteórico de Prochaska y DiClemente (1983) aplicado para fumadores.

Inicialmente se describe que se entiende por ejercicio físico regular (realizar tres o más días a la semana ejercicio físico durante como mínimo 20 minutos cada vez) y seguidamente el participante debe señalar uno de los cinco ítems que mejor describe su estado actual de práctica de ejercicio físico (estadio de cambio). El primer ítem "Actualmente no practico ejercicio físico y no tengo la intención de empezar a hacerlo en los próximos 6 meses" identifica el estadio de cambio *precontemplación*. El

segundo ítem "Actualmente no practico ejercicio físico, pero estoy pensando a empezar a hacerlo en los próximos 6 meses" identifica el estadio de cambio *contemplador*. El tercer ítem "Actualmente practico alguna vez ejercicio físico, pero no regularmente" identifica el estadio de cambio *preparación*. El cuarto ítem "Actualmente practico ejercicio físico regularmente, pero he empezado a hacerlo en los últimos 6 meses" identifica el estadio de cambio *acción*. Y finalmente, el quinto ítem "Actualmente practico ejercicio físico regularmente y llevo haciéndolo desde hace más de 6 meses" identifica el estadio de cambio *mantenimiento*. Los resultados aportados por Marcus et al. (1992) con población trabajadora muestran que los ítems presentan una buena fiabilidad test-retest ( $k=0,78$ ).

Finalmente, Marcus et al. (1992) presentaron un ítem referido a la práctica en el pasado "He practicado ejercicio físico regularmente antes, pero actualmente no hago". En este caso, para el presente estudio se realizó una adaptación para identificar la temporalidad. A partir del ítem propuesto por Marcus et al. (1992) se generaron dos, considerando un período de 10 años: "He practicado ejercicio físico regularmente en los últimos 10 años, pero actualmente no hago" y "He practicado ejercicio físico regularmente hace más de 10 años, pero actualmente no hago".

– Test de fuerza máxima isométrica de los extensores de las piernas

Para evaluar la fuerza máxima isométrica de los extensores de la pierna se utilizó una galga de fuerza (MuscleLab™; BoscosystemLab, Roma, Italia). Con el fin de evaluar la fuerza de las piernas se aplicó el protocolo de Coldwells, Atkinson y Reilly (1994). En este caso, Coldwells et al. (1994) evaluaron la fiabilidad test-retest y los resultados indicaron una muy buena relación entre las medidas test y retest ( $r=0,80$ ;  $p<0,001$ ).

El test permite obtener la fuerza generada por las piernas en Newtons, y posteriormente puede ser presentado en kilogramos dividiendo por 9,81.

El protocolo del test fue el siguiente:

- 1) Preparación del equipo (equilibración del sensor de fuerza siguiendo las indicaciones del programa).
- 2) Familiarización con el test
  - Explicación de cómo colocarse y de cómo se ejecuta el test.
  - Realización de una prueba. Seguidamente, descanso de 1 minuto (Ponngeon et al., 2011).

### 3) Realización del test (Coldwells et al., 1994).

Posición a adoptar para el test:

- El participante se coloca encima de la plataforma metálica que se encuentra a 15 centímetros de la pared, con los pies separados y alineados a los hombros y completamente planos.
- El participante apoya la espalda en la pared con las tres zonas de la espalda en contacto.
- El participante debe flexionar las rodillas a los 135 grados, medido con un goniómetro.
- El participante debe colocar los brazos extendidos por delante, agarrando con ambas manos la barra metálica, de manera que la cadena con el sensor de fuerza se encuentre entre las piernas, extendida pero sin tensión.
- Desapoyar la espalda de la pared, manteniendo la misma posición. La espalda debe mantenerse recta durante toda la ejecución del test.

Realización

- Con la posición, el técnico indica inicio del test.
- El participante, durante 5 segundos, realiza gradualmente la tensión que debe ser producida por las piernas que empujan hacia arriba sin extender las rodillas y evitando realizar fuerza con los brazos. Durante estos 5 segundos, el técnico debe animar al participante para maximizar el esfuerzo.
- Al finalizar los 5 segundos, el técnico indica el fin del test y el participante debe relajarse.
- El participante descansará durante 1 minuto y realizará una nueva repetición.

Previo al inicio del estudio se realizó una evaluación de la fiabilidad test-retest usando exactamente los mismos materiales previstos para aplicar en la empresa. Los participantes fueron 3 hombre y 4 mujeres con edades comprendidas entre los 29 y 59 años. Se aplicó el protocolo presentado anteriormente, y en este caso entre el test-retest transcurrió 1 hora. Los resultados indican una muy buena relación entre las medidas test y retest ( $\rho=0,893$ ;  $p=0,007$ ) y no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas muestras repetidas ( $Z= -1,521$ ;  $p=0,128$ ).

A continuación, se presentan las normas de fuerza de las piernas establecidas para los hombres y las mujeres (Corbin et al., 1978, citado en Heyward, 2008).

**Tabla 4.2.** Normas para la fuerza isométrica de las piernas (Corbin et al.,1978 citado en Heyward, 2008)

	Hombres	Mujeres
	Kg	Kg
Excelente	>241	>136
Bueno	214-240	114-135
Promedio	160-213	66-113
Por debajo del promedio	137-159	49-65
Malo	<137	<49

A continuación, se presentan los instrumentos para la evaluación.

– Instrumento observacional de la MMCC

Para la evaluación de la ejecución (comportamiento) del trabajador durante la MMCC se ha utilizado el instrumento observacional de la MMCC que se ha desarrollado y evaluado en el presente proyecto (véase capítulo 3). El estudio de la calidad de los datos obtenidos con este instrumento se ha presentado en el apartado 3.3.2.

– Instrumento de identificación de las posiciones de cada criterio (segmentos corporales, articulaciones y posición de la carga) en la MMCC

Instrumento desarrollado y fundamentado a partir del instrumento observacional de la MMCC (véase capítulo 3). Está formado por 5 criterios (pies, rodillas, espalda, codos y posición de la carga) y por un total de 16 categorías (véase Anexo 11). Es utilizado para la evaluación del conocimiento a partir de la identificación de la posición recomendable de cada criterio durante la MMCC por parte del trabajador, para cada una de las fases que componen la MMCC.

Por otro lado, es utilizado para que el trabajador que recibe la intervención SsObserWork identifique y señale a partir de la información proporcionada por el *feedback* intrínseco, la posición en que cada criterio se ha encontrado en la mayor parte de la ejecución de la MMCC realizada al inicio de la sesión. El trabajador lo indica para cada fase (carga, transporte y descarga).

– Instrumento de identificación de la sentadilla

Instrumento desarrollado para la identificación de la posición de los segmentos corporales y articulaciones implicadas principalmente en la ejecución del ejercicio sentadilla, concretamente centrado en las posiciones adoptadas en el descenso. Está formado por 8 criterios (pies, talones, rodillas, rodillas respecto los pies, alineación rodillas, cadera, espalda y cabeza) y con un total de 22 categorías (véase Anexo 12). Este instrumento se aplica al finalizar el aprendizaje y práctica de la sentadilla en la primera sesión. Permite verificar la comprensión y conocimiento del trabajador de cómo realizar la sentadilla con el fin de resolver cualquier duda.

A continuación, se presentan los instrumentos que han sido utilizados tanto para la caracterización de la muestra como para la evaluación.

– Cuestionario ad hoc de evaluación puntual<sup>14</sup>

Conjunto de preguntas elaboradas específicamente para este estudio sobre las siguientes áreas:

a) Datos personales

- Edad, con las siguientes cuatro categorías: 18 a 28 años, 29 a 39 años, 40 a 50 años y más de 51 años.
- Sexo: hombre o mujer.
- Nivel de estudios, con las siguientes cinco categorías: Sin titulación, Graduado escolar, FP grado medio, FP grado superior y Título universitario o superior.
- Lateralidad: diestro o zurdo.
- Tiempo en la empresa actual, con las siguientes cuatro categorías: Menos de un año, de 1 a 5 años, de 5 a 10 años y más de 10 años.
- Horario: jornada completa o reducida (indicando en ambos casos, turno de mañana o tarde).
- Sección de trabajo en la empresa.

b) Salud

- Presencia de una patología en la espalda, en caso afirmativo, tipología.
- Presencia de una patología en las rodillas, y en caso afirmativo, tipología.

---

<sup>14</sup> Véase Anexo 13.

- Baja laboral debido algún problema de espalda en la empresa actual.

c) Formación en prevención de riesgos laborales

- Recibir formación en prevención de riesgos laborales en los 2 últimos años.
- Recibir formación en MMCC, y en caso afirmativo, lugar donde se recibió: lugar de trabajo o fuera del lugar de trabajo.
- Satisfacción con la formación en MMCC recibida, mediante una escala de valoración del 1 al 10.
- Conocimiento de cómo la MMCC, mediante una escala de autovaloración del 1 al 10.
- Barreras para la realización de una manipulación manual adecuada, con opción multirrespuesta (13 categorías).
- Transferibilidad de la formación recibida en MMCC a las tareas laborales y cotidianas, mediante una escala de valoración del 1 al 10.
- Valoración de la formación recibida en MMCC para ayudar adquirir hábitos saludables para la espalda, mediante una escala de valoración del 1 al 10.

Las variables satisfacción y transferibilidad han estado basadas según las propuestas de Martínez, Grau y Salanova (1999) y Kirkpatrick y Kirkpatrick (2006). La variable barreras ha estado basada según los estudios Cobos y Garí (2008) y Karsh, Newenhouse y Chapman (2013).

– Instrumentos de autoinforme<sup>15</sup>

a) Datos personales (solo en la primera sesión)

- Peso en kilogramos y altura en centímetros. Ambos datos permiten calcular el Índice de Masa Corporal (IMC) de la muestra de intervención.
- Perímetro de cintura en centímetros.

b) Autovaloración de la MMCC

Autovaloración a partir del *feedback* intrínseco y posterior a la autoobservación sistemática, utilizando una escala de valoración del 1 a 10.

c) Autovaloración de la ejecución de la sentadilla.

Autovaloración a partir del *feedback* intrínseco y la autoobservación concurrente, utilizando una escala de valoración del 1 a 10.

---

<sup>15</sup> En el Anexo 14 se pueden observar todas las variables de los instrumentos de autoinforme empleados en ambas sesiones.

- d) Realización de las actividades laborales y no laborales.
- Frecuencia de MMCC realizadas durante las tres semanas de seguimiento (retrospectivo).
  - Frecuencia de la práctica del ejercicio físico (número de días y repeticiones por día) durante las tres semanas de seguimiento (retrospectivo).
  - Barreras para la práctica de los ejercicios físicos (retrospectivo; 7 categorías).
- e) Valoración de la formación más útil para aprender como MMCC y adquirir hábitos más saludables para la espalda.

– Cuestionario ad hoc de evaluación ambulatoria

A continuación, se presentan las variables del cuestionario acordes a los objetivos establecidos para el presente estudio<sup>16</sup>.

a) Manipulación manual de cargas

- Número de MMCC realizadas en el trabajo durante el día.  
Con las siguientes cuatro categorías: Ninguna, 1 a 10, 11 a 20 y más de 20.
- Número de MMCC realizadas fuera del lugar de trabajo durante el día.  
Con las siguientes cuatro categorías: Ninguna, 1 a 10, 11 a 20 y más de 20.
- MMCC realizadas adecuadamente.  
Con las siguientes cuatro categorías: Ninguna, Pocas, Bastantes, Todas.
- Tiempo transcurrido desde la última MMCC realizada (horas y minutos).
- Valoración y motivo de la realización de la última MMCC.  
Con la siguientes tres categorías: Adecuadamente, tal como me han enseñado en la formación; Adecuadamente, pero de la manera como yo lo hago; Inadecuadamente. Y los motivos, con opción a multirrespuesta (6 categorías).
- Veces que se ha adoptado una postura de la espalda adecuada.  
Con las siguientes cuatro categorías: Ninguna vez, Pocas veces, Bastantes veces y Todas las veces.
- Molestias musculoesqueléticas.  
Utilización del formato adaptado del *Cuestionario Estandarizado Nórdico*.
  - Identificación para cada parte del cuerpo.
  - Intensidad de la molestia.

---

<sup>16</sup> En el Anexo 4 se pueden observar todas las variables del cuestionario *ad hoc* de evaluación ambulatoria.

## b) Ejercicio físico

- Realización de los ejercicios.

Con las siguientes categorías: Sí, los 3; Sí, sólo 2; Sí, solo 1; y No.

En caso de no realizar los tres ejercicios, indicar cuál se ha realizado.

- Número de repeticiones (introducir número).
- Molestias percibidas realizando los ejercicios.  
Categorizado con sí o no, y en caso afirmativo según ejercicio.
- Barreras para la realización (7 categorías).

### – Cuestionario ad hoc post

A continuación se presentan las variables del cuestionario acordes a los objetivos establecidos para el presente estudio<sup>17</sup>. Además, el cuestionario *post* incorpora los instrumentos estandarizados SF-12v2, UWES-17, Escala de Borg CR10, Cuestionario Nórdico Estandarizado.

Conjunto de preguntas elaboradas específicamente para este estudio sobre las siguientes áreas:

## a) Valoración de la formación<sup>18</sup>

### a.1) Componentes, actividades y material.

- Componente más interesante de la formación.
- Utilidad del ejercicio físico.
  - Para la MMCC.
  - Para adquirir hábitos posturales más saludables para la espalda.
- Utilidad de los mensajes motivacionales.
- Utilidad de la página web.
- Frecuencia del uso de la página web durante el período de seguimiento.
- Grado de dificultad para realizar el autorregistro.
- Barreras para realizar el autorregistro (retrospectivo; 7 categorías).
- Valoración del instrumento de autoobservación de la MMCC (formato, contenido e imágenes).
- Grado de utilidad del instrumento de autoobservación de la MMCC para la identificación de posturas.

---

<sup>17</sup> Véase Anexo 15.

<sup>18</sup> La mayoría de las preguntas de este conjunto se respondieron mediante una escala de valoración del 0 al 10.

- Grado de utilidad del instrumento de autoobservación de la MMCC para la adquisición de hábitos posturales adecuados.

a.2) A nivel global <sup>19</sup>

- Grado de conocimiento percibido de cómo realizar la MMCC.
- Grado de satisfacción con la formación.
- Grado de transferibilidad de la formación a las tareas laborales y cotidianas.
- Grado de utilidad de la formación para adquirir hábitos posturales adecuados, y concretamente de la espalda.
- Valoración de la formación como formación en prevención de riesgos y promoción de la salud.
- Barrera para la realización de una manipulación manual adecuada, con opción multirrespuesta (13 categorías).

### 4.2.3. Diseño y procedimiento

#### *Diseño*

Para la evaluación de la intervención se consideró imprescindible adoptar una perspectiva de complementariedad metodológica (Chacón et al., 2013; Anguera, Camerino, Castañer y Sánchez-Algarra, 2014), combinando elementos del diseño experimental y del diseño fundamentado en la metodología observacional.

La metodología observacional adquiere un papel esencial en el presente estudio y es clave para la justificación y construcción de los instrumentos vinculados a la autoobservación, para la evaluación conductual y para la planificación de la recogida de datos de esta parte. Desde el punto de vista de los diseños observacionales, para esta parte del estudio se adopta un diseño de seguimiento, nomotético y multidimensional de tipo intensivo (Anguera et al., 2001; Portell, Anguera, Chacón-Moscoso et al., 2015).

Por otra parte, la evaluación del efecto de los componentes ligados a la autoobservación (autoobservación sistemática, *feedback* heterobservacional, evaluación ambulatoria y *feedback* intrínseco) sobre el conocimiento y el comportamiento del

---

<sup>19</sup> La mayoría de las preguntas de este conjunto se respondieron mediante una escala de valoración del 0 al 10.

trabajador se fundamenta en un diseño experimental con *pretest* y seguimiento a las tres semanas.

Por último, los datos comparativos sobre la valoración de la formación se han basado en un diseño *pre-post* sin grupo control. La justificación de este cambio en el diseño se deriva de la necesidad de completar la formación del grupo condición control en la segunda sesión para garantizar la igualdad de oportunidades y el cumplimiento de los requerimientos del comité de ética que aprobó el proyecto. En la discusión retomaremos las implicaciones de este cambio en el diseño cara a la validez.

### *Procedimiento*

El trabajo de campo se dividió en dos fases (Figura 4.5):

1. Contacto con la empresa, presentación del proyecto y proceso de selección de la muestra.
2. Implementación y evaluación de la intervención.

Ambas fases se llevaron a cabo entre los meses de septiembre y diciembre de 2015.

<b>Primera fase</b>				<b>Segunda fase</b> - Implementación y evaluación -	
Contacto con la empresa	Presentación del proyecto a la empresa	Confirmación y proceso de adaptación contextual	Proceso de selección de la muestra	Primera sesión	Segunda sesión
13 de abril 2015	6 de mayo de 2015	De julio a septiembre 2015	Septiembre y octubre 2015	Noviembre a diciembre 2015	

**Figura 4.5.** Secuencia del trabajo de campo.

Tras la presentación del proyecto a la empresa y su posterior confirmación de participación, se inició un proceso de adaptación contextual de los detalles de la intervención a las características de la organización del trabajo y de las instalaciones de la empresa durante los meses de julio a septiembre de 2015. Una de las consecuencias de este proceso fue la modificación de la condición control para poder cumplir con los requerimientos éticos de administrar la intervención a todos los trabajadores interesados. Dadas las dificultades de organizar una tercera sesión en la que todos los trabajadores del grupo control pudieran recibir el principal componente de la intervención (la autoobservación sistemática acompañada del *feedback* heteroobservacional), se optó por administrarlo al final de la segunda sesión, posterior a la recogida de datos referentes al conocimiento y la conducta. Adicionalmente, este cambio derivó en que gran parte del cuestionario *ad hoc post* se respondiera fuera del

tiempo de la sesión. En la Figura 4.6 se presenta el diseño evaluativo de la intervención con la modificación de la condición control al final de la segunda sesión.

La fase de recogida de datos para la selección de la muestra se desarrolló entre los meses de septiembre y octubre de 2015. La recogida de datos para la selección se realizó mediante un cuestionario que fue distribuido por la empresa y que incluía los siguientes instrumentos presentados previamente: cuestionario *ad hoc* de evaluación puntual, SF-12v2, cuestionario nórdico estandarizado, UWES-17, Escala de Borg CR10 y estadios de cambio en ejercicio físico. La participación en el estudio era voluntaria. El 30 de octubre de 2015 finalizó la recogida de cuestionarios. Posteriormente, se realizó la selección de los participantes teniendo en cuenta los criterios de inclusión (véase apartado 4.2.1). Durante el proceso de recogida, dos cuestionarios no llegaron a recogerse debido a su pérdida. Las participantes de estos dos cuestionarios señalaron su interés en participar tras comprobar la pérdida de los cuestionarios. En este caso, el equipo de investigación no procedió a su reclamación para no vulnerar el anonimato de las participantes. De todas formas, fueron incluidas en la muestra de intervención tras comprobar y garantizar el cumplimiento de los criterios de inclusión y la homogeneidad de la muestra. Finalmente, una vez seleccionada la muestra de intervención, los participantes fueron aleatorizados en dos grupos: condición experimental y condición control.

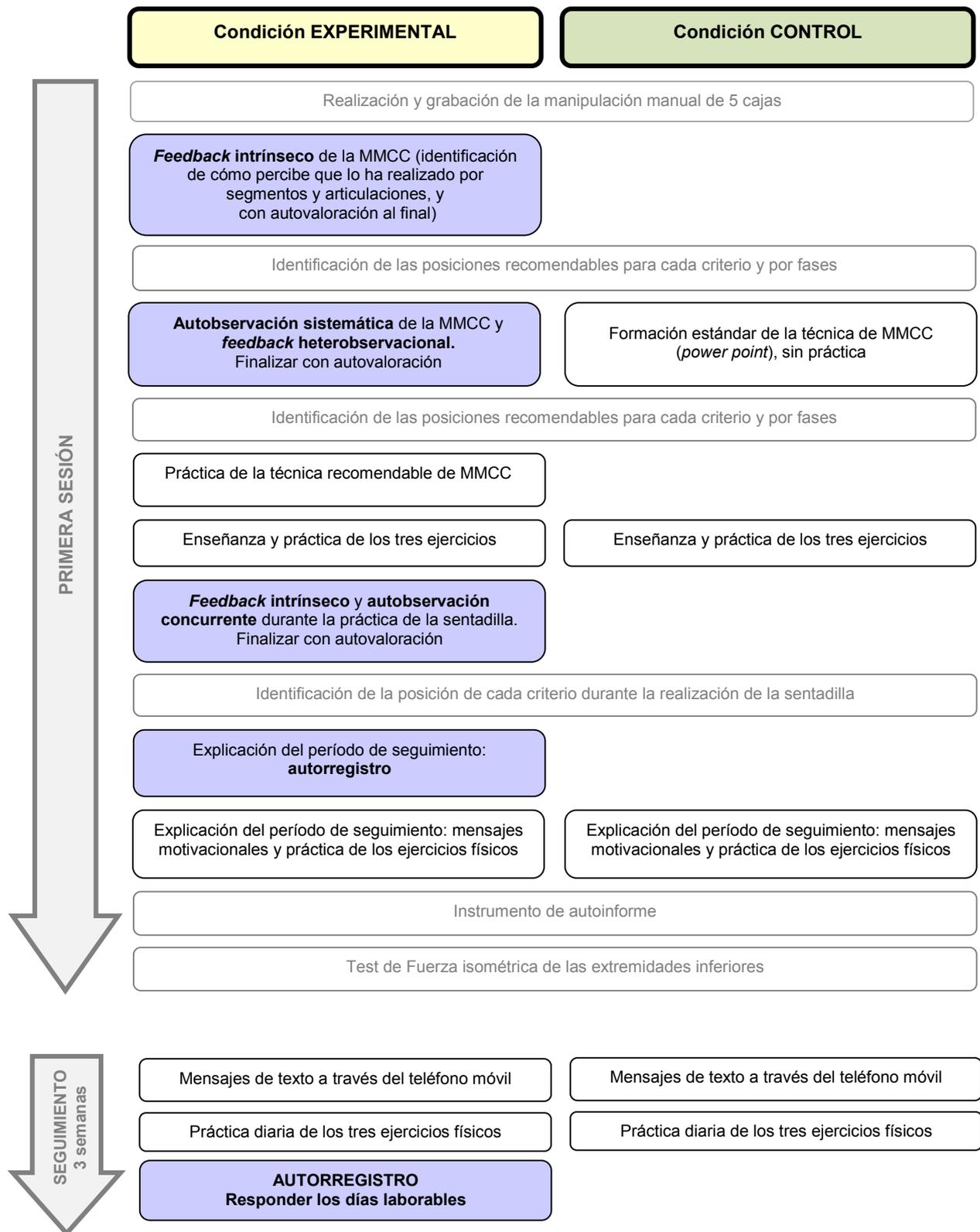
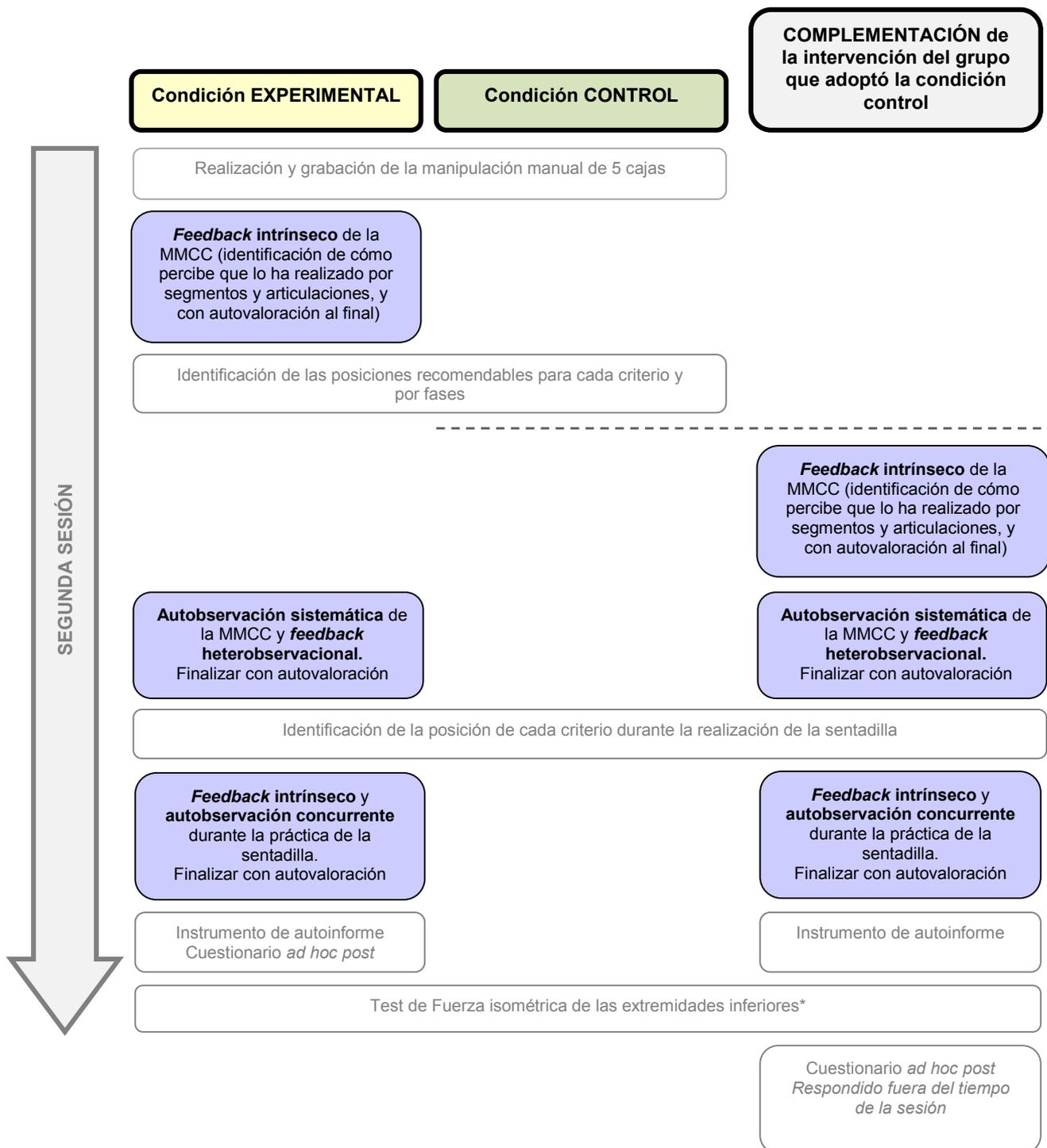


Figura 4.6. Estructura de la intervención (diseño evaluativo).



**Figura 4.6.** Continuación (diseño evaluativo de la intervención con la modificación de la condición control en el final de la segunda sesión).

\* Se realizó el test de fuerza isométrica de las extremidades inferiores como medida de control y no de efecto.

La fase de implementación y evaluación de la intervención se realizó entre los meses de noviembre y diciembre de 2015. Entre el 12 y el 27 de noviembre se llevó a cabo la primera sesión con ambos grupos (condición experimental y condición control). Las sesiones eran individuales y se realizaron durante la jornada laboral en una sala de formación de la empresa. La primera sesión tuvo una duración de una hora con el grupo experimental y 30 minutos con el grupo control (un total de 50 horas de formación), en la cual se solicitó el consentimiento informado<sup>20</sup>. En esta primera sesión se tomó una fotografía de cada trabajador en posición anatómica desde un plano sagital, con el fin de conocer la morfología de la espalda del trabajador para una adecuada observación y codificación durante la MMCC. Seguidamente, se solicitó que movilizaran cinco cajas de la forma en que normalmente lo hacían mientras eran grabados desde un plano sagital. Durante la movilización de las cinco cajas se les efectuaron varias preguntas con el fin de desviar su atención. La falta de tiempo al final de la sesión provocó que algunos participantes de ambos grupos (7 del grupo experimental y 10 del grupo control) no realizaran el test de fuerza máxima isométrica de las piernas. Además, una participante del grupo experimental solicitó no responder a la segunda identificación de las posiciones recomendables en la MMCC (posterior a la autoobservación sistemática) y se respetó su decisión.

Al finalizar la primera sesión y previo a la segunda sesión, se inició para cada participante un período de tres semanas. Durante este período, debían realizar diariamente (solo en días laborables) 10 repeticiones de cada uno de los tres ejercicios físicos (en el transcurso de los días podían aumentar hasta 15 repeticiones) y recibían diariamente (solo en días laborables) un SMS motivacional para propiciar su adherencia. El contenido de los SMS motivacionales de ambos grupos estaba adaptado al estadio de cambio en ejercicio físico de cada participante y variaba diariamente. Adicionalmente, los participantes del grupo experimental recibían diariamente (solo en días laborables) un mensaje recordatorio para responder al cuestionario *ad hoc* (autorregistro) con el enlace para ser respondido *online*. Los mensajes se enviaron utilizando el programa *EnviaMensajes* de Movistar, que permitió la programación del envío de los mensajes para cada participante, según contenido, día y hora. En la Tabla 4.3 se muestra el horario de envío de los mensajes tomando en consideración el turno de trabajo para que fueran enviados fuera de la jornada laboral.

---

<sup>20</sup> El formulario de consentimiento informado puede verse en el Anexo 16.

**Tabla 4.3.** Horario de envío de los mensajes cortos de texto durante el período de seguimiento.

		<b>Grupo experimental</b>	<b>Grupo control</b>
Mensaje motivacional	Turno mañana	16:00h	16:00h
	Turno tarde	9:30h	9:30h
Mensaje recordatorio para responder el autorregistro	Turno mañana	19:30h	
	Turno tarde	13:00h / 22:30h	

En el caso de los participantes del grupo experimental que realizaban el turno de tarde, podían recibir dos mensajes recordatorio para responder al cuestionario *ad hoc*. Uno al mediodía de forma estable (13:00h) y uno a los 30 minutos de finalizar la jornada laboral (22:30h) si no habían realizado el autorregistro al mediodía. Si el trabajador respondía al mediodía, las respuestas referentes a la jornada laboral eran de la tarde anterior y aquellas referentes a la vida cotidiana eran de la mañana de ese mismo día. En caso de responder por la noche, tanto las respuestas referentes al trabajo como las de fuera del trabajo eran de ese mismo día. Todas las respuestas eran comprobadas diariamente para identificar cualquier incidente con el autorregistro o con la práctica del ejercicio físico. En caso de producirse incidentes el equipo de investigación se ponía en contacto con el participante para resolverlos. No obstante, hubo 7 participantes que tuvieron que realizar el autorregistro en papel, debido a que no disponían de un móvil inteligente con conexión a internet o bien porque señalaron que tenían problemas de conexión. De todos modos, recibieron los mensajes recordatorio y motivacionales, y se les recordó que en caso de producirse algún incidente se pusieran en contacto con el equipo de investigación.

En el caso del grupo control, si presentaban algún tipo de incidente con el ejercicio físico, podían ponerse en contacto con el equipo de investigación a través del teléfono o correo electrónico del estudio. No se produjeron incidentes durante el período de seguimiento. No obstante, hubo 3 participantes del grupo experimental y 3 del grupo control que indicaron en la primera sesión que presentaban molestias en una de las rodillas, como consecuencia de la práctica de ejercicio físico que realizaban. En este caso, se solicitó a los 6 participantes que durante las tres semanas realizaran el ejercicio de la sentadilla solo si no les generaba dolor y cumpliendo las indicaciones de ejecución (evitar flexiones profundas y desestabilización de la rodilla).

Entre el 4 y el 22 de diciembre se realizó la segunda sesión con el grupo experimental y control, realizándose individualmente y con un total de 49 horas de formación entre

ambos grupos. Entre la primera y segunda sesión se perdieron 3 participantes del grupo experimental y 3 del grupo control. Por otro lado, en la segunda sesión, un participante del grupo experimental y uno del grupo control no pudieron realizar la manipulación de las cinco cajas, aunque realizaron el resto de la sesión con normalidad, sin poder realizar la autoobservación sistemática. La sesión del grupo experimental tuvo una duración de una hora. En cambio, el tiempo de la sesión del grupo control se dividió en dos partes: los primeros 10 minutos fueron en condición control y los 25 minutos siguientes fueron destinados a la complementación de la intervención perdiendo el grupo la condición control. Dicha complementación de la intervención fue posterior a la recogida de datos referidos a la conducta y conocimiento de la MMCC para garantizar la condición control de esta parte y, ante el tiempo disponible, solo pudieron responder durante la sesión las preguntas correspondientes a "realización de las actividades laborales y no laborales" del cuestionario *ad hoc post*. Para el resto del cuestionario *ad hoc post*, se optó que lo respondieran fuera del tiempo de la sesión y fuera devuelto al día siguiente dentro de un sobre cerrado. Por ello, los datos comparativos sobre la valoración de la formación se han basado en un diseño *pre-post* sin grupo control. Se retomarán las implicaciones de este punto en la discusión.

La intervención fue implementada siguiendo el protocolo diseñado por el equipo de investigación.

#### **4.2.4. Gestión y análisis de los datos**

Por cuestiones de claridad expositiva, agruparemos en un último bloque al final de este apartado todos los aspectos que son específicos del análisis de patrones conductuales.

##### **4.2.4.1. Gestión de los datos**

La gestión de los datos obtenidos a partir de la entrevista individual y los cuestionarios autoadministrados se ha realizado con el programa MS-Excel y con el programa SPSS (versión 23).

La parte más compleja de la etapa de gestión de datos ha sido la relacionada con la creación de los indicadores conductuales. Para ello se ha partido del registro observacional de cada trabajador creado con el programa Lince para cada una de las

dos sesiones. Este registro se ha exportado al programa MS-Excel desde el que se ha generado para cada criterio, fase y subfase, la duración relativa de la posición recomendable (unidades de tiempo de la categoría respecto a la duración total).

Para analizar la relación entre la autopercepción mediante el *feedback* intrínseco y la ejecución de la MMCC se generó una variable categórica dicotómica partiendo de: (1) la identificación de como consideraban que lo habían realizado por cada criterio y (2) la variable duración relativa en que cada criterio se encontraba en posición recomendable. Se categorizó como "coincidencia" cuando la identificación de la categoría señalada era recomendable y coincidía en que la duración relativa en posición recomendable era superior al 50%, o bien, la identificación de la categoría señalada era no recomendable y la duración relativa era inferior a 50%; y se categorizó como "no coincidencia" cuando ambas variables no coincidían en base a los anteriores parámetros.

Para el análisis de los datos del cuestionario SF-12v2 y UWES-17 se revisó el número de casos que presentaban valores perdidos. En el caso del SF-12v2 se excluyeron los casos que presentaban más de 3 ítems clave de la parte física y/o mental sin valores (Perneger y Burnand, 2005). En el caso del UWES-17 se excluyeron los casos que presentaban más de 3 ítems (15%) sin valores. En ambos cuestionarios, se procedió a la imputación múltiple mediante los modelos de regresión de los procedimientos de imputación múltiple del programa SPSS.

#### **4.2.4.2. Análisis estadístico**

Para cada una de las variables dependientes se ha realizado su descripción estadística básica, por grupo y por momento, con el objetivo de caracterizar las distribuciones empíricas obtenidas.

Se ha valorado el supuesto de normalidad para cada una de las distribuciones implicadas en el estudio mediante la prueba de Shapiro-Wilk. La elección de esta prueba se debe a que, frente a otras pruebas alternativas, presenta un mejor nivel de potencia estadística (Shapiro, Wilk y Chen, 1968).

Entre las opciones analíticas que puede aplicarse al diseño planteado de comparación de grupos se ha optado por la prueba de T de Student para muestras independientes o la prueba U de Mann-Whitney, según si se cumplían o no los supuestos de la prueba paramétrica, sobre la puntuación de cambio. En este sentido, y como paso previo al

contraste estadístico de las hipótesis, se han computado las puntuaciones de cambio para las distintas variables dependientes del diseño, con objeto de controlar el hipotético efecto de línea base. En todos los casos las diferencias se han calculado de manera que un valor positivo indica un cambio en el sentido definido por las hipótesis, es decir, un valor positivo señala una mejora en el aspecto representado por la variable analizada.

Entre las opciones analíticas para el diseño *pre-post* se ha optado por la prueba no paramétrica de Wilcoxon, debido a los resultados obtenidos en la descripción de datos y evaluación de los supuestos de normalidad.

La valoración de los tamaños de efecto se ha realizado mediante el estadístico de Delta de Cliff (Cliff, 1993) y *d* de Cohen (Cohen, 1988), según si se cumplían o no los supuestos de la prueba paramétrica sobre la puntuación de cambio, y se ha calculado con el programa R (versión 3.3.3). El estadístico Delta de Cliff ( $\delta$ ) es considerado una alternativa robusta para condiciones no paramétricas (Kromrey y Hogarty, 1998) y se categoriza en un efecto insignificante ( $<0,147$ ), pequeño (entre 0,147 y 0,33), moderado (entre 0,33 y 0,474) y grande ( $>0,474$ ) (Romano, Kromrey, Coraggio, Skowronek y Devine, 2006). La Delta de Cliff se presenta con el intervalo de confianza del 95%. El estadístico *d* de Cohen es considerado una alternativa robusta para condiciones paramétricas y se categoriza en un efecto insignificante ( $<0,20$ ), pequeño (entre 0,20 y 0,49), moderado (0,50 y 0,79) y grande ( $>0,80$ ) (Cohen, 1988).

Adicionalmente, se ha analizado la relación entre los criterios (variables de comportamiento), a través del Coeficiente de correlación de Pearson o de Spearman, según si se cumplían o no los supuestos de la prueba paramétrica.

Finalmente, en las variables que indican la coincidencia entre la percepción de los participantes del grupo experimental de cómo han realizado la MMCC y su ejecución real, se ha estudiado las diferencias entre los casos que cambian entre la primera y segunda sesión aplicando la Prueba de McNemar según criterio y fase.

#### **4.2.4.3. Análisis de patrones temporales**

El tipo de instrumento observacional desarrollado para este estudio y un diseño observacional nomotético, multidimensional, con seguimiento y de tipo intensivo (Anguera et al., 2001; Portell, Anguera, Chacón-Moscoso et al., 2015), permite un nivel de análisis encaminado a profundizar en la estructura temporal de la conducta del

trabajador. De manera específica, el objetivo que nos proponemos con este análisis es detectar la estructura temporal de los patrones de conducta de los trabajadores que involucran la posición recomendable de la espalda para posteriormente compararlos entre las dos sesiones del grupo de intervención.

A partir de los datos codificados para cada trabajador y sesión se construyeron las coocurrencias de posiciones en los diferentes segmentos corporales y articulaciones implicadas a lo largo del período de manipulación de la carga. En adelante nos referiremos a estas coocurrencias de posiciones como “eventos”. A partir de los 6 criterios asociados a segmentos corporales y articulaciones y teniendo en cuenta las fases, se pueden definir 8960 tipos de eventos.

El estudio de las relaciones temporales entre dichos eventos se ha basado en el algoritmo de análisis de detección de patrones temporales desarrollado por Magnusson (1996, 2000) e implementado en THEME<sup>TM</sup> (Patternvision Ltd, Islandia). En este contexto, un patrón temporal (en adelante *T-pattern*) es, esencialmente, una combinación de eventos que ocurren en el mismo orden con distancias temporales entre sí que permanecen relativamente invariantes en relación con la hipótesis nula de que cada componente es independiente y se distribuye aleatoriamente en el tiempo. Así, si A es un componente anterior y B un componente posterior de un mismo *T-pattern*, después de una ocurrencia de A en  $t$ , existirá un intervalo  $[t + d_1, t + d_2]$  ( $d_2 \geq d_1 \geq d_0$ ) que tienda a contener al menos una ocurrencia de B más frecuentemente de lo que se esperaría por azar; este intervalo, denominado intervalo crítico (IC):  $[d_{i1}, d_{i2}]$ , es el elemento central del algoritmo de detección de *T-patterns* propuesto por Magnusson (1996, 2000).

El algoritmo de detección de THEME permite buscar relaciones estadísticamente significativas entre coocurrencias de posiciones corporales teniendo en cuenta el orden, el ritmo y la frecuencia de dichos eventos. De este modo THEME hace visibles regularidades en la conducta muy difíciles de detectar de otra manera. Cuando THEME detecta un *T-pattern* entre un par de eventos A y B, en un segundo paso, tal *T-pattern* de primer nivel queda marcado y considerado como un bloque potencial en patrones superiores, por ejemplo, ((A B) C). Por lo tanto, se pueden crear patrones más complejos siguiendo este proceso de detección ascendente jerárquico hasta cualquier nivel. Cuando no se encuentran más patrones, la búsqueda se detiene. Una exposición más detallada de este proceso junto con una revisión de los diversos ámbitos en los que la técnica se ha aplicado con éxito puede hallarse en Casarrubea et al. (2015). Un ámbito próximo al tratado en esta tesis en el que se ha aplicado esta

técnica es el de las ciencias de la actividad física y el deporte (véase, por ejemplo, Castañer et al., 2017; Tarragó, Iglesias, Lapresa y Anguera, 2016; Lapresa et al., 2013; Camerino et al., 2012; Costa et al., 2010; entre otros); sin embargo, hasta donde nosotros sabemos, no existen aplicaciones del análisis de *T-patterns* a la evaluación de intervenciones en salud laboral.

En esta tesis doctoral la búsqueda de *T-patterns* se ha enfocado a la comparación entre sesiones del grupo experimental, analizando los datos obtenidos desde una perspectiva nomotética. Los parámetros de búsqueda de *T-patterns* específicos que se han utilizado son: nivel de significación de  $p < 0,005$ ; mínimo número de ocurrencias de 3; y número mínimo de trabajadores en los que debe producirse un patrón para ser detectado del 51%. Para la validación de los resultados obtenidos se ha usado la opción que ofrece THEME de simular secuencias aleatorias a partir de los datos originales (tipo "Shuffle") y comparación de los *T-patterns* obtenidos a partir de estos datos simulados con los obtenidos con los datos reales (número de aleatorizaciones = 5).

## 4.3. Resultados

### 4.3.1. Caracterización de la muestra de intervención

El objetivo de este apartado es caracterizar la muestra de intervención. La información que se presenta a continuación se obtuvo mediante el cuestionario para la selección de la muestra compuesto por: cuestionario *ad hoc* de evaluación puntual, SF-12v2, cuestionario Nórdico Estandarizado, UWES-17, Escala de Borg CR10, Estadios de cambio en ejercicio físico. Así como, del instrumento autoinforme y del Test de fuerza máxima isométrica de los extensores de las piernas .

En este apartado, se presenta la información referente a 59 casos (31 del grupo experimental y 28 del grupo control), derivado de la imposibilidad de recibir el cuestionario para la selección de la muestra de dos trabajadoras, tal como se ha indicado en el apartado 4.2.3. En ciertas variables hay valores faltantes que se informaran en sus respectivas tablas.

En la Tabla 4.4 se presenta información sociodemográfica de los participantes. El 57,4% eran mujeres. En relación a la edad, el 35,6% se situaba en la franja de edad de 29 a 39 años, el 32,2% tenía más de 50 años, el 28,8% tenía entre 40 a 50 años y solo dos participantes del grupo control tenían entre 18 a 28 años.

Respecto al nivel máximo de estudios obtenido por parte de la muestra de intervención, el 51,7% obtuvo el graduado escolar, el 20,7% obtuvo el grado medio de formación profesional, el 13,8% obtuvo el grado superior de formación profesional y se observa el mismo porcentaje de casos que no tenían ninguna titulación.

**Tabla 4.4.** Frecuencia absoluta y relativa de las variables sociodemográficas.

	Grupo Experimental		Grupo Control		Muestra de intervención	
	N	%	N	%	N	%
<b>Sexo</b>						
Hombre	12	38,7	14	46,7	26	42,6
Mujer	19	61,3	16	53,3	35	57,4
<b>Edad</b>						
18 a 28 años	-		2	7,1	2	3,4
29 a 39 años	12	38,7	9	32,1	21	35,6
40 a 50 años	11	35,5	6	21,4	17	28,8
Más de 50 años	8	25,8	11	39,3	19	32,2
<b>Estudios</b>						
Sin titulación	3	10	5	17,9	8	13,8
Graduado escolar	18	60	12	42,9	30	51,7
FP grado medio	4	13,3	8	28,6	12	20,7
FP grado superior	5	16,7	3	10,7	8	13,8
Título universitario o superior	-		-		-	
<i>Respuestas perdidas</i>	1		-		1	

FP: Formación profesional.

En relación a variables antropométricas (Tabla 4.5) el peso de los participantes oscila entre los 49 y los 115 kg (M= 72,3 kg; DE=13,72 kg). La altura media de la muestra oscila entre 1,52 a 1,85 metros (M=1,67 metros; DE=0,07 metros). Mediante el peso y la altura, que fue autoinformado por los participantes, se calculó el IMC para cada caso, el cual se obtiene dividiendo el peso en kilogramos por la altura en metros al cuadrado. El IMC es un indicador general del tejido adiposo que clasifica en: bajo peso (<18,5), peso normal (entre 18,5 a 24,9), sobrepeso ( $\geq 25$ ), obesidad (> 30) (WHO, 2000). La media del IMC de la muestra de intervención oscila entre 19,14 a 39,79 (M=25,78; DE=4,32). Se observa que a nivel de la media, hay una tendencia al sobrepeso.

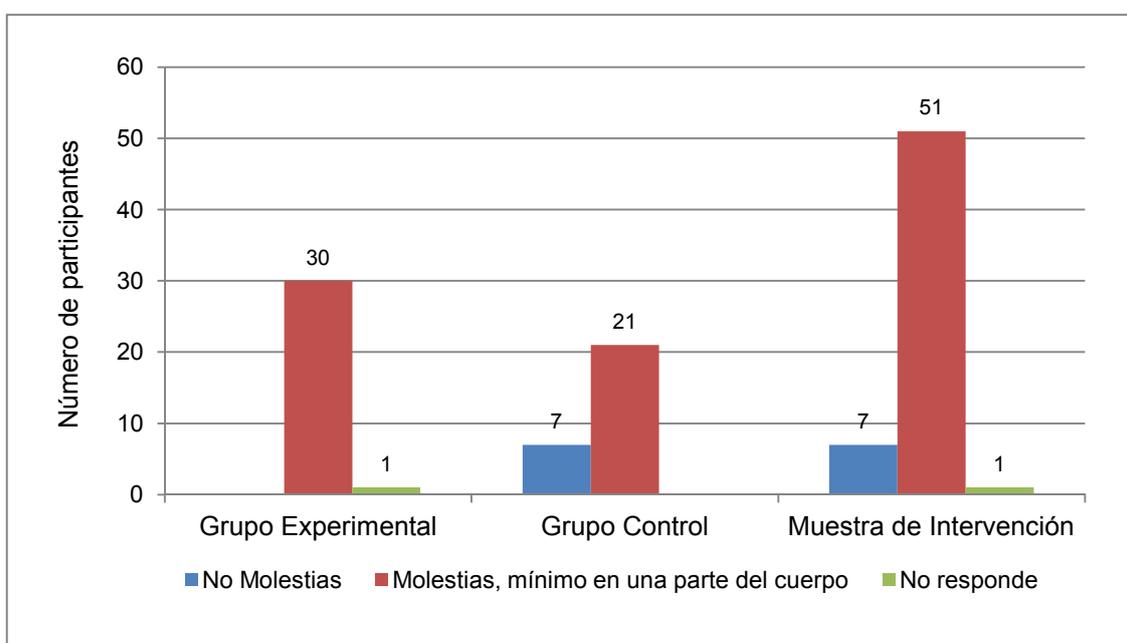
**Tabla 4.5.** Media y desviación estándar del peso, altura e índice de masa corporal de la muestra de intervención.

	Grupo Experimental			Grupo Control			Muestra de intervención			
	N	M	DE	N	M	DE	M	DE	Mín.	Máx.
Peso (Kg)	31	74,5	15,07	28	69,87	11,85	72,3	13,72	49	115
Altura (m)	30	1,68	0,07	28	1,67	0,08	1,67	0,07	1,52	1,85
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	30	26,42	4,95	27	25,06	3,45	25,78	4,32	19,14	39,79

N: Número de casos que autoinformaron del dato; M: media; DE: desviación estándar; Mín.: Valor mínimo; Máx.: Valor máximo; IMC: Índice de masa corporal.

### Molestias musculoesqueléticas

Respecto a los trastornos musculoesqueléticos, 51 participantes indicaron haber sufrido molestias musculoesqueléticas como mínimo en una parte del cuerpo en los últimos 12 meses y 7 participantes, concretamente del grupo control, indicaron no haber sufrido molestias en los últimos 12 meses (Figura 4.7).



**Figura 4.7.** Presencia o ausencia de molestias musculoesqueléticas en los últimos 12 meses.

En la Tabla 4.6 se presentan las frecuencias absolutas y relativas respecto a los 51 participantes de la muestra de intervención que sí indicaron haber sufrido molestias musculoesqueléticas en los últimos 12 meses, según la parte del cuerpo y según grupo. Destacaron principalmente haber sufrido molestias en la parte baja de la espalda (60,8%), en las manos y muñecas, concretamente la mano derecha (47,1%), en los hombros, principalmente en el derecho (37,3%), en el cuello (33,3%) y en la parte superior de la espalda (29,4%).

**Tabla 4.6.** Frecuencia absoluta y relativa respecto a los 51 participantes que sí indicaron haber sufrido molestias musculoesqueléticas en los últimos 12 meses por cada parte del cuerpo.

	Grupo Experimental		Grupo Control		Muestra de intervención	
	N	%	N	%	N	%
<b>Localización de las molestias<sup>a</sup></b>						
Cuello	11	36,7	6	28,6	17	33,3
Hombros						
Derecho	11	36,7	8	38,1	19	37,3
Izquierdo	4	13,3	4	19	8	15,7
Espalda Superior	9	30	6	28,6	15	29,4
Espalda Inferior	16	53,3	15	71,4	31	60,8
Codos/ Antebrazos						
Derecho	5	16,7	2	9,5	7	13,7
Izquierdo	3	10	1	4,8	4	7,8
Manos/ Muñecas						
Derecha	15	50	9	42,8	24	47,1
Izquierda	6	20	6	28,6	12	23,5
Cadera/ Muslo	7	23,3	3	14,3	10	19,6
Rodillas	5	16,7	3	14,3	8	15,7
Tobillos/ Pies	6	20	3	14,3	9	17,6

<sup>a</sup> Porcentaje respecto a los participantes que sí indicaron haber sufrido molestias musculoesqueléticas (Figura 4.7).

Casi la mitad de los participantes que indicaron haber sufrido molestias, tuvieron que recibir tratamiento (Tabla 4.7).

**Tabla 4.7.** Frecuencia absoluta y relativa de los participantes que requirieron tratamiento cuando sufrieron molestias musculoesqueléticas en los últimos 12 meses.

	Grupo Experimental		Grupo Control		Muestra de Intervención	
	N	%	N	%	N	%
<b>Tratamiento requerido<sup>a</sup></b>						
Cuello	6	20	2	9,5	8	15,7
Hombros						
Derecho	5	16,7	4	19	9	17,6
Izquierdo	3	10	2	9,5	5	9,8
Espalda Superior	4	13,3	3	14,3	7	13,7
Espalda Inferior	9	30	6	28,6	15	29,4
Codos/ Antebrazos						
Derecho	1	3,3	2	9,5	3	5,9
Izquierdo	1	3,3	1	4,8	2	3,9
Manos/ Muñecas						
Derecha	4	13,3	2	9,5	6	11,8
Izquierda	2	6,7	2	9,5	4	7,8
Cadera/ Muslo	2	6,7	-		2	3,9
Rodillas	2	6,7	-		2	3,9
Tobillos/ Pies	2	6,7	1	4,8	3	5,9

<sup>a</sup> Porcentaje respecto a los participantes que sufrieron molestias por cada parte del cuerpo (Tabla 4.6).

### Percepción del estado de salud

La Tabla 4.8 muestra la media y desviación estándar de las puntuaciones de las ocho dimensiones y componentes sumarios de la percepción del estado de salud de la muestra de intervención y la muestra inicial. La media de la puntuación normalizada de la muestra de intervención se encuentra dentro de la media poblacional catalana<sup>21</sup>. No se han observado diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones del grupo experimental y control. A su vez, se muestra que las puntuaciones de la muestra de intervención no difieren de la muestra de estudio.

**Tabla 4.8.** Media y desviación estándar de las puntuaciones de las ocho dimensiones y de los dos componentes sumarios del Estado de Salud (SF-12v2).

	<b>Grupo Experimental</b>	<b>Grupo Control</b>	<b>Muestra de intervención</b>	<b>Muestra de estudio<sup>a</sup></b>
	M (DE)	M (DE)	M (DE)	M(DE)
Función física	50,57 (7,35)	47,89 (9,91)	49,30 (8,69)	49,17 (8,53)
Rol Físico	51,02 (6,01)	49,81 (8,33)	50,44 (7,17)	49,87 (7,30)
Dolor Corporal	48,66 (7,15)	49,38 (7,62)	48,99 (7,32)	48,05 (7,28)
Salud General	52,48 (6,50)	50,60 (7,79)	51,59 (7,14)	50,40 (7,27)
Vitalidad	48,89 (7,03)	51,16 (6,87)	49,96 (6,99)	49,01 (7,22)
Función social	51,57 (5,76)	50,63 (6,09)	51,12 (5,89)	50,09 (6,70)
Rol emocional	51,72 (5,31)	50,34 (5,90)	51,06 (5,59)	49,51 (7,31)
Salud mental	48,99 (7,09)	48,26 (7,05)	48,64 (7,02)	47,79 (8,05)
Componente Sumario Físico	50,69 (7,01)	49,47 (7,78)	50,11 (7,34)	49,71 (7,32)
Componente Sumario Mental	50,18 (5,89)	50,20 (6,07)	50,19 (5,92)	48,76 (7,91)

<sup>a</sup> Descriptivos de 100 trabajadores.  
M: media; DE: desviación estándar.

### Esfuerzo físico percibido en el lugar de trabajo

La Tabla 4.9 muestra la mediana y el rango intercuartil del esfuerzo físico percibido en el lugar de trabajo antes de la intervención, de la muestra de intervención y según grupos. Como se puede observar, la mediana de la muestra de intervención señala un esfuerzo físico percibido categorizado como intenso<sup>22</sup>. Se muestra la misma mediana en ambos grupos.

<sup>21</sup> Las puntuaciones de referencia de la población catalana fueron presentados por Schmidt, et al. (2012).

<sup>22</sup> Escala de Borg CR10, entendiéndose 0 como *nada* de esfuerzo y 10 *extremadamente intenso*.

**Tabla 4.9.** Mediana y rango intercuartil de la percepción de esfuerzo físico en el lugar de trabajo.

	<b>Grupo Experimental<sup>a</sup></b>	<b>Grupo Control<sup>b</sup></b>	<b>Muestra de intervención</b>
	Me(RQ)	Me(RQ)	Me(RQ)
Esfuerzo físico percibido	5,00 (3,00)	5,00 (4,00)	5,00 (4,00)

<sup>a</sup> Descriptivos respecto a 29 participantes.

<sup>b</sup> Descriptivos respecto a 26 participantes.

Me: mediana; RQ: Rango intercuartil.

### *Estado de cambio en ejercicio físico*

En la Tabla 4.10 se presenta la frecuencia absoluta y relativa de la muestra de intervención en cada estadio de cambio en ejercicio físico.

El 42,6% señalaron realizar ejercicio físico de forma no regular desde hacía menos de 6 meses (el 45,2% del grupo experimental y el 40% del grupo control) y el 34,4% de los participantes indicaron realizar ejercicio físico regularmente desde hacía más de 6 meses (el 38,7% del grupo experimental y el 30% del grupo control). Por otro lado, el 13,1% de los participantes señalaron que no practicaban ejercicio físico pero mostraban interés en comenzar a realizarlo en los próximos 6 meses (el 6,5% del grupo experimental y el 20% del grupo control) y el 9,8% indicaron no practicar ejercicio y no tener ninguna intención de empezar a realizarlo en los próximos 6 meses (el 9,7% del grupo experimental y 10% del grupo control). No se observa ningún participante situado en el estadio de cambio *Acción*.

**Tabla 4.10.** Estadio de cambio en ejercicio físico, según grupo y respecto a la muestra de intervención.<sup>a</sup>

	<b>Grupo Experimental</b>		<b>Grupo Control</b>		<b>Muestra de intervención</b>	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%
Precontemplador	3	9,7	3	10	6	9,8
Contemplador	2	6,5	6	20	8	13,1
Preparación	14	45,2	12	40	26	42,6
Acción	-		-		-	
Mantenimiento	12	38,7	9	30	21	34,4

<sup>a</sup> Los datos presentados son respecto a 61 participantes (toda la muestra de intervención).

### *Fuerza máxima isométrica de los extensores de las piernas*

En la Tabla 4.11 se muestra la media y desviación estándar de la fuerza máxima isométrica de las piernas, por sexo y grupo y de la muestra de intervención. Según las normas para la fuerza isométrica de las piernas determinadas por Corbin y cols. (1978, citado en Heyward, 2008), las medidas de fuerza de los hombres en ambos grupos se clasifican como malas, es decir, muy por debajo del promedio de las normas de fuerza de referencia. En el caso de las mujeres de ambos grupos, las medidas de fuerza se clasifican por debajo del promedio de las normas de fuerza de referencia. No se han observado diferencias estadísticamente significativas entre las medidas de ambos grupos, tomando en consideración el sexo.

**Tabla 4.11.** Media y desviación estándar de la fuerza máxima isométrica de las piernas.

	Grupo Experimental <sup>a</sup>		Grupo Control <sup>b</sup>		Muestra de intervención	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
	M (DE)	M (DE)	M (DE)	M (DE)	M (DE)	M (DE)
Fuerza máxima isométrica de piernas (Kg)	128,57 (27,68)	65,27 (19,66)	125,82 (33,10)	58,39 (29,55)	126,92 (30,31)	62,98 (22,99)

<sup>a</sup> Descriptiva respecto a 24 participantes.

<sup>b</sup> Descriptiva respecto a 20 participantes.

M: media; DE: desviación estándar

### *Años en la empresa*

Respecto a los años que trabajan en la empresa, el 51,7% de los participantes hacía más de 10 años que trabajaban en la empresa, el 22,4% hacía entre 5 a 10 años y el 20,7% entre 1 a 5 años. Por grupos, se observa la misma distribución (Tabla 4.12).

Entre los participantes que hacía más de 10 años que trabajaban en la empresa, 6 participantes requirieron en algún momento la baja laboral debido a problemas en la espalda (4 del grupo experimental y 2 del grupo control). Entre los participantes que hacía entre 5 a 10 años, 3 requirieron la baja laboral (1 del grupo experimental y 2 del grupo control), y un participante del grupo control que hacía menos de un año que trabajaba requirió la baja laboral debido a problemas en la espalda.

**Tabla 4.12.** Años trabajando en la empresa.

	Grupo Experimental		Grupo Control		Muestra de intervención	
	N	%	N	%	N	%
<b>Tiempo en la empresa</b>						
Menos de un año	1	3,2	2	7,4	3	5,2
De 1 a 5 años	7	22,6	5	18,5	12	20,7
De 5 a 10 años	7	22,6	6	22,2	13	22,4
Más de 10 años	16	51,6	14	51,9	30	51,7
<i>Respuestas perdidas</i>	-		1		1	

Todos los participantes recibieron formación en prevención de riesgos laborales en los últimos dos años. Concretamente todos recibieron formación en manipulación manual de cargas: el 89,8% de los participantes la recibieron en el lugar de trabajo (83,9% del grupo experimental y 96,4% del grupo control), 5,1% fuera del lugar de trabajo (todos del grupo experimental) y 5,1% de los participantes la recibieron fuera y en el lugar de trabajo (6,5% del grupo experimental y 3,6% del grupo control).

#### *Nivel de engagement*

La Tabla 4.13 muestra la media y desviación estándar de la puntuación total del *engagement* y por cada una de las dimensiones. La puntuación total del *engagement* y de cada una de las dimensiones en la muestra de intervención se encuentra dentro de la media de las puntuaciones normalizadas<sup>23</sup>. No se han observado diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones *pre* del grupo experimental y del control. A su vez, se muestra que las puntuaciones de la muestra de intervención no difieren de la muestra de estudio.

**Tabla 4.13.** Puntuaciones del nivel de *engagement*, por escala y puntuación total.

	Grupo Experimental <sup>a</sup>	Grupo Control <sup>b</sup>	Muestra de intervención	Muestra de estudio <sup>c</sup>
	M (DE)	M (DE)	M (DE)	M(DE)
Vigor	4,51 (1,11)	4,69 (0,95)	4,59 (1,03)	4,40 (1,27)
Dedicación	3,90 (1,67)	3,97 (1,49)	3,94 (1,57)	3,83 (1,59)
Absorción	4,09 (1,36)	4,17 (1,44)	4,13 (1,38)	3,95 (1,46)
Puntuación total	4,19 (1,26)	4,29 (1,16)	4,24 (1,21)	4,07 (1,32)

<sup>a</sup> Descriptivos respecto a 29 participantes.

<sup>b</sup> Descriptivos respecto a 25 participantes.

<sup>c</sup> Descriptivos respecto a 94 participantes.

M: media; DE: desviación estándar.

<sup>23</sup> Las puntuaciones normalizadas se presentan en Shaufeli y Bakker (2003).

### 4.3.2. Efecto de la intervención sobre el conocimiento de la técnica de MMCC

En la Tabla 4.14 se observan las medias y desviaciones estándar de la diferencia en el número de identificaciones de posiciones recomendables durante la MMCC por cada criterio y por cada grupo y momento. Para estudiar las diferencias entre ambos grupos, la Tabla 4.15 muestra los resultados de la aplicación de la prueba de U de Mann-Whitney para variables no paramétricas y la medida del tamaño del efecto de Delta de Cliff con su respectivo intervalo de confianza (95%).

En las primeras columnas de la Tabla 4.15, se observan las diferencias de las identificaciones realizadas antes y posterior a la autoobservación sistemática del grupo experimental y a la formación estándar del grupo control de la primera sesión. Se identifican diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en las identificaciones del criterio *espalda*, es decir, el grupo experimental aumenta las identificaciones recomendables de este segmento corporal posterior a la autoobservación sistemática y en comparación al grupo control ( $U = -2,113$ ;  $p = 0,035$ ;  $\delta = 0,24$ ; IC95%: 0,017 a 0,441). Analizando por fases, se observa que las diferencias estadísticamente significativas en el sentido esperado se producen en la fase transporte ( $U = -2,093$ ;  $p = 0,036$ ;  $\delta = 0,29$ ; IC95%: 0,013 a 0,531).

En las columnas de la izquierda de la Tabla 4.15, se observan las diferencias de las identificaciones realizadas al inicio de la primera sesión y al inicio de la segunda sesión. Se identifican diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en las identificaciones del criterio *espalda* en el sentido esperado ( $U = -2,032$ ;  $p = 0,042$ ;  $\delta = 0,29$ ; IC95%: 0,007 a 0,543). Analizando por fases, se observa que las diferencias estadísticamente significativas en el sentido esperado se producen en la fase transporte, con un tamaño del efecto que podría ser mediano ( $U = -3,259$ ;  $p = 0,001$ ;  $\delta = 0,47$ ; IC95%: 0,194 a 0,678).

En el resto de los criterios se observa un aumento de las identificaciones recomendables, aunque no se observan diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

**Tabla 4.14.** Descripción de las puntuaciones de cambio de la frecuencia de identificaciones de posiciones recomendables en la MMCC por criterio y momento.

		Pre y Post sesión 1 <sup>a</sup>		Pre sesión 1 y Post sesión 2 <sup>b</sup>	
		Grupo Experimental	Grupo Control	Grupo Experimental	Grupo Control
<b>Pies</b>	M	1,33	1,53	0,68	0,44
	DE	1,06	0,78	1,31	1,31
	Me	2,00	2,00	0,00	0,00
<b>Rodillas</b>	M	0,37	0,73	0,25	0,63
	DE	0,85	1,08	0,97	1,36
	Me	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Espalda</b>	M	0,63	0,10	0,25	-0,48
	DE	1,03	0,61	1,21	1,40
	Me	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Brazos Verticales</b>	M	1,47	1,03	1,11	0,52
	DE	1,31	1,22	1,26	1,42
	Me	2,00	1,00	1,00	0,00
<b>Posición de la carga</b>	M	0,47	0,80	0,36	0,30
	DE	0,97	1,19	1,03	0,91
	Me	0,00	0,00	0,00	0,00

<sup>a</sup> Descriptivos respecto a 30 participantes del grupo experimental y 30 del grupo control.

<sup>b</sup> Descriptivos respecto a 28 participantes del grupo experimental y 27 del grupo control.

Pre sesión 1: Identificaciones realizadas antes de la autoobservación sistemática de la primera sesión del grupo experimental y antes de la formación estándar del grupo control.

Post sesión 1: Identificaciones realizadas posteriores a la autoobservación sistemática de la primera sesión del grupo experimental y posteriores a la formación estándar del grupo control.

Post sesión 2: Identificaciones realizadas al inicio de la segunda sesión, posteriores al período de seguimiento.

M: media; DE: desviación estándar; Me: mediana.

**Tabla 4.15.** Relación entre el grupo y la frecuencia de identificaciones recomendables por cada criterio.

	Pre y Post sesión 1				Pre sesión 1 y Post sesión 2			
	U	p	$\delta$	IC95%	U	p	$\delta$	IC95%
<b>Pies</b>	-0,514	0,607	-0,06	-0,301 a 0,181	-0,635	0,525	0,09	-0,196 a 0,366
<b>Rodillas</b>	-1,547	0,122	-0,20	-0,439 a 0,059	-1,406	0,160	-0,20	-0,465 a 0,096
<b>Espalda</b>	-2,113	0,035*	0,24	0,018 a 0,441	-2,032	0,042*	0,29	0,007 a 0,543
<b>Brazos Verticales</b>	-1,482	0,138	0,22	-0,078 a 0,475	-1,579	0,114	0,24	-0,063 a 0,499
<b>Posición de la carga</b>	-0,988	0,323	-0,12	-0,344 a 0,121	-0,010	0,992	0,00	-0,255 a 0,258

Pre sesión 1: Identificaciones realizadas antes de la autoobservación sistemática de la primera sesión del grupo experimental y antes de la formación estándar del grupo control.

Post sesión 1: Identificaciones realizadas posteriores a la autoobservación sistemática de la primera sesión del grupo experimental y posteriores a la formación estándar del grupo control.

Post sesión 2: Identificaciones realizadas al inicio de la segunda sesión, posteriores al período de seguimiento.

U: estadístico de la U de Mann Whitney;  $\delta$ : Delta de Cliff; IC95%: Intervalo de confianza del 95% (de la medida del tamaño del efecto de Delta de Cliff).

\*p $\leq$ 0,05

### 4.3.3. Efecto de la intervención sobre la ejecución de la MMCC (conducta)

En la Tabla 4.16 se observan las medias y desviaciones estándar de las puntuaciones de cambio de la duración relativa en que cada criterio se encuentra en posición recomendable agrupando las fases de la MMCC, para cada grupo. Por otro lado, en la Tabla 4.17, se presentan los resultados de la diferencia entre grupos aplicando la prueba T de Student para muestras independientes o U de Mann-Whitney, según si se cumplen o no los supuestos de la prueba paramétrica. Adicionalmente, se presenta la medida del tamaño del efecto con su respectivo intervalo de confianza (95%).

Empezando por el criterio de mayor importancia para el estudio, la espalda, se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio de este criterio en el sentido esperado y con un tamaño del efecto que podría ser mediano ( $U = -2,615$ ;  $p = 0,009$ ;  $\delta = 0,42$ ; IC95%: 0,109 a 0,654). Cuando profundizamos en esta diferencia separando por fases de la MMCC, se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio en todas las fases: carga ( $U = -4,179$ ;  $p < 0,001$ ;  $\delta = 0,65$ ; IC95%: 0,374 a 0,821), transporte ( $U = -2,847$ ;  $p = 0,004$ ;  $\delta = 0,45$ ; IC95%: 0,141 a 0,685) y descarga ( $U = -2,339$ ;  $p = 0,019$ ;  $\delta = 0,36$ ; IC95%: 0,057 a 0,601).

Respecto al criterio *rodillas*, se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio cuando se agrupan fases en el sentido esperado ( $t(43,5) = 2,025$ ;  $p = 0,049$ ; IC95%: 0,048 a 22,423;  $d = 0,55$ ). Cuando profundizamos en esta diferencia separando por fases de la MMCC, no se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio en ninguna de las fases.

Los resultados del criterio *brazos verticales* muestran diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio en el sentido esperado ( $U = -2,313$ ;  $p = 0,021$ ;  $\delta = 0,37$ ; IC95%: 0,056 a 0,616). Cuando ahondamos en esta diferencia separando por fases de la MMCC, se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio en la fase transporte ( $U = -2,098$ ;  $p = 0,036$ ;  $\delta = 0,33$ ; IC95%: 0,021 a 0,588).

Respecto al criterio *interacción (inclinación de la espalda y desplazamiento)*, se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio en el sentido esperado ( $U = -2,366$ ;  $p = 0,018$ ;  $\delta = 0,38$ ; IC95%: 0,079 a 0,616). En el

momento en que profundizamos en esta diferencia separando por fases de la MMCC, se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio en la fase transporte ( $U = -2,865$ ;  $p = 0,004$ ;  $\delta = 0,46$ ; IC95%: 0,156 a 0,683).

Finalmente, en el criterio *pies* no se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio agrupando las fases ( $U = -1,884$ ;  $p = 0,060$ ), aunque la diferencia observada en la muestra se produce en el sentido esperado y el contraste de hipótesis revela una tendencia a la significación. En la misma línea, en el criterio *posición de la carga* no se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio ( $U = -1,619$ ;  $p = 0,105$ ), aunque cuando se ahonda en la comparación por fases de la MMCC, se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio de las fases carga ( $U = -2,647$ ;  $p = 0,008$ ;  $\delta = 0,42$ ; IC95%: 0,108 a 0,661) y descarga ( $U = -2,295$ ;  $p = 0,022$ ;  $\delta = 0,36$ ; IC95%: 0,054 a 0,603) en el sentido esperado.

**Tabla 4.16.** Descripción de las puntuaciones de cambio de la duración relativa de la posición recomendable en cada criterio.

	Grupo Experimental <sup>a</sup>			Grupo Control <sup>b</sup>		
	M	DE	Me	M	DE	Me
Pies	15,34	33,89	0,00	6,22	27,41	0,00
Rodillas	12,69	24,42	9,79	1,45	15,04	-2,49
Espalda	7,21	16,37	3,72	-5,89	16,01	-6,78
Brazos Verticales	33,58	38,33	11,29	9,11	31,13	4,04
Posición de la carga	11,86	20,23	9,55	4,29	21,66	-2,72
Interacción (inclinación/desplazamiento)	5,10	7,53	2,87	3,08	17,00	0,17

<sup>a</sup> Descriptivos respecto a 27 participantes.

<sup>b</sup> Descriptivos respecto a 26 participantes.

M: media; DE: desviación estándar; Me: mediana.

**Tabla 4.17.** Relación entre el grupo y la duración relativa de la posición recomendable por cada criterio.

	U/ t	p	IC95% de la prueba T	$\delta/d$	IC95%
Pies	-1,884 <sup>U</sup>	0,060		0,27	-0,014 a 0,508
Rodillas	2,025 <sup>t</sup>	0,049*	0,048 a 22,42	0,55 <sub>d</sub>	
Espalda	-2,615 <sup>U</sup>	0,009*		0,42	0,109 a 0,654
Brazos Verticales	-2,313 <sup>U</sup>	0,021*		0,37	0,056 a 0,616
Posición de la carga	-1,619 <sup>U</sup>	0,105		0,26	-0,071 a 0,538
Interacción (inclinación/desplazamiento)	-2,366 <sup>U</sup>	0,018*		0,38	0,079 a 0,616

T: estadístico de T de Student para muestras independientes; U: estadístico de U de Mann-Whitney; IC de la prueba T: intervalo de confianza del 95% de la prueba T de Student;  $\delta$ : Delta de Cliff;  $d$ :  $d$  de Cohen; IC95%: intervalo de confianza del 95% (de la medida del tamaño del efecto de Delta de Cliff).

\* $p \leq 0,05$

La Tabla 4.18 muestra el análisis de la relación entre los criterios respecto la duración relativa en que se encuentran en posición recomendable, agrupando fases y por grupos, mediante el coeficiente de correlación de Pearson o Spearman según si se cumplen o no los supuestos de la prueba paramétrica.

En el grupo experimental se observa que hay una relación lineal positiva y estadísticamente significativa entre el criterio *pies* con los criterios *posición de la carga* ( $\rho = -0,763$ ;  $p < 0,001$ ) y *brazos verticales* ( $\rho = 0,414$ ;  $p = 0,032$ ). En el momento en que profundizamos en esta relación por fases de la MMCC, se observa que la relación lineal entre *pies* y *posición de la carga* es positiva y estadísticamente significativa en la fase carga ( $\rho = 0,582$ ;  $p = 0,001$ ) y fase descarga ( $\rho = 0,725$ ;  $p < 0,001$ ), y entre *pies* y *brazos verticales* en la fase descarga ( $\rho = 0,633$ ;  $p = 0,001$ ). También se observa una relación lineal positiva y estadísticamente significativa entre la *espalda* y la *interacción (inclinación/desplazamiento)* ( $\rho = 0,435$ ;  $p = 0,023$ ). Profundizando en esta relación por fases de la MMCC, se observa que la relación lineal es positiva y estadísticamente significativa en la fase transporte ( $\rho = 0,686$ ;  $p < 0,001$ ). Las correlaciones positivas indican que cuando aumenta el tiempo en posición recomendable en uno de los dos criterios, aumenta también el tiempo en posición recomendable del otro criterio.

Respecto al grupo control, se observa una relación lineal positiva y estadísticamente significativa entre los criterios *pies* y *posición de la carga* ( $\rho = 0,648$ ;  $p < 0,001$ ) y entre la *espalda* y la *posición de la carga* ( $\rho = 0,411$ ;  $p = 0,037$ ). Cuando profundizamos en esta relación por fases de la MMCC, se observa que no hay ninguna relación lineal entre criterios, aunque en el caso del criterio *espalda*, se observa una relación lineal positiva y estadísticamente significativa con el criterio *interacción* en la fase transporte ( $\rho = 0,496$ ;  $p = 0,010$ ).

**Tabla 4.18.** Coeficiente de correlación de los criterios según el tiempo en que se encuentran en posición recomendable, según grupo.

	Grupo Experimental <sup>a</sup>						Grupo Control <sup>b</sup>					
	Pies	Rodillas	Espalda	Brazos Verticales	Posición de la carga	Interacción	Pies	Rodillas	Espalda	Brazos Verticales	Posición de la carga	Interacción
<b>Pies</b>												
Coeficiente de correlación (rho)	1,000	0,369	0,232	0,414*	0,763*	-0,116	1,000	0,214	0,125	0,296	0,648*	-0,316
<i>p</i>	-	0,059	0,243	0,032	0,000	0,563	-	0,294	0,542	0,142	0,000	0,116
<b>Rodillas</b>												
Coeficiente de correlación (rho)		1,000	-0,159	0,294	0,345 <sup>c</sup>	-0,061		1,000	-0,367 <sup>c</sup>	0,267 <sup>c</sup>	-0,019	-0,173
<i>p</i>		-	0,429	0,137	0,078	0,762		-	0,065	0,188	0,925	0,399
<b>Espalda</b>												
Coeficiente de correlación (rho)			1,000	-0,072	0,175	0,435*			1,000	-0,200 <sup>c</sup>	0,411*	0,141
<i>p</i>			-	0,721	0,384	0,023			-	0,328	0,037	0,491
<b>Brazos Verticales</b>												
Coeficiente de correlación (rho)				1,000	0,372	-0,211				1,000	0,336	-0,327
<i>p</i>				-	0,056	0,292				-	0,093	0,103
<b>Posición de la carga</b>												
Coeficiente de correlación (rho)					1,000	0,186					1,000	-0,292
<i>p</i>					-	0,354					-	0,148
<b>Interacción</b>												
Coeficiente de correlación (rho)						1,000						1,000
<i>p</i>						-						-

<sup>a</sup> Correlaciones a partir de los datos de 27 participantes.

<sup>b</sup> Correlaciones a partir de los datos de 26 participantes.

<sup>c</sup> Para estas variables se aplicó el Coeficiente de correlación de Pearson.

\* $p \leq 0,05$

#### 4.3.3.1. Análisis de la posición de la espalda en la ejecución de la MMCC (conducta) de los trabajadores

Centrando la atención en el criterio *espalda*, la Tabla 4.19 muestra las medias y desviaciones estándar de las puntuaciones de cambio de la duración relativa en que la espalda se encuentra en cada posición agrupando las fases de la MMCC, para cada grupo. En la Tabla 4.20 se presentan los resultados de la diferencia entre grupos aplicando la prueba U de Mann-Whitney y la medida del tamaño del efecto con su respectivo intervalo de confianza (95%).

Respecto a la posición recomendable de la espalda, *neutral*, se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio en el sentido esperado, como ya se ha presentado en el subapartado anterior. Y cuando profundizamos en esta diferencia separando por fases de la MMCC, se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio en todas las fases.

En relación a la posición *flexión* de la espalda, se observan diferencias en el sentido esperado ( $U = -2,171$ ;  $p = 0,030$ ;  $\delta = -0,35$ ; IC95%:  $-0,590$  a  $-0,050$ ). Cuando profundizamos en esta diferencia separando por fases de la MMCC, se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio en la fase transporte en el sentido esperado ( $U = -2,811$ ;  $p = 0,005$ ;  $\delta = -0,45$ ; IC95%:  $-0,673$  a  $-0,153$ ).

Finamente, en la posición menos recomendable de la espalda, *flexión máxima*, no se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio agrupando fases ( $U = -1,423$ ;  $p = 0,155$ ). No obstante, cuando se profundiza en la comparación por fases de la MMCC, se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio de las fases carga en el sentido esperado y con un tamaño del efecto que podría ser grande ( $U = -3,985$ ;  $p < 0,001$ ;  $\delta = -0,64$ ; IC95%:  $-0,817$  a  $-0,348$ ).

**Tabla 4.19.** Descripción de las puntuaciones de cambio de la duración relativa de las posiciones de la espalda.

	Grupo Experimental <sup>a</sup>			Grupo Control <sup>b</sup>		
	M	DE	Me	M	DE	Me
Neutra	7,21	16,37	3,72	-5,89	16,01	-6,78
Flexión	-4,61	12,56	-2,98	4,41	13,76	1,44
Flexión Máxima	-2,32	7,52	-2,95	0,95	7,61	1,02

<sup>a</sup> Descriptivos respecto a 27 participantes.

<sup>b</sup> Descriptivos respecto a 26 participantes.

M: media; DE: desviación estándar; Me: mediana.

**Tabla 4.20.** Relación entre el grupo y la duración relativa de las posiciones de la espalda.

	U	p	$\delta$	IC95%
Neutra	-2,615	0,009*	0,42	0,109 a 0,654
Flexión	-2,171	0,030*	-0,35	-0,590 a -0,050
Flexión máxima	-1,423	0,155	-0,23	-0,498 a 0,086

U: estadístico de U de Mann-Whitney;  $\delta$ : Delta de Cliff; IC95%: intervalo de confianza del 95% (de la medida del tamaño del efecto de Delta de Cliff).

\* $p \leq 0,05$

La Tabla 4.21 muestra el análisis de la relación entre la duración relativa en que se encuentra la espalda en cada posición, agrupando fases y según grupo, mediante el coeficiente de correlación de Pearson o Spearman según si se cumplen o no los supuestos de la prueba paramétrica.

Se observa que en el grupo experimental hay una relación lineal negativa y estadísticamente significativa entre la espalda en posición *neutral* con las posiciones *flexión* ( $\rho = -0,800$ ;  $p < 0,001$ ) y *flexión máxima* ( $\rho = -0,748$ ;  $p < 0,001$ ). Cuando profundizamos en estas relaciones separando por fases de la MMCC, se observa que la relación lineal negativa y estadísticamente significativa entre las posiciones *neutral* y *flexión* se produce en la fase transporte ( $\rho = -0,933$ ;  $p < 0,001$ ) y entre las posiciones *neutral* y *flexión máxima* se produce en las fases carga ( $\rho = -0,402$ ;  $p = 0,038$ ) y descarga ( $\rho = -0,638$ ;  $p < 0,001$ ).

Respecto al grupo control, también se observa una relación lineal negativa y estadísticamente significativa entre la posición *neutral* y *flexión* ( $r = -0,890$ ;  $p < 0,001$ ) y entre *neutral* y *flexión máxima* ( $r = -0,431$ ;  $p = 0,028$ ). Profundizando por fases, se observa que la relación lineal negativa y estadísticamente significativa entre las posiciones *neutral* y *flexión máxima* se produce en la fase carga ( $\rho = -0,421$ ;  $p = 0,032$ ) y descarga ( $\rho = -0,415$ ;  $p = 0,035$ ) y entre las posiciones *neutral* y *flexión* no se observa ninguna relación lineal estadísticamente significativa por fases.

**Tabla 4.21.** Coeficiente de correlación entre las tres posiciones de la espalda durante la MMCC, según grupo.

	Grupo Experimental <sup>a</sup>			Grupo Control <sup>b</sup>		
	Correlación de Spearman (rho)			Correlación de Pearson (r)		
	Neutral	Flexión	Flexión máxima	Neutral	Flexión	Flexión máxima
<b>Neutral</b>						
Coefficiente de correlación (rho)	1,000	-0,800*	-0,748*	1,000	-0,890*	-0,431*
$\rho$	-	0,000	0,000	-	0,000	0,028
<b>Flexión</b>						
Coefficiente de correlación (rho)		1,000	0,289		1,000	-0,009
$\rho$		-	0,144		-	0,965
<b>Flexión máxima</b>						
Coefficiente de correlación (rho)			1,000			1,000
$\rho$			-			-

<sup>a</sup> Correlaciones a partir de los datos de 27 participantes.

<sup>b</sup> Correlaciones a partir de los datos de 26 participantes.

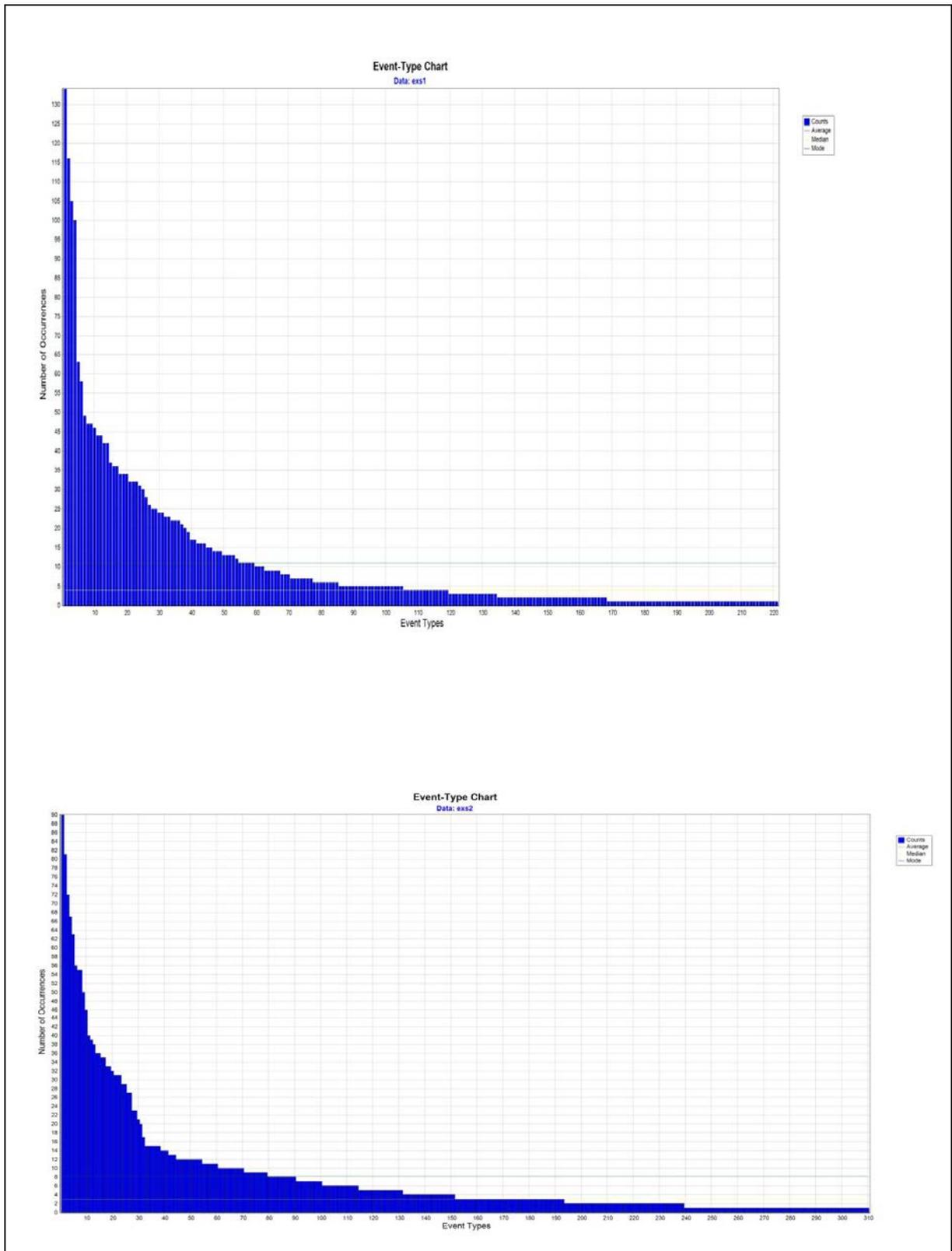
\* $p \leq 0,05$

#### 4.3.4. Análisis de patrones temporales de los datos del grupo experimental

A modo de descripción previa de las configuraciones que se someterán al análisis de *T-patterns*, la Figura 4.8 ilustra la distribución de la frecuencia de eventos en la primera sesión (parte superior) y en la segunda sesión (parte inferior).

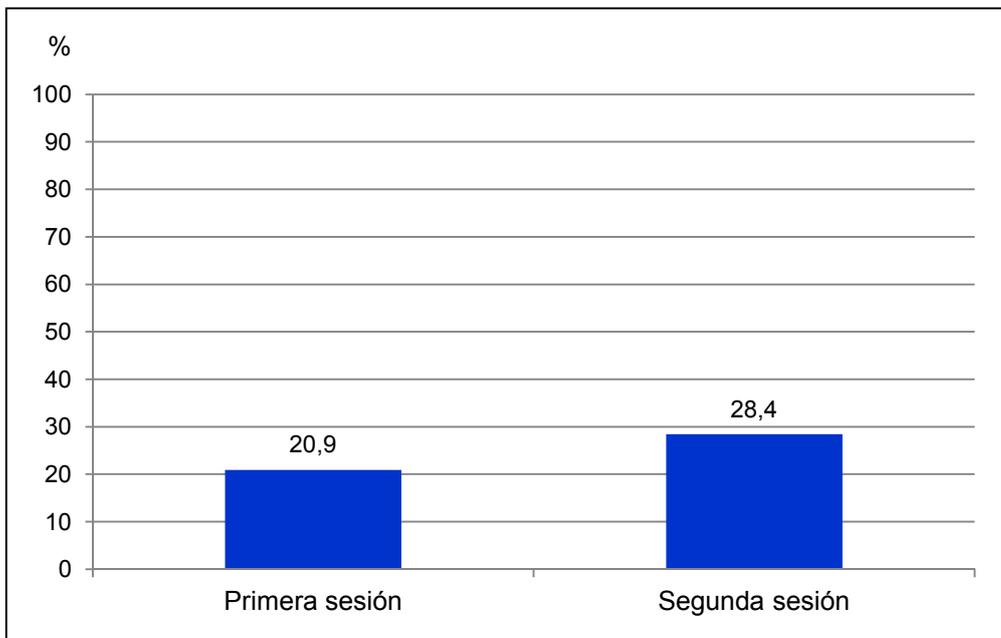
Ampliando detalles no perceptibles a partir de la Figura 4.8 cabe señalar que se han observado 221 tipos de eventos diferentes en la primera sesión y 310 en la segunda sesión, y que este incremento en la diversidad de configuraciones de posiciones durante la segunda sesión se acompaña de una reducción en la frecuencia de aparición de los tipos de evento modales. Así, el tipo de evento más prevalente en la primera sesión (que es “pcv,rcv,tf,se,b2,sin,f2”)<sup>24</sup> se observa en 136 ocasiones, mientras que el tipo de evento más prevalente en la segunda sesión (que es la “pcv,rcv,tne,ap,b1,f13,f2”)<sup>14</sup> se observa en 91 ocasiones.

<sup>24</sup> pcv= pies caminando; rcv= rodillas caminando; tf= espalda flexionada; tne= espalda neutral; se= carga separada del cuerpo; ap= carga cerca del cuerpo; b2= brazos flexionados; b1= brazos extendidos o ligera flexión; sin= inclinación a 0cm; f13= Erguido a 0cm; f2= fase transporte.



**Figura 4.8.** Distribución de tipos de eventos durante la primera sesión (arriba) y segunda sesión (abajo).

La Figura 4.9 representa el porcentaje de tipos de evento que incluyen la espalda en posición recomendable (“tne”) en cada una de las sesiones, siendo de un 20,9% en la primera sesión y de un 28,4% en la segunda. La prueba de ji-cuadrado de Pearson revela que este incremento de un 7,5% en las configuraciones que incluyen la espalda en posición recomendable a lo largo de la segunda sesión es estadísticamente significativo ( $\chi^2 = 37,769$ ;  $gl=1$ ;  $p<0,0005$ ).



**Figura 4.9.** Porcentaje de tipos de evento que incluyen la espalda en posición recomendable en cada una de las sesiones.

La Tabla 4.22 presenta los estadísticos descriptivos del análisis de *T-patterns* significativos detectados a partir de los datos de cada sesión. En primer lugar, aparece el número total de patrones detectados y, a continuación, el número de patrones diferentes. Los tres bloques restantes presentan la media, la desviación estándar, el valor mínimo y el valor máximo de tres características de los *T-Patterns*: (1) la longitud o número de tipos de evento que componen el *T-pattern*; (2) el número de niveles jerárquicos de los patrones detectados; y, (3) el número de ocurrencias.

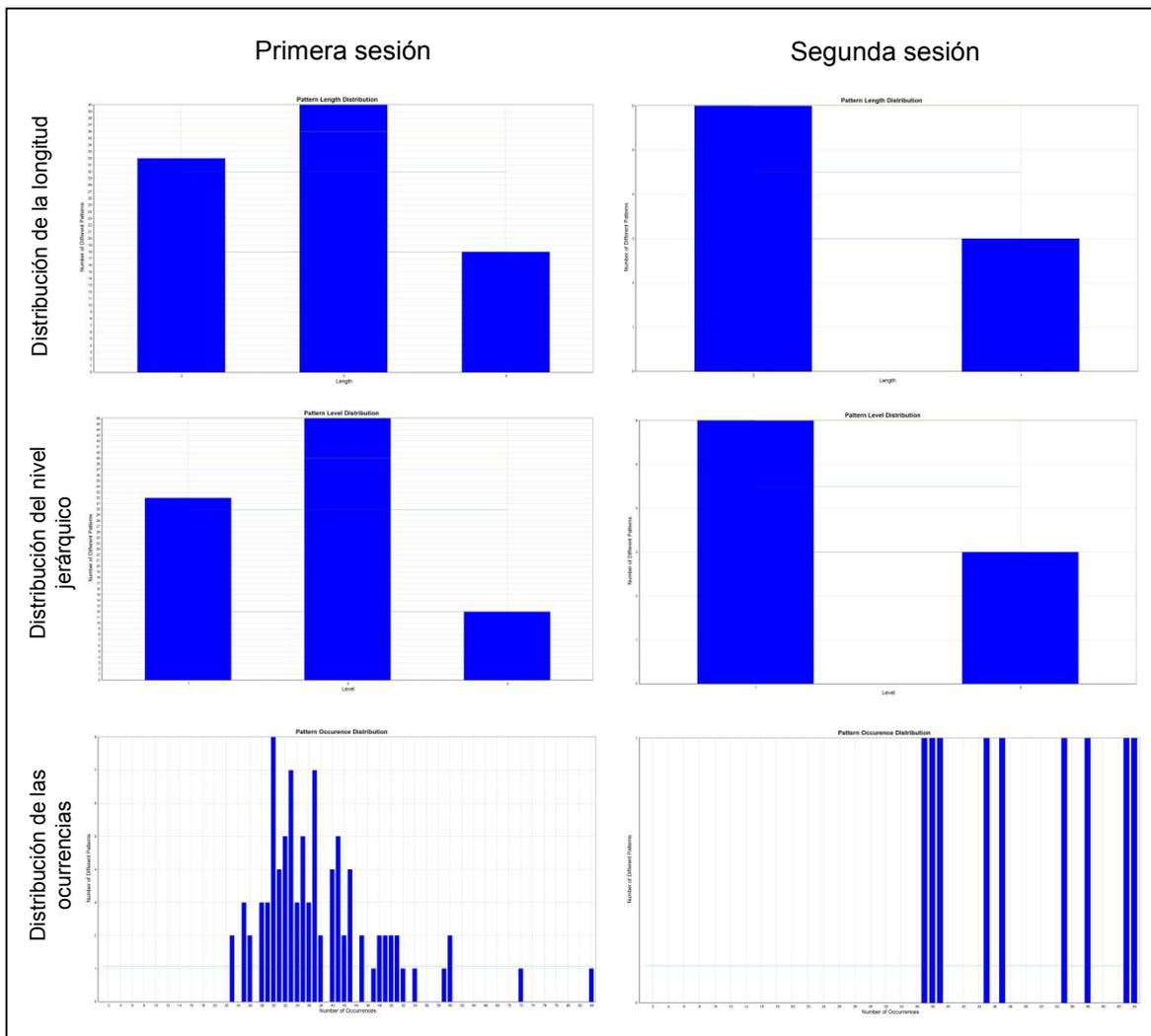
**Tabla 4.22.** Estadísticos descriptivos de los *T-patterns* detectados en cada sesión.

	Primera sesión	Segunda sesión
<b>Patrones detectados</b>	3414	446
<b>Patrones diferentes</b>	90	9
<b>Longitud</b>		
M	2,848	2,333
DE	0,733	0,5
Min	2	2
Max	4	3
<b>Nivel</b>		
M	1,778	1,333
DE	0,667	0,5
Min	1	1
Max	3	2
<b>Ocurrencias</b>		
M	37,933	49,556
DE	10,351	10,725
Min	23	37
Max	84	64

M: media; DE: desviación estándar; Min: valor mínimo; Max: valor máximo.

La Figura 4.10 ilustra gráficamente las tres características de los *T-patterns* mencionadas para cada sesión. En la parte superior se observa la distribución de la longitud, en la parte media la distribución del nivel jerárquico y en la parte inferior la distribución de las ocurrencias.

Los datos sintetizados en la Tabla 4.22 y en la Figura 4.10 indican que después de la intervención se reduce el número de *T-patterns* significativos detectados. Examinando los parámetros asociados a la longitud, nivel y ocurrencias, se observa que la reducción en la estructura temporal de la conducta en la segunda sesión, se produce sin reducirse la variabilidad en cuanto a la proporción de patrones diferentes. También llama la atención un ligero cambio en dos sentidos: una reducción de la complejidad de los *T-patterns* post-intervención y un incremento de su media de ocurrencias.



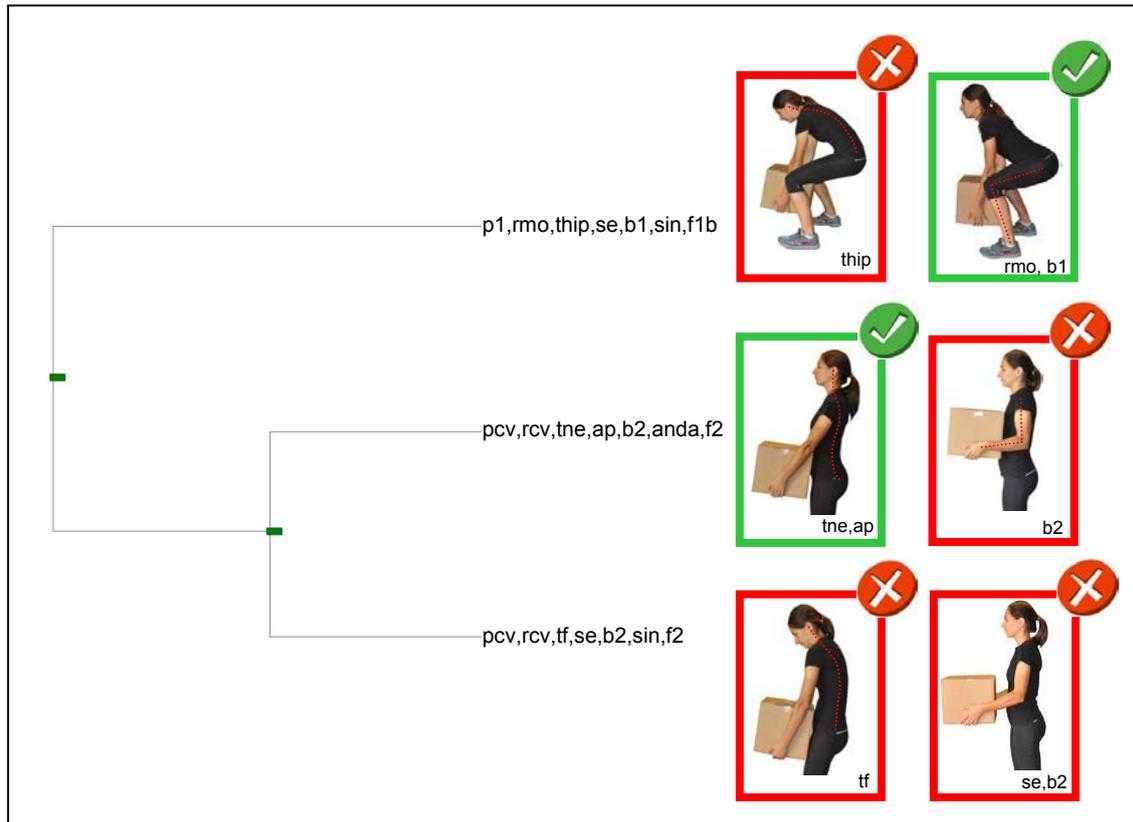
**Figura 4.10.** Distribución de la longitud, nivel y ocurrencia de los *T-pattern* en cada sesión.

A modo de ilustración, y como representativo de gestos laborales relevantes antes de la intervención (primera sesión) se ha escogido el *T-pattern* cuyo formato cadena es:

“(p1,rmo,thip,se,b1,sin,f1b (pcv,rcv,tne,ap,b2,anda,f2 pcv,rcv,tf,se,b2,sin,f2 ))”<sup>25</sup>

En la Figura 4.11 se muestra el dendograma correspondiente a este *T-pattern*. Para favorecer su comprensión en la parte derecha se incluyen la ilustración de las posiciones relevantes para interpretar el gesto.

<sup>25</sup> p1= pies simétricos detrás de la carga; pcv= pies caminando; rmo= rodillas flexión moderada; rcv= rodillas caminando; tf= espalda flexionada; tne= espalda neutral; thip= espalda flexión máxima; se= carga separada del cuerpo; ap= carga cerca del cuerpo; b2= brazos flexionados; b1= brazos extendidos o ligera flexión; sin= inclinación a 0cm; f13= erguido a 0cm; anda= erguido >0cm; f2= fase transporte; f1b= posición más baja de la fase carga.



**Figura 4.11.** Dendrograma de un *T-pattern* de la primera sesión.

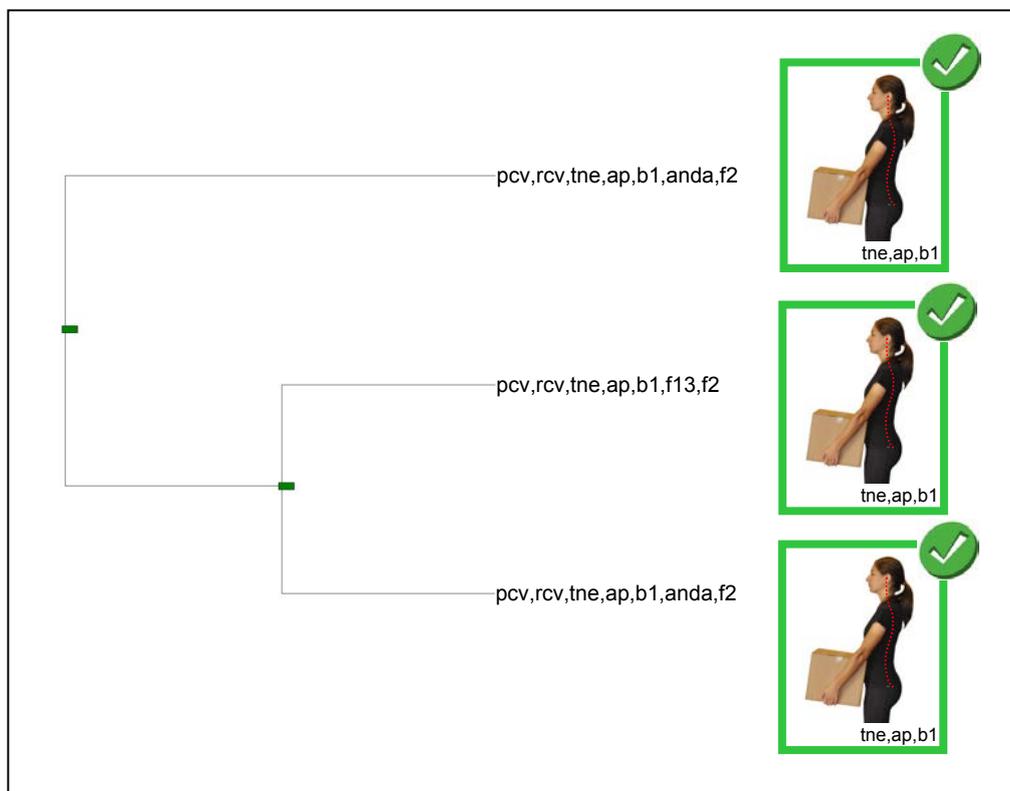
El *T-pattern* de la Figura 4.11 revela una asociación secuencial significativa entre una conducta en la fase de carga caracterizada por una posición poco recomendable de la espalda y de la posición de la carga, pero adecuada de las rodillas y los brazos verticales, con una conducta durante el posterior traslado de la carga con la espalda en posición adecuada primero e inadecuada después. Otros muchos *T-patterns* de la primera sesión comparten esta asociación secuencial significativa entre posición recomendable y no recomendable de la espalda durante la fase de transporte.

A modo de ilustración, y como representativo de gestos laborales relevantes después de la intervención (segunda sesión) se ha escogido el *T-pattern* cuyo formato cadena es:

“(pcv,rcv,tne,ap,b1,anda,f2 (pcv,rcv,tne,ap,b1,f13,f2 pcv,rcv,tne,ap,b1,anda,f2 ))”<sup>26</sup>

<sup>26</sup> pcv= pies caminando; rcv= rodillas caminando; tne= espalda neutral; ap= carga cerca del cuerpo; b1= brazos extendidos o ligera flexión; f13= erguido a 0cm; anda= erguido >0cm; f2= fase transporte.

En la Figura 4.12. se muestra el dendograma correspondiente a este *T-Pattern*. Para los objetivos de este estudio, el aspecto más destacable es que todos los eventos de este *T-pattern* incluyen una posición recomendable de la espalda.



**Figura 4.12** Dendograma de un *T-pattern* de la segunda sesión.

Partiendo de los *T-patterns* identificados por el THEME se han generado los tres indicadores mostrados en la Tabla 4.23 para cada sesión. En primer lugar, el porcentaje de *T-patterns* que incluyen la espalda en posición recomendable en alguno de los eventos que lo componen (%*T-patterns*\_incluyen “tne”). Respecto a este indicador la prueba de ji-cuadrado de Pearson revela que el incremento del 16% de *T-patterns* que incluyen la espalda en posición recomendable a lo largo de la segunda sesión es estadísticamente significativo ( $\chi^2 = 83,080$ ;  $gl=1$ ;  $p<0,0005$ ). En segundo lugar, se ha generado el porcentaje de *T-patterns* que incluyen la espalda en posición recomendable en todos los eventos que lo componen (%*T-patterns*\_todos los eventos incluyen“tne”). Respecto a este indicador la prueba de ji-cuadrado de Pearson revela que el incremento del 86% de *T-patterns* que incluyen la espalda en posición recomendable a lo largo de la segunda sesión es estadísticamente significativo ( $\chi^2 = 1602,296$ ;  $gl=1$ ;  $p<0,0005$ ). En tercer y último lugar, se ha generado un indicador del porcentaje de patrones que incluyen posiciones recomendables de los tres criterios

vinculados al tren superior (%*T-patterns*\_incluyen “tne”, “ap” y “b1”). Respecto a este indicador la prueba de ji-cuadrado de Pearson revela que el incremento del 43% de *T-patterns* que incluyen tanto las posiciones de la espalda como las de los brazos verticales y la posición de la carga en posición recomendable a lo largo de la segunda sesión es estadísticamente significativo ( $\chi^2 = 713,756$ ;  $gl=1$ ;  $p<0,0005$ ).

**Tabla 4.23.** Porcentaje de *T-patterns* que incluyen posiciones recomendables respecto al total de *T-patterns* detectados en cada sesión.

	<b>Primera sesión</b>	<b>Segunda sesión</b>
Total <i>T-patterns</i> detectados	3414	446
% <i>T-patterns</i> _incluyen “tne”	84%	100%
% <i>T-patterns</i> _todos los eventos incluyen”tne”	14%	100%
% <i>T-patterns</i> _incluyen “tne”, “ap” y “b1”	7%	50%

tne: espalda neutra; ap: carga cerca del cuerpo; b1: brazos extendidos o con ligera flexión.

#### **4.3.5. Utilización del *feedback* intrínseco en la MMCC: coincidencia entre lo que perciben que realizan y su ejecución real**

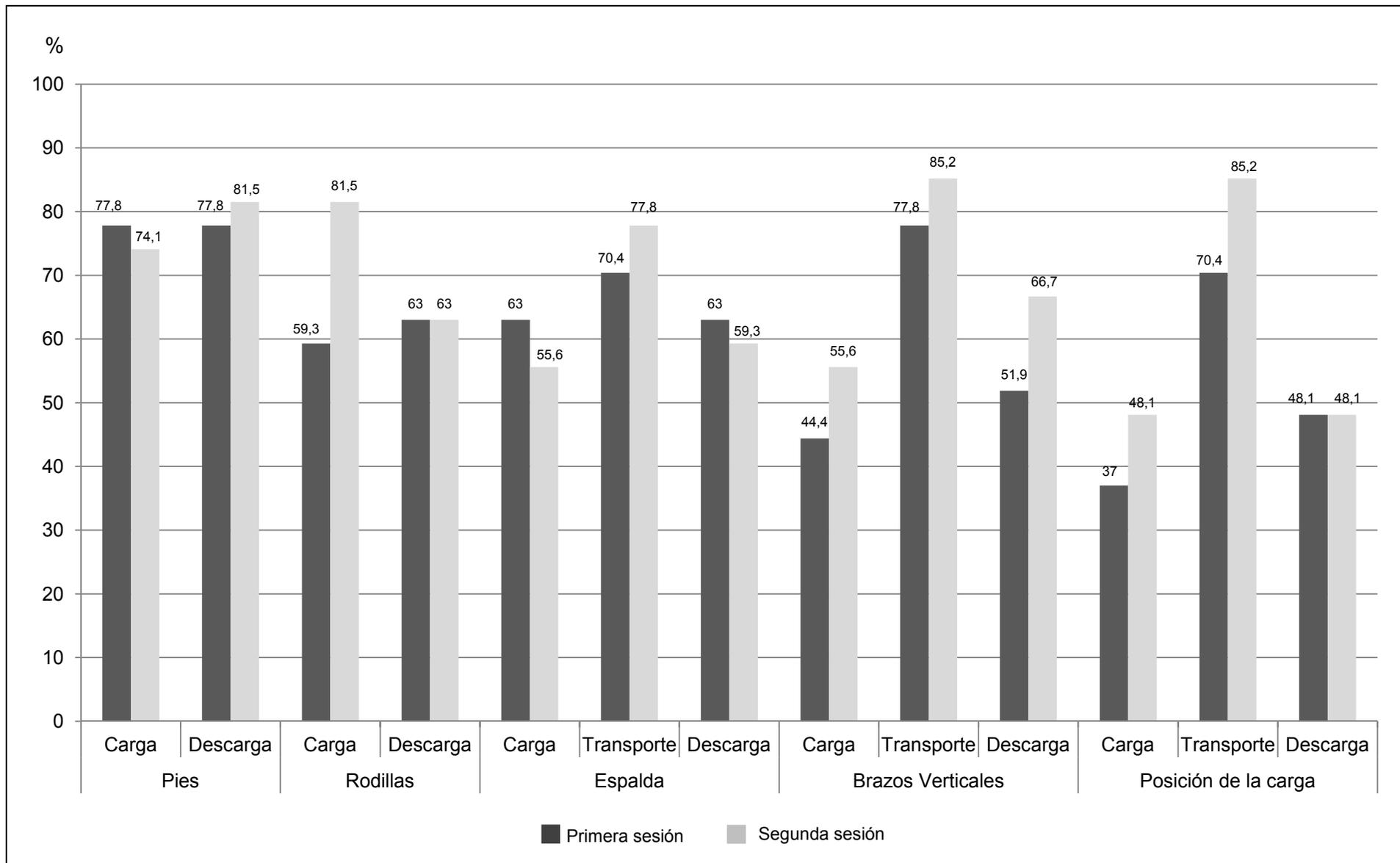
La Figura 4.13 muestra las frecuencias relativas de trabajadores del grupo experimental que coinciden entre las posiciones que recuerdan haber realizado a partir de su percepción y las que realmente han realizado durante la MMCC por cada criterio y según sesión. Para estudiar si las diferencias entre los casos que cambian entre la primera y segunda sesión son estadísticamente significativas, se ha aplicado la Prueba de McNemar, según criterio y fase. Adicionalmente, la Tabla 4.24 presenta las frecuencias relativas de participantes que coincidieron o no su percepción de cómo lo realizaron y su ejecución real, por criterio y fase.

En la primera sesión, la proporción de casos que coinciden en lo que perciben que han realizado y su ejecución real es superior al 50% en la mayoría de los criterios y fases (Figura 4.13), generalmente por indicar y adoptar una posición categorizada como no recomendable, a excepción de los criterios *rodillas* (en fase *carga*), *posición de la carga* (en fase *transporte*) y *brazos verticales* (en fase *descarga*) que indicaron y adoptaron una posición categorizada como recomendable. No obstante, en el criterio *posición de la carga* en fase *carga* y *descarga* (37% y 48,1% respectivamente) hay mayor proporción de casos que no coinciden porque indicaron haber adoptado una

posición categorizada como recomendable y realmente adoptaron una posición no recomendable. De la misma manera sucede con el criterio *brazos verticales* en fase carga (44,4%), en que hay mayor proporción de casos que indican haber realizado una posición categorizada como no recomendable y realmente adoptaron en la ejecución una posición recomendable (Tabla 4.24).

En la segunda sesión, aumenta la proporción de casos que coinciden en lo que perciben que han realizado y su ejecución, en todos los criterios. No obstante, en el criterio *espalda* en fase carga y descarga, disminuye el porcentaje de trabajadores que coinciden, debido a que hay un aumento de casos que indicaron haber adoptado una posición categorizada como recomendable y realmente adoptaron una posición no recomendable.

Se observa que la diferencia de los casos que cambian entre la primera y segunda sesión no es estadísticamente significativa en ninguno de los criterios.



**Figura 4.13.** Proporción de casos del grupo experimental que coincide su percepción de cómo consideran que han realizado mayoritariamente la manipulación de las 5 cajas (*feedback* intrínseco) y su ejecución, según criterio y fase.

**Tabla 4.24.** Porcentaje de participantes del grupo experimental que coincidió (o no) su identificación de cómo realizaron la MMCC (*feedback* intrínseco) y su ejecución real, por criterios y fases.<sup>a</sup>

	Primera sesión (%)				Segunda sesión (%)			
	NR+NR	R+R	NR+R	R+NR	NR+NR	R+R	NR+R	R+NR
<b>Pies</b>								
Carga	74,1	3,7	3,7	18,5	63	11,1	11,1	14,8
Descarga	77,8	-	-	22,2	74,1	7,4	7,4	11,1
<b>Rodilla</b>								
Carga	18,5	40,7	33,3	7,4	7,4	74,1	11,1	7,4
Descarga	44,4	18,5	14,8	22,2	7,4	55,6	14,8	22,2
<b>Espalda</b>								
Carga	63	-	-	37	55,6	-	-	44,4
Transporte	3,7	66,7	22,2	7,4	-	77,8	22,2	-
Descarga	63	-	-	37	55,6	3,7	-	40,7
<b>Brazos Verticales</b>								
Carga	25,9	18,5	37	18,5	18,5	37	37	7,4
Transporte	74,1	3,7	7,4	14,8	37	48,1	7,4	7,4
Descarga	11,1	40,7	25,9	22,2	3,7	63	22,2	11,1
<b>Posición de la carga</b>								
Carga	37	-	3,7	59,3	29,6	18,5	7,4	44,4
Transporte	-	70,4	18,5	11,1	-	85,2	11,1	3,7
Descarga	48,1	-	-	51,9	33,3	14,8	3,7	48,1

<sup>a</sup> Frecuencias relativas respecto a 27 participantes del grupo experimental.

NR+NR: Coincide que la identificación a partir del *feedback* intrínseco y la ejecución real observada son ambas no recomendables.

R+R: Coincide que la identificación a partir del *feedback* intrínseco y la ejecución real observada son ambas recomendables.

NR+R: No hay coincidencia entre la identificación a partir del *feedback* intrínseco (se indica no recomendable) y la ejecución (se adopta una posición recomendable durante más de la mitad del tiempo total).

R+NR: No hay coincidencia entre la identificación a partir del *feedback* intrínseco (se indica recomendable) y la ejecución (se adopta una posición no recomendable durante más de la mitad del tiempo total).

#### 4.3.5.1. Autovaloración de la ejecución de la MMCC del grupo experimental

Al finalizar la MMCC, los participantes del grupo experimental se les pedía una autovaloración de cómo habían realizado la MMCC posterior a identificar las posiciones que adoptaron por cada criterio a partir del *feedback* intrínseco, y así como una autovaloración posterior a la autoobservación sistemática.

En primer lugar, en la Tabla 4.25 se observan las medias y desviaciones estándar de la autovaloración del grupo experimental en relación a la manera como habían realizado la MMCC. En las columnas de la derecha se muestran los resultados de la prueba T de Student para muestras repetidas o de Wilcoxon, según si se cumplen o no los supuestos de la prueba paramétrica. Se observan diferencias estadísticamente

significativas en la valoración personal de cómo habían realizado la MMCC después de autoobservarse sistemáticamente entre la primera y segunda sesión en el sentido esperado ( $t(25) = -3,604$ ;  $p = 0,001$ ; IC95%: 0,659 a 2,418;  $d = 0,71$ ). No obstante, no se observan diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de la valoración personal de cómo habían realizado la MMCC según su percepción (*feedback* intrínseco) ( $Z = -1,750$ ;  $p = 0,080$ ).

**Tabla 4.25.** Diferencias en las puntuaciones de autovaloración del grupo experimental entre ambas sesiones.<sup>a</sup>

	Primera sesión	Segunda sesión	Diferencias Pre- Post			
	M(DE)	M(DE)	t / Z	p	IC95%	d
Posterior a la MMCC (mediante el <i>feedback</i> intrínseco) <sup>b</sup>	5,67 (1,47)	6,30 (1,35)	-1,750 <sup>z</sup>	0,080		
Posterior a la autoobservación sistemática <sup>c</sup>	3,81 (1,79)	5,35 (1,44)	3,604 <sup>t</sup>	0,001*	0,659 a 2,418	0,71

<sup>a</sup> La valoración de cómo han realizado la MMCC se obtuvo mediante una escala de valoración del 1 al 10.

<sup>b</sup> Contraste a partir de las medias de 27 participantes del grupo experimental.

<sup>c</sup> Contraste a partir de las medias de 26 participantes del grupo experimental.

M: media; DE: desviación estándar; t: estadístico de T de Student para muestras repetidas; Z: estadístico de la prueba de Wilcoxon; IC95%: intervalo de confianza del 95%; d: d de Cohen.

\* $p \leq 0,05$

### 4.3.6. Periodo de seguimiento: adherencia y barreras al autorregistro y al ejercicio físico

#### 4.3.6.1. Adherencia y barreras para responder el autorregistro

Durante el período de seguimiento, 25 participantes del grupo experimental realizaron el autorregistro, concretamente 18 participantes lo realizaron a través del móvil y 7 en papel. Entre los que lo realizaron a través del móvil, 6 participantes lo hicieron entre 11 a 15 días, 7 participantes entre 6 a 10 días y 5 participantes entre 1 a 5 días. Por otro lado, todos los que realizaron en papel, lo hicieron entre 11 a 15 días.

Según la percepción de los participantes del grupo experimental, la media del grado de dificultad para realizar el autorregistro era de 4 puntos (DE= 2,92), a partir de una escala de valoración del 1 al 10<sup>27</sup>.

Por otro lado, se identificaron las principales barreras para realizar diariamente el autorregistro. Diecisiete participantes indicaron que como mínimo un día no realizaron

<sup>27</sup> Entendiendo que 1 indicaba muy baja dificultad y 10 mucha dificultad.

el autorregistro, debido principalmente por *no encontrar el momento y el tiempo para responderlo* (45% de las respuestas) y *no acordarse de responderlo* (20% de las respuestas). Entre *otras barreras*, señalaron *tener fiesta en el trabajo* (15% de las respuestas).

**Tabla 4.26.** Barreras para realizar el autorregistro diariamente.<sup>a</sup>

	%
No encontrar el momento y el tiempo para responderlo	45
No tener interés en responder	5
No acordarse de responderlo	20
Problemas de conexión con el móvil	15
Otras	15

<sup>a</sup> Porcentajes basados en las respuestas (respuestas múltiples).

#### 4.3.6.2. Adherencia y barreras para la práctica de los tres ejercicios físicos

Durante el período de seguimiento, de los 25 participantes del grupo experimental que realizaron el autorregistro, se registró que 12 participantes realizaron los ejercicios físicos (al menos uno de los tres ejercicios) entre 11 a 15 días, 8 los realizaron entre 6 a 10 días y 5 participantes entre 1 a 5 días del total de los 15 días laborables de seguimiento, teniendo en cuenta que no realizaron el autorregistro todos los días. Entre los que indicaron realizar los ejercicios, el 6,3% de las respuestas indicaban no haber realizado los tres ejercicios físicos y el 11,4% haber realizado un o dos de los tres ejercicios físicos. En ambas ocasiones se les pidió que indicaran el motivo que impedía realizar uno, dos o los tres ejercicios.

En la Tabla 4.27 se muestran las frecuencias absolutas y relativas de las barreras que impidieron realizar los tres ejercicios o bien, uno o dos de los tres ejercicios. La barrera principal en ambos casos fue *no tener tiempo*.

**Tabla 4.27.** Frecuencia relativa de los motivos que impidieron realizar los ejercicios físicos durante el período de seguimiento, a partir de la información del autorregistro.<sup>a</sup>

	No realizar ningún ejercicio		No realizar uno o dos de los tres ejercicios físicos	
	%		%	
No tener tiempo	62,5		65,5	
No saberlos hacer	-		3,4	
Dar pereza hacerlos	6,3		10,3	
Cansarse demasiado realizándolos	-		6,9	
Otras barreras	25		3,4	
No se indicó la barrera	6,3		10,3	

<sup>a</sup> Porcentajes basados en las 255 respuestas emitidas en el período de seguimiento.

Teniendo en cuenta que no todos los participantes del grupo experimental realizaron el autorregistro diariamente, se preguntó en la segunda sesión que indicaran semana a semana cuantos días realizaron cada uno de los tres ejercicios (retrospectivamente) en ambos grupos. En la Tabla 4.28 se muestra la media y desviación estándar del número de días que realizaron cada uno de los ejercicios y del número de repeticiones que realizaban diariamente de cada ejercicio, según grupo.

Como se puede observar, el grupo experimental realizó de media dos días más los ejercicios que el grupo control, y así como, mayor número de repeticiones diarias de cada ejercicio.

**Tabla 4.28.** Media y desviación estándar del número de días y de repeticiones diarias que realizaron de cada ejercicio durante el período de seguimiento, según grupo.

	Grupo Experimental <sup>a</sup>				Grupo Control <sup>b</sup>			
	Número de días		Número de repeticiones		Número de días		Número de repeticiones	
	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE
Contracción abdominal	11,96	3,87	11,39	6,32	9,96	4,64	9,02	5,49
Flexión de Cadera	11,21	4,40	8,98	5,25	9,07	4,67	8,65	5,60
Sentadilla	12	4,25	11,61	7,80	9,55	4,99	9,02	6,15
Todos los ejercicios	11,73	3,86	10,66	5,55	9,53	4,50	8,90	5,52

<sup>a</sup> Descriptivos respecto a 28 participantes.

<sup>b</sup> Descriptivos respecto a 27 participantes.

M: media; DE: desviación estándar.

Los participantes de ambos grupos señalaron que encontraron barreras para la realización de los tres ejercicios físicos durante el período de seguimiento, concretamente las identificaron 18 participantes del grupo experimental y 23 del grupo control. En la Tabla 4.29 se muestran las principales barreras que los participantes de ambos grupos identificaron para la práctica de ejercicio físico. La principal barrera para ambos grupos fue *no tener tiempo*, y en segundo lugar *Otras barreras*, indicando principalmente *olvidarse de realizarlos*.

**Tabla 4.29.** Frecuencia relativa de las barreras para la práctica de ejercicio físico, según grupo. <sup>a</sup>

	<b>Grupo Experimental</b>	<b>Grupo Control</b>
	%	%
No tener tiempo	47,8	59,3
No saberlos hacer	8,7	3,7
Dar pereza hacerlos	13	7,4
Otras barreras	30,4	29,6

<sup>a</sup> Se presenta los porcentajes basados en las respuestas (respuestas múltiples).

#### **4.3.6.3. Adherencia al autorregistro y a la práctica del ejercicio físico por parte del grupo experimental y su relación con la posición de la espalda**

Se ha aplicado la correlación de Spearman para analizar la relación entre la frecuencia de días que realizaron el autorregistro y la duración relativa en que la espalda se encuentra en posición recomendable durante la MMCC, diferenciando según si se hizo a través del móvil o en papel (Tabla 4.30). Entre los que respondieron a través del móvil, se observa que no existe ninguna relación entre la frecuencia de días que respondieron el autorregistro y la posición recomendable de la espalda durante la MMCC ( $\rho=0,064$ ;  $p=0,815$ ), así como no se observa ninguna relación estadísticamente significativa entre los que lo respondieron en papel ( $\rho=0,445$ ;  $p=0,317$ ).

**Tabla 4.30.** Relación entre la frecuencia de días que realizaron el autorregistro y la duración relativa en que la espalda se encuentra en posición recomendable.

	A través del móvil <sup>a</sup>		En papel <sup>b</sup>	
	rho	<i>p</i>	rho	<i>p</i>
Relación entre la frecuencia de días y la posición de la espalda en la MMCC.	0,064	0,815	0,445	0,317

<sup>a</sup> Correlación a partir de los datos de 18 participantes del grupo experimental.

<sup>b</sup> Correlación a partir de los datos de 7 participantes del grupo experimental.

\**p*≤0,05

Respecto a la relación entre la frecuencia de días que el grupo experimental realizó los ejercicios físicos y la duración relativa en que la espalda se encuentra en posición recomendable durante la MMCC, se observa que no existe ninguna relación estadísticamente significativa entre ambas variables ( $\rho = -0,033$ ;  $p = 0,880$ ).

### 4.3.7. Valoración de la intervención por parte del grupo experimental

#### 4.3.7.1. Grado de satisfacción de los trabajadores con la formación

En la Tabla 4.31 se muestran las medias y desviaciones estándar del grado de satisfacción con la formación centrada en la MMCC *pre* y *post* a la intervención del grupo experimental. En las columnas de la derecha se muestran los resultados de la prueba de Wilcoxon y la medida del tamaño del efecto con su respectivo intervalo de confianza (95%).

Se observa un incremento estadísticamente significativo del grado de satisfacción con la intervención completa respecto al grado de satisfacción con la formación en MMCC recibida anteriormente, aumentando la media 1,72 puntos ( $Z = -3,057$ ;  $p = 0,002$ ;  $\delta = 0,43$ ; IC95%: 0,135 a 0,658).

**Tabla 4.31.** Valoración de la formación recibida previamente y la formación recibida en la intervención, según grupo.<sup>a</sup>

	Pre	Post	Diferencias pre-post			
	M(DE)	M(DE)	Z	p	$\delta$	IC95%
<b>Satisfacción</b> con la formación <sup>b</sup>	7,39 (2,50)	9,11 (0,99)	-3,057	0,002*	0,43	0,135 a 0,658
<b>Utilidad</b> de la formación para adquirir hábitos posturales de la espalda adecuados <sup>b</sup>	7,36 (2,50)	8,93 (1,25)	-3,468	0,001*	0,41	0,107 a 0,637
<b>Transferibilidad</b> de la formación a las <b>tareas laborales</b> <sup>c</sup>	6,37 (2,68)	7,81 (1,84)	-2,905	0,004*	0,31	-0,009 a 0,572
<b>Transferibilidad</b> de la formación a las <b>tareas cotidianas</b> <sup>b</sup>	7,32 (2,13)	8,39 (1,42)	-2,211	0,027*	0,32	0,009 a 0,584

<sup>a</sup> Puntuaciones obtenidas mediante una escala de valoración del 1 al 10.

<sup>b</sup> Contraste a partir de las medias de 28 participantes.

<sup>c</sup> Contraste a partir de las medias de 27 participantes.

M: media; DE: desviación estándar; Z: estadístico de la prueba de Wilcoxon;  $\delta$ : Delta de Cliff; IC95%: intervalo de confianza del 95% (de la medida del tamaño del efecto de Delta de Cliff).

\* $p \leq 0,05$

#### 4.3.7.2. Valoración de la utilidad de la formación a nivel general y de los distintos componentes

En la Tabla 4.31 se puede observar el incremento estadísticamente significativo en la valoración del grado de utilidad de la intervención SsObserWork respecto al grado de utilidad de la formación en MMCC recibida anteriormente, aumentando la media 1,57 puntos ( $Z = -3,468$ ;  $p = 0,001$ ;  $\delta = 0,41$ ; IC95%: 0,107 a 0,637).

Por otro lado, se les pidió al grupo experimental que valorasen la utilidad de la intervención SsObserWork para adquirir unos hábitos posturales adecuados en la realización de una MMCC. La media de la puntuación es de  $9,07 \pm 1,02$  puntos (del 1 al 10, entendiendo 10 como valoración muy positiva) indicando una valoración muy satisfactoria hacia la utilidad de la formación.

Respecto a la valoración de la utilidad de los componentes (Tabla 4.32), el grupo experimental los valoró satisfactoriamente. Principalmente, destacaron de gran utilidad la autoobservación sistemática con el instrumento de autoobservación para identificar posturas, y la página web. Concretamente, durante el período de seguimiento, el

28,6% de los participantes del grupo experimental consultaron la página web, entre los cuales el 62,5% la consultó una sola vez y el 37,5% entre 2 a 5 veces.

Así como, valoraron satisfactoriamente el instrumento de autoobservación, considerándolo comprensible y claro a nivel de formato, contenido e imágenes (Tabla 4.32).

**Tabla 4.32.** Valoración de los componentes de la formación y del instrumento de autoobservación por parte del grupo experimental.<sup>a</sup>

		M	DE
Grado de utilidad	<b>Autoobservación sistemática</b> con el instrumento de autoobservación para <b>adquirir hábitos posturales adecuados</b> <sup>b</sup>	8,86	1,41
	<b>Autoobservación sistemática</b> con el instrumento de autoobservación para <b>identificar posturas</b> <sup>b</sup>	9,14	1,18
	<b>Ejercicio físico</b> para adquirir la técnica recomendable de la MMCC <sup>b</sup>	9,04	1,18
	<b>Ejercicio físico</b> para adquirir hábitos posturales más saludables para la espalda <sup>b</sup>	9,04	1,14
	Mensajes motivacionales <sup>c</sup>	7,76	2,03
	Página web <sup>d</sup>	9,00	0,93
Instrumento de autoobservación	Formato: comprensible, visual y práctico <sup>b</sup>	8,82	1,25
	Contenido es comprensible <sup>b</sup>	8,50	1,50
	Imágenes: claras y comprensibles <sup>b</sup>	8,86	1,51

<sup>a</sup> Puntuaciones obtenidas mediante una escala de valoración del 1 al 10.

<sup>b</sup> Descriptivos respecto a 28 participantes.

<sup>c</sup> Descriptivos respecto a 25 participantes.

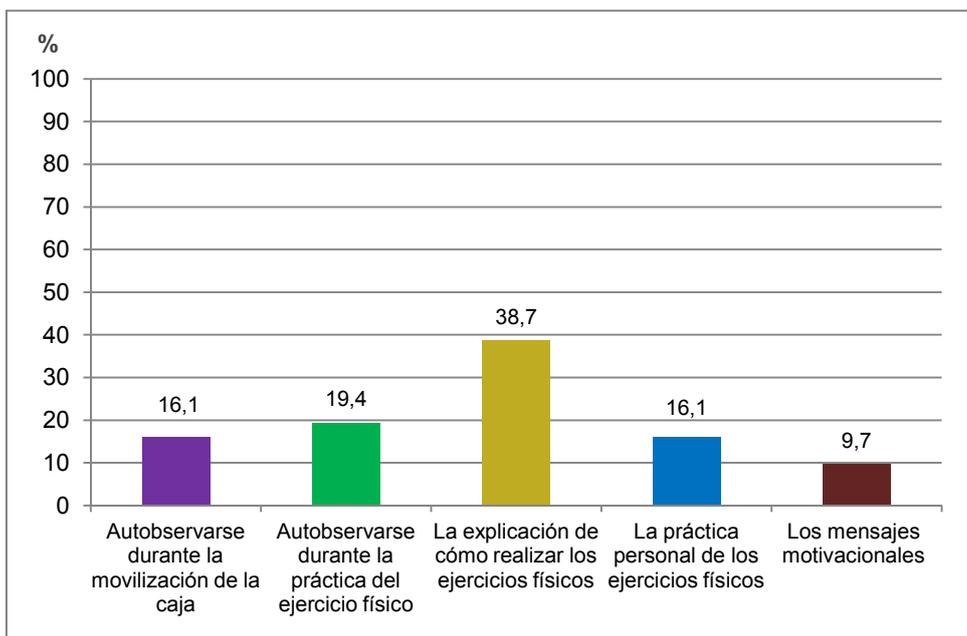
<sup>d</sup> Descriptivos respecto a 8 participantes (28,6% de los participantes que consultaron la página web).

M: media; DE: desviación estándar

Se les pidió a los participantes del grupo experimental que indicaran la actividad o las actividades que consideraban que eran más interesantes dentro de la formación, en el sentido que les gustara más o más les atrajera. A continuación, se presenta la Figura 4.14 que muestra las distribución porcentuales para respuestas múltiples.

El 38,7% de las respuesta señalaron que la actividad más interesante fue *la explicación de cómo realizar los ejercicios físicos*. En segundo lugar, *autoobservarse*

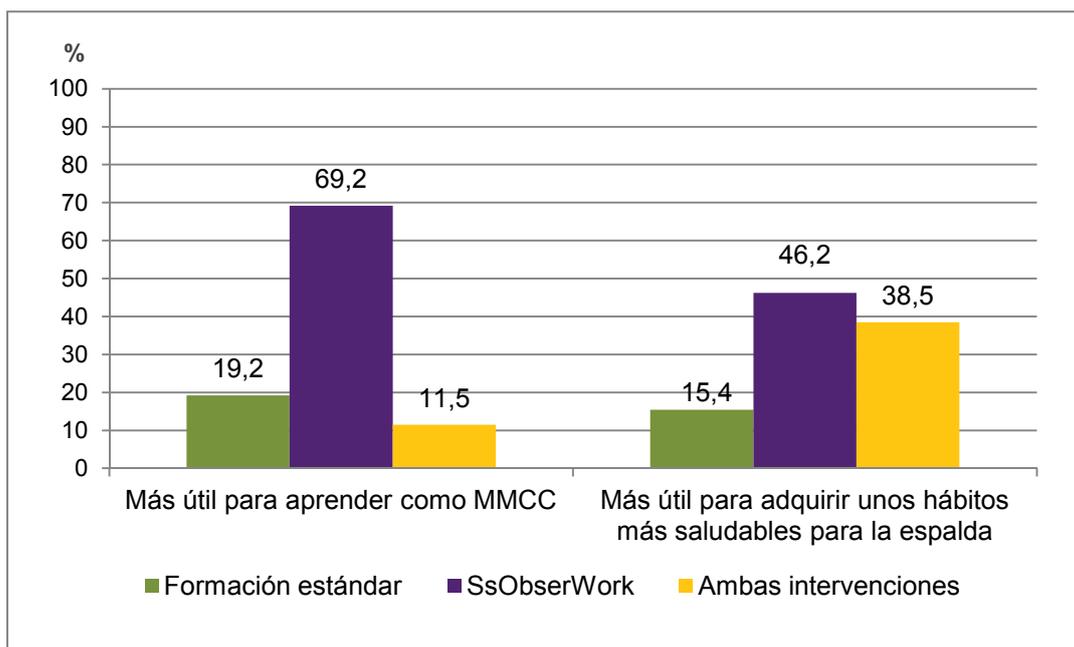
durante la práctica del ejercicio físico (19,4%), autobservarse durante la movilización de la caja (16,1%) y la práctica personal de los ejercicios físicos (16,1%). Y en último lugar, los mensajes motivacionales (9,7%).



**Figura 4.14.** Distribución porcentual de las respuestas del grupo experimental respecto a la elección de las actividades más interesantes de la formación.

En la segunda sesión, el grupo que había adoptado la condición control completó la formación con la autobservación sistemática, el *feedback* heterobservacional y el *feedback* intrínseco. Al finalizar dicha sesión se pidió que indicaran cual había sido la formación más útil para aprender a manipular una carga y a adquirir hábitos más saludables para la espalda.

En la Figura 4.15 se muestra que el 69,2% de los participantes consideraron que la intervención SsObserWork era más útil para aprender como manipular manualmente una carga, el 19,2% consideró que era más útil la intervención con la formación estándar de la primera sesión y el 11,5% indicó que ambas eran útiles. Por otro lado, el 46,2% indicó que la intervención SsObserWork era la más útil para adquirir unos hábitos más saludables para la espalda, el 15,4% consideró que era más útil la intervención con la formación estándar de la primera sesión y el 38,5% indicó que ambas eran útiles.



**Figura 4.15.** Formación considerada más útil para aprender como MMCC y adquirir hábitos más saludables para la espalda.

#### 4.3.7.3. Valoración del grado de transferibilidad de la formación

En la Tabla 4.31 se muestran las medias y desviaciones estándar del grado de transferibilidad de la formación en las tareas laborales y cotidianas, *pre* y *post* a la intervención por parte del grupo experimental. En las columnas de la derecha se muestran los resultados de la prueba de Wilcoxon y la medida del tamaño del efecto con su respectivo intervalo de confianza (95%).

Se observa un incremento estadísticamente significativo de la puntuación del grado de transferibilidad de la intervención SsObserWork a las tareas laborales, aumentando la media 1,44 puntos en comparación a la puntuación de la última formación que recibieron antes de la intervención ( $Z = -2,905$ ;  $p = 0,004$ ;  $\delta = 0,31$ ; IC95%: -0,009 a 0,572). También se observa un incremento estadísticamente significativo de la puntuación del grado de transferibilidad de la intervención SsObserWork a las tareas cotidianas en el sentido esperado ( $Z = -2,211$ ;  $p = 0,027$ ;  $\delta = 0,32$ ; IC95%: 0,009 a 0,584).

#### 4.3.7.3.1. Barreras para aplicar la técnica de MMCC recomendable

La Tabla 4.33 muestra las barreras que impidieron al grupo experimental realizar la MMCC de la forma en que se les había enseñado (respuestas múltiples), antes y después de la intervención.

Se observa que posterior a la intervención aumenta el porcentaje de respuestas que señalan como principales barreras el *ritmo de trabajo es muy rápido* (30,3%) y *el peso y la forma de las cargas lo hacen difícil* (25,8%), a diferencia de antes de la intervención en que el *disponer de un lugar de trabajo con poco espacio* (21,1%) era la principal barrera. Así como, se observa que posterior a la intervención no hay ninguna respuesta que señale como barrera *no saber aplicar las pautas concretas y la manera cómo me han enseñado supone mayor esfuerzo*. No obstante, surge como barrera *no recordar cuáles son las pautas concretas* (1,4%).

También disminuye el porcentaje de respuestas que señalan como barrera *estar cansado o fatigado*, y aumenta el porcentaje en el caso de la barrera *tener molestias en una parte del cuerpo*.

**Tabla 4.33.** Distribución porcentual de las barreras para poder realizar la MMCC de la forma en que se les ha enseñado en formaciones previas y en la intervención SsObserWork.<sup>a</sup>

	Pre	Post
	%	%
Disponer de un lugar de trabajo con poco espacio	21,1	18,2
El ritmo de trabajo es muy rápido	19,7	30,3
Estar cansado o fatigado	7,0	3,0
No disponer de pautas concretas	1,4	1,5
No saber aplicar las pautas concretas	1,4	-
El peso y la forma de las cargas lo hacen difícil	15,5	25,8
No recordar cuáles son las pautas concretas	-	1,5
Las pautas que conozco son poco aplicables	9,9	3,0
Tener una molestia en una parte del cuerpo	5,6	9,1
La manera cómo me han enseñado es peor	1,4	1,5
La manera cómo me han enseñado supone mayor esfuerzo	7,0	-
La manera cómo me han enseñado me hace perder más tiempo	9,9	3,0
Otros	-	3,0

<sup>a</sup> Se presenta los porcentajes basados en las respuestas (respuestas múltiples).

Adicionalmente, durante el período de seguimiento se identificó entre los participantes del grupo experimental que realizaron el autorregistro ( $n=25$ ), cómo habían realizado la última MMCC del día. En la Tabla 4.34 se observa que más del 50% de las respuestas emitidas indicaban haber realizado la última MMCC del día *adecuadamente de la forma que se les había enseñado en la intervención*.

Centrando la atención en los trabajadores que indicaron haber realizado la última MMCC *adecuadamente pero de la forma que lo hacía el trabajador y inadecuadamente*, los motivos de realizarlo de esta forma fueron porque no recordaron hacerlo de la forma en que se les había enseñado en la formación (45,8% y 46,7% de las respuestas, respectivamente), porque era más rápido y práctico hacerlo a su manera (34,9% y 26,7% de las respuestas, respectivamente) y por otros motivos (18,1% y 26,7% de las respuestas, respectivamente). Solo el 1,2% de las respuestas de los que indicaron hacerlo adecuadamente pero a su manera, indicaron que el motivo era por no saber hacer la MMCC de la forma en que se les había enseñado en la formación.

**Tabla 4.34.** Porcentaje de respuestas del grupo experimental que indican cómo realizaron la última MMCC del día durante el período de seguimiento.<sup>a</sup>

	%
Adecuadamente, de la forma que se les había enseñado en la intervención	52,4
Adecuadamente, pero de la forma que lo hacía el trabajador	39,9
Inadecuadamente	7,7

<sup>a</sup> Porcentajes basados en las 208 respuestas emitidas de esta parte en el período de seguimiento.

#### **4.3.7.3.2. Relación de los ejercicios físicos con la adquisición de la técnica de MMCC y los hábitos saludables para la espalda**

Respecto a la relación de los ejercicios físicos con la adquisición de la técnica de MMCC y los hábitos saludables para la espalda, la Tabla 4.35 muestra las medias y desviaciones estándar del grado de relación percibido por los trabajadores del grupo experimental.

Se observa que los participantes del grupo experimental valoraron muy satisfactoriamente la relación de los ejercicios con la adquisición de la técnica de MMCC y con la adquisición de hábitos saludables para la espalda, destacando en este caso el ejercicio sentadilla, el cual tiene mayor valoración.

**Tabla 4.35.** Valoración de la relación que perciben los trabajadores entre los ejercicios físicos y la adquisición de la técnica de manipulación manual de cargas, y entre los ejercicios físicos y la adquisición de hábitos saludables para la espalda.<sup>a</sup>

		M(DE)
Relación entre los ejercicios físicos y la técnica recomendable de MMCC		8,04 (1,62)
Relación de cada ejercicio con adquirir la técnica de MMCC	Abdominales	7,82 (1,93)
	Flexión de cadera	8,21 (1,62)
	Sentadilla	8,56 (1,55)
Relación de cada ejercicio con adquirir hábitos saludables para la espalda	Abdominales	8,22 (1,95)
	Flexión de cadera	8,71 (1,49)
	Sentadilla	8,96 (1,23)

<sup>a</sup> La puntuación se obtuvo mediante una escala de valoración del 1 al 10.  
M: media; DE: desviación estándar.

## 4.4. Discusión

En el siguiente apartado se presenta la discusión de los resultados del presente estudio, estructurándose en cuatro subapartados. En primer lugar, se discuten los resultados referentes al efecto de la intervención. En segundo lugar, se discuten los resultados de la valoración de la intervención por parte de los trabajadores. En tercer lugar, se discute la metodología empleada en el estudio. Y, finalmente, se presentan las fortalezas y debilidades del presente estudio y futuras líneas del proyecto de investigación.

### 4.4.1. Efecto de la intervención

El objetivo principal del presente estudio es evaluar el efecto de los componentes más novedosos de la intervención SsObserWork, concretamente la autoobservación sistemática, el *feedback* heterobservacional y el *feedback* intrínseco, en variables intermedias como el conocimiento y la conducta del trabajador en la MMCC.

Hasta donde sabemos, éste es el primer estudio que evalúa el efecto de la autoobservación sistemática, el *feedback* heterobservacional y *feedback* intrínseco como componentes de una formación de la técnica de MMCC con trabajadores del sector industrial, y que se implementa durante la jornada laboral.

Los resultados sugieren que los trabajadores que han recibido los tres componentes aumentan su conocimiento y mejoran su conducta respecto a los trabajadores que reciben una formación estándar. Concretamente, se ha observado que se producen mejoras significativas en el segmento corporal *espalda*, principal foco de atención del presente estudio por ser la zona de mayor incidencia de TME en la población trabajadora española (Almodóvar et al., 2012). De hecho, se ha podido observar que nuestra muestra de intervención presenta la misma tendencia que la población española, ya que más de la mitad de los participantes del grupo experimental (53,3%) y del grupo control (71,4%) presentaron molestias musculoesqueléticas en la parte inferior de la espalda en los últimos 12 meses.

### **Conocimiento de los trabajadores hacia la técnica de MMCC**

Respecto al conocimiento de los trabajadores hacia la técnica de MMCC, se ha observado que hay un aumento de las identificaciones de las posiciones recomendables en ambos grupos, entre tres momentos: *Pre-Post* sesión 1 y *Pre* sesión 1- *Post* sesión 2. Comparándolo entre grupos, se observa que hay diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio en el sentido esperado en el criterio *espalda* en los tres momentos. Los resultados señalan que ambas intervenciones (SsObserWork y estándar) contribuyen a la mejora del conocimiento del trabajador hacia la técnica de MMCC, pero se observa que, especialmente, el conocimiento hacia las posiciones recomendables de la *espalda* aumenta significativamente y se mantiene entre sesiones con la aplicación de la autoobservación sistemática y el *feedback* heterobservacional.

En este caso, la autoobservación mediante una pauta de observación (instrumento) y acompañada del *feedback* heterobservacional, permite poder focalizar la atención, detectar y discernir entre las posiciones menos o más recomendables para la salud de la espalda (Kernolde y Carlton, 1992; Janelle et al., 1997; Ste-Marie et al., 2013) que solamente con una explicación global de cómo realizar la MMCC. Para el trabajador es más relevante si se utiliza la visualización de su conducta, ya que permite poder generar un aprendizaje más centrado en aspectos cualitativos (Newell, 1991; Kernolde y Carlton, 1992; Janelle et al., 1997; Ste-Marie et al., 2013) y, además, permite poder

dar sentido, significado y valor al *feedback* heterobservacional y al instrumento de autoobservación como material didáctico, y, de esta forma, se puede generar un aprendizaje más significativo y posiblemente más duradero (Moreira, 2012). Teniendo en cuenta la relevancia de una valoración positiva de la funcionalidad del material, es importante destacar la valoración satisfactoria de los trabajadores del grupo experimental hacia el instrumento de autoobservación (formato, contenido e imágenes), así como su uso en la autoobservación sistemática para identificar posturas, permitiendo que el trabajador atribuya significado y funcionalidad a los componentes.

En línea con estos argumentos, es relevante la disminución de las identificaciones recomendables entre *Pre* sesión 1- *Post* sesión 2 del grupo control, y justamente de la espalda, a diferencia del grupo experimental que mantiene el aumento de identificaciones recomendables entre ambas sesiones. En relación con estos resultados, cabe señalar que en la segunda sesión se explicó de nuevo el funcionamiento del instrumento para la identificación en el grupo control, así como se hizo con el grupo experimental. Es por ello que no encontramos una explicación a esta disminución. En este caso, no se han hallado estudios que permitan argumentar este aspecto. Lo cierto es que son pocos los estudios centrados en la implementación y evaluación de una formación que hayan evaluado el conocimiento hacia la técnica de MMCC. Además, entre estos estudios, algunos no detallan exactamente en que consistieron las preguntas para la evaluación (Daltroy et al., 1993; Cheng y Chan, 2009) y en otros se utilizaron preguntas de una descripción global de la MMCC (Warming et al., 2008).

### ***Conducta de los trabajadores en la MMCC***

Estudios como el de Daltroy et al. (1993), observaron que la formación generó un incremento del nivel de conocimiento, pero ese aumento no se tradujo en una mejora de las posturas que adoptaban los carteros. En cambio, los resultados del presente estudio muestran un cambio conductual en todos los criterios observados. Concretamente, se ha observado un incremento estadísticamente significativo de la duración relativa en que la *espalda, rodillas, brazos y la interacción inclinación/desplazamiento* se encuentran en posición recomendable durante la manipulación manual de las cinco cajas, entre la primera y segunda sesión, observando que este incremento es estadísticamente mayor en el grupo experimental.

Focalizando la atención en la espalda, los resultados muestran que el grupo experimental aumenta la duración relativa en que la espalda se encuentra en posición

neutral entre la primera y segunda sesión y el grupo control disminuye el tiempo en esta posición, siendo esta diferencia estadísticamente significativa. En la misma línea, se observan diferencias estadísticamente significativas en el sentido esperado de las puntuaciones de cambio de la duración relativa en que la espalda se encuentra en posición flexión. Cuando profundizamos por fases, las diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de cambio de la posición flexión se observan en la fase transporte; diferencias que en el caso del grupo experimental se pueden relacionar con el incremento estadísticamente significativo de la duración relativa en que se adopta una posición recomendable en la *interacción inclinación/desplazamiento*, que se produce principalmente en la fase transporte, ya que se observa que los criterios *espalda* e *interacción inclinación/desplazamiento* se correlacionan positivamente.

En línea con estos resultados y ampliándolos, el análisis de patrones temporales del grupo experimental ha permitido mostrar el cambio en el sentido esperado en los tipos de eventos que incluyen una posición recomendable de la espalda y estudiar la modificación en la estructura temporal de estos eventos mediante la identificación de *t-patterns*. Se ha observado que se produce un incremento significativo en los tipos de eventos que incluyen la espalda en posición recomendable entre la primera y la segunda sesión. Después de la intervención se reduce la estructura temporal de la conducta e incrementa de manera significativa el porcentaje de patrones con posiciones recomendables, lo que sugiere un efecto de la intervención no solo incrementando las posturas recomendables sino también modificando un gesto laboral incorrecto.

Estos resultados sugieren que la combinación de la autoobservación sistemática, el *feedback* heteroobservacional y el *feedback* intrínseco puede contribuir a adquirir una posición neutra de la espalda en la ejecución de la MMCC. Concretamente, la autoobservación sistemática fomenta que el trabajador detecte la necesidad de cambiar la posición de su espalda, ya que al verse uno mismo tiene un efecto emocional que genera que se preste más atención en la conducta a modificar (Fuller y Manning, 1973), siempre y cuando la reacción que produzca la autoobservación no sea negativa, como sucedió en el estudio de Linnerooth et al. (2014) en que atribuyeron que la reacción negativa de los trabajadores era la causa de que no se produjeran mejoras en el tiempo de ejecución de las tareas de una cadena de montaje. En el presente estudio, las reacciones no fueron negativas pero sí que fueron de asombro en la mayoría de los trabajadores, porque aquellos que consideraban que posicionaban la espalda adecuadamente, no se imaginaban que lo hacían inadecuadamente; y

aquellos que sabían que posicionaban la espalda inadecuadamente generalmente expresaban que era mucho peor de lo que podían imaginar. Por ejemplo, en la primera sesión, cuando se les pidió que indicaran las posiciones que habían adoptado generalmente en la MMCC que terminaban justo de realizar, el 37% de los participantes del grupo experimental percibieron que generalmente adoptaron una posición recomendable de la espalda en la fase carga y descarga y, realmente, lo realizaron con una posición no recomendable en más del 50% de la duración relativa de estas fases en el conjunto de la manipulación de las cinco cajas. Datos que sugieren que en ocasiones nuestra percepción, concretamente la información que proporciona el *feedback* intrínseco, puede no ser bien interpretada o bien no se le presta la atención suficiente, y por lo tanto, posiblemente requerirá un entrenamiento.

Por ello, la autoobservación sistemática en vídeo da la posibilidad de identificar errores y aspectos a modificar que sin verlo no es posible detectar, y que al ir, además, acompañada del *feedback* heterobservacional permite poder focalizar la atención y discernir entre las posiciones menos o más recomendables para la salud de la espalda, a través de informar al trabajador qué debe cambiar y cómo cambiarlo (Kernolde y Carlton, 1992; Janelle et al., 1997; Ste-Marie et al., 2013), a diferencia de la formación estándar del grupo control en la que solo se proporcionaba información genérica de cómo hacerlo sin la participación activa del trabajador. Otros estudios que utilizaron la autoobservación para formar profesores (Tripp y Rich, 2012) o bien para la adquisición de habilidades deportivas (García y Cesar, 2016; Baudry et al., 2006) destacaron estos efectos positivos de la implementación de la autoobservación. No solo los resultados conductuales del presente estudio y la evidencia al respecto lo señalan, sino que los mismos trabajadores destacaron que la autoobservación sistemática con el instrumento de autoobservación era de gran utilidad para identificar posturas y para adquirir hábitos posturales adecuados.

De la misma forma, los resultados muestran que la autoobservación sistemática, el *feedback* heterobservacional y el *feedback* intrínseco han contribuido al incremento estadísticamente significativo de la duración relativa en que las *rodillas* y los *brazos* se encuentran en posición recomendable entre ambas sesiones y comparando grupos. El aumento de la duración relativa de la posición recomendable de los dos criterios, principalmente de las rodillas, podría contribuir a la mejora de la posición de la espalda. Por ejemplo, se observa que los trabajadores disminuyeron, en general, la duración relativa en posición extensión o flexión máxima, que según Mörl et al. (2005) son las posiciones que en las primeras subfases del levantamiento contribuyen a incrementar la flexión de la zona lumbar.

En este sentido, como señalaron Sedgwick y Gormley (1998), las formaciones centradas en la MMCC no deben focalizarse exclusivamente en la espalda, sino que deben incluir otras partes del cuerpo que se ven implicadas en la ejecución de la MMCC cuya posición tiene un efecto en la postura y fuerzas que se ejercen en la espalda (Park y Chaffin, 1974; Anderson y Chaffin, 1986; Kingma et al., 2004; Kingma et al., 2006; Mörl et al., 2005; Hsiang et al., 1997). Por esta razón, la formación del presente estudio se ha focalizado en aquellos segmentos corporales y articulaciones que se encuentran implicadas en la MMCC, y no exclusivamente en la espalda.

En general, hay poca evidencia de la utilización de la autoobservación sistemática en salud ocupacional. Se ha identificado el estudio de Taieb-Maimon et al. (2012) en el cual se aplicó la autoobservación, concretamente el *self-modeling*, en trabajadores de oficina para mejorar su postura al estar sentado delante del ordenador. Observaron que complementar una formación ergonómica con la visualización de fotografías de cómo estaban sentados en diferentes momentos ante la pantalla del ordenador y con una fotografía de la misma persona con la postura correcta, generaba mejoras posturales y éstas perduraban más tiempo que con una formación ergonómica tradicional. Sin disponer de momento de los datos del seguimiento a largo plazo, los datos del presente estudio van en la línea de los hallados por Taieb-Maimon et al. (2012).

### ***El feedback intrínseco en la ejecución de la MMCC***

El estudio de Backåberg, Rask, et al. (2015) observaron que la autoobservación en vídeo como componente de una formación para la movilización de pacientes dirigida a estudiantes de enfermería, incrementaba la consciencia corporal. Concretamente, en su estudio cualitativo identificaron que los participantes destacaron positivamente el poder explicar verbalmente los movimientos realizados al inicio, considerándolo un soporte para el cambio de comportamiento (Backåberg, Gummesson, et al., 2015). Tomando en consideración los resultados de Backåberg, Rask, et al. (2015) y Backåberg, Gummesson, et al. (2015), en el presente estudio se ha complementado la autoobservación sistemática y el *feedback* heteroobservacional con potenciar el *feedback* intrínseco, cuyo objetivo es fomentar la consciencia corporal, es decir, que el trabajador tome consciencia de la información propioceptiva para identificar las posiciones que va adoptando en el transcurso de la MMCC y así corregirse. El *feedback* intrínseco se propiciaba en cuatro situaciones, la primera de las cuales era justo al finalizar la manipulación de las cinco cajas en que se le pedía al trabajador que

recordara e identificara las posiciones que había adoptado mayoritariamente por cada uno de los criterios y valorara como lo había realizado.

Muchas veces la información que proporciona el *feedback* intrínseco representa la diferencia entre lo que se espera y lo que realmente ha ocurrido en la ejecución (Proske y Gandevia, 2012). Posiblemente, esto sucede por una falta de entrenamiento, falta de atención a esta información o bien de una incorrecta interpretación de la información. La MMCC se considera una tarea de carácter cerrado, esto quiere decir que la ejecución de los movimientos se controla predominantemente por el *feedback* intrínseco, ya que este tipo de tareas son previsibles y no dependen de un estímulo externo (Oña Sicilia et al., 1999). En el contexto laboral, puede suceder que la MMCC se realice de una forma automática y repetitiva que puede conllevar a no prestar atención a como se colocan las diferentes partes del cuerpo que se ven involucradas, información que nos proporciona el *feedback* intrínseco, el cual nos permite poder controlar el movimiento y reajustarnos (Oña Sicilia et al., 1999; Magill, 2011). Cuando se aprende una habilidad es importante prestar atención al *feedback* intrínseco, porque cuando se finaliza el proceso de adquisición, el *feedback* externo desaparece, y en este caso, el trabajador solo dependerá del *feedback* intrínseco (Chiviakowsky y Wulf, 2007). Para ello, al finalizar la tarea se debe dejar un espacio de tiempo para procesar la información proporcionada por el *feedback* intrínseco (Poole, 1991; Stevans y Hall, 1998).

En este caso, partiendo de los resultados del presente estudio, se ha podido observar que entre la primera y segunda sesión aumentó el porcentaje de trabajadores que coincidieron entre lo que recordaban haber realizado a partir de su percepción y su ejecución real (en más del 50% de la duración relativa de la manipulación de las cinco cajas). Sin embargo, la diferencia de casos que cambiaron entre la primera y la segunda sesión se ha observado que no es estadísticamente significativa. Focalizando la atención en la espalda, se ha identificado una disminución del porcentaje de trabajadores que coincidieron entre lo que recordaban haber realizado a partir del *feedback* intrínseco y la ejecución real, debido a que alrededor del 40% habían recordado realizarlo mayoritariamente con la espalda en posición recomendable y realmente, durante la mayor parte del tiempo, realizaron la MMCC en posición no recomendable.

Estos resultados centrados en la espalda sugieren que posiblemente la mayor parte de los trabajadores no prestaron atención a la información proporcionada por el *feedback* intrínseco que permite percibir como se encuentra posicionada cada parte del cuerpo

en el transcurso de la tarea; y por otro lado, pudo suceder que en el momento de recordarlo su percepción fuese sesgada por lo que se espera que hagan. De hecho, la media de la puntuación de la autovaloración posterior a la MMCC señala que su percepción de cómo lo habían realizado era superior a la que se otorgaron posterior a la autoobservación sistemática, es decir, se sobrevaloraban. La evidencia previa apoya el valor que puede tener la toma de consciencia y los resultados hallados animan a mejorar la parte de la intervención encaminada a fomentarla.

### ***Período de seguimiento: autorregistro***

En el período de seguimiento se les pedía a los trabajadores de ambos grupos realizar el ejercicio físico diariamente, y en el caso del grupo experimental, realizar el cuestionario *ad hoc* de evaluación ambulatoria (autorregistro). Respecto al autorregistro, éste tenía doble funcionalidad: por un lado, actuar como componente de la intervención al requerir la autoobservación diaria del trabajador, y por el otro, era un instrumento de evaluación de la fidelidad de la implementación y para la valoración de la transferibilidad de la formación. No obstante, los datos obtenidos durante el período de seguimiento son poco concluyentes, debido a un bajo nivel de cumplimiento en la realización del autorregistro. Esto conlleva que sea difícil poder evaluar la fidelidad de la implementación y valorar la transferibilidad de la formación.

La evidencia indica que la utilización de la autoobservación diaria mediante un autorregistro puede tener un efecto reactivo propiciando las conductas esperadas (Shiffman, 2009), y éste era el objetivo en el presente estudio. Los resultados que relacionan el autorregistro con la posición de la espalda, muestran que no existe ninguna relación entre la frecuencia de días que respondieron el autorregistro a través del móvil y las puntuaciones de cambio de la duración relativa en que adoptaron una posición recomendable de la espalda en la manipulación de las cinco cajas, aunque cabe destacar que entre los trabajadores que respondieron en papel sí se observa que existe una relación positiva entre ambas variables pero no siendo estadísticamente significativa. Esta mayor relación entre los que respondieron en papel se puede producir porque fueron los que respondieron mayor número de días (mínimo 11 de los 15 días). Aunque los resultados sean incluyentes, esta relación observada puede sugerir que la autoobservación diaria a través del autorregistro podría favorecer el cambio de comportamiento.

En este sentido, un aspecto positivo fue la posibilidad de proporcionar el autorregistro en papel para aquellos trabajadores que no disponían de un teléfono móvil inteligente

que conllevaba que no lo pudieran realizar *online*. Sin embargo, en papel tiene la limitación de no poder controlar la hora de envío para comprobar en tiempo real que la respuesta tuviera una proximidad temporal a los eventos de interés, un aspecto que se considera de gran relevancia (Shiffman et al., 2008; Portell, Anguera, Hernández-Mendo et al., 2015; Riediger, 2010).

Entre los motivos que destacaron los trabajadores del grupo experimental para no poder realizar el autorregistro diariamente, fueron el hecho de no encontrar el momento para hacerlo, haberse olvidado y por motivos de conexión a internet. En primer lugar, estos motivos sugieren que el envío de SMS para recordar realizar el autorregistro diariamente no generó el resultado esperado. Hay numerosos estudios relacionados con la efectividad de los SMS como medio de recordatorio, sobre todo en el ámbito sanitario, y, en general se señala que son un método con gran potencial pero que aún hay evidencia limitada sobre su efectividad (Kannisto et al., 2014). De hecho, no se han encontrado estudios que utilicen los SMS como recordatorio en intervenciones de educación higiene-postural. Y en segundo lugar, se podría mejorar el seguimiento y minimizar las barreras para realizar el autorregistro si se hubiese podido utilizar una aplicación móvil que permitiese poder realizar el autorregistro sin tener conexión a internet, el cual sería enviado una vez se tuviera conexión, pero garantizando que la fecha y hora exacta de su realización quedasen registradas. Además, el aplicativo móvil podría enviar notificaciones que podrían ser el sustituto de los SMS, ya que actualmente parece que el uso de los SMS como herramienta social tiende a ser menor, pero se han convertido en una herramienta de comunicación en marketing (Mobile World Capital Barcelona, 2015), y por ello, los SMS de la intervención pueden pasar desapercibidos.

### ***Período de seguimiento: SMS motivacionales y ejercicio físico***

En relación a los SMS, éstos a su vez actuaron como intervención ecológica momentánea. Es decir, tanto el grupo experimental como el grupo control recibieron diariamente durante el período de seguimiento un mensaje motivacional para recordar y animar a realizar los tres ejercicios físicos, actuando como clave para la acción en el marco del modelo de creencias de la salud. El contenido de los mensajes que recibía cada trabajador era adaptado en función del estadio de cambio en el ejercicio físico en el que se encontraba, teniendo en cuenta que la adaptación del contenido permite que la información sea más relevante para el trabajador y evitar que omitan los mensajes (Fjeldsoe et al., 2009). De hecho, en la revisión sistemática de Buccholz et al. (2013)

concluyeron que los resultados de promover la práctica de actividad física a través de los mensajes de texto eran positivos, pero que su efecto era heterogéneo, siendo uno de los motivos la no fundamentación del contenido en teorías del cambio de comportamiento. En este sentido, no se han encontrado estudios en que la utilización de los SMS sea para promover la práctica de ejercicios concretos. En este caso, derivado del diseño *pre-post* sin grupo control que se tuvo que adoptar para la valoración de la formación, solo se ha podido presentar la media de la puntuación de la valoración de la utilidad de los mensajes de texto para promover la práctica de ejercicio físico del grupo experimental, el cual los valoró satisfactoriamente, indicando que fueron de utilidad, aunque obtuvieron la media de valoración más baja respecto al conjunto de componentes.

Respecto al ejercicio físico, éste ha sido un componente presente en la intervención del grupo experimental como en la del grupo control, con el objetivo de mejorar la condición física para la realización de la MMCC y enseñar el movimiento y posturas adecuadas en la MMCC. Debido al bajo cumplimiento de la realización del autorregistro por parte del grupo experimental, los datos obtenidos acerca de la práctica del ejercicio físico no son concluyentes.

A partir de datos retrospectivos que se solicitaron en la segunda sesión a ambos grupos, permitió observar que ambos grupos realizaron los ejercicios físicos durante el período de seguimiento, aunque no todos los días. No obstante, cabe señalar que los datos retrospectivos pueden presentar sesgos debido al espacio temporal que ha transcurrido.

En ambos grupos, se identificó que el principal motivo para no realizar los ejercicios físicos fue *no tener tiempo*. Este motivo es el más frecuente, el cual también fue identificado como el principal motivo en el estudio de Andersen y Zebis (2014) que se centró en evaluar el seguimiento de un programa de ejercicio físico para trabajadores de oficina con dolor de cuello y hombros. Posiblemente, en futuras intervenciones, se debería proponer al trabajador alternativas respecto a cómo encontrar espacios de tiempo para realizar los ejercicios, con el fin de minimizar esta barrera.

Respecto a la mejora de la condición física, se realizó en la primera sesión un test de fuerza máxima isométrica de las piernas para valorar su nivel de fuerza, el cual se encontraba por debajo del promedio de las normas de referencia (Cobris et al., 1978, citado en Heyward, 2008). No obstante, éramos conscientes que en un período de tres semanas y con el número de repeticiones, series e intensidad no se podrían identificar cambios en la fuerza máxima isométrica. De hecho, como medida de control se realizó

en la segunda sesión el test, y como era de esperar no se observaron diferencias estadísticamente significativas *pre* y *post* al período de seguimiento. Para observar mejoras en este sentido, se debería requerir un período más largo de tiempo y un programa con adaptaciones en la intensidad y el volumen (Heyward, 2008). Aun así, se debe destacar que estudios previos han mostrado la efectividad del ejercicio físico como componente en intervenciones formativas en salud laboral, y concretamente en la formación de la técnica de MMCC (Clemes et al., 2010).

### ***Consideraciones finales***

En este punto, podemos concluir que ambos grupos, realizando los tres ejercicios físicos y recibiendo una formación, pudieron mejorar su conocimiento y conducta en la MMCC. No obstante, se confirma la hipótesis de que la autoobservación sistemática, el *feedback* heteroobservacional y el *feedback* intrínseco generan mejoras superiores, principalmente en el segmento corporal de mayor interés, la espalda. Sin embargo, no se puede concluir que las mejoras perduren en el tiempo, aspecto que en futuras implementaciones deberá ser evaluado ya que el mantenimiento de estas mejoras a largo plazo puede contribuir a la reducción de los TME de espalda.

Finalmente, se han tomado en consideración variables como la percepción del estado de salud y el nivel de compromiso para caracterizar la muestra de intervención. Tanto el grupo experimental como el grupo control presentaron una media de la puntuación de las dimensiones y componentes sumarios que definen la percepción del estado de salud dentro de la media poblacional catalana (Schmidt et al., 2012), así como la media de la puntuación total y las dimensiones del *engagement* se encuentran dentro de la media de las puntuaciones normalizadas (Schaufeli y Bakker, 2003). En este caso, teniendo en cuenta el período transcurrido entre la primera y segunda sesión, era poco probable que la intervención tuviera un efecto claro sobre estas variables, pero se espera que en futuras aplicaciones de la intervención con seguimientos más prolongados se detecte.

#### **4.4.2. Valoración de la formación por parte de los trabajadores**

Según el primer nivel de evaluación de Kirkpatrick y Kirkpatrick (2006), la reacción de los trabajadores hacia la formación es uno de los primeros aspectos a evaluar. La reacción engloba la satisfacción general con la formación, la utilidad de la formación, la satisfacción con el material, entre otros (Morgan y Casper, 2000). La valoración de la

satisfacción es relevante ya que según Kirkpatrick, una elevada satisfacción hacia las experiencias formativas tiene una influencia en el resultado final, es decir, en el conocimiento y el cambio de conducta. Un nivel elevado de satisfacción indica que el contenido y las estrategias han sido adecuados.

En el presente estudio, la reacción se ha evaluado a partir de tres aspectos: satisfacción, utilidad y transferibilidad. No obstante, como se informó en el apartado de diseño y procedimiento, para esta parte la evaluación se basó en un diseño *pre-post* sin grupo control, debido a que el grupo control completó la formación en la segunda sesión para garantizar la igualdad de oportunidades y en cumplimiento de los requerimientos del comité de ética que aprobó el proyecto.

En metodología, se señala que este tipo de diseños tienen poca potencia al presentar amenazas en la validez, principalmente en la validez interna por no disponer de un grupo comparativo que permita establecer una relación causa-efecto entre la intervención y la valoración de la formación, ya que puede haber variables extrañas que puedan influir en esta valoración (Anguera et al., 2008; Chacón et al., 2013), como por ejemplo cambios organizacionales que se produjeran en la empresa. Por ello, debe ser considerada la medida del tamaño del efecto de la intervención sobre las variables satisfacción, utilidad y transferibilidad. Sin embargo, entre los inconvenientes señalados que plantea este diseño, puede ser utilizado cuando transcurre poco tiempo entre las medidas *pre* y *post*.

Partiendo de estas consideraciones metodológicas, la valoración de la satisfacción de los trabajadores del grupo experimental hacia la formación SsObserWork fue muy satisfactoria. También se ha observado que los trabajadores consideraron más útil la formación SsObserWork para adquirir adecuados hábitos posturales de la espalda en comparación con la última formación que recibieron. Estos resultados se encuentran en línea con la valoración muy satisfactoria de la utilidad de los distintos componentes, entre los que destacaron principalmente la autoobservación sistemática con el instrumento observacional para identificar posturas y el ejercicio físico para adquirir la técnica de MMCC y para adquirir hábitos posturales más saludables para la espalda. Además, encontraron los tres ejercicios físicos relacionados con la técnica de MMCC y con la adquisición de hábitos saludables para la espalda. Estos resultados son prometedores, sobre todo teniendo en cuenta que la satisfacción con la formación puede influir en querer participar en futuras formaciones (Bell et al., 2017) y además se ha observado que tiene una relación positiva y estadísticamente significativa con el compromiso (Memon et al., 2016).

Respecto a la utilidad, el hecho de que el grupo que adoptó la condición control recibiera en la segunda sesión la autoobservación sistemática, el *feedback* heteroobservacional y el *feedback* intrínseco permitió que pudieran comparar la utilidad de la formación estándar recibida en la primera sesión y la SsObserWork. Más de la mitad de los trabajadores señalaron que la formación SsObserWork era más útil para aprender como manipular una carga y casi la mitad señaló que la formación SsObserWork era más útil para adquirir unos hábitos más saludables para la espalda. Estos datos, aunque no sean concluyentes, tienen cierto interés por proporcionar la valoración de un grupo de trabajadores que han recibido ambas formaciones. Por tanto, de nuevo nos sugieren que estos tres componentes son relevantes en una formación centrada en la educación higiene-postural en ámbito laboral para propiciar un cambio de comportamiento.

En referencia a la valoración de la transferibilidad de la formación a tareas laborales y cotidianas por parte del grupo experimental, se puede concluir que fue satisfactoria, observando que la puntuación es significativamente superior en comparación a la valoración de la última formación que recibieron. Un aspecto importante en la valoración de la transferibilidad es identificar posibles motivos que impiden o interfieren en la aplicación de los aprendizajes adquiridos (Brown y Gerhardt, 2002; McDermott et al., 2012). En este sentido, hasta donde sabemos, no se han identificado estudios que hayan utilizado la evaluación ambulatoria para evaluar la fidelidad de la implementación y valorar la transferibilidad de una formación en educación higiene-postural en el ámbito laboral y no laboral.

Como se ha mencionado anteriormente, el nivel de cumplimiento de la realización del autorregistro fue bajo; sin embargo, se pudo observar que en casi la mitad de las respuestas de los 25 participantes que realizaron el autorregistro (como mínimo un día) indicaron que realizaron la última MMCC del día de una manera adecuada pero al estilo del trabajador o bien inadecuadamente. A través del autorregistro, se pudieron identificar los principales motivos de no hacer la MMCC de la forma que se les había enseñado en la formación: *no recordar hacerlo cómo se les había enseñado* y *realizarlo a su manera era más rápido y práctico*. Estos motivos son coherentes en el proceso de aprendizaje. El trabajador tiene automatizada una técnica de MMCC que de forma automática surge, conllevando que para modificarla tenga que realizar un esfuerzo en recordarlo y aplicarlo. Y evidentemente, la actividad en el contexto laboral al ser dinámica, con ritmos de trabajo rápidos, la colocación de las cargas es diversa y entre otros factores, hacen que las tareas se realicen de forma sistemática, y para dar respuesta rápidamente lo más habitual es utilizar la habilidad que tenemos

automatizada ya que no requiere atención, a diferencia de aquellas que se están aprendiendo que requieren de toda la atención para ajustar toda la cadena de movimientos y posturas que implica realizarlas (Oña Sicilia et al., 1999). De la misma manera puede suceder en el contexto no laboral. Por ello, es esencial insistir y recordar aplicarla. De hecho, se puso a la disposición de los trabajadores una página web en la que podían visualizar como realizar una MMCC adecuadamente, así como todos los ejercicios físicos. No obstante, solo ocho trabajadores del grupo experimental visitaron la página web.

Además, tanto antes como después de la intervención, destacaron como barreras en el contexto laboral que *el peso y la forma de las cargas lo hacen difícil y disponer de un lugar de trabajo con poco espacio*. Estas barreras ponen de manifiesto aspectos más ergonómicos que deben ser considerados a nivel organizacional. En este caso, somos conscientes de las dificultades que pueden generar cargas voluminosas o pesadas. La diversidad de tareas de MMCC hace difícil poder abarcar en una formación toda la variabilidad de situaciones que se pueden producir, por ello la formación se centra en una técnica estandarizada a partir de la movilización de cajas que presentan unas dimensiones estándares, poniendo el foco en adoptar una posición recomendable de la espalda con la ayuda de los otros segmentos corporales y articulaciones que deben contribuir harmónicamente en la acción.

Otro aspecto relevante, es que tras la formación SsObserWork, se redujo el porcentaje de respuestas que indicaban como barrera *las pautas que conozco son poco aplicables* respecto a las emitidas antes de la formación y ningún trabajador indicó *no saber aplicar las pautas concretas*, datos que se encuentran en línea con la valoración de la transferibilidad de la formación. Por otro lado, tras la formación ningún trabajador indicó que *la manera cómo se le ha enseñado suponga mayor esfuerzo*. También se redujo el porcentaje de respuestas que señalan *estar cansado o fatigado*. En relación a la percepción de esfuerzo en la MMCC, posiblemente sea debido a la práctica de los ejercicios físicos que tiene la intención de condicionar el cuerpo para dicha tarea.

En la misma línea, el hecho de practicarlos y no estar habituados a ellos, así como adoptar posturas poco habituales, puede ser la causa del incremento de respuestas posterior a la intervención que señalan como barrera *tener una molestia en una parte del cuerpo*. Las molestias se pueden explicar por el hecho de que cuando se modifican movimientos y posturas a las que uno está habituado a adoptar, pueden aparecer dolores en las partes del cuerpo implicadas en la modificación, los cuales pueden durar hasta que el cuerpo se habitúa (Pazos y Aragunde, 2000).

#### 4.4.3. Metodología empleada en el estudio

En el presente estudio se consideró imprescindible adoptar una perspectiva de complementariedad metodológica (Chacón et al., 2013), combinando elementos del diseño experimental y de la metodología observacional. Esta perspectiva multimétodo ha permitido integrar los datos derivados del diseño experimental con los derivados del diseño observacional, aportando una mayor riqueza en la caracterización del cambio en la conducta del trabajador después de la intervención.

La evaluación del cambio de la conducta del trabajador ha requerido desarrollar un instrumento observacional *ad hoc* para adaptarse a las particularidades del contexto de formación (Anguera et al., 2007), y realizar el correspondiente estudio de su fiabilidad para la descripción de las posiciones adoptadas por los segmentos y articulaciones implicadas en la MMCC (véase capítulo 3).

Las diferentes perspectivas de análisis aplicadas a los datos conductuales del estudio se fundamentan en la organización jerárquica del diseño observacional, desde la estructura más simple (puntual, idiográfico, unidimensional y extensivo) hasta la más compleja (seguimiento, nomotético, multidimensional e intensivo). Atendiendo a esta jerarquía, los datos que aporta un diseño más complejo pueden transformarse para obtener el tipo de parámetro que aporta otro más simple (Portell, Anguera, Chacón-Moscoso et al., 2015). El análisis de *T-patterns* se ha aplicado a los datos del diseño observacional de seguimiento, nomotético, multidimensional e intensivo. Sin embargo, los datos derivados de este diseño se han transformado y simplificado, y se han compuesto indicadores agregados del cambio conductual propios de un diseño de tipo extensivo. Con los análisis realizados hasta ahora no se agotan las posibilidades que ofrecen estos datos puesto que es posible hacer el abordaje idiográfico del diseño y caracterizar los patrones individuales.

En el contexto de la evaluación de formaciones en entornos laborales, un aspecto novedoso del presente estudio, es la utilización de la metodología observacional con dos niveles de participación (Portell, Anguera, Hernández et al., 2015): heterobservación para la evaluación del cambio conductual y la autoobservación sistemática como componente de intervención y para evaluar la fidelidad de la implementación. Como componente de la intervención, se tuvo que desarrollar un instrumento de autoobservación sistemático basado en el instrumento observacional *ad hoc*. Respecto al sistema de evaluación de la fidelidad de la implementación que se ha utilizado sugiere mejoras en el sistema de autorregistro para poder garantizar el cumplimiento y facilitar su realización. Como se ha mencionado anteriormente, se

prevé en futuras implementaciones la utilización de un aplicativo móvil que reduzca las posibles barreras para su realización.

El contexto laboral es un sistema dinámico que lo hace complejo para la implementación de estudios con un diseño experimental, porque hay diversidad de factores que pueden condicionar su adecuada implementación. En este sentido, en el presente estudio se requirió modificar el diseño para los datos referentes a la valoración de la formación, adoptando un diseño *pre-post* sin grupo control, debido a la necesidad de completar la formación del grupo control en la segunda sesión. Como se ha mencionado anteriormente, este diseño presenta amenazas a la validez (Anguera et al., 2008; Chacón et al., 2013), pero ha permitido poder ajustar el estudio a las necesidades que se requerían en ese momento. Por ello, en futuras implementaciones de la formación, esta parte debería ser considerada y fortalecer su evaluación.

Finalmente, desde el posicionamiento de la promoción de la salud en el ámbito laboral, uno de los aspectos que nos ha llevado a reflexionar es el bajo porcentaje final de trabajadores que se mostraron interesados en participar en una formación preventiva y de promoción de la salud durante la jornada laboral. El hecho de que la empresa pusiera todas las facilidades para realizar la formación y pocos trabajadores se mostraran interesados, posiblemente esté relacionado con la tendencia social de considerar este tipo de acciones en el ámbito laboral como simples trámites e infravalorar su capacidad para mejorar el bienestar de los trabajadores en su actividad cotidiana, dentro y fuera del trabajo.

#### **4.4.4. Fortalezas y limitaciones del estudio y futuras líneas del proyecto de investigación**

Entre los puntos fuertes de este estudio queremos destacar que para abordar la evaluación de la intervención se ha adoptado una perspectiva de complementariedad metodológica, combinando elementos del diseño experimental y de la metodología observacional. Concretamente, destacamos la utilización de la metodología observacional con dos niveles de participación (la heterobservación y la autobservación).

Hasta donde sabemos, es el primer estudio que evalúa el efecto de la autobservación sistemática, el *feedback* heterobservacional y el *feedback* intrínseco como componentes de una formación de la técnica de MMCC con trabajadores del sector industrial que se implementa durante la jornada laboral. A su vez, tomando en

consideración la evidencia, hemos fundamentado la intervención de carácter multidimensional en las teorías del cambio de comportamiento.

Otros aspecto relevante es que la evaluación de la intervención se ha centrado en variables intermedias, como el conocimiento y la conducta, que se requieren como paso previo a la evaluación de resultados a largo plazo (reducción de TME, etc). Esto ha derivado que para evaluar ambas variables intermedias se haya aplicado un instrumento observacional *ad hoc* adaptado al contexto formativo. Además, éste ha permitido el análisis de *T-patterns* que, hasta donde sabemos, es el primer estudio que ha implementado este tipo de análisis en la evaluación de intervenciones en salud laboral. Por último, como aspecto novedoso en este tipo de formaciones es la incorporación de la evaluación ambulatoria en la evaluación de la intervención, permitiendo la obtención de datos en contexto ecológico. Sin embargo, derivado del bajo cumplimiento de la realización del autorregistro ha conllevado que los resultados para esta parte no sean concluyentes.

Respecto a las limitaciones, un punto débil es el tamaño de la muestra. Relacionamos este hecho con la amplitud de los intervalos de confianza y la baja precisión en la estimación de los efectos. Sin embargo, el hecho de que muchos de estos intervalos incluyan en su límite superior un efecto grande nos alienta a seguir investigando con tamaños de la muestra mayores.

En el mismo sentido, otros aspecto a considerar en futuros estudios es el bajo porcentaje final de trabajadores que mostraron interés en participar. Por otro lado, como ya hemos mencionado, el diseño *pre-post* sin grupo control para la valoración de la formación, hace que no se pueda establecer una relación causa-efecto de la intervención con los resultados. Adicionalmente, la ausencia de un seguimiento *post* intervención no nos permite evaluar si el cambio de comportamiento se mantiene en el tiempo, aspecto que en futuras intervenciones se deberá incluir.

Como se expuso al inicio del presente capítulo, este estudio se enmarca en la segunda fase del proyecto SsObserWork. El objetivo de la segunda fase fue evaluar la eficacia de los componentes de la formación y valorar su efecto en el conocimiento y en la conducta.

Sin embargo, somos conscientes que el diseño y estructura de la formación SsObserWork que se ha implementado en este estudio es costosa para ser implementada en las condiciones en que se organizan muchas empresas. Por dicha razón, en la tercera fase del proyecto se prevé optimizar la usabilidad de la formación.

El objetivo será restringir la aplicación de la formación personalizada solo a trabajadores "clave", los cuales recibirán formación para que actúen como formadores en su entorno profesional y personal. Estos trabajadores "clave" podrían ser encargados de línea, de sección o bien aquellos trabajadores de edad avanzada. Concretamente, este último colectivo se ha convertido en una de las líneas estratégicas de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, debido al incremento previsto de la población envejecida. De hecho, una diferencia observada entre trabajadores séniores y jóvenes, es la mayor motivación de los primeros en tareas como ayudar a los otros a generar conocimiento, mientras que los jóvenes están más interesados en tareas que implican generación de conocimiento (Hertel et al., 2013). Por tanto, los trabajadores séniores podrían adoptar esta figura de formadores. No obstante, implementar y evaluar este tipo de formaciones en la empresa es metodológicamente complejo si se mantiene la exigencia de aportar evidencia conductual como se ha hecho en el presente estudio.

Otro aspecto que se ha destacado como una de las limitaciones del estudio, es el sistema de registro para aplicar la evaluación ambulatoria que tiene como finalidad la evaluación de la fidelidad de la implementación y de la transferibilidad. En el marco del proyecto SsObserWork se tiene previsto el desarrollo de una aplicación móvil que permita potenciar la participación de los trabajadores para completar el autorregistro y garantizar la obtención de información en contexto ecológico. A su vez, se prevé la evaluación de su usabilidad.

Finalmente, la formación SsObserWork no solo ha sido diseñada para ser implementada en trabajadores del sector industrial, sino que puede ser aplicada en el sector sociosanitario. En este ámbito será necesaria la adaptación a las especificidades de las tareas, entre ellas, la movilización de pacientes entre los que existe una interacción entre paciente y profesional. Para ello, se requerirá un instrumento observacional *ad hoc*.

## **Conclusiones generales**

---

En este apartado se presentan las conclusiones generales de la tesis doctoral, así como, las implicaciones en el ámbito de la prevención de riesgos y la promoción de la salud ocupacional.

En primer lugar, en relación al primer estudio centrado en el desarrollo y evaluación de la fiabilidad del instrumento observacional *ad hoc*, se puede concluir que:

- Es un instrumento fiable para la descripción de las posiciones adoptadas por los segmentos corporales y articulaciones *pies, espalda, brazos*, así como para describir la *posición de la carga* y la *interacción inclinación/desplazamiento* durante la realización de una MMCC.
- Permite poder evaluar el cambio conductual del trabajador en la MMCC y describir el cambio de comportamiento desde dos perspectivas: duración relativa de cada criterio y detección de patrones de conducta temporales (*t-patterns*).
- Presenta un nivel de granularidad que ha permitido desarrollar el instrumento de autoobservación del trabajador como recurso didáctico de la formación SsObserWork.

Y, en segundo lugar, el estudio de la implementación y evaluación de la intervención SsObserWork permite concluir que:

- La formación SsObserWork ha propiciado una mejora en el conocimiento de los trabajadores hacia la técnica de MMCC, especialmente se ha observado una mejora estadísticamente significativa en el conocimiento de las posiciones recomendables de la espalda.
- La formación SsObserWork ha producido una mejora en la conducta de los trabajadores en la MMCC. Concretamente, las mejoras estadísticamente significativas se han observado en la duración relativa en que se adopta una posición recomendable de la espalda, rodillas, brazos y en la interacción inclinación/desplazamiento. Estos resultados se encuentran en línea con estudios desarrollados en otros ámbitos, como el deporte, la educación y la rehabilitación, en los cuales se ha indicado que la autoobservación sistemática y el *feedback* heterobservacional propician el cambio de comportamiento.

- En general se observa que los trabajadores toman consciencia de la información que proporciona el *feedback* intrínseco en relación a las posiciones que adoptan los segmentos corporales y articulaciones implicadas en la MMCC. Sin embargo, se observa que su percepción de cómo han posicionado la espalda puede verse sesgada por lo que se espera que hagan. En este sentido, las formaciones en educación higiene-postural en contexto laboral, deberían potenciar la atención consciente de la información que proporciona el *feedback* intrínseco para que el trabajador pueda ser consciente de lo que está realizando y corregirse, un aspecto esencial cuando se finaliza un proceso formativo.
- Para la evaluación de la fidelidad de la implementación se requiere un sistema de registro y recordatorio que permita fomentar el seguimiento y adherencia a responder el autorregistro. La utilización de un cuestionario *online* y SMS con función de recordatorio no han generado los resultados esperados, conllevando que los datos obtenidos durante el período de seguimiento no puedan ser concluyentes. Para esta parte, se sugiere la utilización de una aplicación móvil con las características adecuadas para implementar la evaluación ambulatoria y fomentar la práctica del ejercicio físico. En relación al ejercicio físico se deben buscar estrategias para que encuentren tiempo para su realización.
- La valoración de la formación por parte de los trabajadores del grupo experimental ha sido satisfactoria y más elevada en comparación a la última formación que recibieron. Los trabajadores percibieron que la formación era útil para adquirir hábitos saludables para la espalda y para adquirir la técnica recomendada para la MMCC; así como percibieron que la formación era transferible a las tareas laborales y cotidianas.
- Las empresas deben tomar en consideración los ritmos de trabajo, los espacios disponibles en el entorno laboral y la tipología de las cargas para poder contribuir a la transferibilidad de la formación SsObserWork. La responsabilidad de realizar una tarea de manera recomendable depende de factores internos y externos del trabajador que se deben tomar en consideración; la responsabilidad no solo recae en el trabajador o la empresa, sino que debe haber un equilibrio entre ambas partes.

- La integración de datos derivados del diseño experimental con los derivados del diseño observacional han permitido aportar una mayor riqueza en la caracterización del cambio en la conducta del trabajador después de la intervención. Todo ello nos lleva a seguir defendiendo la complementariedad metodológica como la aproximación más adecuada para la evaluación de intervenciones en contexto laboral.

Finalmente, consideramos que la presente tesis doctoral permite aportar evidencia de la eficacia de las formaciones multidimensionales en las cuales el trabajador adquiere un papel activo en el proceso formativo. Es necesario que las empresas comprendan la formación como un proceso necesario para garantizar la prevención de riesgos y la promoción de la salud del trabajador en contexto laboral y no laboral, sin considerarla un simple trámite administrativo. Desde esta concepción de la formación, los métodos activos en que la participación del trabajador es el centro de la acción formativa, deberían de ser aplicados, teniendo en cuenta que son más efectivos que los métodos pasivos (por ejemplo, folletos, conferencias y vídeos). Entre estos métodos activos, hemos aportado evidencia que sugiere que la autoobservación sistemática puede ser implementada como componente de una formación en la técnica de la MMCC en el contexto industrial, la cual ha contribuido significativamente en la mejora del conocimiento y la conducta de los trabajadores a diferencia de la formación estándar.

Por otra parte, la tesis doctoral presenta una novedad en el uso de la metodología observacional en el contexto laboral. Se han combinado dos niveles de participación, la autoobservación y la heteroobservación, a partir de un instrumento observacional *ad hoc* con un nivel de granularidad que permite derivar dos versiones, una utilizada por el trabajador y la otra por el técnico de PRL. Además, a diferencia de la mayoría de los instrumentos centrados en los factores de riesgo derivados de la MMCC, este instrumento observacional *ad hoc* se centra en describir y evaluar el cambio conductual del trabajador en la MMCC, aportando indicadores cuantitativos del cambio.

El cambio de comportamiento del trabajador es el paso previo a la evaluación del impacto sobre indicadores de salud y económicos. Sin que se produzcan mejoras en el comportamiento, difícilmente se producirán mejoras en los indicadores de resultado. Debemos garantizar el cambio y que éste perdure; sin embargo, aún queda camino por recorrer.

## Referencias

---

## A

aan het Rot, M., Hogenelst, K. y Schoevers, R.A. (2012). Mood disorders in everyday life: A systematic review of experience sampling and ecological momentary assessment studies. *Clinical Psychology Review*, 32, 510-523.

Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo. (2000). *Prevención de los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral*. Magazine 3. Luxemburgo: Unión Europea.

Alliger, G.M., Tannenbaum, S.I., Bennett, W., Traver, H. y Shotland, A. (1997). A meta-analysis of the relations among training criteria. *Personnel Psychology*, 50, 341-358.

Almodóvar Molina, A., Galiana Blanco, M.L., Hervás Rivero, P. y Pinilla García, F.J. (coord.) (2012). *VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo 2011*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Amell, T. y Kumar, S. (2001). Work-related musculoskeletal disorders: design as a prevention strategy. A review. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 11(4), 255-265.

American College of Sports Medicine. (2014). *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

Andersen, L.L. y Zebis, M.K. (2014). Process evaluation of workplace interventions with physical exercise to reduce musculoskeletal disorders. *International Journal of Rheumatology*, 2014, 761363.

Anderson, C.K. y Chaffin, D.B. (1986). A biomechanical evaluation of five lifting techniques. *Applied Ergonomics*, 17(1), 2-8.

Anderson, A.M., Meador, K.A., McClure, L.R., Makrozahopoulos, D., Brooks, D.J. y Mirka, G.A. (2007). A biomechanical analysis of anterior load carriage. *Ergonomics*, 50(12), 2104-2117.

Anguera, M.T. (1979). Observational typology. *Quality and Quantity*, 13, 449-484.

Anguera, M.T. (1990). Metodología observacional. En Arnau, J., Anguera, M.T. y Gómez Benito, J. (Eds.). *Metodología de la investigación en ciencias del comportamiento* (p.125-236). Murcia: Universidad de Murcia.

Anguera, M.T. (2003a). Observational methods (General). In R. Fernández-Ballesteros (Ed.). *Encyclopedia of behavioral assessment*, vol. 2 (p. 632-637). London, UK: Sage.

Anguera, M.T. (2003b). *La observación*. En Moreno Rosset, C. (Ed.). *Evaluación psicológica. Conceptos, procesos y aplicación en las áreas del desarrollo y de la inteligencia* (p. 271-308). Madrid: Sanz y Torres,

Anguera, M.T. (2010). Posibilidades y relevancia de la observación sistemática por el profesional de la psicología. *Papeles de Psicólogo*, 31(1), 122-130.

Anguera, M.T., Behar, J., Blanco, A., Carreras, M.V., Losada, J.L., Quera, V. y Riba, C. (1993). Glosario. En M.T. Anguera (Ed.) *Metodología observacional en la investigación psicológica*, vol. II (p.587-617). Barcelona: P.P.U.

Anguera, M. T. y Blanco, A. (2003). Registro y codificación en el comportamiento deportivo. En A. Hernández Mendo (coord.), *Psicología del Deporte* (Vol. 2). *Metodología* (pp. 6-34). Buenos Aires: Efdeportes ([www.efdeportes.com](http://www.efdeportes.com)) [Reimpreso en A. Hernández Mendo (coord.) (2005). *Psicología del Deporte, Vol. II, Metodología* (p. 33-66). Sevilla: Wanceulen].

Anguera, M.T., Blanco, A. y Losada, J.L. (2001). Diseños observacionales, cuestión clave en el proceso de la metodología observacional. *Metodología de las Ciencias del Comportamiento*, 3 (2), 135-160.

Anguera, M.T., Camerino, O., Castañer, M. y Sánchez-Algarra, P. (2014). *Mixed methods* en actividad física y deporte. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 123-130.

Anguera, M.T., Chacón, S. y Blanco, A. (coord.) (2008). *Evaluación de programas sociales y sanitarios*. Madrid: Editorial Síntesis, S.A.

Anguera, M.T. y Hernández-Mendo, A. (2014). Metodología observacional y psicología del deporte: Estado de la cuestión. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 103-109.

Anguera, M.T., Magnusson, M.S. y Jonsson, G.K. (2007). Instrumentos no estándar: Planteamiento, desarrollo y posibilidades. *Avances en Medición*, 5, 63-82.

Arbouw Foundation. (1997). Guidelines on physical workload for the construction industry [Internet]. Amsterdam: Arbouw Foundation. [Consultado en: 14 de agosto de 2015]. Disponible en: [http://www.lhsfna.org/files/ARBOUW\\_Guidelines.pdf](http://www.lhsfna.org/files/ARBOUW_Guidelines.pdf)

Authier, M., Lortie, M. y Gagnon, M. (1996). Manual handling techniques: Comparing novices and experts. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 17, 419-429.

## **B**

Backåberg, S., Gummesson, C., Brunt, D. y Rask, M. (2015). Is that a really my movement? - Students' experiences of a video-supported interactive learning model for movement awareness. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-being*, 10, 28474- 28185.

Backåberg, S., Rask, M., Gummesson, C. y Brunt, D. (2015). Video-based feedback combined with reflective enquiry. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 10(4), 246-264.

Bakeman, R. y Quera, V. (1995). *Analysing interaction: Sequential analysis with SDIS and GSEQ*. Cambridge: Cambridge University Press.

Bakeman, R., Quera, V. y Gnisci, A. (2009). Observer agreement for timed-event sequential data: A comparison of time-based and event-based algorithms. *Behavior Research Methods*, 41(1), 137-147.

Baldwin, T.T. y Ford, J.K. (1988). Transfer of training: A review and directions for future research. *Personnel Psychology*, 41(1), 63-105.

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Bandura, A. (1989). Human agency in social cognitive theory. *American Psychological Association*, 44(9), 1175-1184.

Bao, S., Howard, N., Spielholz, P., Silverstein, B. y Polissar, N. (2009). Interrater reliability of posture observation. *Human Factors*, 51(3), 292-309.

Baril-Gingras, G. y Lortie, M. (1990). *L'observation en ergonomie: comment s'assurer de la reproductibilité des données [Observations in ergonomics: Data reproducibility]*. In Comptes rendus du XXVI congrés de la SELF. Proceedings of the XXVI French Speaking Ergonomics Society Congress. (p. 23-26). Montréal, Quebec: Société d'Ergonomie de Langue Française.

- Batish, A. y Singh, T.P. (2008). MHAC- An assessment tool for analysing manual material handling tasks. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 14(2), 223-235.
- Baudry, L., Leroy, D. y Chollet, D. (2006). The effect of combined self- and experimodelling on the performance of the double leg circle on the pommel horse. *Journal of Sports Sciences*, 24(10), 1055-1063.
- Beech-Hawley, L., Wells, R., Cole, D.C. y the Worksite Upper Extremity Group. (2004). A multi-method approach to assessing deadlines and workload variation among newspaper workers. *Work*, 23, 43-58.
- Bell, B.S., Tannenbaum, S.I., Ford, J.K., Noe, R.A. y Kraiger, K. (2017). 100 years of training and development research: What we know and where we should go. *Journal of Applied Psychology*, 102(3), 305-323.
- Karsh, B.T., Newenhouse, A.C. y Chapman, L.J. (2013). Barriers to the adoption of ergonomic innovations to control musculoskeletal disorders and improve performance. *Applied Ergonomics*, 44(1), 161-167.
- Berge, Z.L. (2008). Why it is so hard to evaluate training in the workplace. *Industrial and Commercial Training*, 40(7), 390-395.
- Best, M. (1997). An evaluation of manutention training in preventing back strain and resultant injuries in nurses. *Safety Science*, 25(1-3), 207-222.
- Blanco Villaseñor, A. (1993). Fiabilidad, precisión, validez y generalizabilidad de los diseños observacionales. En M.T. Anguera (Ed.). *Metodología observacional en la investigación psicológica: Vol. 2: Fundamentación (2)* (pp. 151-261). Barcelona: PPU.
- Bolger, J. (2014). Video self-modeling and its impact on the development of communication skills within social work education. *Journal of Social Work*, 14(2), 196-212.
- Borg, G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 16(suppl. 1), 55-58.
- Brose, A. y Ebner-Priemer, U. (2015). Ambulatory assessment in the research on aging: contemporary and future applications. *Gerontology*, 61, 372-380.

Brown, K.G. y Gerhardt, M.W. (2002). Formative evaluation: An integrative practice model and case study. *Personnel Psychology*, 55, 951-983.

Bruce, P. y Bernard, M.D. (1997). *Musculoskeletal disorders and workplace factors*. United States: Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health.

Buchholz, B., Paquet, V., Punnett, L., Lee, D. y Moir, S. (1996). PATH: A work sampling-based approach to ergonomic job analysis for construction and other non-repetitive work. *Applied Ergonomics*, 27(3), 177-187.

Buchholz, S.W., Wilbur, J., Ingram, D. y Fogg, L. (2013). Physical activity text messaging interventions in adults: A systematic review. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 10(3), 163-173.

Buggey, T. (2007). A picture is worth... Video self-modeling applications at school and home. *Journal of Positive Behavior Interventions*, 9(3), 151-158.

Buggey, T. y Ogle, L. (2012). Video self-modeling. *Psychology in the Schools*, 49(1), 52-70.

Burgess-Limerick, R. (2003). Squat, stoop, or something in between?. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 31, 143-148.

Burgess-Limerick, R., Straker, L., Pollock, C. y Egeskov, R. (2000-2004). Manual Task Risk Assessment Tool (ManTRA) V 2.0 [Internet]. Australia: Burgess-Limerick, R., Straker, L., Pollock, C. y Egeskov, R. [Consultado en: 14 de agosto de 2015]. Disponible en: <http://www.burgess-limerick.com/download/mantra2.pdf>

Burke, L.A. y Hutchins, H.M. (2007). Training transfer: An integrative literature review. *Human Resource Development Review*, 6(3), 263-296.

Burke, M.J., Sarpy, S.A., Smith-Crowe, K., Chan-Serafin, S., Salvador, R.O. y Islam, G. (2006). Relative effectiveness of worker safety and health training methods. *American Journal of Public Health*, 96(2), 315-324.

Burton, A.K., Balagué, F., Cardon, G., Eriksen, H.R., Henrotin, Y., Lahad, A., Leclerc, A., Müller, G., y van der Beek, A.J. (2006). Chapter 2. European guidelines for prevention in low back pain. November 2004. *European Spine Journal*, 15(suppl. 2), S136-S168.

Burt, S. y Punnett, L. (1999). Evaluation of interrater reliability for posture observations in a field study. *Applied Ergonomics*, 30, 121-135.

## C

Camerino, O., Chaverri, J., Anguera, M. T. y Jonsson, G. (2012). Dynamics of the game in soccer: Detection of t-patterns. *European Journal of Sport Science*, 12(3), 216-224.

Campbell Institute. (2014). *Risk Perception: Theories, Strategies, and Next Steps*. United States: National Council Safety.

Carpenter, C.J. (2010). A meta-analysis of the effectiveness of Health Belief Model variables in predicting behavior. *Health Communication*, 25, 661-669.

Carreras A. y Tafunell X. (coord.) (2005). *Estadística histórica de España. Siglos XIX-XX. Volumen I*. Bilbao: Fundación BBVA.

Carroll, W.R. y Bandura, A. (1982). The role of visual monitoring in observational learning of action patterns: Making the unobservable observable. *Journal of Motor Behavior*, 14(2), 153-167.

Carta, A., Parmigiani, F., Roversi, A., Rossato, R., Milini, C., Parrinello, G., Apostoli, P., Alessio, L. y Porru, S. (2010). Training in safer and healthier patient handling technique. *British Journal of Nursing*, 19(9), 576-582.

Casarrubea, M., Jonsson, G.K., Faulisi, F., Sorbera, F., Di Giovanni, G., Benigno, A., Grescimanno, G., & Magnusson, M.S. (2015). T-pattern analysis for the study of temporal structure of animal and human behavior: A comprehensive review. *Journal of Neuroscience Methods*, 239, 34-46.

Caspersen, C.J., Powell, K.E. y Christenson, G.M. (1985). Physical activity, exercise and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126-131.

Castañer, M., Barreira, D., Camerino, O., Anguera, M.T., Fernandes, T. y Hílano, R. (2017). Mastery in goal scoring, T-Pattern detection, and polar coordinate analysis of motor skills used by Lionel Messi and Cristiano Ronaldo. *Frontiers in Psychology*, 8, 741.

Cerón Torreblanca, C. (2011). Historia de la prevención de riesgos laborales en España desde el tardofranquismo a la transición. *Baetica. Estudios de Arte, Geografía e Historia*. 33, 399-411.

Chacón-Moscoso, S., Sanduete, S., Portell, M., y Anguera, M.T. (2013). Reporting a program evaluation: Needs, program plan, intervention, and decisions. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 13(1), 58-60.

Chandler TJ. y Stone MH. (1991). The squat exercise in athletic conditioning: a review of the literature. *Strength and Conditioning Journal*, 13, 51-90.

Chang, C.C., Hsiang, S., Dempsey, P.G. y McGorry, R.W. (2003). A computerized video coding system for biomechanical analysis of lifting tasks. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 23, 239-250.

Chau, J.Y., Grunseit, A., Midthjell, K., Holmen, J., Holmen, T.L., Bauman, A.E. y van der Ploeg, H.P. (2014). Cross-sectional associations of total sitting and leisure screen time with cardiometabolic risk in adults. Results from the HUNT Study, Norway. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17, 78-84.

Chen, S.M., Liu, M.F., Cook, J., Bass, S. y Lo, S.K. (2009). Sedentary lifestyle as a risk factor for low back pain: a systematic review. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 82, 797-806.

Cheng, A.S. y Chan, E.P. (2009). The effect of individual job coaching and use of health threat in a job-specific occupational health education program on prevention of work-related musculoskeletal back injury. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 51(12), 1413-1421.

Chiviakowsky, S. y Wulf, G. (2007). Feedback after good trials enhances learning. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78(2), 40-47.

Ciriello, V.M., Snook, S.H. y Hughes, G.J. (1993). Further studies of psychophysically determined maximum acceptable weights and forces. *Human factors*, 35(1), 175-186.

Cisco Systems. (2016). *Cisco Visual Networking Index: Global mobile data traffic forecast update, 2015-2020*. Disponible en <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.pdf>

Clemes, S.A., Haslam, C.O. y Haslam, R.A. (2010). What constitutes effective manual handling training? A systematic review. *Occupational Medicine*, 60, 101-107.

Cliff, N. (1993). Dominance statistics: Ordinal analyses to answer ordinal questions. *Psychological Bulletin*, 114, 494-509.

Cobos, D. y Garí, A. (2008). Formación de los trabajadores para la prevención de riesgos laborales en la empresa: percepciones de los agentes sociales de la comunidad de madrid. *Escuela Abierta*, 11, 87-107.

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the behavioral sciences (2nd edition)*. Nueva York: Lawrence Erlbaum Associates.

Coldwells, A., Atkinson, G. y Reilly, T. (1994). Sources of variation in back and leg dynamometry. *Ergonomics*, 37(1), 79-86.

Colombini, D., Occhipinti, E., Alvarez-Casado, E. y Waters, T. (2013). *Manual Lifting. A guide to the study of simple and complex lifting tasks*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.

Convenio sobre las enfermedades profesionales, número 18. (1925). Ginebra, Organización Internacional del Trabajo. Ratificación de España en 29 de septiembre de 1932 (en vigor).

Costa, I., Garganta, J., Greco, P., Mesquita, I., Silva, B., Müller, E., Castelao, D., Rebelo, A. y Seabra, A. (2010). Analysis of tactical behaviours in small-sided soccer games: Comparative study between goalposts of society soccer and Futsal. *The Open Sports Sciences Journal*, 3, 10-12.

## **D**

da Silva, G.P., Ferreira, B., da Silva Onety, G.C., Verri, E.D., Siéssere, S., Semprini, M., Nepomuceno, V.R., Fabrin, S. y Regalo, S.C.H. (2014). Comparative analysis of angles and movements associated with sporting gestures in road cyclists. *The Open Sports Medicine Journal*, 8, 23-27.

Daltroy, L.H., Iversen, M.D., Larson, M.G., Ryan, J., Zwerling, C., Fossel, A.H. y Liang, M.H. (1993). Teaching and social support: Effects on knowledge, attitudes, and behaviors to prevent low back injuries in industry. *Health Education Quarterly*, 20(1), 43-62.

David, G.C. (2005). Ergonomics methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational Medicine*, 55, 190-199.

David, G., Woods, V., Li, G. y Buckle, P. (2008). The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Applied Ergonomics*, 39, 57-69.

Decreto de 21 de agosto de 1956, por el que se organizan los Servicios Médicos de Empresa. Boletín Oficial del Estado, núm. 287, de 13 octubre 1956, p. 6479 - 6480.

del Pozo-Cruz, B., Gusi, N., Adsuar, J.C., del Pozo-Cruz, J., Parraca, J.A. y Hernandez-Mocholí, M. (2013). Musculoskeletal fitness and health-related quality of life characteristics among sedentary office workers affected by sub-acute, non-specific low back pain: a cross-sectional study. *Physiotherapy*, 99(3), 194-200.

Demaret, J.P., Gavray, F., Tassignon, M.C. y Willems, F. (2007). Prévention des maux de dos dans le secteur de l'aide à domicile. Bruselas: Direction générale Humanisation du travail.

Demoulin, C., Marty, M., Genevay, S., Vanderthommen, M., Mahieu, G. y Henrotin, Y. (2012). Effectiveness of preventive back educational interventions for low back pain: a critical review of randomized controlled clinical trials. *European Spine Journal*, 21, 2520-2530.

Denis, D., Lortie, M. y Bruxelles, M. (2002). Impact of observers' experience and training on reliability of observations for a manual handling task. *Ergonomics*, 45(6), 441-454.

Denis, D., Lortie, M. y Rossignol, M. (2000). Observation procedures characterizing occupational physical activities: critical review. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 2000, 6(4), 463-491.

Department of Health, Education and Welfare. (1979). *Healthy people. The Surgeon General's Report on Health Promotion and Disease Prevention*. Washington: Government of United States.

Department of Labour Te Tar Mahi. (2001). Code of practice for manual handling [Internet]. Wellington (New Zealand): Occupational Safety and Health Service of the Department of Labour, the Accident Compensation Corporation. [Consultado en: 14 de agosto de 2015]. Disponible en: <http://www.business.govt.nz/worksafe/information->

guidance/all-guidance-items/manual-handling-code-of-practice-for/manual-handling-cop.pdf

Deyo, R.A. y Weinstein, J.N. (2001). Low back pain. *The New England Journal of Medicine*, 344(5), 363-370.

Diamantidis, A.D. y Chatzoglou, P.D. (2014). Employee post-training behaviour and performance: evaluating the results of the training process. *International Journal of Training and Development*, 18(3), 149-170.

Diderichsen, F., Evans, T. y Whitehead, M. (2001). The social basis of disparities in health. En Evans, T., Whitehead, M., Diderichsen, F., Bhuiya, A. y Wirth, M. (eds.). *Challenging inequities in health: From Ethics to Action*. New York: Oxford UP.

Directiva del Consejo 89/391/CEE , de 12 de junio de 1989, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. Unión Europea.

Directiva del Consejo 90/269/CEE , de 29 de mayo de 1990, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo. Unión Europea.

Dolan, P., Mannion, A.F. y Adams, M.A. (1994). Passive tissues help the back muscles to generate extensor moments during lifting. *Journal of Biomechanics*, 27(8): 1077-1085.

Dowrick, P.W. (1991). *Practical guide to using video in the behavioral sciences*. New York: John Wiley & Sons, INC.

Dowrick, P.W. (1999). A review of self modeling and related interventions. *Applied & Preventive Psychology*, 8, 23-39.

Drury, C.G. (1980). Handles for manual materials handling. *Applied Ergonomics*, 11(1), 35-42.

Drury, C.G. (1985). The role of the hand in manual materials handling. *Ergonomics*, 28(1), 213-227.

## E

Engelen, L., Chau, J.Y., Burks-Young, S. y Bauman, A. (2016). Application of ecological momentary assessment in workplace health evaluation. *Health Promotion Journal of Australia*, 27, 259-263.

Erskine, A., Morley, S. y Pearce, S. (1990). Memory for pain: a review. *Pain*, 41, 255-265.

Escamilla RF. (2001). Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(1), 127-141.

Esola, M.A., McClure, P.W., Fitzgerald, G.K. y Siegler, S. (1996). Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. *Spine*, 21(1), 71-78.

European Agency for Safety and Health at Work (EASHW). (2007). Hazards and risks associated with manual handling of loads in the workplace. Facts 73. Belgium: European Agency for Safety and Health at Work.

## F

Faber, G.S., Kingma, I., Bakker, A.J.M. y van Dieën J.H. (2009). Low-back loading in lifting two loads beside the body compared to lifting one load in front of the body. *Journal of Biomechanics*, 42, 35-41.

Fahrenberg, J. (1996). Ambulatory assessment: Issues and perspectives. En Fahrenberg, J. y Myrtek, M. (eds.). *Ambulatory assessment: Computer-assisted psychological and psychophysiological methods in monitoring and field studies*. Seattle: Hogrefe and Huber.

Fjeldsoe, B.S., Marshall, A.L. y Miller, Y.D. (2009). Behavior change interventions delivered by mobile telephone short-message service. *American Journal of Preventive Medicine*, 36(2), 165-173.

Finfgeld, D.L., Wongvatunyu, S., Conn, V.S., Grando, V.T. y Russell, C.L. (2003). Health Belief Model and Reversal Theory: a comparative analysis. *Journal of Advanced Nursing*, 43(3), 288-297.

Fisher, C.D. y To, M.L. (2012). Using experience sampling methodology in organizational behavior. *Journal of Organizational Behavior*, 33, 865-877.

Fleiss, J.L. (1981). *Statistical methods for rates and proportions*, 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Fon, G.T., Pitt, M.J. y Cole, A. (1980). Thoracic Kyphosis: Range in normal subjects. *American Journal of Roentgenology*, 134, 979-983.

Forbush, K.T. y Hunt, T.K. (2014). Characterization of eating patterns among individuals with eating disorders: What is the state of the plate? *Physiology & Behavior*, 134, 92-109.

Ford, J.K. y Sinha, R. (2008). Advances in training evaluation research. En Cartwright, S. y Cooper, C.L. (eds.). *The Oxford Handbook of Personnel Psychology*. New York: Oxford University Press.

Ford, J.K., Smith, E.M., Weissbein, D.A. y Gully, S.M. (1998). Relationship of goal orientation, metacognitive activity, and practice strategies with learning outcomes and transfer. *Journal of Applied Psychology*, 83(2), 218-233.

Foster, S.L., Lavery-Finch, C., Gizzo, D.P. y Osantowski, J. (1999). Practical issues in self-observation. *Psychological Assessment*, 11(4), 426-438.

Fransson-Hall, C., Gloria, R., Kilbom, A. y Winkel, J. (1995). A portable ergonomic observation method (PEO) for computerized on-line recording of postures and manual handling. *Applied Ergonomics*, 26(2), 93-100.

Frost, D., Andersen, J., Lam, T., Finaly, T., Darby, K. y McGill, S. (2013). The relationship between general measures of fitness, passive range of motion and whole-body movement quality. *Ergonomics*, 56(4), 637-649.

Fry, J.P. y Neff, R.A. (2009). Periodic prompts and reminders in health promotion and health behavior interventions: systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 11(2), e16-30.

Fuller, F.F. y Manning, B.A. (1973). Self-confrontation reviewed: A conceptualization for video playback in teacher education. *Review of Educational Research*, 43(4), 469-528.

Fukkink, R.G., Trienekens, N. y Kramer, L.J.C. (2011). Video feedback in education and training: Putting learning in the picture. *Educational Psychology Review*, 23, 45-63.

## G

Gabin, B., Camerino, O., Anguera, M.T. y Castañer, M. (2012). Lince: multiplatform sport analysis software. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 46, 4692-4694.

Gallagher, S., Marras, W.S., Litsky, A.S. y Burr, D. (2005). Torso flexion loads and the fatigue failure of human lumbosacral motion segments. *Spine*, 30(20), 2265-2273.

Garcia, P. y Cesar, U. (2016). The effect of learner's control of self-observation strategies on learning of front crawl. *Acta Psychologica*, 164, 151-156.

Garg, A. y Moore, J.S. (1992a). Epidemiology of low-back pain in industry. *Occupational Medicine: State of the Art Reviews*, 7(4), 593-608.

Garg, A. y Moore, J.S. (1992b). Prevention strategies and the low back in industry. *Occupational Medicine*, 7, 629-640.

Gelb, D.E. (1995). An analysis of sagittal alignment in 100 asymptomatic middle or aged volunteers. *Spine*, 20, 1351-1358.

Ghaen, M.M., Shojaiezadeh, D., Adl, J., Nasab, H.S. y Tavakoli, R. (2010). Health belief model based safety education on supervisions of a workshop constructing cement factory. *European Journal of Scientific Research*, 47(4), 662-667.

Gielen, A.C. y Sleet, D. (2003). Application of behavior-change theories and methods to injury prevention. *Epidemiologic Reviews*, 25, 65-76.

Gill, K.P., Bennett, S.J., Savelsbergh, G.J.P. y van Dieën, J.H. (2007). Regional changes in spine posture at lift onset with changes in lift distance and lift style. *Spine*, 32(15), 1599-1604.

Gill TM., Williams CS. y Tinetti ME. (1995). Assessing risk for the onset of functional dependence among older adults: the role of physical performance. *Journal of the American Geriatrics Society*, 43, 603-609.

Glanz, K., Rimer, B.K. y Viswanath, K. (eds.) (2008). Health behavior and health education. Theory, Research, and Practice. 4th Edition. San Francisco: Jossey-Bass.

Gourlan, M., Bernard, P., Bortholon, C., Romain, A.J., Lareyre, O., Carayol, M., Ninot, G. y Boiché, J. (2016). Efficacy of theory-based interventions to promote physical activity. A meta-analysis of randomised controlled trials. *Health Psychology Review*, 10(1), 50-66.

Granata, K.P. y Sanford, A.H. (2000). Lumbar-pelvic coordination is influenced by lifting task parameters. *Spine*, 25(11), 1413-1418.

Graves, L.E.F., Murphy, R.C., Shepherd, S.O., Cabot, J. y Hopkins, N.D. (2015). Evaluation of sit-stand workstations in an office setting: a randomised controlled trial. *BMC Public Health*, 15, 1145- 1148.

Grawitch, M.J., Ledford, G.E., Ballard, D.W. y Barber, L.K. (2009). Leading the healthy workforce: the integral role of employee involvement. *Consulting Psychology Journal: Practice and Research*, 61(2), 122-135.

Green, L.W., Kreuter, M.W., Deeds, S., y Partridge, K. (1980). *Health Education Planning: A Diagnostic Approach*. Mountain View, California: Mayfield.

Grenier, S.G. y McGill, S.M. (2007). Quantification of lumbar stability by using 2 different abdominal activation strategies. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88, 54-62.

Griffin, R.P. (2010). Means and ends: effective training evaluation. *Industrial and Commercial Training*, 42(4), 220-225.

Griffin, R.P. (2012). A practitioner friendly and scientifically robust training evaluation approach. *Journal of Workplace Learning*, 24(6), 393-402.

Griffin, R.P. (2014). *Complete training evaluation. The comprehensive guide to measuring return on investment*. London: Koganpage.

Griffith, L.E., Shannon, H.S., Wells, R.P., Walter, S.D., Cole, D.C., Côté, P., Frank, J., Hogg-Johnson, S. y Langlois, L.E. (2012). Individual participant data meta-analysis of mechanical workplace risk factors and low back pain. *American Journal of Public Health*, 102(2), 309-318.

Griffiths, R.D.P. (1974). Videotape feedback as a therapeutic technique: Retrospect and prospect. *Behaviour Research and Therapy*, 12, 1-8.

## H

Hagen, KB., Hallen, J. y Harms-Ringdahl, K. (1993). Physiological and subjective responses to maximal repetitive lifting employing stoop and squat technique. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 67, 291-297.

Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J. y Liu, Y. (2016). Assessing proprioception: A critical review of methods. *Journal of Sports and Health Science*, 5, 80-90.

Harrison, J.A., Mullen, P.D. y Green, L.W. (1992). A meta-analysis of studies of the Health Belief Model with adults. *Health Education Research*, 7(1), 107-116.

Hart, D.L., Stobbe, T.J. y Jaraiedi, M. (1987). Effect of lumbar posture on lifting. *Spine*, 12(2), 138-145.

Haslam, R.A. (2002). Targeting ergonomics interventions - learning from health promotion. *Applied Ergonomics*, 33, 241-249.

Health and Safety Executive. (2004). *Manual Handling Operations Regulations. 1992 Guidance on Regulations L23*. Suffolk: HSE Books, 3th Edition.

Heneweer, H., Staes, F., Aufdemkampe, G., van Rijn, M. y Vanhees, L. (2011). Physical activity and low back pain: a systematic review of recent literature. *European Spine Journal*, 20, 826-845.

Hernández-Mendo, A., Castellano, J., Camerino, O., Jonsson, G., Blanco-Villaseñor, A., Lopes, A. y Anguera, M.T. (2014). Programas informáticos de registro, control de calidad del dato, y análisis de datos. *Revista de Psicología del Deporte*, 2014, 23(1), 111-121.

Hero, K.E. y Smyth, J.M. (2010). Ecological momentary interventions: Incorporating mobile technology into psychosocial and health behavior treatments. *British Journal of Health Psychology*, 15(Pt 1), 1-39.

Hertel, G., Thielgen, M., Rauschenbach, C., Grube, A., Stamov-Roßnagel, C. y Krumm S. Age differences in motivation and stress at work. En Schlick, C., Frieling, E. y Wegge, J. editors. (2013). *Age-differentiated work systems*. Berlin: Springer, p. 119-147.

Heuch, I., Heuch, I., Hagen, K. y Zwart, J.A. (2015). A comparison of anthropometric measures for assessing the association between body size and risk of chronic low back pain: the HUNT study. *PLoS ONE*, 10(10), e0141268.

Heyward, V.H. (2008). *Evaluación de aptitud física y prescripción del ejercicio*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, S.A.

Hignett, S. y McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31, 201-205.

Hiyamizu, M., Maeoka, H., Matsuo, A. y Morioka, S. (2014). Effects of self-action observation on standing balance learning: A change of brain activity detected using functional near-infrared spectroscopy. *NeuroRehabilitation*, 35, 579-585.

Hogan, D.A., Greiner, B.A. y O'Sullivan, L. (2014). The effect of manual handling training on achieving training transfer, employees's behaviour change and subsequent reduction of work-related musculoskeletal disorders: a systematic review. *Ergonomics*, 57(1), 93-107.

Hogarth, R.M., Portell, M. y Cuxart, A. (2007). What risks do people perceive in everyday life? A perspective gained from the experience sampling methods (ESM). *Risk Analysis*, 27(6), 1427-1439.

Hogarth, R.M., Portell, M., Cuxart, A. y Kolev, G. (2011). Emotion and reason in everyday risk perception. *Journal of Behavioral Decision Making*, 24, 202-222.

Holmes, W., Lam, P.Y., Elkind, P. y Pitts, K. (2008). The effects of body mechanics education on the work performance of fruit warehouse workers. *Work*, 31, 461-471.

Holton, E.F. (1996). The flawed four-level evaluation model. *Human Resource Development Quarterly*, 7(1), 5-21.

Holzmann, P. (1982). ARBAN - A new method for analysis of ergonomic effort. *Applied Ergonomics*, 13(2), 82-86.

Hsiang, S.M., Brogmus, G.E. y Courtney, T.K. (1997). Low back pain (LBP) and lifting technique - A review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19, 59-74.

Hsiang, S.M., Brogmus, G.E., Martin, S.E. y Bezverkhny, I.B. (1998). Video based lifting technique coding system. *Ergonomics*, 41(3), 239-256.

## I

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2003). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. Madrid: Ministerio de Trabajo e Inmigración.

International Organization for Standardization. (2003). ISO 11228-1. *Ergonomics - Manual handling - Lifting and carrying*.

International Organization for Standardization. (2007a). ISO 11228-2. *Ergonomics - Manual handling - Pushing and pulling*.

International Organization for Standardization. (2007b). ISO 11228-3. *Ergonomics - Manual handling - Handling of low loads at high frequency*.

Ishida, H., Watanabe, S., Eguchi, A. y Kobara, K. (2008). Influences of the position of the head on posture while lifting. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 48, 163-168.

Ishida, H., Watanabe, S., Eguchi, A. y Kobara, K. (2009). Adaptive changes in control of the head while lifting ten times. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 49, 187-192.

## J

Janelle, C.M., Barba, D.A., Frehlich, S.G., Tennant, L.K. y Cauraugh, J.H. (1997). Maximizing performance feedback effectiveness through videotape replay and a self-controlled learning environment. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68(4), 269-279.

Janis, I. y Mann, L. (1977). *Decision making: A psychological analysis of conflict*. New York: Free Press.

Janz, N.K. y Becker, M.H. (1984). The Health Belief Model: A decade later. *Health Education Quarterly*, 11(1), 1-74.

Jennings, C.T., Reaburn, P. y Rynne, S.B. (2013). The effect of a self-modelling video intervention on motor skill acquisition and retention of a novice track cyclist's standing start performance. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 8(3), 467-480.

Jensen, L.D., Gonge, H., Jørs, E., Rymon, P., Foldspang, A., Christensen, M., Vesterdorf, A. y Bonde, J.P. (2006). Prevention of low back pain in female eldercare workers: randomised controlled work site trial. *Spine*, 31(16), 1761-1769.

Johnson, S.M. y White, G. (1971). Self-observation as an agent of behavioral change. *Behavior Therapy*, 2, 488-497.

Johnston, D.W., Jones, M.C., Charles, K., McCann, S.K. y McKee, L. (2013). Stress in nurses: Stress-related affect and its determinants examined over the nursing day. *Annals of Behavioral Medicine*, 45, 348-356.

Jung, H.W. y Jung, H.S. (2010). A survey of the optimal handle position for boxes with different sizes and manual handling positions. *Applied Ergonomics*, 41, 115-122.

Juul-Kristensen, B., Fallentin, N. y Ekdahl, C. (1997). Criteria for classification of posture in repetitive work by observation methods: A review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19, 397-411.

## **K**

Kadefors, R. y Forsman, M. (2000). Ergonomic evaluation of complex work: a participative approach employing video-computer interaction, exemplified in a study of order picking. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25, 435-445.

Kahrizi, S., Parnianpour, M., Firoozabadi, S.M., Kasemnejad, A. y Karimi, E. (2007). Evaluation of spinal internal loads and lumbar curvature under holding static load at different trunk and knee positions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(7), 1036-1043.

Kaletka, D. y Jegier, A. (2005). Occupational energy expenditure and leisure-time physical activity. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 18(4), 351-356.

Kannisto, K.A., Koivunen, M.H. y Välimäki, M.A. (2014). Use of mobile phone text message reminders in health care services: a narrative literature review. *Journal of Medical Internet Research*, 16(10), e222-235.

Kapandji, A.I. (2007). *Fisiología articular*. Madrid: Editorial Médica Panamericana (6ª edición).

- Karhu, O., Kansi, P. y Kuorinka, I. (1977). Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, 8(4), 199-201.
- Kelly, A.C., Boyd, S.M. y Henehan, G.T.M. (2015). Perceived barriers to hearing protection use by employees in amplified music venues, a focus group study. *Health Education Journal*, 74(4), 458-472.
- Kemmlert, K. (1995). A method assigned for the identification of ergonomic hazards- PLIBEL. *Applied Ergonomics*, 26(3), 199-211.
- Kernodle, M.W. y Carlton, L.G. (1992). Information feedback and the learning of multiple-degree-of-freedom activities. *Journal of Motor Behavior*, 24(2), 187-196.
- Keyserling, W.M. (1986). Postural analysis of the trunk and shoulders in simulated real time. *Ergonomics*, 29(4), 569-583.
- Kilbom, A. (1994). Assessment of physical exposure in relation to work-related musculoskeletal disorders- what information can be obtained from systematic observations?. *Scandinavian Journal of Work Environmental Health*, 20, 30-45.
- Kingma, I., Bosch, T., Bruins, L. y van Dieën, J.H. (2004). Foot positioning instruction, initial vertical load position and lifting technique: effects on low back loading. *Ergonomics*, 47(13), 1365-1385.
- Kingma, I., Faber, G.S., Bakker, A.J.M. y van Dieën, J.H. (2006). Can low back loading during lifting be reduced by placing one leg beside the object to be lifted? *Physical Therapy*, 86(8), 1091-1105.
- Kirby, R.L., Price, N.A. y MacLeod, D.A. (1987). The influence of foot position on standing balance. *Journal of Biomechanics*, 20(4), 423-427.
- Kirkpatrick, D.L. (1959). Techniques for evaluating training programs. *Journal of the American Society of Training Directors*, 13, 3-32.
- Kirkpatrick, D.L. y Kirkpatrick, J.D. (2006). *Evaluating training programs. The four levels*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers, INC.
- Klumb, P., Elfering, A. y Herre, C. (2009). Ambulatory assessment in industrial/organizational psychology. Fruitful examples and methodological issues. *European Psychologist*, 14(2), 120-131.

Koes, B.W., van Tulder, M., Christine Lin, C.W., Macedo, L.G., McAuley, J. y Maher, C. (2010). An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care. *European Spine Journal*, 19, 2075-2094.

Korovessis, P.G., Stamatakis M.V. y Baikousis, A.G. (1998). Reciprocal angulation of vertebral bodies in the sagittal plane in an asymptomatic Greek population. *Spine*, 23(6), 700-705.

Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G. y Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), 233-237.

Kraiger, K. y Cavanagh, T.M. (2015). Training and personal development. En Kraiger, K., Passmore, J., dos Santos, N.R. y Malvezzi, S. (eds.). *The psychology of training, development and performance improvement* (p.227-246). Oxford: John Wiley & Sons, Ltd.

Kraiger, K., Ford, J.K. y Salas, E. (1993). Application of cognitive, skill-based, and affective theories of learning outcomes to new methods of training evaluation. *Journal of Applied Psychology*, 78(2), 311-328.

Krieger, N. (2002). Glosario de epidemiología social. *Pan American Journal of Public Health*. 11(5/6), 480-490.

Kroemer, K.H.E. (1992). Personnel training for safer material handling. *Ergonomics*, 35(9), 1119-1134.

## **L**

Lalonde, M. (1974). *A new perspective on the health of Canadians*. Ottawa: Government of Canada.

Lapresa, D., Anguera, M. T., Alsasua, R., Arana, J. y Garzón, B. (2013). Comparative analysis of T-patterns using real time data and simulated data by assignment of conventional durations: the construction of efficacy in children's basketball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13, 321-339.

Lavender, S.A., Lorenz, E.P. y Andersson, G.B.J. (2007). Can a new behaviorally oriented training process to improve lifting technique prevent occupationally related back injuries due to lifting? *Spine*, 32(4), 487-494.

Landis, J. y Koch, G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174.

Larivière, C., Gagnon, D. y Loisel, P. (2000). The effect of load on the coordination of the trunk for subjects with and without chronic low back pain during flexion-extension and lateral bending tasks. *Clinical Biomechanics*, 15, 407-416.

Lee, C., Duffy, S.A., Louzon, S.A., Waltje, A.H., Ronis, D.L., Redman, R.W. y Kao, T.S. (2014). The impact of sun solutions educational interventions on select Health Belief Model constructs. *Workplace Health & Safety*, 62(2), 70-79.

Lee, T. D. y Schmidt, R.A. (2008). Motor learning and memory. En Roediger, L. (eds.). *Cognitive Psychology of Memory. Vol. 2 of Learning and Memory: A comprehensive Reference, 4 vols* (p.645-662). Oxford: Elsevier.

Leiter, M.P., Zanaletti, W. y Argentero, P. (2009). Occupational risk perception, safety training, and injury prevention: Testing a model in the Italian printing industry. *Journal of Occupational Health Psychology*, 14(1), 1-10.

Lephart, S.M. y Fu, F.H. (1995). The role of proprioception in the treatment of sports injuries. *Sports Exercise and Injury*, 1, 96-102.

Ley de Accidentes de Trabajo de 1900. Gaceta de Madrid, 31 de enero.

Ley de Enfermedades Profesionales de 15 de julio de 1936. Gaceta de Madrid, número 197, 515-517.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado (Edición actualizada a 25 de enero de 2016).

Li, K. y Zhang, X. (2009). Can relative strength between the back and knees differentiate lifting strategy? *Human Factors*, 51(6), 785-796.

Liebenson, C. (2003). Activity modification advice: Part 1- The hip hinge. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 7(3), 148-150.

Linnerooth, P.J.N., Houlihan, D., Lenz, M.A. y Buchanan, J. (2014). A comparison of covert and videotape modeling strategies for training complex mechanical assembly tasks. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 8(3), 203-218.

Linton, S.J. y van Tulder, M.W. (2001). Prevention interventions for back and neck pain problems. What is the evidence? *Spine*, 26(7), 778-787.

López-Miñarro, P.A. (2008). *Ejercicios desaconsejados en la actividad física. Detección y alternativas*. Barcelona: INDE Publicaciones, 3a edición.

López-Miñarro, P.A., Rodríguez García, P.L., Santonja Medina, F., Yuste Lucas, J.L. y García Ibarra, A. (2007). Disposición sagital del raquis en usuarios de salas de musculación. *Archivos de Medicina del Deporte*, 24(122), 435-441.

Lortie, M. y Baril-Gingras, G. (1998). Box handling in the loading and unloading of vans. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 4(1), 3-18.

Losada López, J.L. y López-Feal, R. (2003). *Métodos de investigación en Ciencias Humanas y Sociales*. Madrid: Thomson Editores.

## **M**

Maduri, A., Pearson, B.L. y Wilson, S.E. (2008). Lumbar-pelvic range and coordination during lifting tasks. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18, 807-814.

Magill, R.A. (2011). *Motor learning and control. Concepts and applications*. New York: McGraw-Hill.

Magnusson, M. S. (1996). Hidden real-time patterns in intra- and inter-individual behavior: description and detection. *European Journal of Psychological Assessment*, 12(2), 112-123.

Magnusson, M.S. (2000). Discovering hidden time patterns in behavior: T-patterns and their detection. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 32(1), 93-110.

Marcus, B.H., Selby, V.C., Niaura, R.S. y Rossi, J.S. (1992). Self-efficacy and the stages of exercise behavior change. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63(1), 60-66.

- Marras, W.S. (2005). The future of research in understanding and controlling work-related low back disorders. *Ergonomics*, 48(5), 464-477.
- Marras, W.S. y Karwowski, W. (2006). *Fundamentals and assessment tools for occupational ergonomics*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Marras, W.S., Granata, K.P., Davis, K.G., Allread, W.G. y Jorgensen, M.J. (1999). Effects of box features on spine loading during warehouse order selecting. *Ergonomics*, 42(7), 980-996.
- Marras, W.S., Parnianpour, M., Kim, J.Y.Y., Ferguson, S.A., Crowell, R.R. y Simon, S.R. (1994). The effect of task asymmetry, age and gender on dynamic trunk motion characteristics during repetitive trunk flexion and extension in a large normal population. *IEEE Transaction on Rehabilitation Engineering*, 2(3), 137-146.
- Marszalek, J., Morgulec-Adamowicz, N., Rutkowska, I. y Kosmol, A. (2014). Using ecological momentary assessment to evaluate current physical activity. *BioMed Research International*, 2014(2), 915172-915180.
- Martínez, I., Grau, R. y Salanova, M. (1999). Diseño de un cuestionario de evaluación de la satisfacción con la formación en prevención de riesgos laborales. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 2(4), 169-174.
- Martínez, B., Santo Domingo, S., Bolea, M., Casalod, Y. y Andres, E. (2014). *Validación del cuestionario nórdico musculoesquelético estandarizado en población española*. XII International Conference on Occupational Risk Prevention (ORP, 2014). Zaragoza, 21/05/2014 a 23/05/2014.
- Mason, R.A., Davis, H.S., Ayres, K.M., Davis, J.L. y Mason, B.A. (2016). Video self-modeling for individuals with disabilities: A best-evidence, single case meta-analysis. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 28, 623-642.
- Mawston, G.A. y Boocock, M.G. (2012). The effect of lumbar posture on spinal loading and the function of the erector spinae: implications for exercise and vocational rehabilitation. *New Zeland Journal of Physiotherapy*, 40(3), 135-140.
- McDermott, H., Haslam, C., Clemes, S., Williams, C. y Haslam, R. (2012). Investigation of manual handling training practices in organisations and beliefs regarding effectiveness. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42, 206-211.

McGill, S.M. (1997). The biomechanics of low back injury: implications on current practice in industry and the clinic. *Journal of Biomechanics*, 30(5), 465-475.

McGill, S.M. (2007). *Low back disorders. Evidence-Based Prevention and Rehabilitation*. United States: Human Kinetics.

McGill, S.M., Hughson, R.L., Parks, K. (2000). Changes in lumbar lordosis modify the role of the extensors muscles. *Clinical Biomechanics*, 15, 777-780.

McGill, S.M., Yingling, V.R. y Peach, J.P. (1999). Three dimensional kinematics and trunk muscle myoelectric activity in the elderly spine: A database compared to young people. *Clinical Biomechanics*, 14 (6), 389-395.

Meharg, S.S. y Woltersdorf, M.A. (1990). Therapeutic use of videotape self-modeling: A review. *Advances in Behaviour Research and Therapy*, 12, 85-99.

Memon, M.A., Salleh, R. y Baharom, M.N.R. (2016). The link between training satisfaction, work engagement and turnover intention. *European Journal of Training and Development*, 40(6), 407-429.

Mitnitski, A.B., Yahia, L.H., Newman, N.M. y Gracovetsky, S.A. (1998). Coordination between the lumbar spine lordosis and trunk angle during weight lifting. *Clinical Biomechanics*, 13(2), 121-127.

Mobile World Capital Barcelona. (26 de junio de 2015). Los SMS, a pesar de todo, siguen siendo una herramienta que aún se usa. [online]. Disponible en <http://mobileworldcapital.com/es/los-sms-a-pesar-de-todo-siguen-siendo-una-herramienta-que-aun-se-usa/>

Moiso, A. (2007). Determinantes de la salud. En Barragán, HL. (dir.). *Fundamentos de Salud Pública* (p.161-190). La Plata: Editorial de la Universidad Nacional de la Plata Edición.

Moix, J., Cañellas, M., Girvent, F., Martos, A., Ortigosa, L., Sánchez, C., Portell, M. et al. (2004). Confirmación de la eficacia de un programa educativo interdisciplinar en pacientes con dolor espalda crónico. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 11, 141-149.

Molina Benito JA. (2006). *Historia de la Seguridad en el Trabajo en España*. Junta de Castilla y León: Consejería de Economía y Empleo y Dirección General de Trabajo y Prevención de Riesgos Laborales.

Molina Navarrete, C., García Jiménez, M. y Soriano Serrano, M. (directores). (2016). *Ley de prevención de riesgos laborales: una revisión crítica, veinte años después*. Madrid: Centro de Estudios Financieros.

Monlau PF. (1847). *Elementos de higiene pública*. Barcelona: Imp. de la P. Riera. (p.289-315).

Monnington, S.C., Pinder, A.D. y Quarrie, C. (2002). Development of an inspection tool for manual handling risk assessment. [Internet]. Sheffield (United Kingdom): Health and Safety Laboratory. [Consultado en: 14 de agosto de 2015]. Disponible en: [http://www.hse.gov.uk/research/hsl\\_pdf/2002/hsl02-30.pdf](http://www.hse.gov.uk/research/hsl_pdf/2002/hsl02-30.pdf)

Monteagudo, O., Hernando, L. y Palomar, J. (2009). Valores de referencia de la población diabética para la versión española del SF-12v2. *Gaceta Sanitaria*, 23(6), 526-532.

Moreira, M.A. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo?. *Revista Currículum*, 25, 29-56.

Morgan, R.B. y Casper, W.J. (2000). Examining the factor structure of participant reactions to training: A multidimensional approach. *Human Resource Development Quarterly*, 11(3), 301-317.

Mörl, F., Wagner, H. y Blickhan, R. (2005). Lumbar spine intersegmental motion analysis during lifting. *Pathophysiology*, 12, 295-302.

Morren, M., van Dulmen, S., Ouwerkerk, J. y Bensing, J. (2009). Compliance with momentary pain measurement using electronic diaries: A systematic review. *European Journal of Pain*, 13, 354-365.

Mundt, D.J., Kelsey, J.L., Golden, A.L., Pastides, H., Berg, A.T., Sklar, J., Hosea, T., Panjabi, M.M. y the Northeast Collaborative Group on Low Back Pain. (1993). An epidemiologic study of non-occupational lifting as a risk factor for herniated lumbar intervertebral disc. *Spine*, 18(5), 595-602.

Muñoz Sánchez, A.I. y Castro Silva, E. (2010). De la promoción de la salud a los ambientes de trabajo saludables. *Salud de los Trabajadores*, 18(2), 141-152.

## N

National Research Council. (2001). *Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper extremity*. Washington: National Academy Press.

Neumann, W.P., Wells, R.P., Norman, R.W., Frank, J., Shannon, H., Kerr, M.S. y the OUBPS Working Group. (2001). A posture and load sampling approach to determining low-back pain risk in occupational settings. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 27, 65-77.

Newell, K.M. (1991). Motor Skill Acquisition. *Annual Review of Psychology*, 42, 213-237.

Nieuwenhuijsen, E.R. (2004). Health behavior change among office workers: An exploratory study to prevent repetitive strain injuries. *Work*, 23, 215-224.

Nogareda Cuixart, S., Álvarez Casado, E. y Hernández Soto, A. (2011). Evaluación del riesgo por manipulación manual de pacientes: método MAPO. Nota Técnica de Prevención 907, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Nordin, M. y Frankel, V.H. (2004). *Biomecánica básica del sistema musculoesquelético*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.

Norris, C. (2000). *Back stability*. Champaign: Human Kinetics.

Nygård, C.H., Merisalo, T., Arola, H., Manka, M.L. y Huhtala, H. (1998). Effects of work changes and training in lifting technique on physical strain: A pilot study among female workers of different ages. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 21, 91-98.

## O

Oña Sicilia, A., Martínez Marín, M., Moreno Hernández, F. y Ruiz Pérez, L.M. (1999). *Control y aprendizaje motor*. Madrid: Síntesis.

Orden Ministerial de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba el Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Boletín Oficial del Estado, núm. 60, 11 de marzo 1971, 4017-4019.

Orden Ministerial de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Boletín Oficial del Estado, núm. 64, 16 de marzo 1971, 4303-4396.

Organización Mundial de la Salud. (1986). Ottawa Charter for Health Promotion. Ginebra: WHO. [acceso 22 de marzo de 2016].

Organización Mundial de la Salud. (1988). Fomento de la salud en las poblaciones trabajadoras. Ginebra: WHO Press. [acceso 22 de marzo de 2016].

Organización Mundial de la Salud. (1991). Declaración de Sundsvall sobre los ambientes favorables a la salud. Suecia: WHO Library. [acceso 22 de marzo de 2016].

Organización Mundial de la Salud. (1997). Declaración de Yakarta sobre la Promoción de la Salud en el Siglo XXI. Yakarta: WHO. [acceso 22 de marzo de 2016].

Organización Mundial de la Salud. (1998). Promoción de la salud. Glosario. Ginebra: Ministerio de Sanidad y Consumo. [acceso 22 de marzo de 2016].

Organización Mundial de la Salud. (2000). Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Ginebra: WHO Library. [acceso 28 de enero de 2017].

Organización Mundial de la Salud. (2007). Salud de los trabajadores: plan de acción mundial. 60ª Asamblea Mundial de la Salud. Ginebra: OMS. [acceso 22 de marzo de 2016].

Organización Mundial de la Salud. (2010a). A conceptual framework for action on the social determinants of health. Social determinants of health discussion paper 2. Ginebra: WHO.

Organización Mundial de la Salud. (2010b). Entornos Laborales Saludables: Fundamentos y Modelo de la OMS. Contextualización, Prácticas y Literatura de Apoyo. Ginebra: OMS.

Organización Mundial de la Salud. (2010c). Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. Suíza: OMS.

Organización Mundial de la Salud. (2013). The Helsinki Statement on Health in All Policies. Helsinki: WHO.

Organización Mundial de la Salud. (2014). Global Status Report on noncommunicable diseases 2014. Ginebra: WHO.

## P

Padula, R.S. y Coury, H.J.C.G. (2003). Sagittal trunk movements during load carrying activities: a pilot study. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 32, 181-188.

Park, J.K., Boyer, J., Tessler, J., Casey, J., Schemm, L., Gore, R., Punnett, L. y Promoting Healthy and Safe Employment. (2009). Inter-rater reliability of PATH observations for assessment of ergonomic risk factors in hospital work. *Ergonomics*, 52(7), 820-829.

Park, K.S. y Chaffin, D.B. (1974). A biomechanical evaluation of two methods of manual load lifting. *AIE Transaction*, 6, 105-113.

Passmore, J. y Velez, M.J. (2015). Training evaluation. En Kraiger, K., Passmore, J., dos Santos, N.R. y Malvezzi, S. (eds). *The psychology of training, development and performance improvement* (p.136-153). Oxford: John Wiley & Sons, Ltd.

Pazos, J.M. y Aragunde, J.L. (2000). *Educación Postural*. Barcelona: INDE Publicaciones.

Pérez Soriano, P. y Llana Belloch, S. (coord.) (2015). *Biomecánica básica aplicada a la actividad física y el deporte*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Perneger, T.V. y Burnand, B. (2005). A simple imputation algorithm reduced missing data in SF-12 health surveys. *Journal of Clinical Epidemiology*, 58, 142-149.

Peterson Kendall, F., Kendall McCreary, E. y Geise Provance, P. (2005). *Músculos, pruebas, funciones y dolor postural (versión en español)*. Madrid: Marbán Libros, S.L.

Piasecki, T.M., Wood, P., Shiffman, S., Sher, K.J. y Heath, A.C. (2012). Responses to alcohol and cigarette use during ecologically assessed drinking episodes. *Psychopharmacology*, 223, 331-344.

Plamondon, A., Delisle, A., Bellefeuille, S., Denis, D., Gagnon, D., Larivière, C. y IRSST MMH Research Group. (2013). Lifting strategies of expert and novice workers during a repetitive palletizing task. *Applied Ergonomics*, 1-11.

Ponggeon, O., Chaunchaiyakul, R., Vareesangthip, K., Lumlertgul, D., Nakum, S. y Jalayondeja, W. (2011). Home-based walking program increases leg muscle strength in hemodialysis patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 23, 345-348.

- Poole, J.L. (1991). Application of motor learning principles in occupational therapy. *The American Journal of Occupational Therapy*, 45(6), 531-537.
- Portell, M., Anguera, M.T., Chacón-Moscoso, S. y Sanduvete-Chaves, S. (2015). Guidelines for reporting evaluations based on observational methodology. *Psicothema*, 27(3), 283-289.
- Portell, M., Anguera, M.T., Hernández-Mendo, A. y Jonsson, G.K. (2015). Quantifying biopsychosocial aspects in everyday contexts: an integrative methodological approach from the behavioral sciences. *Psychology Research and Behavior Management*, 8, 153-160.
- Portell, M., Riba, M.D. y Bayés, R. (1997). La definición de “riesgo”: Implicaciones para su reducción. *Revista de Psicología de la Salud*, 9(2), 3-27.
- Portell, M., Señé, A. y Anguera, M.T. *Complementariedad entre la heterobservación y la autoobservación sistemática para la prevención de riesgos y la promoción de la salud en el trabajo: el proyecto SsObserWork*. XIII Congreso de Metodología de las Ciencias Sociales y de la Salud, San Cristobal de la Laguna (España), 3/09/13-6/09/13.
- Portell, M., Señé, A. y Anguera, M.T. *SsObserWork intervention for reducing musculoskeletal risk among workers: Design of feedback with Theme*. VIII MASI meeting - Research Network on Methodology for the Analysis of Social Interaction, University of Iceland, Reykjavic (Iceland), 5/09/2014-6/09/2014.
- Portell, M., Señé, A. y Anguera, M.T. *SsObserWork project: Design of feedback with T-patterns*. XIV Congreso de Metodología de las Ciencias Sociales y de la Salud de la Asociación Española de Metodología de las Ciencias del Comportamiento (AEMCCO). Palma de Mallorca, 22/07/2015 a 24/07/2015.
- Portell, M. y Solé, M.D. (2001a). Actitud hacia la prevención: un instrumento de evaluación. *Nota Técnica de Prevención. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*, 17,1-5.
- Portell, M. y Solé, M.D. (2001b). The design of preventive information. European Network Workplace Health Promotion. *WHP-Net-News*, 8, 12-15.
- Portell, M. y Solé, M. D. (2006). Análisis del riesgo percibido por los trabajadores, clave para una comunicación efectiva. *Gestión práctica de riesgos laborales*, 32, 50-56.

Portell, M., Gil, R.M., Losilla, J.M. y Vives, J. (2014). Characterizing Occupational Risk Perception: the Case of Biological, Ergonomic and Organizational Hazards in Spanish Healthcare Workers. *The Spanish Journal of Psychology*, 17, e51, 1–12.

Pransky, G., Robertson, M.M. y Moon, S.D. (2002). Stress and work-related upper extremity disorders: implications for prevention and management. *American Journal of Industrial Medicine*, 41, 443-455.

Prestwich, A., Sniehotta, F.F., Whittington, C., Dombrowski, S.U., Rogers, L. y Michie, S. (2013). Does theory influence the effectiveness of health behavior interventions? Meta-analysis. *Health Psychology*, 33(5), 465-474.

Prochaska, J.O. y DiClemente, C.C. (1983). Stages and processes of self-change of smoking: Toward an integrative model of change. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 51(3), 390-395.

Prochaska, J.O., DiClemente, C.C. y Norcross, J.C. (1992). In search of how people change. Applications to addictive behaviors. *American Psychologist Association*, 47(9), 1102-1114.

Proske, U. y Gandevia, S.C. (2012). The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological Review*, 92, 1651-1697.

## **R**

Ram, N. y McCullagh, P. (2003). Self-modeling: influence on psychological responses and physical performance. *The Sport Psychologist*, 17, 220-241.

Ratzlaff, C.R., Gillies, J.H. y Koehoorn, M.W. (2007). Work-related repetitive strain injury and leisure-time physical activity. *Arthritis Care & Research*, 57(3), 495-500.

Real Decreto-Ley 36/1978, de 16 de noviembre, sobre la gestión institucional de la seguridad social, la salud y el empleo. Boletín Oficial del Estado, núm. 276, 18 noviembre 1982, 26246-26249.

Real Decreto 577/1982, de 17 de marzo, por el que se regulan la estructura y competencias del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Boletín Oficial del Estado, núm. 69, 22 de marzo de 1982, 7300-7302.

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores. Boletín Oficial del Estado, núm. 97, de 23 de abril de 1997.

Reglamento General de Seguridad e Higiene Laboral. (1940). Boletín Oficial del Estado, 3 de febrero.

Ricci, F., Chiesi, A., Bisio, C., Panari, C. y Pelosi, A. (2016). Effectiveness of occupational health and safety training. *Journal of Workplace Learning*, 28(6), 355-377.

Richardson, C.A., Snijders, C.J., Hides, J.A., Damen, L., Pas, M.S. y Storm, J. (2002). The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine*, 27(4), 399-405.

Riediger, M. (2010). Experience *sampling*. En German Data Forum (RatSWD) (Ed.). *Building on progress. Expanding the research infrastructure for the social, economic, and behavioral sciences (Vol. 1)* (p.581-594). Opladen et Farmington Hills, MI: Budrich UniPress Ltd.

Riley, A.E., Craig, T.D., Sharma, N.K., Billinger, S.A. y Wilson, S.E. (2015). Novice lifters exhibit a more kyphotic lifting posture than experienced lifters in straight-leg lifting. *Journal of Biomechanics*, 48, 1663-1699.

Robertson, M.M., Huang, Y.H., O'Neill, M.J. y Schleifer, L.M. (2008). Flexible workspace design and ergonomics training: Impacts on the psychosocial work environment, musculoskeletal health, and work effectiveness among knowledge workers. *Applied Ergonomics*, 39, 482-494.

Rodríguez Ocaña E. y Martínez Navarro F. (2008). *Salud Pública en España. De la Edad Media al siglo XXI*. Junta de Andalucía: Escuela Andaluza de Salud Pública, Consejería de Salud.

Romack, J.L. y Valantine, A.D. (2005). Teaching proper lift techniques: The benefits of supplementing verbal feedback with video playback. *Strength and Conditioning Journal*, 27(3), 60-63.

Romain, A.J., Bortolon, C., Gourlan, M., Carayol, M., Lareyre, O., Ninot, G., Boiché, J. y Bernard, P. (2016). Matched or nonmatched interventions based on the transtheoretical model to promote physical activity. A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Sport and Health Science*, In press, Uncorrected Proof.

Romano, J., Kromrey, J.D., Coraggio, J., Skowronek, J. y Devine, L. (2006). *Exploring methods for evaluating group differences on the NSSE and other surveys: are the t-test and Cohen's d indices the most appropriate choices?*. The Southern Association for Institutional Research. Arlington (Virginia), 14/10/2006 a 17/10/2006.

Roquelaure, Y., Catherine, H.A., Rouillon, C., Fouquet, N., Leclerc, A., Descatha, A., Touranchet, A., Goldberg, M., Imbernon, E. y 83 Occupational Physicians of the Pays de La Loire Region. (2009). Risk factors for upper-extremity musculoskeletal disorders in the workin population. *Arthritis Care & Research*, 61(10), 1425-1434.

Rosén, G., Andersson, I-M., Walsh, P.T., Clark, R.D.R., Säämänen, A., Heinonen, K., Riipinen, H. y Pääkkönen, R. (2005). A review of video exposure monitoring as an occupational hygiene tool. *Annals of Occupational Hygiene*, 49(3), 201-217.

Rosenstock, I.M., Strecher, V.J. y Becker, M.H. (1988). Social learning theory and the health belief model. *Health Education Quarterly*, 15(2), 175-183.

Runyan, J.D., Steenbergh, T.A., Bainbridge, C., Daugherty, D.A., Oke, L. y Fry, B.N. (2013). A smartphone ecological momentary assessment/ intervention "app" for collecting real-time data and promoting self-awareness. *PLoS ONE*, 8(8), e71325.

Ruzic, L., Heimer, S., Misigoj-Durakovic, M. y Matkovic, B.R. (2003). Increased occupational physical activity does not improve physical fitness. *Occupational and Environmental Medicine*, 60(12), 983-985.

## S

Sáez, S., Font, P., Pérez, R. y Marqués, F. (eds.) (2001). *Promoción y educación para la salud. Conceptos, Metodología, Programas*. Lleida: Editorial Milenio.

Salanova, M., Schaufeli, W.B., Llorens, S., Peiro, J.M. y Grau, R. (2000). Desde el "burnout" al "engagement": ¿una nueva perspectiva?. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 16(2), 117-134.

Salmoni, A.W., Schmidt, R.A. y Walter, C.B. (1984). Knowledge of results and motor learning: A review and critical reappraisal. *Psychological Bulletin*, 95(3), 355-386.

San Pedro, E.M. y Rosales-Nieto, J.G. (2003). El Modelo de Creencias de Salud: Revisión teórica, consideración crítica y propuesta alternativa. Hacia un análisis

funcional de la creencias en salud. *Revista Internacional de Psicología y Terapia Psicológica*, 3(1), 91-109.

Scandell, J.P. y McGill, S.M. (2003). Lumbar posture - should it, and can it, be modified? A study of passive tissue stiffness and lumbar position during activities of daily living. *Physical Therapy*, 83(10), 907-917.

Schaafsma, F.G., Anema, J.R. y van der Beek, A.J. (2015). Back pain: Prevention and management in the workplace. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 29, 483-494.

Shapiro, S.S., Wilk, M.B. y Chen, H.J. (1968). A comparative study of various tests of normality. *Journal of the American Statistical Association*, 63(324), 1343-1372.

Schaufeli, W. y Bakker, A. (2003). *Utrecht Work Engagement Scale (Preliminary manual)*. Utrecht University: Occupational Health Psychology Unit.

Schaufeli, W.B., Salanova, M., González-Romá, V. y Bakker, A.B. (2002). The measurement of engagement and burnout: a two sample confirmatory factor analytic approach. *Journal of Happiness Studies*, 3, 71-92.

Schelvis, R.M.C., Oude Hengel, K.M., Burdorf, A., Blatter, B.M., Strijk, J.E. y van der Beek, A.J. (2015). Evaluation of occupational health interventions using a randomized controlled trial: challenges and alternative research designs. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 41(5), 491-503.

Schenk, R.J., Doran, R.L. y Stachura, J.J. (1996). Learning effects of a back education program. *Spine*, 21(9), 2183-2188.

Schmidt, S., Vilagut, G., Garin, O., Cunillera, O., Tresserras, R., Brugulat, P., Mompart, A., Medina, A., Ferrer, M. y Alonso, J. (2012). Normas de referencia para el Cuestionario de Salud SF-12 versión 2 basadas en población general de Cataluña. *Medicina Clínica*, 139(14), 613-625.

Schneider, E. y Irastorza, X. (2010). *OSH in figures: Work-related musculoskeletal disorders*. Luxemburgo: European Agency for Safety and Health at Work.

Schultz, A., Haderspeck-Grib, K., Sinkora, G. y Warwick, D.N. (1985). Quantitative studies of the flexion-relaxation phenomenon in the back muscles. *Journal of Orthopaedic Research*, 3, 189.

- Sedgwick, A.W. y Gormley, J.T. (1998). Training for lifting; an unresolved ergonomic issue? *Applied Ergonomics*, 29(5), 395-398.
- Serna García, L., Santoja Medina, F. y Pastor Clemente, A. (1996). Exploración clínica del plano sagital del raquis. *Ortopedia y Deporte*, 5(2), 88-102.
- Sharafkhani, N., Khorsandi, M., Shamsi, M. y Ranjbaran, M. (2014). Low back pain preventive behaviors among nurses based on the Health Belief Model Constructs. *SAGE Open*, 4, 1-7.
- Shariat, A., Tamrin, S.B.M., Arumugam, M., Danaee, M. y Ramasamy, R. (2016). Musculoskeletal disorders and their relationship with physical activities among office workers. *Malaysian Journal of Public Health Medicine*, 16(1), 62-74.
- Shiffman, S. (2009). Ecological momentary assessment (EMA) in studies of substance use. *Psychological Assessment*, 21(4), 486-497.
- Shiffman, S., Stone, A.A. y Hufford, M.R. (2008). Ecological momentary assessment. *Annual Review of Clinical Psychology*, 4, 1-32.
- Shiri, R. y Falah-Hassani, K. (2016). The effect of smoking on the risk of sciatica: A meta-analysis. *The American Journal of Medicine*, 129(1), 64-73.
- Snook, S.H. y Ciriello, V.M. (1991). The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. *Ergonomics*, 34(9), 1197-1213.
- Sohl, S.J. y Moyer, A. (2007). Tailored interventions to promote mammography screening: a meta-analytic review. *Preventive Medicine*, 45(4), 252-261.
- Steffents, D., Maher, C.G., Pereira, L.S.M., Stevens, M.L., Oliveira, V.C., Chapple, M., Teixeira-Salmela, L.F. y Hancock, M.J. (2016). Prevention of low back pain. A systematic review and meta-analysis. *JAMA Internal Medicine*, 176(2), 199-208.
- Ste-Marie, D.M., Vertes, K.A., Law, B. y Rymal, A.M. (2013). Learner-controlled self-observation is advantageous for motor skills acquisition. *Frontiers in Psychology*, 3, 1-10.
- Stensdotter AK., Hodges PW., Mellor R., Sundelin G. y Häger-ross C. (2003). Quadriceps Activation in Closed and in Open Kinetic Chain Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 35(12), 2043–2047.

Stevens, J. y Hall, K.G. (1998). Motor skill acquisition strategies for rehabilitation of low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 28(3), 165-168.

Stone, A.A. y Shiffman, S. (2002). Capturing momentary, self-report data: A proposal for reporting guidelines. *Annals of Behavioral Medicine*, 24(3), 236-243.

Straker, L.M. (2003a). A review of research on technique for lifting low-lying objects: 2. Evidence for a correct technique. *Work*, 20, 83-96.

Straker, L. (2003b). Evidence to support using squat, semi-squat and stoop techniques to lift low-lying objects. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 31, 149-160.

## T

Tafazzol A., Arjmand N., Shirazi-Adl A. y Parnianpour M. (2013). Lumbopelvic rhythm during forward and backward sagittal trunk rotations: Combined in vivo measurement with inertial tracking device and biomechanical modeling. *Clinical Biomechanics*, 29(1), 7-13.

Taieb-Maimon, M., Cwikel, J., Shapira, B. y Orenstein, I. (2012). The effectiveness of a training method using self-modeling webcam photos for reducing musculoskeletal risk among office workers using computers. *Applied Ergonomics*, 43, 376-385.

Takala, E.P., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, G.A., Mathiassen, S.E., Neumann, W.P., Sjøgaard, G., Veiersted, K.B., Westgaard, R.H. y Winkel, J. (2010). Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 36(1), 3-24.

Tamkin, P., Yarnall, J. y Kerrin, M. (2002). *Kirkpatrick and Beyond: a review of training evaluation*. Great Britain: The Institute for Employment Studies Research Networks, Report 392.

Tarregó, R., Iglesias, X., Lapresa, D. y Anguera, M.T. (2016). Complementariedad entre las relaciones diacrónicas de los *T-patterns* y los patrones de conducta en acciones de esgrima de espada masculina de élite. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 16(1), 113-128.

Taylor, N., Conner, M. y Lawton, R. (2012). The impact of theory on the effectiveness of worksite physical activity interventions: a meta-analysis and meta-regression. *Health Psychology Review*, 6(1), 33-73.

Thøgersen-Ntoumani, C., Loughren, E.A., Kinnafick, F.E., Taylor, I.M., Duda, J.L. y Fox, K.R. (2015). Changes in work affect in response to lunchtime walking in previously physically inactive employees: A randomized trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25, 778-787.

Torrents, C. (2005). *La teoría de los sistemas dinámicos y el entrenamiento deportivo*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.

Toussaint, H.M., Comissaris, D.A.C.M. y Beek, P.J. (1997). Anticipatory postural adjustments in the back and leg lift. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29(9), 1216-1224.

Tripp, T. y Rich, P. (2011). Using video to analyze one's own teaching. *British Journal of Educational Technology*, 43(4), 678-704.

Trull, T.J. y Ebner-Priemer, U. (2013). Ambulatory assessment. *Annual Review of Clinical Psychology*, 9, 151-176.

Tuncel, S., Genaidy, A., Shell, R., Salem, S., Karwowski, W., Darwish, M., Noel, F. y Singh, D. (2008). Research to practice: effectiveness of controlled workplace interventions to reduce musculoskeletal disorders in the manufacturing environment - Critical appraisal and meta-analysis. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 18(2), 93-124.

Tyson, A. (2001). "Hip-hinge" to a healthy back. *National Strength & Conditioning Association*, 23(1), 74-75.

## U

Unión General de Trabajadores. (2016). [en línea]. Enfermedades profesionales, Marzo 2016. [Consultado el 21 de octubre de 2016] Disponible en: <http://www.ugt.es/Publicaciones/Enfermedades%20del%20Trabajo%20Marzo%202016.pdf>

## V

Valevein Rodrigues, E., Silveira Gomes, R., Pchevozniki Tanhoffer, A.I. y Leite, N. (2014). Effects of exercise on pain of musculoskeletal disorders: a systematic review. *Acta Ortopedica Brasileira*, 22(6), 334-338.

van der Beek, A., van Galen, L. y Frings-Dresen, M. (1992). Working postures and activities of lorry drivers: a reliability study of on-site observation and recording on a pocket computer. *Applied Ergonomics*, 23, 331-336.

van Dieën, J.H., Hoozemans, M.J.M. y Toussaint, H.M. (1999). Stoop or squat: a review of biomechanical studies on lifting technique. *Clinical Biomechanics*, 14, 685-696.

van Holland, B.J., Soer, R., de Boer, M.R., Reneman, M.F. y Brouwer, S. (2015). Preventive occupational health interventions in the meat processing industry in upper-middle and high-income countries: a systematic review on their effectiveness. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 88, 389-402.

Velada, R., Caetano, A., Michel, J.W., Lyons, B.D. y Kavanagh, M.J. (2007). The effects of training design, individual characteristics and work environment on transfer of training. *International Journal of Training and Development*, 11(4): 282-294.

Vera-Garcia, F., Elvira, J.L.L., Brown, S.H.M. y McGill, S. (2007). Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17, 556-567.

Verbeeck, J.H., Martimo, K.P., Karppinen, J., Kuijer, P.P.F.M, Viikari-Juntura, E. y Takala, E.P. (2011). Manual material handling advice and assistive devices for preventing and treating back pain in workers. *Cochrane Database Systematic Review*, 15(6).

Village, J., Trask, C., Loung, N., Chow, Y., Johnson, P., Koehoorn, M. y Teschke, K. (2009). Development and evaluation of an observational Back-Exposure Sampling Tool (Back-Est) for work-related back injury risk factors. *Applied Ergonomics*, 40, 538-544.

Villar Fernández, M.F. (2014). *Riesgos de trastornos musculoesqueléticos en la población laboral española*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## W

WAC 296-62-051. (2000). Washington State Ergonomics Rule. [Internet]. Olympia (Washington): Bureau of Labor and Industries. [Consultado en: 14 de agosto de 2015]. Disponible en: <http://www.humanics-es.com/ergorulewithappendices.pdf>

Waddell, G. y Burton, A.K. (2001). Occupational health guidelines for the management of low back pain at work: evidence review. *Occupational Medicine*, 51(2), 124-135.

Wagner, D.T., Barnes, C.M. y Scott, B.A. (2014). Driving it home: How workplace emotional labor harms employee home life. *Personnel Psychology*, 67, 487-516.

Walz, L.C., Nauta, M.H. y aan het Rot, M. (2014). Experience sampling and ecological momentary assessment for studying the daily lives of patients with anxiety disorders: A systematic review. *Journal of Anxiety Disorders*, 28, 925-937.

Ware, J.E., Kosinski, M., Turner-Bowker, D.M. y Gandek, B. (2009). *User's Manual for the SF-12v2 Health Survey (with a supplement documenting SF-12 Health Survey)*. Lincoln, RI: QualityMetric Incorporated.

Warming, S., Ebbelhøj, N.E., Wiese, N., Larsen, L.H., Duckert, J. y Tønnesen, H. (2008). Little effect of transfer technique instruction and physical fitness training in reducing low back pain among nurses: a cluster randomised intervention study. *Ergonomics*, 51(10), 1530-1548.

Waters, T.R., Putz-Anderson, V., Garg, A. y Fine, L.J. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*, 36(7), 749-76.

Weinstein, N.D. y Sandman, P.M. (1992). A model of the precaution adoption process: Evidence from home radon testing. *Health Psychology*, 11(3), 170-180.

Weinstein, N.D., Rothman, A.J., y Sutton, S.R. (1998). Stage theories of health behavior: Conceptual and methodological issues. *Health Psychology*, 17, 445– 453.

Whysall, Z., Haslam, C. y Haslam, R. (2006). A stage of change approach to reducing occupational ill health. *Preventive Medicine*, 43, 422-428.

Wijk, K. y Mathiassen, S.E. (2011). Explicit and implicit theories of change when designing and implementing preventive ergonomics interventions - a systematic literature review. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 37(5), 363-375.

Wiktorin, C., Mortimer, M., Ekenvall, L., Kilbom, A., Wigaeus Hjelm, E. (1995). HARBO, a simple computer-aided observation method for recording work postures. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 21(6), 440-449.

Wong, J.H.K. y Kelloway, K.E. (2016). What happens at work stays at work? Workplace supervisory social interactions and blood pressure outcomes. *Journal of Occupational Health Psychology*, 21(2), 133-141.

Workplace Health Promotion in the European Union. (versión junio 2007). Luxembourg Declaration. [acceso 22 de marzo de 2016].

## **Y**

Yassi, A. (1997). Repetitive strain injuries. *The Lancet*, 349, 943-947.

## **Z**

Zhang, X. y Buhr, T. (2002). Are back and leg muscle strengths determinants of lifting motion strategy? Insight from studying the effects of simulated leg muscle weakness. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 29, 161-169.

Zhou, J., Dai, B. y Ning, X. (2013). The assessment of material handling strategies in dealing with sudden loading: influences of foot placement on trunk biomechanics. *Ergonomics*, 56(10), 1569-1576.

