

# Estudi “INCA”:

*Debilitat muscular respiratòria en  
pacients amb insuficiència cardíaca.  
Efectes d’un entrenament específic  
d’alta intensitat.*

Treball de recerca. Programa de doctorat en Medicina Interna.  
Departament de Medicina. Universitat Autònoma de Barcelona.

Autora: Anna Morales Mateu

Direcció: Ester Marco Navarro

Juny 2010

## CERTIFICAT DEL DIRECTOR O CO-DIRECTOR DEL TREBALL DE RECERCA

La Dra. **Ester Marco Navarro**, Metgessa Adjunta del Servei de Medicina Física i Rehabilitació dels Hospitals del Mar i l'Esperança,

FA CONSTAR QUE,

El treball titulat "***Estudi 'INCA': Debilitat muscular respiratòria en pacients amb insuficiència cardíaca. Efectes d'un entrenament específic d'alta intensitat***" ha estat realitzat sota la meva direcció per la llicenciada en Medicina i Cirurgia, **Anna Morales Mateu**, trobant-se en condicions de poder ser presentat com a treball d'investigació de 12 crèdits, dins del programa de doctorat en Medicina Interna (curs 2009-2010), a la convocatòria de juny.

Barcelona, 31 de maig de dos mil deu.

## ÍNDEX

	<b>Pàg.</b>
<b>1. Certificat del director</b>	<b>2</b>
<b>2. Índex</b>	<b>3</b>
<b>3. Resum</b>	<b>4</b>
<b>4. Summary</b>	<b>5</b>
<b>5. Introducció</b>	<b>6</b>
<b>6. Material i mètodes</b>	<b>8</b>
<b>7. Resultats</b>	<b>12</b>
<b>8. Discussió</b>	<b>14</b>
<b>9. Conclusions</b>	<b>17</b>
<b>10. Figures i taules</b>	<b>18</b>
<b>11. Bibliografia</b>	<b>25</b>

## **RESUM**

**Objectius:** Conèixer la prevalència d'afectació funcional i muscular respiratòria en pacients amb insuficiència cardíaca crònica (ICC), i avaluar els efectes d'un protocol d'entrenament muscular inspiratori (EMI) d'alta intensitat i 3 setmanes de duració.

**Metodologia:** Estudi transversal de 52 pacients amb ICC (edat mitjana 68.9+/-10.4 anys; 12:40 dones:homes). Variables d'anàlisi: proves de funcionalisme respiratori (PFR), força muscular respiratòria estimada mitjançant pressions inspiratòria i espiratòria màximes ( $PI_{max}$ ,  $PE_{max}$ ) i força muscular perifèrica (dinamometria de mans). Vint-i-quatre pacients seleccionats a l'atzar foren inclosos en un assaig clínic randomitzat. El grup intervenció (n=11) realitzà EMI consistent en 21 sessions de 5 sèries de 10 inspiracions màximes consecutives, 2 vegades al dia i el grup control (n=13) realitzà EMI amb càrrega mínima.

**Resultats:** Trenta-dos (62%) pacients van presentar alteració de les PFR. La  $PI_{max}$  i la  $PE_{max}$  es van trobar disminuïdes en el 91% i el 88% dels pacients, respectivament. Al finalitzar l'entrenament, la  $PI_{max}$  va millorar de forma significativa en el grup intervenció passant del 51.2% (DE 19.3) al 80.9% (DE 21.2) dels valors de referència, mentre que el canvi del grup control fou d'un 56.2% (DE 15.7) inicial a un 67.2% (DE 15.6) final. No es va observar efecte de transferència sobre músculs no-entrenats. No es van detectar complicacions en cap pacient.

**Conclusions:** Existeix una alta prevalença de debilitat muscular i funcional respiratòria en els pacients amb ICC. Un esquema d'EMI específic, ultracurt i d'alta intensitat és capaç d'induir milloria funcional significativa de la força muscular inspiratòria. Aquest estudi resalta la rellevància d'incloure l'avaluació respiratòria convencional i dels músculs respiratoris dins dels protocols d'avaluació i tractament de la ICC.

**Paraules clau:** Insuficiència cardíaca crònica, pressió inspiratòria màxima, entrenament de musculatura inspiratòria, rehabilitació cardiopulmonar

## **SUMMARY**

**Objectives:** To assess prevalence of pulmonary function and respiratory muscular disease in patients with CHF, as well as to evaluate the potential clinical effects of a 3-week program of inspiratory muscle training (IMT) using heavy duty loadings.

**Patients and methods:** Cross-sectional study of 52 patients (age 68.9 $\pm$ 10.4; 12:40 women:men) with CHF attributable to left ventricular systolic dysfunction, and selected for an out-patient cardiopulmonary rehabilitation program. Pulmonary function tests (PFT), respiratory muscle function (maximum inspiratory  $PI_{max}$  and expiratory  $PE_{max}$  pressures), and peripheral muscle function (hand-grip strength) were assessed. A clinical trial was conducted in a 24 patients randomized into 2 groups: the intervention group (n=11) received an IMT defined as 3 weeks breathing against maximum tolerated inspiratory loads (5 sets, 10 consecutive inspirations, twice a day).

**Results:** Thirty-two (62%) patients showed diminished PFT. Respiratory muscle dysfunction was highly prevalent (decreased  $PI_{max}$  and  $PE_{max}$  in 91% and 88% of patients, respectively). IMT resulted in an increase of  $PI_{max}$  ( $\Delta=21\pm 11$  cmH<sub>2</sub>O;  $p<0.001$ ). In 66% of trained patients,  $PI_{max}$  values following training reached normal (>80% pred) values. A transference effect on other muscle groups was lacking. No complications were detected in any patient.

**Conclusions:** Pulmonary and respiratory muscle function are very common in CHF patients. A specific, ultra-short and high-intensity IMT is able to induce significant improvements of inspiratory muscle strength. This study highlights the importance of including both pulmonary and respiratory muscle assessments in the comprehensive treatment of patients with CHF.

**Key words:** Chronic heart failure, maximal inspiratory pressure, inspiratory muscle training, cardiopulmonary rehabilitation

## INTRODUCCIÓ

En l'última dècada, s'ha produït un descens en la mortalitat de la malaltia coronària, degut als avenços en el maneig terapèutic i a la millor prevenció primària i secundària d'aquests pacients (1,2). Com a conseqüència d'aquest progrés, l'epidèmia de la insuficiència cardíaca crònica (ICC) apareix com un enemic emergent. Concretament a Catalunya, la taxa d'hospitalitzats per ICC estandaritzada per edat, es va triplicar en tan sols 5 anys, passant de 100/100.000 habitants al 1989 a més de 350/100.000 habitants al 1995 (3).

La majoria de pacients amb ICC presenten limitació en la seva activitat física per dispnea i fatiga. S'ha descrit una disminució de la  $PI_{max}$  i de la resistència de la musculatura inspiratòria, com a factors addicionals implicats en la limitació a l'exercici i en la qualitat de vida (4). Altres factors que també s'associen a un mal pronòstic són: una resposta ventilatòria anormal a l'exercici (5), una alteració del patró respiratori (6) i una disminució del consum d'oxigen (7).

En pacients amb malaltia pulmonar obstructiva crònica (MPOC), la disminució de  $PI_{max}$  s'associa a un pitjor pronòstic (8) i s'han demostrat els efectes beneficiosos de l'entrenament muscular inspiratori (EMI), essent d'especial interès els esquemes d'EMI de curta duració i alta intensitat, ja que permeten la seva aplicació a gran escala (9).

Pocs estudis han avaluat els efectes de l'EMI en pacients amb insuficiència cardíaca. Estudis no randomitzats han mostrat una milloria de la capacitat funcional màxima després d'un EMI (10-13). En un estudi randomitzat (14), un EMI de baixa intensitat i 12 setmanes de duració, es va traduir en una milloria de la força muscular inspiratòria, així com de la capacitat funcional, de la resposta ventilatòria a l'exercici, del consum

d'oxigen i de la qualitat de vida. Malgrat això, no tenim coneixement sobre assaigs clínics que hagin avaluat un EMI d'alta intensitat en pacients amb ICC.

Per tant, l'objectiu d'aquest treball fou avaluar la prevalença de disfunció pulmonar i muscular respiratòria en pacients amb ICC estable, així com conèixer l'eficàcia i seguretat d'un protocol d'entrenament muscular inspiratori d'alta intensitat de 3 setmanes de duració.

## **PACIENTS I MÈTODES**

### **Disseny i pacients**

Estudi transversal de prevalença de 52 pacients consecutius remesos per a rehabilitació cardíaca en un hospital universitari de tercer nivell amb àrea d'influència a la ciutat de Barcelona, durant el període del 10 d'octubre de 2007 fins el 31 d'octubre de 2008.

Per a avaluar l'eficàcia de l'entrenament, es va realitzar un assaig clínic en un grup de 24 pacients seleccionats a l'atzar seguint les guies CONSORT (15). Els pacients es van aleatoritzar en dos grups:

- Grup intervenció (n=11): EMI d'alta intensitat i curta duració
- Grup control (n=13): EMI subterapèutic (amb mínimes càrregues de treball inspiratori).

Els criteris d'inclusió a l'estudi foren:

- ICC de qualsevol etiologia
- Classe funcional de la New York Heart Association (NYHA) igual o superior a II
- Estabilitat clínica (sense canvis en la semiologia i/o el tractament farmacològic en els darrers 3 mesos)
- No haver realitzat cap protocol d'entrenament muscular (general i/o respiratori) en els darrers 3 mesos.

Es van excloure els pacients que no van consentir a participar en l'estudi.

El protocol va ser aprovat pel Comité d'Ètica de l'Hospital. Es van seguir les directrius nacionals i internacionals (Codi Deontològic, Declaració de Helsinki) per a la investigació en Éssers Humans, i la normativa legal sobre la confidencialitat de les dades (Llei Orgànica 15/1999, de 13 de desembre) de Protecció de Dades de Caràcter



Personal (LOPD). Tots els pacients van ser informats sobre els objectius i eventuales complicacions derivades de l'estudi i els inclosos van signar el consentiment.

### **Variables d'anàlisi**

Per a l'estudi de prevalença, les variables principals foren la força muscular respiratòria estimada mitjançant les pressions inspiratòria i espiratòria màximes ( $PI_{max}$  i  $PE_{max}$ ) i les proves de funcionalisme respiratori (PFR).

La  $PI_{max}$  es va avaluar en un esforç màxim des del volum residual (RV) i amb la via aèria tancada, utilitzant un manòmetre específic (*Sibelmed, Sibel, Barcelona*) connectat a un transductor de pressió i aquest a un sistema de registre digital (*Biopac Systems, Goleta, CA. EEUU*). També es va determinar la  $PE_{max}$  durant un esforç des de la capacitat pulmonar total (TLC), utilitzant el mateix dispositiu. Els valors obtinguts es comparaven amb els valors de referència descrits per Morales per a la població mediterrània (16). Es consideren valors normals els que es troben per sobre del 80% dels valors de referència. Una disminució de més del 50% del valor predit, es considera de greu intensitat.

Les proves funcionals respiratòries convencionals consistien en una espirometria forçada (17) realitzada en un espiròmetre Datospir 92 (*Sibel, Barcelona*) en condicions basals i després de l'administració de 200 micrograms de salbutamol, determinació dels volums pulmonars estàtics (18) i de la resistència de la via aèria (19). La medicació de la transferència de CO es va determinar mitjançant el mètode de respiració única amb un mesurador de gasos integrat en equip Masterlab, utilitzant els valors de referència descrits per a la població mediterrània. (18).

Per a l'assaig clínic, es va fer un registre setmanal de la  $PI_{max}$  i de la funció muscular perifèrica en mà. Es va recollir la força de la musculatura flexora dels dits de la mà

(dominant i no dominant). El pacient havia de realitzar una contracció màxima voluntària isomètrica dels músculs flexors dels dits, utilitzant un dinamòmetre de mà (*Jamar, Nottinghamshire, Regne Unit*), i comparant els valors observats amb els valors de referència publicats (20).

### **Esquema d'entrenament respiratori**

El grup intervenció, va realitzar un EMI amb una càrrega d'entrenament inspiratori màxima i definida segons la tolerància del pacient. Aquesta càrrega va ser l'equivalent a la que permetia realitzar 10 repeticions màximes (RM) consecutives. Es feien 5 tandes de 10 repeticions, dues vegades al dia (50+50). En total, es realitzaren 21 sessions durant 3 setmanes. Per a l'entrenament, es va utilitzar una vàlvula tipus lliandar (*Threshold Inspiratory Muscle Training, Healthscan Products Inc., Cedar Grove, New Jersey*) (Figura 1).

### **Procediment**

Els pacients acudien a un control setmanal on un membre de l'equip investigador s'encarregava de:

- Registrar els canvis en la  $PI_{max}$  i la dinamometria de mans
- Supervisar la realització dels exercicis instruïts inspiratoris
- Comprovar el correcte funcionament de la vàlvula i titular la pressió valvular segons tolerància (10 RM).

El grup control (n=13), seguia el mateix protocol, però les càrregues de treball utilitzades eren d'intensitat mínima per a assolir un efecte entrenament (9 cmH<sub>2</sub>O).

### **Anàlisi estadística**

Les variables categòriques es presenten com a valors absoluts i percentatges, i les variables quantitatives amb la mitjana i desviació estàndard (DE). Per a la comparació

de les variables quantitatives a les dues situacions (prèvia i posterior a l'entrenament) i en un mateix grup, es va fer servir el test de la t d'Student per a dades aparellades.

Es va realitzar una anàlisi de la variança (ANOVA) utilitzant un disseny mixte per a mesures repetides (intra-subjectes) i un factor (inter-subjectes) per a l'anàlisi de les pressions respiratòries i dels valors de força de la musculatura perifèrica al llarg del temps de seguiment. Quan no s'acomplien els criteris d'esfericitat, el graus de llibertat es corregien utilitzant el mètode de Greenhouse-Geisser.

El nivell de risc alfa acceptat per a tots els contrastos d'hipòtesi fou del 0.05. Les dades van ser analitzades amb el paquet estadístic PASW Statistics 18.

## **RESULTATS**

Durant el període de 10 d'octubre del 2007 fins el 31 d'octubre del 2008, dels 61 pacients remesos a Rehabilitació amb el diagnòstic d'insuficiència cardíaca crònica, 9 pacients no complien els criteris d'inclusió o no volien participar en l'estudi, obtenint doncs una mostra final de 52 pacients.

Les característiques clíniques i demogràfiques de la mostra es descriuen a la Taula 1. L'edat mitjana fou de 69 (DE 10.4) anys i la distribució per sexes fou de 40 homes (77%) i 12 dones (33%). Destaca que una alta proporció de la mostra (69%) eren fumadors o exfumadors, però només hi havia 11 pacients amb un diagnòstic conegut de MPOC. L'etiologia de la IC era isquèmica en la meitat dels pacients, i gairebé el 80% dels pacients estaven en classe funcional II o II-III de la NYHA. No es van observar diferències estadísticament significatives en cap d'aquestes variables entre els 24 pacients que van participar en l'assaig clínic. Es va observar una disminució global dels valors basals registrats a les PFR i a la força muscular respiratòria en tota la mostra, sense apreciar una vegada més, diferències significatives entre el grup intervenció i el grup control.

Com s'observa a la Taula 2, la disfunció respiratòria i muscular fou molt prevalent. Malgrat que només hi havia 11 (21%) pacients que tinguessin una MPOC coneguda, 32 (62%) presentaven un patró ventilatori obstructiu en l'espirometria forçada ( $FEV_1/FVC < 70\%$ ), dels quals el grau d'alteració de la MPOC era moderat en 23 (72.2%) casos, greu en 4 (11.1%) i molt greu en 5 (16.7%) pacients. Pel que respecta a la força muscular respiratòria, el 90% dels pacients presentava uns valors de la  $PI_{max}$  inferiors al 80%, dels quals el 35% tenia una disminució greu ( $PI_{max} < 50\%$ ). Al mateix temps, la força dels músculs espiratoris estava disminuïda ( $PE_{max} < 80\%$ ) en el 88%

dels pacients, dels quals en un 27% aquesta disminució era de greu intensitat ( $PE_{max} < 50\%$ ).

El procediment de l'assaig clínic es resum a la Figura 2. Tots els pacients del grup intervenció van completar l'estudi ( $n=11$ ), mentre que en el grup control ( $n=13$ ), hi va haver una pèrdua.

La Taula 3 dóna una descripció detallada de les principals variables mesurades a l'inici de l'assaig i al final del període de seguiment. L'ANOVA mostra una milloria significativa en la comparació intra- i inter-subjectes dels valors de la  $PI_{max}$ . En canvi, per als valors de la  $PE_{max}$  només s'observa un efecte significatiu en el factor temps (intrasubjectes) que podria explicar-se per un efecte aprenentatge de la maniobra d'exploració. La Figura 3 mostra d'una manera més gràfica l'evolució dels valors predits de la  $PI_{max}$  durant el període de seguiment. A partir de la segona setmana, s'observa una milloria significativa de la  $PI_{max}$  al grup intervenció de 76.3 (DE 20.0) en front de 60.3 (DE 15.6) al grup control. A la tercera setmana, els valors de la  $PI_{max}$  arriben a 80.9 (DE 21.2) i 67.2 (DE 15.6), respectivament.

Respecte a la força muscular màxima perifèrica de membres superiors, no s'observen millories significatives en la mà dominant en cap dels dos grups, a la finalització de l'estudi. Pel que respecta a la força de la mà no-dominant, s'observa una diferència significativa en la comparació intersubjectes que podem atribuir-se al tamany de la mostra (veure Taula 3 i Figura 4).

Finalment, no van aparèixer efectes adversos, ni complicacions durant la realització de l'entrenament. Cap pacient va abandonar l'estudi per manca de tolerància a l'entrenament. Tant sols una pacient del grup control va abandonar referint dificultats per a assistir regularment als controls hospitalaris.

## **DISCUSSIÓ**

Aquest estudi detecta una alta prevalença de disfunció pulmonar i muscular respiratòria en pacients amb ICC estable. Al mateix temps, demostra que un programa d'EMI d'alta intensitat i de curta duració (3 setmanes), millora la força muscular inspiratòria.

Abans de discutir aquests resultats, hauria d'assenyalar-se algunes limitacions del present estudi. En primer lloc, hi ha un biaix de selecció, ja que tots els pacients participants es trobaven en fase estable i eren capaços d'anar ambulatòriament i pels seus mitjans propis a l'hospital. Per tant, no tots els pacients amb insuficiència cardíaca podien ser pre-seleccionats pel nostre estudi. Un altre aspecte a tenir en compte, és que quasi dos terços dels pacients de l'estudi tenien una MPOC (coneguda o no) i, per tant, la fatiga muscular respiratòria podria anar associada a la malaltia respiratòria o bé a la medicació que pogués afectar localment als músculs (corticoides, teofilina). Els 10 pacients amb MPOC conegut prenen broncodilatadors i corticoides inhalats, però cap referia haver pres corticoides sistèmics per exacerbació de la MPOC.

Una altra limitació d'aquest estudi és que no es va avaluar la capacitat funcional després de l'entrenament. No obstant, l'estudi de Dall'Ago (14) ja va demostrar que l'EMI millora la capacitat funcional, la resposta ventilatòria a l'exercici, el consum d'oxigen i la qualitat de vida.

Es va objectivar una milloria de la  $PI_{max}$  a partir de la segona setmana d'EMI i assolint el valor màxim a la tercera. L'eficàcia d'aquest EMI (alta intensitat i curta duració) es va comparar amb un grup control que realitzava exercicis inspiratoris amb càrregues de treball subterapèutiques (insuficients per a assolir un efecte entrenament).

Tots els pacients del grup intervenció tenien instruccions de continuar realitzant els exercicis en el domicili, i a la cinquena setmana es va tornar a titular la  $PI_{max}$  objectivant que la millora aconseguida es mantenia. No obstant, no disposem d'informació de la força muscular inspiratòria a mig i llarg termini. Només tenim coneixement d'un estudi sobre el manteniment parcial de l'increment de la  $PI_{max}$  després d'un any, fins i tot en aquells pacients que no continuaven l'EMI després de 4 mesos (14). Aquests resultats suposen una primera evidència de que els efectes de l'EMI són consistents i són parcialment mantinguts després d'un any de seguiment de pacients amb ICC i debilitat de la musculatura inspiratòria.

Tal i com era d'esperar, la força muscular perifèrica en el membre superior no va millorar pel principi d'especificitat de l'entrenament. L'entrenament de la força muscular inspiratòria, l'entrenament de la força de membres superior i inferiors, i l'entrenament aeròbic general són complementaris i no es poden reemplaçar (21).

Malgrat que els nostres resultats son congruents amb els referits per altres autors en estudis previs (10-13), no tenim coneixement sobre assaigs clínics que hagin avaluat prèviament un EMI d'alta intensitat en pacients amb ICC.

Altres autors han comparat la disfunció pulmonar i la debilitat de musculatura inspiratòria entre pacients amb classe funcional II i III de la NYHA sense trobar diferències significatives entre els grups (22, 23). Només van trobar diferències significatives en els valors de la  $PE_{max}$  (significativament inferiors a classe funcional III). En el nostre estudi no vam comparar les pressions muscular respiratòries segons la classe funcional, però podria ser d'interès per a propers estudis.

Meyer et al. (24) atribüien la disminució de la força muscular respiratòria i de la disfunció respiratòria dels pacients amb ICC a una reducció de la massa muscular.

Aquesta reducció podria estar en relació amb la densitat dels capil·lars i l'activitat enzimàtica oxidativa i ser la responsable principal de l'atròfia diafragmàtica. De fet, Chiappa et al. (25) confirmen que un EMI de curta duració indueix una marcada hipertròfia diafragmàtica, similar a troballes prèvies en estudis a pacients sans (26).

Fora bo, donat que un alt percentatge de pacients amb insuficiència cardíaca presenten alteracions en les proves de funció pulmonar i de la força muscular respiratòria, incloure les PFR i l'avaluació de la força muscular respiratòria en la bateria de proves diagnòstiques i de seguiment de pacients amb IC, amb l'objectiu d'optimitzar el tractament mèdic i de rehabilitació d'aquests pacients.

Els nostres resultats ens indiquen que un programa d'entrenament muscular inspiratori, barat, domiciliari i de curta duració, produeix un increment significatiu de la  $PI_{max}$  a partir de la segona setmana d'entrenament respecte el grup control.

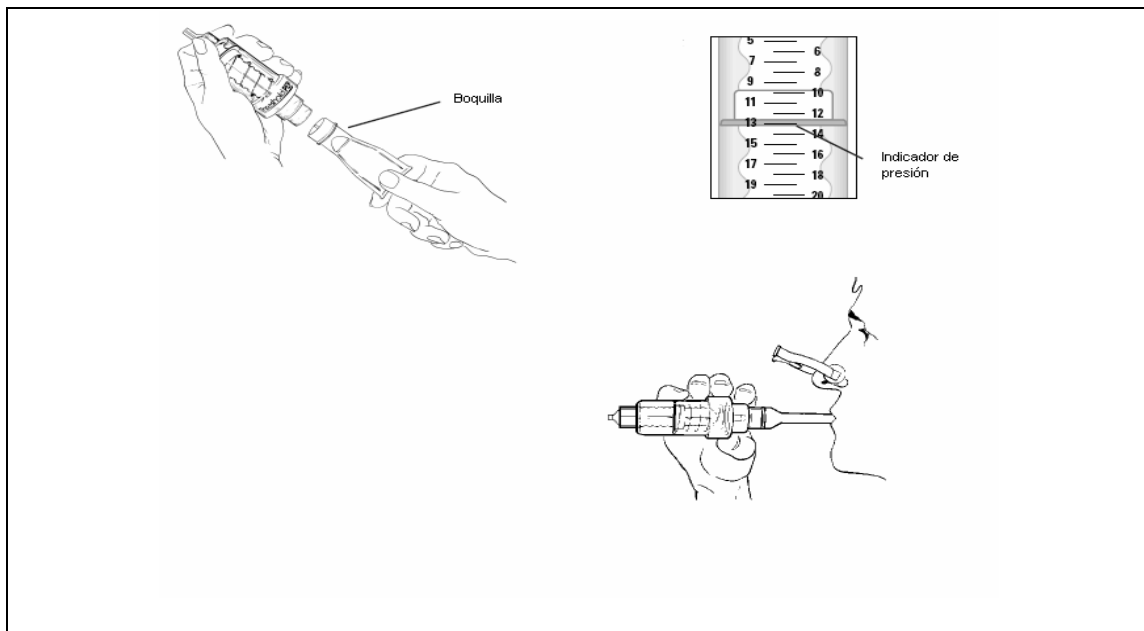
Abans de generalitzar aquests resultats, seria convenient realitzar més estudis per a ampliar el coneixement sobre la disfunció pulmonar i muscular respiratòria a pacients amb ICC, així com els canvis en la  $PI_{max}$  a mig i llarg termini. A més a més, caldria determinar si aquesta milloria, pot tenir repercussions sobre la supervivència (27) en igual que passa en pacients amb MPOC (8)



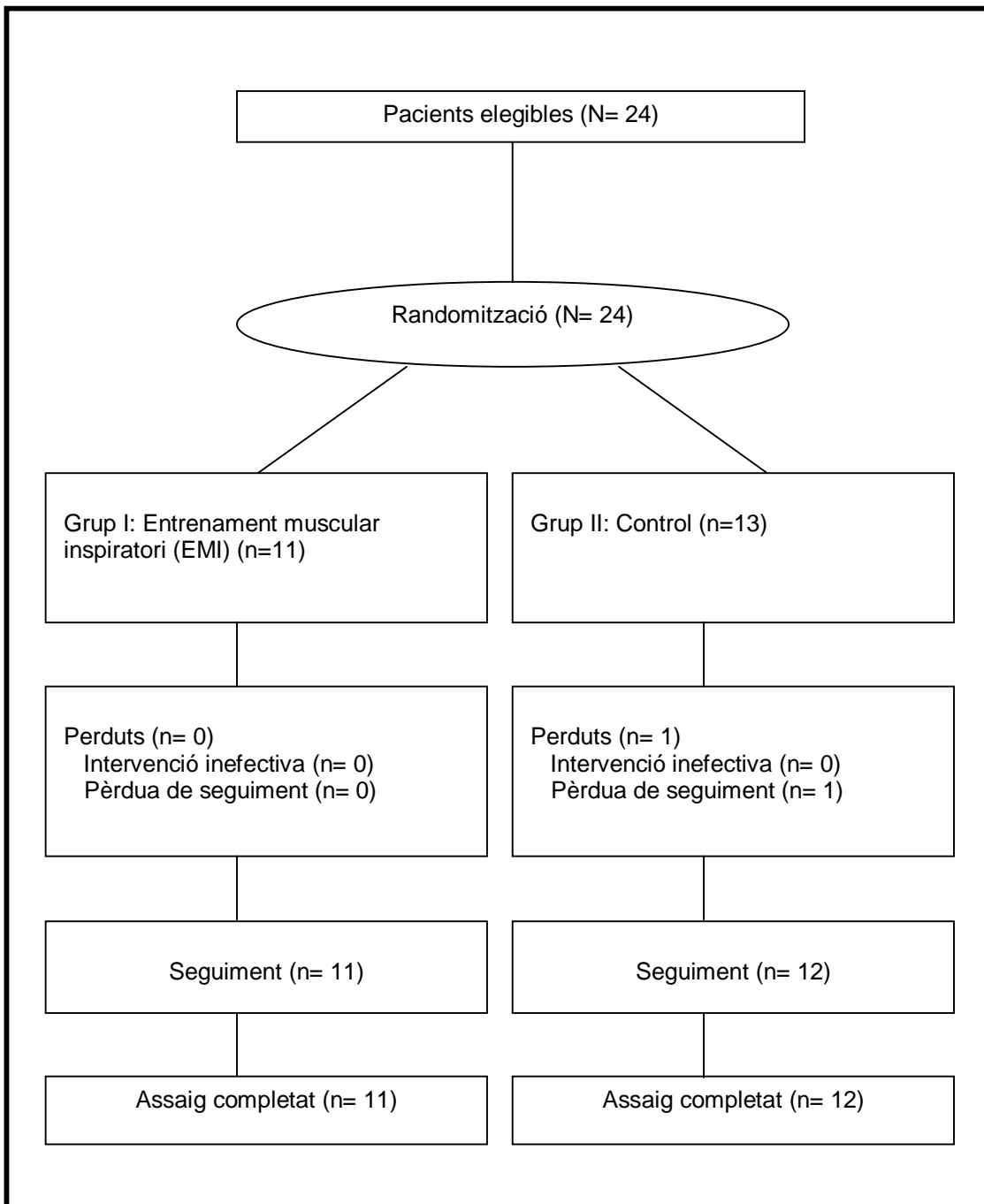
## **CONCLUSIONS**

- Existeix una alta prevalença de debilitat muscular i funcional respiratòria en pacients amb ICC
- Un esquema d'EMI específic, ultracurt i d'alta intensitat és capaç d'induir una milloria funcional significativa de la força muscular inspiratòria.
- La inclusió de l'estudi de la funció pulmonar i dels músculs respiratoris de manera sistemàtica dins dels protocols d'avaluació i tractament de la ICC, permetria optimitzar la prescripció de l'exercici físic i millorar els resultats funcionals dels pacients.

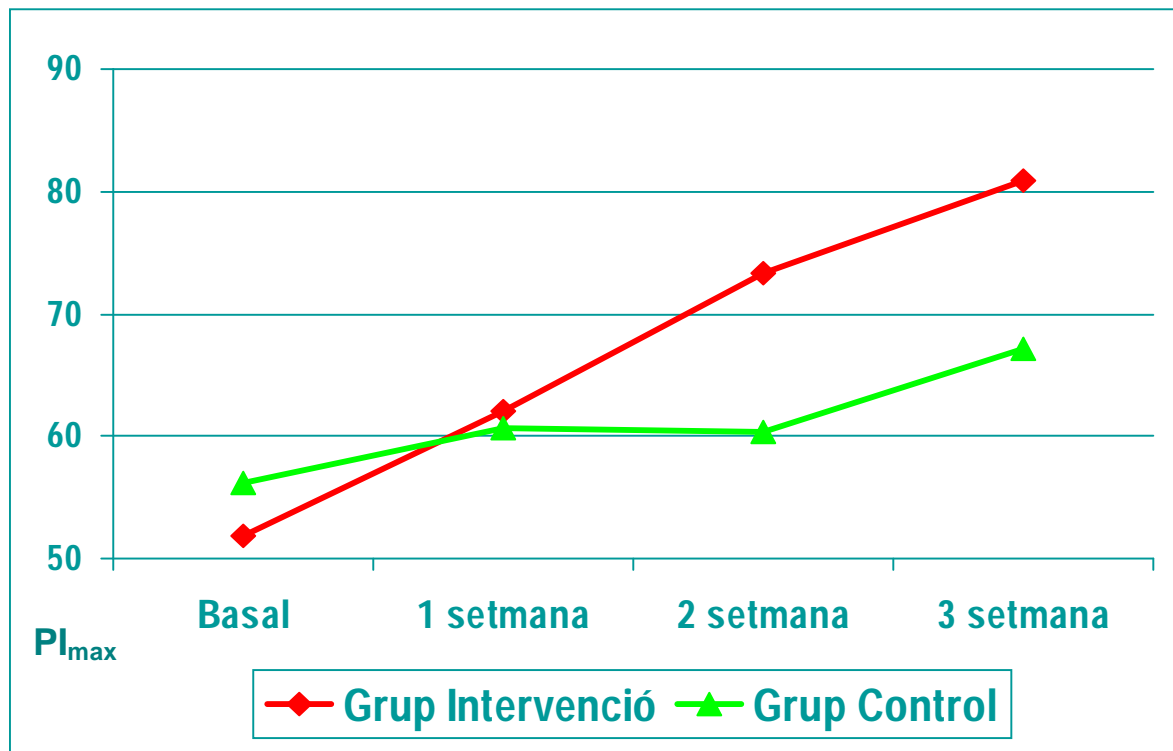
**Figura 1.** Vàlvula Threshold per a l'entrenament de la musculatura inspiratòria.



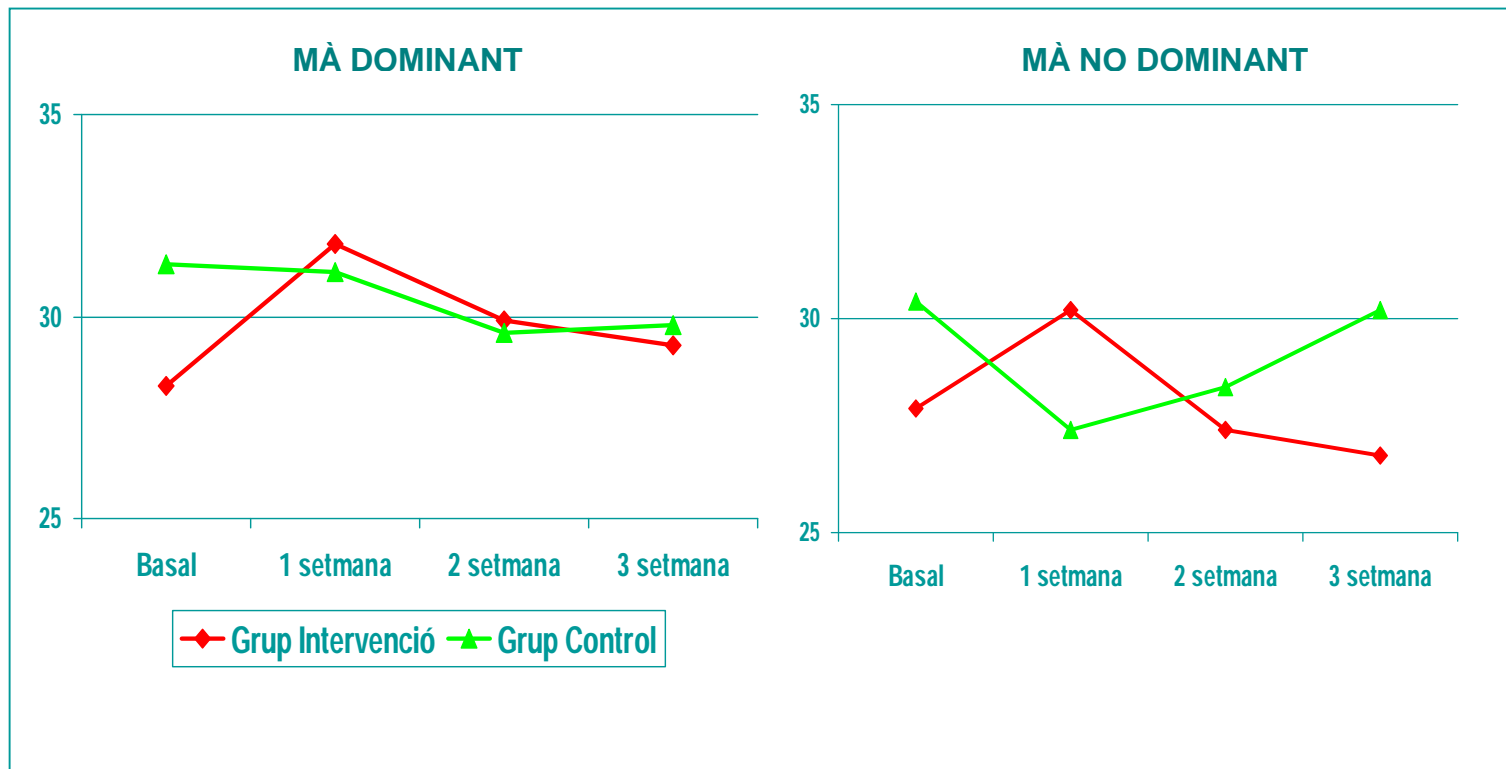
**Figura 2.** Perfil de l'assaig clínic (Diagrama de fluxe Consort)



**Figura 3.** Valors predits de la pressió inspiratòria màxima en els dos grups que van realitzar l'entrenament muscular inspiratori durant el període de seguiment.



**Figura 4.** Força muscular màxima en membres superiors (mà dominant i mà no dominant) en els dos grups que van realitzar l'entrenament muscular inspiratori.



**Taula 1.** Característiques clíniques i demogràfiques basals de la mostra (n=52).

	<b>Mostra total (n=52)</b>	<b>Grup Intervenció (n=11)</b>	<b>Grup control (n=13)</b>
<b>Estat</b>	68.9 (DE 10.4)	68.4 (DE 8.9)	66.7 (DE 13.7)
<b>Sexe:</b>			
▪ Homes	40 (77%)	7 (64%)	11 (85%)
▪ Dones	12 (33%)	4 (36%)	2 (15%)
<b>Índex de massa corporal</b>	28.2 (DE 3.8)	28.4 (DE 3.6)	25.7 (DE 2.8)
<b>Tabaquisme:</b>			
▪ No	15 (29%)	4 (36%)	3 (23%)
▪ Si	9 (17%)	4 (36%)	1 (8%)
▪ Exfumador	27 (52%)	3 (28%)	9 (69%)
▪ No consta	1 (2%)		
<b>Antecedents respiratoris:</b>			
▪ No coneguts	39 (75%)	8 (73%)	10 (77%)
▪ MPOC	10 (19%)	3 (27%)	3 (23%)
▪ SAOS	2 (4%)	0	0
▪ Overlap	1 (2%)	0	0
<b>Etiologia de la IC:</b>			
▪ Isquèmia	26 (50%)	6 (55%)	7 (54%)
▪ Dilatada	8 (15%)	0	2 (15%)
▪ HTA	5 (10%)	1 (9%)	0
▪ Valvulopatia	4 (7%)	1 (9%)	2 (15%)
▪ Múltiple	5 (10%)	3 (27%)	1 (8%)
▪ Altres	4 (8%)	0	1 (8%)
<b>Classe funcional NYHA:</b>			
▪ II	25 (48%)	5 (46%)	6 (46%)
▪ II-III	16 (31%)	3 (27%)	4 (31%)
▪ III	8 (15%)	2 (18%)	3 (23%)
▪ III-IV	3 (6%)	1 (9%)	0 (0%)
<b>Fracció d'ejecció del VE</b>	37.4 (DE 14.8)	38.3 (DE 16.0)	33.3 (DE 16.8)
<b>Espirometria forçada:</b>			
▪ FEV1/FVC %	65.8 (DE 10.7)	65.4 (DE 10.9)	63.5 (DE 8.5)
▪ FEV1 %	62.8 (DE 15.9)	61.0 (DE 13.9)	64.1 (DE 14.1)
▪ FVC %	68.7 (DE 9.9)	66.5 (DE 6.8)	69.9 (DE 11.7)
▪ TLC %	93.0 (DE 15.2)	94.9 (DE 8.6)	95 (DE 14.1)
▪ RV %	126.0 (DE 35.4)	127.9 (DE 35.6)	127.0 (DE 47.8)
▪ RV/TLC %	51.0 (DE 11.7)	51.4 (DE 5.9)	50.6 (DE 13.0)
<b>Pletismografia:</b>			
▪ Resistència via aèria (%)	210.8 (DE 150.2)	228.3 (DE 95.5)	205.9 (DE 148.6)
<b>Transferència de CO:</b>			
▪ DLCO %	70.0 (DE 19.8)	64.6 (DE 22.8)	66.7 (DE 20.5)
▪ DLCO/VA	74.9 (DE 19.8)	68.1 (DE 23.6)	82.0 (DE 2.8)
<b>Força muscular respiratòria:</b>			
▪ $PI_{max}$ en cmH20	58.7 (DE 21.7)	55.0 (DE 23.6)	61.6 (DE 26.2)
▪ $PI_{max}$ en %	57.3 (DE 15.9)	51.2 (DE 19.3)	56.2 (DE 15.7)
▪ $PE_{max}$ en cmH20	97.3 (DE 38.5)	87.7 (DE 39.5)	103.3 (DE 40.1)
▪ $PE_{max}$ en %	61.5 (DE 22.5)	58.2 (DE 30.7)	63.6 (DE 15.1)

(\*) MPOC: malaltia pulmonar obstructiva crònica; SAOS: síndrome d'apnea obstructiva del son; IC: insuficiència cardíaca; HTA: hipertensió arterial, NYHA: New York Heart Association; VE: ventricle esquerre; FEV1: (volum de) gas espirat en el primer segon de l'inspiració forçada; FVC: la capacitat vital forçada, TLC: la capacitat pulmonar total; RV: volum residual; DLCO: difusió del monòxid de carboni; VA: vies aèries;  $PI_{max}$ : pressió inspiratòria màxima;  $PE_{max}$ : pressió inspiratòria màxima; cmH20: centímetres d'aigua.

(\*\*) No es van observar diferències significatives entre el grup intervenció i el grup control.

**Taula 2.** Prevalència d'afectació de les proves funcionals i de la força muscular respiratòries (n=52).

<b>Proves de funció pulmonar</b>	
▪ Patró obstructiu	32 (62%)
- Moderat	23 (72.2%)
- Greu	4 (11.1%)
- Molt greu	5 (16.7%)
▪ Patró normal	20 (38%)
<b>Pressió inspiratòria màxima (<math>PI_{max}</math>)</b>	
▪ Normal (>80%)	5 (9.6%)
▪ Disminuïda	
- Moderada (51-80%)	29 (55.8%)
- Greu (<51%)	18 (34.6%)
<b>Pressió espiratòria màxima (<math>PE_{max}</math>)</b>	
▪ Normal (>80%)	6 (11.54%)
▪ Disminuïda	
- Moderada (51-80)	32 (61.54%)
- Greu (<51%)	14 (26.92%)

**Tabla 3.** Anàlisi de la variança de dos factors de les principals variables abans de començar l'entrenament i al final del període de seguiment.

	Basal		Primera setmana		Segona setmana		Tercera setmana		ANOVA de 2 factors		
	Grup Intervenció	Grup control	Grup intervenció	Grup control	Grup intervenció	Grup control	Grup intervenció	Grup control	Efecte temps	Efecte grup	Efecte interacció
<b>PI<sub>max</sub> (% pred)</b>	51.8 (19.3)	56.2 (15.7)	62.0 (18.5)	60.6 (17.2)	76.3 (20.0)	60.3 (15.6)	80.9 (21.2)	67.2 (15.6)	<0.001	<0.001	<0.001
<b>PE<sub>max</sub> (% pred)</b>	59.3 (9.4)	61.6 (14.1)	-	-	-	-	76.2 (20.4)	69.5 (16.4)	0.009	0.296	<0.001
<b>Força mà dominant</b>	28.3 (11.0)	31.3 (9.9)	31.8 (12.1)	31.1 (9.5)	29.9 (11.7)	29.6 (9.1)	29.3 (10.7)	29.7 (9.7)	0.477	<0.001	<0.001
<b>Força mà no-dominant</b>	27.9 (12.2)	30.4 (9.5)	30.2 (10.2)	27.4 (7.6)	27.4 (7.6)	28.4 (8.8)	26.8 (7.5)	30.2 (28.7)			

(\*) Les variables s'expressen amb la mitjana i la seva desviació estàndard entre parèntesis.

(\*\*)PI<sub>max</sub>: Pressió inspiratòria màxima (en percentatge del valor predit); PE<sub>max</sub>: Pressió espiratòria màxima (en percentatge del valor predit); la força s'expressa en Kilograms.



## **BIBLIOGRAFIA**

1. Ford ES, Ajani UA, Croft JB, Critchley JA, Labarthe DR, Kottke TE, Giles WH, Capewell S. Explaining the decrease in U.S. deaths from coronary disease, 1980-2000. *N Engl J Med*. 2007 Jun 7;356(23):2388-98.
2. Palmieri L, Bennett K, Giampaoli S, Capewell S. Explaining the decrease in coronary heart disease mortality in Italy between 1980 and 2000. *Am J Public Health*. 2010 Apr;100(4):684-92.
3. Brotons C, Moral I, Ribera A, Pérez G, Cascant P, Bustins M, Permanyer-Miralda G. Trends of morbidity and mortality in chronic heart failure in Catalonia. *Rev Esp Cardiol*. 1998 Dec;51(12):972-6.
4. Meyer FJ, Mathias M, Zugck C, et al. Respiratory muscle dysfunction in congestive heart failure: clinical correlation and prognostic significance. *Circulation* 2001;103:2153– 8.
5. Clark AL, Poole-Wilson PA, Coats AJ. Relation between ventilation and carbon dioxide production in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1992;20:1326 –32.
6. Corra U, Giordano A, Bosimini E, et al. Oscillatory ventilation during exercise in patients with chronic heart failure: clinical correlates and prognostic implications. *Chest* 2002;121:1572– 80.
7. Scrutinio D, Passantino A, Lagioia R, et al. Percentage achieved peak exercise oxygen uptake and kinetics of recovery of oxygen uptake after exercise for risk stratification in chronic heart failure. *Int J Cardiol* 1998;64:117–24.
8. Marco E, Ramírez-Sarmiento AL, Orozco-Levi M. Inspiratory muscle strength predicts mortality of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Resp Med* 2010 (in submission)

9. Shahin B, Germain M, Kazem A, Annat G. Benefits of short inspiratory muscle training on exercise capacity, dyspnea, and inspiratory fraction in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2008;3(3):423-7
10. Mancini DM, Henson D, La Manca J, et al. Benefit of selective respiratory muscle training on exercise capacity in patients with chronic congestive heart failure. *Circulation* 1995;91:320 –9.
11. Johnson PH, Cowley AJ, Kinnear WJM. A randomized controlled trial of inspiratory muscle training in stable chronic heart failure. *Eur Heart J* 1998;19:1249 –53.
12. Weiner P, Waizman J, Magadle R, et al. The effect of specific inspiratory muscle training on the sensation of dyspnea and exercise tolerance in patients with congestive heart failure. *Clin Cardiol* 1999;22:727–32.
13. Laoutaris I, Dritsas A, Brown MD, et al. Inspiratory muscle training using an incremental endurance test alleviates dyspnea and improves functional status in patients with chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004;11:489-96.
14. Dall'Ago P, Chiappa G, Guths H, Stein R, Ribeiro J. Inspiratory muscle training with heart failure and inspiratory muscle weakness. *J Am Coll Cardiol.* 2006; 47: 757-63.
15. Disponible a: <http://www.consort-statement.org> (Maig 2010).
16. Morales P, Sanchis J, Cordero PJ, Díez JL. Maximum static respiratory pressures in adults. The reference values for a Mediterranean Caucasian population. *Arch Bronconeumol* 1997;33(5):213-9.
17. Roca J, Sanchis J, Agusti-Vidal A, Segarra F, Navajas D, Rodriguez-Roisin R, Casan P, Sans S. Spirometric reference values from a Mediterranean population. *Bull Eur PhysiopatholRespir.* 1986 May-Jun;22(3):217-24.
18. Roca J, Rodriguez-Roisin R, Cobo E, Burgos F, Perez J, Clausen JL. Single-breath carbon monoxide diffusing capacity prediction equations from a Mediterranean population. *Am Rev Respir Dis.* 1990 Apr;141(4 Pt 1):1026-32.
19. Cotes JE. *Lung Function*, 4th ed. Oxford 1979

20. Webb et al. *J Par Ent Nutr* 1989;13:30-3.
21. Vibarel N, Hayot M, Ledermann B, et al. Effect of aerobic exercise training on inspiratory muscle performance and dyspnoea in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail* 2004;4:745-51.
22. Forgiani Junior LA, Rubleski A, Garcia D, Tieppo J. Evaluation of respiratory muscle strength and pulmonary function in heart failure patients. *Arq Bras Cardiol* 2007;89(1):32-36
23. Peel C. The cardiopulmonary system and movements dysfunction. *Phys Ther.* 1996;76(5):449-55.
24. Meyer FJ, Zugck C, Haass M, Otterspoor L, Strasser RH, Kübler W, et al. Inefficient ventilation and reduced respiratory muscle capacity in congestive heart failure. *Basic Res Cardiol.* 2002;95:333-42.
25. Chiappa GR, Roseguini BT, Vieira P et al. Inspiratory muscle training improves blood flow to resting and exercising limbs in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2008;51:1663-71.
26. Enright SJ, Unnithan VB, Heward C, Withnall L, Davies DH. Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Phys Ther* 2006;86:345-54.
27. Piepoli MF, Davos C, Francis DP, Coats AJ. ExTraMATCH collaborative. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* 2004;328:189