

MUNIBE (Antropología - Arkeología)	Supl. Nº 8	153-158	SAN SEBASTIAN	1992	ISSN 1132-2217
------------------------------------	------------	---------	---------------	------	----------------

Cribra orbitalia y déficit nutricional. Estudios de elementos traza.

Cribra Orbitalia and Nutritional Deficiency. Studies of Trace Elements.

PALABRAS CLAVE: Paleopatología, Dieta, Estrés.

KEY WORDS: Paleopathology, Diet, Stress.

M^a Eulalia SUBIRA *
Alicia ALESAN *
Assumpció MALGOSA *

RESUMEN

La *cribra orbitalia* como forma leve de osteoporosis hiperostósica se ha relacionado habitualmente con anemias de tipo nutricional, de una forma directa o como respuesta secundaria a ella. Este déficit nutricional puede ser puesto en evidencia por un estudio sobre la dieta de la población, siendo el análisis de los elementos traza uno de los métodos más nuevos para su determinación. Sin embargo, son pocos los estudios que relacionan los niveles de algunos elementos con el estado de la salud de la población. En este sentido, este trabajo pretende analizar la relación entre esta manifestación patológica y la dieta - inferida a través del análisis de elementos traza - así como la posible asociación entre la *cribra orbitalia* y el déficit nutricional de cobre y zinc en la población talayótica de "S'illot des Porros" que presenta una elevada frecuencia de *cribra orbitalia* (39.86%). Sin embargo, el estudio de elementos traza parece indicar que, en general, la población dispondría de una dieta suficiente.

SUMMARY

Cribra orbitalia as a mild manifestation of hyperostotic osteoporosis has traditionally been associated with nutrition-related anaemia, either directly or as a secondary response. This nutritional deficit can be shown through a study of the diet within the population, trace element analysis being one of the most up-to-date methods for such investigations.

The study attempts to analyse the relation between diet and the above-mentioned pathology, by the use of trace element analysis to identify diet patterns. The same methodology was used to investigate the possible association between *cribra orbitalia* and a nutritional lack of copper and zinc in the Talayotic population of S'illot des Porros where a high frequency of *cribra orbitalia* (39.86%) was found.

Nevertheless, the study of the trace elements would seem to indicate that, in general, the population enjoyed a sufficient diet.

LABURPENA

Osteoporosi hiperostosikoaren forma leuntzat hartzen den *cribra orbitalia* elikadura gisako anemiek in erlazioan ohi da eskuarki, era zuzenean edo hari emandako erreakzio sekundario bezela. Elikadurazko defizit hau nabari ager daiteke populazioaren dieta aztertuz, eta hura zehazteko metodori berriena traza-elementuen analisia da. Hala ere, gutxi dira hainbat elementuen mailak populazioaren osasun-egoerarekin erlazioan dituzten analisia. Ildo honetatik, lan honek zera aztertu nahi du, adierazpen patologikoa eta (traza-elementuen analisia ateratako) dietaren arteko erlazioa, eta baita *cribra orbitalia* eta kupre eta zinkeko elikadura-defizitaren arteko erlazio posiblea "S'illot des Porros"eko populazio talaitikoan zeinen *cribra orbitalia* maiztasun gorena agertzen bait den (%39.86). Hala ere, badirudi traza-elementuen azterketak populazioak orohar dieta nahikoa eskuratu izana adierazten duela.

1. INTRODUCCION

La *cribra orbitalia* se describe como una lesión osteoporótica craneal localizada a nivel del techo orbital. Se caracteriza por una hipoplasia e hipertrofia de diploe que ejerce una presión cortical que puede causar la erosión e incluso la destrucción del hueso compacto adyacente en los casos más extremos (HENGEN, 1971 ; STUART-MACADAM, 1985)

La lesión se manifiesta por la aparición, en los primeros estadios, de pequeñas aberturas porosas dispersas en el hueso compacto orbital, en posición anterior y/o antero-lateral, a menudo bilateralmente. En sus formas más avanzadas hay una expansión considerable del hueso esponjoso produciendo un aspecto típico en forma de "panal de abeja" (CARLSON *et al.*, 1974). En general, y en cuanto a etiología, se la considera una forma no severa dentro del grupo de las lesiones óseas descritas como osteoporosis hiperostósicas (CARLSON *et al.*, 1974; LALLO *et al.*, 1977).

* Unitat d'Antropologia. Dpt. Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia. Universitat Autònoma de Barcelona.

Muchas son las etiologías que se han propuesto como posibles responsables del desarrollo de estas lesiones, pero hace tiempo que se viene considerando las anemias por deficiencias como el factor causal más probable, principalmente anemias por déficit nutricional de hierro, anemias parasitarias como la leishmaniosis o la ancylostomosis (BERNARD & RUFFIE, 1972), las helmintiasis o amebiasis (CAMPILLO *et al.*, 1989); aunque también se admite que las anemias hemolíticas hereditarias, tipo talasemias o sicklemias, puedan ser un factor determinante en grupos de áreas geográficas donde estas anemias son comunes (HENGEN, 1971; CARLSON *et al.*, 1974; EL-NAJJAR *et al.*, 1976; LALLO *et al.*, 1977; STUART-MACADAM, 1985; WALKER, 1986; HIRATA, 1990).

Los factores etiológicos descritos que contribuyen al desarrollo de las anemias son muchos y variados: pérdidas de sangre por hemorragia (úlceras, menstruaciones, cáncer gastrointestinal) o infección parasitaria, a la cual son particularmente susceptibles los niños y cuyo efecto se describe devastador respecto a la anemia (CARLSON *et al.*, 1974; STUART-MACADAM, 1989); inadecuada absorción de hierro (diarreas); deficiencias nutricionales, por ejemplo cierto tipo de dietas como las que dependen del maíz, trigo o arroz, que son deficientes en hierro y además interfieren en la absorción de este elemento por parte del organismo, etc. (EL-NAJJAR *et al.*, 1976).

En cualquier población, los grupos más susceptibles a este tipo de anemias son aquellos implicados en tasas rápidas de crecimiento y desarrollo lo que se traduce en requerimientos nutricionales elevados (EL-NAJJAR *et al.*, 1976; STUART-MACADAM, 1989). Estos son principalmente, los niños más pequeños y las mujeres durante la gestación y lactancia. En éstas son factores determinantes los embarazos frecuentes y los partos múltiples.

En algunas investigaciones recientes, dentro de la hipótesis de la anemia como agente causal de la *cribra*, se hace hincapié en que la lesión orbital no siempre es reflejo de una anemia actual, particularmente en los juveniles mayores y en los adultos, y que las alteraciones que resultan en los adultos es más probable que representen estados anémicos sufridos durante la infancia, dadas las particularidades fisiológicas del hueso aún no completamente mineralizado, y que no han experimentado una completa remodelación (STUART-MACADAM, 1985, 1989). En el contexto particular de la fisiología infantil, se consideran causas frecuentes de anemia junto a la insuficiencia nutricional: pobres reservas maternas de hierro (anemia materna), prematuridad y lactancia prolongada más allá de la edad en la que el niño ha agotado las reservas de hierro acumuladas *in útero* y que por tanto debe depender de un aporte externo suficiente para satisfacer los requerimientos, no

siendo la leche materna suficiente (pobre en hierro y vitamina C); problemas del destete, cuando son frecuentes las *diarreas del destete* y que en sus formas más severas causan extrema deshidratación y malnutrición; falta de higiene y salubridad, que puede favorecer el desarrollo de enfermedades e infecciones, etc.

Puesto que el diagnóstico patológico de la *cribra orbitalia* parece indicar un suministro insuficiente o inadecuado en la alimentación como una de las causas que favorecerían los estados anémicos responsables de la lesión orbital, parece importante el poder disponer de un método de diagnóstico directo de la nutrición. La interpretación requiere una reconstrucción arqueológica de la dieta para determinar el potencial uso de los recursos (MARTIN *et al.*, 1985).

El análisis del contenido de oligoelementos o elementos traza en hueso es uno de los medios válidos para reconstruir las paleodietas a partir de los restos esqueléticos de poblaciones antiguas. En líneas generales, el estudio se basa en la cuantificación de los niveles de determinados elementos químicos, que al ser incorporados al organismo con la ingesta, se mantienen en el hueso en niveles proporcionales a la magnitud de su aporte por la dieta, de ahí su utilidad en los estudios de paleonutrición.

2. MATERIAL Y METODO

El presente estudio se ha realizado sobre los individuos inhumados en la necrópolis talayótica de "S'illot des Porros" (Alcudia, Mallorca), (s.VI-II a.C.). De los 276 individuos de la necrópolis (ALESAN, 1990), sólo se conservan 230 cráneos (MALGOSA, 1985), de los cuales sólo 154 presentan la totalidad o parte de una o ambas órbitas. De ellos 23 son infantiles, mientras que los 131 restantes pertenecen a individuos adultos. El diagnóstico de la *cribra orbitalia* se ha realizado por la observación macroscópica y por la contrastación de criterios de los observadores para disminuir, en el mayor grado posible, la subjetividad en el diagnóstico.

El estudio de la dieta se ha establecido a partir del análisis de elementos traza. Para ello se ha tratado químicamente polvo de hueso procedente del fémur de 197 individuos (SUBIRA, 1989). La elección del fémur para este tipo de análisis se debe a que se trata de un hueso poco afectado por la diagénesis (LAMBERT *et al.*, 1982; SUBIRA, 1989) y del cual es fácil obtener una pequeña muestra de hueso evitando la irreparable pérdida que comportaría el destruir parte del esqueleto craneal para su análisis químico. El método químico utilizado para el tratamiento de las muestras es el descrito por SUBIRA *et al.* (1987) y los elementos químicos analizados son el cobre, zinc, estroncio, bario, magnesio y calcio.

Para el tratamiento estadístico se ha utilizado el paquete estadístico SPSS del sistema VAX del centro de cálculo de la Universitat Autònoma de Barcelona.

3. RESULTADOS

Del total de 230 cráneos estudiados, tan sólo 154 de ellos presentaban parte o la totalidad de la órbita. Se han podido observar individuos con *cribra orbitalia*, otros que no presentaban esta lesión, o bien individuos en los que no se ha podido realizar la observación debido a las incrustaciones calcáreas o al mal estado de conservación de las órbitas y que han sido englobados en el grupo de cráneos con órbitas no diagnosticables. En la Tabla 1 se puede observar la incidencia de *cribra orbitalia* en la población correspondiente a S'Illot des Porros que en su globalidad es de 37.01% vs. 55.84% de individuos que no la presentan y el 7.14% en los que no se ha podido determinar. El porcentaje de criba se ve incrementado cuando se considera solamente la población subadulta (78.26%), siendo todavía más elevada la relación cuando se considera el grupo infantil (ALESAN, 1990) que, tal y como citan algunos autores (EL-NAJJAR et al., 1976; STUART-MACADAM, 1989), sería la población de más riesgo. Estos porcentajes corresponden a los valores calculados sobre el total de cráneos que presentan órbitas y por tanto se trata del porcentaje mínimo de individuos que presentan dicha lesión. Cuando el porcentaje se realiza sobre las órbitas en las que se puede establecer un diagnóstico positivo o negativo de esta lesión, el porcentaje de individuos con criba se incrementa a un 39.86% en la totalidad y a un 81.82% en la población subadulta (Tabla 2).

En cuanto a la gravedad de la lesión no se observa en general que ésta sea extrema, advirtiéndose que, cuando se han observado las dos órbitas, la criba está presente en ambas en un 79.41 %.

Una de las posibles etiologías a considerar son las anemias, por ello se ha analizado la posible relación entre la *cribra orbitalia* y el déficit de algunos elementos químicos en el hueso. En general se asocian mayoritariamente las anemias a deficiencias en hierro (BERNARD & RUFFIE, 1972), así su análisis en hueso podría evidenciar la existencia de una posible ferropenia. Este elemento, sin embargo, es poco analizado en el hueso ya que es considerado como un elemento muy diagenético (LAMBERT et al., 1984; LAMBERT et al., 1985; KLEPINGER, 1984) y por tanto sus niveles no corresponden únicamente a las concentraciones *in vivo* sino que están alterados por procesos *post-mortem*. Es por este motivo que se ha desestimado su análisis. Sin embargo las anemias

pueden estar asociadas a otras deficiencias: cobre y zinc. Así, la deficiencia del cobre se manifiesta en forma de anemia y de osteoporosis (DANKS, 1980).

Por ello, se ha procedido a analizar la posible relación entre la *cribra orbitalia* y el déficit nutricional ya que es una de las posibles etiologías a considerar. Se han comparado los niveles de elementos químicos, indicadores de dieta (Cu, Zn, Sr, Ba, Mg y Ca) entre los individuos que mostraban *cribra orbitalia* y los que no la presentaban.

Ahora bien, el estudio comparativo se ha visto drásticamente reducido debido a varios factores: 1) el estudio de elementos traza se ha realizado sobre un hueso poco diagenético, el fémur pero no siempre el esqueleto postcraneal está asociado al cráneo; 2) en aquellos casos de asociación, no todos los cráneos presentan órbitas para ser estudiadas. Así pues, el número de individuos en el que poder estudiar ambos caracteres se ha reducido a 19, 13 de los cuales no presentan criba y 6 con presencia. El pequeño tamaño de la muestra no ha permitido subdividirla para poder analizar las posibles discrepancias entre sexo y edad en aquellos individuos que presentaran dicha afección.

En general, los niveles superiores de los distintos elementos químicos (Tabla 3) corresponden a los individuos que no presentan *cribra orbitalia*. No obstante, en ninguno de los casos las diferencias presentan significación.

4. DISCUSION

Si se comparan los porcentajes de criba presentes en este estudio con los de otras poblaciones talayóticas se observa que los de esta población son

	Subadultos	adultos	Total
No diagnosticados	1 (4.35%)	10 (7.60%)	11 (7.14%)
presencia de criba	18 (78.26%)	39 (29.77%)	57 (37.01%)
ausencia de criba	4 (17.39%)	82 (62.60%)	86 (55.84%)
Total individuos	23	131	154

Tabla 1.- Frecuencias de criba orbitalia sobre el total de la población con órbitas.

	Subadultos	adultos	Total
Presencia de criba	81.82%	32.23%	39.86%
Ausencia de criba	18.18%	67.77%	60.14%
Total individuos	22	121	143

Tabla 2.- Frecuencias de criba orbitalia sobre el total de la población con órbitas diagnosticables.

		CRIBRA n=6	AUSENCIA CRIBRA n=13	p U DE Mann-Whitney
Cu	\bar{X}	14.52	17.98	0.4299
	s.d.	7.1	9.4	
Zn	\bar{X}	127.24	165.48	0.0537
	s.d.	22.4	47.1	
Sr	\bar{X}	334.08	385.28	0.5389
	s.d.	54.7	169.9	
Ba	\bar{X}	27.33	30.70	0.2926
	s.d.	9.5	9.4	
Mg	\bar{X}	5550.12	6277.59	0.5393
	s.d.	1303.7	2146.5	
Ca	\bar{X}	36.32	43.88	0.0956
	s.d.	3.0	8.0	

Tabla 3.- Niveles de elementos traza de los individuos con y sin cribra orbitalia. Comparación mediante el test U de Mann-Whitney.

superiores (Tabla 4). RACINES (1991) observa en la misma población un 18.11%, un 14.6% en Son Real, un 22.5% en Son Oms, y un 23.3% en cráneos pro-

cedentes de Menorca. Asimismo, CAMPILLO *et al.* (1989) observan un 19.4% en un conjunto de series talayóticas de Mallorca. Estas diferencias se acentúan si se considera solamente la población subadulta ya que en estas series mallorquinas (CAMPILLO *et al.*, 1989) el grupo de subadultos presentan un 40%.

En pocas referencias se hallado una frecuencia de criba superior al 80% en la población subadulta: las dos poblaciones estudiadas por FORNACIARI (1982) con un 100% en ambas y una población de medievales daneses con una incidencia del 83% (STUART-MACADAM, 1985). También otras poblaciones muestran porcentajes elevados: las de Württemberg del s. V-IX (HENGGEN, 1971), con un 79.92% en subadultos y de 49.71% en la adulta; de poblaciones indias del sud-oeste de los Estados Unidos datadas en 400-1673 AD (EL-NAJJAR *et al.*, 1976) con un 77.55% para los adultos y un 77.01% para los subadultos. En general los valores pertenecientes a las poblaciones subadultas son superiores a las poblaciones adultas.

En esta población se han detectado diferencias significativas para los niveles de cobre entre el sexo

Procedencia	Periodo	% Subad.	% Adultos	% Total	Cita Bibliográfica
Porros	Talayótico	1	81.82	32.23	39.86
Porros	Talayótico	-	-	18.11	Rasines, 1991
Son Real	Talayótico	-	-	14.60	Rasines, 1991
Son Oms	Talayótico	-	-	22.50	Rasines, 1991
Menorca	Talayótico	-	-	23.30	Rasines, 1991
Baleares	Talayótico	40.00	7.00	10.40	Campillo et al. 1989
Poundbury (Inglaterra)	Romano	55.47	25.18	30.92	Stuart-M., 1985
Württemberg (Alemania)	S. V-IX	76.92	49.71	51.60	Hengen, 1971
Naestved (Dinamarca)	Medieval	83.00	45.00	-	Moller-Christtensen 1956, cit. Stuart-M.
Nubia (Egipto)	350a.C.-350a.D.	23.26	19,87	21.40	Stuart-M., 1985
Cartago (Túnez)	S. III a. C.	100.00	61.11	54.20	Fornaciari e.a., 1982
Sta. Barbara (Sur Califor. USA)	400-5000 BP	50.00	63.35	61.44	Walker, 1986
Dickson Moun. (USA)	1150-1350 AD	51.49	-	-	Lallo et al 1977
Indios (Sur Oeste USA)	400-1673 AD	77.01*	77.55	77.30	El-Najjar et al 1976
Nativos (Br. Coiurn. USA)	1750-1850 AD	26.60	8.89	12.60	Cybulski, 1977
Tokio (Japón)	S. XVII	100.00	61.11	54.20	Fornaciari et a., 1982

Tabla 4.- Frecuencias de cribra orbitalia por grupos de edad en series esqueléticas de diferentes poblaciones.

El-Najjar et al. considera este grupo entre 0 y 11 años.

femenino con niveles inferiores ($X=11.66$) y el sexo masculino ($X=14.66$) (SUBIRA, 1989). El análisis forma parte de un estudio más complejo en el que intervienen otros elementos químicos (Sr, Zn, Ca, Ba, Mg) siendo solamente el cobre el elemento que difiere entre ambos sexos. Así los resultados indican que estas diferencias no pueden atribuirse a discrepancias en la dieta que se hubieran observado en las concentraciones de otros elementos y que por tanto se deben a diferencias fisiológicas entre ambos sexos (SUBIRA & MALGOSA, 1991).

De manera similar el estudio comparativo entre los distintos grupos de edad (infantil $n=10$, juvenil $n=3$ y adulto $n=161$) no muestra, en este caso, diferencias entre los distintos grupos (SUBIRA & MALGOSA, 1991). En esta población y si algún tipo de anemia fuera la causa de dicha lesión, sería de esperar que existieran diferencias en los niveles de algunos elementos traza que reflejaran la distinta incidencia de la lesión entre adultos y subadultos. La frecuencia tan elevada de *cribra orbitalia* en la población subadulta de Porros parece ser contraria a los resultados obtenidos del análisis de elementos traza entre los grupos de edad. No obstante al no poder realizar el análisis químico en la totalidad de los individuos por no disponer en todos los casos de esqueleto postcraneal, y concretamente de fémur, no se podrán poner de manifiesto estas apreciaciones.

El estudio global de la dieta de este grupo a partir del análisis de elementos traza muestra que la población tuvo una dieta mixta con un alto contenido cárnico, principalmente de origen marino, a la vez que un aporte importante de granos y cereales (SUBIRA, 1989).

Todos estos estudios nos demuestran que los individuos hallados en esta necrópolis forman parte de un grupo más o menos homogéneo en cuanto a lo que su dieta se refiere.

En este sentido, el estudio de elementos químicos entre individuos con presencia de cribra y ausencia de dicha lesión nos muestra que existe similitud entre los niveles de ambos grupos (Tabla 3). Ello nos permite suponer que estos individuos no se verían afectados por algún tipo de anemia, por lo menos asociada a deficiencias en cobre o zinc, sin poder establecer si lo están o no a deficiencias en hierro. De todas formas las anemias graves por carencia de aporte de hierro son raras a menos que se trate de pueblos con miseria alimentaria crónica (BERNARD & RUFFIE, 1972) y éste no sería el caso de Porros como demuestran los estudios patológicos (CASTELLANA *et al.*, 1991; MALGOSA *et al.*, 1991; PEREZ *et al.*, 1991; SUBIRA *et al.*, 1991), arqueológicos

(TARRADELL, 1961), de dentición (CARRASCO, 1989; PEREZ, 1990) y de elementos traza (SUBIRA, 1989). Además la deficiencia en hierro puede provocar retrasos en el crecimiento y anomalías esqueléticas (OSTER, 1988) que no se han observado en la población y en concreto no se detectan en la población subadulta de Porros (ALESAN, 1990).

Con anterioridad ya se ha comentado que dicha población dispondría de una dieta rica y variada, en la que parece que los individuos no fueron sometidos a una alimentación deficitaria. Parte de la dieta de esta población eran los cereales, cuyo elevado consumo ha sido asociado a las anemias por algunos autores (EL-NAJJAR, 1986; MARCSIK, 1987). Ello es debido a la presencia de fitatos en su composición que inhiben la absorción del cobre y del zinc. Sin embargo en esta población el aporte cárnico es relativamente superior al de cereales no permitiendo que los niveles de dichos elementos sean tan bajos.

Así pues, creemos que no existe una relación entre la elevada frecuencia de *cribra orbitalia* en la población de Porros y un tipo de anemia. Por un lado, las talasemias y otras anemias hereditarias provocan elevadas tasas de osteoporosis generalizadas que no se hallan en Porros. De todas formas, en las islas mediterráneas se detectan elevadas tasas de este tipo de hemoglobinopatías pero desconocemos su incidencia en épocas prehistóricas. También se ha evidenciado en Mallorca una elevada tasa de deficiencia de 6-GPD (GPD Med), anomalías que se asocian habitualmente a anemias.

Las anemias carenciales también se descartan por el estudio de la dieta a través del análisis de elementos traza que indica una homogeneidad en los niveles de Cu y Zn entre los individuos que presentan la lesión y los que presentan las órbitas indemnes, también por el estudio global de la población a través del estudio de paleopatología oral, microdesgaste dentario, patologías en general, elementos traza y evidencias arqueológicas.

En cuanto a las anemias infecciosas podrán ser la causa más probable ya que son fuente de graves problemas en la infancia. A pesar de la falta de evidencias directas de infecciones en la población se debe tener en cuenta la elevada tasa de cribra en la población infantil que constituye el grupo más afectado. Siendo, pues, las infecciones uno de los mayores factores de morbilidad y mortalidad infantil no parece adecuado descartar la asociación entre ambas patologías.

A pesar de todo ello, no puede atribuirse la cribra a ningún tipo de anemia en concreto y podría ser fruto de una mayor predisposición de la población a sufrir la lesión.

BIBLIOGRAFIA

- ALESAN, A.
1990 *Estudi d'una població subadulta de l'Edat del Ferro: demografia, antropometria i creixement*. Memoria de Master de especialización profesional en Biología Humana. Universitat Autònoma de Barcelona.
- BERNARD, J. & RUFFIE, J.
1972 *Hématologie géographique*. Masson et Cie. París.
- CARRASCO, T.; CAMPILLO, D. & MALGOSA, A.
1991 *Patologías dentarias de la necrópolis talayótica de "S'illot des Porros (Mallorca)"*. Actas del IX Congreso de Historia de la Medicina. Zaragoza. Universidad de Zaragoza, vol. IV, 1189-1199.
- CASTELLANA, C.; CAMPILLO, D. & MALGOSA, A.
1991 *Estudio de las artropatías de la necrópolis talayótica de "S'illot des Porros (Mallorca)"*. Actas del IX Congreso de Historia de la Medicina, Zaragoza. Universidad de Zaragoza, vol. IV. 1207-1217.
- CAMPILLO, D.; BERTRANPETIT, J. & VIVES, E.
1989 Criba orbitalia y osteoporosis hiperostósicas en Paleopatología. *Asclepio*. (en prensa)
- CARLSON, D.S.; ARMELAGOS, G.J. & VAN GERVEN, D.P.
1974 Factors influencing the etiology of cribra orbitalia in prehistoric nubia. *Jour. Human Ev.* 3, 405-410.
- EL-NAJJAR, M.; RYAN, D.; TURNER II, CH. & LOZOFF, B
1976 The etiology of porotic hyperostosis among the prehistoric and historic Anasazi indians of southwestern United States. *Am. J. Phys. Anthropol.* 44, 477-488.
- HENGEN, O.P.
1971 Criba orbitalia: pathogenesis and probable etiology. *Homo* 22, 57-75.
- HIRATA, K.
1990 Secular trend and age distribution of cribra orbitalia in Japanese. *Hum. Ev.* 5, n.4, 375-385.
- KLEPINGER, LL.
1984 Nutritional assessment from bone. *Ann. Rev. Ant.* 13, 75-96.
- LALLO, J.; ARMELAGOS, G. & MENSFORTH, R
1977 The role of diet, disease and physiology in the origin of the porotic hyperostosis. *Hum. Biol.* 49, n.3, 471-483.
- LAMBERT, J.B.; VLASAK, S.M.; THOMETZ, A.C. & BUIKSTRA, J.E.
1982 A comparative study of the chemical analysis of ribs and femurs in woodland population. *Am. J. Phys. Anthropol.* 59, 289-294.
- LAMBERT, J.B.; VLASAK, S.M.; SZPUNAR, C.B. & BUIKSTRA, J.E.
1984 Ancient human diet from inorganic analysis of bone. *Acc. Chem. Res.* 17, 298-305.
- 1985 Bone diagenesis and dietary analysis. *J. Hum. Ev.* 14, 477-482.
- MALGOSA, A. & CAMPILLO, D.
1991 *Visión general de las patologías halladas en los individuos de la necrópolis talayótica de "S'illot des Porros (Mallorca)"*. Actas del IX Congreso de Historia de la Medicina, Zaragoza. Universidad de Zaragoza, vol IV, 1409-1421.
- MARCSIK, A.
1987 Porotic Hyperostosis from prehistoric periods. *Paléobios*, 3, n. 2-3, 27-35.
- MARTIN, D.L.; GOODMAN, A.H. & ARMELAGOS, G.J.
1985 *Skeletal pathologies as indicators of quality and quantity of diet*. En: "The analysis of prehistoric diets" de R.I. Jr. Gilbert & J.H. Mielke (eds). Academic Press, 227-279. Orlando.
- OSTER, O.
1988 *The diagnosis of disease by element analysis*. En: "Trace elements in environmental History". Grupe & Herrmann Eds. Springer-Verlag, 151-165.
- PEREZ, V.
1990 *Técnica de análisis de los patrones de microdesgaste dentario (M.O.) como indicadores de dieta*. Memoria del Master de especialización profesional en Biología Humana. Universidad Autònoma de Barcelona.
- PEREZ, V.; CAMPILLO, D. & MALGOSA, A.
1991 *Estudio de las lesiones traumáticas de los individuos de la necrópolis talayótica de "S'illot des Porros (Mallorca)"*. Actas del IX congreso de Historia de la Medicina, Zaragoza. Universidad de Zaragoza, vol IV, 1461-1470.
- RACINES, P.
1991 *Caracteres craneales discontinuos de la población prehistórica de las Islas Baleares*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- STUART-MACADAM, P.
1985 Porotic hyperostosis: representative of a Childhood condition. *Am. J. Phys. Anthropol.* 66, 391-396.
- STUART-MACADAM, P.
1989 *Nutritional deficiency diseases*. En: "Reconstruction of life from the skeleton" de Yasar Iscan & Kennedy (Eds), Alan R. Liss Inc.. 201-222. New York.
- SUBIRA, M.E.
1989 *Estudi d'elements traça en la població talayótica de S'illot des Porros (Mallorca)*. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- SUBIRA, M.E.; CAMPILLO, D. & MALGOSA, A.
1991 *Paleopatología del cráneo en los individuos procedentes de la necrópolis de "S'illot des Porros (Mallorca)"*. Actas del IX Congreso de Historia de la Medicina, Zaragoza. Universidad de Zaragoza, vol IV, 1529-1538.
- SUBIRA, M.E. & MALGOSA, A.
1989 Trace element contents in the bone as age and sex indicator. A case study of the necropolis of S'illot des Porros (Spain). *Hum. Evol.* (en prensa)
- TARRADELL, M.
1961 La necrópolis de Son Real y la Illa des Porros (Mallorca). *Excavaciones Arqueológicas en España* 24.
- WALKER, P.L.
1986 Porotic Hyperostosis in a Marine Dependent California indian population. *Am. J. Phys. Anthropol.* 69, 345-354.