

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS MEDICAS DE SANTIAGO DE CUBA

Efecto de la inanición sobre la densidad fotométrica radiográfica, peso y contenido de sales de los huesos

Por:

Dr. ARNALDO HIDALGO PAZ*, Dr. MIGUEL MIYARES CALAS** y ALEXANDRA CARULLA SARABIA***

Hidalgo Paz, A. y otros. *Efecto de la inanición sobre la densidad fotométrica radiográfica, peso y contenido de sales de los huesos*. Rev Cub Med 20: 2, 1981.

Se estudiaron las variaciones de densidad fotométrica radiográfica, de peso y contenido de sales totales de los huesos largos de ratas adultas sometidas a inanición. Un primer grupo de seis ratas se empleó para establecer el tiempo máximo de inanición compatible con la vida de esos animales. El segundo grupo, control, estuvo formado por quince ratas alimentadas habitualmente. El tercer grupo, experimental, compuesto por quince animales, fue privado de todo alimento por 8 días. Las ratas de los grupos control y experimental fueron sacrificadas por decapitación y se obtuvieron sus fémures por disección. La densidad fotométrica radiográfica se determinó mediante el biodensímetro, equipo diseñado y construido para esta investigación. El peso de los huesos se obtuvo empleando balanza semimicroanalítica, y el contenido de sales totales fue calculado por la diferencia de los huesos y sus cenizas, obtenidas por incineración en una mufla. Pudo observarse que, tanto la densidad fotométrica, como el peso y el contenido de sales totales de los huesos de las ratas sometidas a inanición, fueron significativamente menores que los encontrados en los huesos de los animales normalmente alimentados.

INTRODUCCION

Se informa que aproximadamente 800 millones de personas, distribuidas fundamentalmente en Asia, Africa, Oriente Medio y América Latina, no pueden obtener un nivel nutricional adecuado a las

necesidades vitales y muchas mueren por esta causa.¹

Esta preocupante información, unida a la conocida ayuda internacionalista que presta Cuba en la esfera de las ciencias médicas a numerosos países de las áreas del mundo más afectadas por el hambre, confieren a las investigaciones referentes a los efectos de la inanición sobre los organismos vivos, un carácter de actualidad y aplicación incuestionables.

* Candidato a doctor en Ciencias Médicas. Profesor auxiliar de anatomía del ISCM de Santiago de Cuba.

Candidato a doctor en Ciencias Médicas. Profesor auxiliar de bioquímica del ISCM de Santiago de Cuba.

Estudiante de 2do. año de medicina del ISCM de Santiago de Cuba.

Al mismo tiempo los trabajos informados sobre fotodensitometría ósea no están

destinados a estudiar los cambios de densidad producidos por la inanición. Además, estos trabajos no ofrecen unanimidad de criterios en cuanto a los métodos empleados para la determinación de la densidad ósea.^{2,8}

Por otra parte, en la literatura médica asequible no se encuentran informes destinados especialmente a exponer las variaciones de densidad, peso y contenido de sales que sufren los huesos largos de animales adultos sometidos a inanición. Estas son las razones que motivaron la realización del presente trabajo investigativo experimental.

MATERIAL Y METODO

Fueron utilizadas 36 ratas blancas adultas jóvenes, cuyos pesos oscilaron entre 200 y 250 g, tomadas aleatoriamente. Seis animales constituyeron el grupo denominado exploratorio, al que se privó de alimentos indefinidamente, para establecer el tiempo máximo promedio compatible con la vida en esas condiciones. Se determinó que la mayor parte de las ratas moría posteriormente a 8 días de ayuno. Por esto, con el objetivo de que los animales no murieran de hambre, se fijó en 8 días el período de inanición del experimento. Quince ratas recibieron alimentación habitual, éstas formaban el grupo control. Las quince restantes en jaulas individuales donde no recibieron alimento por el tiempo antes señalado, aunque bebieron agua libremente. Este último grupo recibió el nombre de experimental.

Todas las ratas de los grupos control y experimental se sacrificaron por decapitación, luego se independizaron sus fémures, liberándolos completamente de partes blandas. Todos los huesos fueron radiografiados juntos sobre una sola placa, empleando un equipo Siemens, tipo Eliophos 5-S, con 38 Kv, 2,5 mA/seg, a una distancia foco-placa de 60 cm. La densidad fotométrica se estableció por la lectura del material radiográfico en el biodensímetro, "equipo diseñado y construido especialmente para realizar esta investigación (figura).

Por razón de que la densidad ósea está relacionada con el peso y contenido de sales totales de los huesos, éstos fueron pesados y posteriormente incinerados en una mufla Huppert, modelo 333 a 800 grados centígrados durante dos horas, se pesaron las cenizas resultantes. La diferencia entre el peso de los huesos y sus cenizas proporcionó en cifras el contenido ponderal de sales totales de los mismos. Las pesadas se realizaron en una balanza semimicroanalítica VLM-20-MT. La significación estadística de las diferencias entre los grupos control y experimental se estableció mediante el test de Student, empleando una computadora digital Sharp Complet 365-P.

RESULTADOS

La comparación de las cifras proporcionadas por el biodensímetro reflejaron diferencias en las densidades de los huesos de los grupos estudiados; el promedio de densidad fotométrica de los huesos del grupo control ascendió a 12,13 lux (unidad de iluminación), con S^2 de 3,28, y desviación estándar (DS) de 1,81, mientras la cifra media de densidad del grupo experimental fue de 9,80 lux, con S^2 de 3,63, y DS de 1,90. Se estableció que la densidad fotométrica radiográfica de los

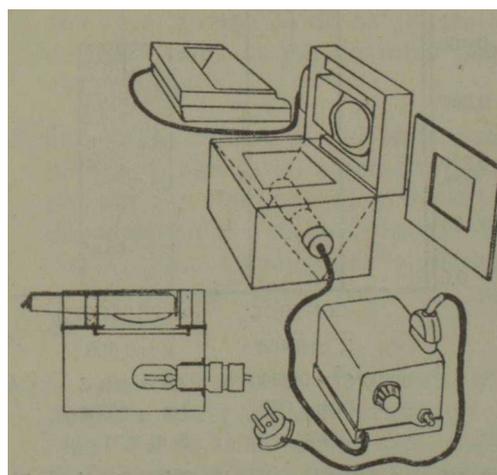


Figura. Biodensímetro, equipo diseñado y construido especialmente para esta investigación. Por medio del mismo se determinó la densidad ósea de los grupos estudiados.

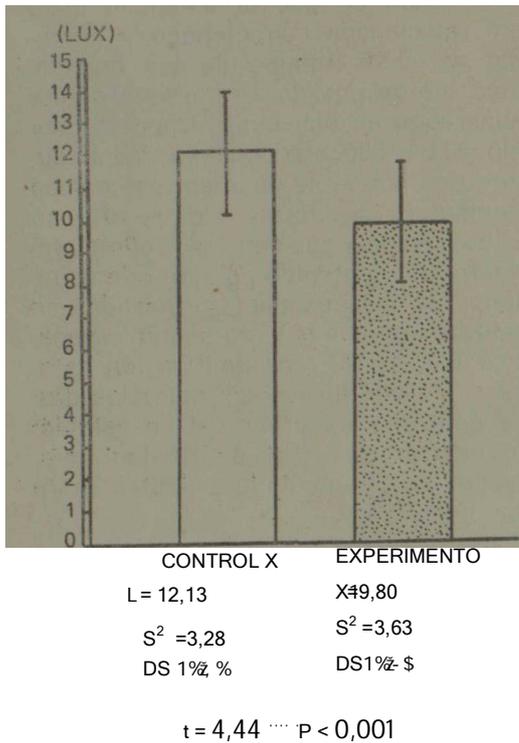


Gráfico 1. Diferencia de densidad. Los huesos de los animales sometidos a inanición presentaron menor densidad comparativa que los del grupo control.

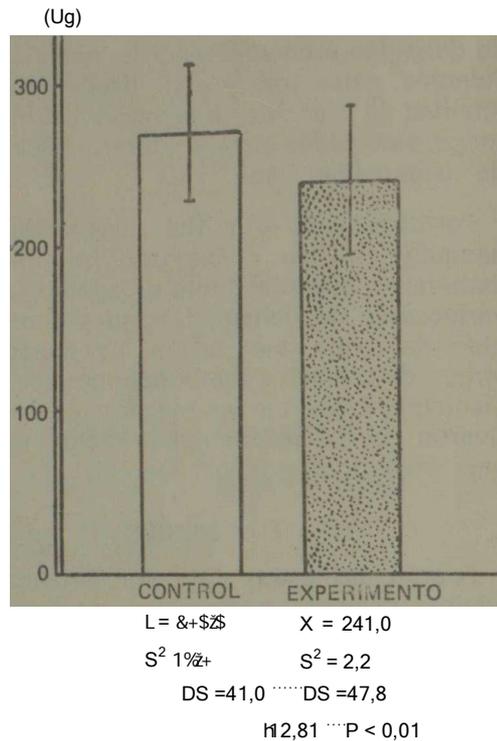


Gráfico 2. Diferencia de peso. Se pudo observar que existía una diferencia en el peso de los huesos de los grupos estudiados, resultando menor el presentado por los del grupo experimental.

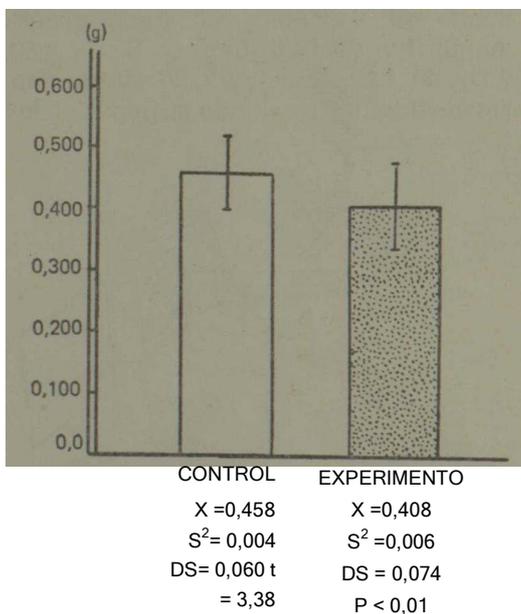


Gráfico 3. Diferencia de sales totales. El contenido de sales totales de los huesos de los animales que no ingirieron alimentos fue significativamente menor, como puede observarse en este gráfico.

huesos de los animales que no ingirieron alimentos es significativamente menor que la observada en los del grupo control, con P menor de 0,001 (gráfico 1).

El peso de los huesos intactos de ambos grupos diferían entre sí; el peso promedio de los huesos del grupo control fue de 0,458 g, con S² de 0,004 y DS de 0,60. Por su parte, el peso promedio de los huesos del grupo experimental fue de 0,408 g, con S² de 0,006 y DS de 0,074. Se evidenció menor peso en los huesos del grupo experimental, siendo esta diferencia significativa, con P menor de 0,01 (gráfico 2).

El contenido de sales totales de los huesos, representado por el peso de las cenizas de los mismos, no fue igual en uno y otro grupo; en el grupo control el peso promedio de las sales totales fue

de 270 microgramos, con S^2 del 7 y DS de 41,6. En el grupo experimental fue de 241 microgramos, con S^2 de 2,2, y DS de 47,8. En los huesos de los animales que sufrieron inanición se comprobó menor contenido de sales totales, siendo la diferencia estadísticamente significativa, con P menor de 0,01 (gráfico 3).

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados, tomados en su conjunto, manifiestan que la densidad fotométrica radiográfica, así como el peso y el contenido de sales totales de los huesos de los animales que no ingirieron alimentos, fue significativamente menor que en aquellos que se alimentaron en forma habitual.

Estos resultados pueden ser explicados sobre la base de los procesos de la biología ósea. Como ha sido establecido, en condiciones de alimentación normal, los iones de sales intercambiables de los huesos se mantienen en equilibrio activo, intercambiándose constante con las sales de los líquidos orgánicos, por lo que las características físico-químicas fundamentales de esas estructuras no manifiestan cambios fundamentales.¹² Pero al no ser ingeridas sales con los alimentos, pues estos no están ingresando al organismo, el equilibrio se ve alterado. En un principio este desequilibrio es corregido por el propio organismo, disminuyendo la excreción de sales mediante la acción de la hormona paratiroidea. Este mecanismo compensador llega a ser insuficiente si el ayuno se mantiene, y es entonces que la reserva mineral existente en los huesos se moviliza hacia los líquidos orgánicos, para compensar el desequilibrio que allí surge.^{13,14} Al no ser reemplazadas las reservas minerales de los huesos, el contenido de sales totales de los mismos lógicamente disminuye. Sin duda alguna, lo anterior redundará en una disminución del peso y la densidad radiográfica de los huesos, que serán más manifiestas cuanto más prolongada

y total sea la falta de ingestión de alimentos.

Las variaciones de contenido de sales y densidad observadas en este experimento, concuerdan con lo planteado por Ham,¹³ quien considera que si el calcio necesario para conservar un valor adecuado de calcemia, no se halla disponible en la dieta, se produce una resorción ósea más o menos manifiesta, mayor que la formación de hueso. Es por esto que, con el tiempo — agrega— sería lógico esperar que los huesos se volvieran menos densos.

Aunque los resultados experimentales no pueden ser trasladados de manera absoluta al hombre, los índices que se obtienen en este tipo de investigación deben servir de base y tenerse presentes en el momento de emitir diagnóstico; si se está en presencia de pacientes adultos jóvenes, con antecedentes de deficiencia alimentaria manifiesta y mantenida, no debe olvidarse este factor al momento de estudiar las características de sus huesos.

CONCLUSIONES

1. La inanición por 8 días es capaz de disminuir significativamente la densidad fotométrica radiográfica, el peso y el contenido de sales totales de los huesos largos de ratas blancas adultas.
2. En individuos adultos jóvenes debe tenerse presente su estado nutricional, para no confundir la disminución de la densidad radiográfica que pudieran presentar sus huesos, producto de compensación orgánica, con osteoporosis.
3. El biodensímetro es un aparato que permite efectuar con precisión la medición de la densidad ósea radiográfica comparativa de los huesos de ratas blancas. Su utilización puede ser estudiada para ser empleada en la determinación clínica de cambios de densidad en los huesos humanos.

SUMMARY

Hidalgo Paz, A. et al. *Inanition effect on the radiographic photometric density, weight and salt content of the bones.* Rev Cub Med 20: 2, 1981.

The variances of radiographic photometric density, weight and total salt contents from large bones of adult rats undergone to inanition were studied. A first group of six rats was employed to establish the maximum period of inanition compatible with the life of those animals. The second group, control group, was formed by 15 rats usually nourished. The third group, the experimental one, comprised by 15 animals, was privated of all food during 8 days. The rats from the control and experimental groups were sacrificed by beheading, and their femora were obtained by dissection. The radiographic photometric density was determined by the biodensimeter, an equipment designed and built-up for this research. The bone weight was obtained through semimicroanalytical balance, and the total salt contents by calculating the differences between the bones and their ashes, which were obtained by incineration in a muffle. It could be observed that the photometric density as well as the weight and the total salt contents of the bones of the rats undergone to inanition, were significantly smaller than those found in the bones of normally nourished animals.

RESUME

Hidalgo Paz, A. et al. *Effet de l'inanition sur la densité photométrique radiographique, le poids et le contenu en sels des os.* Rev Cub Med 20: 2, 1981.

L'étude a porté sur les variations de la densité photométrique radiographique, du poids et du contenu en sels totaux des os longs de rats adultes soumis à inanition. Un premier groupe de rats a été employé pour établir le temps maximum d'inanition compatible avec la vie de ces animaux. Le deuxième groupe (groupe contrôle) était composé par quinze rats alimentés habituellement. Le troisième groupe (groupe expérimental) comprenait quinze rats lesquels ont été privés de tout aliment durant 8 jours. Les rats du groupe contrôle et du groupe expérimental ont été sacrifiés par décapitation, et on a obtenu leurs fémurs par dissection. La densité photométrique radiographique a été déterminée moyennant le biodensimètre, appareil dessiné et construit pour cette recherche. Le poids des os a été obtenu par l'emploi de la balance semi-microanalytique, et le contenu en sels totaux a été calculé par la différence des os et des leurs cendres, obtenues par incinération dans un moufle. Il a été noté qu'aussi bien la densité photométrique que le poids et le contenu en sels totaux des os des rats soumis à inanition, ont été significativement plus bas que ceux des os des animaux normalement alimentés.

PESEME

Hnantro nao, k* h coTpyaHHXH. Bramaē hctquibhw Ha iOTOMeT- P[^]orpa[^]iHHeckyB
iuiothoctí, Bac a co[^]epaaHae coiefl v
KOCTHX. Rr» Cyb Med 301 2, 1981.

Bhjie HccjieOBaHH n3MeH6naa \$OTOM6TpnMecKOñ pajn;iiorpa\$HHeckOñ -
miOTHOCTH, Beca e coaepxaHEH oóiuex co[^]eñ b juihhhx kochx Bspoc
jihx Mamen, no,nBepaBmHxcH HCTomeHHE. IlepBaH rpynna, cocTOHBmaH-
03 mecTH xebothhx <5tuaia Hcn0Jib30BaHa jym onpe,n;ejieHEH MaKCEMagB-
Horo BpeweEB ECTOUjeHEH, CpaBHMMOro C XE3HBE 8TEX SEBOTHEX. «TO
pan rpynna cocTonjia E3 iihTHaimaTE- MHaeÉ, kotophx kopme[^]h nop -
MajiBHO, KOHTpojibHaH rpynna. IpeTBH rpynna, SKnepEweHTajiBHah,
TaKxe cocTOHjia 03 nHTHajinaTH xebothhx, kotophx He ko[^]mejie Ha -
npoTHxeHun 8 flieñ. Iebothh0 rpynn kohtpojibhoS e aKnepEMEHTaji[^]
Hoñ ótura yÓHTH fleimTannefl; npa 8Tom <5rot B3HTH c homoeibs) pac-
ce[^]eHHH óe[^]efume kocte stex xhbothhx. \$OTOMeTpE[^]ecKaH paanor-
pagareecKaH hkothoctb ÓHJia onpefl&aeHa c homoiube tiaofleHCHMeTpa,
cnpoeKTjapoBaHHoro e nocTpoeHHoro cneinajibHO[^] jm npoBes8H2H 8TO
ro EccjieOBaHEH. Bec Kocxñ óhji ycTanoBJieH nocpe[^]ctBOM nprweHe
heh ceMHMHKpoaHaraiTHqecKH BecoB, a co,ii;epxaHEe otiuyix co[^]ie2 <5h-
jio pacHTTaHO corjiaoHO pa3rane Meawy BecoM KocTeñ e BecoM es nen
jia, nojiyneHHoro npr cxEraHEE KOCTeñ b ne[^]m oóxEraHEH. Era npoBe,
[^]eHEE accjiesoBaHEH HatijicwanocB, hto, KaK (EOTOMeTpEHeckKaH újiot-
HOCTB, T3K E BeC E COflepsaHEe OtilHEX COJiefl B KOCTHX MHffleñ, noa-
BeparapxH ECTomeHHE, óhjie 3Ha[^]raTejibHO m8hbihhme HeM \$otomgte
Hecnan hjiothoctb, Bec h co[^]epsaHEe odmnx cojieñ b kochx **yei** -
BOTHKX, KOTOPUX KOPMHJIE HOPMHJIBHO.

BIBLIOGRAFIA

1. Mora, H.C. Por los caminos del hambre. Prisma Latinoamericano 77: 2, La Habana, 1979.
2. Kcane, B.E. Quantitative evaluation of bone mineral by a radiographic method. Br J Radiol 32: 162, 1959.
3. Williams, D.E.: R.L. Mesón. Bone density measurement in vivo. Science 133: 39, 1962.
4. Cameron, J.R.; J.A. Sorenson. Measurement of bone mineral in vivo. Science 142: 230, 1963.
5. Mecma, H.H. et al. A method for determination of bone salt content of cortical bone. Radiology 82: 986, 1964.
6. Anderson, J.B. A new technique for measurement of metacarpal density. Br J Radiol 33: 443, 1966.
7. Sorenson, J.A.: J.R. Cameron. A reliable in vivo measurement of bone mineral content. J Bone Joint Surg 94A: 841, 1967.
8. Ilose, G.P. Estimation of changes in bone calcium content by densitometry. Radiology 93: 841, 1969.
9. Hidalgo, A. Macrofotodensitometría utilizando placas radiográficas. Su empleo en investigaciones experimentales. Rev Cub Cir 18: 87-91, 1979.
10. Amprino, A. Aspectos dinámicos de la biología ósea. Simposium Ci'oa 7, 4: 163-170, 1959.
11. Bell, G. y colaboradores. Fisiología y química biológica. 3ra. ed., El Ateneo, Buenos Aires, 1960.
12. Ganong, W.F. Manual de fisiología médica. 1ra. ed., pp. 320-321, El manual moderno S.A., México, 1966.
13. Guyton, A.D. Tratado de fisiología medica. 4ta. ed., p. 580, Ed Interamericana, Madrid. 1971.
14. Maynard, L.A. Nutrición animal. 3ra. ed., pp 124-125, UTEHA, México D.F., 1955.
15. Ham, A.W. Tratado de histología. 4ta. ed.. p. 783. Ed Interamericana, México, 1970.

Recibido: noviembre 16, 1979.
Aprobado: febrero 29, 1980.

Dr. Armando Hidalgo Paz
Calle I No. 212 e/ 4ta. y 5ta.
Rpto. Sueño, Santiago de Cuba.