

Casa de Salud Valdecilla (Santander) - Servicio de Bioquímica
(Jefe: Dr. E. Cavayé Hazen)

Contribución al estudio mineral de la médula ósea humana

por E. Cavayé Hazen

(Recibido para publicar el 3 de marzo de 1949)

Hace tiempo que venimos ocupándonos en investigar acerca de la composición química del hueso; y al revisar la literatura mundial, pudimos comprobar que ésta es numerosa por lo que respecta a la composición química del hueso, pero casi nula por lo que se refiere a la de la médula ósea, lo que nos indujo a efectuar una serie de investigaciones sobre este tema que consideramos de un interés, ya que puede ser base para posteriores investigaciones de tipo farmacológico y terapéutico, puesto que la vía esternal podría ser una vía de administración de medicamentos. Como consecuencia, hemos hecho una larga serie de estudios, de los cuales el presente artículo es una parte de los mismos.

La escasez de trabajos referentes a este tema dimana, por una parte, de las dificultades inherentes para hacer un estudio in vivo de ella; por otra parte, el que al determinarla en cadáver han podido ocurrir alteraciones por la acción de la enfermedad que ocasionó la muerte, así como por el tiempo transcurrido desde que ocurrió ésta, y también debido a las variaciones que puedan existir en la composición de la medula del ser vivo y la del cadáver, junto con que su composición química varía con arreglo a la localización de la médula que se emplee para el análisis, pues así, es totalmente diferente la correspondiente a los llamados huesos largos, que presentan un canal medular bien marcado, de aquella otra perteneciente a huesos de tipo esponjoso. E incluso dentro de un mismo hueso largo es diferente la composición de la médula en las porciones distantes del mismo que la de aquella correspondiente a sus porciones centrales; así, DIERZ (8 y 9), trabajando con médula ósea de conejos, encuentra las siguientes diferencias:

Médula ósea	Agua	Lípidos	Residuos	Nitrógeno total	Nitrógeno lipóideo
Tibia, porción distal . .	27,6	68,3	4,1	0,62	0,066
Tibia, porción central . .	46,1	44,2	9,7	1,43	0,159
Fémur, porción distal . .	55,0	33,5	11,5	1,84	0,207
Fémur, porción central.	52,6	35,9	11,5	1,77	0,184
Húmero, porción distal . .	52,1	34,5	13,4	1,92	0,245
Húmero, porción central	54,8	32,6	12,6	1,94	0,189

Además de todas las dificultades citadas, así como la de variar la composición de la médula con arreglo a la alimentación, a la edad y al sexo del animal de que se trate, existe otra más que quizá desde el punto de vista técnico sea la más difícil de solventar, y es la de la presentación de trabéculas microscópicas de hueso como tejido de sostén de la médula, trabéculas que según su mayor o menor número alterarán los resultados analíticos obtenidos, y que son muy difíciles de eliminar. Así, GERHARTZ (11), en su artículo "Química de los órganos postembrionarios de las células formadoras de sangre", indica los numerosísimos trabajos de KÜLBS (17), que ha sido el autor que más ha investigado sobre este tema y que, sin embargo, no ha tenido en cuenta la gran cantidad de trabéculas óseas que contenían las muestras en que practicaba sus análisis. GERHARTZ (11) preconiza que la médula sea previamente centrifugada, en lo que nosotros discrepamos, puesto que, a nuestro juicio, esta centrifugación trae como consecuencia la separación simultánea de corpúsculos organizados, no practicándose entonces el análisis en una muestra de médula totalmente verdadera y completa.

PARTE EXPERIMENTAL

Hemos operado con médula de cadáveres humanos, los cuales hemos procurado no hubiesen sufrido grandes alteraciones en los órganos hematopoyéticos, ni en el sistema sanguíneo, durante el proceso de su enfermedad, procurando además hacer siempre las extracciones en cadáveres recientes, para que no pudieran existir alteraciones postmortem.

Nuestras muestras de médula proceden siempre de esternón, las correspondientes a médula roja de huesos esponjosos; y de tibia, las de médula grasa correspondientes a huesos largos. Para obtenerla operamos de la forma siguiente:

Medula esternal. — Debido a necesitar una cantidad de medula, mayor que la que se puede obtener mediante una punción esternal, procedemos practicando una incisión con bisturí, que va desde el tercio medio de ambas clavículas al apéndice xifoides, cortando piel, tejido celular subcutáneo y músculo pectoral mayor. A continuación, con un costomomo, cortamos las costillas a unos 4 cm. de su articulación costosternal, llegando hasta clavícula, la cual cortamos en su tercio medio. Seguidamente y por medio del bisturí, cortamos los músculos intercostales y terminamos de desprender este peto costal de los órganos internos. Una vez desprendido el esternón, le damos un corte longitudinal en su línea media, y le dividimos en dos mitades, con lo que aparece inmediatamente la medula, que por compresión recogemos perfectamente con ayuda de una cucharilla de raspado, trasladando la muestra así obtenida a un crisol que de antemano teníamos preparado y tarado.

Medula grasa de tibia. — erificamos la extracción practicando una incisión de unos 8 cm. de longitud, cortando piel y tejido celular subcutáneo en el tercio medio de la pierna y en su cara interna; una vez que dejamos al descubierto el hueso, lo limpiamos mediante una legra, separando el periostio, y entonces, con una sierra eléctrica, practicamos dos pequeños cortes en el hueso, perpendiculares al mismo, y otros dos longitudinales uniendo los primeros. Hecho esto y con ayuda de una pinza, extraemos la cuña ósea, e inmediatamente nos hallamos en el canal medular, el cual procuramos limpiar perfectamente para evitar la más mínima traza de trabécula ósea, y con ayuda de una cucharilla de raspado procedemos a la extracción de las muestras de medula.

Una vez obtenidas las muestras hemos procedido inmediatamente a determinar su peso y, a practicar su análisis para no dar lugar a pérdidas de peso por evaporación acuosa, o alteraciones en su contenido químico.

Determinación del contenido acuoso. — Hemos seguido la técnica preconizada por BANG y descrita por PINCUSSEX (20), habiéndolo tan sólo efectuado en la medula de hueso esponjoso (esternal), por creer, en primer lugar, que en esta porción sería de mayor interés, y en segundo lugar debido a las dificultades para hacer esta determinación. Siguiendo el método expuesto hemos operado en estufa seca a 100° C., y para la micropesada hemos utilizado balanza de torsión, habiendo podido apreciar que aunque la medula ósea es una mezcla muy homogénea (como hemos hecho en todas nuestras determinaciones), varias simultáneamente y correspondientes a una misma clase de medula, pues aunque pequeñas, existen diferencias,

por lo que nosotros hemos realizado siempre en cada muestra seis determinaciones, y nuestros resultados son la media de ellas; ahora bien, como en la medula grasa de hueso largo no hay manera de hacer la mezcla homogénea rápidamente sin emplear un tiempo más o menos largo, en el que forzosamente existe una evaporación, los resultados que obteníamos no eran exactos y, por lo tanto, no figuran en nuestra casuística.

Determinación de cenizas. — Para practicar esta determinación tanto en medula grasa como en medula esternal, hemos procedido quemando las correspondientes muestras (una vez perfectamente pesadas), en un horno eléctrico, donde las hemos mantenido por espacio de 8 a 10 horas, hasta que hemos obtenido cenizas blancas. Inmediatamente hemos llevado estos crisoles a un desecador perfectamente tapado, donde las hemos dejado enfriar a la temperatura ambiente, fuera del contacto de la humedad atmosférica, y hemos procedido de nuevo a la pesada de estas cenizas, procediendo al cálculo para expresar nuestros resultados en miligramos por cada cien gramos de medula fresca.

Determinación del hierro. — Hemos seguido la técnica de WONG, es decir, calentamos con agua y ácido sulfúrico, tratamos con agua oxigenada, y, por último, con sulfocianuro potásico, comparando ésta con otra solución tipo preparada siguiendo las técnicas corrientes de análisis de hierro (Dr. CASARES, 4).

Determinación del calcio. — Para determinar el calcio, potasio y fósforo, hemos usado las cenizas procedentes de las muestras de medula, las cuales han sido disueltas en agua acidulada con ácido nítrico, disolviéndolas en una cantidad perfectamente medida para de este modo conocer el volumen total de la disolución de cenizas, de la que tomamos una parte alícuota para la determinación de este ión, habiendo seguido el método clásico de CLARCK (5).

Determinación de potasio. — En otra parte alícuota de la disolución anteriormente citada se ha determinado este ión siguiendo el método de KRAMER y TISDALL (5).

Determinación de fósforo. — Este elemento se ha determinado indistintamente siguiendo el método de BELL, DOISY y BRIGGS, o el de FISKE SUPBAROV, que son los dos que tenemos montados en nuestro Servicio para la determinación de este elemento en sangre (5).

Determinación de nitrógeno total. — Se ha efectuado practicando un micro-Kjeldahl, usando como catalizador una solución de sulfato de cobre.

CASUÍSTICA

La primera parte de una larga serie de estudios que venimos realizando sobre la medula ósea, se ha verificado en un total de 77 cadáveres humanos, en los que hemos procurado no existiesen anemias, tanto hipermatocrómicas, como hipohematocrómicas, para que de este modo no existiesen grandes variaciones debidas al transporte de sustancias, como, por ejemplo, la porción desdoblable de hierro que afluye a la medula ósea por el ciclo reticulocitario, en cuyo caso hubiéramos hallado valores falsos más altos que los verdaderos. Asimismo, hemos procurado que las muestras fuesen pertenecientes a individuos de diferente sexo y de muy distintas edades, para de esta manera poder generalizar en nuestras conclusiones.

Hemos de advertir que, a pesar de mencionar siempre el diagnóstico de la enfermedad causante del fallecimiento, como nuestro propósito en este estudio es el de generalizar y no el de estudiar la composición de la medula en una determinada enfermedad, no pretendemos en manera alguna sacar conclusiones con respecto a las variaciones que hayan podido ocurrir en una determinada enfermedad.

Observando los resultados obtenidos, apreciamos que siempre el contenido en medula esternal es mucho mayor que el contenido del mismo elemento en medula grasa de huesos largos (tibia); lo que pone de manifiesto que la medula de huesos largos, que ya al ser extraída, y por su simple aspecto, nos damos cuenta de que ha sufrido una degeneración grasa total y que, por tanto, no es rica en componentes, y por ende no es la que posee una verdadera actividad como órgano hematopoyético, mientras que si comparamos los resultados obtenidos en medula esternal en los correspondientes al realizar análisis similares en sangre periférica, vemos que la mayoría de las veces es mucho más rico el contenido en medula esternal que en sangre, siendo, por el contrario, más pequeño el de la medula grasa que el correspondiente sanguíneo, lo cual puede apreciarse en

Componente	Médula esternal	Médula de tibia	Sangre
Hierro	43,383	—	48
Calcio	32,688	6,767	10-12
Potasio	46,467	8,868	20
Fósforo	18,319	—	3,5-5
N. Total.	1755,95	661,20	3000

el siguiente cuadro en el que figuran los valores medios obtenidos al hacer un estudio estadístico-matemático de nuestras determinaciones.

Para obtener unos resultados que podamos considerarlos como verdaderas cifras medias en cada caso y para cada elemento, hemos determinado las constantes estadísticas de media aritmética, desviación típica, desviación media simple, e índice de variabilidad de Pearson. A este fin hemos formado un cuadro para cada tipo de determinaciones, en el cual agrupamos los resultados obtenidos en pequeños grupos, reuniendo en cada uno de ellos aquellos cuyos resultados son más próximos, viendo el número de casos (frecuencia) que hemos encontrado en cada uno de estos grupos. De esta manera y siguiendo las técnicas usuales en estos estudios estadísticos, llegamos a determinar las citadas constantes estadísticas (véase bibliografía, 7, 10 y 22). Operando de este modo nos ha sido posible trazar unas curvas en las que hemos tomado como abscisas la media de cada uno de estos grupos, y como ordenadas el número de casos en cada grupo, curvas todas del tipo de la curva de Gauss, y que expresamos a continuación en nuestros resultados.

RESULTADOS

Agua en medula esternal. — Hemos efectuado nuestras determinaciones en 21 cadáveres, y llegamos a la conclusión de que el valor medio del contenido acuoso en la medula humana es de 13'98 gramos por cada 100 gr. de medula fresca; por lo tanto coincidimos totalmente con las determinaciones llevadas a cabo por GLIKIN (12), el cual halla valores entre 1'5 y 21 %; así como estamos de acuerdo con los obtenidos por ZALESKY (28), que considera como valor medio 14'7 %. Por el contrario, diferimos de los resultados hallados por HUTCHINSON y MACLEOD (15), que dan como cifra media 67'4 %; así como tampoco coincidimos con las cifras de NERKING (19), que da un valor para medula roja de 5'2 %, y para la medula grasa de 3'63 %.

En nuestras determinaciones apreciamos un error standard de 0'641.

Al hacer el estudio del contenido acuoso de la medula esternal hemos visto de una manera clara y terminante cómo influye la edad en la composición química de este órgano. Así hemos podido apreciar que a medida que aumenta la edad disminuye el contenido acuoso, coincidiendo con las afirmaciones de GLIKIN (12), ZALESKY (28), etc., en este sentido.

Resultados hallados en todas nuestras investigaciones experimentales

Médula	Nombre	Servicio	DIAGNOSTICO	Edad	Sexo	Agua (esternón) grs. %	Cenizas (esternón) grs. %	Cenizas (tibia) grs. %	Hierro (esternón) mgrs. por 100 grs.	Calcio (esternón) mgrs. por 100 grs.	Calcio (tibia) mgrs. por 100 grs.	Potasio (esternón) mgrs. por 100 grs.	Potasio (tibia) mgrs. por 100 grs.	Fósforo (esternón) mgrs. por 100 grs.
1	M. G.	Endocrino.	Cirrosis hepática y artritis sifilítica	50	♂	12,9	0,328		39,65	32,1		42,09		14,4
2	I. L.	Respiratorio	Neumonía	55	♀									
*3	I. S.	Neurología	Atelectasia, cálculos renales y adherencias pleurales	44	♀	16,6	0,402		43,94	22,2		39,8		15,6
4	C. L.	Respiratorio	¿?	49	♀		0,286			21,3		31,98		15,5
5	M. S.	Endocrino.	Congelación	60	♀	19,6								
6	B. M.	Respiratorio	Tuberculosis	46	♀			0,492	42,30	38,4	6,9	49,12	8,4	19,6
7	W. M.	Huesos	Gangrena de miembro inferior	55	♂	21,4	0,401							
8	P. S.	Respiratorio	Tuberculosis	32	♂									
*9	J. P.	Endocrino.	Diabetes gangrenosa	60	♀	22,2			39,21					
10	A. P.	—	Shock por accidente	38	♂	19,3								
11	M. T. M.	Puericultura	¿?	16 m	♀									
12	¿?	—	Accidente por quemaduras	47	♀		0,301	0,290		21,3	5,1	42,92	4,14	11,2
13	J. H.	Respiratorio	Tuberculosis	26	♂	13,6		0,658			4,4	26,3	7,29	
14	L. F.	Huesos	Gangrena	52	♂	15,9			49,50					
15	A. A.	Digestivo	Neumonía	65	♂		0,409		52,27	32,4		39,3		18,4
16	R. G.	Huesos	Accidente traumático	58	♂	14,0	0,695	0,784	45,31	36,6	4,5	43,09	8,2	18,6
17	M. V.	Respiratorio	Tuberculosis	36	♀									
18	L. B.	Infeciosos	Meningitis	18	♂	13,1				21,4		69,5		15,3
19	G. M.	Neurología	Hemorragia meníngea	60	♀	9,8	0,502		51,02	26,9	12,9	58,5		16,1
20	E. M.	Neurología	Parálisis general progresiva	62	♀		0,489							
*21	E. F.	Digestivo	Perforación intestinal tífica	¿?	♂	7,9				19,8		29,92		15,05
22	A. S.	Neurología	Hemiplejía	68	♀									
23	J. L.	Respiratorio	Neumonía	50	♂		0,300	0,390		24,6	5,2	31,5	8,15	16,3
24	P. J.	—	Accidente por arma de fuego	¿?	♂			0,278	56,10		4,91		5,09	
25	¿?	—	¿?	65	♀									
26	L. R.	Respiratorio	Neumonía	46	♀		0,803			48,1		67,3		19,7
27	M. T.	Otorrino.	Cáncer de laringe	56	♂	14,9	0,318	0,310	45,10	31,2	6,3	28,4	15,09	17,1
28	A. R.	Digestivo	Cirrosis hepática	41	♂									
*29	M. R.	Respiratorio	Neumonía caseosa	9	♀									
30	C. H.	Endocrino.	Cirrosis hepática	47	♂		0,829		41,12	49,9		71,2		22,91
31	P. L.	Huesos	Tumor de hígado	82	♂				32,82	41,05		49,5	5,43	19,6
32	C. A.	Ginecología	Aborto y septicemia	28	♀		0,533				5,05		10,1	
33	E. M.	Neurología	Tumor cerebral	58	♂						8,2			
34	R. B.	Huesos	Shock traumático	35	♂						5,2		8,1	
*35	M. C.	Respiratorio	Tuberculosis	20	♀			0,576						

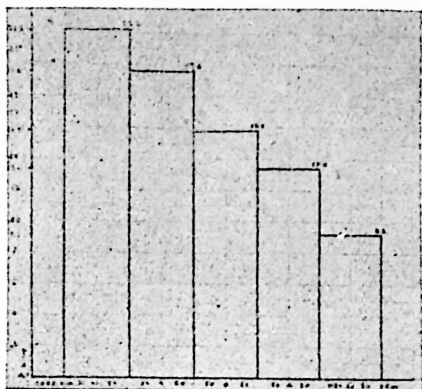


Figura 1

Representativa del descenso acuoso en médula esternal, a medida que aumenta la edad del individuo.

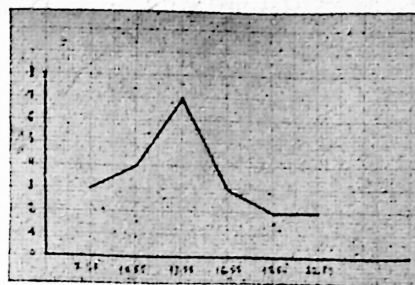


Figura 2

Curva representativa de los resultados hallados en nuestras determinaciones de agua en médula esternal (abscisas = valores medios de cada grupo; ordenadas = n.º de casos)

Cenizas en médula esternal. — Hemos verificado su determinación en 26 cadáveres diferentes, llegando a la conclusión de que la cifra media normal es de 0'554 gr. % con un error standard en nuestras determinaciones de 0'0197.

Esta cifra media se aproxima bastante a las obtenidas por NERKING (19) al hacer sus estudios en médula de buey, y a pesar de haber operado este autor en diferente ser, sin embargo, parece que existe una correlación entre nuestros resultados en el hombre y los suyos en el ganado bovino.

Cenizas en médula de tibia. — Hemos hecho su estudio en 22 cadáveres y hemos obtenido una cifra media de 0'50 %, con un error standard de 0'0240, discrepando de la cifra obtenida por NERKING (19) en médula grasa de buey, en que tan sólo las cenizas son el 0'17 %, es decir, que nosotros hallamos que la médula de tibia humana es más rica en contenido mineral que la de ganado bovino y, efectivamente, así debe ser, puesto que la humana ha sufrido menor grado de degeneración grasa, como hemos podido confirmar en nuestras investigaciones al determinar los lípidos, lo que será objeto de otra comunicación.

Hierro en médula esternal. — Este elemento ha sido estudiado por nosotros tan sólo en médula esternal, ya que ésta es la que posee verdadero carácter hematopoyético, y hemos realizado nuestras determinaciones en 24 cadáveres, habiendo obtenido un valor medio de 43'383 mgr. de hierro por cada 100 gr. de médula fresca, con un error standard de 1'005.

Los autores franceses BENDA, POIROT y FRANCHET (3) han he-

cho investigaciones comparativas acerca del contenido férrico de la médula esternal y el de la sangre periférica, viendo que en el sujeto sano existe un paralelismo entre ambos contenidos (que son casi

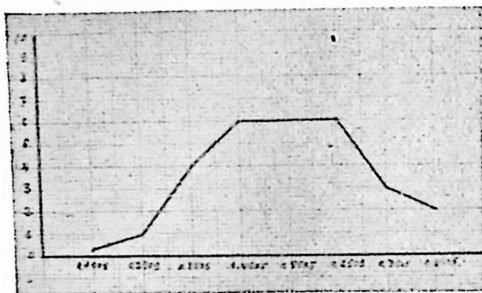


Figura 3

Curva de los resultados obtenidos en las determinaciones de cenizas en médula esternal.

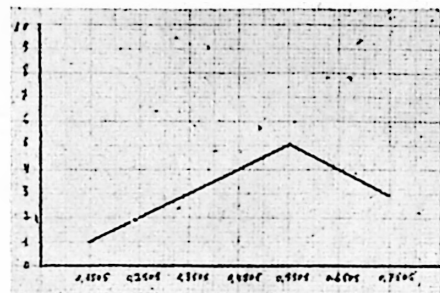


Figura 4

Cenizas en médula de tibia

iguales), habiendo observado que en una serie de casos de anemia este paralelismo continúa persistiendo, y sólo en algunos aparece un valor en médula ósea menor que en sangre periférica, diferencia que aproximadamente es de un 8 %, mientras que, por el contrario, en casos de "diabetes de bronce" encuentran un valor más alto en médula que el correspondiente en sangre (un 5 %), lo cual creen los citados autores es debido a una hemosiderosis.

Nuestros resultados son análogos a los obtenidos por estos investigadores franceses.

Al contrario de lo hallado por ellos, VANNOTTI (26) ha encontrado un sorprendente aumento del hierro en el suero sanguíneo en casos de hemocromatosis. Asimismo ha podido observar que en los

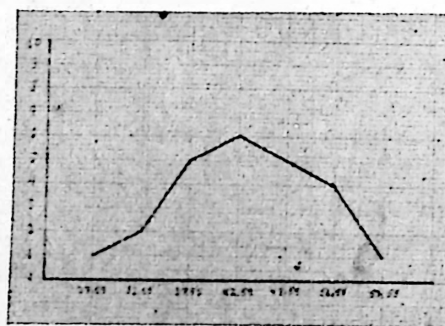


Figura 5

Curva representativa del contenido de hierro en médula esternal.

trastornos graves de la regeneración medular en que existe al mismo tiempo una hemolisis como, por ejemplo, en la anemia perniciosa, los valores de hierro en sangre son más elevados que los correspondientes en medula, dejándose entonces ver el fuerte aflujo del hierro desdoblable hacia la medula ósea por el ciclo reticulocitario, siendo a este propósito muy interesantes las investigaciones llevadas a cabo por VANNOTTI y SIEGRIST (27) que han conducido a un conocimiento de la transformación de la hemoglobina y la actuación de la medula ósea, viendo que existen dos fracciones de hierro que son: el hierro fácilmente separable (BARKAN) (1 y 2) y el hierro restante HEILMEYER (14), habiendo podido apreciar que durante la fase de formación de hemoglobina en la medula ósea es tomada más intensamente la fracción de HEILMEYER que la de BARKAN, en tanto que en la fase de autólisis existe todo lo contrario.

STARKENSTEINS (23, 24 y 25) ha investigado sobre las distintas fracciones del hierro en el torrente circulatorio, siendo sus estudios de gran importancia, en los que llega a diferenciar hasta 4 fracciones.

El Dr. SANTOS RUIZ (21) cita los trabajos de P. F. HAHN (13) efectuados con el isótopo 59, el cual, administrado en forma de ferrisales a lotes de perros normales y a lotes de anémicos, ha permitido demostrar que la absorción de este oligoelemento se realiza con arreglo a las necesidades del individuo.

Calcio en medula esternal. — Hacemos su análisis en 32 muestras medulares, obteniendo como valor medio el de 32'688 mgr. por cada 100 gr. de medula fresca, con un error standard en nuestras determinaciones de 1'743.

Ignoramos si nuestros resultados coinciden o no con los de otros

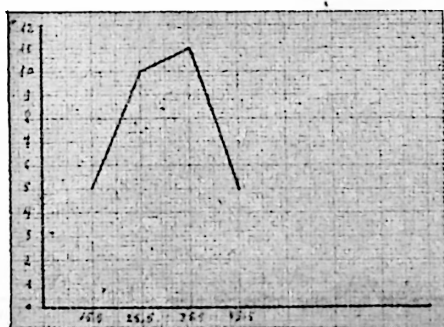


Figura 6

Curva representativa de los resultados hallados en las determinaciones de Ca en médula esternal (abscisas = valores medios de cada grupo; ordenadas = nº de casos).

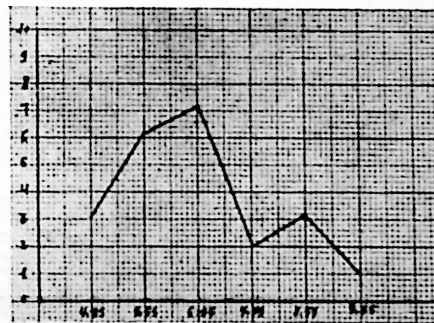


Figura 7

Curva representativa de los resultados hallados en la determinación de Ca en médula de tibia.

autores, o si es que no ha sido estudiado este elemento en médula ósea por ningún investigador, ya que en la literatura revisada por nosotros no hemos encontrado dato alguno respecto al mismo.

Observamos que comparando este resultado con el contenido normal en sangre (de 10 a 12 mgr.), el contenido medular es aproximadamente unas tres veces más rico en calcio que lo es el sanguíneo,

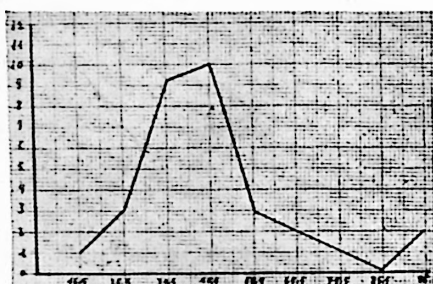


Figura 8

Potasio en médula esternal (abscisas = media de cada grupo; ordenadas = n.º de casos).

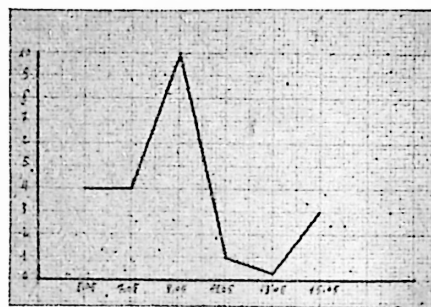


Figura 9

Potasio en médula de tibia (abscisas = media de cada grupo; ordenadas = n.º de casos).

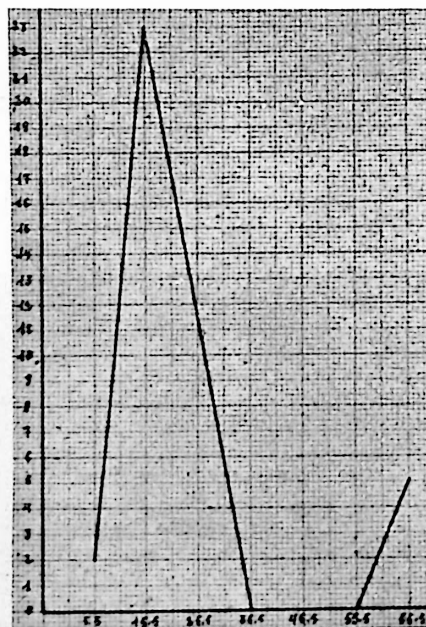


Figura 10

Fósforo en médula esternal.

y a esto creemos que en parte, al menos, sea debido el que las muestras de medula esternal sufran un proceso de coagulación mucho más intenso y rápido que el de las muestras en sangre.

Calcio en medula de tibia. — Lo hemos determinado en 23 cadáveres, obteniendo como cifra media la de 6,767 mgr. por cada 100 gr. de medula fresca, con un error standard de 0'256, pudiendo apreciar, al comparar esta cifra con la que se obtiene al determinar el calcio en sangre periférica que es menor, lo cual sigue la regla general expuesta anteriormente.

Potasio en medula esternal. — Practicamos su determinación en 31 muestras y damos como valor medio el de 46'467 mgr. por cada 100 gr. de medula.

Potasio en medula grasa de tibia. — Se ha determinado en 22 cadáveres, obteniendo como cifra media la de 8'868 mgr. por 100.

Fósforo en medula esternal. — Operando sobre 32 cadáveres obtenemos un valor medio de 18'319 mgr. por 100 gr., con un error standard de 1'163.

Resumen

Se hace un estudio sobre el contenido acuoso mineral (cenizas, hierro, calcio, potasio y fósforo) en las dos variedades de medula ósea: roja de huesos esponjosos (esternón), y grasa de huesos largos (de tibia), en una serie de 77 cadáveres, con un subsiguiente estudio estadístico-matemático de los resultados obtenidos, para poderlos generalizar.

Los cadáveres han sido seleccionados entre aquellos que no han sufrido durante el proceso de su enfermedad, una alteración considerable en los órganos hematológicos y hematopoyéticos.

Se da como composición la siguiente:

	Médula esternal	Médula de tibia
Agua	13,98 grs. %	—
Cenizas	0,554 » %	0,50 grs. %
Hierro	43,383 mgr. %	—
Calcio	32,688 » »	6,767 mgr. %
Potasio	46,467 » »	8,868 mgr. %
Fósforo	18,319 » »	—

Puede apreciarse que el contenido mineral en la medula roja es mayor que el mismo en sangre periférica, y éste a su vez mayor que el correspondiente a medula grasa.

En este trabajo se ha estudiado el contenido de calcio, potasio y fósforo creyendo que lo ha sido hecho por primera vez, ya que no hay cita alguna bibliográfica, confirmando nuestros resultados obte-

nidos respecto a agua, cenizas y hierro, las cifras obtenidas por otros autores.

Summary

A study on the aqueous and mineral contents (ashes, iron, calcium, potassium and phosphorus), in external osseous marrow and tibia (red marrow and fat marrow) has been carried out on 77 corpses, with a subsequent statistic mathematical study so as to be able to generalize results.

The corpses have been selected among those that had not suffered during the process of their illness any considerable alterations in the hematological and hematopoietic organs.

The results obtained are:

	External marrow	Tibia marrow
Water	13.98 gm. %	—
Ashes	0.554 gm. »	0.50 gm. %
Iron.	43.383 mgm. »	—
Calcium	32.688 mgm. »	6.767 mgm. »
Potassium	46.467 mgm. »	8.868 mgm. »
Phosphorus	18.319 mgm. »	—

It could be appreciated that the mineral contents in red marrow is greater than that of peripheral blood, while that of marrow of tibia (fat marrow) is smaller.

The contents of potassium, calcium and phosphorus have been determined for the first time. Those of water, ashes and iron agreeing with previous findings.

Bibliografía

1. Barkan y Walker: *J. Biol. Chem.*, **131**, 447, 1939.
2. — *J. Biol. Chem.*, **135**, 37, 1940.
3. Benda, Poirot y Franchel: *Bull. Soc. Med. Hop. Paris*, III, **54**, 386, 1938.
4. Casares, J.: *Análisis químico*, IV ed., Madrid, 1933.
5. Cavaye Hazen, E.: "Apuntes del Laboratorio de Bioquímica de la Casa de Salud Valdecilla".
6. — Tesis doctoral, 1948.
7. Croxton, F. E. y Cowden: *Applied General Statistics*. New-York, 1945.
8. Dietz, A.: *J. Biol. Chem.*, **165**, 505, 1946.
9. — *Proc. Soc. Exp. Biol. med.*, **57**, 60, 1944.
10. Feldman: *Biomathematics*. Londres, 1935.
11. Gerhartz, H.: *Handbuch der Biochemie*, IV, II, 208, 1925.
12. Glikin, W.: *Biochem. Z.*, **14**, 235, 1907.

13. Hans, P. F.: Citado por Santos Ruiz.
14. Heilmeyer y colaboradores: Citado por Thaddea.
15. Hutchinson y Macleod: *J. Anat. Physiol.*, **36**, 291.
16. Klopstock y Kowarski: *Técnica de los métodos de análisis clínicos*. Madrid, 1943.
17. Külbs: Citado por Gerhartz.
18. McCoy y Schultze: *J. Biol. Chem.*, **156**, 479, 1944.
19. Nerking, J.: *Biochem. Z.*, **X**, 167, 1908.
20. Pincussen: *Micrométodos*. Barcelona.
21. Santos Ruiz: *Bioquímica de los elementos*. Madrid, 1946.
22. Sanz, G. y Tamarit, J.: *El método estadístico en biología*. Madrid, 1942.
23. Starkensteins, E.: Citado por Vannotti y Delachaux.
24. — y Harvalik: Citado por Vannotti y Delachaux.
25. — y Weren: Citado por Vannotti y Delachaux.
26. Vannotti, A. y Delachaux, A.: *Der Eisenstoffwechsel und Seine Klinische Bedeutung*. Basel, 1942.
27. Vannotti y Siegrist: Citado por Vannotti y Delachaux.
28. Zaleski: *Arch. Path. (Virchow)*, **104**, 102, 1886.

