

CAPÍTULO II

Transformación del músculo en carne. — Pigmentos musculares. — Principios solubles en el agua fría. — Principios solubles en el agua hirviendo. — Análisis de las carnes más usuales. — Extracto de carne. — Influencia de los pigmentos. — Principios insolubles de la carne. — Alimentación por medio de la carne. — ¿Cómo se ha de emplear la carne? — Acción del agua salada sobre la respiración muscular. — Nuevo miodinómetro para medir el esfuerzo de un músculo aislado. — Arquitectura de los músculos. — Motilidad. — Alteraciones químicas del protoplasma muscular. — Higiene y patología de los músculos. — Enfermedades cardíacas. — Una teoría sobre las estenosis valvulares. — Miología comparada.

BIBLIOGRAFÍA. — A. Gautier: *Chim. Biol.* — Gorup Besanez: *Journ. de Physiol.* — L. Landi. — C. R.: *Soc. Biol.* — M. Arthus: *Chim. Physiol.* — Ch. Bouchard: *Path. génér.* — Wurtz: *Chim. Biol.* — Chauveau: *Le travail muscul.*

Transformación del músculo en carne. — En el capítulo anterior hemos estudiado los principios definidos constitutivos del tejido muscular, observando el papel que desempeñan los principios proteicos ó albuminoides en la constitución química de este tejido. Veamos ahora una de las transformaciones más interesantes que experimenta el tejido muscular cuando ha dejado de vivir en un individuo y se convierte en elemento vital para otro, pasando por una serie de variadas formas y dando lugar á múltiples fenómenos de agregación y asimilación, convirtiéndose en *carne*, elemento casi indispensable en la higiene de la alimentación humana.

Esta transformación se realiza en virtud de fenómenos de fermentación interna que experimenta el músculo, y mediante la peptonización parcial de sus albuminoides.

Consiste la peptonización esencialmente en un desdoblamiento especial de los albuminoides; «la peptonización consiste en una dislocación ó desarrollo por hidratación, del edificio albuminoide.» (Gautier.)

En cuanto á la fermentación interna del músculo para convertirse en carne, téngase presente el papel que los fermentos desempeñan en los tejidos orgánicos, sin olvidar que los fenómenos de desdoblamiento con hidratación son siempre fenómenos de fermentación diastásica.

De esta manera el músculo convertido en carne adquiere condiciones de solubilidad y se acomoda á las formas histoquímicas indispensables para transformarse en elemento apropiado á las necesidades de la alimentación.

Pigmentos musculares. — En esta transformación entran, desempeñando papel importante, los pigmentos orgánicos. Siendo éstos en general materias colorantes azoadas, no proteicas, derivan, sin embargo, de los cuerpos proteicos, y en tal concepto las alteraciones atómicas de estos principios determinan cambios en las propiedades de los tejidos, como se observa en la transformación de la cual nos ocupamos; en ella varía la coloración á medida que se modifican los principios albuminoides.

Principios solubles en el agua fría. — El músculo así transformado contiene:

Principios solubles en el agua fría.
— — — hirviendo.
— insolubles.

Los primeros constituyen el 7·5 por 100 de las materias disueltas, y están formados por un 2 á 3 por 100 de cuerpos proteicos (miosina, mioglobulina, proteoses, pigmentos musculares, etc.) y por algunas otras materias no albuminoides. Entre éstas las más importantes son las leucomainas musculares, bases xánticas, creatínicas, etc.

También se encuentran entre los principios solubles de la carne algunas lecitinas, taurina, inosita, ácido láctico y sales minerales, como cloruros de potasio y de sodio, sulfato potásico, y fosfatos de cal, de magnesia y de hierro.

Principios solubles en el agua hirviendo. — El agua hirviendo disuelve en la carne del 1 al 2 por 100 de gelatina procedente de la acción del agua caliente sobre los tejidos conectivos. Pero no se olvide que una parte de los albuminoides, pigmentos y hemoglobina disueltos por el agua fría, se coagula mediante la cocción y es eliminada en forma de *espuma*. Las carnes, por consiguiente, se han de poner á cocer *en agua fría*, aumentando gradualmente la temperatura hasta la ebullición.

Análisis de las carnes más usuales. — Insertamos á continuación algunos datos prácticos consignados en un cuadro sobre *las carnes más usuales*, por Gorup-Besanez. En él se nota la composición, calculando sobre 100 partes de carne muscular.

Naturaleza de la carne	Agua	Albuminoides	Grasas	Materias extractivas	Materias minerales
Buey	65·41	17·94	15·55	0·62	0·78
Ternera	70·30	18·87	9·25	0·44	1·44
Carnero	78·60	16·56	3·33	0·21	1·31
Cerdo (jamón)	48·71	15·93	34·62	—	0·69

Según mis observaciones:

Gallina	71·03	19·44	6·87	—	0·84
-------------------	-------	-------	------	---	------

La composición química de la carne muscular varía según las especies de animales, experimentando también alteraciones cuantitativas en sus principios químicos según la alimentación, ejercicio y género de vida de los individuos que la suministran.

Extractamos los siguientes datos obtenidos por A. Gautier. Se calcula sobre 1,000 partes de carne muscular:

	Hombre	Buev	Ternera	Cerdo	Pollo
Agua.	730 á 745	775	782	783	773
Materias orgánicas. . . .	220 á 246	219	211	208	230
— minerales	—	12	13	—	—

ANÁLISIS DE LAS SUBSTANCIAS ORGÁNICAS

	Hombre	Buev	Ternera	Cerdo	Pollo
Albuminoides solubles . . .	49	22	26	24	30
Miosina é insolubles . . .	155	175	162	168	165
Grasas	21	13	16	8	—

MATERIAS MINERALES. — MAMÍFEROS EN GENERAL

Ácido fosfórico	de 3 á 5
Potasa.	de 3 á 3·9
Sosa	de 0·4 á 0·7
Cal	de 0·9 á 0·18
Óxido de hierro	de 0·03 á 0·10
Azufre en estado de sulfato	2·20

Todos estos cuerpos entran en la composición del *caldo* ordinario.

El color de la carne muscular es el rojo más ó menos obscuro. Este color se debe en parte á los pigmentos rojos, llamados por Mac-Muun *histohematina*, *mihohematina* en los mamíferos. Bajo la influencia de estos reductores y la del oxígeno del aire, estos pigmentos pasan á los estados correspondientes á la oxihemoglobina, cuyo hecho se comprueba mediante el análisis espectrométrico.

No tienen razón los que aseguran que el *caldo* no es alimenticio. Hemos visto que contiene, en condiciones normales, 7·5 gramos de sustancias albuminoides asimilables por cada litro de líquido. Contiene además principios plásticos, y es excitante por las materias extractivas y aromáticas, que obrando sobre el aparato digestivo, aumentan su actividad.

Extracto de carne. — El extracto de carne (Liebig) no es otra cosa que caldo concentrado. Los principios albuminoides asimilables que contiene, sus materias sápidas y aromáticas, los derivados fosforados, procedentes de las lecitinas de la carne y sus alcaloides tónicos, hacen de este extracto una buena preparación nutritiva en determinadas condiciones del aparato digestivo.

Peptonas. — Otro de los productos que se originan de la carne son las *peptonas*. El uso que generalmente se hace de ellas y su

importancia para la nutrición exigen que consignemos algunos datos relativos á su composición. Nos fijaremos en la peptona preparada según el procedimiento de Kemmerich.

Actuando sobre 100 partes de esta peptona se obtiene (Gautier):

Agua	27'83
Gelosa.	10'38
Propeptonas ó albumosas	9'70
Peptonas varias	25'10
Albúmina coagulable.	0'04
Materias extractivas solubles en alcohol	9'20
Bases creatínicas y otras	7'30
Glucógeno, inosita	1'50
Materias minerales solubles	7'44
Insolubles	1'68

Respecto á las materias minerales se encuentran los fosfatos de potasa, de magnesia, de cal y de hierro, el sulfato de potasa, la sal marina y la sílice.

Por estos datos se comprende que esta preparación es rica en principios albuminoides asimilables, transformados en peptonas casi en su totalidad, y que contiene, asimismo, en gran cantidad principios plásticos y digestivos que la hacen recomendable en la higiene de la alimentación.

Influencia de los pigmentos. — Hemos visto que los pigmentos influyen en el color de la carne muscular. Consignemos ahora que los pigmentos, materias colorantes complejas, son cuerpos azoados, no proteicos, por más que deriven directamente de éstos. La presencia del óxido de hierro en los pigmentos rojos determina una cualidad física en las carnes destinadas á la alimentación, mediante la cual se puede juzgar aproximadamente de sus condiciones nutritivas.

Principios insolubles de la carne. — Entre éstos se cuentan: *miosina*, ó plasma muscular coagulado; *sarcoprismas insolubles*; principios *sarcolemáticos*, igualmente insolubles, y sales formadas principalmente por los fosfatos de cal y de magnesia.

En cuanto á la miosina sabemos que existe en el músculo en el estado de materia soluble mientras está unida al plasma muscular; pero separada de éste se transforma en *sintonina*, formando parte de los sarco-elementos insolubles, mezclados con sarcolema, vasos, nervios y grasas.

Los *sarcoprismas* parece están formados por *nucleínas* muy ricas en fósforo. Pero estos sarcoelementos tratados por el agua hirviendo se transforman en una pulpa muy pobre en ácido fosfórico, en cuya forma pasan á formar parte del caldo.

Acaso en este fenómeno pueda fundarse en parte (además de la transformación de los albuminoides por el calor) el hecho de ser la carne más alimenticia cuanto menos se la somete á la cocción.

En cuanto á la pequeña cantidad de hierro, en estado de peróxido, contenida en las cenizas de la parte insoluble de los músculos, nos ocuparemos de ella con alguna extensión al tratar de la oxihemoglobina.

Alimentación por medio de la carne. — El proceso de la alimentación por medio de la carne obedece á múltiples datos generales, algunos de los cuales vamos á examinar. Sentemos como base de nuestros razonamientos que la alimentación normal diaria del hombre sano exige:

De 108 á 150 partes de albuminoides.
De 49 á 60 — de grasas.
De 403 á 563 — de hidratos de carbono.

La relación, pues, entre los principios necesarios á la alimentación normal del hombre es:

Albuminoides 100
Grasas. 45·4
Hidratos de carbono. 373

El siguiente cuadro relativo á la alimentación media diaria que consume un habitante de París, resume los datos más importantes sobre la cuestión presente:

	Cantidad	CONTENIENDO		
		Albuminoides	Grasas	Hidratos de carbono
	<i>gr.</i>	<i>gr.</i>	<i>gr.</i>	<i>gr.</i>
Pan	410	36·9	4·8	184·5
Carne.	266	53	11	3
Legumbres.	298	12·5	1·6	601
Frutas				
Patatas.				
Huevos	25	3·6	3·5	huellas
Leche	150	7·1	6	6
Queso.	6	2	1·2	huellas
Manteca.	25	0·3	20	»
Vino 0·5 Lt.	500	huellas	huellas	40
Sal.	48	»	»	»
Total.		115·4	48·1	333·6

(Gautier.)

Obsérvese que entre las substancias albuminoides que contribuyen á la alimentación, la carne representa el 45·9 por 100 de todas ellas.

Este solo hecho bastaría para explicar la importancia de la carne para la vida del hombre. Pero aun contribuye á robustecer este convencimiento el análisis de los demás principios constitutivos de la carne muscular.

Estos principios no son solamente plásticos y reparadores, sino que muchos de ellos poseen en alto grado la cualidad de ser exci-

tantes de las funciones digestivas. «Difícilmente, dice Wurtz, se encontraría una combinación de principios químicos más apropiada para la alimentación del hombre.»

Esto con relación al hombre sano; pero si consideramos ahora el estado de los órganos y las transformaciones de desintegración fisiológica que se realizan en el enfermo, y la necesidad, en este caso, de un sistema de alimentación que sea reparador, fácil y eficaz, se comprenderá fácilmente el importantísimo papel que desempeña la carne como medio de alimentación en los estados patológicos.

La hipertermia febril consume, bajo la forma de *calor*, una gran parte de las energías orgánicas, y por tanto disminuye correlativamente la energía del trabajo fisiológico de los órganos. En este hecho se funda la necesidad de que la alimentación de los enfermos sea altamente reparadora y acomodada á la falta de energía orgánica.

Ningún otro alimento reúne estas condiciones en grado tan elevado como la carne muscular y las preparaciones que de ella se derivan; por cuya razón los caldos de carne se prescriben en la mayor parte de los casos, á excepción de aquellos en los cuales un estado patológico especial reclama también un sistema de alimentación igualmente especial y determinada.

El médico, que no puede ignorar las leyes químicas que regulan la aplicación de estos principios, es el llamado, en tales casos, á marcar el camino científico y razonable que se haya de seguir.

¿Cómo se ha de emplear la carne?—Es sabido que después que la carne ha sido sometida á la acción del agua fría, queda un residuo insoluble en el cual se encuentra la miosina, los sarcoelementos compuestos en gran parte por substancias fosforadas (*nucleínas*) y una masa de tendones, grasas, lecitinas, nervios y sales insolubles. Cuando este residuo se trata por el agua caliente, se disuelven muchas de estas substancias, pero en cambio otras, los albuminoides, se coagulan haciéndose insolubles.

De aquí la práctica de administrar la *carne cruda* cuando se trata de hacerla más fácilmente digestible.

Pero también este procedimiento tiene inconvenientes graves, porque de esta manera puede convertirse la carne en vehículo de enfermedades peligrosas. Es sabido que ciertos microorganismos, como los esporos carbuncosos, permanecen en el polvo de la tierra y en la superficie de las plantas, desde donde pueden pasar, mediante una ligera excoiación, en los labios ó en la lengua de los hervíboros, al organismo de éstos, desarrollándose y envenenando toda su economía. En este caso la sangre del animal contagiado contiene gérmenes virulentos que encuentran medio de cultivo apropiado en la sangre de cualquier otro animal.

Lo mismo puede decirse del bacilo de Koch, generador de la tisis, y de otros muchos patógenos, que viven en los organismos animales y pueden transmitirse á otros organismos sanos y envenenarlos.

Por esta razón conviene someter las carnes antes de usarlas á una cocción, durante por lo menos 10 minutos, y á una temperatura que no baje de 100°. En tales condiciones son destruidos los gérmenes patógenos y se aleja todo peligro de infección.

No sucede lo mismo cuando las carnes, por haber estado demasiado tiempo en contacto con el aire, ó por otras causas, bajo la influencia de fermentos figurados ó no, han entrado en un período más ó menos avanzado de putrefacción. Ya hemos visto que en tal caso se verifica una serie de reacciones que da lugar á la formación de *toxinas*, *ptomainas*, etc., verdaderos venenos de origen orgánico que no pierden su virulencia por la elevación de temperatura. Las consecuencias de alimentarse con carnes de esta índole se observan en los envenenamientos que producen accidentes más ó menos rápidos, pero siempre de fatales consecuencias.

Es indudable que en la vida ordinaria del hogar doméstico no existen medios generalmente para reconocer la condición de las carnes alimenticias y evitar los peligros que dejamos apuntados; pero incumbe á la administración pública encargar á personas peritas el reconocimiento técnico de estas substancias, sometiendo al microscopio y á los reactivos todas las carnes que se sospeche puedan contener gérmenes de infección ó haber experimentado un principio de descomposición pútrida. Los descuidos en este sentido van siempre seguidos de funestas consecuencias para la salud de los pueblos, cuya salud ya decían los romanos que debe ser *suprema ley* para los poderes públicos.

Acción del agua salada sobre la respiración muscular. — Anteriormente hemos visto que el músculo *respira*, es decir, que absorbe oxígeno y elimina ácido carbónico. Pero el cociente ó relación entre el oxígeno y ácido carbónico se modifica en determinadas condiciones, según hemos visto.

Recientemente Garnier y Lambert han hecho observaciones muy interesantes sobre la influencia de las inyecciones de agua salada como modificadoras de la respiración muscular. He aquí el procedimiento que han seguido los autores. Han cogido un perro, del cual y con todas las precauciones antisépticas, han tomado un músculo de una de las extremidades posteriores, el triceps crural. Han pesado este músculo y lo han suspendido en una probeta colocada sobre la cuba de mercurio, y que contenía 100 cc. de aire. Después han introducido una cánula en la vena femoral, haciendo una inyección de una disolución de cloruro de sodio al 7 por 1000. La cantidad de líquido inyectado ha variado según el peso de los animales y la duración de la inyección entre 250 y 1200 cc.

Terminada la inyección se ha hecho la ablación aséptica del músculo simétrico con el previamente tomado. El nuevo músculo ha sido también colocado sobre la cuba de mercurio y en un volumen igual de aire.

Al día siguiente se ha hecho el análisis del aire contenido en los

dos recipientes, de modo que hayan sido iguales los tiempos que los dos músculos han permanecido en los 100 cc. de aire. El resultado obtenido, según dichos autores, es el que se expresa en el siguiente cuadro, del cual sólo tomaremos los datos que más directamente interesan á nuestro propósito:

	Tiempo de exposición al aire	Peso del músculo	Variaciones de los volúmenes gaseosos en valor absoluto		Variaciones de los volúmenes gaseosos sobre 100 de músculo	
			O absorbido	CO ² producido	O absorbido	CO ² producido
		<i>gr.</i>	<i>c. c.</i>	<i>c. c.</i>	<i>c. c.</i>	<i>c. c.</i>
1. ^a OBSERVACIÓN						
Músculo normal . . .	26 horas	12'85	2'25	6'81	17'50	52'99
Músculo después de lavar la sangre . . .	26 horas	13'25	2'80	7'84	21'13	59'16
2. ^a OBSERVACIÓN						
Músculo normal . . .	23'5 horas	43'95	8'16	15'64	18'56	35'58
Músculo después de lavar la sangre . . .	23'5 horas	35'89	7'85	13'97	21'87	38'92

Se ve que el músculo, después de la inyección intravenosa de agua salada, absorbe más oxígeno y elimina más ácido carbónico que el músculo normal. Los autores creen que la sobreactividad de los cambios gaseosos musculares determinada por el lavado de la sangre, es una prueba de la acción estimulante que ejerce la sangre sobre los tejidos.

También creen los autores que podría explicarse tales resultados admitiendo que la inyección arrastra las substancias que dificultan la respiración muscular, haciéndola por tanto más amplia y completa; pero añaden que esta hipótesis les parece menos admisible, puesto que los músculos sobre los cuales han experimentado pertenecían á animales en buen estado de salud y de reposo.

Nuevo miodinamómetro para medir el esfuerzo de un músculo aislado. — Grehant, en un luminoso informe á la *Sociedad Biológica* de París, acaba de proponer un ingenioso aparato para apreciar el mayor esfuerzo de que es capaz un músculo aislado. El instrumento se compone de dos partes; una palanca sólida montada sobre pivotes, parecida á la palanca del miógrafo de Helmholtz, y un caballete metálico fijo sobre un platillo móvil merced á una cremallera y un tornillo. En la extremidad izquierda de la palanca que tiene 22 centímetros de longitud, se encuentra una corredera fija por medio de un tornillo que lleva dos corchetes, uno superior, para unir con un hilo metálico el tendón de un músculo gastrocnémico de rana, y otro inferior que sostiene un platillo de balanza. En la extremidad derecha de la palanca se fija una corredera de contrapeso que puede resbalar sobre la palanca, y que se fija para mantener aquélla en equilibrio horizontal.

Una pinza sostenida por un soporte sólido sirve para fijar el fémur, rodeado de un hilo metálico, de la preparación del músculo, que se hace atravesar por las corrientes inducidas de un carrete de

Bois-Reymond. Se dispone el caballete metálico de modo que comunique con uno de los polos de un acumulador, mientras la palanca comunica con el otro polo y con un timbre eléctrico, de modo que la arista del caballete se encuentre á la distancia más corta posible de la palanca, próximamente un décimo de milímetro, después de haber cargado el músculo con un peso de 100 gramos.

La tetanización del músculo hace vibrar el timbre á consecuencia del contacto de la palanca con el caballete. El resultado se obtiene para un peso de 200, 300, 400, 500, 600, 700 y hasta 1000 gramos, por más que el músculo en cuestión no pese más de 0'27 á 0'35 gramos.

El mismo autor ha buscado la influencia que pueden ejercer diferentes gases ó venenos sobre la energía muscular, observando que el hidrógeno, el óxido de carbono, el ácido carbónico, el alcohol y el curare no producen efecto alguno en este sentido. Una rana que ha permanecido durante 24 horas en una mezcla de óxido de carbono y de oxígeno en volúmenes iguales, ha hecho sonar el timbre cuando el músculo gastrocnémico sostenía un peso de 600 gramos. Después de una inyección de curare, el músculo envenenado ha levantado 900 gr., habiendo levantado el mismo peso el músculo sano que previamente había sido aislado.

No sucede lo mismo cuando el veneno empleado es la *veratrina*, inyectada en estado sólido bajo la piel del dorso, habiendo aislado previamente una de las extremidades. El músculo envenenado en tales condiciones, excitado por bobinas colocadas á una distancia de 5 centímetros, ha hecho vibrar el timbre levantando 400 gr. y no pudiendo elevar 500, mientras que el músculo sano ha llegado á levantar 600 y hasta 700 gramos.

Arquitectura de los músculos. — M. G. Weiss ha publicado recientemente un trabajo notable en este sentido. Ya Marey y W. Roux habían demostrado la tendencia de cada músculo á adaptarse á la función que desempeña. Según esta condición, las fibras de un músculo adaptadas á su función orgánica deben tener una longitud proporcional al desplazamiento de su extremidad.

En apoyo de esta ley se han citado hechos tomados de la anatomía comparada y Roux se ha fundado principalmente en medidas antropométricas tomadas en el estado normal y patológico.

Los músculos poseen una tendencia á adaptarse á su función; pero ¿hasta qué punto se verifica] esta adaptación?, pregunta M. Weiss. Si todos los músculos del organismo poseyeran el mismo coeficiente de contracción, sería fácil comprobar matemáticamente la citada ley de proporcionalidad. Supongamos, por ejemplo, que este coeficiente sea de 50 por 100; en tal caso bastará medir el desplazamiento de la extremidad de un músculo y comprobar que tal desplazamiento es la mitad de la longitud de las fibras musculares paralelas al mismo. Pero esa facilidad desaparece si un músculo sólo se acorta en un 25 por 100 y otro en un 50 y hasta

un 60 por 100. De donde se sigue que no es posible la demostración cuando se trata de músculos diferentes.

Para darse cuenta exacta del estado de adaptación de un músculo es preciso estudiar de cerca su arquitectura. Efectivamente, es muy probable que para un mismo músculo todos los fascículos musculares tienen el mismo coeficiente de contracción. Admitido esto, y aplicando los principios de la mecánica, se puede determinar las longitudes de las diversas fibras de un músculo para que el mismo esté exactamente adaptado á sus funciones, esto es, para que cada fibra desarrolle la misma parte en la fuerza total del músculo.

El autor ha tratado de comprobar sus teorías estudiando y experimentando sobre el cadáver; pero confiesa que no ha podido encontrar resultados satisfactorios tratándose del músculo humano.

Por el contrario, asegura que ha obtenido resultados satisfactorios operando sobre diversos animales; el perro, que es uno de ellos, le ha proporcionado medio en algunos de sus músculos para confirmar cumplidamente la ley de adaptación. Igualmente el mono le ha proporcionado dos músculos en los cuales ha comprobado dicha ley; el flexor profundo de los dedos y el braquial anterior.

M. Weiss continúa sus interesantes trabajos y espera llegar á un resultado satisfactorio.

En esta cuestión, como en otras muchas relacionadas con la manera de ser de los órganos, sólo el empleo del microscopio, auxiliado por una aplicación concienzuda del análisis matemático, podrán desde hoy en adelante conducir por camino seguro á la Histología, la Anatomía y la Fisiología, que han de entrar necesariamente en la esfera de la Biología, para ser verdaderas ciencias y tener el carácter de generalidad y de aplicación indispensables en todos los conocimientos humanos.

A cada paso hemos de encontrar en este estudio, siquiera sea elemental y sencillo, la confirmación de nuestra tesis capital; la unidad de las leyes cósmicas, manifestándose de diferente manera en las continuas evoluciones de la materia.

Motilidad. — Ya hemos visto que los músculos considerados como instrumentos de la motilidad orgánica, se contraen bajo la influencia de un impulso nervioso correlativo á una tensión eléctrica que determina el origen del movimiento.

Esta hipótesis de Moritz Schiff está de acuerdo con lo establecido por Lippmann: «Toda variación eléctrica transmitida á través de un sistema de cuerpos en contacto, de naturaleza diferente y transformables, cambia las tensiones capilares al contacto, y produce una deformación de las superficies.»

Calor y trabajo mecánico desarrollados en los músculos. — El calor desarrollado en los músculos mientras se realizan los fenómenos de la motilidad, es debido á una serie de transformaciones químicas, mediante las cuales desaparecen algunas sustancias, y sus productos de descomposición son arrastrados por la sangre. La

elevación de temperatura del músculo aumenta según el grado de tensión, pudiendo llegar este aumento hasta 18°.

Originase esta elevación de temperatura de un aumento de pérdidas y de oxidaciones en la substancia del músculo. Durante el estado de reposo la reacción del músculo es alcalina; por la contracción se convierte en ácida. Durante la contracción disminuye notablemente la cantidad de glucógeno, el cual aumenta durante el estado de reposo.

Además la sangre que atraviesa el músculo pierde azúcar durante su paso por él; en el estado de reposo pierde poco; pero pierde mucho cuando el músculo se contrae y queda pobre en glucógeno. Pierde además oxígeno y se carga de ácido carbónico.

Si se demostrara que las cantidades de ácido carbónico producido y de oxígeno consumido en el músculo son las que corresponden á la desaparición del glucógeno de aquél y de la glucosa de la sangre, se deduciría que estas substancias son las que proporcionan en el músculo que se contrae, el calor y la energía mecánica. M. Chauveau ha realizado esta demostración.

De aquí resulta que la mayor parte del calor y de la energía del músculo que trabaja provienen de la combustión de la glucosa y del glucógeno muscular que desaparece del músculo durante su movimiento.

Hay también otros materiales que contribuyen á la producción de la energía química y del trabajo muscular. Es probable que las substancias nitrogenadas del músculo, especialmente el miosinógeno, se oxidan durante su trabajo.

Es igualmente sabido que las grasas tienden á desaparecer por el trabajo muscular, y también es una hipótesis basada en hechos que el músculo que se contrae se carga de materias reductoras, solubles en el alcohol, las cuales son apropiadas para transformar los nitratos en nitritos.

La producción de calor en el músculo que trabaja, dura casi el mismo tiempo que éste se encuentra contraído, aun cuando en este caso no aparezca ningún trabajo sensible.

Fick ha demostrado que 33 á 34 por 100 de la energía total desarrollada por las combustiones intramusculares durante la contracción, aparecen bajo la forma de trabajo mecánico, y el resto se manifiesta bajo la forma de calor. Pero esta relación cambia según los músculos que trabajan y la manera según la cual se contraen.

En general el músculo entra en tensión excitado por el influjo nervioso; primeramente produce la fuerza, la tensión eléctrica, pero no el *trabajo*. Caliéntase con toda la cantidad de energía química que se hace sensible bajo la influencia de las combustiones internas, de donde nace la sensación de pérdida ó de fatiga del músculo en tensión.

Cuando la tensión producida es superior al peso que se ha de elevar, ó á la resistencia que se ha de vencer, la masa á la cual se

aplica el esfuerzo se eleva y cambia de posición, produciéndose el trabajo mecánico. Una parte de las energías químicas potenciales almacenadas en los materiales, se transforma en trabajo; las otras dos terceras partes se presentan bajo la forma de calor que eleva la temperatura del músculo, de la sangre y de todo el organismo, radiándose después hacia el medio ambiente.

Higiene y patología de los músculos. — Tres condiciones influyen principalmente en la vida del músculo :

- 1.º La relación entre sus componentes químicos y orgánicos.
- 2.º Las condiciones de reposo ó de acción á las cuales se encuentra sometido.
- 3.º Los cambios producidos por la nutrición y por las influencias del medio ambiente.

Siendo estas condiciones las que más directamente influyen en el modo de ser y de funcionar de este tejido, se comprende fácilmente que la higiene del tejido muscular se relaciona íntimamente con multitud de fenómenos químicos, físicos y mecánicos, que deben estudiar el higienista y el médico.

Hemos visto que la sangre al atravesar el músculo pierde glucosa cuando éste se halla en ejercicio. En tales condiciones se realizan también otras muchas oxidaciones y reducciones, que se hacen sensibles por medio de la elevación de temperatura, ó bien convirtiéndose en trabajo mecánico, y constituyéndose en considerables pérdidas para el organismo.

De aquí se sigue que, así como el prolongado reposo aumenta excesivamente las reservas químicas del organismo, traduciéndose en estados morbosos por acumulación; así también un trabajo prolongado debilita y gasta los resortes de la contractilidad, haciendo envejecer prematuramente al principal instrumento de la motilidad.

No es menos importante para la vida muscular cuanto se refiere á la nutrición y á las influencias del medio ambiente. Cuando se ingieren en el organismo sustancias nitrogenadas en exceso, cuando la alimentación es demasiado reparadora y las pérdidas son nulas ó insignificantes, por la prolongación de un estado de reposo casi permanente, en ese caso, alterándose también el equilibrio entre los componentes normales del músculo, sobrevienen las molestias morbosas, compañeras inseparables de todo quebrantamiento de las leyes biológicas.

Lo mismo se observa cuando se somete al músculo á cambios bruscos de temperatura, á acciones mecánicas violentas, ó á trabajos superiores á la capacidad vital de este órgano. Todas estas causas, modificando los elementos orgánicos del músculo, influyen directamente en las manifestaciones de su vida, que decae y pierde en intensidad y fuerza.

Consiste, pues, lo esencial de la higiene muscular en el sostenimiento de un ejercicio prudente, que sin gastar los resortes de la

contractilidad fibrilar, la ponga en condiciones de conservar el equilibrio entre sus componentes químicos.

No se olvide igualmente que la nutrición ha de ser correlativa al desgaste ó pérdidas originadas por el trabajo. Teniendo esto presente se acomodará la alimentación de cada individuo á las condiciones del trabajo que hayan de realizar sus músculos, y de esta manera se conservará la salud de éstos.

Enfermedades cardíacas. — Aunque el corazón no es más que un músculo compuesto de fibras lisas, y sometido como todos los de su especie á las leyes que presiden á las contracciones de este tejido, sin embargo, las delicadas funciones que desempeña merecen que se le dedique algunas observaciones relacionadas con su vida especial.

No funciona este músculo aisladamente, ó con independencia de los demás órganos; por el contrario, sus movimientos están relacionados con todos los fenómenos de la vida general del individuo, constituyendo un centro en el cual, como en el cerebro, reflejan las impresiones recibidas en los extremos más lejanos de la economía.

Esta condición influye, más que en ningún otro músculo, en los fenómenos de oxidación y de reducción de los elementos químicos, y con mayor facilidad produce alteración en la trama de sus fibras, relajando su contractilidad y dando lugar á las deformaciones é hipertrofias tan frecuentes en Patología. Nótese también que siendo este músculo el que se pone en comunicación con mayor volumen de sangre, é influyendo ésta principalmente en la vida muscular, necesariamente ha de ser el corazón uno de los órganos más expuestos á sufrir modificaciones, como consecuencia de la acción de la sangre.

Una teoría sobre las estenosis valvulares. — En los tiempos de la Terapéutica y de la Patología clásicas, cuando todo se explicaba por la influencia de *causas ocultas* y misteriosas, casi todos los padecimientos cardíacos tenían su origen en las llamadas *causas morales*. Esto podría constituir una frase armoniosa al oído; pero tenía el inconveniente de no explicar nada.

Insistiendo en la doctrina expuesta, según la cual hemos de buscar las perturbaciones de la vida muscular en la influencia de los agentes químicos, físicos ó mecánicos que intervienen en ella, propone Schœrer una hipótesis razonable que explica la existencia de muchas afecciones cardíacas, y que el citado autor aplica á la patogenesia de las lesiones valvulares.

Partiendo del principio de que todo exceso de trabajo produce desgaste y pérdida de energía en el resorte muscular, atribuye desde luego las estenosis valvulares á un aumento de trabajo persistente y continuado, que las debilita y cada vez las hace más insuficientes para desempeñar su misión orgánica. Estudiando las causas que pueden influir en este exceso de trabajo encuentra que

la más importante de ellas consiste en un exceso de actividad en los fenómenos de oxidación y descomposición química, y cree que en tales casos, lejos de administrar á los enfermos los llamados *venenos cardiacos*, como excitantes del músculo, y que en último término no hacen otra cosa que aumentar el trabajo del mismo, agravando el mal, lejos de esto cree que debe emplearse todo procedimiento que tienda á moderar la actividad de los fenómenos químicos, utilizando los agentes químicos, físicos y mecánicos que puedan conducir á este resultado.

Conviene, por tanto, que el médico que comprende la altura de su misión, apartándose de los convencionalismos rutinarios de la Terapéutica clásica, estudie antes de resolver en estas delicadas cuestiones, y no olvide que en muchas ocasiones la aplicación de métodos verdaderamente científicos y racionales constituye el único camino para salvar la vida de un enfermo, ó, al menos, para minorar sus padecimientos.

Miología comparada. — Completaremos estas nociones generales sobre el estudio químico de los músculos, consignando algunos datos sobre las variantes que se observan en los músculos de algunas especies de animales.

La *xantina* y la *hipoxantina* se han encontrado en la proporción de 1 á 2 diezmilésimas en las carnes del buey, caballo, perro y conejo, y en cantidad mucho mayor en los músculos de los palomos inanizados, no hallándose en palomos bien nutridos. En la carne del delfín se ha encontrado la *sarcina* en la proporción de una diezmilésima y sólo vestigios de *xantina*.

En los músculos del caimán encontró Liebig el ácido úrico.

En cuanto á la *taurina* se ha comprobado su existencia en los músculos del caballo y en los de las jibias, en los cuales no se encuentra la creatina. Encuéntrase ésta en la carne del *Lenciscus rutilus*, de la cual ha obtenido también Limpricht un ácido nitrogenado de composición análoga á la de las materias albuminoides, al cual llamó *ácido prótico*.

La *glucocola* se encuentra en los músculos del *Pecten irradians* en la proporción de 0'39 á 0'71 por 100.

El *ácido inósico* no siempre se encuentra en la carne de los mamíferos, pero se obtiene casi siempre en la carne de diversos peces ácidos descritos por Liebig.

En general, el músculo fresco parece contener una pequeña cantidad de alcohol.

El *glucógeno* se encuentra en abundancia en los músculos de conejos, ranas, perros y gatos. La *dextrina* se encuentra en la carne de caballo, en grandes proporciones cuando se trata de individuos jóvenes; 100 kilogramos de carne proporcionan 400 gramos de dextrina.

La *inosita* se ha extraído abundantemente del corazón de buey, como también de la carne del perro y del caballo.

CAPÍTULO III

Tejido conjuntivo. — Tejido elástico. — Tejido adiposo. — Degeneración del tejido adiposo. — Tejido cartilaginoso. — Condromucoide.

BIBLIOGRAFÍA. — A. Gautier: *Chim. biol.* — *Cours de Chim.* — Wurtz: *Chim. biol.* — Rocasin: *Journ. de Pharm.* — Hirn: *Thermodynamiquz.* — Roos: *Zeit. f. physiol.*

Tejido conjuntivo. — Llámanse también *conectivo* y *celular*, siendo su misión reunir y ligar entre sí los diversos órganos ó alguna de sus partes.

Está compuesto por una substancia propia formada por fibrillas resistentes ó láminas ondulosas, las cuales están unidas entre sí por medio de una materia especial. Contiene además elementos celulares y fibrillas elásticas ó retráctiles.

Dividese en *areolar* y *membranoso*.

El tejido conjuntivo en general puede considerarse bajo tres aspectos diferentes:

- 1.º Tejido celular subcutáneo.
- 2.º El tejido adiposo, y
- 3.º El tejido de los tendones y de los ligamentos.

Pero cualquiera que sea el aspecto bajo el cual se le considere, el tejido conjuntivo en general se compone de células, de fibras conjuntivas blancas, ondulosas, muy finas, no ramificadas ni anastomosadas y de fibras elásticas amarillentas ramificadas y anastomosadas y menos finas que las fibras conjuntivas. Las células y las fibras flotan en una substancia fundamental de la cual no han podido aún ser completamente aisladas.

Las fibras conjuntivas se componen esencialmente de una substancia llamada colágena, la cual bajo la acción de los ácidos dilata-dos y á la temperatura de ebullición se transforma en gelatina. La substancia fundamental del tejido conjuntivo es una *mucina*.

Encuéntranse en este tejido, además de los elementos nombra-dos, otras dos especies de células, llamadas unas *migratrices*, igua-les á los glóbulos blancos de la sangre, y otras, más anchas, deno-minadas de *Waldeyer*.

Las células conjuntivas fusiformes presentan á menudo entre ellas unas gotitas untuosas, segregadas sin duda por plastidulas específicas, que poco á poco las cambian en anchas vesículas, formadas por una membrana, que contiene un núcleo oval, el cual encierra una ó muchas gotas de materia grasa.

De esta manera están constituidas las *células adiposas*, que relacionándose entre sí forman el *tejido adiposo*.

La materia fibrilar de este tejido llamada *gelina*, es parecida, acaso idéntica, á la oseína de los huesos, transparente, insoluble en el agua, que se contrae en el alcohol y en el éter y se endurece con el tanino. En el agua á 120° y aun á 100° se cambia en gelatina soluble en el agua hirviendo y putrescible.

La gelina se disuelve lentamente en los ácidos, aun los más debilitados, y estos cuerpos la reducen á gelatina, aun en frío.

Tejido elástico. — Las fibras de este tejido van casi siempre unidas con las del conjuntivo. Están constituidas por filamentos de 1 μ de diámetro y por cordones de 5 á 6 μ . Encuéntranse en la piel, las mucosas, las serosas, las sinoviales y rara vez en los tendones.

La túnica interna y casi toda la túnica media de las arterias están formadas por mallas del tejido elástico. La *elastina* ó *elastina* componen estas fibras, siendo aquélla una substancia inatacable á la mayor parte de los reactivos y lentamente digestible.

El tejido conjuntivo considerado en general, según hemos dicho, forma tendones, aponeurosis, ligamentos, membranas fibrosas y serosas y la trama que une entre sí y relaciona los órganos. Penetra en los huesos, en los músculos, en los centros nerviosos, en los órganos glandulares, presentándose unas veces en membranas ó túnicas que envuelven los fascículos musculares, los vasos y los nervios, á los cuales protege, une y sostiene; otras llenando los espacios intersticiales bajo la forma de un tejido travecular blando, llamado tejido areolar.

Como variedad de este tejido se encuentra también el llamado tejido conjuntivo mucoso que constituye la parte gelatinosa del cordón umbilical, la pulpa dentaria y el cuerpo vítreo del ojo.

Entre los diferentes ensayos practicados para aislar los elementos de este tejido merece especial atención el procedimiento empleado por Rollet, que es el siguiente: lávase en agua destilada una membrana serosa, como el pericardio ó la pleura, sumergiéndola después en un ambiente enfriado por una mezcla refrigerante. Cuando la membrana sobre la cual se opera se cubre de cristales de hielo, se deshace por percusión en un mortero también enfriado y la masa resultante se pone sobre un filtro. El líquido que pasa á través del filtro contiene caseína y albúmina. Tratada la parte insoluble por el agua fría y sometida á digestión á 40° con agua de barita diluída, se desprende la mucina, que es precipitada del líquido alcalino que pasa á través del filtro.

Quedan aún sobre éste las fibras conjuntivas, las elásticas y

una parte de las células. Las primeras pueden aislarse merced á una solución de ácido sulfúrico dilatado que las disuelve completamente. Sometiendo el residuo al ácido acético concentrado, elevando la temperatura, y tratándolo después por el agua y sosa diluida, se disuelven los elementos celulares, quedando sólo el tejido elástico que no se altera por ninguno de estos tratamientos.

Para aislar la *gelina*, el autor corta los tendones en láminas muy finas, las cuales después de tratadas por el agua fría permanecen durante algunos días en agua de barita que disuelve la mucina. Después se lava de nuevo con agua fría, con agua débilmente acidulada con el ácido acético y, por último, con agua destilada, quedando un residuo que contiene materia fibrilar mezclada con una pequeña cantidad de elementos celulares y de tejido elástico.

La materia fibrilar es transparente y en frío se transforma en gelatina por digestión en los ácidos débiles ó en los álcalis muy dilatados. Sometida, con agua, en la marmita de Papin, á una temperatura de 120°, se convierte en gelatina como ya hemos indicado.

En cuanto al tejido cartilaginoso que reviste en los vertebrados adultos los extremos articulares de los huesos, se distingue del tejido conjuntivo propiamente dicho, en que por la cocción da condrina. Contiene además materias grasas y cantidades notables de sales inorgánicas, entre las cuales domina el fosfato de cal. También se ha encontrado en este tejido una pequeña cantidad de globulina.

Tejido adiposo. Grasas. — Está constituido por las *células adiposas*, según hemos dicho. La membrana envolvente de estas células resiste á la acción del alcohol y del éter, como también á la del ácido sulfúrico diluido, y durante algún tiempo á la de los álcalis debilitados. Pero se disuelve fácilmente en el jugo gástrico. Durante la vida es generalmente líquido, y después de la muerte se solidifica.

Encuéntrese en muchos líquidos de nuestro organismo, en la leche, en el quilo, en la sangre. Cada célula adiposa produce su grasa especial; de aquí proviene que no haya dos puntos en el organismo animal en los cuales la grasa esté compuesta de los mismos principios grasos en la misma proporción, ó vaya acompañada de principios sápidos y odoríferos que le den cualidades propias.

La grasa subcutánea es más fusible y rica en oleína que la que rodea los órganos profundos.

Por más que los principios grasos ordinarios no sean otra cosa que éteres saturados de la glicerina, en las grasas pueden variar al infinito. La *oleína* y la *margarina* existen en la grasa humana con la *estearina* y la *palmitina*; la primera puede formar el 80 por 100 de los cuerpos grasos.

Juntamente con estos principios existe en las grasas una débil proporción de ácidos grasos libres, ó en estado de sales.

La consistencia de las grasas no es igual para todas las especies animales y aun para todas las regiones del mismo organismo. Pero

la determinación de estas diferencias no es fácil, puesto que la fusión de las grasas es gradual y el principio de la licuación se separa por algunos grados del estado de licuación completa. Explícase este hecho teniendo en cuenta que las grasas naturales son mezclas de diferentes cuerpos grasos, cuyos puntos de fusión son casi siempre diferentes. Sin embargo, pueden considerarse como muy aproximados los datos contenidos en el siguiente cuadro:

	Princi- pio de la fusión	Licuación completa		Princi- pio de la fusión	Licuación completa
Hombre, panículo					
adiposo.	»	20° á 22°	Caballo.	30	»
Región renal.	»	25°	Cerdo	»	40
Perro	»	22'5°	Elefante	28	»
Zorra	27°	54°	Liebre	26	»
Tejón	9°	»	Oca	»	24
Jaguar.	»	»	Faisán.	»	43
Buey	»	39°	Ánade	»	35
Ternera	52	»	Cantáridas	»	34
Carnero	»	50	Grasa de médula		
Camello	22'5	»	de buey.	»	45

(Hoppe-Seyler.)

La grasa subcutánea es la más fusible del organismo, y en comprobación de ello tenemos los siguientes datos de Henneberg:

	Grados de fusión
Grasa subcutánea.	27 á 31°
— tomada de los riñones.	37 á 43
— tomada en el epiploon.	34 á 39

Degeneración del tejido adiposo. — Hemos visto anteriormente que los principios grasos provienen de la unión de la glicerina con los ácidos grasos, ó más bien de la fermentación directa de los azúcares con pérdida de ácido carbónico.

Pasteur ha demostrado que la célula de levadura de cerveza fabrica una cantidad enorme de grasas, viviendo en las disoluciones en las cuales no recibe más que azúcar y algunas sales amoniacales y minerales por todo alimento.

También hemos visto que el tejido adiposo está constituido por la invasión de los cuerpos grasos de las células pertenecientes al tejido conjuntivo.

Estas células, que primitivamente son largas y fusiformes, se convierten en redondas ú ovals gracias á la tensión de las grasas. Envueltas en una cubierta protoplasmática muy delgada, con un núcleo lateral aplastado, están llenas de un líquido aceitoso más ó menos fluido. Rodeadas de una red capilar muy espesa, su parte líquida domina en el conjunto de ellas, siendo fácil, por tanto, la deformación del conjunto.

Cuando una ó muchas de estas células se nutre mal, pierde parcial ó totalmente su contenido grasiento; entonces adquiere un color amarillento, fórmase al rededor del núcleo un líquido seroso, granular, que pronto invade la célula entera, produciendo la degeneración por destrucción.

Otras veces, por exceso de alimentación, aumentan los líquidos grasientos en el interior de la célula, y entonces éstas crecen y se desarrollan á expensas del tejido elástico, constituyendo un exceso de tejido adiposo que se revela por las manifestaciones de la polisarcia.

El estudio químico de las degeneraciones morbosas del tejido adiposo está aún por hacer, si bien desde hace algunos años se ocupan con interés en estos importantes trabajos varios eminentes biólogos. De desear es que la Patología obtenga pronto el nuevo impulso que han de comunicarle las verdades químicas que en este terreno se vayan encontrando y que auxiliada por la Citología y por los progresos en la técnica microscópica, llegue pronto á consignar resultados prácticos que sirvan de base al establecimiento de una Terapéutica científica, segura y eficaz.

Tejido cartilaginoso. — Compónese este tejido de células especiales que ocupan los vacíos de una substancia fundamental, hialina, formada de *Condromucoide*.

Divídese en:

- 1.º Cartílago hialino,
- 2.º Fibro-cartilago,
- 3.º Cartílago elástico.

El primero, cuya materia es esencialmente hialina y translúcida, como el cristal, constituye la variedad más importante de este tejido. Reviste la superficie articular de los huesos y sus células están contenidas en lagunas limitadas por una substancia más densa que recibe el nombre de *cápsula cartilaginosa*.

El fibro-cartilago forma los rebordes de las cavidades glenoides, los discos intervertebrales é interarticulares de los huesos cortos. Hállase constituido por la especie anterior de cartílago, mezclado con numerosos hacecillos de tejidos conjuntivo y elástico.

El cartilago elástico ó reticulado es notable por las numerosas fibras elásticas que se interponen entre sus células.

La composición química del tejido hialino varía mucho según la edad y los órganos en que se encuentra. La proporción de agua que contiene oscila entre 54 y 74 por 100.

Las grasas varían de 2 á 5 y las sales minerales de 0·9 á 6·5 por 100.

Existe en este tejido una substancia colágena que casi se confunde con la oseína y que en la mayor parte de sus reacciones presenta formas análogas á la keratina.

Condromucoide. — Según recientes observaciones de Morner, en la composición del cartilago entran fundamentalmente la *oseína* y

el *condromucoide*. Es éste una sustancia proteica, proveniente de la unión de un ácido sulfoconjugado (*ácido condroítico*) con la *oseína*.

Para preparar el *condromucoide* se agotan por el agua destilada y á 40°, durante algunos días, los fragmentos menudos de un cartilago, resultando en el líquido una mezcla de condromucoide y ácido condroítico. Destrúyese éste haciendo hervir la solución en ácido clorhídrico al 2 por 1000, en cuyo caso se precipita el condromucoide.

También puede obtenerse el mismo resultado, dividiendo bien el cartilago y poniéndolo en digestión durante algunos días, en ácido clorhídrico al 2 por 1000. Se disuelven la gelatina y el ácido condroítico, y el residuo lavado con agua, es tratado por una disolución de potasa al $\frac{1}{2}$ por 1000, en la cual se disuelve el condromucoide. (A. Gautier.)

Las propiedades de este compuesto son insolubilidad en el agua y solubilidad en los álcalis debilitados y en las aguas de cal, precipitando de estas soluciones por el ácido acético. Los álcalis y ácidos debilitados lo descomponen en álcali-albúminas y ácido condroítico, cuya propiedad ha hecho que Schmiedeberg considere el condromucoide como combinación de un colágeno, ó de una especie de *oseína*, con el ácido condroítico.

Para obtener este ácido se trata el cartilago por una lejía de sosa al 5 por 100, disolviendo el ácido condroítico libre y descomponiendo el condromucoide en álcali-gelatina, proteoses y ácido condroítico. Elimínase la primera por saturación exacta del líquido y las proteoses por un exceso de tanino. Después se filtra, se elimina el tanino por el acetato de plomo, el exceso de plomo por H²S, y se precipita el ácido condroítico por el alcohol. (A. Gautier.)

Este ácido, cualquiera que sea su procedencia, se desdobra parcialmente en frío, totalmente en caliente, en presencia del agua acidulada con ácido clorhídrico al 4 ó 5 por 100, en ácido sulfúrico y un derivado nitrogenado, la *condroitina*.

Es ésta un ácido nitrogenado gomoso, que por ebullición en el ácido clorhídrico dilatado se transforma en una sustancia alcaloídica, la *condrosina*, representada por C¹²H²²AzO¹¹.

Esta sustancia por una hidratación más graduada con los álcalis dilatados en caliente, se transforma en ácido glucurónico y en una nueva base, la glucosamina.

La condrina es una sustancia análoga á la chitina que se encuentra en el caparazón de los articulados.

Hemos indicado que la condrina no es una sustancia químicamente definida, y que ha de ser considerada como una mezcla de gelatina y de mucina cuyas propiedades posee. En confirmación de esta teoría, consignamos los siguientes datos relativos, debidos á M. Arthus:

Condrina	Gelatina	Mucina
Insoluble en el agua, el alcohol y el éter.	Insoluble	Insoluble
Soluble en el agua caliente y coagulándose por enfriamiento	Soluble	Insoluble
Precipita por el ácido acético; insoluble en exceso de reactivo.	No precipita	Precipita
Precipita por el ácido clorhídrico; soluble en exceso de reactivo.	No precipita	Precipitado soluble
Hervida con ácido mineral da un azúcar reductor	No da azúcar	Da azúcar
Precipita por alún ó acetato de plomo.	No precipita	Precipita

Los últimos trabajos sobre estas substancias demuestran que la condrina es una mezcla, por lo menos, de cuatro cuerpos: gelatina condromucoide, ácido sulfocondroítico y ácido queratínico.

El cartílago contiene también de un 2 á un 5 por 1000 de materias grasas y sales inorgánicas abundantes, predominando entre éstas el fosfato de cal. Según Petersen y Soxhlet, el cartílago del tiburón contiene por 100:

Agua	74'20
Materias orgánicas	8'03
— minerales	17'77

En las cenizas se encuentra:

Cloruro sódico.	94'24
Oxido de potasio	1'64
Anhidrido fosfórico	1'03
— sulfúrico	1'88
Calcio, magnesia, hierro	vestigios

CAPÍTULO IV

Tejido óseo. — Composición de los huesos. — Diferencias químicas entre los huesos del mismo esqueleto. — Higiene del tejido óseo. — Observaciones sobre el raquitismo. — Patología. — Osteomalacia. — Desarrollo de los huesos según el régimen. — Los dientes.

BIBLIOGRAFÍA. — A. Gautier: *Chim. biol.* — Wurtz: *Chim. biol.* — Hoppe-Seyler: *Bull. Pharm.* — Weber et Hilsmann: *Ann. de Chim.* — Schœrer: *Rev. de Phys.*

Tejido óseo. — La célula elemental de este tejido posee una forma característica y recibe el nombre de *célula ósea* en general, aun cuando algunas de ellas presenten variantes que estudiaremos más adelante. La célula ósea está formada por una masa de protoplasma con núcleos, sin cubierta, contenida en las cavidades llamadas *lagunas óseas* ú *osteoplastos*, que comunican entre sí por medio de canales.

La substancia resistente de los huesos está formada por laminillas microscópicas, colocadas concéntricamente al rededor de estos canales y enlazando los diferentes osteoplastos que contienen en su interior. Estas laminillas contienen fosfatos y carbonatos terrosos, y se hallan perforadas de trecho en trecho por las fibras llamadas *de Sharpey*.

El canal medular y las cavidades de los huesos esponjosos están llenos por un tejido conectivo blando, que sostiene los vasos, los nervios y las células medulares ó *médulo-células*. La médula contiene hasta el 96 por 100 de materias grasas.

Para aislar la materia que constituye las laminillas óseas, se lima un hueso largo y se agota el polvo así obtenido tratándolo por el agua, alcohol y éter, quedando un residuo de substancia laminar casi pura, formado por unas 70 partes de substancias minerales y 30 de la materia orgánica que hemos designado con el nombre de oseína. Unas y otras substancias están íntimamente unidas por una especie de atracción capilar.

Composición de los huesos. — La parte sólida del hueso está compuesta de oseína mezclada con sales terrosas, entre las cuales

predomina el fosfato tribásico de cal. Las materias minerales constituyen del 60 al 70 por 100 del peso del hueso en el estado natural y se encuentran unidas á la oseína con la cual el fosfato forma una combinación incompleta de proporciones relativas muy variables.

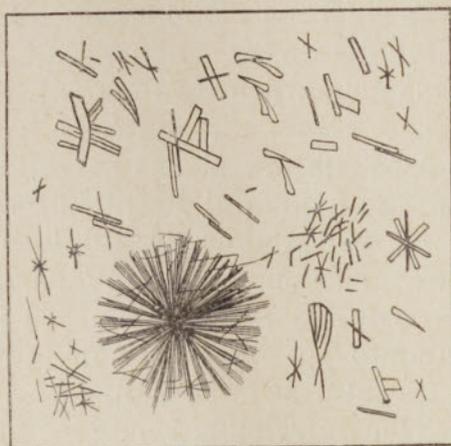


FIG. 42

Cristales de fosfato bibásico de cal.

El fosfato de calcio forma del 84 al 87 por 100 en peso de la tierra ósea y se encuentra unido á una débil proporción de carbonato, cloruro y fluoruro de calcio. (Fig. 42.)

He aquí algunos datos sobre la composición química de los huesos:

	Fémur	Occipital	Atlas
Oseína (estado húmedo)	29·7	29·9	34·9
Grasas.	1·3	1·3	1
Fosfato de cal	59·6	58·4	56·3
Fluoruro de calcio.			
Carbonato de calcio	7·3	8	6·1
Fosfato de magnesia.	1·3	1·4	1
Cloruros	0·7	0·9	1·7

(V. Bibra.)

Diferencias químicas entre los huesos del mismo esqueleto. — La tabla que antecede indica claramente que la composición química de los huesos varía según sus dimensiones y la región del organismo que ocupan. Además, la parte esponjosa de los huesos es la que más abunda en materias grasas, como asimismo es en esta parte donde se encuentra el agua que en algunos casos puede llegar hasta el 60 por 100.

Los huesos fósiles contienen una materia orgánica de color anaranjado obscuro, análoga al fosfato de cal, del cual se separa difícilmente.

Los huesos de los individuos jóvenes contienen más agua y menos materias sólidas que los de los adultos. Los huesos que se

desarrollan rápidamente por medio de una alimentación abundante, contienen más sustancias minerales y son más densos.

Habíase creído que existía diferencia en la composición de los huesos de la izquierda ó de la derecha del esqueleto, pero está demostrado que esta afirmación carece de fundamento.

Los huesos de los herbívoros y de los cetáceos son más ricos en carbonatos terrosos que los de los carnívoros y omnívoros. Los de las aves granívoras se encuentran más cargados de sales calcáreas y de sílice.

Higiene del tejido óseo. Observaciones sobre el raquitismo. — La regla fundamental para la higiene del tejido óseo consiste en tener en cuenta que la parte sólida de este tejido está esencialmente constituida por fosfatos, carbonatos y muy particularmente por la oseína. Conviene, pues, que la alimentación sea rica en estos principios, sobre todo cuando las exigencias de la edad van haciendo más sólida la armadura interior del organismo.

Patología. — Entre las enfermedades de los huesos se encuentra el *raquitismo*, que no tiene por causa una degeneración del tejido óseo propiamente dicho; consiste más bien en una proliferación exagerada de los elementos del cartílago que debe desaparecer en el estado normal por el desarrollo del tejido óseo.

Cuando éste crece imperfectamente, las extremidades de los huesos, y aun toda la masa de ellos, se incrustan escasamente con las sales terrosas. En esta enfermedad se desarrolla también de una manera irregular la trama orgánica de los huesos que no dan gelatina por la cocción, hallándose igualmente disminuida en gran manera la parte mineral.

E. Vait ha demostrado que una nutrición escasa en sales de cal determina una alteración morbosa en los huesos; pero el fenómeno se verifica solamente en animales jóvenes que no estén aún totalmente desarrollados. En los adultos la privación de sales terrosas produce en los huesos una transformación muy lenta, que consiste en hacerlos más porosos que en el estado normal.

No basta tampoco para la curación del raquitismo añadir á la alimentación el polvo de hueso ó de fosfato de cal, para que se asimilen las sustancias minerales. Para que el desarrollo óseo se verifique en condiciones normales es necesario que los fosfatos sean ingeridos en el organismo bajo la forma en que existen en el pan, el huevo y la carne.

En las alteraciones de los huesos por *necrosis* tienden á desaparecer las sustancias animales que entran en su composición, elevándose los fosfatos terrosos á un 72 por 100, y en la *caries* aumentan las grasas sin que la materia orgánica cambie de peso; pero las materias minerales, particularmente los fosfatos, descienden á 50 y aun á 30 por 100. En el *callo* que se forma en la reunión de los dos extremos fracturados de un hueso no se encuentra en absoluto la misma composición química que en la masa de los huesos. A conti-

nuación insertamos algunos datos sobre la composición química de dicho *callo*:

Fosfato de cal	32'5
Carbonato de cal	6'2
Sales solubles	12'8
Materia animal.	48'5

(Lassaigne.)

Osteomalacia. — Son notables las alteraciones químicas que experimentan los huesos en la *osteomalacia*. Las sales terrosas disminuyen, se atrofian las células y la materia orgánica se transforma lentamente en otra sustancia muy diferente de la que compone los huesos en estado normal. (Fig. 43.)

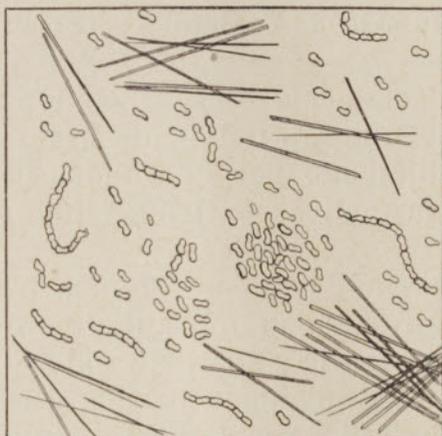


FIG. 43
Cristales de lactato de cal.

En los huesos así alterados se encuentra en estado libre el ácido láctico y disminuidas todas las materias minerales, especialmente los fosfatos y los carbonatos. A continuación insertamos algunos datos químicos sobre la composición de los huesos en la *osteomalacia*:

Oseína, agua y sustancias solubles en el agua.	49'99
Materias grasas	23'40
Lactato de cal.	0'21
Ácido láctico libre	1'31
Fosfato de cal.	18'86
Carbonato de cal.	3'75
Fosfato de magnesia	2'07

(Weber.)

Obsérvese que en este caso las sustancias minerales se encuentran muy disminuidas, mientras que en cambio las grasas han aumentado notablemente. Encuéntrase éstas en una proporción de un 6 á un 30 por 100 del peso total.

Desarrollo de los huesos según el régimen. — Desde tiempos muy antiguos se ha estudiado la influencia del régimen en el desarrollo de los huesos. Ya en 1842 Chossat experimentó sobre palomos á los cuales sometió á un régimen casi desprovisto de sales calizas, con lo cual consiguió que los huesos de estos animales se hicieran frágiles y friables. Posteriormente Bibbra ha hecho experimentos parecidos sobre perros en iguales condiciones, consiguiendo idénticos resultados. Hoppe-Seyler opina que en tales casos los huesos conservan su composición normal, pero se modifica de una manera general el desarrollo del tejido óseo por la falta de las sales calcáreas.

Los dientes. — Se hallan constituidos por:

1.º *Cuerpo del diente* que forma su masa principal y recibe el nombre de *marfil* ó *dentina*.

2.º El *esmalte* que corona el diente y reviste la parte externa fuera de la encía.

3.º El *cemento* ó *substancia osteoide*, compuesto de capas concéntricas que envuelven la raíz del diente hasta el cuello.

El diente está agujereado por uno ó más canales llenos de la pulpa dentárea por la cual se extienden los nervios y los vasos sanguíneos.

La *dentina* se compone de una substancia orgánica impregnada de sales calcáreas y atravesada por gran número de vasos paralelos que van desde la pulpa á la superficie exterior del diente. Parece que su materia orgánica es la oseína, y se encuentra en ella un 10 por 100 de agua, 20 á 30 de materia orgánica y el resto hasta 100 es mineral análogo en composición á la tierra ósea.

Consignamos los siguientes datos sobre la composición química de la *dentina*:

	Hombre	Mujer
Materia orgánica	27·61	20·42
Grasas	0·40	0·58
Fosfato de cal	66·72	67·54
Fosfato de magnesia	1·08	2·49
Carbonato de cal	3·36	7·97
Otras sales.	0·83	1·00

(V. Bibbra.)

El *esmalte* forma un epitelio especial constituido por fibras microscópicas de sección exagonal, colocadas perpendicularmente sobre la dentina.

El *esmalte* es muy duro; raya la apatita y es rayado por el acero.

Contiene el 95 por 100 de su peso en materias minerales y un poco menos del 1 por 100 de fluor y de cloro unido á los fosfatos y algunos vestigios de hierro. Sobre 100 partes de esmalte contiene la siguiente composición:

Fosfato y carbonato cálcicos.	82'40
Cloruro de calcio.	0'23
Fosfato de magnesia	2'37
Sales solubles	0'35
Materias orgánicas	15'59

(Hoppe-Seyler.)

La estructura del *cemento* es completamente la del hueso ordinario. Según Fremy, 100 partes de cemento del diente de un buey le han dado 67'1 de cenizas que contenían:

Fosfato de cal	60'7
Fosfato de magnesia.	4'2
Carbonato de cal	2'9

Como se puede observar por los datos que dejamos consignados, deben ser considerados los dientes como una variedad del tejido óseo, modificado químicamente para que pueda adaptarse á los usos especiales que ha de desempeñar en el organismo para las funciones digestivas.
