

## CAPÍTULO X.

## Quimificacion.

## § 35.

Accion mecánica del estómago sobre los alimentos.

A medida que los alimentos llegan al estómago, esta víscera va aumentando de volumen y cambiando de forma y de direccion. Su cara anterior tiende á hacerse superior, y la gran corvadura se inclina hácia adelante hasta tropezar con las paredes abdominales.

La distension del estómago da lugar á que se hallen comprimidos los órganos inmediatos, y de aquí que el diafragma no descienda con la facilidad acostumbrada, y que la respiracion sea algo más difícil despues de la comida. La compresion de la vejiga de la orina produce las ganas de orinar, y la compresion del recto ocasiona la necesidad de excretar las sustancias estercoráceas. Tambien la vejiga de la bilis comprimida obliga al líquido que contiene á dirigirse hácia el intestino duodeno.

La acumulacion de los alimentos en el estómago es debida á que las aberturas pilórica y cardiaca de esta víscera se cierran despues de la comida. La resistencia del cardias basta en circunstancias ordinarias para impedir que los alimentos vuelvan á la boca, á pesar de la compresion del diafragma y de los músculos abdominales, que tiene lugar en la risa, en la tos y en algunos ejercicios violentos, pero queda vencida en otros casos, como sucede en el vómito.

Siempre es digno de notarse que el píloro se opone, de ordinario, al paso de los alimentos cuando no están digeridos; que el quimo pasa sin dificultad hácia el duodeno, y que las sustancias contenidas en esta víscera retroceden difícilmente hácia el estómago.

Dada la entrada de los alimentos en el estómago y la oclusion de las aberturas pilórica y cardiaca, compréndese fácilmente que debe cambiar de forma y direccion por las condiciones anatómicas á que está sujeto. En efecto, el cardias está fijado é inmóvil por el contorno del orificio esofágico del diafragma, y el píloro tambien permanece inmóvil, y fijado al hígado por el epiploon menor: de esto resulta que apoyada en el hígado la pequeña corvadura, á medida que se van introduciendo alimentos en la víscera, sus paredes se distienden, verificándose este aumento de volumen hácia el lado de la tuberosidad mayor y de la gran corvadura estomacal, y girando sobre sus ejes píloro y cardias, verifica el movimiento que hemos dicho. Este movimiento es puramente pasivo.

Sin embargo, el estómago tampoco permanece inactivo. Desde la llegada de los alimentos, esta víscera reacciona contra las sustancias que penetran en su interior. Provisto de fibras musculares, entran en contraccion y comprimen la masa alimenticia, trasladándola de un punto á otro y mezclándola íntimamente con los jugos gástricos.

Las fibras musculares del estómago no se contraen todas á la vez. Segun las observaciones que parecen más exactas, las sustancias contenidas en la proximidad de la gran corvadura son empujadas hácia el píloro, mientras que las que se hallan cerca de la pequeña corvadura se dirigen hácia el cardias. Se han llamado movimientos peristálticos á los que se dirigen hácia el intestino, y antiperistálticos á los que se dirigen en sentido contrario, y parece que cuando la digestion está poco adelantada dominan estos últimos, mientras que van haciéndose predominantes

los primeros á medida que avanza la digestion, contribuyendo á que el píloro se relaje y á que las materias alimenticias que han llegado á convertirse en fluídas ó pul-táceas, sean empujadas hácia el duodeno. Las contracciones del estómago pueden observarse en los animales muertos violentamente, pocos instantes despues de su muerte; pueden observarse tambien en los casos de fistulas estomacales, y por medios indirectos, como sucede cuando se da á un animal cualquiera una gran cantidad de leche y se abre despues su estómago, en el que se encuentra esta leche coagulada y marcadas en la superficie del coágulo las impresiones de la membrana mucosa. Estas contracciones son sumamente lentas y poco manifiestas. Pero cuando se excita el estómago á beneficio de una corriente galvánica, adquieren una gran intensidad, verificándose en el punto de la excitacion una contraccion circular del órgano. Segun Küiss y Duval, el estómago se divide en dos porciones al contraerse sus fibras oblicuas; una superior, correspondiente á la pequeña corvadura, representando un verdadero canal por donde los líquidos, sin mezclarse con el contenido de la víscera, pasarían directamente desde el esófago al duodeno; y otra inferior, correspondiente al fondo de saco, en donde los alimentos sólidos serían digeridos. Pero esta teoría de los Sres. Küiss y Duval, ni está admitida por la mayoría de fisiólogos, ni se apoya en datos sólidos de experimentacion y observacion.

La oclusion de las aberturas cardiaca y pilórica es tan completa en las circunstancias normales, que si se extrae el estómago de un animal, al que se haya dado previamente una abundante comida y se comprime con ambas manos, no sale ni una partícula del alimento contenido en su interior. Sin embargo, en diferentes circunstancias se observan varios fenómenos, que parecen en contradiccion con este aserto. Describámoslos en brevísimas palabras para el completo conocimiento del asunto.

Cuando el estómago está repleto de sustancias alimenticias, las contracciones de su membrana muscular bastan por sí solas para que los alimentos vuelvan á la boca, teniendo algunos individuos bastante facilidad para hacerles sufrir de este modo una segunda masticacion. La *regurgitacion* de los alimentos es una cosa natural entre los rumiantes. Estos animales poseen varios estómagos que comunican entre sí. El primero es un vasto receptáculo en el cual se acumulan los alimentos sin estar apenas masticados; cuando está suficientemente lleno entra en contraccion, y la masa alimenticia vuelve á la boca para ser de nuevo masticada y deglutida á fin de que los jugos gástricos obren sobre ella con mayor facilidad. Tambien los gases se abren paso en ciertas circunstancias á traves del cardias, constituyendo el fenómeno que se conoce con el nombre de *eructacion*. Hay, por último, algunos casos en que los alimentos son lanzados al exterior de una manera rápida, lo que constituye el *vómito*; pero ya no es el estómago la causa principal de este fenómeno, sino la contraccion violenta y convulsiva del diafragma y de los músculos abdominales. No creemos por esto que deba considerarse al estómago como completamente pasivo, según suponen muchos fisiólogos, porque en algunas ocasiones ha llegado á desgarrarse durante los esfuerzos del vómito, lo que no podría explicarse por la sola presion exterior, y ademas, porque los experimentos de Budge han demostrado que las contracciones de la porcion pilórica empujan las sustancias alimenticias hácia la region cardiaca, siendo así más fácilmente comprimidas y expulsadas al exterior. Tambien el esófago facilita la salida de las sustancias contenidas en el estómago, porque contrayéndose las fibras longitudinales de la extremidad inferior, el cardias se dilata. El vómito constituye una funcion natural en cierto número de animales. Muchas aves vomitan el alimento medio digerido para alimentar con él á sus hi-

juelos y en las abejas sucede lo mismo para que las larvas se nutran con mayor facilidad.

Cuando se estudia el vómito bajo un concepto puramente experimental, se observan un gran número de fenómenos que aclaran completamente el mecanismo. Observando el esófago, se nota la contracción notable de sus fibras longitudinales que determinan la reducción del órgano en el sentido de las mismas. Estudiando los cambios de presión que durante el vómito se presentan en el interior del estómago, en el conducto esofágico y en la cavidad torácica, se ve que al principio la presión es positiva en el abdomen y negativa en la cavidad del tórax, debiéndose á aquella la salida de los alimentos desde el estómago al esófago: más tarde la presión torácica se hace positiva también, y á consecuencia de ello los alimentos que se hallaban en el esófago pasan á la faringe y á la boca, para ser arrojados al exterior del cuerpo. Extrayendo el estómago á un animal y reemplazándolo por una vejiga de cerdo, el vómito se produce fácilmente, siempre que en las venas de dicho animal se inyecte una pequeña cantidad de tártaro estibiado. Por lo que se refiere á la contracción del diafragma y de los músculos abdominales, es muy fácil hacerse cargo de su existencia y aun de su energía, teniendo en cuenta que por la compresión que ejercen sobre todas las vísceras del abdomen, sobrevienen muchas veces en el acto del vómito hernias, abortos, expulsión de orina y de materias fecales.

La contracción de las fibras del estómago se verifica por acción refleja: la inervación de esta víscera está representada por los pneumo-gástricos, de manera que cuando se cortan estos nervios, el estómago se paraliza, y si entonces se excita en ellos el extremo periférico, las contracciones abolidas reaparecen. Sin embargo, teniendo en cuenta que la paralización no es absoluta, toda vez que en un estómago, cuyos pneumo-gástricos hayan sido seccionados,

se pueden provocar movimientos vermiculares mediante la irritacion local de su mucosa, algunos autores han admitido que los movimientos del estómago son debidos á los filetes simpáticos que se encuentran en este órgano. Esta opinion, que parece en realidad de alguna fuerza, queda completamente refutada, teniendo en cuenta que la irritacion del simpático jamás produce contracciones del estómago. El centro reflejo está situado en la médula oblongada.

El contacto del alimento con la mucosa gástrica es el agente fisiológico principal que determina las indicadas contracciones.

La intervencion del sistema nervioso en la produccion del vómito es hoy dia perfectamente conocida. Estudiemos el agente, los conductores centrípetos, el centro y los conductores centrífugos.

Unas veces el agente es puramente psíquico, bastando el simple recuerdo de una sustancia repugnante ó del mareo que se ha sufrido alguna vez, para que inmediatamente sobrevenga el vómito: en este caso el agente, sin intermedio alguno, se dirige sobre el centro. Otras veces está representado dicho agente por una sustancia emética, como el tártaro estibiado, la ipecacuana, la apomorfin, etc., que pueden obrar, ya excitando los elementos sensitivos del pneumogástrico, que conduce la corriente hasta la médula oblongada, ya sirviéndose de la sangre como vía centrípeta para llegar hasta el centro reflector. Cada uno de estos tres agentes obra de una manera que le es propia. Así, inyectando hipodérmicamente de 0'006 á 0'01 gramos de *clorhidrato de apomorfin* en un adulto, el vómito sobreviene á los seis minutos, porque el centro vomitivo sufre una violenta excitacion; si la dosis se aumenta, llegando, por ejemplo, á 0'20 gramos, este mismo centro, por exceso de irritacion, se paralizará, y el vómito, así como todos los demas reflejos, quedará su-

primido. Introduciendo la apomorfina en el estómago, es indispensable para la provocacion del vómito, que la cantidad se eleve á 0'10 gramos, y sirviéndose de la vía intestinal, la cantidad se ha de elevar hasta 0'12, 0'14, 0'20 y 0'30 gramos por enema: esto nos indica que *el agente apomorfina obra directamente sobre el centro vomitivo.*

Al contrario, si echamos mano de la *emetina*, principio activo de la ipecacuana, veremos que introducida en el estómago, determina el vómito, desde la dosis de 0'01 hasta la de 0'10 gramos; al paso que en inyeccion subcutánea es indispensable elevar la cantidad á 0'20 y hasta 0'40 gramos, si se ha de producir ese fenómeno. Para comprender el mecanismo de la accion de la *emetina* basta tener en cuenta que introducida en la sangre no obra como emético, cuando se han cortado previamente los nervios pneumogástricos, y que el vómito, cuando estos están íntegros, tarda mucho en presentarse; de manera que la *emetina* obra como agente vomitivo en inyeccion subcutánea, únicamente cuando se elimina por la mucosa del estómago: de esto inferiremos que *el agente emetina no ejerce accion directa sobre el centro nervioso, sino sobre los elementos sensitivos del nervio pneumogástrico.*

El *tártaro estibiado*, inyectado en las venas ó en el tejido celular subcutáneo, ó administrado por la vía estomacal, provoca el vómito; pero en este último caso no se necesita una cantidad tan considerable como en los dos primeros: esto ha hecho suponer á Hermann y Grimm que el *tártaro estibiado* no obra directamente sobre el sistema nervioso central como la apomorfina, sino que al igual que la *emetina*, excita las terminaciones nerviosas del pneumogástrico que se encuentran en la mucosa del estómago; nosotros no podemos aceptar esta opinion, porque habiendo repetido muchas veces el experimento de Magendie (sustitucion del estómago en el perro por una vejiga de cerdo é inyeccion de emético en sus venas), constantemente hemos visto apa-

recer el vómito; así, pues, teniendo en cuenta lo manifestado, diremos que *el agente tártaro emético provoca el vómito por un doble mecanismo, ya excitando el centro vomitivo por el intermedio de la sangre, ya excitándolo por corriente centripeta nerviosa.*

En muchos casos el agente excitador del vómito está representado por una *accion mecánica*, la cual puede obrar sobre el gran simpático ó sobre los nervios emanados del centro cerebro-espinal. Por lo que se refiere al gran simpático, nadie ignora que al principio de la preñez, cuando el útero apenas ha aumentado de volumen, sobrevienen vómitos con muchísima frecuencia, cuya aparicion se explica por irritacion mecánica de los filetes simpáticos que existen en el útero; tambien es un hecho conocido que en el cólico hepático se presentan vómitos ocasionados simplemente por la irritacion mecánica de un cálculo biliar que pasa difícilmente por el conducto colédoco; lo mismo sucede cuando un cálculo urinario pasa con dificultad por el uréter. En cuanto á los nervios cerebro-espinales, bastará recordar que la irritacion de las fauces con las barbas de una pluma, produce en el glosio-faríngeo una corriente centripeta, que llegando al centro, da lugar al vómito; que la irritacion de los filetes pneumogástricos de la mucosa estomacal, en los casos de úlcera simple, cancer del estómago, etc., tambien determina este fenómeno; que las heridas del iris ocasionan en el trigémino una corriente sensitiva, que al llegar al centro origina fuertes vómitos; que una contusion violenta, un desgarró, una herida incisa en las extremidades abdominales y torácicas, despiertan en los nervios sensitivos una corriente ascendente, que en muchas ocasiones tambien es causa de una violenta emesis. En los nervios de sensibilidad especial, sus mismos excitantes fisiológicos son capaces de producir aquel efecto; así, un olor fétido puede convertirse en agente, cuyo nervio sensitivo estará representado por el primer par craneal; un objeto repug-



nante imprimiendo su imágen en la retina y pasando la corriente por el nervio óptico hasta llegar á su centro respectivo, podrá tambien ser causa de que el vómito sobrevenga; un sabor repugnante, el contacto de un objeto húmedo y viscoso, el ruido que en el acto del vómito produce una persona cercana aun cuando no la veamos, y tantas otras circunstancias que fuera prolijo enumerar, pueden convertirse en agentes de emesis.

Con lo que hemos dicho se comprenderá cuáles deben ser las vías sensitivas ó centrípetas que conduzcan la impresion hasta el centro vomitivo.

Este centro se halla en el bulbo raquídeo ó médula oblongada, sin que hasta el presente se haya podido determinar su situacion fija.

En cuanto á los elementos de conduccion centrípeta, están representados por los nervios que animan á los músculos, á cuya contraccion se debe el vómito, tales como diafragma, músculos abdominales, fibras del estómago, del esófago, etc., etc.

Resulta de los trabajos de Mellinger, que el vómito es muy general en los vertebrados, habiendo conseguido dicho autor hacer vomitar á las ranas, á los sapos, á los peces, á las aves, á los erizos, á los gatos, á los perros, á las martas, á los murciélagos. En cambio, el emético no produce efecto á la cabra, al caballo, al raton, á la rata, al conejo, al conejillo de Indias. La intervencion del estómago se demuestra perfectamente en los peces, en quienes la pared abdominal no interviene para nada. (*Archiv. für die gesament Physiologie.*)

Despues que los alimentos han permanecido algun tiempo en el estómago se reblandecen y disgregan, transformándose en una especie de pasta más ó menos líquida, llamada *quimo*, que desprende un olor soso y nauseabundo. Esto demuestra que, independientemente de los fenómenos mecánicos de que acabamos de hablar, se verifica en

el interior de esta víscera un trabajo distinto que conviene estudiar separadamente.

§ 36.

*Causas á que se ha atribuido la quimificacion.*—La digestion estomacal ó digestion propiamente dicha, para los médicos de la antigüedad, porque no sabían que pudiera haber digestion en otras partes del aparato digestivo, se hacía depender en aquellos tiempos de causas diferentes. Sostenían unos que la digestion era una simple coccion. Decían otros que no era más que un trabajo mecánico, una especie de trituracion de los alimentos. Hubo quien creía ver en ella un sencillo fenómeno de putrefaccion, y no faltó quien la considerara como el resultado de una simple division de las partículas alimenticias que de este modo se hacían aptas para su disolucion.

Ninguna de estas ideas, aunque sostenidas con calor en tiempos más modernos, puede aceptarse en la actualidad.

Asimilar la digestion al fenómeno de la coccion es olvidar que en las nueve décimas partes de los seres la temperatura de su estómago no se diferencia sensiblemente de la de la atmósfera, sin que por eso deje de efectuarse en ellos la digestion estomacal.

No puede atribuirse el cambio que los alimentos experimentan en el estómago á la fuerza triturante de esta víscera, puesto que se verifican digestiones artificiales en receptáculos de cristal, y de consiguiente, sin posibilidad de contraccion, y ademas porque ni esa fuerza triturante tiene la energía que se ha querido suponer, ni aunque la tuviera podría conseguir otra cosa que disgregar las sustancias alimenticias sin llegar jamas á disolverlas.

La teoría de la putrefaccion no es más admisible que las anteriores, porque las sustancias digeridas, no sólo no dan señales de putrefaccion, como las darían si se las dejara

abandonadas á sí mismas, sino que basta colocar en contacto con el jugo gástrico una sustancia que empieza á descomponerse para que se suspenda su putrefaccion.

Por último, la hipótesis segun la cual la digestion consiste en una especie de fermentacion ó en otro trabajo análogo que permite la disolucion de los alimentos, sobre haber revestido diferentes formas, segun las ideas químicas dominantes en cada época, se ha explicado siempre con demasiada vaguedad, y ha entrañado demasiado poco el fondo de las cosas para que produjera una verdadera conviccion. Aun así, es indudable que esta última teoría es la que más se acerca á la verdad y la que se halla más en consonancia con las ideas aceptadas, porque la digestion se considera hoy por la generalidad de los fisiólogos como una disolucion y una modificacion química de los alimentos, producida por el jugo gástrico y por los demas jugos que afluyen y se forman en las diferentes partes del aparato digestivo.

Al hablar de la insalivacion hemos visto cómo obra la saliva sobre las sustancias feculentas y cómo las transforma en dextrina y en glucosa para hacerlas al fin asimilables.

Mientras los alimentos permanecen en el estómago experimentan nuevas transformaciones, y para proceder metódicamente en el estudio de los fenómenos químicos que tienen lugar en esta viscera en el acto de la quimificacion, conviene examinar, en primer lugar, la naturaleza y propiedades del jugo gástrico; en segundo, el modo de accion de este jugo sobre cada uno de los principios inmediatos que se hallan en los alimentos, y en tercero, el conjunto de modificaciones que puede producir en los alimentos compuestos, ó sea en la asociacion de los diferentes principios inmediatos que contienen.

## § 37.

*Del jugo gástrico y de sus propiedades.* — Se considera generalmente como jugo gástrico al líquido que se encuentra en el estómago ; pero por poco que se reflexione se conocerá que los diversos jugos que en esta víscera se encuentran, provienen de diferentes puntos y están dotados de distintas propiedades. Hay, en primer lugar, saliva, hay lágrimas, hay mucosidades, hay en algunos casos bilis, hay agua y otras bebidas, y hay, por último, jugo gástrico propiamente dicho, ó sea el líquido segregado por las glándulas pépsicas que se encuentran en la membrana mucosa del estómago, principalmente en su porción cardíaca, y que son distintas de las glándulas mucosas.

Los procedimientos para la obtención del jugo gástrico varían, según se trate de los animales ó del hombre.

Respecto á los primeros, para obtener el jugo gástrico se han introducido esponjas en el estómago de los animales vivos ó en el de los que hacía poco que habían muerto, y se han hecho fistulas gástricas artificiales. Aunque este último método es el preferible, conviene hacer notar desde ahora que el jugo gástrico que se obtiene no es completamente puro. Dos procedimientos pueden seguirse para la operación de las fistulas gástricas ; el inventado por Blondlot, ó procedimiento en dos tiempos, y el seguido por Claudio Bernard y por Bassow, ó procedimiento en un solo tiempo. Para practicar el procedimiento de Blondlot se hace una incisión á lo largo de la línea blanca que comprende la serosa peritoneal ; por medio de un hilo de plata se atraviesa el estómago y se sujeta entre los labios de la herida á beneficio de la torsión de los dos lados del mencionado hilo sobre un cilindro de pequeño diámetro ; de esta manera se establece íntimo contacto entre el estómago y las paredes del abdomen ; de este contacto continuado, resultan adherencias ;

fórmase una escara, y despues de su caída, queda una fistula de carácter permanente : colócase entonces una cánula en esta fistula, y por esta cánula se recoge el jugo gástrico. Cuando se quiere practicar el segundo procedimiento, la cánula se introduce así que ha terminado la operacion; pero como se ocasiona una inflamacion que da por resultado una tumefaccion notable en los bordes de la herida, es preciso emplear una cánula especial cuyas dos extremidades sean susceptibles de aproximaciones y separaciones algo extensas.

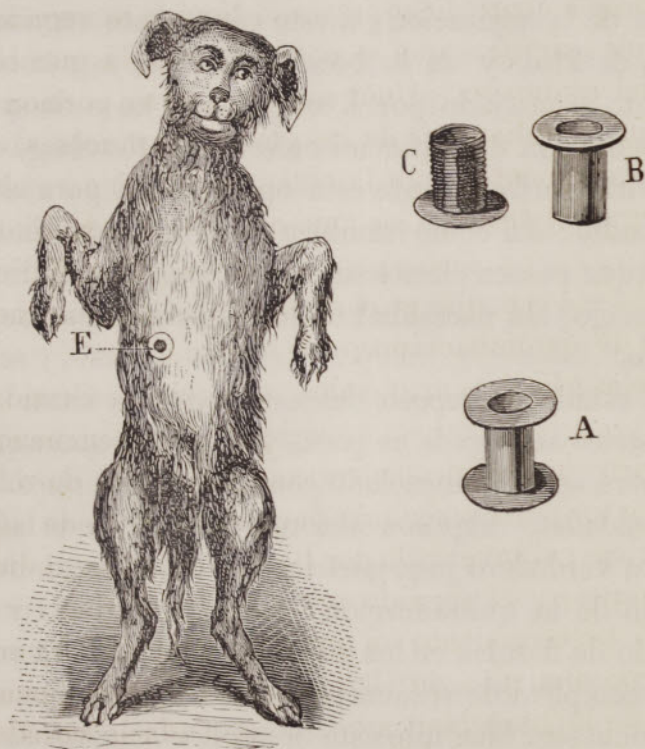


FIG. 16. — A, cánula de fistula gástrica compuesta de dos piezas . B y C, para que pueda aumentarse ó disminuirse su longitud. E, perro con fistula gástrica, provisto de su cánula, en cuyo orificio exterior se pone un tapon de corcho.

Cuando conviene hacer un estudio analítico de la secrecion gástrica, es indispensable valerse de las *fistulas parciales*, aislando la porcion pilórica, ó el gran fondo de saco

del estómago, y dejando intactos los vasos y los nervios que se dirigen á la region aislada.

Puede tambien prepararse un *jugo gástrico artificial*, ya sea acidificando la pepsina que se extrae de la mucosa del estómago, ya sea empleando la misma mucosa cortada á pedazos muy pequeños y macerada en ácido clorhídrico diluido, ya tambien echando mano del moco que se recoge raspando con un cuchillo la mucosa estomacal.

Cuando se quiere estudiar el jugo gástrico humano se inyectan en el estómago 700 ó 750 centímetros cúbicos de agua, y luego se extrae este líquido junto con el jugo, á beneficio de la aspiracion ; á este efecto, nos servimos de la sonda de Ploss y de la bomba gástrica, segun el procedimiento aconsejado por Leube. En el caso de que tuviéramos ocasion de tratar un enfermo de fístula gástrica, nos serviría perfectamente esta oportunidad para el indicado estudio ; así como tambien podría aprovecharse la facilidad que poseen ciertos sujetos de expulsar el alimento del estómago, sin necesidad de los esfuerzos que requiere el vómito.

En el estado de reposo del estómago, la cantidad de jugo gástrico segregada es poca, y el que se encuentra en esta víscera se halla mezclado con gran parte de saliva y de mucosidades. Algunos autores aseguran que sólo se encuentra verdadero jugo gástrico en el estómago durante el trabajo de la quimificacion ; pero el líquido recogido por medio de fistulas en los animales sometidos á una abstinencia completa de alimentos durante treinta ó cuarenta horas demuestra bien que esta opinion es equivocada. El jugo gástrico es segregado de una manera continua ; lo que sucede es que las glándulas pépsicas, lo mismo que todas las de la economía, funcionan con más actividad cuando están sometidas á la accion de estímulos especiales.

El primero y el más natural de estos estímulos es el

producido por los alimentos. Por eso el jugo gástrico es más abundante en el período de la quimificación.

Los cuerpos sólidos, insípidos y refractarios á la digestión, pueden excitar también la secreción del jugo gástrico. Por eso se introducen cuerpos extraños en el estómago cuando se quiere obtener mayor cantidad de jugo por medio de las fistulas artificiales.

Las disoluciones alcalinas débiles producen el mismo efecto : por eso la saliva es tan útil para las buenas digestiones, á causa de su ligera alcalinidad é independiente de las demás propiedades físicas y químicas de que ya hemos hablado, y por eso el bicarbonato de sosa, administrado en pequeñas dosis después de la comida, puede obrar como excelente digestivo.

Las bebidas frías en corta cantidad, y la acción de los cuerpos sápidos sobre los órganos del gusto, contribuyen también á la mayor secreción del jugo gástrico. Por eso, los condimentos son, en general, útiles, ya estimulando directamente la mucosa del estómago, ó ya indirectamente por medio de los órganos del gusto, y por eso, la costumbre de tomar un helado durante la comida facilita la digestión. Como los estímulos de que acabamos de hablar no pueden ejercer acción alguna sino por la mediación del sistema nervioso, parece inútil añadir que la secreción del jugo gástrico puede aumentarse, disminuirse ó suprimirse por completo, según que esta influencia se modifique ó falte.

Así como hay sustancias que favorecen la secreción del jugo gástrico, hay otras que la disminuyen ó suprimen. Los excitantes mecánicos y los agentes químicos, como las disoluciones alcalinas algo concentradas, se encuentran en este caso, porque pueden determinar una irritación en la mucosa. El frío prolongado y los ácidos debilitados producen el mismo efecto, aun sin ocasionar irritación. Los dolores violentos, la sección de los nervios pneumo-

gástricos y todo lo que perturba la influencia nerviosa del estómago, perturba tambien la secrecion del jugo gástrico.

Segun la teoría de Schiff, aceptada por gran número de fisiólogos, la pepsina no se forma en las glándulas pépicas de una manera continua, en virtud de la simple nutricion de las paredes estomacales, puesto que el estómago pierde la facultad de segregar jugo gástrico con la pepsina correspondiente, siempre que se encuentra sin sustancias *peptógenas*, es decir, sin ciertos principios especiales, capaces de transformarse en pepsina. Por eso, el estómago en que se hayan agotado esos principios para atender á las exigencias de una digestion anterior trabajosa y difícil, queda sin fuerzas para satisfacer las necesidades de una nueva digestion, hasta que ingeridas sustancias peptógenas, absorbidas por él y mezcladas con la sangre, puedan llegar hasta las glándulas pépicas, que ya en este caso, segregan un jugo gástrico completo, es decir, con la pepsina correspondiente. Las sustancias peptógenas están principalmente representadas por los principios inmediatos de la carne, solubles en el agua, por la gelatina, la dextrina. Así el caldo y la sopa contienen gran cantidad de sustancias peptógenas, y tal vez dependa de esto el que en algunas *dispepsias*, es decir, en algunos casos de pereza estomacal y de debilidad en las funciones de esta víscera, se hayan conseguido excelentes resultados con el uso del caldo tomado una ó dos horas antes de las comidas, ó con una disolucion de dextrina administrada una media hora antes de la ingestion de los alimentos.

El mecanismo de la secrecion del jugo gástrico, ha sido objeto de trabajos importantes. Lo mismo que en la secrecion salival, y que en las secreciones todas de nuestra economía, son indispensables tres factores para que se verifique la formacion del jugo : es á saber, la circulacion, inervacion y actividad del epitelio. En efecto, aquí, como



en todas partes, sin sangre no habría líquido segregado; sin nervios, la irrigacion sanguínea no se podría regularizar sin epitelio especial, no existirían elementos específicos.

Respecto á la *circulacion*, diremos que cuando las glándulas trabajan, los vasos se dilatan, la sangre venosa adquiere un color rojizo, la temperatura aumenta, la mucosa del estómago se enrojece; al contrario, en el reposo de las glándulas los vasos se constriñen, la sangre venosa se ennegrece, la temperatura descende, la mucosa del estómago se decolora.

Tocante á la *inervacion*, nada se sabe todavía de una manera positiva; se admite generalmente que este reflejo secretorio está bajo la inmediata dependencia del simpático; el agente excitador está representado por el alimento, pues siempre que llega al estómago una sustancia alimenticia, se presenta el jugo gástrico en forma de gotitas en innumerables puntos de la mucosa estomacal; y si cortado el pneumo-gástrico se excita el extremo *superior*, la secrecion se produce por la corriente que descende en el simpático. La mayor parte de los experimentos que se han hecho sobre el pneumo-gástrico, sobre los nervios esplánicos y sobre el plexo celiaco, son muchas veces completamente negativos. La superficie impresionable está representada, no solamente por la mucosa gástrica, si no tambien por la bucal, lingual y faríngea. Puede empezar el reflejo por las sensaciones externas, lo mismo que sucede en la secrecion salivar. Los centros reflectores se hallan en los ganglios de los plexos de la mucosa y en los del simpático, no siendo improbable que existan tambien en los centros nerviosos.

Respecto á la actividad del epitelio, diremos que en toda glándula péptica existen dos especies de células: unas, llamadas por Heidenhain *principales*, y por Rollett *adelomorfas*, que se encuentran en la parte más interna de la glándula, obturando tambien el conducto de

salida, cuyo tamaño es pequeño y cuya transparencia es completa; estas células, en oposicion á lo que hasta ahora se admitía, están destinadas, segun Heidenhain, á la secrecion de la pepsina. Las otras, llamadas por Heidenhain de *revestimiento* y por Rollet *delomorfas*, están situadas al exterior de las primeras, son de gran tamaño, oscuras y granulosas, y, segun Heidenhain, están destinadas á la secrecion del ácido. Estas células faltan en la region del píloro, por cuyo motivo la secrecion de este punto es alcalina. Ademas de las células específicas, la mucosa del estómago contiene un número considerable de células epiteliales destinadas á segregar mucosidad.

El jugo gástrico, como vamos á ver dentro de poco, está formado principalmente por pepsina y ácido libre, y conviene conocer la manera de formarse una y otro, dada su considerable importancia. Sea ó no cierta la teoría de Schiff, que hemos citado, sea ó no cierta la teoría de Bacelli, referente á la importancia pepsinógena del bazo, ello es indudable que la *pepsina* no se forma de repente en las células secretorias, sino que antes pasa por un estado intermediario, conocido con el nombre de *sustancia pepsinógena*. Esta sustancia se encuentra en las células secretorias unida á los diferentes albuminatos que la forman, y únicamente sale de las mismas bajo la influencia del ácido que segregan otras células. En tanto es cierta esta teoría, en cuanto podemos obtener *post mortem* la formacion de la pepsina, bastando colocar en agua acidulada la mucosa gástrica de un animal cualquiera, para convencernos fácilmente de que la pepsina aumenta de un modo considerable, á causa, sin duda, de que la sustancia pepsinógena *ha engendrado* pepsina bajo la influencia del ácido citado. En cuanto á la formacion del *ácido*, conviene tener presente que tampoco se encuentra libre en las células secretorias, como no se encuentra en ellas la pepsina; lo que únicamente se verifica en las célu-

las de revestimiento es una elaboracion del referido ácido, el cual sólo se encuentra en libertad al nivel del orificio glandular. Un experimento muy sencillo viene á demostrar esta asercion : se inyecta en una vena de un animal lactato de hierro y en otra vena ferrocianuro potásico ; al cabo de poco tiempo se encuentra el color azul de Prusia *en la superficie* de la mucosa gástrica y *nunca en las células secretorias*; y como, para que se verifique la coloracion citada es indispensable que el medio sea ácido, presentándose la coloracion en la superficie comprenderemos que el ácido libre se halla en ésta; y no presentándose en el cuerpo de las células, hemos de admitir que el ácido no existe en estas células.

La cantidad de jugo gástrico segregada no se puede calcular con exactitud. M. Schmidt la hace subir á seis kilogramos y medio en las veinte y cuatro horas ; pero si se recuerda que en esta secrecion influyen diferentes causas que pueden acelerarla ó retardarla, si se tiene en cuenta que el jugo gástrico se halla siempre mezclado con otros líquidos más ó menos abundantes, y sobre todo que es imposible hacer observaciones directas en el hombre, se comprenderá la facilidad con que los fisiólogos han podido equivocarse en sus apreciaciones.

El jugo gástrico, despues de haberlo separado de las mucosidades que contiene, es un líquido incoloro, de un olor debil, análogo al del animal de que procede, de una densidad ligeramente mayor que la del agua, y que enrojece constantemente el papel de tornasol. El jugo gástrico está compuesto de agua, algunas sales, uno ó dos ácidos libres y una sustancia orgánica particular, á la que se ha dado el nombre de *pepsina*.

En cada cien partes de jugo gástrico hay noventa y nueve de agua. Las sales que se encuentran en este jugo son cloruros alcalinos y térreos, carbonato y fosfato de cal, y segun Bracconnot, vestigios de sales de hierro.

Los fisiólogos no están de acuerdo acerca de la naturaleza del ácido libre que se encuentra en el estómago. Chevreul en 1816 y antes que él Macquart, creían que era el ácido láctico, si bien este último suponía que había también ácido fosfórico. Prout en 1824, y más tarde Tiedemann, Gmelin y otros muchos autores, admitieron la existencia del ácido clorhídrico. Bernard y Barreswil la negaron terminantemente, fundándose en que el jugo gástrico, tratado por el ácido oxálico, da un precipitado de oxalato de cal, lo que no sucedería con sólo una milésima parte del ácido clorhídrico libre que tuviera.

A pesar de estas dudas —dificiles de resolver si se tiene en cuenta la facilidad con que puede producirse el ácido clorhídrico por la descomposicion de los cloruros, sobre todo elevando ligeramente la temperatura, y en presencia del ácido láctico que se encuentra en el jugo gástrico accidentalmente y como producto de la digestion de algunas sustancias alimenticias— despues de las investigaciones recientes de Lehmann, que ha obtenido el ácido clorhídrico desecando el jugo gástrico en el vacío y á la temperatura ordinaria y que ha visto que el residuo es todavía ácido y proporciona por los reactivos una cantidad considerable de ácido láctico, parece lógico admitir que los ácidos libres que entran en la composicion de este jugo son el clorhídrico y el láctico. El jugo gástrico puede contener accidentalmente diferentes ácidos, sobre todo el acético y el butírico. Nada diremos respecto á las combinaciones del ácido clorhídrico admitidas por ciertos autores, combinacion del ácido clorhídrico con la leucina, combinacion del mismo ácido con la pepsina, formando el *ácido clorhidropéptico*, etc., porque no estimamos bastante concluyentes los hechos en que pretenden apoyarse.

La sustancia orgánica que se encuentra en el jugo gástrico es la pepsina, á la que algunos fisiólogos dan el nombre de cremosina y de gasterosa.

La pepsina es una materia orgánica azoada, de un color blanco sucio cuando se halla en estado sólido, soluble en el agua, insoluble en el alcohol absoluto, no coagula por la acción del calor, forma con la mayor parte de los ácidos combinaciones muy solubles, coagula el caseo soluble y no es precipitada de sus disoluciones por el cianuro férrico-potásico.

A pesar de su semejanza con la albúmina, se diferencia, primero, en que no se coagula por el calor; segundo, en que, precipitada de sus disoluciones por el alcohol, se redisuelve otra vez en el agua, y tercero, en que no precipita de sus disoluciones por el cianuro férrico-potásico.

La pepsina es un fermento soluble; cuando está disuelta y se la sujeta á una temperatura de 40°C, se transforma en *isopepsina* y su acción de fermento disminuye; en cambio, si en lugar de operar en una pepsina disuelta, tomamos la pepsina desecada, podremos elevar la temperatura hasta los 110°C, sin que pierda sus propiedades características. La pepsina, por más que ciertos autores la consideran como una sustancia terciaria, es verdaderamente una sustancia azoada; no es difusible en ningún caso.

Entre los diferentes procedimientos que se emplean para obtener esta sustancia, el más sencillo es el siguiente: se tratan por el alcohol los líquidos que se encuentran en el estómago de una ternera, ó los que resultan de la maceración de esta víscera en el agua, por cuyo medio se produce un precipitado de albúmina, de mucosidades y de pepsina; separado el precipitado, se trata por el agua, y la pepsina queda redisuelta en este líquido; la disolución acuosa de pepsina se decanta para separarla de las demás sustancias que no han podido redisolverse y se la somete de nuevo á la acción del alcohol para que la precipite. Aunque la pepsina obtenida de este modo no puede considerarse como químicamente pura, conserva todas sus propiedades fisiológicas.

Beale recoge, raspando suavemente la superficie de la mucosa del estómago, el jugo que contienen las glándulas estomacales ; lo hace secar al baño de maría y, cuando está seco, lo reduce á polvo, el cual retiene las propiedades de la pepsina. Danneey separa la membrana interna de la molleja de las aves ; la deseca rápidamente al aire y la pulveriza despues, conservando este polvo, como el anterior, la pepsina con todas sus propiedades.

Todos estos procedimientos, recomendables por su sencillez, no lo son sin embargo por la perfeccion del producto que se obtiene. El mejor de todos es indudablemente el de Brücke ; se toma una mucosa estomacal y se deja en ácido fosfórico diluido, á la temperatura de 40° C.; luego se añade cal que neutraliza el líquido, formándose un precipitado de fosfato neutro de cal ; este precipitado, que contiene la pepsina, se lava y se disuelve en ácido clorhídrico diluido ; se añade colessterina disuelta en alcohol y éter (1 parte de éter y 4 partes de alcohol) ; precipítase la colessterina y con ella la pepsina ; lávese el precipitado, trátase por el éter, decántese la capa etérea que se forma y evapórese la solución acuosa que resta : como dicha solución acuosa contiene la pepsina pura, á beneficio de la evaporación del agua, queda la pepsina aislada.

Como el jugo gástrico está compuesto de agua, de algunas sales, de pepsina y de una corta cantidad de ácido clorhídrico y de ácido láctico, es fácil formar jugo *gástrico artificial*, y esto es lo que se ha hecho para poder observar su acción sobre las diferentes sustancias alimenticias. La fórmula que generalmente se emplea para obtener el jugo gástrico artificial es la siguiente : tómense 100 gramos de agua á la que se añade un gramo de pepsina pura y cuando la pepsina esté disuelta, échense 3 gotas de ácido clorhídrico. Con este líquido podremos obtener sin dificultad verdaderas digestiones artificiales.

## § 38.

*Accion del jugo gástrico sobre los principios inmediatos que se encuentran en los alimentos.* — El jugo gástrico natural, lo mismo que el preparado artificialmente con la *pepsina* y el ácido clorhídrico disueltos en el agua, obra principalmente sobre las sustancias albuminoideas. En primer lugar, las hincha, las reblandece y las disgrega; y en segundo, las hace experimentar modificaciones más ó menos profundas en su constitucion química, á consecuencia de las cuales se disuelven más ó menos completamente.

Lo que hay aquí de notable es que los principios inmediatos azoados, no sólo se disuelven, sino que experimentan modificaciones moleculares á consecuencia de las cuales pierden sus propiedades características para convertirse en una sustancia nueva, á la que se ha dado el nombre de *peptona* ó *albuminose*, que, aunque con caracteres propios y especiales, conserva sensiblemente la misma composicion química que los principios inmediatos de que procede. Las metapeptonas, parapeptonas y dispeptonas, de que se habla tambien en las obras de fisiología, son productos transitorios de la transformacion que experimentan las sustancias albuminoideas hasta pasar al estado de peptonas y en esto consiste que desaparezcan poco á poco á medida que la accion del jugo gástrico produce todos sus resultados.

La albuminose ó peptona se parece mucho á la albúmina. Es soluble y precipita de sus disoluciones por el alcohol, por el tanino y por el deuto-cloruro de mercurio lo mismo que la albúmina. Se diferencia de esta sustancia en que no precipita por los ácidos fuertes, ni se coagula por el calor. La circunstancia de que tampoco la albúmina

precipita por el calor cuando se la calienta en la marmita de Papin, y la más notable de que forma á veces con los ácidos combinaciones solubles poco conocidas, ha hecho sospechar que la peptona no es más que albúmina combinada con algunos de los ácidos del jugo gástrico. Esta opinion se hace más probable si se tiene en cuenta que la disolucion acuosa de la peptona enrojece el papel de tornasol ; que si se satura el ácido por la adición de un álcali se obtiene por el calor un precipitado análogo al que da la albúmina ; y sobre todo, que en el momento de ser absorbida la peptona y de ponerse en contacto con las sustancias alcalinas de la sangre, queda transformada en albúmina ; pero á pesar de eso, la ciencia no ha demostrado todavía la verdadera metamorfosis de las sustancias que nos ocupan. En todo caso, puesto que basta una pequeña cantidad de pepsina para transformar en albuminose grandes cantidades de sustancias albuminoideas, sin que esta pepsina se modifique ella misma, es preciso considerar la digestion estomacal como el resultado de un verdadero fenómeno de fermentacion.

La peptona no es una sustancia única sino que hay varias peptonas que fácilmente se distinguen. Además de los caracteres que acabamos de indicar, existen otros muchos que tambien nos será forzoso reasumir. Ninguna peptona inyectada en las venas se presenta en las orinas al estado de albúmina ; ninguna precipita por la ebullicion ; todas ellas son sumamente difusibles ; todas toman una coloracion azul violada con debil fluorescencia verde, ofreciendo además una raya de absorcion entre las letras *b* y *F*, cuando se las disuelve en ácido acético en exceso y se añade ácido sulfúrico concentrado ; esta reaccion que aún se hace más manifiesta añadiendo cloruro de sodio, se conoce con el nombre de reaccion de Adamkiewicz ; todas dan una coloracion rosada á la solucion que constituyen cuando se añade á ésta, en cantidad de una gota, una solu-



cion ligeramente teñida de sulfato de cobre y una pequeña cantidad de sosa.

Sin entrar en detalles respecto á las distinciones establecidas entre las peptonas por Meissner, (peptona, para-peptona, metapeptona, peptona A, peptona B y peptona C), toda vez que hoy dia la mayor parte de los fisiólogos opinan que estas diferencias no constituyen variedades de peptona, sino mezclas entre las peptonas y distintas sustancias existentes en el estómago ; sin entrar en detalles, como decimos, llamaremos, sin embargo, la atencion acerca de las dos teorías principales que hoy prevalecen en Fisiología, en lo que se refiere á la constitucion de las peptonas : para unos, la composicion de las peptonas, es casi idéntica á la composicion de la sustancia de que proceden; para otros, las peptonas no constituyen otra cosa que diferentes formas de hidratacion de las sustancias que las engendran ; esta última teoría es la que creemos más probable, toda vez que por la simple desecacion á 130° C, las peptonas se transforman en unas sustancias semejantes á la proteina y á la sintonina.

Hemos dicho que no aceptábamos las ideas de Meinner relativas á las diferentes variedades admitidas por este autor, pero al propio tiempo hemos indicado que la peptona no es una sustancia única, sino que hay varias clases de peptonas. En efecto ; segun Henninger, cambian las peptonas con la sustancia que las suministra. Las variedades de peptona que más se han estudiado, son la de fibrina, la de albúmina y la de caseina, las cuales difieren principalmente, porque desvían de un modo distinto la luz polarizada.

Desde cuatro años á esta parte las peptonas han adquirido una importancia considerable por las aplicaciones terapéuticas de que han sido objeto ; se han formado peptonas artificiales, ya con la pepsina acidificada obrando sobre la carne, ya con la pepsina unida á la pancreatina en

contacto con dicho alimento, ya por otros procedimientos, más ó menos aceptables en buena Fisiología : conviene, pues, conocer bien estas sustancias, por las aplicaciones á que se prestan todas ellas.

Otro punto importantísimo, perfectamente conocido en la actualidad, es el punto referente á las *digestiones artificiales*. La idea de estas digestiones data ya de mucho tiempo, pues el abate Spallanzani para estudiar la digestion, echaba mano de unos tubos de cristal en los que introducía jugo gástrico y cierta cantidad de carne ; colocábase estos tubos en la axila y esperaba pacientemente el resultado. Hoy dia los procedimientos se han perfeccionado y en todos los laboratorios de Fisiología se practican en grande escala.

Varias circunstancias deben tenerse en cuenta para que estas digestiones salgan bien : en primer lugar, es indispensable que la sustancia que se estudia esté cortada en pedazos muy pequeños, pues solamente de esta manera podrá ser atacada en todas sus partes por el jugo ; ademas, es indispensable que la temperatura del recipiente que contiene los materiales de la digestion, sea análoga á la temperatura normal de nuestro cuerpo ( $38^{\circ}\text{C}$ ) ; luego, es preciso agitar constantemente las sustancias para facilitar su total impregnacion ; y finalmente, el jugo gástrico que se emplee, ya sea natural, ya artificial, debe presentar las condiciones que tiene este jugo en el interior del organismo. El procedimiento más perfecto que conocemos, es el usado por Kronecker, consistente en un aparato, relativamente muy sencillo, que posee por un lado, una estufa que á beneficio de un regulador conserva siempre la temperatura de  $38^{\circ}\text{C}$ , y por otro lado un dializador, cuyo papel no es otro que ir separando por la difusion (á medida que se están formando), los productos de la digestion artificial. Nosotros hacemos uso de este procedimiento, y por medio del microscopio, estudiamos las modificaciones

que varias sustancias, especialmente las carnes, experimentan por la referida digestion.

El resultado de la digestion artificial debe estudiarse en los alimentos simples y en los alimentos complejos. Respecto á los alimentos simples, se observa que la *albúmina líquida* toma un aspecto lechoso susceptible de desaparecer por filtracion, sin que en ninguna circunstancia se coagule; la *albúmina coagulada* empieza por hincharse y acaba por disolverse; la *fibrina* tambien se hincha en un principio y se disuelve con una notable rapidez; la *caseína* empieza por enturbiar la solucion, luego se coagula á semejanza de jalea, y finalmente, se disuelve con gran dificultad; el *gluten*, se digiere con extraordinaria rapidez si no se ha sujetado previamente á la coccion; en caso de que así se haya hecho, la digestion es muy difícil; la *legumina*, se digiere con la mayor facilidad; la *sintonina*, se presenta sumamente refractaria; la *gelatina*, la *osteína* y la *condrina*, si bien se disuelven por la accion del jugo gástrico, distan mucho de ofrecer la difusibilidad caracterísca de las peptonas.

El jugo gástrico no ejerce accion alguna ni sobre los aceites, ni sobre las grasas, ni sobre los azúcares, ni sobre las sustancias amiláceas ó feculentas, ni sobre las gomas, ó lo que es igual, no tiene influencia sobre los principios inmediatos no azoados.

Como el jugo gástrico natural se halla unido á la saliva, y como la saliva no pierde por eso ninguna de sus propiedades, sigue obrando en el estómago sobre las sustancias amiláceas convirtiéndolas en azucar, y á esta causa se debe el que se haya atribuido al jugo gástrico idéntica propiedad. Por eso en las digestiones artificiales, en las que no interviene la saliva, no experimentan las sustancias amiláceas la transformacion sacarina. Y por esto, cuando, para imitar en lo posible una digestion natural, se introducen en el recipiente sustancias feculentas y saliva, se obtienen,

ademas de las peptonas, las modificaciones isoméricas de las féculas (dextrina y glucosa).

En la digestion natural el azucar de caña se convierte en parte en el estómago en azucar de uva ó glucosa, y tambien se forman á expensas del mismo los ácidos butírico y láctico; pero estas reacciones no se producen precisamente por el jugo gástrico, sino por la influencia de las sustancias albuminoideas que en el estómago se encuentran.

Las grasas y los aceites pueden tambien sufrir transformaciones en el estómago, pero es sólo en los casos en que la bilis está mezclada con el jugo gástrico.

Cuando en lugar de los alimentos simples estudiamos los complejos, los resultados obtenidos son más prácticos y adquieren una importancia considerable: introduciendo *carne* en el recipiente, obsérvase que las fibras primitivas, á consecuencia de la disolucion del elemento conjuntivo

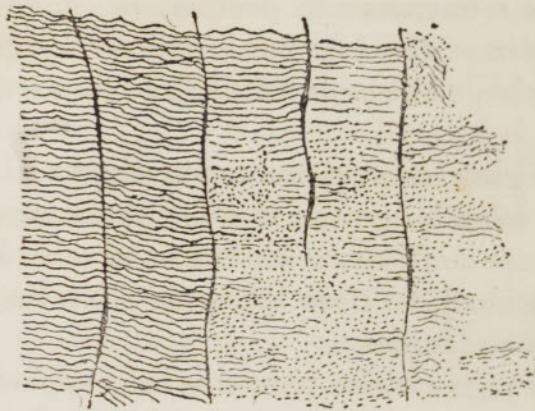


FIG. 17. — Carne cruda á las dos horas de estar en contacto con jugo gástrico artificial á la temperatura de 35° c. — Aumento de 300 diámetros.

interfibrilar, comienzan por separarse; las estriaciones transversales se acentúan; rómpense las fibras primitivas, hácense gelatinosas, y finalmente se disuelven; asimismo se disuelve el sarcolema. Contrariamente á lo que se admite por muchos autores, nosotros hemos visto siempre que la carne cruda, pero cortada á pedazos muy peque-

ños, se digería con mucha mayor facilidad que la carne cocida. Véanse los adjuntos grabados y compárense entresí.

La digestion de la *sangre* ofrece algunas diferencias relativas á cada uno de los elementos que la forman ; así la albúmina del suero se digiere de la misma manera que la albúmina del huevo ; los glóbulos rojos, por la accion de los ácidos, se destruyen con notable rapidez ; tambien son destruidos fácilmente los leucocitos, excepto el núcleo que se presenta refractario. La sangre cocida se digiere con mayor dificultad. La *leche* se coagula rápidamente por la accion del jugo gástrico ; esta coagulacion que se ha atribuido al ácido libre, débese principalmente al fermento llamado *lab*, existente en la mucosa del estómago ; la caseina coagulada por la accion del lab contiene la grasa en su interior y cuando por la accion del jugo gástrico este coágulo se va redisolviendo y convirtiéndose en peptona,

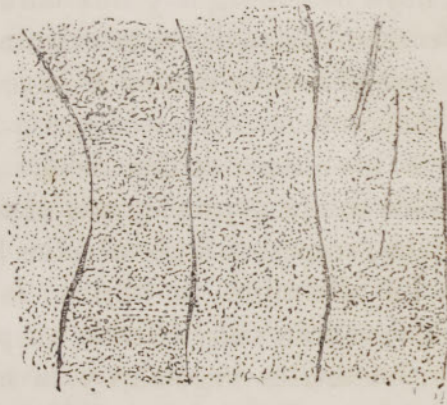


FIG. 18. — Carne cruda á las tres horas de estar en contacto con jugo gástrico artificial á la temperatura de 38° c. — Aumento de 300 diámetros.

la grasa va quedando en libertad ; disuélvense las sales de la leche, así como el azucar que este líquido contiene, el cual, bajo la accion de un fermento especial, existente tambien en la mucosa gástrica, se transforma en gran parte en ácido láctico.

Los *tendones*, los *ligamentos*, las *aponeurosis*, los *cartí-*

*logos*, etc., se digieren con grandísima dificultad, y muy especialmente si son crudos y pertenecen á animales viejos. Respecto á los *huesos*, la digestion (difícil siempre) empieza por la sustancia orgánica; el jugo gástrico se va neutralizando por las sales calcáreas que van quedando libres. Los *alimentos vegetales*, á consecuencia de la celulosa que entra siempre en su composición, son más difícilmente digeribles que las sustancias animales.

### § 39.

*Digestion natural.* — Conocidos los antecedentes que acabamos de estudiar no ha de ser difícil explicarnos la multiplicidad de fenómenos digestivos de que es asiento el estómago viviente. Supongamos que se haya comido pan, carne y sustancias vegetales; que se haya tomado leche y que se haya bebido agua y una corta cantidad de vino. Estas diferentes sustancias se mezclarán íntimamente entre sí, uniéndose al mismo tiempo al jugo gástrico, á la saliva y á las mucosidades del estómago ó á las del trayecto mucoso que los alimentos han debido recorrer.

El jugo gástrico con la pepsina y con el ácido ó ácidos libres que contiene, empezará á obrar sobre las sustancias albuminoideas. La albúmina, la fibrina, la gelatina, el gluten, la caseína, se irán convirtiendo en peptonas. Las materias grasas, los aceites vegetales y la manteca de la leche irán quedando en libertad á medida que las celdillas en que se hallaban encerradas vayan siendo digeridas. El almidón estará en parte convertido en dextrina y en glucosa, por la acción de la saliva, que no pierde su propiedad sacarificante al mezclarse con los ácidos del estómago, como se ha querido suponer. El azúcar de la leche y de la glucosa se disolverán dando lugar al mismo tiempo á la formación de cierta cantidad de ácido láctico. La celulosa, la fibra vegetal, los granos de fécula no triturados, los

fragmentos tendinosos y en general todas las sustancias refractarias á la accion de la saliva y de los jugos gástricos estarán reblandecidas y más ó menos disgregadas.

A este trabajo de elaboracion en virtud del cual los jugos gástricos reblandecen y disgregan los alimentos, disolviendo parte de las sustancias asimilables que contienen, y preparando la restante para que sea más fácilmente disuelta por la accion de los jugos intestinales que han de completar el trabajo digestivo, es á lo que se llama *quimificacion*. Y á esa masa pultácea, heterogénea, de un olorroso y agrio, compuesta de alimentos disgregados y reblandecidos, cuyos principios inmediatos se van haciendo solubles; compuesta ademas de los detritus de las sustancias refractarias á los jugos gástricos, y de estos mismos jugos unidos á las mucosidades, á la saliva y á las bebidas que no han sido aun absorbidas, es á lo que se llama *quimo*.

La quimificacion de las sustancias alimenticias se realiza con más ó menos facilidad, segun circunstancias especiales que pueden favorecerla ó retardarla.

Ya hemos visto anteriormente que el jugo gástrico puede ser segregado con mayor ó menor actividad. En el estado normal del organismo y suponiendo que todas las demas condiciones sean iguales, puede establecerse en principio que todo lo que favorece la secrecion de este jugo favorece tambien la quimificacion. Como la actividad disolvente del jugo gástrico depende en gran parte del ácido libre que contiene, hay ocasiones en que la digestion se paraliza porque las sustancias ingeridas saturan este ácido. La albúmina se encuentra en este caso por la sosa que contiene, siendo esta tal vez la principal causa de que se paralice ó de que se interrumpa la digestion despues de las comidas abundantes en sustancias albuminoideas.

Los alimentos se convertirán en quimo con tanta mayor facilidad cuanto menor cohesion tengan y cuanto menos voluminosos sean. El caldo y las demas bebidas nutritivas

se absorben rápidamente, restableciendo con prontitud, aunque siempre en pequeña escala, las fuerzas generales del organismo. La albúmina líquida se digiere, como hemos visto, con más rapidez que la coagulada. La que se solidifica en una masa compacta es más refractaria que la que se coagula en forma areolar. La carne de los animales jóvenes es más fácilmente digerida que la de los viejos. La carne de pescado se digiere también con más facilidad que la de los otros animales. La piel, las aponeurosis, los tendones resisten más á la acción de las fuerzas digestivas mientras que los tejidos epitélicos compactos como las uñas, los pelos, las plumas, son completamente refractarios á las indicadas fuerzas lo mismo en el hombre que en los animales.

Aunque las grasas no se digieren en el estómago, porque ya hemos visto que son también refractarias á la acción de los jugos gástricos, no por eso dejan de ejercer una influencia considerable en la quimificación. Experimentos repetidos nos han demostrado que la disolución de las materias azoadas se acelera en las digestiones artificiales añadiendo grasa, lo que nos hace considerar esta sustancia como un agente que favorece la digestión de las sustancias albuminoideas.

El calor influye eficazmente en la digestión estomacal, venciendo la cohesión de las sustancias alimenticias. En las digestiones artificiales permanecen inalterables las sustancias albuminoideas si la temperatura no pasa de 4° ó 5° sobre cero. Á los 15° ó 20° se van ya reblandeciendo y disolviendo lentamente, y á los 40° la reacción se establece con regularidad y rapidez. Esta debe ser la causa de que los animales de sangre caliente, en los que la temperatura es constante, digieran bien en todas las estaciones, mientras que los invertebrados y los vertebrados inferiores, cuya temperatura es con corta diferencia igual á la de la atmósfera, digieren con mucha lentitud en las estaciones



frias, conservando á veces en su estómago durante el invierno y sin que sufran la menor alteracion, los alimentos que por falta de calor no pueden digerir. Sin embargo de esto, la digestion *en frío* es posible, pero se verifica entonces con extraordinaria lentitud.

La coccion aumenta la digestibilidad de las sustancias vegetales porque las reblandece. En cuanto á las sustancias animales, como hay ocasiones en que se hacen más duras y compactas por la coccion, deben digerirse tambien en estos casos con mayor dificultad.

La coccion de los alimentos influye ademas ventajosamente en las digestiones, destruyendo la vitalidad de los gérmenes que en ellos se encuentran, y que pueden desarrollarse en el interior del organismo, dando lugar á la formacion de lombrices intestinales ó á la de seres microscópicos que, segun se sospecha, pueden obrar como fermentos.

Entre las circunstancias que se presentan en la digestion natural, y que influyen notablemente en la rapidez, energía y perfeccion de la misma, no podemos dejar de mencionar la continua absorcion de gran cantidad de peptonas á medida que se van formando y el paso sucesivo de las restantes, desde el estómago al duodeno; la constante secrecion de jugo gástrico; el estímulo de la mucosa por los alimentos y el reflejo mecánico ocurrido. En efecto, desembarazado el estómago de las peptonas que produce, el jugo gástrico, conserva toda su energía primitiva; la continua secrecion de dicho jugo asegura al alimento una sucesion no interrumpida de fenómenos; la mucosa, fisiológicamente estimulada, segrega constantemente un *jugo péptico*; la contraccion del elemento muscular ocasiona una verdadera compresion.

Relativamente á la *digestibilidad* de los alimentos, haremos presente que existen numerosísimas excepciones, dependientes todas ellas de idiosincrasias. Sin embargo,

transcribimos el cuadro de W. Beaumont, que indica el tiempo medio empleado por el estómago humano 'para la quimificación de diferentes alimentos, pues en la inmensa mayoría de individuos, observaremos una grande analogía entre las potencias digestivas de su estómago y las del estómago del cazador canadiense.

## CUADRO DE W. BEAUMONT

ACERCA DE LA DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS.

Arroz .....	Hervido.....	1 hora.
Piés de cerdo en adobo.....	Hervidos.....	1
Tripas idem en id.....	Hervidos.....	1
Huevos conservados.....	Crudos.....	1,30
Truchas y salmones frescos.....	Fritos .....	1,30
Idem id. id.....	Hervidos.....	1,30
Sopa de sémola flor de harina.....	Hervida.....	1,30
Manzanas dulces bien maduras.....	Crudas.....	1,30
Chuletas de cabrito.....	Hervidas.....	1,35
Sesos.....	Hervido.....	1,45
Sagou.....	Hervido.....	1,45
Tapioca.....	Hervido.....	2
Trigo candéal.....	Hervido.....	2
Leche .....	Hervida.....	2
Hígado de buey fresco.....	En parrillas.....	2
Huevos frescos .....	Crudos .....	2
Stockfish .....	Hervido.....	2
Manzanas agrias maduras.....	Crudas.....	2
Ensalada de col.....	Cruda .....	2
Leche .....	Sin hervir.....	2,15
Huevos frescos.....	Asados .....	2,15
Pavo de India silvestre.....	Asado.....	2,18
Pavo de India doméstico.....	Hervido.....	2,23
Gelatina .....	Hervida.....	2,30
Pavo de India doméstico.....	Asado.....	2,30
Ganso silvestre.....	Asado .....	2,30
Lechoncillo.....	Asado.....	2,30
Corderito fresco.....	Hervido.....	2,30
Picadillo de carne y legumbres.....	Caliente .....	2,30
Judías verdes.....	Hervidas.....	2,30
Pastelillo tierno.....	Bien cocido.....	2,30
Nabos.....	Hervidos.....	2,30
Patatas.....	Fritas .....	2,30
Idem .....	Cocidas al horno...	2,30
Col.....	Cruda .....	2,30
Médula espinal.....	Hervida.....	2,40
Pollo.....	En fricandó.....	2,40
Torta.....	Cocida al horno...	2,45
Buey con un poco de sal.....	Cocido.....	2,45
Manzanas duras.....	Crudas.....	2,50
Ostras frescas.....	Crudas.....	2,50

## DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS.

Huevos frescos.....	Pasados por agua..	3 horas.
Lobo marino fresco.....	Hervido.....	3
Buey magro fresco.....	Hervido.....	3
Bifteck.....	En parrillas.....	3
Puerco recién salado.....	Cocido en estufa..	3
Carnero fresco.....	En parrillas.....	3
Idem id.....	Cocido.....	3
Sopa con judías.....	Cocida.....	3
Sopa de pollo.....	Cocida.....	3
Aponeurosis.....	Hervido.....	3
Budin de manzanas.....	Hervido..	3
Pastel.....	Cocido al horno....	3
Ostras frescas.....	Asadas.....	3,15
Cerdo recién salado.....	En parrillas.....	3,15
Chuleta de cerdo.....	En parrillas.....	3,15
Carnero fresco.....	Asado.....	3,15
Pan de candeal.....	Cocido al horno....	3,15
Zanahoria encarnada.....	Hervida.....	3,15
Salchichas frescas.....	En parrillas.....	3,20
Platija.....	Frita.....	3,30
Gato marino fresco.....	Frito.....	3,30
Ostras frescas.....	En estufa.....	3,30
Buey magro fresco.....	Asado.....	3,30
Buey con mostaza.....	Hervido.....	3,30
Manteca.....	Derretida.....	3,30
Queso duro.....	Crudo.....	3,30
Sopa de carnero.....	Hervida.....	3,30
Sopa con ostras.....	Hervida.....	3,30
Pan blanco tierno.....	Cocido al horno....	3,30
Nabos tiernos.....	Hervidos.....	3,30
Patatas.....	Hervidas.....	3,30
Huevos frescos.....	Duros.....	3,30
Idem id.....	Fritos.....	3,30
Trigo verde y habas.....	Hervidos.....	3,45
Acelgas.....	Cocidas.....	3,45
Salmon salado.....	Hervido.....	4
Buey.....	Frito.....	4
Ternera fresca.....	Hervida.....	4
Gallina de corral.....	Hervida.....	4
Idem id.....	Asada.....	4
Pato doméstico.....	Asado.....	4
Sopa de buey con legumbres.....	Cocida.....	4
Corazon.....	Frito.....	4
Buey salado viejo.....	Hervido.....	4,15
Cerdo recién salado.....	Frito.....	4,15
Sopa con médula de buey.....	Hervido.....	4,15
Cartilago.....	Hervido.....	4,15
Cerdo recién salado.....	Hervido.....	4,15
Ternera fresca.....	Frita.....	4,30
Pato silvestre.....	Asado.....	4,30
Grasa de carnero.....	Hervida.....	4,30
Cerdo mechado.....	Asado.....	5,15
Grasa de buey fresca.....	Hervida.....	5,15
Tendon.....	Hervido.....	5,30