

## LECCIÓN LXII.

### Investigación de las orinas sedimentosas.

---

Muchos son los padecimientos en los cuales, á simple vista, nos es dable reconocer que la orina se encuentra en condiciones de anormalidad, debidas á la mezcla con ella de un pósito que altera sensiblemente sus caractéres físicos. Este pósito, que técnicamente lleva el nombre de *sedimento*, manifiesta su presencia en el líquido urinario, por numerosos indicios, que no suelen pasar desapercibidos en razón á los desórdenes funcionales y dolores que algunas veces acarrear, por lo cual es de gran interés clínico establecer por medio de ensayos fisico-químicos la naturaleza de los sedimentos, antes de proceder á la intervención médica ó quirúrgica; pues sólo este conocimiento cierto permitirá fundar el juicio ulterior sobre el éxito de la enfermedad y establecer un tratamiento racional.

Entendemos por *sedimento urinario* toda formación sólida que tome origen en la orina, ya sea mientras permanezca ésta en la vejiga, ya después de ser expelida. La génesis y naturaleza de estos sedimentos son muy variables; los hay que se presentan en el estado de salud y que no determinan desorden alguno en el funcionalismo, al paso que hay otros anormales ó patológicos, que coinciden con desarreglos de importancia de la función urinaria. Considerados bajo el punto de vista de su producción, los hay que no se presentan sinó cierto tiempo después de la emisión de la orina y bajo la influencia de distintas causas, entre las que figuran en primer término las fermentaciones que tienen lugar en la orina; son los llamados *anormales* ó *patológicos*; otros que se producen por sí mismos ya sea en la vejiga ya inmediatamente después de la emisión de la orina; á éstos se les llama *primitivos* y *espontáneos*.

## CLASIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS URINARIOS

según las condiciones de su formación (Didelot.)

SEDIMENTOS URINARIOS.	Intra-vesicales (formación en el interior de la vejiga y obtenidos, sea extrayéndolos de este órgano por una operación quirúrgica, sea recogiendo en la orina inmediatamente después de su emisión.)	No concrecionados (patológicos ó no.)	(1) Sedimentos intra-vesicales no concrecionados.	Sedimentos espontáneos.	
					Concrecionados: arenillas, gravillas, cálculos (patológicos).
	Extra-vesicales (formados fuera de la vejiga, después de la emisión de la orina.)	Inmediatos depositados poco después de la emisión de la orina y antes de toda alteración de este líquido fuera del organismo.	En una orina ácida ó neutra (patológica ó no)		
					Consecutivos ó de fermentación (provocados por la fermentación fuera del organismo)
	Consecutivos ó de fermentación (provocados por la fermentación fuera del organismo)	Por la primera fermentación extra-orgánica, <i>ácida</i> (patológicos ó no.)	(5) Sedimentos extra-vesicales consecutivos, de fermentación ácida.		
					Consecutivos ó de fermentación (provocados por la fermentación fuera del organismo)
Consecutivos ó de fermentación (provocados por la fermentación fuera del organismo)	Consecutivos ó de fermentación (provocados por la fermentación fuera del organismo)	Consecutivos ó de fermentación (provocados por la fermentación fuera del organismo)			

La clasificación precedente no tendría utilidad práctica, si ofreciese alguna dificultad la separación de las seis especies de sedimentos que comprende; pero nada más sencillo que esto cualquiera que sea el caso que se presente.

En el mismo momento de la emisión, se recoge en un vaso profundo tal como el de ensayos que se usa en química, ó mejor en una copa de las de champagne, la orina que se trata de estudiar; se sumerge en ella la extremidad de dos tiras de

papel tornasolado, una azul y otra roja, y se observa con cuidado la reacción del líquido; la orina es ácida ó neutra en el estado normal; si la reacción es alcalina supone un estado morboso grave. Se deja el líquido en reposo por espacio de algunos minutos, luego se decanta con precaución procurando que queden en el vaso las últimas gotas que son las que contienen los sedimentos intra-vesicales; de esta manera el líquido decantado dará pronto los sedimentos extra-vesicales inmediatos y más tarde los extra-vesicales consecutivos. Se recogen los primeros, vertiendo sobre una placa de cristal las gotas que quedaron en el fondo del vaso, se las examina con el auxilio de una lente y se separan por medio de una punta aguda los sedimentos concrecionados que en aquellas pueden encontrarse. Una mera lexicación conduciría al mismo resultado; bastando para ello verter agua en el vaso en cuyo fondo había quedado el depósito y decantarlo de nuevo; las arenillas y las diversas concreciones quedan en el fondo de él. De este modo se consigue la separación de las dos primeras especies de sedimentos.

Los sedimentos extra-vesicales se obtienen, abandonando la orina decantada al principio de la operación precedente, con la precaución de que su temperatura no descienda de 16 á 18 grados centígrados. El líquido se coloca en una copa de champagne que debe taparse con un plato ú otro objeto, y al cabo de dos ó tres horas próximamente se decanta de nuevo; la orina que entonces quede en el fondo del vaso contendrá los sedimentos extra-vesicales que serán clasificados en el grupo (3) ó en el (4) según que la orina, en el momento de su emisión haya sido encontrada ácida ó neutra, ó alcalina, lo que es excepcional. Es preciso poner especial cuidado para no aguardar á que la fermentación se declare en el líquido, en cuyo caso se formarían en la orina sedimentos de naturaleza totalmente distinta.

Para obtener los *sedimentos consecutivos*, cuya naturaleza no tiene relación alguna constante con la de los cálculos y demás

depósitos intra-vesicales, se dejará fermentar el líquido que procede de la última decantación, vigilando por medio de los papeles de tornasol la reacción que manifieste; luégo que el líquido, primitivamente ácido, pase á ser neutro, se recoge el sedimento resultante de esta fermentación ácida, y se abandona el líquido nuevamente decantado á la fermentación que será alcalina, á la cual acompaña un último depósito que constituye el sexto grupo de la precedente clasificación. En caso que la orina en el momento de su emisión tenga reacción alcalina, la fermentación ácida no se manifiesta y todo pasa como si esta fermentación se hubiese verificado en el interior de la vejiga antes de la emisión de la orina, en cuyo caso no se obtiene la 5.<sup>a</sup> especie de sedimentos y sí sólo la 6.<sup>a</sup>

De entre esos seis grupos de sedimentos, los cuatro primeros se han formado espontáneamente ya en la vejiga ya en la orina poco después de su expulsión por la acción del aire exterior, del reposo ó de un pequeño descenso de temperatura; són los llamados *primitivos*. Los dos últimos grupos son *consecutivos* y provocados por fermentaciones fuera del organismo. Estos, en general, no tienen relación alguna directa de composición química y de propiedades con los *espontáneos*, por esto no harémos más que recordar las condiciones de su producción. El estudio que principalmente debe ocuparnos, es el de los sedimentos intra-vesicales concrecionados, tales como las arenillas, las gravillas, los cálculos y los sedimentos extra-vesicales inmediatos que están ligados á los precedentes por relaciones de composición y estructura, harto constantes, para que la naturaleza de estos últimos permita sospechar la de los primeros.

El método que se sigue para diagnosticar la naturaleza química del cálculo, consiste en recoger los diversos sedimentos concrecionados que se eliminan por las orinas y someterlos al ensayo físico-químico. No cabe duda, que «la naturaleza química de un depósito arenoso dá indicios de la composición química de los cálculos cuya presencia ha sido diagnosticada por

otros síntomas» (1). Sucede con frecuencia que existe un cálculo y no se evacuan depósitos arenosos: en este caso se acude al estudio de los sedimentos extra-vesicales inmediatos cuya composición está íntimamente ligada á la de los cálculos, pero con la precaución de someter estos sedimentos al ensayo fisico-químico.

Es menester tener en cuenta que hay ciertas condiciones que pueden dar lugar á que los sedimentos extra-vesicales inmediatos, ofrezcan una composición distinta de la del cálculo. Si, por ejemplo, la temperatura de la orina desciende sensiblemente debajo de 18 grados centígrados, se puede obtener la precipitación aún en la orina normal, de uratos, de ácido úrico, de fosfato, etc., y de su presencia en la orina, así enfriada, nada puede concluirse respecto á la naturaleza del cálculo; será, pues, preciso impedir el enfriamiento de la orina debajo de ese límite de temperatura. Una orina, aunque normal, si es demasiado concentrada, deja depositar sedimentos por un descenso de temperatura comprendida entre la de 37° del cuerpo humano y la de 18 grados centígrados, al contrario, una orina demasiado diluida, aún siendo patológica, podrá en las mismas condiciones de temperatura no dar lugar á depósito alguno. Estos inconvenientes se evitan ordenando al enfermo la ingestión de una regular cantidad de alimentos y bebidas, y suspendiendo toda medicación capaz de modificar la composición de la orina, durante las 24 horas que preceden al exámen del líquido urinario. Con estas precauciones se puede tener la seguridad de que existe el cálculo diagnosticado por los síntomas ordinarios y cuál sea la naturaleza de sus componentes.

Puede suceder que la orina que acaba de recogerse contenga sedimentos intra-vesicales concrecionados bajo la forma de arenas ó gravillas ó que esté desprovista de tales sedimentos: en el primer caso se las somete al ensayo físico químico; en el

---

(1) Neubauer y Vogel. *De l'urine et des sédiments urinaires.*

segundo dejándolas en reposo por dos ó tres horas, se obtienen sedimentos extra-vesicales inmediatos que se someterán al mismo ensayo. Los sedimentos urinarios, como muy acertadamente consignan los señores Neubauer y Vogel, tienen tal importancia para el médico práctico que permiten reconocer con prontitud ciertas alteraciones de la orina, para cuya investigación, en ausencia de estos sedimentos, sería necesario efectuar un ensayo químico á menudo largo y difícil. Efectivamente, la determinación de la naturaleza de un sedimento, sólo se consigue mediante una experiencia química, siendo á veces necesario acudir al exámen microscópico, pues sólo con su auxilio pueden diagnosticarse los sedimentos urinarios.

Para establecer un tratamiento adecuado, es de absoluta necesidad conocer la composición química del cálculo, á pesar de que hoy por hoy, los numerosos ensayos intentados para disolver los cálculos vesicales no han dado ningún resultado científico, ni se citan casos auténticos de curaciones obtenidas por los disolventes (1). No se quiere significar con esto, que investigaciones ulteriores no se vean coronadas de éxito, y en este caso la elección del disolvente dependerá de la naturaleza del cálculo.

La complejidad de los métodos químicos, las dificultades de

---

(1) A últimos del siglo pasado estaba muy en boga el remedio de Mad. Stephens para disolver la piedra, y se nombraron por el gobierno francés comisionados para examinar este remedio, quienes certificaron la curación de cuatro individuos atacados de cálculos; pero después de su muerte la autopsia reveló en cada uno de ellos la presencia de un cálculo.—(*Alton's lectures, Londres 1773*).

La ingestión de 15 á 20 gramos diarios de jabón de Alicante y de uno á dos litros de agua de cal, fué por mucho tiempo considerada como un excelente remedio para disolver los cálculos: el gran canciller inglés Horacio Walpole, sintiéndose atacado de esta enfermedad, á la edad de setenta años, se sometió á dicho tratamiento por muchos meses consecutivos; experimentó notable mejora y esta cura fué de un efecto prodigioso; renovó el tratamiento por cortos intervalos durante ocho años, época en la que murió creyéndose curado. La autopsia puso de manifiesto tres cálculos en la vejiga. (L. Moynac, *Patología y Clínica quirúrgicas.*)

manipulación, y la necesidad de laboratorio especial, ponen á menudo al médico en la precisión de recurrir al químico. Estas dificultades desaparecen limitando el ensayo á los sedimentos. El único aparato que se necesita para el estudio de los sedimentos no concrecionados es el microscópio; un aumento de 200 diámetros es suficiente, pero uno de 300 es preferible para este objeto. Algunas gotas de orina que contenga sedimentos extra-vesicales inmediatos, bastan para el estudio microscópico; para el ensayo químico, son suficientes dos decigramos de substancia y con un poco de práctica sólo un decigramo basta para descubrir la naturaleza del depósito.

Los aparatos químicos necesarios se reducen á los siguientes: una lámpara de alcohol, un soplete de Berzelius ó sencillamente un tubo de vidrio doblado en ángulo recto y afilado, unas pinzas de metal, una lámina y un hilo de platino, algunas cápsulas de porcelana de pequeñas dimensiones — dos ó tres centímetros de diámetro — algunos pequeños tubos de ensayo, un embudo de reducidas dimensiones, papel de filtro, y papel de tornasol azul y rojo. Los reactivos químicos, todos en corta cantidad son: los ácidos nítrico, clorhídrico, sulfúrico y acético, el amoníaco, un fragmento de potasa cáustica, una disolución de carbonato de potasa, de percloruro de hierro, de oxalato de amoníaco, de fosfato de sosa, de cloruro de bário y algunos cristales de acetato de sosa.

En el cuadro que insertamos viene indicada la manera de operar; al pié de cada substancia se han puesto las fórmulas de la misma, la primera en la notación de los equivalentes, y en la de los átomos la segunda.

La sencillez del método seguido y de los medios empleados, pone este ensayo al alcance de todos los médicos.

## LECCIÓN LXIII.

### Investigación de la albúmina en las orinas y sus causas de error.

---

En distintas ocasiones le sucede al Clínico que no puede llegar á obtener la averiguación de la presencia de la albúmina en la orina; siendo así que las manifestaciones sindrómicas acusan alguno de los padecimientos en los que este elemento constitutivo de la sangre pasa á la orina en cantidad más ó ménos considerable. Ello es debido á ciertas condiciones de la orina, que hacen preciso proceder de manera que se evite el error, á que un análisis precipitado pudiera conducir.

La presencia de la albúmina en la orina puede demostrarse:

- 1.º Por coagularse sujetándola á la acción del calor.
- 2.º Por precipitarse mediante la acción de los ácidos minerales: ácido nítrico, ácido metafosfórico, los ácidos orgánicos (ácido fénico y pírico) y por la de ciertos reactivos como el ferro-cianuro de potasio y el ácido acético.
- 3.º Por el color que toma bajo la influencia de diversos reactivos como el de Millon, el de Frohdeet.

COAGULACIÓN POR LA ACCIÓN DEL CALOR.—Casi todas estas reacciones entrañan causas de error que es preciso conocer para evitarlas. Sucede, por ejemplo, que una orina que contiene albúmina y presenta una reacción decididamente ácida, se vuelve opalina y dá lugar á un precipitado floconoso por la acción del calor.

Si la orina no es decididamente ácida, entónces aún cuando no contenga el menor vestigio de albúmina, puede dar un precipitado análogo. Esto es debido al depósito de fosfatos alcalino-térreos, que en ciertas orinas no se disuelven sinó por el ácido

carbónico de que están saturadas, el cual se elimina por la acción del calor, haciendo insolubles los fosfatos y precipitándose al fondo de un líquido orgánico, adquiere un aspecto coponoso que se confunde fácilmente con los coágulos de albúmina. Este precipitado es soluble en los ácidos diluidos, mientras que la albúmina es insoluble.

Para disipar esta causa de error, es preciso que la orina que se investiga se haga ácida por medio del ácido acético. Si se tiene la precaución de no añadir más que 2 gotas de ácido por 15 centímetros cúbicos de orina, se obtendrá el resultado que se desea. Pero el que no esté versado en estos experimentos, lo mejor que podrá hacer es sujetar la orina á la acción del calor, hasta que principie á precipitar, añadiéndole entonces algunas gotas (de 4 á 6) de ácido acético ó nítrico diluidos. Así, la albúmina coagulada no se disuelve en el ácido acético diluido, mientras que la presencia de un ligero exceso de este reactivo puede impedir todo precipitado.

Para descubrir los menores vestigios de albúmina, es necesario saturar, la orina que se examina, con el sulfato sódico, después de haberle adicionado el ácido acético. Preparada de este modo, la orina filtrada, se enturbia por débil que sea la cantidad de albúmina que contenga.

Si á pesar de estas precauciones, es decididamente blanco, el precipitado que se obtiene por la acción del calor, será exclusivamente formado de albúmina, pero si presenta un aspecto rojizo podrá ser producido por la sangre, si es verdoso contendrá materias colorantes de la bilis; en cuyos casos es preciso el exámen microscópico.

Si la orina es alcalina, no dará por la ebullición el coágulo característico, aun cuando contenga albúmina. En estas condiciones, se forma una combinación salina, albuminato alcalino, que no se coagula por la acción del calor, siendo preciso comenzar por saturar el álcali libre. Esto se hará con grandes precauciones, porqué un exceso de ácido acético podría en una

orina que contuviese *mucina* (substancia que se encuentra en casi todas las orinas que son alcalinas en el momento de su emisión) dar un precipitado que se confundiría fácilmente con la albúmina ó impedir que esta precipitara por la ebullición.

Se obviará este inconveniente, bien neutralizando la orina por medio del ácido nítrico diluido, bien mezclándola el ácido acético y una disolución concentrada de sulfato sódico. Podrá suceder que la orina albuminosa no dé precipitado, á pesar de estar muy saturada ; en este caso la adición de sulfato magnésiano determinará la precipitación.

ACCIÓN DE LOS ÁCIDOS.—Llevamos ya dicho que otro de los medios de averiguar la presencia de la albúmina, en la orina es la reacción que se produce tratada por los ácidos.

El *ácido nítrico*, en una orina que contenga albúmina dá lugar á un precipitado distinto del que se obtiene por la ebullición. En efecto hemos tenido ocasión de comprobar diferentes veces que el precipitado obtenido por la ebullición es completamente insoluble, miéntras que el que se obtiene por el ácido nítrico, se disuelve fácilmente en el agua destilada. La albúmina no se combina con el ácido nítrico ; es sencillamente insoluble en el agua cuando contiene cierta proporción de este ácido.

Además, este precipitado es soluble en un exceso de ácido nítrico, y si se disuelve con dificultad, cuando se ha formado, basta un ligero exceso de reactivo para que no aparezca.

Resulta, pués, que es preciso añadir cierta cantidad de ácido nítrico á la orina para descubrir la albúmina, cuidando de que aquella esté dentro ciertos límites ; porque si es muy reducida ó no se forma el precipitado ó se disuelve á poco de haberse formado ; si por el contrario es excesiva, no se formará el precipitado porque el reactivo disuelve la albúmina. La mejor proporción que hay que guardar en el análisis, es la de 1 parte de ácido nítrico de 1,40 de densidad por 10 partes de orina. Para descubrir las más pequeñas cantidades de albúmina en la orina se procederá del modo siguiente :

Introducida la orina, que se quiere examinar, en un tubo de ensayo, se le inclina un poco, dejando caer gota á gota una cantidad de ácido nítrico equivalente á una décima parte del volúmen de la orina. En virtud de su densidad, el ácido nítrico se deposita en el fondo del tubo, formándose en la línea de demarcación de los dos líquidos una zona opalina que corta sobre las dos partes claras; se mezclan entónces lentamente los dos líquidos y se observa que la opalescencia vá creciendo hasta invadir toda la masa.

Cuando la orina contiene gran cantidad de uratos, la adición del ácido, puede provocar un precipitado coponoso de ácido úrico, que se vuelve diáfano al cabo de algunas horas: bastará por otra parte calentarla ligeramente para que desaparezca el precipitado.

Si la orina contiene ácidos resinosos procedentes de la administración terapéutica de la copaiba, trementina, petróleo, etc., la adición del ácido nítrico provocará un enturbiamiento ó un precipitado, y el olor aromático, característico en semejante orina, nos pondrá en camino de conocer el error.—Se comprobará además, que se trata de un ácido resinoso, agitando la orina asociada al alcohol ó al éter, con cuyos disolventes desaparece el precipitado.

El *ácido picrico* es otro de los reactivos que puede emplearse también para descubrir la albúmina en la orina. Este reactivo se prepara disolviendo diez gramos de ácido picrico cristalizado y veinte de ácido cítrico en un litro de agua hirviendo. Es el llamado reactivo de Esbach.

Para la investigación, se añade á la orina que se examina igual volúmen de reactivo, y desde luégo la albúmina se precipita bajo la forma de copos amarillos que rápidamente ván al fondo del tubo.

Hay orinas, en las que se encuentran peptonas, y en este caso el precipitado es idéntico, siendo esto causa de error. Esta se evita con saber que las peptonas no coagulan por el calor, ni

precipitan por el ácido nítrico. Además el precipitado de picrato peptónico es soluble en el ácido nítrico, lo cual no sucede con el picrato de albúmina.

El ácido meta-fosfórico glacial (1) es el reactivo mejor para el clínico que quiere hacer la investigación de la albúmina á la cabecera del enfermo. Mezclando un pequeño fragmento de este ácido con algunos centímetros cúbicos de agua destilada é introduciendo esta disolución en la orina sospechosa, la albúmina se vuelve insoluble y produce una opalescencia ó un precipitado de copos blanquecinos. El ácido meta-fosfórico en contacto con el agua se transforma en ácido ortho-fosfórico que no tiene acción sobre la albúmina, de aquí la necesidad de que la disolución del reactivo no se haga hasta el momento mismo de emplearla.

REACCIONES DE COLOR. — El reactivo más empleado y el que dá mejores resultados es el de Millón (2). Este se combina con las materias protéicas y les comunica una coloracion rosácea, que pasa al rojo y se hace más vivo por la acción del calor.

En una orina normal dá un precipitado blanco-amarillento que persiste tál ó se vuelve ligeramente rosáceo por la acción del calor.

En una orina albuminosa dá un precipitado blanco-rosáceo que enrojece y ennegrece en las mismas condiciones.

Este reactivo se emplea como comprobante cuando la albúmina se encuentra en tan escasa proporción que no puede ser descubierta directamente. No debe perderse de vista, que no es sólo la albúmina la que se colora por la influencia del reactivo

---

(1) Este ácido se vende generalmente en pequeñas varillas y se conserva bien en un tubo de vidrio. (N. del A.)

(2) Se prepara disolviendo una cantidad de mercurio metálico en igual peso de ácido nítrico de la densidad de 1,40, añadiendo á esta solución dos veces su volúmen de agua destilada. Al cabo de cierto tiempo, se forma un precipitado cristalino, se decanta el licor que sobrenada y este es el que constituye el reactivo. (N. del A.)

Millón, sinó que todas las materias protéicas gozan igual propiedad.

Hay por fin otro procedimiento muy sencillo para descubrir la presencia de albúmina en la orina. Consiste en echar 1 ó 2 centímetros cúbicos de ácido nítrico á (1,330) en un tubo de ensayo y luégo hacer correr lentamente á lo largo de las paredes del tubo una cantidad de orina suficiente para volver á cubrir el ácido. A menudo se produce, en el punto de contacto de los dos líquidos, un anillo rojo que pronto se vuelve violáceo y después azul, denotando estos caractéres la existencia de la uroxantina; si el anillo toma un color verde será indicio de la presencia de la bilis.

Cuando la orina contiene albúmina, hay igualmente formación de un anillo turbio en el punto de contacto de los dos líquidos.

Si la orina es rica en uratos, puede también formarse un anillo turbio debido á la presencia de estas sales. Este anillo se forma un poco más arriba que el debido á la albúmina, y si á más de esta hay muchos uratos se forman dos anillos: el inferior es debido á la presencia de la albumina y el superior á la de los uratos.

## LECCIÓN LXIV.

### Investigación química del azúcar glucósico en la orina y sus causas de error.

Muchos son los reactivos que pueden emplearse para la investigación de la glucosa en la orina. Son los más importantes: la sosa ó la potasa cáustica; el licor de Fehling ó de Violette, es decir una disolución de tartrato doble potásico y cúprico y el reactivo de Boëttger, disolución alcalina de óxido de bismuto.

Examinaremos las condiciones en las cuales estos reactivos pueden dar ocasión á indicaciones erróneas.

1 —Si se calienta con la potasa ó la sosa cáustica una orina que contenga azúcar glucósico , toma una coloración amarillo-oscuro, completamente oscuro á veces y hasta negra. Estos tintes son tanto más pronunciados cuánto mayor es la proporción de azúcar que contiene.

Esta reacción no puede dar más que una indicación preliminar, pues por punto general, no es sólo la glucosa la que dá color á la orina por la influencia de la potasa y del calor, sino que la misma orina normal expuesta por algunos días y en ciertos casos, durante algunas horas solamente, á la acción del aire, adquiere la propiedad de colorearse por los álcalis; lo propio que acontece en otra orina completamente desprovista de glucosa, pero que contenga vestigios de materias colorantes ó sus productos de descomposición, tomando un tinte oscuro en las mismas condiciones.

No se olvide tampoco que la orina emitida después de la ingestión de ciertos medicamentos como el sén y el ruibarbo, toma el color amarillo-rojizo tratada por la potasa, y que casi todas las orinas aún las más normales, se obscurecen en color cuando se las calienta con un álcali.

2.—Cuando á una orina que contenga glucosa, se le añade una disolución de tartrato cupro-potásico llevada hasta la ebullición, se produce instantáneamente un precipitado amarillo ó amarillo-rojizo de oxidulo de cobre. Esta reacción, sin embargo de ser la más sencilla de todas, necesita, en ciertos casos, de sanción, porque puede suceder que el reactivo por sí sólo, sin adición de orina alguna, dé por la ebullición un precipitado de óxido de cobre. Este hecho que podría inducir á error, es debido á la reducción á calor del óxido cúprico por los productos de la descomposición del ácido tártrico, sobre todo cuando la solución no ha sido conservada al abrigo de la luz. Esto, por el contrario, no sucede con un licor preparado según las indi-

caciones de Violette (1), y preservado de la acción de la luz en pequeños frascos cerrados con esmeril ó cera. Algunos compuestos que se encuentran normalmente en la orina, ó por la influencia de causas patológicas, pueden dar lugar á la misma reacción. Los más importantes, los únicos que pueden influir en el análisis, son los uratos y las materias extractivas.

Tratado el ácido úrico y los uratos alcalinos con una disolución cúprica, se produce un precipitado blanco azulado de urato cúprico que por la ebullición se transforma en urato cobrizo y luego en óxido de cobre. Cuando una orina rica en urato y ácido úrico se introduce en el licor cupro-potásico hirviendo, se ve á este licor ponerse oscuro y depositar el óxido de cobre después de algunos momentos de ebullición.

Verdad es que esta reducción no se hace tan rápidamente como la que se obtiene por la glucosa, pero un observador poco ejercitado podrá ser fácilmente llevado á error. De ahí que cuando se trata de descubrir la glucosa en una orina muy saturada de uratos, se comience por eliminar el ácido úrico, dejando reposar por espacio de 20 á 24 horas la orina acidulada con el ácido clorhídrico, al cabo de cuyo tiempo se filtra, empleándose el licor filtrado, neutralizado, para producir la reacción. Si esta se comprueba por medio del licor bismuto-potásico, se obtendrán resultados satisfactorios, porque este no se reduce por los ácidos ni por las materias extractivas de la orina.

Otras circunstancias hay que pueden impedir la reacción de la glucosa, por ejemplo, la existencia de una cantidad considerable de albúmina y poca de glucosa. En este caso la albúmina se combina con el óxido de cobre, y la descomposición de esta combinación no tiene lugar sinó después de largo tiempo.

---

(1) Se disuelven de una parte 34.60 gramos de sulfato de cobre en 207 gramos de agua, y de otra 73 gramos de sal de Seignette, y 80 gramos de sosa cáustica en 600 gramos de agua; se mezclan las dos soluciones y se añade el agua suficiente para completar un litro.

Además, poco después de la ebullición, esta combinación de la albúmina y óxido cúprico deja un depósito de óxido cuproso. Es, pues, de toda necesidad, para encontrar la glucosa en una orina que contenga albúmina, hacerla hervir adicionada de algunas gotas de ácido acético, al objeto de precipitar la albúmina.

La reacción glucósica puede ser contrariada y aún impedida por la presencia de sales amoniacales, puesto que la reducción del óxido cúprico por la glucosa no se hace más que en presencia de los álcalis fijos libres. Así, por ejemplo, una orina que ha entrado en putrefacción, contiene en proporción mayor ó menor el carbonato amónico; éste transforma, por la ebullición, el álcali cáustico libre del reactivo, en carbonato, y la reducción no se produce sinó después de una ebullición muy prolongada.

Para descubrir la glucosa en una orina amoniacal, se la hará hervir con la sosa cáustica, hasta la completa desaparición del olor amoniacal.

3.—El reactivo de Boëttger (óxido bismútico adicionado á la potasa) ennegrece cuando se le calienta con la glucosa, transformándose en sub-óxido y en bismuto libre (1).

Esta reacción puede enturbiarse por la presencia en la orina de productos sulfurados, en cuyo caso se obtiene un precipitado negro de sulfuro de bismuto. El hecho de producirse esta reacción ya en frío, sirve para distinguirla de la primera que no tiene lugar sinó por la ebullición. Será conveniente, por otra parte, comprobar los resultados mediante el licor cupro-potásico.

---

(1) Se obtiene un reactivo muy sensible, triturando sub-nitrato de bismuto con una disolución de sosa cáustica, y disolviendo esta masa en el ácido tártrico adicionándole el licor de sosa cáustica hasta que dé una reacción decididamente alcalina.

Esta solución tratada en caliente por la glucosa, se colora desde luego en amarillo, después en oscuro y luego negro, dando por último un precipitado negro.

Algunas veces se investiga la glucosa de la orina por la fermentación favorecida por la espuma de cerveza. Ésta desarrolla rápidamente la fermentación alcohólica, formándose alcohol y ácido carbónico libre, que si se recoge en el agua de cal produce un precipitado blanco. Sucede á menudo que este desprendimiento de gas se produce en una orina normal en la cual se haya introducido la espuma de cerveza, pero cesa muy rápidamente porque proviene de la descomposición de las sustancias que se encuentren en la espuma cuando fresca; por esto es necesario, antes de la investigación, lavarla con el agua destilada.

## LECCIÓN LXV.

### **Análisis cuantitativo de la glucosa urinaria.**

---

Diversos son los métodos que pueden emplearse para aquilatar la cantidad de azúcar contenido en la orina del glicosúrico; son los principales la *Sacarimetria óptica*, la *dosificación por medio de la reducción de un licor titulado de cobre*, y la *fermentación*.

La *sacarimetria óptica*, fundada en el conocimiento de la acción rotatoria ejercida por las sustancias activas en disolución, tiene por objeto determinar con exactitud y rapidez la cantidad de glucosa contenida en la orina objeto del examen, mediante la aplicación de las leyes de la óptica relativas á la polarización rotatoria, en virtud de las cuales, el ángulo de desviación del plano de polarización está en razón directa del peso de la sustancia disuelta. De esta manera es como, observando diversas disoluciones de igual densidad, se pueden deducir de los ángulos de desviación los pesos relativos de las sustancias activas contenidas en estas disoluciones.

Antes de exponer los procedimientos sacarimétricos, preciso es conocer los medios que podremos utilizar para la polarización de la luz. Estos se hallan constituidos principalmente por unos pequeños instrumentos llamados *Polariscopios ó analizadores*, que sirven para conocer cuando la luz está polarizada y determinar su plano de polarización. Entre los muchos que con este objeto se han inventado, son los de más frecuente uso, el espejo de vidrio negro, una lámina delgada de turmalina, el prisma bi-refringente y el de Nicol.

1.º *Espejo negro*.—Conoceremos por este medio si la luz está polarizada, cuando ésta no se refleja bajo el ángulo de polarización mientras el plano de incidencia de este espejo es perpendicular al de polarización.

2.º *Turmalina*.—El polariscopio más sencillo es una lámina de turmalina tallada en parte paralelamente á su eje de cristalización. Este mineral, en razón, á su poder refringente, tiene la propiedad de dar paso tan sólo á la luz natural, y la polarizada á un plano perpendicular á su eje; esto no obstante, se conduce como un cuerpo opaco para con la luz polarizada si el plano de polarización es paralelo á dicho eje. Para servirse de él hay que interponerle entre el ojo y el haz luminoso que se considera, haciéndole girar despacio en su propio plano: si entonces el haz luminoso presenta siempre la misma intensidad, será señal de no contener luz polarizada; pero si ora decrece, ora va en aumento sucesivamente su brillo, estas oscilaciones indican contener el haz tanta mayor cantidad de luz polarizada, cuanto mayores y más intensas sean las variaciones que experimenta.

3.º *Prisma refringente*.—Este que se construye con el espato de Islandia, como los que sirven de analizadores en muchos instrumentos ópticos, debe, al igual que estos, ser acromatizado, porque no siendo simple la luz que los atraviesa, la refracción la descompone y para evitarlo hay que soldar al prisma de espato otro de vidrio con un ángulo tal, que refractándose la luz en sentido contrario, destruya casi por completo el efecto de la

dispersión. El máximo de separación se obtiene tallando el prisma birefringente de modo que sus aristas sean paralelas ó perpendiculares al eje óptico del cristal.

Para conocer si está la luz del todo polarizada, se fija el prisma en la extremidad de un tubo de cobre y haciendo pasar por este un haz luminoso se advertirán, al darle vuelta durante una revolución completa, cuatro posiciones rectangulares en que sólo se percibe una imagen. La ordinaria es la que desaparece cuando el plano de la sección principal es perpendicular al de polarización, y la extraordinaria la que se extingue siempre que éste coincide con aquélla.

4.º *Prisma de Nicol.* — Es el analizador más preciso, por ser completamente incoloro, polarizar la luz en un tubo y no transmitir más que un solo rayo polarizado en la dirección de su eje. Está formado por un romboedro de espato islándico de unos 20 á 30 milímetros de alto por 8 ó 9 de ancho, dividido en dos por un plano perpendicular al de las diagonales mayores de la base, que pasando por los vértices obtusos más próximos entre si, se unen las dos mitades en el mismo sentido con bálsamo del Canadá. El paralelepípedo así construido constituye el prisma de Nicol.

Dada esta suscinta idea acerca de los medios que nos suministra la física para la polarización de la luz, podemos entrar ya en el estudio detallado de los procedimientos sacarimétricos, para los cuales dispone hoy la ciencia de numerosos aparatos de más ó menos fácil, cómoda y segura aplicación.

El primer *sacarímetro* inventado fué el de Biot. Está constituido por dos piezas principales: el *polarizador*, que es un vidrio negro inclinado hacia bajo del ángulo de polarización, y el *analizador*, que lo forma un prisma birefringente acromatizado. Hay entre estas dos piezas un soporte destinado á recibir los tubos de metal forrados de vidrio interiormente, que sirven para contener la materia activa y cuyos tubos cerrados en sus extremos por unas placas de cristal, se mantienen en su

sitio por unos guarnimentos metálicos unidos por tornillos.

Dispuestas todas las piezas del aparato y colocadas en el centro del *polarizador*, se empieza la operación haciendo desaparecer completamente el rayo polarizado, dando al *analizador* una posición conveniente: el tubo que contiene la materia activa se coloca inmediatamente sobre el soporte intermediario y se observan desde luego los fenómenos que se producen.

Si se quiere medir la desviación del plano de polarización extinguiendo completamente la luz, se hace indispensable colocar entre el ojo y el *analizador* un vidrio colorado en rojo, azul ó verde, que tiene la ventaja de no transmitir más que una especie de rayos, siendo preferible el rojo, bien que su empleo ofrece el inconveniente de que si es muy claro no transmite un color simple y siendo muy oscuro absorbe demasiada luz, haciendo difícil, en este caso, buscar con precisión el punto de extinción.

Estas y otras dificultades que ofrece el empleo de este aparato han hecho que su uso sea hoy muy excepcional, prefiriéndose á este, otros instrumentos que fundados en distintos principios proporcionan mayor comodidad para este género de observaciones. Tales son: el Sacarímetro de Soleil y Dubosq, el de penumbra de M. Cornu, modificado por Prazmowski, y el de Laurent.

*Sacarímetro de Soleil y Dubosq.*—Este aparato, de uso muy generalizado, se funda en el principio de la determinación de cual sea el espesor de una lámina de cuarzo, de rotación inversa á la del cuerpo estudiado, necesaria para contrabalancear exactamente su acción rotatoria, deduciéndose de este espesor la cantidad de sustancia activa que exista en la disolución sometida al análisis. Este espesor se valua á beneficio de una escala graduada, fija sobre la montura de una de las láminas, y de un indicador trazado sobre la montura de la segunda. Cuando el indicador coincide con el cero de la escala, el sistema compensador es neutro, si, por el contrario hay que llevarle á derecha ó á izquierda del cero, significa esto una acción dextrogira ó lævogira de la sustancia activa.

En el aparato que nos ocupa, cada división de la escala indica una variación de un centésimo de milímetro en el espesor total del doble prisma: las dos mitades del bicuarzo poseen aún, en estas condiciones, diferencias de coloración fáciles de apreciar. La división 100 representa un espesor de cuarzo de un milímetro de grosor; cada centésima constituye un *grado sacarimétrico*.

Para pasar de grados sacarimétricos á la proporción absoluta de azúcar contenido en una disolución, es preciso saber cual es la cantidad de azúcar que se necesita para producir una acción rotatoria determinada. Los experimentos practicados con este objeto han dado los resultados siguientes:

Si se disuelven en el agua 16 gr,350 de azúcar cande puro y perfectamente seco y se eleva su volumen á 100 centímetros cúbicos, el líquido observado al sacarímetro, en un tubo de veinte centímetros de longitud, marcará exactamente cien grados, correspondiendo, en consecuencia, cada grado á 0 gr,1635 de azúcar de caña disuelto en 100 centímetros cúbicos, ó á 1 gr,635 por litro de disolución (1).

Estas cifras no pueden aplicarse más que al azúcar de caña, toda vez que los poderes rotatorios de las diversas especies de azúcares varían en su dirección é intensidad, por cual motivo, es preciso buscar para cada una de ellas cuál es el valor sacarimétrico del grado.

El azúcar de la diabetes, por ejemplo, posee una acción dextrogiro inferior á la del azúcar de caña. Una disolución que, bajo el volumen de cien centímetros cúbicos, contendrá, como la precedente, 16 gr,350 de azúcar de diabetes, examinado en el mismo tubo de 20 centímetros indicará solamente 73 grados. Para obtener pues, el valor correspondiente á esta especie de azúcar, hay que dividir 16,35 por 73, encontrándose así el número 0,2239, luego multiplicando el número de grados observado por 2,239,

---

(1) Moitessier. *Elements de Physique appliquée à la Medecine et à la Physiologie*.

se obtiene la cantidad de azúcar glucósico contenido en un litro de orina.

*Sacarímetro de penumbra.*—La exactitud de las observaciones, en el sacarímetro de Soleil, depende de la apreciación exacta de la uniformidad de coloración de las dos mitades del campo del bicuarzo. Esto, que es fácil para ciertos observadores, es difícil para otros en quienes una anomalía visual, como el daltonismo, les imposibilite de reconocer ciertas diferencias de color. A fin de obviar estos inconvenientes, se ha buscado sustituir la comparación de dos colores yuxtapuestos por intensidades luminosas de dos porciones del campo visual, fundándose sobre este principio los aparatos conocidos con el nombre de *sacarímetros de penumbra*. Estos, tal como fueron ideados por Cornú, presentan algunas dificultades de construcción, por más que suprimiéndose en ellos el compensador queden constituidos en su parte más esencial por el polarizador. Esto no obstante, el polarizador debe, en efecto, experimentar dos secciones sucesivas, una para transformarle en nicol y la otra para obtener la inclinación de las secciones principales; de ahí la idea de Prazmowski de simplificar la construcción de este polarizador asociando á su nicol una gruesa lámina de espato, cortada paralelamente á su eje.

*Sacarímetro de Laurent.*—El sistema polarizante de Laurent difiere esencialmente de los precedentes. Se compone de dos partes distintas:

- 1.º Un polarizador ordinario, nicol ó prisma birefringente, móvil en su montura;
- 2.º Un diafragma fijo, dividido en dos mitades, de las que una sola está recubierta por una lámina delgada de selenito ó de cuarzo paralela al eje y teniendo el espesor llamado de *una media onda*.

El aparato de iluminación consiste, como en los aparatos precedentes, en una lámpara de gas que dé una llama tan caliente como sea posible. La luz de esta lámpara atraviesa, antes de

caer sobre el analizador, una placa delgada de bicromato de potasa, que absorbe todos los rayos extraños, dejando pasar íntegramente todos los amarillos, siendo la luz así transmitida, completamente monocromática, sea cual fuere su intensidad.

*Reglas que deben tenerse presentes en las investigaciones sacarimétricas.*—Sea cual fuere el aparato de que nos sirvamos para el análisis, hay que tener en cuenta ciertas circunstancias, si se quiere asegurar el éxito de la investigación. Uno de los puntos más esenciales en el empleo de los sacarímetros, consiste en someter al análisis líquidos de una perfecta limpieza y tan decolorados como sea posible, puesto que sin estas condiciones, la luz transmitida por la disolución sufre modificaciones tales en su color é intensidad, que hacen la observación, si no imposible, cuando menos muy difícil é incierta.

Para purificar el líquido bastará una simple filtración, pero cuando, como sucede generalmente, existe en las orinas que han de ser sometidas al examen, cierto grado de coloración, debe ésta hacerse desaparecer por medio de procedimientos especiales. Podremos para ello valernos ya sea del carbón animal, ya de una disolución de acetato de plomo, sustancias que sin alterar la cantidad de la materia azucarada que puede estar contenida en la orina, eliminan las materias colorantes y otros principios inmediatos de la misma.

Otra de las circunstancias que importa no olvidar es, el cambio que en su volumen experimenta el líquido después de la acción de los reactivos. Si nos valemos del carbón animal, como que entonces se opera sobre un volumen cualquiera de orina, que se filtra después de haberla agitado durante algún tiempo con la materia decolorante, no hay que hacer corrección alguna, puesto que si bien la sustancia empleada para decolorar el líquido retiene por imbibición una cantidad de éste, la proporción del azúcar en la porción filtrada no se altera de un modo sensible. No así sucede si nos servimos del acetato de plomo; como que este reactivo se emplea siempre en disolución,

hay que tener en cuenta el aumento de volumen que resulta de su adición. En este caso suelen añadirse diez centímetros cúbicos del reactivo por cada cien de orina, filtrando la mezcla después de haberla agitado convenientemente. Como que de esta manera el volumen del líquido queda elevado á 110 centímetros cúbicos, es preciso tener presente este aumento para aumentar de un décimo la cantidad de azúcar que señala el sacarímetro.

Sucede á veces que, además de la glucosa, contiene la orina otras sustancias susceptibles de desviar el plano de polarización. La albuminuria, por ejemplo, suele en ocasiones complicar la diabetes sacarina, y como la albúmina posee un considerable poder rotatorio, es necesario eliminarla antes de proceder al examen sacarimétrico. Cuando esto ocurre, hay que apelar á los diversos medios que se emplean para la separación de la albúmina: precipitación por el ácido nítrico, coagulación por el calor, etc., no olvidando, que ciertas variedades de albúmina conservan su solubilidad á pesar de la aplicación de estos procedimientos. Entonces, el medio más seguro consiste en precipitar este cuerpo mediante la adición de una cantidad suficiente de alcohol concentrado, teniendo siempre en cuenta el aumento de volumen que ha de resultar de este tratamiento, á no ser que se evapore el líquido hasta reducirle á su primitivo volumen.

*Síntesis de la dosificación por el sacarímetro.*— Sea cual fuere de los aparatos descritos el que se emplee, siempre resultará que si el líquido que se coloca en el tubo móvil no contiene azúcar, la placa de cuarzo (cristal de roca) que se ve con el antejo, tiene exactamente el mismo color en toda su extensión; pero si el líquido es glucósico, el rayo polarizado sufre una desviación proporcionada á la riqueza de azúcar, presentando la placa de cuarzo diferente color en cada una de sus mitades. Si se quiere que desaparezca esta diversidad de colores, es preciso dar vueltas al disco graduado hasta que se restablezca la uniformidad en el tinte; bastando entonces leer sobre el disco la cifra corres-

pondiente al punto de parada, la cual indica directamente el número de gramos de azúcar contenidos en cada litro; en otros términos, cada grado del círculo dividido corresponde á un gramo de azúcar por litro. Si, por ejemplo, es menester dar vueltas de 42 grados para restablecer igualdad en el tinte de las dos mitades de la placa de cuarzo, se deduce de este hecho que la orina sometida al examen, contiene 42 gramos de glucosa por litro.

*Dosificación por los licores titulados.*—Este método, que es el más exacto, exige, en su aplicación práctica, muchas precauciones, en cuyos detalles no nos proponemos entrar, limitándonos á exponer el principio en que se funda, y que se recomienda por su gran sencillez. Suele por lo común emplearse el licor de Fehling, titulado (1), pudiendo valernos con el mismo

---

(1) En una reciente sesión de la Sociedad Clínica de Londres, el Dr. Oliver demostró su método de reconocer el azúcar de la orina por medio de tiritas de un papel químicamente preparado para ese objeto. El papel estaba impregnado de una solución de añil y carbonato sódico. Puesta una de esas tiritas en un tubo de prueba de poco más de medio centímetro de diámetro, y lleno éste de agua, se obtiene al calentarla una solución azul, transparente, muy parecida á la de Fehling. Si al poner la tirita de papel en el tubo de ensayo se deja caer sobre ella una gota de la orina diabética, poco después de aplicar la llama de alcohol al tubo, aparece una serie de hermosísimos colores en la solución; primeramente se presenta ésta de un color de violeta, después morada, después roja y últimamente de un color pajizo. Cuando la gota de orina que se echa en el tubo no es sacarina, el color de la solución permanece inalterable. La presencia de la glucosa se confirma, mojando en la solución, aún caliente, un pedazo de papel impregnado de cloruro de mercurio, con lo cual se obtiene inmediatamente un precipitado de color negro verdoso

Este método, según dice el Dr. Oliver, sirve para (a) reconocer la cantidad normal de azúcar; (b) las varias proporciones en que puede encontrarse en la orina como consecuencia de ciertos desórdenes hepáticos y desarreglos vasomotores hasta la cantidad que marca la verdadera diabetes sacarina, y (c) la proporción de azúcar en esta enfermedad. Tiene también las siguientes ventajas de que carece el reactivo de Fehling: 1.º Se descubre con él la presencia del azúcar en cualquiera proporción, aunque la orina contenga albúmina, peptona, sangre, pus ó bilis, y con la misma facilidad que en la orina puramente sacarina; 2.º El ácido úrico no produce el cambio de colores en la solución, y 3.º tiene

objeto del de Pavy ó de cualquier otro reactivo cupro-potásico.

Se dice que el licor es titulado, cuando está compuesto de tal manera, que una cantidad dada del mismo, de 10 centímetros cúbicos, por ejemplo, queda completamente reducida por una cantidad conocida de azúcar, ó sea de 5 centigramos; el licor de Pavy está dosificado de modo que  $\frac{1}{2}$  grano inglés de azúcar ó sean 0 gr,032, reduce exactamente el óxido de cobre contenido en 100 mínimas, ó sean  $\frac{1}{4}$  gramos de la solución. Conociendo entonces la cantidad de orina sobre que se opera, y la del licor titulado que reduce, es fácil conocer, por una sola regla de proporción, la cifra del azúcar contenido en la orina objeto del ensayo.

Supongamos, para mayor sencillez, que el reactivo sea titulado de manera que 10 centímetros cúbicos de orina queden reducidos por 5 centigramos de azúcar glucósico, resulta claro que la cantidad de orina que han reducido exactamente estos 10 centímetros cúbicos, contiene con igual exactitud 5 centigramos de azúcar, pudiendo en consecuencia establecerse la fórmula siguiente en la que V expresa la cantidad de orina empleada.

$$V : 0,05 :: 1000 : x.$$
$$x = \frac{0,05 \times 1000}{V}.$$

Siendo pues para el caso supuesto  $V=2$  centímetros cúbicos, resulta que 1 litro de orina contiene 25 gramos de glucosa.

*Fermentación.* Este método empleado no solamente para el análisis cualitativo de la orina, si que también y muy principalmente para la dosificación del azúcar, se funda en el princi-

---

la ventaja de poderse llevar en el bolsillo por su poco volumen y su limpieza, pudiendo además conservarse por mucho tiempo sin que se descomponga. Los reactivos de Moore, de Trommer, y el de bismuto son todos inferiores á este nuevo método en cuanto á su sensibilidad.

*Repertorio Médico de Nueva York.* Agosto de 1883.—Traducción del *British Medical Journal.*

pio siguiente: El azúcar glucósico mezclado con la espuma de cerveza, sufre la fermentación alcohólica; 1 equivalente de azúcar da 2 equivalentes de alcohol y 4 de ácido carbónico: sabida pues la cantidad de ácido carbónico desarrollada por la fermentación de una cantidad dada de orina, podrá deducirse de este conocimiento la proporción de azúcar contenida en el líquido, según resulta de la siguiente ecuación suministrada por la experimentación: 100 partes de ácido carbónico corresponden á 204,54 de azúcar, ó, si se quiere, 48,89 partes de ácido carbónico corresponden á 100 de azúcar. Para el procedimiento operativo se necesita un aparato compuesto de dos frascos bi-tubulados que comunican entre sí por un tubo de dos curvaturas. En uno de los frascos A, se introducen de 20 á 30 centímetros cúbicos de orina, un poco de espuma de cerveza muy pura y sin mezcla de líquido, y una pequeña cantidad de ácido tartárico, estableciéndose desde luego la comunicación con el frasco B, que estará lleno hasta la mitad de ácido sulfúrico concentrado. Cerrado el aparato, se le pesa con cuidado, y se le expone á una temperatura de 30 á 40°; el ácido carbónico que se desarrolla en el primer frasco, pasa al segundo, desecándose al atravesar el ácido sulfúrico, depositándose en un recipiente conveniente situado sobre la cubeta de mercurio, pudiendo interponerse para mayor seguridad, entre el frasco B y el recipiente, un tubo en forma de V lleno de cloruro de calcio, en cuyo caso la desecación es del todo completa. Generalmente, la operación queda terminada á los dos ó tres días, cesando el desarrollo de gas, no quedando ya que hacer más que expeler por medio de una corriente de aire el ácido carbónico que resta en los frascos, después de lo cual puede pesarse directamente la cantidad de gas que se ha producido ó apreciarla indirectamente por medio de la pérdida en peso experimentada por el mismo aparato; procedimiento más expedito, pero seguramente menos preciso que el primero. Conociendo la cantidad de gas producido y las ecuaciones fundamentales, de que hemos hecho mérito ante-

riormente, se obtiene, por medio de una sencilla proporción, la cifra de azúcar contenido en la cantidad de orina objeto del experimento. Para saber la cantidad de glucosa que pierde el enfermo en un tiempo dado, basta multiplicar este número por la cifra de la excreción urinaria de una hora ó de 24 horas; si, por ejemplo, 50 centímetros cúbicos de orina dan por la fermentación 22 gramos de ácido carbónico, tendremos, según la ecuación,  $48,89 \text{ C O}_2 = 100 \text{ glucosa}$ .

$$48,89 : 100 :: 22 : x,$$

de donde resulta que

$$x = \frac{22 \times 100}{48,89} = 44,99;$$

por tanto, conteniendo los 50 centímetros cúbicos de orina 44,99 de azúcar, 1 litro contendrá un poco más de doble cantidad ó sea 99,98. Si pues el enfermo rinde en 24 horas un número de litros de orina igual á  $y$ , la cifra de la glucosa que pierde diariamente está representada por el producto  $y \times 99,98$ , suponiendo ser de 4 litros la cantidad de orina escretada, la pérdida de azúcar en 24 horas será  $= 4 \times 99,98$  ó sea 399 gramos 92 centigramos.

Este método, que es muy sencillo, exige algún tiempo y parece expuesto á error, en razón al ácido carbónico libre que la orina contiene y á que la espuma de cerveza suministra también una cantidad de este gas. de lo cual parece deducirse que el resultado final debe ser muy elevado; con todo nada de esto sucede, toda vez que esta falta en más queda largamente compensada por una deficiencia en menos que las recientes investigaciones de Pasteur han hecho conocer. Estas han demostrado que la fermentación del azúcar no produce solamente alcohol y ácido carbónico, sinó que da lugar igualmente á la producción de alcohol amylico y butírico y al mismo tiempo de ácido succínico, de manera que la cifra de ácido carbónico no expresa la totalidad de azúcar contenida en el liquido, y de aquí que este método de

en definitiva, para una misma orina, una cifra de azúcar inferior á la que se obtiene empleando los licores titulados.

Si para demostrar la presencia de azúcar en la orina nos servimos únicamente de la fermentación, no hay necesidad de dosificar el ácido carbónico; basta averiguar por los medios ordinarios, que el gas que se desprende es realmente ácido carbónico, pudiendo también como contraprueba, investigar la cantidad de alcohol que después de la fermentación ha quedado en el primer frasco A. Con este objeto, se decolora el licor por medio del carbón animal, ensayándole, en volumen igual, con el siguiente reactivo indicado por Leconte:

Ácido sulfúrico concentrado. . . . . 100 gramos.

Bicarbonato de potasa. . . . . 25 centígramos.

Si el líquido contiene alcohol, toma un color verde esmeralda; pero como el azúcar da el mismo color á este reactivo, hay que asegurarse de que el licor del frasco no contiene ya cantidad alguna de glucosa, para lo cual se acudirá al reactivo de Barreswill ó de Fehling.

No se olvide que la orina objeto del análisis debe ser previamente decolorada por medio del carbón animal y esmeradamente filtrada; si contiene albúmina, es preciso eliminarla mediante una bien completa coagulación, precauciones estas igualmente indispensables en todos los métodos de análisis cuantitativo.

---

## LECCIÓN LXVI.

### Investigación de la bilis en la orina y medios de demostrar su presencia.

---

*Recuerdo fisiológico.*—La bilis es un líquido semi transparente segregado por el hígado, de un color verde amarillo en el hombre, cuya densidad varía entre 1020 y 1026, y que según Werner tiene la propiedad de disolver los glóbulos de la sangre, debida al glicolato ó taurocolato de sosa.

También se ha dicho que la bilis tenía la propiedad de disolver las células hepáticas, hecho negado por Robin, quien asegura por otra parte que la bilis las hace palidecer desde luego y al cabo de algunas horas las colora en verde muy intenso sin hacerlas desaparecer. La propiedad más importante de la bilis es la de comunicar su color á los elementos anatómicos en que se interpone, particularmente de las células epiteliales, á la cual se debe en la ictericia la coloración amarilla de los diferentes tejidos.

El tinte amarillo que tienen normalmente las células epiteliales de los racimos glandulares escalonados á lo largo de los canales hepáticos, es un argumento en favor de la opinión que considera á estos racimos como los órganos secretorios de la bilis, sin tener en cuenta que las células hepáticas, en el estado normal, no son teñidas por la materia colorante, y que sólo en los casos de retención de la bilis se ha notado en la vecindad de estos racimos algunas células hepáticas coloreadas.

*Caracteres microscópicos de la bilis.*—La bilis, mirada al microscopio, se presenta bajo la forma de un líquido homogéneo en todas sus partes, uniformemente coloreado, sin tener en suspensión elementos anatómicos ni otros cuerpos sólidos, más que

cuando ha permanecido durante cierto tiempo en la vejiga biliar.

En ella se encuentra:

1.º Granulaciones animadas de movimientos, del volumen de  $0^{\text{mm}},001$  formadas por la precipitación de las sales calcáreas.

2.º Placas formadas por la reunión de estas granulaciones del volumen de  $0^{\text{mm}},020$ , á  $0^{\text{mm}},090$ , y que por ser coloreadas, se creyó fuesen debidas á la precipitación de la materia colorante, pero que en realidad son formadas por un depósito calcáreo teñido por la materia colorante de la bilis.

3.º Gotitas aceitosas que reflejan fuertemente la luz.

4.º Células epiteliales prismáticas pertenecientes á los grandes conductos excretores del hígado, provistas algunas veces, según Robin, de células vibrátiles procedentes de la vejiga biliar.

5.º Pequeños cristales de colessterina, sobre todo cuando ha permanecido mucho tiempo la bilis en la vesícula, ó bien se ha descompuesto.

6.º Cristales de hematoidina.

7.º Vibriones y productos vegetales como el *leptothrix*, que se encuentran también casi siempre en la saliva alterada.

La bilis no tiene, en consecuencia, ningún elemento sólido que normalmente forme parte de su composición, son siempre accidentales los que en ella se encuentran; siendo de gran interés el reconocerlos porque por pequeños que sean pueden ser origen de cálculos biliares.

*Caracteres químicos y composición de la bilis.*—La reacción de la bilis es por lo común alcalina; también es con frecuencia neutra y, según Schultze, ácida algunas veces. Bajo la influencia del calor deja depositar copos que, vistos con el microscopio, son finamente granulosos y no fibrilares; al mismo tiempo que se van formando estos copos, la bilis pierde su estado filamentosos pero conserva su propia coloración.

Hasta estos últimos tiempos los estudios hechos sobre la composición de la bilis habían ofrecido poca luz, debido á la inestabilidad notable de sus componentes. Demarcay, en 1838, fué el primero que aseguró que uno de los principios inmediatos más importantes de la bilis era un ácido orgánico que se encuentra combinado con la sosa y el ácido coleico; y Strecker, diez años más tarde, demostraba que no era uno sinó dos los principios orgánicos que contenía la bilis, el ácido coleico y el ácido cólico.

Hoy día se admite generalmente que la bilis está constituida por cuatro series de materiales mantenidos en disolución en el agua saturada de sales minerales que se encuentran en todos los líquidos del organismo. Estos materiales son:

- 1.º Dos sales de base de sosa, cuyo ácido es una materia orgánica azoada.
- 2.º Una materia colorante azoada que contiene hierro.
- 3.º Una materia grasa no saponificable.
- 4.º Ácidos grasos combinados con la sosa.

El cuadro siguiente tomado del Sr. Ch. Robín, representa la composición de la bilis humana.

Agua. . . . .	915,00 á 819,90
Cloruro de sodio. . . . .	2,77 á 3,50
Fosfato de sosa. . . . .	1,60 á 2,50
— de potasa. . . . .	0,75 á 1,50
— de cal. . . . .	0,50 á 1,35
— de magnesia . . . . .	0,45 á 0,80
Sales de hierro. . . . .	0,15 á 0,30
— manganeso. . . . .	vestigios á 0,12
Silice. . . . .	0,50 á 0,66
Taurocolato ó colato de sosa. . . . .	56,50 á 106,60
Glicocolato ó colato de sosa. . . . .	vestigios.
Leucina, tirosina urea (vestigios). . . . .	no dosificados.
Colina. . . . .	vestigios.
Colesterina. . . . .	1,60 á 2,66

Lecitina. . . . .	}	3,20 á 31,00
Margarina, oleina y vestigios de jabón. . . . .		
Biliverdina.. . . .		14,00 á 30,00
Mucosina (vestigios). . . . .		no dosificados.

*Reconocimiento de las sales biliarres y de la materia colorante de la bilis en los humores.*—Siendo en ciertos estados morbosos un elemento importante de diagnóstico el reconocer la presencia de la materia colorante y de las sales biliarres en los humores de la economía y sobre todo en los de excreción, es indispensable que el clínico se familiarice con los medios á propósito para descubrir estos principios.

Vamos á recorrerlos sucesivamente, aplicándoles á la orina, liquido el más comunmente explorado bajo este punto de vista.

1.º *Medio de reconocer la materia colorante.* (a) *Coloración de un tejido blanco.*—Se toma un pedazo de lienzo blanco ó de papel del mismo color y se le moja en la orina en que se sospecha la materia colorante. Si existe, el lienzo ó el papel se tiñen en amarillo.

(b) *Reactivo de Heller.*—Se añaden á la orina algunas gotas de albúmina y después de agitada la mezcla se la trata por el ácido nítrico; al precipitar, la albúmina arrastra consigo la materia colorante presentándose el coágulo de un color amarillo.

(c) *Acetato de plomo.*—Si se trata la orina por el acetato de plomo, el precipitado que se produce toma una coloración amarilla.

(d) *Color de los fosfatos.*—Si se deja reposar la orina al aire libre por uno ó dos días, se forman depósitos de cristales de fosfato amónico-magnésiano; si la orina contiene materia colorante de la bilis, estos cristales toman un tinte amarillento.

(e) *Reactivo de Tiedmann y Gmelin.*—Este es el más usado. Se trata la orina en la que se sospecha pigmento biliar por el ácido nítrico que contenga un poco de ácido nítrico, y se ve desde luego y sucesivamente aparecer el tinte azul, violeta, rojo

y por fin amarillo pálido. A fin de observar mejor estos cambios de coloración, se introduce la orina en un vaso de los de champagne, se hace deslizar con cuidado el ácido á lo largo del vaso, de manera que la mezcla se produzca lenta y sucesivamente. Al cabo de muy poco tiempo los diversos y sucesivos colores, que hemos señalado, se dibujan de arriba á abajo por encima del vaso.

También se puede verificar, vertiendo simplemente algunas gotas de orina sobre un plato y dejar caer sobre ellas una gota de ácido, viéndose aparecer pronto las variedades de color.

El reactivo nítrico tiene un gran valor, porque permite en un momento descubrir los menores vestigios de materia colorante biliar. Hay que saber, sin embargo, que la exposición de la orina al aire puede ser causa de una reacción incompleta ó nula, por depositarse la materia colorante por el hecho de esta exposición. Es de advertir que la reacción puede faltar si la orina que se analiza es reciente.

(f) *Procedimiento por el cloroformo.*—Este se funda en la propiedad que tiene el cloroformo de disolver la colepirrina. Se desliza el cloroformo á lo largo de un vaso que contenga orina; si tiene la colepirrina, el cloroformo toma un color amarillo al llegar al fondo del vaso. Se continúa echando cloroformo, hasta que no se produzca la coloración. Entonces el contenido del vaso presenta dos partes: una inferior amarilla, que contiene el cloroformo, tiene en disolución la colepirrina; la otra superior, incolora contiene la orina, destituida de la colepirrina. Se decanta esta capa superior, y la inferior se trata con una mezcla de ácido nítrico y nitroso, produciéndose inmediatamente los tintes característicos.

Este reactivo es propio sólo de la colepirrina, puesto que la biliverdina se escapa, quedando en disolución, en la capa incolora, como puede comprobarse echando en esta algunas gotas de ácido nítrico, por medio del cual se produce una coloración verde.

3.° *Medios de reconocer las sales biliares.*—Son diversos los que se emplean. Hay el procedimiento de Pettenkofer, fundado en la propiedad que tienen las sales biliares adicionadas de ácido sulfúrico y azúcar de dar lugar á una coloración violeta ó púrpura de las más notables.

Para obtener este resultado, es necesario mezclar este líquido con  $\frac{2}{3}$  de ácido sulfúrico, luego colar lentamente este ácido, de manera que se evite la elevación de temperatura, después de lo cual se añaden 4 ó 5 gotas de jarabe preparado con 1 parte de azúcar por 5 de agua y de esta manera se obtiene inmediatamente la coloración violeta ó purpúrea.

Esta reacción no es del todo satisfactoria, porque si hay albúmina en el líquido que se ensaya, la acción del ácido sobre este principio da un precipitado rojo. Los aceites esenciales de trementina, de limón y de clavel dan una coloración análoga, sin embargo en todos estos casos el color no está tan brillante como el obtenido con la bilis.

Antes de investigar la presencia de estas sales biliares por este medio, es necesario sujetar al líquido, que se quiere ensayar, á una operación prévia para desposeerle de la albúmina que puede contener.

Pueden, para ello, emplearse diversos procedimientos. Aconseja Frerichs evaporar la orina, tratarla en seguida por el alcohol y luego decolorarla con el carbón animal. Se hace evaporar de nuevo y en muchos intervalos, se disuelve en el agua el residuo de extracto alcohólico y luego se trata por el ácido sulfúrico y el jarabe de azúcar, de la manera que lo emplea Pettenkofer, según acabamos de ver.

Hoppe procede calentando hasta la ebullición una gran cantidad de orina con mezcla de una lechada de cal, la filtra, haciendo evaporar el producto filtrado; éste se hace hervir por algún tiempo con un grande exceso de ácido clorhídrico, se evapora en seguida de nuevo y se somete el residuo que contiene del ácido coloidico á la prueba de Pettenkofer, después de ha-

berle lavado con el agua, extraído con el alcohol, decolorado con el carbón animal y hecho evaporar por última vez. Hoppe recomienda sin embargo no atenerse exclusivamente á esta sola reacción, sinó examinar á la luz polarizada la acción de la sustancia obtenida de este residuo, y que determina del modo siguiente: Una disolución que contenga en 20 centímetros cúbicos, 0,2297 de *ácido* ha dado, por la luz roja, en un tubo de 200 <sup>mm</sup> de longitud, una desviación del plano de polarización igual á 1,3 de la escala del polarímetro de Ventzke.

*El procedimiento de Neukomm*, consiste en evaporar hasta sequedad cierta cantidad de orina y disolver el residuo en alcohol. Se le evapora de nuevo volviendo á tratar el residuo por el alcohol. Después de una tercera evaporación, se disuelve el residuo en agua destilada, y se trata esta por el sub-acetato de plomo, que da lugar á un precipitado que contiene las sales biliares. Este residuo se vuelve á tratar por el alcohol absoluto, se evapora hasta sequedad, se disuelve el residuo en agua de manera que la solución sea bien concentrada, se evapora después el licor en una cápsula de porcelana, y cuando sólo quedan algunas gotas, se las pone en contacto con una mezcla de 4 partes de agua por 1 de ácido sulfúrico y una pequenísimas cantidad de disolución de azúcar en las proporciones de 1 sobre 4. Se calienta ligeramente la mezcla á un calor suave, produciéndose la reacción cuando no hay en el licor más que 1 milígramo de ácido cólico.

*El procedimiento de Huppert* no difiere del de Neukomm sinó en que se desposee á la orina de las materias grasas y se la precipita por el agua de barita. Filtrado el líquido, se trata en seguida por el sub-acetato de plomo, haciéndose exactamente lo demás como en el procedimiento de Neukomm.