

CAPÍTULO XX

Noción general de los órganos urinarios. — Orinas. — Ácidos de las orinas. — Composición de las orinas normales. — Influencia del sexo. — Alimentación y trabajo. — Reacciones principales de las orinas. — Urea. — Ácido úrico. — Pigmentos urinarios. — Ptomainas urinarias. — Toxicidad de las orinas. — Toxinas urinarias. — Cuerpos no nitrogenados en las orinas. — Glucosa. — Relaciones entre las sustancias ingeridas y las orinas.

BIBLIOGRAFÍA. — A. Gautier: *Toxin. microb.* pág. 440. — Bouchard: *C. R. Soc. de biol.*, 1882, pág. 825. — Wurtz: *Chim. biol.* — Brieger: *Ann. der chem. u. Pharm.*, t. CLXIV, pág. 155. — Brucke: *Rep. de Chim.*, t. I, pág. 47.

Noción general de los órganos. — Hemos visto en los capítulos anteriores cómo las sustancias alimenticias se transforman en el tubo digestivo para convertirse en sangre y en quilo, pasando por una serie de oxidaciones, reducciones, hidrataciones y desdoblamientos bajo la influencia del oxígeno respirado. Estos fenómenos de asimilación están paralelamente compensados por otros de desasimilación, mediante los cuales el organismo se desprende de las sustancias que no necesita porque son incapaces de proporcionar las energías vitales.

La secreción de la orina es indudablemente la más importante de las funciones de desasimilación desde el punto de vista químico. El órgano principal de esta función está constituido por los riñones, glándulas formadas de dos sustancias, la *cortical*, exterior, de color rojizo, y la *central*, de color pálido, fibrosa, llamada *substancia medular*. (Fig. 87.)

El parénquima renal se compone esencialmente de los tubos de Bellini, flexuosos, rectilíneos, plegados sobre sí mismos en la parte cortical. Son verdaderos colectores de la orina y se dirigen hacia las pirámides del

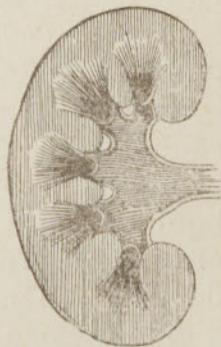


FIG. 87
Sección del riñón humano.

riñón, anastomosándose en ángulos agudos con los otros tubos y viniendo á abrirse en la cúspide de una de las papilas de la pelvis del riñón. (Fig. 88.)

Es éste un órgano muy vascular y está regado por una arteria poderosa, profusamente ramificada en todo el parénquima de la glándula.

El riñón, como todas las glándulas, posee una gran actividad nutritiva y se encuentran en él productos de desasimilación, como la xantina, hipoxantina, taurina, creatina, tirosina, leucina, inosita y cistina. Accidentalmente se encuentran en este órgano la urea, el ácido úrico y los uratos. En el tejido del riñón, además de la albúmina, colágeno y demás sustancias propias del tejido conjuntivo se encuentran una globulina coagulable á 52° y una nuclealbúmina que lo es á 63°.

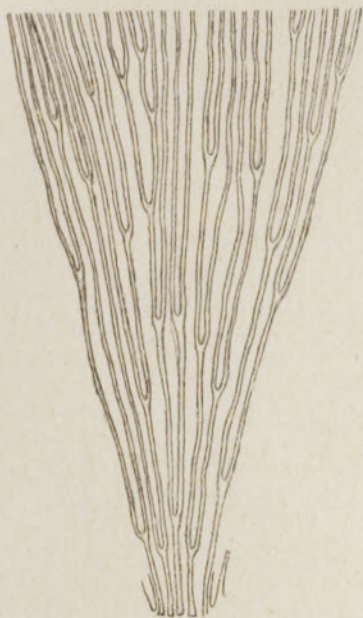


FIG. 88

Tubos rectos de las pirámides del riñón.

Tubos de BELLINI.

Desprovisto de sangre el parénquima renal, presenta una reacción ácida después de la muerte; pero durante la vida su reacción es alcalina, lo cual hace suponer que después de la muerte se efectúa en el parénquima renal una especie de fermentación ácida parecida á la que en iguales condiciones se desarrolla en los músculos y en el cerebro.

La masa renal tratada por el agua da una solución que contiene las diversas sustancias de las de desasimilación que ya hemos indicado. Para extraer la taurina de los riñones ha empleado Cloetta el siguiente procedimiento: después de tratar por el agua la sustancia renal, se coagula la albúmina y se precipita el líquido filtrado con el subacetato de plomo. Filtrase de nuevo, se separa el exceso de plomo y se añade una cantidad de ácido sulfúrico suficiente para transformar los álcalis en fosfatos, y concentrando el líquido, se precipitan por el alcohol los sulfatos alcalinos. Mediante el agua de barita, se separa del líquido nuevamente filtrado el exceso de ácido sulfúrico y se concentra hasta que se produzca un precipitado permanente por el alcohol, añadiendo en seguida á este líquido turbio su volumen de alcohol y elevando la temperatura. La taurina poco soluble que había precipitado al principio se disuelve de nuevo y se deposita en cristales después de algunos días de reposo. La taurina no se encuentra nunca en la orina.

Una de las funciones más importantes del riñón consiste en conservar á la sangre una composición constante. Las diferentes

sales ingeridas en el organismo, pasan rápidamente á las orinas con una cantidad de agua que proporcionan las células según las leyes de la isotomía, lo cual explica el fenómeno de la sed. Cierta cantidad de ácido clorhídrico es eliminado del organismo por la digestión, lo cual contribuye á que la sangre tienda á hacerse más alcalina, y en tal caso tiende á eliminarse por los riñones una cantidad equivalente de carbonato de sosa.

Si por una causa accidental ó patológica la proporción de la glucosa es superior al peso de la sangre, se elimina también por la secreción renal, sucediendo igualmente con gran número de sustancias tóxicas, como el plomo y el mercurio que son arrastrados por los riñones, los cuales, según se ve, no son un filtro inerte sino un filtro vivo cuyo funcionamiento está regulado por el sistema nervioso.

Orinas. — Tomaremos como tipo de ellas la orina humana. La cantidad correspondiente á un hombre sano de peso mediano y alimentado regularmente, es de 1500 cc. durante las 24 horas. En el estado normal la orina humana es un líquido claro, de un color amarillo pálido que algunas veces se oscurece un poco; su sabor es salino y ligeramente amargo; su olor es característico y algo aromático en la orina reciente, pero penetrante después de la emisión, mientras la orina conserva su reacción ácida; cuando ha perdido esta cualidad, su olor es amoniacal á consecuencia de un fenómeno de fermentación. La orina generalmente es más coloreada cuanto es mayor la cantidad de sales que contiene; la de los niños es más clara que la de los adultos, y bajo la acción del aire se colora lentamente por oxidación.

La densidad de las orinas es variable entre 1'003 á 1'040. Las orinas de la noche son más densas que las del día, aumentando en densidad con los sudores abundantes y descendiendo en los estados nerviosos y por la ingestión de bebidas acuosas.

Acidez de las orinas. — Bajo la influencia de una alimentación mixta, la reacción de las orinas es ácida, debiéndose esta propiedad á la presencia en ellas de fosfatos minerales ácidos. Estos ácidos descomponen el hiposulfito de sosa y determinan la producción de un precipitado pulverulento de azufre, pero las orinas permanecen claras cuando se les añade el hiposulfito de sosa. Los ácidos orgánicos tienen la propiedad de hacer pasar al azul el rojo congo, pero el ácido carbónico libre lo hace pasar al violeta; la orina no modifica su coloración y por consiguiente no contiene en estado libre ni ácido hipúrico, ni úrico ni carbónico, y por tanto debe su reacción ácida á los fosfatos ácidos.

Esta reacción puede ser neutra y aun alcalina cuando predomina la alimentación vegetal, pues en este caso aumenta considerablemente la eliminación de los carbonatos alcalinos, como se observa en las orinas de los herbívoros.

Composición de las orinas normales. — Los elementos conte-

nidos en las orinas normales pueden ser minerales ú orgánicos. A continuación damos el siguiente cuadro sobre las orinas cuya densidad media es de 1'020, y correspondientes á 24 horas, según A. Gautier:

		Gramos
Agua		1243
Materias orgánicas.	Urea.	33
	Ácido úrico	0'52
	— hipúrico	0'65
	Creatinina y creatina	1
	Xantina y cuerpos análogos.	0'052
	Materias colorantes y extractivas.	5'85
	Ácidos grasos volátiles	Muy poco
	Ácido oxálico.	
	Fenol-sulfatos.	
	Indoxil y escatoxil sulfatos.	
	Ácido paroxifelilacético	
	Glucosa.	
	Moco.	
	Pepsina.	
	Ácidos grasos.	
	Glicero fosfatos	
Sales minerales.	Cloruro de sodio.	13'65
	Sulfatos alcalinos	4'03
	— cálcicos.	0'40
	— magnésicos	0'58
	Fosfatos alcalinos	1'86
	Sales amoniacales	0'91
	Ácido silícico.	huellas
	— nítrico	
Gases (O, CO ² , N)		

(A. Gautier.)

Gases de la orina. — Las cantidades de gases contenidas en la orina pueden extraerse por medio de la bomba de mercurio y varían según las condiciones de alimentación y durante la digestión, la absorción de agua, etc. En 1000 cc. de orina ha encontrado Platner las siguientes cantidades de gases:

	Oxígeno cc.	Nitrógeno cc.	Ácido carbónico cc.
Orina correspondiente á 14 horas después del almuerzo y tras la ingestión de agua	0'2	8	44
Orina 2 horas después de la comida	0'5	7'8	99'6
Orina después de la ingestión de 12 gramos de cremor de tártaro	0'8	10'9	125

Influyen principalmente en la secreción de la orina y en su composición la edad, el sexo, la alimentación, las diversas funciones del organismo y la temperatura.

Influencia de la edad. — En el recién nacido es por término

medio de 12 cc. llegando de 64 á 65 á los 10 días después del nacimiento, y hacia la edad de 12 años la orina es casi doble que la del adulto para el mismo peso del cuerpo, siendo al mismo tiempo más rica en urea. En los viejos las orinas son menos abundantes y la urea desciende de 15 á 10 gramos por día.

Influencia del sexo. — La cantidad relativa de los principios constitutivos de la orina en la mujer es inferior á la del hombre. En 24 horas la proporción de la urea es 18 á 22 gramos en lugar de 25 á 28 que corresponden al hombre; el cloruro de sodio desciende de 14 á 12 gramos, variando en la misma proporción los demás elementos constitutivos.

Alimentación y trabajo. — Ya hemos visto las variaciones generales de las orinas según el régimen alimenticio. En cuanto á su relación con el trabajo del organismo, se observa que la urea disminuye por un excesivo trabajo muscular, sucediendo lo mismo con el ácido úrico, aumentando los cloruros, sulfatos y fosfatos. Por el trabajo intelectual aumentan la urea y los cloruros y baja la proporción del nitrógeno y de ácido fosfórico. La cantidad y principios constitutivos de las orinas disminuyen durante el sueño, y la digestión y sudación debilitan su acidez.

Reacciones principales de las orinas. — Sometidas á la temperatura de ebullición, se altera el equilibrio entre las diferentes bases y los ácidos, pudiendo dar origen á un fosfato tribásico terroso que se precipita. En este caso los ácidos acético y nítrico, aun muy diluídos, restituyen la transparencia del líquido.

Estos ácidos y el clorhídrico no producen precipitado en las orinas normales; sin embargo, el acético en pequeña cantidad hace contraerse á la mucina que arrastra los epitelios y otras materias en suspensión. La orina acidificada por un pequeño exceso de ácidos minerales se oscurece en frío con tendencia al violado oscuro; el ácido úrico de los uratos se precipita en el fondo de los vasos en estado de cristales muy coloreados cuando se trata de orinas acidificadas de esta manera.

Urea [*Diamido carbónico.*—*Carbamido*]. $\text{CO}(\text{N}^2\text{H}^4)$. — Es un cuerpo soluble á la temperatura ordinaria en su peso de agua y en 5 veces su peso de alcohol. Es más soluble en el alcohol caliente que en el agua, y por enfriamiento cristaliza de sus disoluciones acuosas ó alcohólicas en largas agujas incoloras prismáticas del sistema rómbico. (Fig. 89.)

Bajo la influencia de ciertos microorganismos experimenta la fermentación amoniacal, fijando dos moléculas de agua sobre una de urea, la cual se transforma en carbonato de amoníaco.

Abandonada al aire experimenta siempre la fermentación amoniacal, pues los fermentos figurados que pueden producir esta transformación abundan en el polvo de la atmósfera. Adviértase que el carbonato de amoníaco da una reacción alcalina, y la urea una reacción neutra; por consiguiente, cuando la urea experimenta

la transformación amoniacal, las orinas adquieren una reacción alcalina cada vez más marcada.

La urea no solamente está contenida en las orinas sino que también se encuentra en la mayor parte de los líquidos y tejidos orgánicos. La proporción de urea, en 100 partes de tejidos, es la siguiente:

Sangre de la carótida.	0'024
— de la vena cava inferior	0'024
— de la vena hepática.	0'020
Hígado	0'023
Bazo.	0'021
Riñones.	0'022
Pulmón.	0'009
Cerebro.	0'006
Músculos	0'005
Orinas	2'530

(A. Gautier.)

La urea es el primer ejemplo de síntesis de un cuerpo orgánico con elementos minerales, realizado por Wöehler en 1828, mediante la transformación del isocianato de mercurio. En el organismo procede de la desasimilación de las sustancias proteicas, siendo eliminada por los riñones que, como se ve, no la producen. (Fig. 90.)

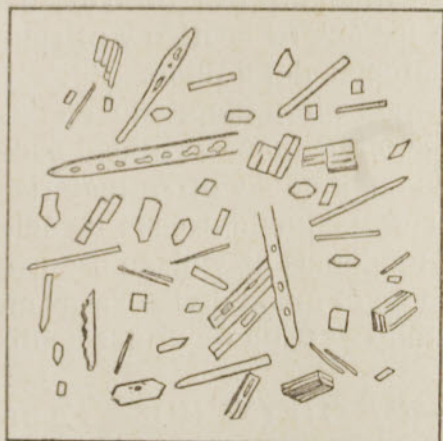


FIG. 89

Cristales de urea.

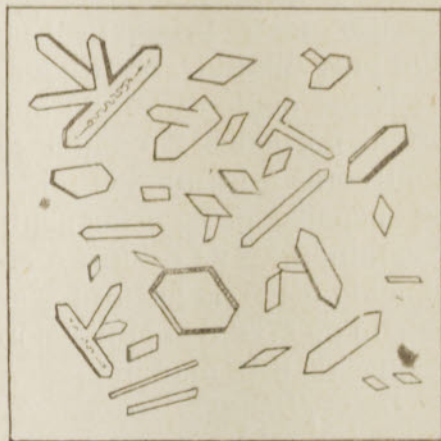


FIG. 90

Cristales de oxalato de urea.

La dosificación de la urea en las orinas puede realizarse por diversos procedimientos, y por nuestra parte sólo indicaremos uno de los más sencillos, que se funda en la descomposición de la urea en nitrógeno y en ácido carbónico por el hipobromito de sosa.

A una solución de urea se añade un gran exceso de esta sal y de lejía de sosa cáustica. La urea se descompone en ácido carbónico y en nitrógeno; el primero es retenido por la lejía de sosa cáustica y el segundo queda en libertad. Si se mide el volumen de nitrógeno desprendido, se puede deducir la cantidad correspon-

diente de urea, sabiendo que 100 gramos de urea contienen 46'66 gramos de nitrógeno, y 100 gramos de éste corresponden á 214'28 de urea. Más adelante insistiremos en este procedimiento.

La cantidad de urea normal excretada durante 24 horas por un adulto, de peso medio, es próximamente de 30 gramos. Sin embargo, esta cantidad puede ser modificada por muchas circunstancias. El régimen animal aumenta la proporción de la urea y el vegetal la disminuye. Igualmente la aumenta el régimen lácteo, pero disminuye por la alimentación grasa y por el uso del café.

La ingestión del agua favorece la secreción de la urea, pero no aumenta su cantidad absoluta, como sucede con el trabajo muscular, por ejemplo, el de una marcha prolongada.

Ácido úrico. ($C^5 H^4 O^3 N^4$). — Este importante cuerpo se encuentra en pequeña cantidad en la orina humana, que contiene de 0'30 á 0'40 gramos por litro en el estado normal, no encontrándosele siempre en las orinas de los carnívoros. Unas veces se encuentra en estado libre y otras combinado con el amoníaco y con la sosa, comúnmente en el estado de urato. Es muy poco soluble en el agua y forma dos series de sales que son los *uratos* y los *biuratos*. (Fig. 91.)

La orina humana contiene sobre todo el urato neutro de sosa y algo de urato neutro de potasa.

El ácido úrico y los uratos presentan una reacción característica, la *reacción de la murexide*.

Para dosificar el ácido úrico en las orinas se tiene en cuenta la descomposición de los uratos por un ácido mineral y la insolubilidad del ácido úrico. Se añaden á 200 cc. de orina 10 cc. de ácido clorhídrico de la densidad de 1'12 y se abandona la mezcla á una temperatura baja durante 48 horas. Después de este tiempo se ve formar en el fondo del vaso un precipitado cristalino fuertemente coloreado por el ácido úrico, el cual se pone sobre el filtro, se lava el precipitado con un poco de agua, se deseca en el vacío y se pesa.

Si se calienta el ácido úrico con el ácido clorhídrico en un tubo cerrado y á la temperatura de 170°, el ácido úrico se descompone en glucocola, amoníaco y gas carbónico.

Bajo la influencia de los agentes oxidantes tales como el ácido nítrico, el ácido úrico se descompone dando diversos productos entre los cuales se encuentra la urea.

En las orinas se encuentran también el ácido oxalúrico en pequeñas cantidades; la alantoina; el ácido hipúrico, el salicílicúrico, la creatinina, la xantina, la sarcina, entre las substancias nitrogenadas de las mismas.

Pigmentos urinarios. — Las diferencias de color observadas en

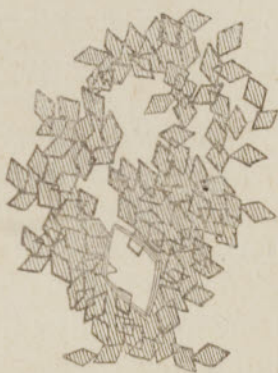


FIG. 91

Cristales de ácido úrico.

las orinas se deben á dos especies de pigmentos, uno amarillo llamado *urocromo* y otro rojo que procede de un fenol nitrogenado.

El urocromo es un pigmento análogo á la *urobilina* normal y se presenta bajo la forma de un polvo amorfo, brillante, rojo oscuro con reflejos verdes, soluble en el alcohol y en el cloroformo y muy poco soluble en el éter y en la bencina.

Esta substancia procede de la bilirubina y representa un producto definitivo de la oxidación de los pigmentos biliares.

El pigmento rojo de las orinas es un producto de oxidación del *indógeno*. Es éste un ácido que existe frecuentemente en el estado de sal de potasio y constituye el derivado sulfúrico del indolxilo.

Encuéntranse además en las orinas varias substancias nitrogenadas ó sulfuradas. La albúmina existe en pequeñas cantidades.

La presencia de fermentos solubles en la orina ha sido demostrada positivamente. La orina del hombre contiene la *amilasa*, capaz de sacarificar el almidón; la *pepsina*, capaz de peptonizar las substancias proteicas, y un fermento capaz de caseificar la leche.

Ptomainas urinarias. — A. Gautier ha encontrado en las orinas normales una pequeña cantidad de alcaloides tóxicos y volátiles que presentan grandes analogías con las ptomainas de la putrefacción. M. Bouchard ha hecho las mismas observaciones, convenciéndose además de que los venenos de las orinas correspondientes al sueño son diferentes de los que corresponden á las orinas en la vigilia. Los correspondientes á éstas son especialmente narcóticos, produciendo la fatiga de los centros nerviosos y el sueño, mientras que las toxinas que se forman durante el sueño son tetánicas y producen convulsiones, provocando el insomnio.

Toxicidad de las orinas. — Charrin y Riche acaban de hacer estudios muy importantes sobre el veneno de las orinas en los recién nacidos. En el estado normal esta orina comparada con la del adulto en volúmenes iguales es poco tóxica; es preciso inyectar de 80 á 140 cc. por kg. en lugar de 40 á 60, para producir la muerte.

Para explicar esta falta de toxicidad, más aparente que absoluta, pueden adoptarse varios razonamientos. El recién nacido casi no ingiere venenos alimenticios, sobre todo no ingiere potasa. Las fermentaciones digestivas son escasas, puesto que la alimentación introduce pocos materiales fermentescibles; y la coloración del contenido vesical es casi nula, lo cual demuestra la ausencia de pigmentos tóxicos.

Esta toxicidad varía y tales variaciones explican una vez más el origen de los compuestos venenosos. Si se reemplaza la leche por principios ricos en potasa, se ve aumentar la toxicidad, llegando á producir la muerte con un 50 á 60 por 1000. De igual modo sucede si se aumenta la urea por cambios de régimen ó en virtud de una nutrición modificada por la herencia, como puede observarse alguna

vez en la descendencia de padres enfermos; lo mismo se observa si son intensas las fermentaciones intestinales. Fuera del indicado, las materias colorantes biliares y ciertos pigmentos anormales pasan alguna vez del intestino á la vejiga, poniendo en evidencia el origen digestivo de estos tóxicos urinarios.

Todas estas observaciones deben interesar á los fisiólogos porque revelan ciertos procesos normales: los orígenes de estos venenos y el sitio de su formación. Una de las ventajas en la observación del recién nacido procede de la fijeza de su régimen, puesto que se sabe exactamente lo que ingiere. Estos venenos que se observan desde el principio de la vida son los que se encuentran en gran parte en el adulto, menos los convulsionantes minerales alimenticios. Si se juzga por los accidentes que acompañan á la inyección, estos accidentes son análogos á las perturbaciones que provoca la orina del hombre; miosis, aceleración cardíaca y respiratoria, oscilaciones térmicas, aunque en menor escala cuando se calcula sobre volúmenes iguales.

En el estado patológico aparecen algunas veces nuevos elementos; los autores han encontrado el cuerpo designado, indicándolo equivocadamente, según algunos químicos, con el nombre de ácido glicurónico. Por otra parte, las orinas de los enfermos han determinado lesiones no usuales, concluyendo generalmente los animales por sucumbir cuando se les inyectan dosis que no son inmediatamente mortales.

No debe pues extrañarse que se encuentren en el principio de la vida la mayor parte de los tóxicos que existen á una edad más avanzada, puesto que se trata de las funciones de un mismo ser aunque sea en periodos diferentes. Por otra parte, si se hacen cálculos, se ve que el riñón del recién nacido deja pasar con relación á los venenos de acción fisiológica, casi la misma cantidad que el del hombre adulto, guardando las debidas proporciones. En efecto, si se tiene en cuenta los pesos y los volúmenes totales durante 24 horas, se comprueba, contra lo que dicen las apariencias, que por 1000 gramos de tejido del recién nacido, su riñón es atravesado en un día por una dosis de veneno capaz de matar 400 á 550 gramos de materia viviente. Ahora bien, esto es con un ligero aumento lo que está comprobado con respecto al adulto.

Síguese, pues, que en diferentes edades la toxicidad de las orinas ofrece diferencias y analogías.

Toxinas urinarias. — La acción tóxica de las orinas debe atribuirse principalmente á tres grupos de cuerpos:

- 1.º *Principios orgánicos cristalizables* que comprenden varias ptomainas y leucomainas.
- 2.º *Principios extractivos no cristalizables*, y
- 3.º *Principios salinos*.

Entre los primeros debemos citar la xantina y paraxantina, los oxalatos, las sales amoniacaes y ptomainas y leucomainas que se

encuentran aún en las orinas normales. Distínguense entre éstas la *carrina*, *reducina* y *aromina*, estas últimas aun poco estudiadas.

Entre estas sustancias orgánicas, todas ellas tóxicas y capaces de producir perturbaciones en el organismo, las más activas son las materias colorantes.

En la segunda agrupación se encuentran los cuerpos más peligrosos, y su actividad tóxica se revela aún en pequeñas cantidades. Aun á dosis muy débiles obran como los venenos de las serpientes, á los cuales se asemejan por su composición centesimal, y producen en los animales la parálisis y la muerte. Entre estos principios tóxicos no cristalizables figuran también los fermentos, la pepsina y la invertina. Según M. Roger, las sustancias dialisables de la orina son menos activas que las no dialisables.

En el tercer grupo de toxinas están las sales minerales que, según Bouchard, representan la mitad de la toxicidad urinaria total. Este autor ha dado el nombre de *urotoxia* á la dosis de orina que mata un kilogramo de animal, llamando *coeficiente urotóxico* á la cantidad de urotoxias producidas por kilogramo de animal en 24 horas. Cada kilogramo de hombre en estado normal produce en 24 horas una cantidad de veneno urinario capaz de matar 464 gramos de materia viviente. De donde se deduce que un hombre en estado normal fabricaría en 52 horas el veneno necesario para matarse á sí mismo.

Los síntomas que acompañan á la intoxicación urinaria son: extremada contracción de las pupilas, frecuencia en la respiración, hipotermia, abundancia extraordinaria de orinas. El animal cae en un estado comatoso y sucumbe sin convulsiones ó con convulsiones muy ligeras.

Según el mismo Bouchard, los venenos urinarios pueden dividirse en dos grupos: los que se disuelven en el alcohol absoluto cuando su extracto seco se trata por este disolvente, y los que no se disuelven en él y se redisuelven en el agua. Los primeros provocan la somnolencia, el coma y la salivación. Los del segundo grupo producen convulsiones, miosis é hipotermia, debiéndose estos últimos efectos á la potasa y á una sustancia orgánica fijable por el carbón animal, y no dialisable.

Según Bouchard, las orinas segregadas durante el día corresponden á 31 urotoxias y las de la noche á 8. Las primeras contienen productos depresivos y narcóticos, y las segundas productos convulsionantes y tetánicos.

La toxicidad urinaria varía según la alimentación y la especie animal. Desciende igualmente por el trabajo muscular y por el aumento en la oxigenación.

En las orinas normales se encuentra una sustancia termógena que puede ser arrastrada por los precipitados amorfos y principalmente por el fosfato de cal, pudiendo también ser precipitada por el alcohol y redisolverse en la glicerina. Esta sustancia es piretó-

gena y al parecer la ebullición durante un corto tiempo no destruye esta propiedad. Encuéntrase abundantemente en las orinas de los febricitantes y en mayor abundancia en las de los tuberculosos. Su escasa sensibilidad para el calor, su precipitación por el alcohol y sus afinidades por el fosfato de cal, hacen muy probable la hipótesis de que esté principalmente formada por fermentos urinarios. (A. Gautier.)

Cuerpos no nitrogenados en las orinas. — Encuéntrase en las orinas vestigios de ácidos aromáticos, especialmente de ácido benzoico, en la proporción de 10 miligramos próximamente por litro.

Entre los ácidos no aromáticos de las orinas normales se encuentran el oxálico, el succínico, el láctico y varios ácidos grasos. La cantidad del primero es próximamente 20 miligramos por litro, si bien puede faltar en algunos casos. Procede generalmente de la oxidación de los tejidos, de la de los cuerpos grasos ó de los oxalatos ácidos que se encuentran en algunos alimentos.

El ácido succínico (Fig. 92), se encuentra también en escasa cantidad procedente de ciertos alimentos.

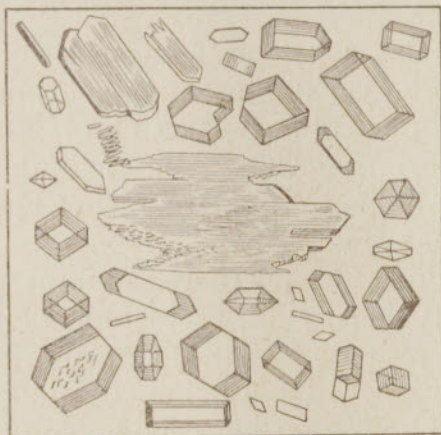


FIG. 92

Cristales de ácido succínico.

Entre los ácidos grasos de las orinas se encuentra el propiónico, valérico, caproico y butírico. Créese que proceden de una reabsorción intestinal.

Glucosa. — En las orinas normales se encuentran de 10 á 50 miligramos de glucosa por litro. Igualmente se encuentran vestigios del ácido glucorónico, sobre todo cuando se administra á los enfermos el cloral ó el cloroformo á dosis narcóticas.

Materias minerales de las orinas. — Durante las 24 horas se eliminan por la orina de 9 á 22 gramos de estas materias procedentes de los alimentos y de la desasimilación de los tejidos.

Entre estas sustancias ocupa el primer lugar el cloruro de sodio que se elimina durante las 24 horas, en estado normal, en la proporción de 12 gramos, próximamente. Esta eliminación está some-

tida á constantes variaciones, siendo más abundante después de las comidas y llegando al *mínimum* durante la noche. Pero estos cambios están también subordinados al ejercicio y otras condiciones. Los individuos que trabajan durante la noche, segregan mucho cloruro de sodio durante este tiempo. La ingestión de bebidas acuosas aumenta igualmente la proporción del cloruro sódico de las orinas.

El ácido fosfórico eliminado por la orina durante 24 horas está representado en proporción media por 2.5 gramos, por más que esta proporción está también sometida á variaciones constantes según las horas, género de alimentación, ejercicio, etc.

Encuéntranse también en las orinas normales los ácidos silícico, carbónico, nítrico y nitroso, la potasa, la sosa, el amoníaco, el hierro y otros metales. El hierro no se encuentra en estado de sal, sino combinado con una materia orgánica que son probablemente los pigmentos procedentes de la destrucción de la hemoglobina.

Entre los gases que pueden encontrarse en las orinas, hay que señalar el hidrógeno sulfurado, que si bien se encuentra en ellas raras veces en el estado normal, se encuentra con frecuencia en las orinas patológicas.

Relaciones entre las sustancias ingeridas y las orinas. — Las investigaciones sobre los cambios que experimentan diversas materias en el organismo antes de ser eliminadas con la orina, ha proporcionado importantes datos sobre la influencia que las reacciones químicas realizadas en el organismo ejercen sobre la composición de las orinas.

Hay que distinguir entre las materias minerales y los compuestos orgánicos. Por regla general, las primeras cuando son neutras y solubles en el agua pasan á la orina, á no ser que puedan oxidarse. Los ácidos minerales pasan á la orina en estado de sales alcalinas, amónicas ó cálcicas y el ácido sulfúrico en combinaciones sulfoconjugadas con cuerpos aromáticos.

El yodo pasa á las orinas en estado de yoduro alcalino; los álcalis y carbonatos alcalinos disminuyen la acidez de las orinas y hasta pueden hacerla desaparecer. Las sales alcalinas neutras, sulfatos, cloratos, fosfatos, boratos, etc., pasan rápidamente á las orinas sin alterarse, como igualmente el ácido arsenioso.

Las sales metálicas propiamente dichas, cuyas bases pueden formar combinaciones insolubles con las albuminoides, sólo aparecen en las orinas en pequeñas cantidades y algún tiempo después de la ingestión. Pero las sales de plomo, cobre, antimonio, mercurio, estaño, etc., pueden permanecer largo tiempo en el organismo en estado insoluble, eliminándose muy lentamente por las orinas. La administración del yoduro de potasio para eliminar el mercurio del organismo hace que las combinaciones de este metal con las materias albuminoides se hagan solubles favoreciendo así su eliminación.

Respecto á los compuestos orgánicos, hay que distinguir entre los que corresponden á la serie grasa y los cuerpos aromáticos. Los últimos son menos oxidables, experimentando sólo una oxidación parcial, no experimentando la combustión completa sino cuando se ingieren en estado de sales alcalinas. Por la combustión del ácido orgánico se elimina la base en estado de carbonato, presentando las orinas en tal caso la reacción alcalina. La glucosa, sacarosa, manita, etc., se oxidan cuando no han sido ingeridas en cantidades excesivas.

El alcohol en pequeñas cantidades se consume en el organismo, encontrándose parcialmente en las orinas cuando es ingerido en cantidades considerables. El cloroformo inhalado pasa también parcialmente á las orinas.

Entre las sustancias nitrogenadas hay que considerar los ácidos amidos, la glucocola y sus análogos. La glucocola aumenta la proporción de la urea en la orina, como sucede con su homólogo la sarcosina.

Los ácidos amidados cuyo principal representante es la glucocola, se encuentran parcialmente en la orina en el estado de urea como producto de hidratación de las sustancias albuminoides. En tal caso cabe dudar si representan sólo estados intermediarios entre dichas sustancias y la urea, último término de la desasimilación de aquélla. La duda apuntada y que ha sido suscitada por varios autores, no está aún resuelta.

Las sustancias aromáticas al penetrar en la economía, siendo más resistentes á la oxidación, pasan á la orina en proporciones más notables que los productos de la serie grasa. En la orina experimentan varias transformaciones, bien oxidándose, bien uniéndose á otros productos de asimilación y eliminándose después en combinaciones complejas.

Estos hechos fueron los que hicieron pensar á Woehler en las síntesis que se verifican en el organismo, pues observó que el ácido benzoico ingerido se encontraba en la orina en estado de ácido hipúrico, lo cual demostraba que el ácido benzoico se había asociado á los elementos de la glucocola.

Hay muchos ácidos aromáticos que se conducen de igual manera, pero otros productos de la desasimilación pueden unirse en el organismo á las sustancias aromáticas ingeridas y también á los cuerpos pertenecientes á la serie grasa, como la urea, el ácido glucorrónico, etc.

Varias materias pertenecientes á la serie aromática pueden atravesar el organismo sin sufrir alteración como sucede con diversos alcaloides, como la quinina, la morfina, la estricnina, la teína, la teobromina, etc. Igualmente se observa con los principios colorantes de la rubia, campeche, ruibarbo, etc., que pasan á las orinas y les comunican su color.

CAPÍTULO XXI

Dosificación de las materias orgánicas de las orinas. — Determinación de la naturaleza de la orina según sus propiedades físicas. — Dosificación de la urea. — Ácido úrico. — Dosificación del ácido hipúrico y del benzoico. — Dosificación de la creatinina. — Dosificación del indógeno. — Dosificación de la xantina. — Nitrógeno total de las orinas. — Dosificación del ácido oxálico. — Determinación del amoníaco y de sus sales. — Poder reductor de las orinas.

BIBLIOGRAFÍA. — A. Gautier: *Chim. biol.* — Wurtz: *Chim. biol.* — M. Arthus: *Chim. physiol.* — Behal: *Chim. org.* — Fleurent: *Analys. chim.* — Bouchard: *Pathol. génér.*

Dosificación de las materias orgánicas de las orinas. — Ya hemos visto que las orinas contienen materias orgánicas y minerales, y su determinación, tanto cualitativa como cuantitativa, constituye un asunto de gran importancia en el estudio de la Química. Al reseñar sumariamente los procedimientos indispensables para estos análisis, seguiremos las prácticas recomendadas por A. Gautier, que son notables por su sencillez y precisión, no menos que los importantes trabajos de M. Arthus en su excelente libro *Química fisiológica*.

Determinación de la naturaleza de la orina según sus propiedades físicas. — El *color* de la orina es una de las propiedades que sirve en muchos casos para determinar aproximadamente su naturaleza. Pero como es muy difícil servirse de estas indicaciones sin haber fijado previamente puntos de comparación colorimétrica, se procede de la manera siguiente:

Se toman dos vasos de cristal, A y B, de paredes delgadas y sin coloración, y se colocan delante de un cartón blanco bien iluminado. Estos vasos llevan sobre su pared lateral una tira de papel en sentido vertical, cuya tira está dividida en milímetros, lo cual hace que los vasos, si están bien calibrados, queden divididos en volúmenes iguales, que supondremos iguales á 100.

Después de filtrada la orina que se ha de examinar, se deposita en el vaso A, haciendo que llegue hasta la división 50. En el vaso B

se pone, hasta la división 10, un líquido acuoso, que contenga por 100 volúmenes 6 centímetros cúbicos de una solución de percloruro de hierro, de densidad de 1'453.

Por más que sea éste un tipo arbitrario, resulta fijo, y su intensidad colorante puede ser tomada como igual á 100.

En el mismo vaso B se añade después agua destilada, hasta que el color del líquido contenido en este vaso sea igual al del contenido en el vaso A, ó sea el de la orina que se estudia.

Entonces la intensidad colorante X en A ó en B, está con la intensidad primitiva 100 en razón inversa de las diluciones ó de las alturas, inicial 10, y actual H, del líquido del vaso B. De donde tendremos:

$$\frac{X}{100} = \frac{10}{H}, \quad \text{ó} \quad X = \frac{1000}{H}$$

(A. Gautier.)

La *densidad* de las orinas se determina generalmente por medio de los densímetros, empleando un *pesa-orinas*, cuyo manejo es fácil y no necesita explicaciones.

Dosificación de la urea. — Ya en el capítulo anterior hemos dejado algunas indicaciones sobre este punto; pero siendo numerosos los procedimientos que, según varios autores, pueden seguirse para la dosificación de la urea, sólo indicaremos aquí algunos de los que por su sencillez y precisión pueden responder á las exigencias del método científico.

Arthus indica un procedimiento fundado en la descomposición de la urea en nitrógeno y gas carbónico por el hipobromito de sosa.

A una solución de urea, á la orina, por ejemplo, se añade un gran exceso de hipobromito de sosa y de lejía de sosa cáustica. La urea se descompone en nitrógeno y gas carbónico; éste es retenido por la lejía de sosa cáustica, y el nitrógeno es puesto en libertad. Las demás sustancias contenidas en la orina no dan nitrógeno en estas condiciones.

Si se mide el volumen de nitrógeno desprendido, se puede deducir la cantidad correspondiente de urea, sabiendo que 100 gramos de nitrógeno corresponden á 214'28 gramos de urea.

El procedimiento práctico es el siguiente: (Fig. 93.) Se toma un tubo *ac*, formado de dos partes *a* y *c* reunidas por una llave *b*, estando graduadas ambas partes del tubo en décimas de centímetro cúbico.

Este tubo se coloca sobre una cubeta llena de mercurio, *d*. La parte *c* del tubo se llena de mercurio, y en la parte *a* se vierte la orina que se analiza.

Levantando el tubo, de manera que la llave *b* se eleve sobre la superficie del mercurio, y abriendo esta llave, se hace penetrar en la parte *c* del aparato cierta cantidad de orina, que se puede

determinar leyendo las divisiones que baje del nivel de la parte superior del tubo *a*.

Por medio de papel chupón se quita lo que reste de orina en *a*, y se añade entonces la disolución de hipobromito de sosa, que se hace penetrar en la parte *c*, en volumen muchas veces mayor que el volumen de la orina introducida.

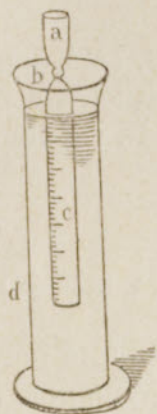


FIG. 93

Aparato de ARTHUS para dosificar la urea por el hipobromito de sosa.

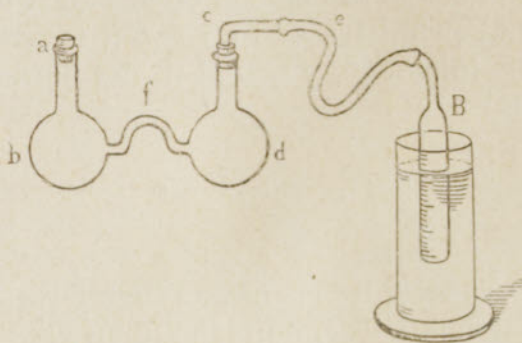


FIG. 94

Aparato de ARTHUS para dosificar la urea sin la cuba de mercurio.

En seguida se produce el desprendimiento gaseoso. Se lee en la parte *c* el volumen del gas, *T* la temperatura, *H* la presión atmosférica, *F* la tensión máxima del vapor de agua á la temperatura *T*; α el coeficiente de dilatación cúbica de los gases. El peso de un litro de nitrógeno es 1'256 gramos; luego el peso del nitrógeno desprendido será:

$$p = V \times \frac{1}{1 + \alpha T} \times \frac{H - F}{760} \times 1'256.$$

De aquí puede deducirse el peso de la urea. Llamándole *P*, tendremos:

$$P = p \times \frac{214'28}{100}, \quad \text{ó} \quad P = 2'1428 p.$$

Cuando no se disponga de cuba de mercurio se puede proceder con el aparato que indica la figura 94.

Dos pequeños globos *b* y *d*, se unen por medio de un tubo recurvo *f*. Los orificios *a* y *c* están cerrados, el uno por un tapón lleno, *a*; el otro por un tapón agujereado, *c*, por el cual penetra un tubo *e*, que comunica con una pequeña campana graduada en décimas de centímetro cúbico, y que está sumergida en agua. Se introduce en *b* la orina, en cantidad de dos centímetros cúbicos, por ejemplo; en *d* la solución de hipobromito de álcali alcalino, 10 centímetros cúbicos, por ejemplo. Fíjanse después los tapones en *a* y en *c* y se lee el nivel del agua en la campana *B*, debiendo estar en el mismo plano los niveles interior y exterior de dicha campana.

Inclinando el aparato *b d* se mezclan los dos líquidos, y se produce el desprendimiento de nitrógeno. Entonces el nivel del agua baja en el interior de la campana graduada, *c*. Elevando entonces la campana para que el nivel del líquido esté á igual altura en el interior que en el exterior de ella, se lee el nuevo nivel, conociéndose así el aumento de volumen del gas contenido en el aparato, y por consiguiente, el volumen del nitrógeno. El resultado se obtiene de igual manera que en el caso anterior. Por regla general, se calcula por medio de tablas que se venden con el mismo aparato, las cuales dan para cada temperatura la cantidad de urea correspondiente al aumento de volumen leído sobre el aparato.

La solución de hipobromito de sosa empleada se prepara mezclando 60 centímetros cúbicos de lejía de sosa cáustica comercial, 140 centímetros cúbicos de agua y 7 centímetros cúbicos de bromo. (Arthus.)

Estos procedimientos y otros muchos que podrian enumerarse, son procedimientos de laboratorio que, aunque bastante precisos, no tienen aplicación cuando se trata de una comprobación clínica, como sucede en los hospitales. En estos casos se emplea con ventaja el aparato de Ivon, fundado en los mismos principios ya consignados en lo relativo á la última anterior figura.

Compónese este aparato (Fig. 95) de un tubo de 40 centímetros de alto, abierto por sus dos extremidades, y que lleva en su cuarto superior una llave de cristal. Este tubo está dividido, hacia arriba y hacia abajo de la llave, en décimas de centímetro cúbico. Está mantenido verticalmente por una pinza, sobre una cuba de mercurio.

Desde luego se llena con este metal la parte inferior del tubo abriendo la llave y bajando el tubo en el mercurio. Después se vierte en la parte abierta y vacía del tubo, la orina, generalmente diluida en 9 volúmenes de agua, y se mide exactamente su volumen sobre la graduación del tubo.

Elevando entonces un poco el tubo y abriendo con precaución la llave, se hace penetrar la orina diluida que estaba sobre la llave, cuidando mucho de que no penetre el aire.

Se lava la parte superior del tubo con algunos centímetros cú-

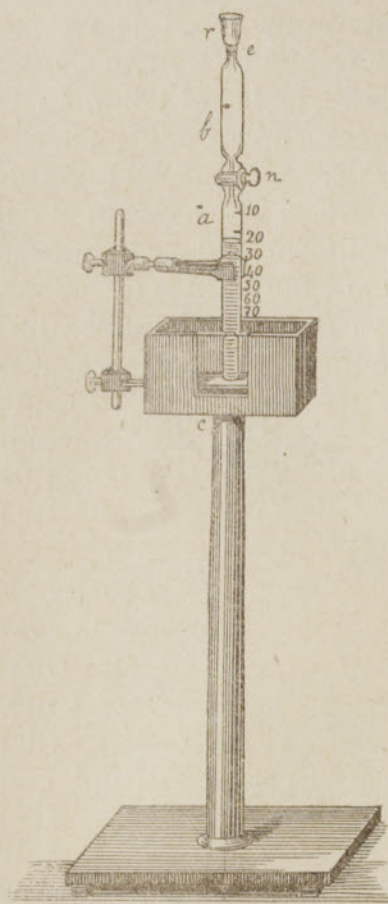


FIG. 95

Ureómetro de IVON.

bicos de agua que se dejan bajar, y por último se vierte el líquido del hipobromito de sosa, según ya hemos dicho. La cantidad de este líquido ha de ser próximamente el de la orina empleada.

En contacto con el reactivo la urea se descompone, y su nitrógeno se coloca debajo de la llave. Cuando ha cesado el desprendimiento del nitrógeno, se cierra con el pulgar la extremidad inferior del tubo, se agita vivamente, y se deja caer, mercurio y líquido, sobre una *cuba de agua*.

Cuando los niveles interior y exterior se encuentran en el mismo plano, se lee el volumen del nitrógeno. Multiplicando este volumen, expresado en centímetros cúbicos á 15° y en estas condiciones, por 0.00285 gramos, se tiene el peso de la urea *aproximadamente*.

Ácido úrico. — En el capítulo anterior nos hemos ocupado en la dosificación del ácido úrico por el clorhídrico. A continuación vamos á ocuparnos de los métodos de Salkowski-Ludwig y de Deniges, que consisten en precipitar el ácido úrico por una solución de nitrato de plata añadida á la orina previamente tratada por la

mixtura magnésica; en descomponer el precipitado de plata y en pesar ó apreciar volumétricamente el ácido úrico puesto en libertad. (Fig 96.)



FIG. 96

Ácido úrico hidratado (precipitado en la orina.)

Se mezclan 200 cc. de orina con una solución amoniacal de magnesia, ó sea una parte de sulfato de magnesia en cristales, dos partes de sal amoníaco, cuatro partes de amoníaco y ocho partes de agua, filtrando inmediatamente. Se miden 240 cc. de este líquido que corresponden á 200 cc. de orina primitiva y se les precipita por una solución de nitrato de plata al 3 por 100.

Fórmanse capas gelatinosas que pronto se juntan si hay un exceso de nitrato de plata; se filtra, se lava con agua y después el filtro y el precipitado se colocan en un matraz con 200 cc. de agua y se tratan por una corriente de H^2S agitando de vez en cuando. Por último, se añaden algunas gotas de ácido clorhídrico, se eleva la temperatura hasta la ebullición, se lava rápidamente y se evapora en cantidad de algunos cc.

Después de 24 horas se pone sobre un filtro el ácido úrico que se ha precipitado, se le seca y se pesa. Se hace la corrección relativa á la parte de ácido úrico que ha quedado en las aguas del lavado.

Si las orinas fuesen azucaradas, sería preciso precipitar primeramente el ácido úrico por el acetato de mercurio y después de la descomposición de este precipitado por la cal se seguiría el método que acabamos de exponer.

Cuando las orinas son albuminosas, Esbach recomienda que se las acidifique con un 2 por 100 de ácido acético cristalizabile, que

se filtren si conviene y que se las deje en un lugar fresco. Después de tres días se vierten sobre un filtro, se lava con un poco de agua y alcohol y se seca á 110°. 100 cc. de orina contienen en este caso 0'005 de ácido úrico.

En el procedimiento que acabamos de describir, debido á Sal-kowski, modificado por Ludwig, se dosifica por pesadez el ácido úrico precipitado, teniendo en cuenta la pequeña corrección del que queda en el pequeño volumen de las aguas madres.

Deniges ha hecho más rápido y más seguro este procedimiento apreciando volumétricamente el ácido úrico. Para esto, precipitado el ácido, lavado con agua acidulada (agua 100 cc.; $\text{SO}^4 \text{H}^2$, 20 gotas) es agotado, retirado del filtro con las precauciones conocidas mediante un pequeño chorro de agua hirviendo y recibido en una cápsula de un litro. Se le disuelve en 10 á 15 gotas de lejía de sosa mezclada con agua; se añaden por lo menos 800 cc. de agua y después é inmediatamente 10 cc. de ácido sulfúrico al 5°. El ácido úrico disuelto y en estado de precipitación en un medio ácido está entonces en las mejores condiciones para oxidarse por el permanganato de potasa. Se deja caer gota á gota en el líquido una disolución de permanganato de potasa decinormal (3'17 gramos por litro) hasta que la coloración roja permanezca aún durante un minuto. El número n de cc. de permanganato consumidos multiplicado por 0'0074 gramos indica la cantidad de ácido úrico contenido en 100 cc. de orina. A esta cantidad se puede añadir 0,0025 gramos, peso correspondiente á la pequeña porción de este ácido que ha quedado en disolución.

El ácido úrico se encuentra generalmente en las orinas en el estado de uratos, y siendo diatómico, forma dos series de sales, los *uratos* y los *biuratos*. Los uratos neutros, que son muy poco solubles en el agua, lo son sin embargo más que el ácido úrico. Los biuratos son aún menos solubles que los uratos neutros. (Fig. 97.)

El ácido úrico y los uratos presentan una reacción característica, la de la púrpura ó murexide.

Si en una pequeña cápsula de porcelana se vierte sobre una pequeña cantidad de ácido úrico ó de uratos sólidos algunas gotas de ácido nítrico, y si se eleva la temperatura, se produce un abundante desprendimiento gaseoso al mismo tiempo que se disuelve el ácido úrico. Si se evapora al baño de maría el líquido así obtenido, queda un residuo rojo. Si después del enfriamiento se añade á este residuo algunas gotas de amoníaco, la coloración es de rojo púrpura, y si en lugar del amoníaco se añade la potasa, la coloración es azul ó azul violeta.

Dosificación del ácido hipúrico y del benzoico. — Para dosificar el primero se ponen 200 cc. de orina en una cápsula, reduciéndola

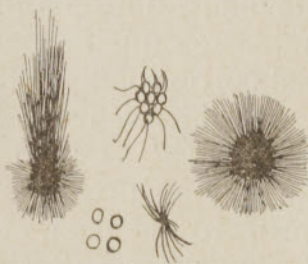


FIG. 97

Urato ácido de sosa.

á la décima parte en el baño maría, y el residuo mezclado con 5 cc. de ácido clorhídrico se vierte sobre 50 cc. de yeso calcinado. Sécase la masa al aire, se pulveriza y se agota por el éter sin alcohol y sin agua. El extracto que queda por la evaporación del éter se pone en agua hirviendo y se evapora al baño maría. Por enfriamiento cristaliza el ácido hipúrico, y si éste es un poco oscuro, se le decolora con algunas burbujas de cloro. Se evapora, se trata nuevamente por el éter de petróleo que desaloja los vestigios de ácido benzoico, se lavan los cristales con un poco de agua fría, se seca y se pesa. Si las orinas fuesen azucaradas, sería preciso destruir previamente la glucosa por fermentación en presencia de la levadura de cerveza.

Dosificación de la creatinina. — Se toman próximamente 500 cc. de orina que se calientan á 100°, alcalinizando con un poco de hidrato de bario y adicionando cloruro de barita hasta que se produzca precipitado. Se deja enfriar, se filtra y evapora rápidamente en el vacío parcial hasta la consistencia siruposa, y este líquido caliente aun se mezcla exactamente con 80 cc. de alcohol á 95° centesimales, abandonándolo hasta el día siguiente. Entonces se filtra y se añaden dos tercios de cc. de una solución alcohólica de cloruro de cinc. Hecha la mezcla, se abandona en lugar fresco y al cabo de algunos días se pone sobre un filtro tarado el precipitado de cloruro de cinc y de creatinina que se ha formado. Se lava con el alcohol mientras que haya cloro, se le seca y se pesa. Cien partes de esta sal corresponden á 82.44 partes de creatinina. (Neubauer.)

Dosificación del indógeno. — Para dosificar este pigmento se mezclan 20 cc. de orina con un volumen igual de ácido clorhídrico; se divide en tres tubos que contenga cada uno 20 cc. y se añade al primero una gota, al segundo dos y al tercero tres gotas de una solución de cloruro de cal al décimo. Si el número tres es el más oscuro, se continúa añadiendo una gota á cada uno de ellos hasta que uno de los tubos presente un tono verdoso y no se oscurezca. Entonces se toma el tubo que ha recibido una gota menos de cloruro de cal, se neutraliza el líquido por la sosa y se añade carbonato sódico que precipita los fosfatos y arrastra el pigmento formado.

El resultado se pone sobre un filtro, se lava mientras haya reacción alcalina, se seca y se agota el residuo por el cloroformo hirviendo. Entonces se compara colorimétricamente la solución de cloroformo con una solución graduada de indigo que contenga 0.010 gramos de esta substancia por litro, y se diluye este color hasta que sean iguales los tonos.

Para la determinación de la urobilina es preciso emplear el análisis espectrométrico.

Dosificación de la xantina. — Para conseguirlo se despoja primeramente la orina de los ácidos sulfúrico y fosfórico, añadiendo agua de barita y nitrato de bario, filtrando y evaporando en seguida.

hasta la consistencia siruposa. Sepáranse las sales en abundancia y queda un agua-madre que se decanta con cuidado, diluyéndola con agua y añadiendo amoníaco y después nitrato de plata. Fórmase un precipitado argéntico que contiene la xantina, el cual se recoge sobre un filtro, se diluye en agua, y después de haber añadido un poco de ácido clorhídrico, se descompone por el hidrógeno sulfurado. El líquido decolorado por el carbón animal, deposita por la evaporación clorhidrato de xantina en cristales. Esta sal se disuelve en el amoníaco, se evapora y recoge el residuo por medio del agua que disuelve la sal amoníaco quedando la xantina.

Nitrógeno total de las orinas. — Entre los diversos métodos que pueden emplearse para la dosificación del nitrógeno de las orinas, creemos que es el más seguro y práctico el procedimiento de Dumas modificado por A. Gautier, según vamos á exponerlo:

Midense exactamente 5 cc. de orina, á los cuales se añade 1 cc. de una solución al décimo de ácido oxálico, que se vierten sobre 10 gramos de óxido de cobre muy bien calcinado previamente. El todo se seca en el vacío durante 24 horas.

Además se toma un tubo de ensayo de un metro de largo, el cual se cierra por uno de sus extremos y se encorva en forma de culata de fusil á 10 c. del extremo cerrado. En esta parte se colocan 10 gramos de clorato de potasa fundido y después sucesivamente, de atrás hacia adelante: un ligero tapón de amianto, 15 c. de longitud de carbonato de manganeso seco; 15 á 20 c. de óxido de cobre; la mezcla de este óxido de cobre con el que ha recibido 5 cc. de orina y ha sido secado; una larga columna de 30 á 35 c. de óxido de cobre nuevo y por último 20 c. de cobre reducido en polvo.

Se procede en seguida á la dosificación del nitrógeno como en los análisis ordinarios. Desde el principio el tubo de combustión se llena de CO_2 calentando el carbonato mangánico, y después se eleva la temperatura poco á poco sobre todo el tubo hasta el rojo, procediendo de adelante hacia atrás, y se recogen los gases que se desprenden en una campana llena de una solución de potasa. A lo último se calienta medianamente el clorato de potasa contenido en la parte cerrada del tubo y se termina la combustión en una corriente de oxígeno producido por la elevación de temperatura sobre esta sal.

El exceso de oxígeno es retenido por la columna de cobre reducido colocada delante. Por este procedimiento, que es muy rápido, se obtienen excelentes dosificaciones del nitrógeno total correspondiente á pesos conocidos de urea ó de materias albuminoides previamente mezcladas á 2 ó 300 veces su peso de materias inertes.

Dosificación del ácido oxálico. — Sabemos ya que en las orinas neutras se precipitan pequeños cristales de oxalato de cal. (Fig. 98.) Para dosificar el ácido oxálico correspondiente á esta sal se añade á 500 cc. de orina, sal amoníaco y amoníaco, y después un poco de cloruro de calcio. Se concentra al baño maría sin separar el pre-

citado que se forma y se añade un tercio de volumen de alcohol. Después de 12 horas se pone sobre un filtro, se lava con agua y con alcohol para quitar las sales solubles y los cuerpos grasos, y por último con el ácido acético á la vigésima para disolver los fosfatos terrosos. El residuo es tratado de nuevo por el ácido clorhídrico al 15 por 100, que disuelve el oxalato de cal y deja el ácido úrico. Esta solución ácida, saturada de amoníaco, precipita el oxalato de cal. Esta sal es calcinada y transformada en sulfato, y por su peso se puede calcular el del ácido oxálico.

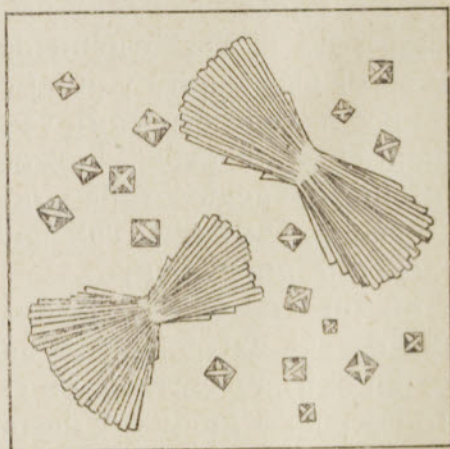


FIG. 98

Cristales de ácido úrico y oxalato de cal.

Determinación del amoníaco y de sus sales. — El procedimiento para conseguirla se funda en el hecho de que una lechada de cal en frío sólo deja en libertad el amoníaco de las sales amónicas. Para la dosificación se ponen en una cápsula de porcelana 20 cc. de orina, añadiendo algunos cc. de lechada de cal. Dicha cápsula se coloca sobre otra un poco más ancha que contenga 10 cc. de ácido sulfúrico, y se cubre inmediatamente las dos cápsulas con la campana de un desecador. Abandonado el aparato por espacio de 48 horas, el amoníaco se desprende poco á poco y satura en parte el ácido sulfúrico. Buscando la riqueza de este ácido, que ha sido previamente valorado, se nota una diferencia que indica la proporción del amoníaco condensado.

Poder reductor de las orinas. — El poder reductor de las orinas no azucaradas varía notablemente, debiéndose estas diferencias á la variedad de proporciones en que se encuentran en ellas, la creatinina, el ácido glucorónico y varias materias extractivas. Para apreciar el poder reductor de las orinas se ponen al baño maría durante algún tiempo 200 cc. de orina con cantidad suficiente del líquido cupropotásico, y después de elevar la temperatura á 100° se añade ácido sulfúrico hasta llegar á la reacción ácida, añadiendo entonces

sulfocianuro de amonio. Prodúcese un precipitado de sulfocianuro cuproso proporcional al óxido formado.

Se lava, seca y pesa este precipitado, cuyo peso da la medida del poder reductor.

No se olvide que los procedimientos de laboratorio para la dosificación de las orinas son muy numerosos y que sólo apuntamos los que nos han parecido más prácticos y sencillos.

Para más detalles deben consultarse los autores que tratan expresamente del análisis de estas materias.

CAPÍTULO XXII

Dosificación de las sustancias orgánicas anormales en las orinas. — Albúmina en las orinas. — Prueba de la ebullición. — Prueba del ácido nítrico. — Prueba del ferrocianuro de potasio. — Prueba del reactivo de Tanret. — Dosificación de las proteoses. — Glucosa. — Levulosa. — Orinas sanguinolentas. — Dextrina. — Relación entre el ácido fosfórico y el nitrógeno total de las orinas. — Pigmentos biliares en las orinas. — Ácidos biliares en las orinas. — Orinas quillosas. — Leucina y tirosina. — Carbonato de amoniaco en las orinas.

BIBLIOGRAFÍA. — A. Gautier: *Chim. biol.* — Fauconier: *C. R.*, t. LXXXIX, página 175. — Deniges: *C. R. Acad. scienc.*, 20 Diciembre 1893. — Munk: *Archiv. für pathol Anat.*, t. LXXII, pág. 136. — Hoppe-Seyler: *Physiol. Chem.*, pág. 395. — M. Arthus: *Chim. physiol.* — W. Marcet: *Ann. de Chim. et de Phys.*

Dosificación de las sustancias orgánicas anormales en las orinas. — En las orinas patológicas pueden encontrarse además de los albuminoides, las peptonas, los ácidos y pigmentos biliares, la bencina y la tirosina, la materia colorante de la sangre, la de la bilis, la glucosa y la inosita, ciertos ácidos amidados, las materias grasas, etcétera.

Albúmina en las orinas. — Frecuentemente aparece después de un ejercicio violento, por más que su presencia en las orinas en tal caso sea pasajera.

La aparición de la albúmina en circunstancias anormales es debida á alteraciones en la circulación renal y puede ser provocada artificialmente. Así se observa en todas aquellas enfermedades en que existe hiperemia de los riñones, como en la enfermedad de Bright, que produce la forma más común de la *albuminuria*.

Para dosificar la albúmina en estos casos, pueden seguirse diversos procedimientos, entre los cuales elegiremos los más prácticos y sencillos.

Tómese una cantidad determinada de orinas, á la cual se añade sulfato de magnesia en cristales hasta la saturación á la temperatura ordinaria, en cuyo caso se precipita la globulina, y la albúmina queda en la solución. Se vierte todo el contenido sobre un fil-

tro tarado, se lava el precipitado con una solución saturada de sulfato de magnesia y se eleva la temperatura del filtro á 110°, en cuyo caso la globulina precipitada se coagula. Se lava entonces sobre el filtro con agua destilada para quitar la totalidad de sulfato de magnesia retenido por el precipitado; se deseca el residuo y se le pesa obteniendo así el peso de la globulina. El líquido filtrado, saturado de sulfato de magnesia, se acidula con ácido acético y se eleva la temperatura hasta la ebullición. La albúmina se coagula y entonces se pone sobre un filtro tarado, se lava para quitar las sales, se seca y se pesa, obteniendo así el peso de la albúmina.

También se puede saturar la orina con sulfato de amoníaco y elevar la temperatura á 100°. Entonces se coagulan la albúmina y la globulina, y se pone todo sobre un filtro tarado, se lava para quitar las sales, se seca y se pesa. De este modo se obtiene el peso de las sustancias albuminoides coagulables totales. Deduciendo el peso de la globulina previamente encontrado, se tiene el de la albúmina. (A. Gautier.)

Prueba de la ebullición. — Las orinas sometidas á análisis pueden ser alcalinas, neutras ó ácidas. Es conveniente acidular ligeramente las orinas alcalinas y neutras por medio del ácido acético para evitar un precipitado, á la temperatura de ebullición, de fosfato tricálcico disuelto en la orina, en virtud de la presencia del gas carbónico. Puede acidularse al 1 ó al $\frac{1}{2}$ por 1000, añadiendo 2 cc. ó 1 cc. de ácido acético á 1 % á 10 cc. de orina.

La orina así acidulada se calienta hasta la ebullición y se produce un precipitado. Este precipitado no puede ser de fosfatos terrosos, puesto que la orina es ácida; ha de ser un coágulo albuminoide.

Para asegurarse de ello se separa este coágulo por filtración, se le lava con agua y se comprueba que da las reacciones colorantes de las sustancias albuminoides. En tal caso se está seguro de que la orina contiene una sustancia albuminoide coagulable, seroalbúmina ó seroglobulina.

Prueba por el ácido nítrico. — Si en un tubo para precipitar se vierte ácido nítrico fuerte, y sobre él una capa de orina de modo que los dos líquidos no se mezclen, se observa, cuando la orina es albuminosa, que se forma al contacto de los dos líquidos un anillo blanco nebuloso debido á una precipitación de la sustancia albuminoide.

Prueba por el ferrocianuro de potasio acético. — Si se añade á la orina el 2 % de ácido acético y algunas gotas de una solución de ferrocianuro de potasio al 5 %, se ve formarse un precipitado cuando la orina es albuminosa. Este precipitado se separa por filtración, se le lava bien y se comprueba si da las reacciones colorantes de las sustancias albuminoides.

Prueba por el reactivo de Tanret. — Tómase cierta cantidad de orina sobre la cual se vierte un exceso de este líquido. Si se forma inmediatamente un precipitado que no desaparece ni por

adición de agua que disolvería el ácido úrico, precipitado por el ácido del reactivo de Tanret, en las orinas ricas en uratos, ni por adición de alcohol, ni por adición del éter, en tal caso el precipitado es de albúmina.

Todas las orinas albuminosas dan las reacciones colorantes características de las sustancias albuminoides. (Lám. 1.ª)

Dosificación de las proteoses. — Para reconocer su presencia en la orina, es preciso quitar de ésta las sustancias albuminoides coagulables que pueda contener, para lo cual se las somete á ebullición después de acidularlas ligeramente con el ácido acético. Si el líquido filtrado da la reacción cupropotásica, entonces contiene proteoses. Cuando la orina contiene proteoses primarias, se puede comprobar esta reacción por medio de los reactivos propeptónicos. Si la orina precipita en frío por el ácido nítrico, ó por el ferrocianuro de potasio acético, ó por el cloruro de sodio acético, la orina contiene proteoses.

Estas reacciones propeptónicas sólo son claras con las proteoses primarias; las secundarias no las dan tan claramente, y las peptonas no las dan de ninguna manera. En el caso de proteoses secundarias y de peptona, no hay más que recurrir á la reacción cupropotásica.

Las sustancias albuminoides contenidas más frecuentemente en la orina, son la seroalbúmina y la seroglobulina, sobre todo esta última. Las proteoses sólo se observan en casos raros. La dosificación de las proteoses es operación delicada. Para verificarla, Devoto satura la orina de sulfato de amoníaco, eleva la temperatura hasta la ebullición y filtra. El precipitado contiene las sustancias albuminoides coagulables y las proteoses. El líquido filtrado contiene las peptonas que se reconocen por la reacción cupropotásica. El precipitado que ha quedado sobre el filtro se lava con una solución saturada de sulfato de amoníaco y con agua. Esta disuelve las proteoses que se manifiestan en el líquido acuoso, 1.º por la reacción cupropotásica; 2.º por las tres reacciones proteósicas. Si las proteoses son algo abundantes, se las puede dosificar dialisando su solución mientras que pase ácido sulfúrico, evaporando después los líquidos, secando y pesando.

Glucosa. — Las orinas pueden contener una cantidad más ó menos considerable de glucosa, constituyendo la alteración morbosa llamada *glucosuria*. Ya sabemos que la glucosa posee tres propiedades importantes: una *física*, según la cual hace girar el plano de polarización de la luz hacia la derecha; otra, *química*, que consiste en reducir ciertas sales metálicas en presencia de los álcalis cáusticos, y una propiedad *biológica* que consiste en fermentar bajo la influencia de la levadura de cerveza.

Estas propiedades pueden utilizarse para comprobar la existencia de la glucosa en las orinas. La orina azucarada debe poseer la propiedad de desviar hacia la derecha el plano de polarización de

la luz. Pero la orina puede contener sustancias patológicas que posean un poder rotatorio, como los albuminoides, los ácidos biliares, etc., sino que ciertas sustancias son levogiras. Por consiguiente si una orina desvía el plano de polarización hacia la derecha, es casi seguro que contiene glucosa.

Esta sustancia reduce el líquido de Fehling, dando el óxido cuproso rojo, reduciendo igualmente en presencia de los álcalis, las sales de bismuto y dando un depósito negro de bismuto metálico.

Para comprobar la presencia de la glucosa en la orina, se eleva la temperatura hasta la ebullición, operando sobre una mezcla de orina y del líquido de Fehling. Si se produce un precipitado rojo de óxido de cobre, la orina contiene azúcar.

Sucede algunas veces que sólo se produce un cambio de color pasando la mezcla del reactivo y de la orina á un color amarillo oscuro rojizo sin que pueda apreciarse un precipitado. Otras veces se presenta el precipitado, pero no de color rojo, sino blanquecino ó azulado.

En estos dos casos no se puede afirmar la presencia del azúcar, pero tampoco puede negarse su presencia. En condiciones normales, la orina contiene sustancias, como la creatina, que poseen la propiedad de mantener en solución una pequeña cantidad de óxido cuproso, en cuyo caso el líquido toma el color amarillo rojizo.

Además, la orina contiene normalmente sustancias tales como el ácido úrico y la creatinina que pueden, según las proporciones y condiciones de ebullición, reducir el líquido de Fehling dando precipitados blanquecinos y rojizos.

Se comprende, por tanto, que una orina que contenga la creatinina en gran proporción, puede dar un color rojizo oscuro, sin precipitado, á la mezcla de orina y del líquido de Fehling. Igualmente puede suceder que una orina que contenga una débil proporción de azúcar, dé el mismo resultado.

Además, la formación de un precipitado poco abundante, blanquecino, ó amarillo-blanquecino, puede resultar de la reducción del líquido cúprico por el ácido úrico. Pero si el líquido contiene poco azúcar y mucho ácido úrico, el precipitado puede presentar las mismas apariencias. En resumen, sólo se puede afirmar la presencia del azúcar en la orina cuando se observa un precipitado claramente rojizo de óxido de cobre; no se debe negar la presencia del azúcar en la orina sino cuando la mezcla de ésta y del líquido de Fehling no cambie de color por la ebullición ni dé precipitado.

Para buscar la presencia de la glucosa en la orina se puede emplear, en lugar de una solución cúprica, una solución de bismuto. Es sabido que en presencia de los álcalis cáusticos, las sales de bismuto son reducidas en la ebullición por la glucosa. La solución de bismuto empleada generalmente se prepara disolviendo cuatro gramos de sal de Seignette en 100 cc. de una solución de sosa cáustica

á 10 por 100, y haciendo digerir al baño maría en este líquido 2 gramos de subnitrato de bismuto.

Para reconocer el azúcar por medio de este líquido se mezclan 1 cc. del mismo con 10 cc. de orina y se eleva la temperatura hasta la ebullición. Si la orina contiene azúcar, se produce una coloración amarilla, y después amarillo-oscuro; luego el líquido se enturbia y se vuelve negro. Poco á poco se produce un depósito negro considerado como bismuto metálico pulverulento.

Esta reacción no presenta las causas de error que la del reactivo de Fehling, puesto que ni el ácido úrico ni la creatinina reducen la solución de bismuto. Sin embargo, la orina puede contener sustancias capaces de reducir la solución de bismuto, por lo cual y para tener certeza absoluta conviene comprobar esta reacción por alguna otra, como también conviene emplear como comprobante el líquido de Fehling.

Hemos dicho que la glucosa es fermentescible bajo la influencia de la levadura de cerveza, cuya fermentación se hace visible por el desprendimiento de burbujas de gas carbónico. Por consiguiente, si á una orina acidulada ligeramente por el ácido tártrico, para favorecer la fermentación, se le añade la levadura de cerveza, y si se comprueba un desprendimiento indudable de gas carbónico, se puede asegurar la existencia del azúcar en dicha orina.

La dosificación de la glucosa en las orinas se hace utilizando las propiedades que dejamos indicadas. Sólo indicaremos los procedimientos que nos parecen más sencillos y prácticos.

En un volumen determinado de líquido de Fehling mantenido en ebullición, se deja caer gota á gota la orina hasta que el líquido en el cual flota el precipitado de ácido cuproso quede sin color. La cantidad de solución de glucosa añadida contiene una proporción de glucosa suficiente para reducir el volumen empleado del líquido de Fehling. Si sabemos la graduación de este líquido, es decir, si hemos determinado previamente la cantidad de glucosa pura que se ha de añadir á un volumen dado de este líquido para producir la reducción total, podremos saber la cantidad de glucosa contenida en la orina que se analiza.

Supongamos, por ejemplo, que 10 cc. del líquido de Fehling sean totalmente reducidos por 0'05 gramos de glucosa pura. Supongamos además que para reducir totalmente estos 10 cc. sea preciso añadir 20 cc. de una solución de glucosa como en la orina. Estos 20 cc. contienen 0'005 gramos de glucosa, y 100 cc. contendrán $0'05 \text{ gramos} \times \frac{100}{20}$ ó sean 0'25 de glucosa. La orina por consiguiente contendrá 0'25 gramos por 100 de glucosa.

No es fácil determinar exactamente la cantidad de una solución de glucosa que se ha de añadir á un volumen dado del líquido de Fehling para producir la reducción total, pues el precipitado de óxido cuproso rojo enturbia la coloración azul del líquido en el cual se forma. Por consiguiente, es preciso dejar que este precipitado se

deposite, suprimiendo la ebullición del líquido y sosteniendo la temperatura en un límite cercano á los 100° para poder observar la coloración del líquido. Después se le hace hervir de nuevo añadiendo una pequeña cantidad de la solución de glucosa, se deja depositar y se continúa el procedimiento hasta la decoloración completa.

Se simplifican estas manipulaciones empleando un líquido de Fehling ferrocianurado, que se obtiene disolviendo en 10 cc. del líquido de Fehling 2 gramos de ferrocianuro de potasio. Cuando se eleva la temperatura hasta la ebullición sobre este líquido adicionado de un exceso de glucosa, se observa una decoloración del líquido, pero no se produce precipitado de óxido cuproso y el líquido continúa siempre con una perfecta transparencia. De esta manera es fácil observar exactamente el momento en que añadiendo gota á gota una solución de glucosa á un volumen dado del líquido azul graduado, éste pierde exactamente su color. Operando de esta manera para dosificar la glucosa, se gana en rapidez y en exactitud.

Utilizando la propiedad fermentescible de la glucosa en la levadura de cerveza, puede dosificarse de la manera siguiente: al efecto nos servimos de un aparato representado por la Fig. 99. Dos globos, el uno que contiene la orina y la levadura; el otro que contiene ácido sulfúrico concentrado. En el momento en que se mezclan la levadura y la orina, se pesa el aparato. Estando cerrado el tubo se deja fermentar; se desprende el gas carbónico por el otro tubo y atraviesa el ácido sulfúrico que retiene el vapor de agua arrastrado y se escapa por el otro tubo. Cuando la fermentación ha terminado, se hace pasar á todo el aparato una corriente de aire seco; esta corriente de aire seco arrastra todo el gas carbónico contenido en los globos y en el líquido. Se pesa de nuevo el aparato y la pérdida de peso p corresponde á la pérdida de gas carbónico producido en la fermentación de la glucosa. La cantidad de glucosa contenida en el líquido se calcula por medio de la expresión

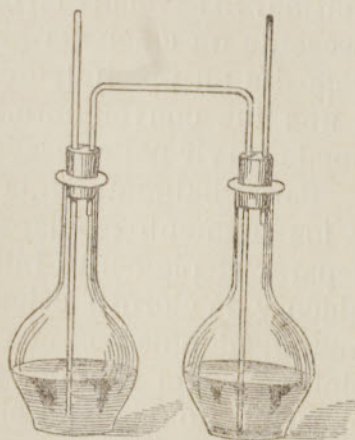


FIG. 99

Aparato de fermentación para dosificar la glucosa de las orinas diabéticas.

$$P = a \times \frac{100}{48.888}$$

Levulosa. — Para dosificar esta substancia puede utilizarse la reacción de Fischer. Se introduce en un tubo de 3 ó 4 decigramos de clorhidrato de fenilhidracina, un gramo de acetato de sosa y agua. Se eleva la temperatura lentamente y se añade un volumen igual de la orina que se va á ensayar. Si ésta contiene azúcar, al

cabo de algunos instantes se forma un precipitado cristalino de agujas amarillas aisladas ó agrupadas, ó bien masas amorfas marmelonas. Si hay poco azúcar, este precipitado sólo aparece después de algunas horas.

La proporción de levulosa contenida en la orina se puede encontrar por medio de las fórmulas que sirven en la industria para reconocer las mezclas de glucosa y levulosa.

Orinas sanguinolentas. — La orina contiene algunas veces los elementos de la sangre y mediante el microscopio se pueden comprobar en aquélla los elementos figurados de aquélla. El análisis químico demuestra en la orina la presencia de sustancias albuminoides coagulables por el calor, y de la hemoglobina que puede demostrarse por el examen espectroscópico.

La orina puede contener solamente hemoglobina ó derivados de ella, especialmente la metemoglobina. Para dosificar estas sustancias puede emplearse el siguiente procedimiento:

Tómase una cantidad determinada de orina neutra ó ligeramente ácida y se eleva la temperatura hasta la ebullición. Conteniendo sangre este líquido, se obtiene un precipitado de albúmina y de hematina. Si se añade en caliente sosa ó potasa, el líquido se clarifica, presenta un color verdoso si se le examina en una capa delgada y deposita un precipitado rojizo con un tinte verde si se le examina á una luz conveniente. Este precipitado separado por filtración puede servir para ensayar la reacción de los cristales de hemina.

Para distinguir en la orina la hemoglobina y la metemoglobina y los pigmentos biliares que pueda contener, Neubauer aconseja separar el pigmento biliar añadiendo á la orina un poco de amoníaco y de cloruro cálcico, y después de filtración precipitar la metemoglobina por el subacetato de plomo, quedando la hemoglobina en el líquido. La metemoglobina se obtiene tratando por el carbonato de sodio el precipitado formado por el subacetato de plomo.

Dextrina. — Para dosificarla se concentra la orina al décimo y se añade un poco de potasa alcohólica y de alcohol hasta que se forma un precipitado. Este se disuelve nuevamente en el ácido acético, se precipita la dextrina por el alcohol muy concentrado, quedando la glucosa, si la hay, en la disolución. La dextrina se caracteriza por sus propiedades.

Relación entre el ácido fosfórico y el nitrógeno total de la orina. — El azufre se encuentra en las orinas ó bien en estado de sulfatos, bajo la forma de compuestos fenólicos ó de azufre neutro ú orgánico. El azufre neutro se dosifica por la diferencia entre el azufre de los sulfatos de la orina hervida con el ácido clorhídrico y el azufre total obtenido calcinando el residuo urinario con el nitro.

Según Rabin, el azufre de los sulfatos y fenolsulfatos representa las nueve décimas partes del azufre total de las orinas.

Según Zuelzer, la relación entre el ácido fosfórico eliminado y el

nitrógeno total sería de 18 á 20 por 100, elevándose á 30 por 100 en los niños de pecho y bajando al 6·5 por 100 en los viejos.

Se admite que en los adultos, cuando esta relación pasa del 25 por 100, esto es, cuando el peso de $P^2 O^5$ es más de un cuarto del nitrógeno total, sobreviene la *fosfaturia*.

Pigmentos biliares en las orinas. — La bilirubina y la biliverdina se encuentran en pequeñas proporciones en las orinas patológicas. No es fácil dosificar estos pigmentos, cuya presencia se comprueba evaporando la orina con el ácido clorhídrico, tratando el residuo por el cloroformo, evaporando y añadiendo 2 ó 3 gotas de ácido sulfúrico y otras tantas de nitrito de sosa. Entonces se desarrolla una coloración esmeralda que permanece aún elevando la temperatura.

Para dosificar estos pigmentos se precipitan en la orina por el subacetato de plomo, se trata el precipitado por el ácido clorhídrico y se agota la masa por el cloroformo. Comparando este líquido con otro previamente coloreado, se puede averiguar la proporción relativa de bilirubina.

Ácidos biliares en las orinas. — Los ácidos biliares en determinados casos pasan á la orina, pasando previamente al estado de sales alcalinas para atravesar la sangre. El mejor método para extraerlos de las orinas es el de Salkowski, que consiste en tomar por lo menos uno ó dos litros de orinas que se someten á evaporación. El residuo se agota por el alcohol, se destila esta solución y el segundo extracto se trata nuevamente por el alcohol absoluto. El producto de la evaporación se lava con agua y se filtra precipitando el líquido por el subacetato de plomo amoniacoal, sin exceso. El precipitado que se forma se seca moderadamente poniéndolo á digerir en el alcohol hirviendo que disuelve las sales biliares plúmbicas. La solución alcohólica dilatada en agua es precipitada por el carbonato de sosa que separa el plomo. El líquido evaporado en seco es tratado nuevamente por el alcohol hirviendo y deja á este disolvente los biliaratos de sosa que se precipitan en el estado resinoso, añadiendo un exceso de éter. Empleando la reacción de Pettenkoffer y teniendo en cuenta los caracteres de estos ácidos, pueden ser fácilmente reconocidos.

Orinas quillosas. — Así se llaman las que tienen en suspensión materias grasas, lo cual sucede raramente en nuestros climas, siendo más frecuente la observación del fenómeno en los países tropicales, donde en ciertos casos las orinas aparecen turbias y lechosas, de donde procede el nombre impropio de *galacturia* con que se designa esta afección. Las orinas forman por el reposo una capa cremosa, de la cual pueden extraerse ciertas materias, empleando el éter. Tales materias se presentan en forma de glóbulos muy finos, como en el quilo, coagulándose algunas veces espontáneamente por la presencia de los elementos generadores de la fibrina. En estos casos se encuentra siempre la serina coagulable y

á veces glóbulos blancos ó rojos y cilindros fibrinosos. De 5'5 litros de orinas han podido obtenerse 8'93 gramos de grasa y 0'189 de co-
lesterina, 0'105 de cloroplatinato de nevrina y 0'308 de fosfoglice-
rato de bario, cuyos dos últimos productos proceden del desdobra-
miento de la leucina.

Leucina y tirosina en las orinas. — Estos ácidos amidados no se presentan en las orinas normales, y para dosificarlos se precipi-
tan por el subacetato de plomo las orinas en las cuales se supone
que puedan existir estas dos sustancias. El líquido filtrado y pri-
vado del exceso de plomo por el hidrógeno sulfurado, se evapora
hasta la consistencia siruposa y se trata después por el amoniaco.
La solución amoniacal se evapora al baño maría y el residuo si-
ruposo se abandona durante algunos días en un lugar fresco. La
leucina y la tirosina se depositan en estado de mezcla. Ya hemos
dado sus formas cristalinas y sus reacciones, indicando cómo pue-
den separarse. (Fig. 100.)



FIG. 100

Grupo de cristales de fosfato amónico-magnésico.

a, por evaporación lenta de la orina. — *b*, por evaporación rápida de la orina.

Carbonato de amoniaco en las orinas. — Cuando por algún tiem-
po se abandona la orina, se vuelve alcalina á causa de la transfor-
mación de la urea en carbonato de amoniaco. Esta transformación
se efectúa por el intermedio de un fermento figurado que segrega
cierta diastasa capaz de hidratar la urea. En algunas afecciones de
las vías urinarias, este fermento se introduce en la vejiga donde se
efectúa la transformación, en cuyo caso la orina da reacción alca-
lina y olor amoniacal. Se presenta generalmente turbia y con un
sedimento formado por fosfatos, sobre todo el amónico-magnésico.
Conviene fijarse en la alcalinidad producida por el carbonato amó-
nico para no confundirla con la que se debe á los álcalis fijos proce-
dentes de la ingestión de aguas minerales alcalinas ó cuando se
emplea un régimen vegetal en que abundan las sales de ácidos or-
gánicos.