

CAPÍTULO XXIII

Orinas patológicas. — Variaciones patológicas de las substancias contenidas en las orinas. — Pigmentos y ácidos biliares. — Ptomainas. — Glucosa. — Materias grasas. — Materias azucaradas é hidratos de carbono. — Toxinas urinarias. — Grado y caracteres de la toxicidad urinaria en la histero-epilepsia. — Toxicidad urinaria como medio de diagnóstico en algunas enfermedades.

BIBLIOGRAFÍA. — A. Gautier: *Chim. biol.* — M. Arthus: *Chim. physiol.* — A. Gautier: *Les toxines.* — Guinard: *Soc. biol.*, 1893, pág. 493. — Charrin et Roger: *Toxicités des urin.* — Bouchard: *Mémoire de la Soc. de Biol.*

Coloración patológica de las orinas. — Hemos visto que las orinas en determinados casos toman color azul, bien espontáneamente ó bien por la adición de un ácido mineral si se abandonan al aire. Esta coloración debida al añil no constituye un fenómeno patológico, pero se ha notado que en ciertas enfermedades como la triquinosis, la peritonitis, el cáncer del hígado y del estómago, el cólera, etc., aumenta la proporción de esta materia colorante.

Las orinas febriles son rojas generalmente y depositan sedimentos rojos formados por el ácido úrico y los uratos.

También varía la cantidad de la orina según las enfermedades; en la diabetes, la azoturia, la poliuria, su volumen puede elevarse de 6 á 8 litros por día, mientras que en la anuria queda reducida á algunos cc.

Disminuye también este volumen en las enfermedades crónicas ó agudas proporcionalmente á la gravedad de las mismas. Por el contrario, durante la convalecencia aumenta el volumen de las orinas.

Los purgantes enérgicos y la diarrea disminuyen y hasta pueden suprimir las orinas, como sucede en los histéricos y nerviosos durante la exaltación de los síntomas.

Variaciones patológicas en las substancias contenidas en las orinas. — Los diversos grados de la fiebre en las enfermedades influye en las condiciones de las orinas. En primer lugar la urea varía notablemente aumentando en muchos casos de 40 á 75 gramos en las 24

horas. En cambio, en las enfermedades crónicas disminuye la urea, no sólo por la diferencia en la alimentación y las perturbaciones en los cambios nutritivos, sino también por la anemia y por la lenta filtración de la urea á través de los riñones. También influyen sobre la excreción de la misma ciertos medicamentos ingeridos en el organismo. El café disminuye la cantidad de urea así como la aumenta la quinina.

El ácido úrico aumenta ó disminuye casi siempre paralelamente á los cambios que experimenta la urea. En los diabéticos abunda casi siempre este ácido, como también en el reumatismo, en las enfermedades del corazón, el catarro vesical, etc., así como disminuye en la atrofia aguda del hígado, en cuyo caso es reemplazado en las orinas por el amoníaco y el ácido láctico.

El salicilato de sosa á la dosis de 1 á 6 gramos hace bajar el ácido úrico y á la dosis de 9 á 15 gramos aumenta la proporción de este ácido durante un corto tiempo, disminuyendo considerablemente en seguida y durante algunos días.

Disminuye también el ácido úrico por la ingestión de la cafeína, del yoduro de potasio, del sulfato de quinina y de las aguas alcalinas ó cloruro-sódicas.

Durante la fiebre aumenta la urobilina anormal y su cromógeno como también en las afecciones intestinales, el ileo, la histeria, la cistitis, la osteomalacia, etc.

En ciertas enfermedades como el reumatismo agudo, la pneumonía, la cirrosis, la peritonitis, la fiebre tifoidea, etc., se encuentra en las orinas un pigmento llamado *urohematoporfirina*, cuyas soluciones tratadas por el cloruro de cinc y el amoníaco dan una fluorescencia verde.

Los sulfatos varían también durante las afecciones agudas, casi de igual manera que la urea. En las fiebres palúdicas, la viruela, la pneumonía, el reumatismo y la fiebre tifoidea disminuye la excreción de los fenolsulfatos, como también en la tisis, la gastritis crónica, la leucemia, la sífilis, la escarlatina, la difteria, la erisipela y la pioemia.

El ácido láctico que al parecer no existe en las orinas normales, puede encontrarse después de un ejercicio violento en la forma de ácido sarcoláctico. Encuéntrase también en la fiebre amarilla, en la atrofia del hígado, en la diabetes y en los envenenamientos por el fósforo y el arsénico.

Los cloruros, especialmente el de sodio, disminuyen en las afecciones febriles en razón inversa de la intensidad de la fiebre. Por regla general disminuyen en la pneumonía, la pleuresía y la fiebre tifoidea, aumentando en seguida y rápidamente el cloro excretado. Solamente en las fiebres intermitentes el cloruro de sodio se elimina en mayor cantidad durante el acceso que en el período de apirexia.

El fósforo oxidado incompletamente constituye del 1 al 1'2 por

100 del fósforo urinario total. Después de la anestesia por el cloriformo aumenta el fósforo incompletamente oxidado, como también en la apoplejía y en los ataques epilépticos que lo duplican ó triplican.

En las orinas de los enfermos aparecen muchas substancias que no se encuentran en el estado normal, entre las cuales deben, ante todo, notarse las substancias albuminoides y sus productos de desdoblamiento directo, como las leucinas y tirosinas, la alantoína, xantina y cistina; los pigmentos y los ácidos biliares, la colessterina, la glucosa y diversos hidratos de carbono y azúcares y sus derivados; la acetona, el ácido acetilacético, las materias grasas, etc.

La albúmina pasa á través de los riñones en gran número de enfermedades, sobre todo en las que modifican la naturaleza del plasma sanguíneo.

En todas las albuminurias pasan á las orinas las dos principales albúminas del suero: la serina y la globulina. Las orinas albuminosas se enturbian y dan precipitado en copos por el calor ó por los ácidos minerales.

Las dos albúminas principales en la sangre, la seroalbúmina y la seroglobulina se encuentran en estas orinas patológicas en cantidad que varía de 0'5 á 40 gramos por litro en los casos graves.

Encuéntranse además otras substancias proteicas en las orinas patológicas como las albuminosas. La peptonuria se observa en la difteria, la pneumonía crupal, la pleuresía, el tifus, la atrofia del hígado, la nefritis, la sífilis terciaria, el reumatismo articular agudo, la escarlatina, la varicela, la erisipela, la tuberculosis, el cáncer del hígado y en todas las enfermedades donde existen focos purulentos y en los envenenamientos por el fósforo.

También se encuentra el fibrinógeno en las orinas de los hematóricos y quilúricos, bastante abundante para formar precipitado bajo la forma de una especie de coágulo.

En algunos casos de atrofia aguda del hígado aparecen en las orinas la leucina y las tirosinas acompañadas de ácido láctico, de peptonas, etc. La leucina y la tirosina forman un precipitado amarillo verdoso en el cual se observan las agujas de tirosina. Estas substancias, que derivan de la hidratación de cuerpos proteicos bajo la influencia de álcalis ó de la putrefacción, demuestran un exceso en la vida anaerobia de las células y la detención parcial de las oxidaciones orgánicas.

Pigmentos y ácidos biliares. — La orina que contiene sangre casi siempre contiene también pigmentos biliares. En los ictericos se encuentra la biliverdina y la bilirubina, pero no siempre. Las orinas de los ictericos, de un color amarillo de ámbar, parece que sólo contienen constantemente un exceso de urobilina febril, en cuya forma en las icterias graves los pigmentos biliares derivados de la destrucción de la materia colorante de la sangre, después de permanecer algún tiempo en los tejidos pasan á las orinas.

En las orinas febriles se deposita también con sus uratos una substancia colorante anormal de color rojo, que después de ser tratada por los ácidos puede disolverse en el cloroformo. Encuéntrase particularmente en el cáncer hepático y en la cirrosis de origen alcohólico, y ha sido designada con el nombre de *uroeritrina*.

Ptomainas. — Ya hemos visto que en las orinas normales sólo se encuentran huellas de alcaloides venenosos. Pero, según Bouchard, en ciertas enfermedades graves infecciosas se encuentran las ptomainas propias de la putrefacción cadavérica.

Glucosa. — Este azúcar aparece continua y constantemente en gran cantidad en la diabetes crónica, en la cual la cantidad de azúcar en las orinas puede elevarse durante 24 horas á 100 gramos. Existe también glucosuria en los envenenamientos por el fósforo, el arsénico y el óxido de carbono; en las enfermedades del hígado, del estómago y del pulmón.

Las orinas de los diabéticos son generalmente de color pálido y de gusto azucarado; fermentan en contacto con la levadura de cerveza, por cuya propiedad, según hemos visto, puede distinguirse y dosificarse la glucosa.

Encuéntrase igualmente en la orina de los diabéticos la dextrina. En algunas orinas patológicas se encuentra la goma animal procedente del desdoblamiento de la mucina. En las orinas diabéticas se encuentra frecuentemente la inosita, la cual varía en proporciones de un día para otro.

Materias grasas. — Aparecen estas substancias en las orinas en muchas enfermedades como en la pioemia, la tisis, el envenenamiento por el fósforo.

En la quiluria de los países cálidos se encuentra un verme especial llamado *filaria sanguinis*, el cual se aloja en los riñones y pasa á las orinas durante la noche acompañado de grasas y de sangre.

El éter quita á las orinas las grasas emulsionadas, la lecitina, la colessterina, los ácidos grasos y los jabones.

Materias azucaradas é hidratos de carbono. — Ya sabemos que la glucosa aparece en la orina de una manera continua en la diabetes crónica, pudiendo llegar su peso en 24 horas á 100 gramos y más. Pero no es solamente en la diabetes donde se presenta este azúcar, pues existe en una porción de estados morbosos y como consecuencia de sencillas excitaciones artificiales de los centros nerviosos. Hay glucosuria en los envenenamientos por el fósforo, el arsénico, el ácido de carbono, en las enfermedades del hígado, del estómago, del pulmón y otras varias.

Además de la glucosa se encuentran en ciertas orinas capaces de decolorar el reactivo cupropotásico, siendo entre estas substancias la más conocida el ácido glucorónico.

En la orina de los diabéticos se encuentra también la dextrina

cuando han usado aguas minerales. Igualmente se encuentra la inosita, acompañando á la glucosa en las orinas de los diabéticos.

Toxinas urinarias. — Siendo las orinas el vehículo que arrastra los detritus del organismo, se ha observado que casi siempre contienen sustancias tóxicas capaces de producir la muerte en los animales á quienes se inyectan.

La acción tóxica de las orinas ha de explicarse por la influencia de tres grupos de agentes.

1.º Principios orgánicos cristalizables que contienen varias ptomainas y leucomainas;

2.º Principios extractivos no cristalizables y que pueden dialisarse difícilmente, los cuales son los más numerosos y también los menos conocidos;

3.º Los principios salinos entre los cuales son los más activos las sales de potasa.

Entre los cuerpos correspondientes al primer grupo son los más activos la xantina, la paraxantina, los oxalatos, las sales amoniales, las pequeñas cantidades de ptomainas y leucomainas que se encuentran aún en la orina normal; entre ellas se encuentra la carina, que es poco activa, y una base ligeramente alcalina que aparece en cristales delicuescentes.

Entre todas las materias orgánicas las que más abundan en la orina y también las más activas son las materias colorantes. Ciento cincuenta á 200 cc. de orina normal producen bastantes materias tóxicas para matar un conejo, produciendo miosis, aceleración de la circulación, hipertermia, depresión de la respiración, coma y la muerte.

En el segundo grupo se encuentran, según hemos indicado, los cuerpos más peligrosos y que son tóxicos aun en las cantidades más pequeñas. Las sustancias esencialmente extractivas que no precipitan por ningún reactivo y que han sido despojadas por diálisis de todo principio cristalizable son esencialmente tóxicas. En pequeñas dosis obran á semejanza de los venenos de las serpientes, á las cuales se aproximan por su composición centesimal.

Las orinas aun normales concentradas en el vacío á una temperatura que no pase de 40º y en ciertas condiciones producen una masa vitrea higrométrica que no posee caracteres alcalóidicos ni contiene sales minerales, cuya substancia reducida á extracto é inyectada á los animales produce la muerte. Obsérvase desde el principio de las inyecciones, la miosis y las perturbaciones de la sensibilidad. Después desaparece la motilidad y sobreviene la muerte con el corazón en diástole. Estos caracteres asemejan la substancia de que nos ocupamos, á los venenos de las serpientes.

Entre los principios extractivos y no cristalizables de las orinas se han de contar los fermentos, pepsina é invertina. Roger ha demostrado que las sustancias dialisables de las orinas, mucho

menos activas que las no dialisables, son generalmente termógenas. Por el contrario, las no dialisables son hipotermizantes.

El tercer grupo de las materias urinarias nocivas comprende las sales minerales; según Bouchard, su toxicidad representa los dos tercios ó la mitad de la toxicidad urinaria total. Un hombre de un peso normal de 70 kilos, excreta los principios salinos siguientes:

	Por litro de orina	Por día
Cloruro de sodio	10'5	13'65
Sulfatos alcalinos	3'1	4'03
Fosfatos alcalinos.	1'43	1'86
— cálcico	0'34	0'40
— magnésico	0'45	0'48
Ácido salicílico.	huellas	huellas
— nítrico		
Gases		

Como se ve, la sal marina es la materia mineral principal de las orinas, pero la experiencia ha demostrado que no es mortal especialmente para el conejo sino á la dosis de 5'17 gramos por kg. animal. Por consiguiente se necesitaría la sal marina contenida en las orinas de 24 horas de un hombre adulto para matar á un conejo. Por consiguiente, el cloruro de sodio es una sal casi inofensiva, no sucediendo lo mismo con las sales de potasa, que después de las de sosa son las más importantes en las orinas. Es cosa sabida que inyectadas en la sangre directamente las sales de potasa, provocan, aun en pequeñas dosis, las convulsiones tetánicas y paralizan el corazón.

El envenenamiento urinario produce, cuando la orina se inyecta en las venas de un conejo, los síntomas siguientes: contracción y desviación de las pupilas, respiración acelerada, descenso en la temperatura, orinas muy abundantes. El animal cae en un estado comatoso y muere sin convulsiones y alguna vez con muy ligeras convulsiones.

Cuando en el hombre hay insuficiencia renal, se observan efectos análogos.

Bouchard ha demostrado que los venenos urinarios pueden dividirse también en dos grupos: los que el alcohol absoluto disuelve cuando se trata el extracto seco por este disolvente, y los que no disuelve, pero que se redisuelven en el agua. La parte del extracto urinario soluble en el alcohol provoca en los animales la somnolencia, el coma y la salivación, y la substancia narcótica á la cual se deben estos efectos no se fija por el negro animal. Va acompañada de una materia cianógena y de otra hipotermizante dialisible.

La parte insoluble en el alcohol pero soluble en el agua provoca convulsiones, miosis y descenso de temperatura. Estos últimos efectos son debidos á la vez á las sales de potasa y á una substancia orgánica hipotermizante que se fija por el carbón animal y es indialisible.

La toxicidad urinaria varía con la especie animal y con la alimentación. Un kg. de conejo elimina en 24 horas veneno urinario capaz de matar 4'18 kgs. de este animal, cuando la orina de un kilogramo de hombre sólo mataría en este tiempo 0'46 kg. de conejo. Cuando éste está alimentado con leche y no con vegetales, sus orinas son menos tóxicas. Un kg. de cobaya segrega por día veneno bastante para matar 5'66 kgs. de conejo, mientras que las orinas de 1 kg. de perro no matarían por día más que 3'3 kgs. de conejo.

La toxicidad de las orinas totales durante 24 horas desciende en un 30 por 100 por el trabajo muscular activo en el campo. Esta toxicidad disminuye todavía por la sobre-oxigenación; después de 4 horas de permanencia en el aire comprimido á 116 c. de presión desciende en un 43 por 100. En las 12 horas que siguen á la depresión desciende aún en un 66 por 100, y en las 8 horas posteriores esta toxicidad pasa del 33 por 100 sobre la del período correspondiente del día anterior.

La toxicidad urinaria varía mucho según las enfermedades, puesto que por medio de los riñones se elimina la mayor parte de los venenos morbosos específicos y los productos tóxicos que provienen de las combustiones imperfectas del organismo. Bouchard, á quien ya hemos citado, ha comprobado el paso de las materias vacuantes á las orinas. Las toxinas infecciosas y las antitoxinas se eliminan por las orinas. En las enfermedades infecciosas las orinas están doce veces más cargadas de toxinas que el suero sanguíneo; en todas las afecciones virulentas la toxicidad urinaria aumenta grandemente, presentándose este aumento desde que empieza el movimiento febril cualquiera que sea la causa. Durante el período febril de la pneumonía, los enfermos eliminan cada 24 horas 3 ó 4 veces más toxinas que en el estado normal. En el momento de la defervescencia se produce un aumento brusco de la toxicidad urinaria que dura uno ó dos días, y por regla general para un mismo volumen de orina se eleva la cantidad del tóxico. Según observaciones recientes, la cantidad de sales de potasa eliminada en este caso bastaría para explicar el aumento de toxicidad en estas orinas.

En la viruela, la toxicidad urinaria oscila al rededor de la normal durante el estado de erupción, no aumentando sensiblemente sino al momento de la defervescencia.

Durante el curso de las enfermedades del tubo digestivo, la toxicidad de las orinas se eleva proporcionalmente al aumento de las fermentaciones morbosas ó pútridas, cuyos productos se reabsorben en el tubo intestinal. Lo mismo sucede en la mayor parte de las afecciones hepáticas graves, sabiéndose que el hígado destruye ó excreta con la bilis gran número de toxinas.

Entre los que padecen lesiones cardíacas la toxicidad de las orinas aumenta unas veces y disminuye otras.

Los nerviosos, los neurasténicos, los histéricos excretan orinas que generalmente van muy cargadas de materias extractivas, de ptomainas y de otros elementos tóxicos, acaso porque entre tales enfermos existe un vicio de nutrición primitivo del cual es señal esta toxicidad de las orinas, que es también causa más bien que efecto de las perturbaciones nerviosas que aparecen en tales casos.

En los locos las orinas son siempre más tóxicas que en el estado normal, principalmente en los maníacos agitados, los estúpidos y los lipemaniacos. En la demencia senil la toxicidad urinaria es menor que en el estado normal.

Según Feré las orinas preparoxísticas producen en el conejo al cual se inyectan, convulsiones á la dosis de 20 cc. y la muerte á la de 25 c. c. mientras que después del acceso las substancias convulsionantes y tóxicas desaparecen en gran parte.

En las orinas, aun en las normales, se encuentra una substancia termógena que, como los fermentos, posee la propiedad de ser arrastrada por los precipitados amorfos, especialmente por el fosfato de cal, de ser precipitada por el alcohol y de disolverse nuevamente en la glicerina. P. Binet, que la ha estudiado, la prepara del modo siguiente: se acidula un litro de orina con el ácido fosfórico; se añade un poco de cloruro de calcio, y después agua de cal hasta saturación, y por último, un poco de sosa. Prodúcese un precipitado que se deja depositar; se le decanta, se le lava con el alcohol fuerte, se le seca y se le pone á macerar dos ó tres días con la glicerina. Se filtra y se añade á esta glicerina 4 ó 5 volúmenes del alcohol, produciéndose un precipitado en capas que se recoge sobre filtro, y se disuelve en el agua. La substancia así obtenida es piretógena, y una corta ebullición no destruye al parecer esta notable propiedad.

La substancia aludida abunda especialmente en las orinas de los febricitantes y aun más en la de los tuberculosos. El máximum de temperatura que produce, se observa á las tres horas después de la infección.

Aunque esta substancia sea poco sensible al calor, su precipitación por el alcohol y su afinidad por el fosfato de cal, hace sospechar que acaso esté formada por los fermentos urinarios.

Grado y caracteres de la toxicidad urinaria en la histeroepilepsia.— M. Bosc ha comunicado recientemente á la «Sociedad de Biología» sus estudios sobre la toxicidad de las orinas en el histerismo. Dos casos de histeroepilepsia con grandes ataques convulsivos le han permitido estudiar de una manera precisa y detallada el grado y los caracteres de la toxicidad de las orinas eliminadas antes ó después de los paroxismos y en los intervalos.

Las orinas fueron recogidas cada dos horas, de modo que pudieron ser distinguidas fácilmente las procedentes de diferentes estados, notándose que su cantidad durante las 24 horas oscilaba al rededor de la normal. Estas orinas filtradas han sido inyectadas por

la vía intravenosa á conejos, con la velocidad de 5 cc. por minuto, y á perros con la velocidad de 25 cc.

En el conejo, las orinas de los dos enfermos han sido siempre y claramente hipotóxicas. La toxicidad inmediata ha oscilado entre 85 y 200 cc. por kg. para la primera enferma con cifras intermedias de 180, 170, 147, 126, 118 y 100; y para la segunda enferma entre 80 y 220 cc. con intermediarias de 210, 150 y 120 cc. Esta cifra de 220 cc. no expresa la hipotoxicidad más fuerte, pues el autor hubo de detenerse por falta de orina, y el conejo sobrevivió.

La hipotoxicidad es por tanto la regla; pero las cifras precedentes demuestran que ciertas orinas son extraordinariamente hipotóxicas.

Las experiencias hechas con las orinas de estas enfermas durante series de siete días seguidos, han demostrado que las orinas más hipotóxicas son las eliminadas después del paroxismo, y que las orinas de los días siguientes permanecen muy hipotóxicas; que las orinas cuya hipotoxicidad es menos considerable, son las eliminadas antes del paroxismo, esto es, las eliminadas en las 12 horas anteriores á la crisis.

En el perro, los resultados han sido idénticos. Han sido necesarios 250, 200 y 184 cc. por kg. de orina interparoxística para producir la muerte. En un caso las orinas posteriores al paroxismo han matado un perro á la dosis de 65 cc., es decir, que han sido realmente hipertóxicas con relación á las orinas del hombre normal. En este caso se trataba de orinas recogidas antes de un ataque tetaniforme muy violento de 10 horas de duración.

En dos casos las orinas eliminadas en los intervalos de las crisis se han presentado bruscamente de una toxicidad relativamente elevada. Acaso esta elevación de toxicidad estaba en relación con los fenómenos paroxísticos diferentes de las convulsiones.

Caracteres: estas orinas hacen más lenta la respiración, aceleran el corazón, hacen bajar la temperatura, producen la miosis, micciones abundantes y alguna vez la diarrea; llevan consigo la paresia, la resolución y la rigidez musculares y ataques convulsivos tetánicos intensos y repetidos.

Estos fenómenos son ligeramente variables según el grado de toxicidad y según se trata de muerte inmediata ó lejana.

En el caso de muerte inmediata, con las orinas más tóxicas, la pupila se presenta rápidamente puntiforme, la respiración es muy difícil, la resolución sobreviene pronto, y el animal presenta antes de morir ataques tónicos muy intensos precedidos de gritos agudos. Aun en el perro el autor ha observado con las orinas anteriores al paroxismo, la rigidez y después ataques con opistotonos de una duración de muchos minutos.

En el caso de sobrevida, después de la inyección de dosis enormes (200, 180 cc. por kg.), estos fenómenos se producen más lentamente. La pupila no llega á ser puntiforme, sino tardamente; las micciones son muy numerosas y abundantes; el conejo no pre-

senta desde el principio nada anormal por parte del sistema nervioso; luego decae, y después de un tiempo más ó menos largo posterior á la inyección experimenta series de 8, 10 ó 12 ataques de gran intensidad, y muere.

Estas cualidades convulsionantes de la orina extremadamente hipotóxica, no se encuentran sino en la histeria. El autor ha visto en particular orinas muy hipotóxicas en la enfermedad de Bright subaguda que provocaban ataques intensos en series de 12 á 15. Sin embargo, el hecho de los ataques tetánicos en serie ha aparecido rápidamente, no sólo en el conejo, sino también en el perro con las orinas anteriores al paroxismo y han sido precedidos de rigidez en las extremidades, de espasmos y de hiperexcitabilidad muy pronunciada, y que estas orinas han sido alguna vez hipertóxicas, parece que favorece la hipótesis de una *patogenitoxia* posible de la histero-epilepsia y de los paroxismos histéricos.

En resumen, las orinas de las enfermas atacadas de histeria grave convulsiva son hipotóxicas. Esta hipotoxidad es muy pronunciada en las orinas posteriores al paroxismo, y en general en todas las orinas emitidas en el intervalo de los ataques; es menos marcada para las orinas anteriores al paroxismo, las cuales, sin embargo, presentan una toxicidad claramente inferior á la de las orinas normales á excepción de algunos casos en los cuales pueden ser hipertóxicas. Estas orinas afectan á la respiración y al corazón, contraen fuertemente la pupila, son muy diuréticas y enérgicamente convulsionantes.

Toxicidad urinaria como medio de diagnóstico en algunas enfermedades. — El mismo M. Bosc aplica sus investigaciones consignadas en el párrafo anterior, para fijar el diagnóstico en algunas enfermedades. Al efecto cita un caso en el cual había lugar á vacilar en el diagnóstico y en el que el examen de la toxicidad urinaria permitió resolver la dificultad.

Un hombre de 40 años presentaba todos los síntomas de un tétanos atenuado. Hallábase muy abatido, y cada 10 á 15 minutos sufría crisis caracterizadas por un opistotonos intenso por contracciones tetánicas de los miembros y por el trismo. Algunas veces el ataque era de gran violencia; los reflejos tendinosos eran muy exagerados; los dedos de los pies estaban rojos y tumefactos en su cara plantar y uno de ellos presentaba una ligera excoriación que pudo servir de puerta de entrada al bacilo tetánico.

Al día siguiente persistían las crisis, pero el examen atento del enfermo, sus respuestas en los momentos de calma, y la historia de su enfermedad hicieron dudar desde el punto de vista del diagnóstico. El enfermo tenía una herencia neuropática muy marcada; hacía un mes que padecía un verdadero delirio alucinatorio y durante un impulso delirante había ido de un solo empuje desde Lumel á Montpellier. Este último detalle explicaba el estado de los dedos de los pies. El examen directo demostró por otra parte una reducción

del campo visual, perturbaciones sensitivas y algunas veces la comprobación de algunos espasmos que arrastraban la cabeza hacia la derecha é iban acompañados de una especie de obnubilación.

¿Se trataba de un verdadero tétanos, de un tétanos que evolucionaba en un histérico, ó simplemente de una histeria con paroxismos tetánicos?

Este diagnóstico era indispensable para establecer un pronóstico muy diferente en la una ó en la otra hipótesis.

Hízose el examen de las orinas del enfermo bajo el doble punto de vista del grado y de los caracteres de su toxicidad.

Las orinas de las 24 horas y las orinas recogidas en diferentes períodos del día inyectadas á conejos en las venas de las orejas, aparecieron constantemente de una hipotoxicidad notable. Necesitábanse de 140 á 200 cc. de estas orinas para matar un kg. de conejo. Una inyección de 320 cc. á un conejo de 2,700 gramos no produjo efecto alguno.

Estos resultados constituían un nuevo elemento en favor de la naturaleza histérica del síndrome presentado por el enfermo.

Por comparación con la toxicidad de las orinas en el tétanos era preciso descartar inmediatamente el diagnóstico de tétanos verdadero, sólo ó asociado á la histeria.

El profesor Bouchard ha sido el primero en demostrar el grado elevado y los caracteres particulares de la toxicidad en la orina de los tetánicos. Con 24 cc. de orina, M. Bouchard ha obtenido un violento acceso de tétanos. Además, Bruschetti ha demostrado que por las orinas se realiza una gran eliminación del veneno tetánico.

Las orinas de dos enfermos atacados de tétano verdadero han sido recogidas é inyectadas á conejos por la vía intravenosa, produciendo la muerte á dosis de 36, 38 y 40 cc. por kg. Por consiguiente, son hipertóxicas con relación á las orinas del hombre sano. Además, estas orinas han desarrollado todos los síntomas del tétanos violento. Se ha retardado la respiración haciéndose difícil; el corazón, en lugar de acelerarse como con las orinas del primer enfermo y con las orinas de los histéricos, se ha retardado desde 200 á 180, 115 y 60 latidos por minuto; la temperatura ha bajado de 39° á 37°3; las pupilas han llegado á ser casi inmediatamente puntiformes. Rápidamente se ha producido el colapso, la paresia de las extremidades anteriores, resolución con rigidez, después contracción tetánica de los miembros; la menor excitación mecánica producía sacudidas de forma epiléptica; han aparecido movimientos convulsivos principalmente por espasmos tetánicos de corta duración; en fin, se han presentado ataques tetánicos de violencia extraordinaria. Estos ataques se han reproducido muchas veces, bien espontáneamente, bien al menor contacto y el conejo ha muerto.

El diagnóstico de naturaleza histérica verificado sobre este enfermo como consecuencia del examen de la toxicidad urinaria, fué

confirmado por la evolución ulterior de los accidentes y por un examen más completo del enfermo cuando fué posible realizarlo con más datos y detalles más minuciosos.

Añádase este hecho á la serie de los que demuestran la necesidad de la Química como auxiliar poderoso en la difícil ciencia del diagnóstico. La medicina, como ciencia biológica, no puede separarse de sus hermanas, las que de una ú otra manera se ocupan en los problemas de la vida general, si no quiere exponerse á lamentables errores.

CAPÍTULO XXIV

Sedimentos urinarios. — Cálculos urinarios. — Cálculos de ácido úrico, de oxalato de cal, de fosfato de cal, de carbonato de cal. — Examen químico de los sedimentos y de los cálculos. — Resumen de los caracteres químicos de los cálculos urinarios. — Clasificación de los cálculos. — Cálculos combustibles. — Ácido úrico. — Urato de amonio. — Urato de sodio. — Urato de calcio. — Xantina. — Cistina. — Cálculos que dejan un residuo combustible después de la calcinación. — Fosfato amónico-magnésico. — Fosfato de calcio. — Oxalato de calcio. — Carbonato de calcio.

BIBLIOGRAFÍA. — Wurtz: *Chim. biol.* — A. Gautier: *Chim. biol.* — W. Marcet: *Ann. de Chim. et de Phys.* — Hoppe-Seyler: *Physiol. Chem.*, pág. 395. — Tollas et Stesus: *Liebig's Ann.* — Engel: *Química médica.*

Sedimentos urinarios. — La orina aun en su estado normal deposita por el reposo mucosidades y despojos epiteliales que se hacen mayores y más notables en las orinas patológicas. Estos sedimentos, por regla general, indican una aberración en la nutrición ó una enfermedad en las vías urinarias. (Fig. 101.)

En la orina humana se mantienen ciertas sustancias en disolución bajo la presencia del ácido libre, como sucede con los fosfatos térreos. Con los fosfatos tricálcico y amónico-magnésico sucede que á menudo van mezclados con los sedimentos urinarios en los cálculos. Siendo insolubles en el agua, uno y otro se disuelven en el ácido acético, y esta solución acética del fosfato cálcico precipita por el oxalato amónico. Esta reacción sirve para descubrir al microscopio el fosfato cálcico mezclado con el fosfato amónico-magnésico, que se reconoce fácilmente por la forma de sus cristales.

Las mismas causas que producen los sedimentos urinarios son también origen de los cálculos, siendo también idénticas las reacciones que permiten reconocerlos y distinguir unos de otros. Los sedimentos aglomerados por una ganga orgánica ó por el moco vesical constituyen generalmente los cálculos, dando lugar á concreciones que se verifican en las condiciones siguientes:

1.º Por enfermedad de los riñones ó de la vejiga, en cuyo caso

aquellos órganos forman pus y son invadidos por los parásitos. Entonces los sedimentos tienen una estructura orgánica.

2.º Cuando las orinas son muy ácidas depositan ácido úrico y oxalato de cal cristalizado, uratos y algunas veces fosfatos de cal llegando, aunque raramente, á formarse depósitos de cistina, de tirosina y de sulfato cálcico.

3.º Cuando las orinas son neutras ó alcalinas, en cuyo caso se ven aparecer sedimentos cristalizados de urato de amoniaco ó depósitos de fosfatos terrosos amorfos, fosfato amónico-magnésico cristalizado y alguna vez cistina, tirosina y carbonato de cal.

El examen microscópico y químico de las orinas donde se hallan depositados estos sedimentos dan indicaciones sobre la naturaleza de tales depósitos y sobre el mecanismo de su formación. (Fig. 102.)

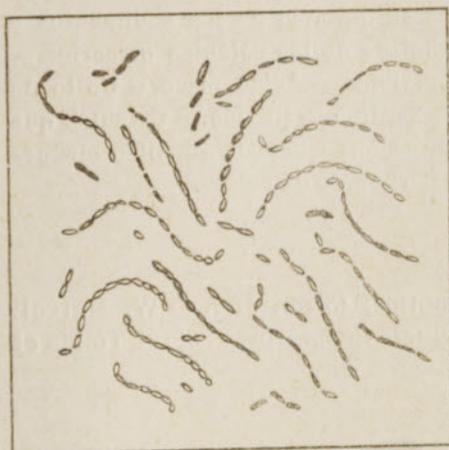


FIG. 101

Bacterias de una orina ácida.



FIG. 102

Epitelio renal en los sedimentos orgánicos de la orina.

Los sedimentos organizados pueden estar formados por epitelios vesicales ó renales, por cilindros mucosos moldeados sobre los tubos uriníferos del riñón, por cilindros epiteliales debidos á la descamación en masa de la membrana epitelial; por cilindros fibrinosos de color de ocre moldeados también sobre los conductos renales y que son característicos de la hematuria renal; por cilindros hialinos ó coloides de 5 á 40 μ de diámetro con superficie lisa y extremidades redondeadas que se encuentran algunas veces en la albuminuria; por glóbulos de pus ó leucocitos que acompañan frecuentemente á estos cilindros; por hematias y algunas veces por cristales de hematóidina; por espermatozoides; por grandes placas con múltiples núcleos; por residuos granulosos, farináceos mezclados con fibras conectivas, siendo los primeros característicos del cáncer y los segundos de la tuberculización del riñón.

También se encuentran en tales sedimentos parásitos y microbios diversos, sarcinas, filarias, equinococos, micrococos, bastoncillos y bacilos. Por último, puede haber en los sedimentos urinarios

diversas substancias procedentes del exterior, como cabellos, pelos, lana, plumas, fibras de algodón y de lino, almidón, granos de polvo, etc. (Fig. 103.)

Los sedimentos inorgánicos aparecen bajo la forma de un polvo rojizo latericio amorfo ó en forma de esferitas espinosas, siendo ésta la manera de presentarse los depósitos de urato de sosa y alguna vez los de urato de amoníaco.



FIG. 103

Epitelio vaginal en los sedimentos orgánicos de la orina.

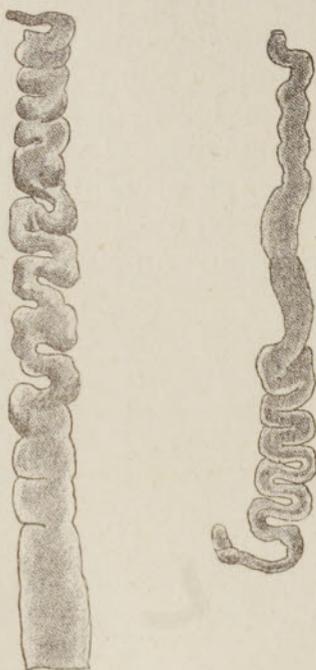


FIG. 104

Sedimentos orgánicos de las orinas. Cilindros en forma de sacacorchos.

Otras veces estos sedimentos presentan un color amarillo rojizo, son amorfos ó formados por agujas cristalinas, de cristales romboidales con ángulos redondeados, aislados ó agrupados por estrellas, siendo tales sedimentos insolubles en el ácido clorhídrico y caracterizan en el microscopio el ácido úrico. Se encuentran en las orinas de los febricitantes, de los reumáticos y de las personas que abusan de la carne, como también en las orinas muy ácidas.

El oxalato de cal produce sedimentos incoloros brillantes, muy refringentes, en los cuales se observan numerosos octaedros de base cuadrada, que vistos en proyección tienen la semejanza de un sobre de carta. Otras veces se presentan bajo la forma de prismas cortos que llevan sobre sus bases pirámides cuadrangulares, placas hexagonales, y masas discoides reunidas entre sí por un istmo y con la semejanza de halteras. Encuéntanse estos depósitos en las orinas después de las perturbaciones respiratorias digestivas ó nerviosas, y en la convalecencia de las enfermedades graves, y son lentamente solubles en el ácido clorhídrico é insolubles en el ácido acético débil. (Fig. 104.)

El fosfato amónico-magnésico forma generalmente los depósitos que dejan las orinas alcalinas al salir de la vejiga ó las que se alca-

linizan después. Extraordinariamente puede encontrarse este producto en las orinas neutras ó casi neutras.

Sus sedimentos forman una capa de un blanco sucio mezclado con epitelios, muco y pus. Sometido al microscopio, el fosfato amónico-magnésico se presenta bajo la forma de cristales paralelepipedos alargados. Alguna vez puede cristalizar en estrellas de tres ó cuatro puntas sobre las cuales vienen á implantarse otras agujas más finas en forma de barbas de pluma. El fosfato amónico-magnésico se disuelve en el ácido acético.

Rara vez se presenta en los sedimentos el fosfato magnésico, que aparece en anchos cristales planos solubles en una disolución de carbonato de amonio.



FIG. 105.

Epitelio vesical alterado

a, células en la orina alcalina. — *b b'*, células piriformes.
c, células superficiales.

Los fosfatos de cal se encuentran también en los sedimentos y cálculos urinarios bajo la forma de pequeños granos solubles en el ácido acético y cuando se trata del fosfato bibásico en agujas finas frecuentemente agrupadas en esferas y en rosetas.

Los carbonatos de cal ó de magnesia siempre en pequeñas cantidades no se encuentran jamás solos, sino que acompañan frecuentemente á los fosfatos anteriormente descritos. El carbonato de cal enturbia frecuentemente las orinas de los herbívoros y puede formar, aunque raramente, en el hombre cálculos separables en esférulas muy pequeñas de color obscuro, frecuentemente unidas entre sí. (Fig. 105.)

El sulfato de cal se ha encontrado igualmente en las orinas de un joven anémico y en un caso de mielitis. Presentóse en agujas prismáticas aplanadas y agrupadas en forma de estrellas que eran insolubles en los ácidos orgánicos y difícilmente solubles en el ácido clorhídrico.

La cistina, que rara vez se encuentra en los sedimentos, forma cristales incoloros laminares y prismas planos de 6 caras. Su solubilidad en el amoníaco, los álcalis cáusticos y los ácidos minerales constituyen caracteres que la dan fácilmente á conocer.

Algunas veces se presenta también la tirosina bajo la forma de agujas blancas, finas, sedosas, agrupadas en pincel; la xantina puede depositarse en cristales fusiformes ó en masas amorfas amarillentas; la urostealita en el estado fresco se agrupa en cálculos blancos y elásticos; el indigo se ha encontrado en el estado de depósito en el cólera, en el tifus y en otras enfermedades.

Todos estos cuerpos forman sedimentos ó cálculos que conviene recurrir, para encontrarlos, á un estudio detenido, fundado en el conjunto de caracteres de cada una de estas sustancias. (Fig. 106.)

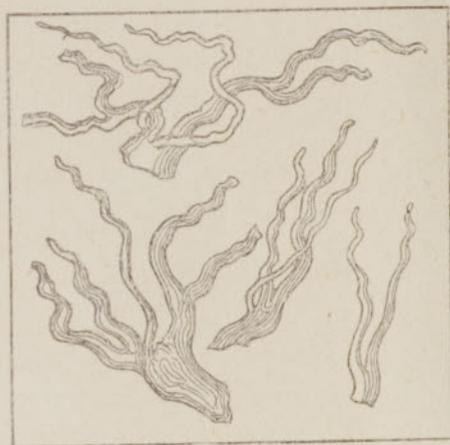


FIG. 106

Cilindros hialinos en los sedimentos orgánicos de la orina.



FIG. 107

Sarcina urinae

Cálculos urinarios. — Todas estas sustancias que entran en la composición de los sedimentos urinarios pueden agruparse formando concreciones ó cálculos más ó menos voluminosos y compactos que se depositan en la vejiga, alguna vez en los uréteres y en la pelvis renales. El depósito de materias insolubles se forma generalmente al rededor de un punto sólido depositado en las vías urinarias; frecuentemente sirve de núcleo un copo de moco, ó un cuerpo extraño introducido en la vejiga y que poco á poco se va incrustando por el depósito de materias insolubles. (Fig. 107.)

Para caracterizar estos cálculos se ha de tener en cuenta el aspecto, la consistencia y el color de los depósitos, de los cálculos ó de su polvo y las indicaciones facilitadas por el empleo de los ácidos bajo el microscopio.

Cálculos de ácido úrico. — Los cálculos más frecuentes y que forman la cuarta parte de la totalidad de los cálculos vesicales son los formados por el ácido úrico. Generalmente son rojizos ó rojo amarillentos, mamelonados y que dejan un polvo amarillo obscuro.

Presentan una tesitura cristalina y capas concéntricas de varios colores, del blanco al gris obscuro ó rojo latericio sin que varíe notablemente la composición de estas capas.

Pulverizados, se disuelven en gran cantidad de agua hirviendo, y esta disolución deposita por enfriamiento pequeñas agujas blancas y características.

Mezclados con el ácido úrico en los cálculos pueden encontrarse diferentes uratos, como el urato ácido de amoníaco ó el de potasio, como también de calcio ó de magnesio.

El desarrollo de estos cálculos se hace más lento y hasta se suspende por el uso de bebidas alcalinas como las aguas minerales que contienen carbonatos de sodio y de litio, debiéndose esta propiedad á que el ácido úrico y los uratos son solubles en los líquidos alcalinos. (Fig. 108.)



FIG. 108
Cálculo de ácido úrico.



FIG. 109
Cálculo de oxalato de cal.



F.G. 110
Cálculo de fosfato de cal.

Los cálculos de *oxalato de cal* están erizados en su superficie de mamelones y asperezas, por lo cual se llaman también cálculos murales. Son de color obscuro, é irritando los riñones y la vejiga con el roce de su superficie, producen la excreción continua de moco y de sangre que vienen á cimentar y colorear sus cristales. Por razón de este color y de los caracteres de su superficie, pueden distinguirse sin dificultad. Son insolubles en el ácido acético, y por la calcinación dejan residuo de carbonato, que se disuelve con efervescencia en el ácido clorhídrico, presentando esta solución los caracteres de las sales cálcicas. (Fig. 109.)

Los cálculos de fosfato amónico-magnésicos son blancos y de textura cristalina y generalmente muy voluminosos. Expuestos á un calor fuerte se funden después de evaporado el amoníaco. Su polvo se disuelve fácilmente en el ácido acético.

Los cálculos de *fosfatos de cal* presentan generalmente una superficie lisa, son amorfos, infusibles y poco coloreados, de aspecto terroso blanco ó agrisado. Los depósitos amónico-magnésicos y los de fosfatos calcáreos forman generalmente capas alternativas.

Estos cálculos se depositan generalmente en el seno de una orina amoniacal. El uso de bebidas ácidas como el ácido sulfúrico muy diluido está muy indicado en estos casos, puesto que por una parte destruye la alcalinidad de la orina, destruyendo además la agregación de cálculos fosfáticos que se convierten en una especie de arena que se elimina con las orinas. (Fig. 110.)

El *carbonato de cal* se mezcla rara vez con los fosfatos de la misma base en capas superpuestas. El carbonato de cal es efervescente con los ácidos.

Los cálculos de cistina son muy raros. Se distinguen por su poco peso, y algunas veces están erizados de pequeños cristales. Estos cálculos son de un color blanco amarillento, translúcidos, y que fácilmente se pueden cortar y rayar. La cistina se disuelve en las soluciones alcalinas, siendo igualmente soluble en los ácidos. Calentada sobre lámina de platino desprende un olor aliáceo, y contiene azufre en el número de sus elementos. Probablemente se refiere al ácido láctico, del que puede considerarse como un derivado amido-sulfurado.

Accidentalmente pueden encontrarse en los cálculos urinarios otras substancias como la sílice, la colessterina y una materia grasa de consistencia blanda que Heller ha designado con el nombre de urosteatita. Esta substancia, que en algún caso iba unida á la magnesia, ha sido también designada con el nombre de ácido litúrico.

Examen químico de los sedimentos y de los cálculos. — Para examinar detenidamente un cálculo se le divide primeramente por la sierra, y si está formado por capas concéntricas de aspecto y de color diferentes, conviene separar cada una de estas partes examinándolas sucesivamente y siguiendo el procedimiento de E. Lalkowski y Leube.

Se pulveriza cada parte del cálculo que se va á estudiar y se incinera una pequeña fracción sobre la lámina de platino. Puede suceder ó que el cálculo se queme completamente sin dejar residuo sensible, ó bien que sólo se queme imperfectamente y deje un residuo apreciable.

En el primer caso, que es bastante raro, el cálculo no puede estar formado más que por el ácido úrico puro, por el urato de amoniaco, acaso por la fibrina, la xantina, la cistina, la urosteatita ó el indigo. Las cuatro últimas substancias se encuentran muy raramente, pero si la ausencia del ácido úrico unida á la combustibilidad total del cálculo hicieran suponer la existencia de la una ó de la otra de estas materias tan poco frecuentes, las indicaciones frecuentes pondrán en camino para la determinación definitiva:

La fibrina al quemarse deja un olor de cuerno quemado, se disuelve en caliente en la potasa y es precipitada por el ácido acético en el estado de coágulo, presentando todos los caracteres de los albuminoides.

La xantina y la cistina son solubles en el ácido clorhídrico, cuyo carácter las diferencia de los uratos y del ácido úrico. Por adición de un exceso de amoníaco al líquido ácido, mientras que la cistina se precipita, la xantina queda por el contrario en solución. El polvo de los cálculos xánticos calentado con el ácido nítrico, toma un color amarillo que la potasa hace pasar al anaranjado obscuro.

La urosteatita es elástica y soluble en el éter.

El índigo da, cuando se le calienta en tubo cerrado, vapores color de púrpura y un sublimado azul cristalino soluble con azul intenso en el ácido sulfúrico.

Por el contrario, si se trata de un cálculo de urato de amoníaco ó de ácido úrico, podría emplearse la reacción de la murexide. En este caso se toma el polvo del cálculo y se trata por el ácido clorhídrico dilatado calentándolo un poco. La mayor parte del ácido úrico queda como residuo y es fácil caracterizarlo como ya se ha dicho.

La fibrina, el índigo ó la urosteatita si existen, quedarían mezclados y podrían distinguirse después de redisolver en caliente el ácido úrico con el carbonato de litina. En fin, el líquido clorhídrico contendría cistina, xantina y amoníaco si se encontraban combinados ó mezclados con las materias precedentes en el cálculo que se examina.

El caso más general es cuando el polvo del cálculo ó el sedimento urinario lavado con agua deja, después de calcinación sobre la lámina de platino, un residuo terroso abundante, en cuyo caso se procede de la manera siguiente:

Pulverizada finamente una cantidad del sedimento ó del cálculo se pone á digerir en caliente con el ácido clorhídrico dilatado. Si hay disolución completa se puede asegurar que no existe ni el ácido úrico ni los uratos. Si la disolución se hace con efervescencia, el cálculo contiene carbonatos. Pero generalmente no hay efervescencia si la disolución es incompleta. Entonces se examinan separadamente el residuo y la disolución clorhídrica.

El residuo puede contener solamente ácido úrico. Se reconocerá este ácido por la reacción de la murexide; si el ácido úrico está solo, el residuo se disolverá totalmente en caliente en el carbonato de litio. La ganga orgánica quedará insoluble si existe este ácido. Se tendrá la seguridad si ella es ó no nitrogenada, si contiene ó no hierro, si es orgánica y si está formada por la mucina. Después de lavar con el agua acidulada no debe dejar cenizas por la carbonización, y si deja una proporción notable de ellas se podría buscar la sílice que alguna vez se ha encontrado en los cálculos urinarios de los herbívoros.

La solución clorhídrica de que hemos hablado se alcalinizará débilmente por el amoníaco, acidulándole después sin filtrar por algunas gotas de ácido acético. Si el líquido queda claro es que no contiene ni hierro al estado de fosfato ni oxalato de cal. Las hue-

llas de fosfato férrico si lo hubiese quedarían en estado de copos blancos oscuros y se caracterizaría fácilmente el hierro por sus reacciones.

El oxalato de cal, cuando existe, queda en estado de precipitado pulverulento casi insoluble en el ácido acético débil que acidula el líquido, soluble en el ácido clorhídrico del cual lo precipita el amoníaco. Secando y calcinando moderadamente queda carbonato de cal que produce efervescencia con los ácidos; calcinando más fuertemente da la sal, que vuelve azul el papel de tornasol.

La solución clorhídrica del cálculo tratada por el amoníaco y el ácido acético y separada por filtración, si es necesario, del oxalato de cal, como ya hemos dicho, puede todavía contener ácido fosfórico, cal, magnesia y sosa.

Se caracterizará el ácido fosfórico por el acetato de urano ó por el ácido molibdico en líquido nítrico. La cal será precipitada añadiendo al líquido neutralizado por el amoníaco y acidulado con ácido acético, un poco de oxalato de amoníaco. La magnesia, poniendo después de la separación de la cal un poco de solución de fosfato de sosa que dará por agitación fosfato amónico-magnésico cristalizado.

Por último se encontrarán los álcalis obrando sobre una nueva porción del cálculo disuelto en el ácido clorhídrico, y procediendo sobre esta solución, como hemos dicho, para la dosificación de estas substancias al tratar de las orinas.

Resumen de los caracteres químicos de los cálculos urinarios. — Conviene al práctico tener constantemente á la vista y de manera clara y sencilla los medios para distinguir unos de otros los cálculos urinarios, toda vez que de la naturaleza química de éstos ha de deducir casi siempre las bases para el diagnóstico y tratamiento de muchas enfermedades que afectan los órganos urinarios. Por esta razón vamos á condensar en pocas líneas cuanto se refiere á este importante asunto.

Clasificación de los cálculos. — Se dividen en dos grupos; unos son combustibles y dejan apenas residuo cuando se les calcina al rojo sobre una lámina de platino; otros son muy poco combustibles y dejan un abundante residuo cuando se les calcina.

Cálculos combustibles. — Ácido úrico. — Estos cálculos tienen generalmente una forma oval y aplastada en los dos extremos de su diámetro. Son lisos ó ligeramente mamelonados; casi siempre bastante duros y rara vez pueden desmenuzarse con los dedos. Su color es generalmente gris pálido, y hasta el pardo oscuro.

Dejan un residuo muy débil después de la calcinación, dan la reacción de la muréxide y no desprenden amoníaco cuando se les hierva con la potasa.

Urato de amonio. — Los cálculos compuestos de urato de amonio ú otros uratos, se parecen á los cálculos de ácido úrico. Son casi siempre, á lo menos parcialmente, solubles en el agua.

Se distinguen de los precedentes en que desprenden amoníaco cuando se les hace hervir con la potasa.

Urato de sodio. — Cuando se calientan estos cálculos se funden y coloran la llama de amarillo. Dan la reacción de la muréxide y dejan después de la calcinación un abundante residuo de carbonato de sodio.

Uratos de calcio ó de magnesio. — Estos cálculos son infusibles, dan la reacción de la muréxide y por la reacción dejan, según el caso, un residuo de carbonato de calcio ó de carbonato de magnesio.

Xantina. — Los cálculos de xantina no dan la reacción de la muréxide. Sus caracteres químicos son los mismos de la xantina.

Cistina. — Los cálculos de cistina, como los de xantina, son muy raros. Los que se han hallado hasta el presente no ofrecían capas concéntricas. Su color es verde pálido ó leonado.

Estos cálculos, como los de cistina, son solubles en el amoníaco y en el carbonato de amonio. Su polvo está formado por cristales en forma de láminas exagonales.

Cálculos que dejan un residuo considerable después de la calcinación. — **Fosfato amónico-magnésico.** — Estos cálculos son fusibles en la llama del soplete. Su polvo desprende amoníaco cuando se les calienta con una solución de potasa. Son solubles en el ácido acético. El amoníaco reprecipita el fosfato amónico-magnésico de su solución.

Fosfato de calcio. — Un fragmento de estos cálculos no se funde en la llama del soplete. No desprenden amoníaco bajo la influencia de la potasa, y se disuelven en el ácido clorhídrico.

En la solución clorhídrica es fácil demostrar la presencia del calcio.

Oxalato de calcio. — Los cálculos de oxalato de calcio son duros y de un color obscuro. Su superficie es irregular. Llevan el nombre de *cálculos murales*.

Dejan por incineración un residuo de carbonato de calcio. Son solubles en los ácidos minerales sin efervescencia. El amoníaco precipita oxalato de calcio de sus soluciones clorhídricas. El precipitado es insoluble en el ácido acético.

Carbonato de calcio. — Estos cálculos son solubles con efervescencia en los ácidos. En la solución se investiga por los procedimientos ordinarios la presencia del calcio.

CAPÍTULO XXV

Funciones de reproducción. — Ovulación. — Huevos de las aves. — Cáscara del huevo. — Membrana de la cáscara. — Cámara de aire. — Composición media del huevo. — Albuminoides del huevo. — Materias accesorias de la clara del huevo. — *Vitellus*. — Relaciones entre el tiempo de incubación y la composición del huevo. — Fluido masculino. — Líquido fecundante eyaculado. — Análisis del líquido fecundante.

BIBLIOGRAFÍA. — A. Gautier: *Chim. biol.* — M. Arthus: *Chim. physiol.* — Behal: *Chim. org.* — Beclar: *Physiol.*

Funciones de reproducción. — Hemos tratado hasta el presente de las funciones biológicas que tienen por objeto el desarrollo y conservación de la vida en el individuo. Pero la serie de la vida ha de prolongarse indefinidamente, para lo cual es indispensable que mediante una cadena de transformaciones la vida se transmita de individuo á individuo, para constituir la vida de la especie cuya conservación es fundamento y base de toda ley biológica. La reproducción, por tanto, es una de las transformaciones biológicas que más nos importa estudiar.

Ovulación. — Comienza la reproducción en los animales superiores por el desarrollo del óvulo contenido en el individuo hembra, que crece y ensancha los límites de su vida por la presencia del líquido masculino. El óvulo, que toma su origen en una de las vesículas de Graaf contenidas en el ovario, se desprende y sale al exterior cuando ha llegado al período de madurez llamándose entonces huevo.

En los mamíferos se compone de cuatro partes principales, contando de fuera á dentro en el orden siguiente:

1.º Membrana vitelina, la cual es espesa, amorfa, transparente, muy resistente, fibrosa y muy elástica.

2.º El vitellus. Es muy transparente y está constituido por un protoplasma finamente granuloso, y formado en el estado de madurez del huevo por gran número de granulaciones grises ó amarillentas reunidas entre sí por el protoplasma primitivo.

3.º En medio del vitellus se encuentra la vesícula germinativa que contiene un nucleolo ó mancha germinativa. Es ésta una célula

transparente, muy frágil, pasajera, la cual desaparece en el momento en que el óvulo cae en las trompas.

Cuando el huevo empieza á desarrollarse se presenta sobre la pared de la vesícula de Graaf una célula que engruesa, penetra en el vitellus del óvulo y se funde con la vesícula germinativa. La primera es la llamada vesícula embriónica de Balbiani. De la fusión de las dos vesículas germinativa y embriónica nace el germen, el cual, después, seguirá un desarrollo completo y se pone en contacto con el elemento masculino y en el caso contrario se detendrá en su evolución, sobre todo tratándose de los animales superiores.

Tal es la constitución del huevo entre éstos, en algunas especies de peces, en los batracios y en la mayor parte de los invertebrados.

Huevos de las aves. — El huevo mejor estudiado ha sido el de gallina, el cual se compone, de dentro á fuera, de las partes siguientes:

1.º Cáscara.

2.º Membrana de la cáscara formada por dos láminas que dejan entre ellas, por la parte más abultada del huevo, un espacio lleno de aire llamado cámara de aire.

3.º El blanco, albumen ó clara del huevo, formado por tres capas de albúmina y dividido en compartimientos por un ligero tejido membranoso. La densidad de estas capas de albúmina aumenta desde la superficie al centro.

4.º Membrana vitelina que envuelve la parte amarilla ó yema del huevo, suspendiéndola en medio del albumen en virtud de dos ligamentos que partiendo de esta membrana van á unirse á la interna de la cáscara.

5.º Del amarillo ó yema del huevo, constituido por una masa granulosa abundante en materia grasa y en pigmentos.

6.º Casi al extremo de uno de los diámetros perpendiculares al eje mayor del huevo, se encuentra un montón de células granulosas que forman una especie de disco grueso en su parte media llamado cicutricula ó disco prolífero, en cuyo centro se encuentra la vesícula germinativa Purkinjel.

Este disco prolífero y su vesícula germinativa son, con la membrana vitelina, las únicas partes que corresponden al huevo de los mamíferos.

Cáscara del huevo. — Está formada por una substancia orgánica sulfurada impregnada de sales calcáreas y de pigmentos algunas veces que parecen derivar de los de la bilis del animal. El análisis de la cáscara del huevo da los siguientes resultados:

	Gallina	Ganso
Materia animal	4'15	3'55
Carbonato de calcio.	93'70	95'26
— de magnesio	1'39	0'72
Fosfato de calcio con un poco de fosfato de magnesia.	0'76	0'47

(Liebermann et Vické.)

Membrana de la cáscara. — Tiene la misma composición que la oseína y por incineración deja algunas cenizas con fosfato de cal. La que forma los compartimientos del albumen parece que tiene la misma composición.

Cámara de aire. — El gas que contiene es más rico en oxígeno que el aire ordinario, encontrándose en él 23'5 de oxígeno por 100.

Composición media del huevo. — Un huevo de gallina pesa de 40 á 75 gramos ó sean 58 gramos por término medio. Para 100 partes de este huevo, la cáscara y las membranas pesan de 9 á 11, la clara 60'5 y la yema 29. La clara es siempre más pesada que la yema.

Los huevos cuya constitución se aproxima más á la de los mamíferos son los huevos de los peces oseosos. Los huevos de la carpa contienen en 100 partes:

Agua	64'08
Paravitelina	14'06
Oleína y margarina.	2'57
Colesterina.	0'27
Lecitina.	3'05
Cerebrina	0'21
Materias extractivas	0'39
Materia colorante	0'03
Clorhidrato de amoníaco	0'04
Cloruros alcalinos	0'45
Sulfato y fosfato de potasa	0'04
Fosfatos de cal y de magnesia.	0'29
Membranas y envolturas	14'53

(Gobley.)

Albuminoides. — Cuando el albumen de un huevo de ave pasa á través de una tela, la clara privada en parte de sus membranas forma un líquido algo viscoso, opalescente, de color de ámbar, de gusto débilmente salino y que da reacción alcalina con el tornasol. Está constituido por una solución imperfecta de albúmina que se enturbia ligeramente por el agua. Añadiendo 3 volúmenes de ésta al de albumen se puede filtrar la mezcla y obtener un líquido claro que, tratado por el ácido acético debilitado ó por el mismo ácido carbónico, precipita una substancia soluble en la sal marina al décimo. Esta substancia es una globulina que puede separarse también saturando el líquido por el sulfato de magnesia ó añadiendo una solución saturada de sal marina, como también por simple diálisis de la clara de huevo; en todos estos casos se separa la globulina. Filtrado de nuevo el líquido y sometido á la agitación mecánica, da un precipitado fibrinoso formado por una substancia albuminoide que se separa por simple agitación y es insoluble. Esta materia singular ha encontrado Gautier que representa próximamente $\frac{1}{2}$ por 100 del peso total del albumen, que descompone el agua oxigenada y se disuelve en la sal marina al décimo.

Difiere de la fibrina en que no se hincha ni se disuelve en el amoníaco diluido y en que su disolución salada no se coagula por los ácidos como la de la fibrina, y difícilmente por el calor.

Separadas estas materias queda la albúmina ú ovalbúmina que ya hemos estudiado, la cual es una mezcla de tres especies, puesto que la coagulación de una disolución de clara de huevo según acabamos de ver comienza hacia los 50° por un ligero enturbiamiento que ya es notable de los 57 á 63°. Se separa así próximamente la quinta parte del peso de la albúmina disuelta. Si entonces se filtra con las precauciones necesarias y se calienta nuevamente el líquido entre los 63 á 71° sólo se produce un enturbiamiento insignificante y de los $\frac{4}{5}$ del peso de la albúmina primitivamente disuelta sólo se coagulan 72 á 75. Estas coagulaciones sólo son instantáneas.

De estos hechos ha deducido Gautier que la clara de huevo contiene, en estado soluble, por lo menos dos variedades de albúmina. Aun se puede obtener del líquido filtrado, después de la coagulación por el calor, y añadiendo un poco de ácido acético y elevando la temperatura hasta la ebullición, un albuminato alcalino, que el calor sólo no puede precipitar mientras el líquido primitivo sea neutro ó alcalino.

Por último, la clara de huevo contiene una substancia proteica clasificada por Morner entre los mucoides, llamada ovomucoide, la cual representa el 10 por 100 del residuo seco.

Materias accesorias de la clara de huevo. — Separando las materias albuminoides de la clara del huevo, quedan aún en la solución otras que se pueden recoger evaporando la solución en el vacío.

Agotado el líquido por el éter se obtiene un extracto azulado, el cual deja grasa y colessterina por evaporación. Si entonces se trata este residuo, que es insoluble en el éter, por el éter alcoholizado se encuentran el oleato y palmitato de potasio. En seguida se retira por el agua, materias extractivas nitrogenadas poco conocidas, algo de glucosa y de sales solubles.

La incineración de la solución acuosa evaporada y del residuo da separadamente las materias minerales solubles é insolubles. Procediendo así, 100 partes de albumen del huevo de gallina han dado:

Agua	86'68
Materias albuminoides	12'27
— extractivas	0'38
Glucosa	0'05
Grasas	huellas.
Sales minerales	0'66

(A. Gautier.)

Las cenizas forman del 6'4 al 6'8 por 100 de la clara de huevo. La composición de estas cenizas por 100, es la siguiente:

Cloruro de sodio	9'16
— de potasio	41'29
Sosa no unida al cloro.	23'04
Potasa — —	2'36
Cal.	1'74
Magnesia	1'60
Óxido de hierro	0'44
Ácido fosfórico	4'83
— carbónico	11'60
— sulfúrico	2'63
— silícico	0'49

Es notable en estas cenizas la abundancia en las sales de potasa y particularmente en cloruro de potasio, lo cual las distingue de las del suero sanguíneo. Este carácter bastaría para establecer que el albumen es un plasma intra-celular. Una [parte de] las bases se une á la albúmina y el resto parece encontrarse en estado de carbonato de fosfato y de sulfatos de sosa y de cal.

Vitellus. — Mezclado por agitación forma una materia cremosa amarillo-anaranjada que se emulsiona en el agua, de olor y de gusto débiles, neutra y coagulable por el alcohol y por el calor.

Bajo el microscopio aparece compuesta de esférulas de dos especies: unas ricas en grasa y en lipocramo; otras pequeñas, transparentes y casi incoloras, las cuales son semicristalinas y albuminoides.

La materia albuminoide principalmente contenida en el vitellus es la vitelina que ya conocemos clasificada entre las núcleo-albúminas. También existe en la yema de huevo una nucleína ferruginosa, *el hematógeno*, descubierta y estudiada por Bunge.

La vitelina permanece sin disolver cuando se agota la yema de huevo por una mezcla de agua y de éter. Tomando nuevamente el residuo insoluble por el éter y por la sal marina al décimo, se disuelve la vitelina y queda la nucleína, bastando diluir con agua para precipitar la vitelina de esta solución.

La yema de huevo de gallina da el siguiente resultado analítico:

Agua.	51'49
Vitelina y otras materias proteicas	15'76
Margarina y oleína.	21'30
Colesterina	0'44
Lecitina	8'43
Cerebrina	0'30
Cloruros de potasio, de sodio, sulfato de potasa	0'277
Sal amoníaco.	0'034
Fosfatos de cal y de magnesia.	1'022
Materias colorantes, vestigios de hierro, glucosa.	0'553

(Gobley.)

100 partes de cenizas dejadas por calcinación de la yema de huevo presentan la composición siguiente:

Sal marina.	9'12
Sosa.	1'08
Potasa	10'90
Cal	13'62
Magnesia	2'20
Óxido de hierro.	2'30
Ácido fosfórico combinado	60'16
Silice	0'62

(Poleck y Weber.)

La vitelina y los gránulos de aleurona ó vitelina insoluble son los albuminoides esenciales de la yema del huevo. Las llamadas por Fremy y Valenciennes ictina y emidina se presentan en el vitellus en granulaciones de forma cuadrangular permaneciendo cuando se agota el vitellus sucesivamente por el agua, el alcohol y el éter. La ictina es soluble en los ácidos acético y fosfórico, y contiene 1'9 por 100 de fósforo. La ictidina de los huevos de carpa se disuelve en una pequeña proporción de agua y precipita si se diluye bastante.

Gobley ha encontrado 8'43 gramos de lecitina y 0'30 gramos de cerebrina en 100 gramos de yema de huevo de gallina; 3'04 gramos de lecitina, y 0'205 de cerebrina en 100 gramos de huevos de carpa bien formados. La yema de huevo contiene de 1 á 1'7 por 100 de nucleína.

Además de la glucosa cuya proporción se eleva según A. Gautier, á 0'180 próximamente para un vitellus medio, la yema de huevo contiene gran número de gránulos microscópicos de estructura análoga al almidón, pero más pequeños, los cuales tienen la propiedad de volverse azules por la acción del yodo. Existen ya en el huevo encerrado en el ovario, pero desaparecen á medida que se desarrolla el embrión.

Las materias colorantes del huevo son dos: una que carece de hierro y parece análoga á las materias biliares; otra más difícilmente soluble, ferruginosa y parecida á la hematoïdina. Una y otra son solubles en el alcohol en frío.

Relaciones entre el tiempo de incubación y la composición del huevo. — El huevo de gallina sometido á incubación exhala ácido carbónico y vapor de agua y absorbe oxígeno; el vitellus se oscurece sin que se desprenda ningún producto pútrido. Al cabo de algunos días pierde el 5 por 100 en peso; al cabo de 14 días el 13 por 100; á los 21 días ha perdido del 16 al 20 por 100. El huevo en incubación respira; absorbe oxígeno y desprende ácido carbónico; un poco de nitrógeno y vapor de agua. Esta representa $\frac{11}{12}$ de la pérdida total. El peso de oxígeno que absorbe el huevo sometido á incubación es mayor que el que corresponde al ácido carbónico exhalado en la relación de 100 á 95 hacia el día 10, y 100 á 81 del 16 al 19.

Durante la incubación el huevo por sí mismo desprende calor, verificándose cierto número de transformaciones hasta ahora poco conocidas. A los ocho días de incubación, la clara del huevo está mo-

dificada; sometida á la ebullición toma la forma de coágulo amarillento, debiéndose este color á una materia oleaginosa procedente acaso del vitellus que aun permanece intacto. Hacia el final de la incubación la clara de huevo queda reducida á un residuo terroso y la yema, muy disminuída, entra en la cavidad abdominal del embrión.

Varios fisiólogos aseguran que la cantidad de materias grasas contenidas en el huevo disminuye próximamente en su mitad durante la incubación. Pero esta afirmación aun deja lugar á la duda, puesto que otros sabios no menos distinguidos han comprobado en sus experiencias que sólo existe una disminución casi insensible en las grasas, y hasta alguno de ellos, como Parkes, asegura que las materias del vitellus solubles en el éter aumentan durante la incubación.

Durante el desarrollo del embrión, la cantidad de cloruros que existen en las cenizas totales del huevo disminuye, mientras que aumenta el peso de los óxidos de calcio y de magnesio procedentes de la clueca. Parece, pues, probable que los cloruros alcalinos sirven en parte para constituir los clorofosfatos de los huesos.

El fósforo de los fosfatos del feto parece tomado de la yema del huevo; la cal, en parte, de la clueca y en parte de la clara de huevo; la potasa, de la clara y de la yema. La pérdida de peso observada se deja sentir en los cuerpos grasos, en los albuminoides y en los hidratos de carbono; por consiguiente, el feto se nutre de manera semejante que el animal adulto.

Fluido masculino. — Tal y como sale de los canales deferentes es un líquido espeso, filamentoso, sin olor, de color blanco ligeramente ambarino, de reacción neutra ó débilmente alcalina, conteniendo algunos glóbulos mucosos, granulaciones brillantes y gran cantidad de corpúsculos específicos que constituyen el elemento fecundante masculino, los espermatozoides.

A este líquido vienen á juntarse.

1.º El líquido de las glándulas del canal deferente, líquido viscoso y de color amarillo obscuro.

2.º El producto segregado por las vesículas, que es obscuro, cremoso, rico en albúmina, mezclado con células epiteliales de desecación, y de pequeños coagulados solubles en el ácido acético;

3.º El fluido de las glándulas prostáticas que es muy abundante en el momento de la fecundación. Es alcalino y contiene de 98 á 98'5 por 100 de agua y de 0'5 á 1'1 de una materia albuminoide especial. En el caballo esta secreción deja en la incineración un poco más del 1 por 100 de cenizas ricas en sal marina mezclada de fosfatos y de sulfatos de potasa y de cal;

4.º El líquido de la glándula de Cowper segregado por las glándulas del canal uretral, cuyo líquido es transparente, alcalino y un poco salado.

Líquido fecundante eyaculado. — Es un líquido muy complejo

que, además de su constitutivo esencial, los espermatozoides, contiene los productos procedentes de las glándulas accesorias á los órganos masculinos.

Su aspecto es heterogéneo, presentando espacios blancos opacos más abundantes en espermatozoides que nadan en medio de un líquido filante y claro. Su olor recuerda el del gluten fresco. Según Robin, este olor no sería propio de ninguna de las secreciones que concurren á su formación y se produciría solamente en el momento de la eyaculación. Es debido á un alcaloide notable, la espermina, de la cual ya nos hemos ocupado.

El líquido donde nadan los espermatozoides es casi transparente y contiene diversos albuminoides, acaso algo de cerebrina y de lecitina, fosfato de espermina, sales, entre las cuales predominan el cloruro de sodio y los fosfatos terrosos.

Sus materias proteicas son la mucina, siempre en pequeña cantidad, y la espermatina. Esta última es soluble en el agua, coagulable por el alcohol, pero no por el calor, precipitable por el ácido acético con redisolución en un exceso, y por el ferrocianuro de potasio en presencia de un poco de ácido acético.

Cuando se evapora lentamente este líquido se depositan prismas de cuatro caras romboédricas, ó dobles pirámides clinorrómbicas de cuatro caras. Estos cristales pueden aparecer espontáneamente algunas horas después de la emisión del líquido. Por mucho tiempo se ha discutido sobre su naturaleza y sólo se sabe hoy que están constituidos por el fosfato de espermina.

El espermatozoide no ha podido ser analizado separadamente. Esencialmente está formado por una materia contráctil; los ácidos débiles detienen y hacen desaparecer rápidamente los movimientos del espermatozoide; los medios ligeramente alcalinos lo conservan.

La temperatura óptima de su actividad es de 35 á 40°. Las soluciones fuertemente alcalinas ó ligeramente ácidas, el éter, el alcohol, el cloroformo, las esencias, las sales metálicas, el jarabe de azúcar, la orina, una temperatura superior á 53°, etc., se oponen ó hacen desaparecer en los espermatozoides todo signo de vitalidad; el café, la coca, la morfina, la urea, la glicerina, la sal marina y el curare al parecer no tienen acción sobre ellos.

El cuerpo de los espermatozoides está principalmente formado por materias albuminoides mezcladas y combinadas en parte con la lecitina y la cerebrina; su cabeza es rica, sobre todo en ácido nucleínico. Tratando el líquido fecundante por una solución de sal marina al décimo, se separan las partes extrañas á los espermatozoides y se obtiene un coágulo poco denso donde se encuentra sobre todo una combinación resultante de la unión de la nucleína con la protamina.

Si después de haber desecado el líquido seminal de los mamíferos se le trata por una mezcla de alcohol y de éter, se obtiene próximamente 4 por 100 de un cuerpo amarillento, de aspecto graso,

que por incineración da mucho ácido fosfórico libre. Los espermatozoides cuando se les calcina dejan próximamente 5 por 100 de cenizas formadas principalmente de fosfatos.

Resisten á la putrefacción y los ácidos sulfúrico, nítrico y acético no los disuelven completamente. Estos caracteres permiten encontrarlos y reconocerlos en medicina legal.

Análisis del líquido fecundante. — El análisis total de este líquido es raro y antiguo; he aquí uno de ellos:

	Hombre	Caballo	Toro
Agua	90	81'9	82'1
Materias albuminoides y extractivas. } Extracto etéreo }	6	16'4	15'3
Materias minerales	4	1'61	2'6

(Vauquelin y Kolliker.)

75 por 100 de cenizas están formadas de fosfato cálcico.

Si no tenemos datos precisos sobre este líquido en los mamíferos, podemos por lo menos utilizar el excelente trabajo de Gobley sobre la fecundación de los peces: he aquí los datos relativos á la carpa:

Agua	78'80
Albuminoides y membranas.	20'24
Lecitina.	1'01
Cerebrina	0'21
Colesterina.	0'16
Cuerpos grasos neutros	2'12
Materias extractivas	0'36
Sal amoníaco	0'05
Cloruros alcalinos	0'38
Sulfatos —	0'14
Fosfatos de cal y de magnesia	0'52

Resulta de estas investigaciones que el líquido fecundante de la carpa presenta la mayor conformidad con la composición y las propiedades de la yema del huevo y del cerebro.