

plusieurs semaines ; puis commence la deuxième phase de la décomposition de l'urine : la fermentation alcaline.

Fermentation ammoniacale.

5. L'acidité diminue et l'urine pâlit ;
6. L'urée se décompose en carbonate d'ammoniaque et l'urine devient alcaline ;
7. L'urine est recouverte d'une pellicule blanchâtre, de phosphate ammoniaco-magnésien, et dégage une odeur ammoniacale fétide ;
8. L'acide urique a disparu (il s'est transformé en urates de soude et d'ammoniaque) ; il est remplacé par des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien, des cristaux d'urate d'ammoniaque, et, enfin, du phosphate de chaux amorphe.

Tous ces phénomènes peuvent se produire anormalement dans la vessie ; ils sont également anormaux si la fermentation ammoniacale est accomplie quelques heures après la miction.

II. — EXAMEN CHIMIQUE

1. Acétone. — CO $\left\{ \begin{array}{l} \text{CH}^3 \\ \text{CH}^3 \end{array} \right.$

a) On soumet à la distillation un demi-litre d'urine fraîchement émise, et acidulée par l'acide chlorhydrique ; aux premières portions obtenues par la distillation, on ajoute quelques gouttes de lessive de potasse, puis quelques gouttes de solution d'iodure de potassium iodée ; s'il y a de l'acétone, il se forme presque immédiatement un précipité jaune d'iodo-

forme, soluble dans l'éther (réaction de Lieben, ou réaction de l'iodoforme).

En l'absence d'acétone, l'alcool peut donner le même précipité ; mais ce qui distingue nettement ce dernier, c'est qu'il ne se forme qu'au bout de plusieurs heures.

b) Un autre procédé consiste à alcaliniser les produits de la distillation par l'ammoniaque liquide et à ajouter ensuite quelques gouttes de teinture d'iode : il se forme également un précipité cristallin d'iodoforme ; cette réaction (de Gunning) n'appartient qu'à l'acétone.

Toutefois, la réaction de Lieben paraît être la meilleure, à condition que l'on tienne compte de la rapidité avec laquelle se forme le précipité.

L'urine renfermant une certaine proportion d'acétone dégage une odeur de chloroforme, caractéristique, plus prononcée quelques heures après son émission.

Signification clinique. — L'acétone se rencontre :

- a) En petite quantité, à l'état physiologique, après une alimentation riche en substances azotées ;
- b) Dans l'inanition ;
- c) Dans le diabète sucré, surtout lorsque les malades sont soumis au régime azoté ;
- d) Dans les maladies infectieuses ;
- e) Dans certaines affections de mauvaise nature (carcinome).

2. Acide urique. — $\text{C}^5\text{H}^4\text{Az}^4\text{O}^3$.

Ce corps peut se trouver dans l'urine sous quatre formes différentes :

1° A l'état d'urate neutre de soude (*dissous dans l'urine normale*) ;

- 2° A l'état d'urate acide de soude (précipité);
- 3° A l'état d'acide urique libre (précipité);
- 4° A l'état d'urate d'ammoniaque (précipité).

1° *L'urate neutre de soude* existe toujours en solution dans l'urine normale, en quantité variable; le dosage de cette substance est une opération trop délicate pour être pratiquée en clinique.

L'urate acide de soude et l'acide urique libre offrent des caractères physiques qui permettent de les reconnaître généralement *par la simple inspection*. Nous croyons utile de les indiquer ici, quitte à donner leurs caractères chimiques à l'article *urates* (page 64).

2° *L'urate acide de soude* se présente sous forme d'un précipité amorphe, très abondant (par le repos, il occupe souvent le 1/3 ou la 1/2 inférieure du verre), d'une coloration rose pâle ou rougeâtre, peu dense, car le mélange se maintient pendant quelque temps après l'agitation, très soluble dans l'urine à chaud; il suffit donc de *chauffer* l'urine troublée par l'urate acide de soude, pour faire *disparaître complètement le précipité*.

La coloration rose ou rouge est due à l'indigo rouge qui se fixe sur l'urate.

3° *L'acide urique libre*, quand il existe dans l'urine, s'y trouve toujours en petite quantité; il a l'aspect de la brique pilée ou de grains de sable d'un rouge vif (par l'indigo rouge), *très denses*, s'élevant difficilement dans l'urine par l'agitation, et retombant aussitôt au fond du verre, pour y former une couche d'un demi-millimètre d'épaisseur au maximum. Cette poudre rouge est également insoluble dans l'urine froide et

dans l'urine chauffée. (Elle se dissout par l'addition de lessive de soude ou de potasse.)

L'acide urique libre peut exister dans l'urine au moment de son émission; l'urate acide de soude, au contraire, étant beaucoup plus soluble à chaud qu'à froid, est toujours dissous au moment de la miction et ne se précipite que plus tard par le refroidissement de l'urine.

4° *L'urate d'ammoniaque*, se présentant sous forme de cristaux très petits, ne peut être décelé qu'à l'examen microscopique.

Réactif de l'acide urique et de ses composés ou Réaction de la murexide.

Si la nature d'un sédiment est douteuse, on peut employer la réaction suivante, qui permet de décider s'il renferme ou non de l'acide urique sous une forme quelconque :

On place dans une petite capsule de porcelaine une légère quantité du précipité à examiner; on y ajoute une ou deux gouttes d'acide nitrique, et on chauffe doucement jusqu'à siccité : si le mélange renferme de l'acide urique, il reste une tache *orange*, laquelle par l'addition d'ammoniaque devient *rouge pourpre*, puis enfin *bleue* par une nouvelle addition de lessive de potasse; c'est la *réaction de la murexide*. (Voir aussi, pour l'acide urique et les urates, l'examen microscopique.)

Signification clinique.

1° *L'urate neutre de soude*, dissous dans l'urine, augmente dans tous les cas où l'hématose est entravée (leucocythémie,

affections du poumon et du cœur avec gêne de la respiration etc.). L'albumine n'atteint pas son terme ultime de transformation : l'urée. C'est une oxydation incomplète par défaut d'oxygène dans le sang. Si en même temps l'urine est peu abondante et acide, l'urate devient libre sous forme d'urate acide.

2° L'urate acide de soude se précipite sous la forme que nous avons décrite plus haut; il indique :

- a) Un état fébrile;
- b) Une perte considérable d'eau par d'autres voies (travail musculaire énergique);
- c) Une alimentation trop azotée et trop abondante (oxydation incomplète par excès de combustible).

3° L'acide urique libre se rencontre surtout chez les gouteux et caractérise la diathèse urique. — Il y a à craindre dans ce cas la formation de calculs ou la production de lésions mécaniques (érosions accompagnées d'hémorragies) dans différentes parties de l'appareil urinaire et occasionnées par les aspérités des cristaux d'acide urique.

L'acide urique libre prend aussi naissance parfois dans l'urine après la miction; ce cas rentre dans la catégorie de ceux où il se précipite de l'urate acide de soude par le refroidissement (voir 2°). La différence provient du degré d'acidité de l'urine.

4° Pour l'urate acide d'ammoniaque, voir fermentation alcaline, page 45.

3. Albuminoïdes.

On peut trouver dans l'urine un certain nombre de substances albuminoïdes :

- A } l'albumine du sérum, ou sérine, ou *sérumalbumine*;
la globuline du sérum, ou paraglobuline, ou substance
fibrino-plastique, ou *sérumglobuline*;
- B l'hémialbuminose ou propeptone;
- C la peptone;
- D la fibrine;
- E l'hémoglobine.

La sérine et la paraglobuline sont les deux substances que l'on désigne ordinairement sous le nom générique d'*albumine*.

Lorsqu'on veut faire des recherches délicates concernant la présence de diverses matières albuminoïdes, il est indispensable de filtrer l'urine jusqu'à ce qu'elle soit parfaitement claire.

A. Réactifs de l'albumine ordinaire

Les réactifs qui décèlent la présence de la sérine et de la globuline, ou *albumine ordinaire*, sont au nombre de deux principaux.

1^{er} réactif. On met deux ou trois centimètres cubes d'urine dans un tube à réaction, on chauffe jusqu'à l'ébullition¹, puis on ajoute quelques gouttes d'acide nitrique : si le liquide renferme de l'albumine, il se trouble et prend une coloration jaune plus foncée; c'est la réaction *xanthoprotéique*. La coloration jaune devient *orange* par l'addition d'ammoniaque.

Cette réaction est incontestablement la plus pratique et la meilleure au point de vue clinique; pour l'employer, il n'est pas besoin de filtrer l'urine; de plus, elle renseigne immé-

¹ Si l'urine se trouble par la chaleur et que le trouble disparaisse par l'addition d'acide nitrique, il est dû aux phosphates ou carbonates alcalino-terreux : dans ce cas, la potasse caustique augmente le trouble.

diatement sur la présence d'urates, de phosphates ou de pus dans l'urine.

a) La chaleur seule ne suffit pas; car elle précipite aussi les carbonates et les phosphates alcalino-terreux; d'autre part, si l'urine est neutre ou alcaline, l'albumine ne se coagule pas par la chaleur seule; donc, deux causes d'erreur.

b) L'acide nitrique seul ne suffit pas non plus, même lorsqu'on emploie l'épreuve de l'anneau d'après Heller: en effet, il peut précipiter les urates, et parfois aussi l'urée sous forme de nitrate d'urée (ces deux précipités ne se forment pas si l'on chauffe préalablement l'urine); il peut aussi mettre en liberté l'acide urique ou donner naissance à la formation d'anneaux colorés résultant de l'oxydation des matières colorantes de l'urine; la réaction par l'acide nitrique seul *tarde* parfois à se produire (dans l'urine chauffée, au contraire, le trouble apparaît immédiatement). Enfin, si l'urine est trouble, il faut la chauffer pour reconnaître la nature des substances en suspension.

Par l'usage des balsamiques (copahu, térébenthine), l'urine renferme des substances qui se précipitent également par l'acide nitrique. Il y a deux moyens pour distinguer ce trouble de celui produit par l'albumine: en ajoutant de l'alcool concentré, le trouble dû aux acides résineux disparaît, tandis que celui dû à la coagulation de l'albumine persiste; ou bien l'on peut employer le deuxième réactif de l'albumine, ce qui se fait de la manière suivante.

2° *réactif*. Dans quelques centimètres cubes d'urine, on verse de l'acide acétique jusqu'à réaction franchement acide, puis quelques gouttes d'une solution de ferrocyanure de potassium: s'il se produit un trouble ou un précipité, le liquide renferme de l'albumine. L'opération se fait à *froid*.

Ce procédé est également très recommandable; mais si l'urine est trouble et qu'elle ne s'éclaircisse point par l'addition de l'acide acétique, il est nécessaire de la filtrer, à moins que le précipité d'albumine ne soit très abondant et ne se distingue nettement du trouble préexistant.

Réactif spécial de la paraglobuline

Il y a un réactif spécial pour déceler la paraglobuline: on ajoute à l'urine une solution concentrée de sulfate de magnésie; la paraglobuline seule se précipite.

Moyen de débarrasser l'urine de l'albumine qu'elle renferme

Il est souvent nécessaire de débarrasser une urine de l'albumine qu'elle renferme, dans le but de faire un autre examen ultérieur, tel que l'analyse du sucre, par exemple; pour cela, on ajoute à l'urine de l'acide acétique jusqu'à réaction nettement acide, puis $\frac{1}{3}$ de son volume de solution saturée de chlorure de sodium; on fait bouillir; l'albumine se précipite d'une manière complète en une masse blanche, floconneuse.

On opère la seconde recherche sur le liquide filtré.

Recherche de l'albumine au lit du malade

Il y a trois moyens principaux:

1. Les *papiers réactifs* (méthode de Geissler). — On se sert de deux bandelettes préparées à l'avance, l'une imprégnée d'acide citrique, l'autre d'une solution de sublimé corrosif et d'iodure de potassium; on dilue l'urine d'un égal volume d'eau, et l'on y plonge successivement les deux bandelettes; si l'urine renferme de l'albumine, il se produit un trouble bien apparent. — Il faut diluer l'urine: sans cela,

les urates seraient également précipités et simuleraient l'albumine. Les peptones et les alcaloïdes peuvent être également précipités; le procédé n'est donc pas rigoureux.

2. Les *tablettes de ferrocyanure de potassium et d'acide citrique*. — On écrase une tablette et on l'ajoute à l'urine à examiner. En cas d'albumine, trouble \pm abondant.

3. Enfin, le troisième procédé que nous avons indiqué ci-dessus et qui consiste à chauffer l'urine avec du vinaigre et du sel de cuisine; l'albumine donne un précipité blanc.

B. Recherche de l'hémialbuminose ou propeptone

Cette substance est intermédiaire entre l'albumine et la peptone.

Elle ne précipite point par la chaleur;

Elle précipite par l'acide nitrique;

Elle précipite par l'acide acétique et le ferrocyanure de potassium;

Elle précipite par l'acide acétique et le chlorure de sodium.

Tous ces précipités se dissolvent par la chaleur, et reparaissent par le refroidissement.

Elle est donc précipitée par tous les réactifs que nous avons donnés plus haut pour l'albumine (globuline et sérine), à condition qu'ils soient employés à froid.

Dès lors, voici comment on procède à la recherche de l'hémialbuminose.

On fait bouillir l'urine additionnée de quelques gouttes d'acide acétique et d'une solution de chlorure de sodium; toute l'albumine est précipitée. On filtre à chaud, et on laisse refroidir; si le liquide renferme de l'hémialbuminose, il se trouble par le refroidissement; on peut encore accen-

tuer le dernier précipité en ajoutant une nouvelle quantité de solution de sel. Dans ce cas, le trouble ne disparaît plus par la chaleur.

C. Recherche de la peptone

Elle ne précipite par aucun des réactifs donnés ci-dessus pour l'albumine et l'hémialbuminose.

Pour déceler sa présence, il faut donc préalablement enlever ces deux dernières substances en faisant bouillir l'urine avec l'acide acétique et le NaCl; on laisse refroidir, on filtre, et sur la liqueur filtrée on opère la réaction du Biuret. (La liqueur filtrée ne doit plus se troubler par l'acide acétique et le ferrocyanure de potassium.)

Pour cela, on alcalise la liqueur au moyen de la potasse caustique et l'on ajoute une ou deux gouttes d'une solution étendue de sulfate de cuivre; en présence de la peptone, on voit apparaître une légère coloration rose.

D. Recherche de la fibrine

La fibrine se présente à l'état d'éléments figurés que nous rencontrerons à l'examen microscopique.

E. Recherche de l'hémoglobine

Enfin, l'hémoglobine sera décelée par les réactifs spéciaux employés à la recherche du sang ou de sa matière colorante.

Signification clinique. — A. L'albumine peut se trouver passagèrement et en petite quantité dans l'urine de personnes saines.

Lorsqu'elle existe d'une manière permanente bien caractérisée, l'albuminurie peut être produite de trois manières :

1° L'albumine traverse les parois de la capsule de Bowman, en même temps que l'urine; c'est l'albuminurie rénale véritable;

2° L'albumine est due exclusivement à la présence dans l'urine, de sang ou de pus (albumine du sérum de ces deux liquides);

3° L'albumine provient : en partie de l'appareil excréteur lui-même; en partie du sang ou du pus mélangés ultérieurement à l'urine.

Dans une urine albumineuse, on recherche donc la présence du pus ou du sang; si ces deux éléments manquent : albuminurie véritable. S'ils existent, on examine si la quantité d'albumine est en rapport avec le sang ou le pus contenus dans l'urine; dans ce cas, la proportion d'albumine est toujours faible. Si l'albuminurie est considérable et qu'il y ait en même temps dans l'urine du pus ou du sang, l'albumine provient de deux sources à la fois. Du reste, dans le cas d'albuminurie d'origine rénale, il y a ordinairement dans l'urine d'autres éléments de diagnostic (cylindres urinaires, etc.). (Voir III : Examen microscopique.)

L'albuminurie rénale véritable indique toujours un état anormal de l'épithélium glomérulaire à travers lequel l'urine est filtrée. Mais cette disposition de l'épithélium n'exclut nullement l'intervention de facteurs spéciaux, tels que la composition du sang (anémie, hydrémie, auto-infections dans certaines fièvres inflammatoires aiguës; empoisonnements); la pression du sang (albuminurie par augmentation de pression; par diminution de pression : théorie de Runeberg); l'existence d'affections rénales nettement définies (néphrite aiguë ou chronique, sclérose rénale, rein amyloïde).

Le trouble de l'albumine serait *floconneux* dans les cas d'albuminurie d'origine néphritique, et *uniforme, non floconneux*, lorsqu'il résulterait de l'état du sang.

Dans tous les cas d'albuminurie, il faut donc tenir compte :

1. De l'état de la nutrition générale (examen du sang; analyse quantitative de l'urine (voir chap. VII); albuminurie consécutive au défaut de nutrition du rein lui-même).

Il y a diminution d'urée dans l'albuminurie d'origine néphritique ;

2. De l'existence d'agents toxiques ou infectieux (affections fébriles, telles que la scarlatine, le typhus; intoxications, telle que l'intoxication saturnine); c'est l'albuminurie transitoire;

3. De l'état de la circulation (lésions du cœur ou des poumons, produisant l'anémie artérielle, la stase veineuse);

4. Enfin, des autres signes que peut fournir l'urine (quantité totale d'urine; densité; réaction; présence de cylindres, de cellules épithéliales, de globules rouges ou blancs, de cristaux, de bactéries). En cas d'albuminurie, il faut donc toujours, outre l'examen général du malade, faire un examen microscopique de l'urine (voir ci-dessous), car les diverses causes que nous venons d'énumérer peuvent aussi se combiner et concourir à un même résultat.

B. L'hémialbuminose n'a pas, jusqu'à présent, de signification clinique déterminée.

C. La peptone apparaît dans l'urine surtout après la résorption du pus ou d'exsudats (dans les abcès profonds, la fièvre puerpérale, etc.).

4. Bile. — On peut déterminer la présence :

- a) De la matière colorante biliaire;
- b) Des acides biliaires.

a) MATIÈRE COLORANTE BILIAIRE.

L'urine renfermant de la matière colorante biliaire est généralement orange ou d'un rouge brun \pm foncé, ou verdâtre.

Par l'agitation, elle donne une mousse *jaune*, tandis que les urines rouges non biliaires donnent toujours une mousse blanche. Il a exception lorsque le malade a pris de la santonine; on reconnaît la présence de ce médicament par les alcalis (*voir page 76*);

Si l'on agite l'urine avec du chloroforme, toute la matière colorante biliaire se dissout dans ce dernier qui se colore en jaune et gagne le fond du tube;

Réaction de Gmêlin :

1. On détermine directement la présence de la bilirubine en versant dans un tube une petite quantité d'acide nitrique-nitreux, à laquelle on ajoute avec précaution l'urine à examiner, de manière que le mélange ne se fasse pas; à la surface de séparation des deux liquides, il se forme une série d'anneaux colorés (de haut en bas : vert, violet, rouge, jaune), parmi lesquels le *vert seul* est caractéristique. Les couleurs autres que le vert peuvent être produites par des substances autres que la matière colorante biliaire (l'indigo, l'urobiline);

La bilirubine (jaune) par l'oxydation donne la biliverdine (matière colorante verte)*;

La bilirubine réduite par l'hydrogène donne l'urobiline (rouge);

2. Dans les cas douteux la réaction de Gmêlin peut être pratiquée sur la solution chloroformique dont nous venons de parler. Ici, c'est le chloroforme (coloré en jaune) qui est

* A l'air, la bile jaune devient donc verte.

introduit d'abord dans le tube; l'acide nitrique ajouté ensuite surnage et provoque la réaction de haut en bas;

3. Un troisième moyen d'opérer la même réaction consiste à ajouter à l'urine *une goutte* de solution de *nitrite de potassium*, puis *une goutte d'acide sulfurique*: il se forme au sein du liquide de l'acide nitrique-nitreux qui donne la coloration verte;

4. On peut encore oxyder la bilirubine et la transformer en biliverdine par l'addition à l'urine d'une petite quantité de teinture d'iode ou d'eau de brome;

5. Enfin, en ajoutant quelques gouttes d'une solution de violet de méthylaniline à 1 pour 500 (violet de Paris), on obtient une coloration rouge acajou.

b) ACIDES BILIAIRES (acide glycocholique, acide taurocholique).

Réaction de Pettenkofer :

Quelques gouttes d'urine additionnées d'une quantité à peu près égale d'acide sulfurique, puis de solution de sucre de canne à 10 %, sont chauffées dans une petite capsule de porcelaine; il se produit une coloration *violet pourpre*. Cette réaction n'est pas applicable en clinique, car elle exige un minimum de 4 pour 1000, environ, de sels biliaires dans l'urine, et ensuite elle doit nécessairement être contrôlée par un examen spectroscopique pour éviter toute cause d'erreur.

Signification clinique. — La présence de la matière colorante biliaire dans l'urine est due à la résorption de la bile par les lymphatiques; elle indique :

a) Un obstacle mécanique à l'écoulement de la bile, pouvant siéger :

Dans le foie;