

les pertes en matière glycogène et en sucre; Thomson et Babington ont obtenu de bons résultats de cette médication, et Moritz Traube a démontré expérimentalement que l'huile est réellement digérée, et qu'elle ne passe pas en nature dans les fèces.

Je ne m'arrêterai pas sur le traitement du diabète par le sucre; les observations de Bence Jones, de Griesinger et de Sloane en montrent l'inutilité et les inconvénients; mais je vous donnerai en terminant un dernier conseil: ne mettez jamais de vésicatoire à un diabétique; la prédisposition aux phlegmasies cutanées et aux gangrènes est la raison de ce précepte que vous ferez bien de ne jamais oublier.

TRENTE-DEUXIÈME LEÇON

SUR L'EXAMEN CLINIQUE DE L'URINE

Appréciation de la quantité des matières solides contenues dans l'urine au moyen du densimètre. — Principes du calcul. — Multiplicateurs de Henry, Christison, Bouchardat.

Recherche et évaluation approximative des chlorures.

Recherche du pigment biliaire. — Procédés ordinaires. — Procédés de Neubauer, de Kühne, de Brücke, de Heller. — Procédé par le chloroforme. — Procédé de l'auteur.

Recherche de l'albumine. — Procédés et causes d'erreurs. — Influence de l'acidité anormale de l'urine.

Recherches du sucre. — Réactifs de Moore. — de Böttger. — Réactifs cupro-potassiques. — Causes d'erreur. — Réactifs de Krause, — de Mulder, — de Neubauer et Vogel.

MESSIEURS,

Je vous ai parlé, à plusieurs reprises, de l'examen de l'urine, et, sans m'arrêter aux procédés pratiques, je vous ai signalé l'importance de certaines réactions auxquelles le clinicien est journellement obligé d'avoir recours. Je veux consacrer notre conférence d'aujourd'hui à l'étude de ces analyses qualitatives, et vous exposer les moyens fort simples qui permettent au médecin de reconnaître dans l'urine les chlorures, la matière colorante de la bile, l'albumine et le sucre. Je laisserai de côté les déterminations quantitatives qui exigent

les opérations complexes du laboratoire; mais je tiens à vous rappeler, en commençant, le procédé qui permet de déduire, avec une approximation suffisante, le chiffre des matériaux solides de l'urine du chiffre de la densité; j'espère vous démontrer ainsi l'importance de l'examen densimétrique de l'urine, dont je vous ai déjà indiqué l'utilité dans mes *leçons sur le mal de Bright, l'urémie et le diabète*.

On procède dans ce calcul de la manière suivante : la densité de l'urine étant prise avec soin et ramenée, s'il y a lieu, à la température de 15 degrés, on multiplie le chiffre aréométrique qui dépasse 1000, soit Δ , par un nombre que l'expérimentation a fait connaître, et que je désigne pour l'instant par M; le produit obtenu exprime la quantité X de matières solides contenue dans 1000 grammes d'urine; l'opération se borne donc à cette équation : $X = M\Delta$. Si, au lieu de 1000 grammes d'urine, on a affaire à une autre quantité de liquide, soit U, il suffit de multiplier le produit résultant de la première équation par ce second facteur U : d'où $X = M\Delta \times U$. Soit donc le nombre empirique $M = 2$, et une urine marquant 1020 au densimètre; 1000 grammes de cette urine renferment $M\Delta$, c'est-à-dire $2 \times 20 = 40$ de matières solides. Si le malade rend 1500 grammes d'urine en vingt-quatre heures, et qu'on veuille connaître la quantité de matières solides fournies dans cet espace de temps, il suffit de multiplier ce premier produit 40 par U, c'est-à-dire par 1500 grammes ou litre 1,5, et le chiffre obtenu, 60 grammes, exprime la quantité cherchée. Le multiplicateur M n'a pas été fixé de la même manière par tous les observateurs : Henry l'a égalé à 2,58, chiffre trop

élevé; Christison s'est arrêté à 2,33, et cette formule est généralement suivie en Angleterre; après de nombreuses recherches, le professeur Bouchardat a adopté le chiffre 2, que Trapp regarde aussi comme le plus exact. D'après Vogel, l'erreur de cette dernière formule ne peut excéder un cinquième pour l'état pathologique; l'approximation serait plus grande encore si l'on prenait une moyenne, soit 2,16, entre le chiffre de Bouchardat et celui de Christison. Ce calcul empirique offre une précision suffisante pour les besoins ordinaires de la clinique; mais, par cela même qu'il ne donne pas des résultats absolus, il importe de ne pas augmenter l'erreur en négligeant l'influence de la température sur la densité. Les tables que voici vous permettront de ramener le chiffre aréométrique à celui de la température de 15 degrés. Ces tables ont été dressées par M. Bouchardat; la première se rapporte à l'urine non sucrée, la seconde à l'urine sucrée.

Table de corrections pour l'urine non sucrée.

Température.	Retrancher du chiffre densimétrique.
0	0,9
1	0,9
2	0,9
3	0,9
4	0,9
5	0,9
6	0,8
7	0,8
8	0,7
9	0,6
10	0,5
11	0,4
12	0,3
13	0,2
14	0,1
15	0,0

Température.	Ajouter au chiffre densimétrique.
16	0,1
17	0,2
18	0,3
19	0,5
20	0,7
21	0,9
22	1,1
23	1,3
24	1,5
25	1,7
26	2,0
27	2,3
28	2,5
29	2,7
30	3,0
31	3,3
32	3,6
33	3,9
34	4,2
35	4,6

Table de corrections pour l'urine sucrée.

Température.	Retrancher du chiffre densimétrique.
0	1,3
1	1,3
2	1,3
3	1,3
4	1,3
5	1,3
6	1,2
7	1,1
8	1,0
9	0,9
10	0,8
11	0,7
12	0,6
13	0,4
14	0,2
15	0,0

Température.	Ajouter au chiffre densimétrique.
16	0,2
17	0,4
18	0,6
19	0,8
20	1,0
21	1,2
22	1,4
23	1,6
24	1,9
25	2,2
26	2,5
27	2,8
28	3,4
29	3,5
30	3,7
31	4,0
32	4,3
33	4,7
34	5,1
35	5,5

Recherche des chlorures. — Il suffit de verser dans l'urine une solution de nitrate d'argent pour produire un précipité blanc, caillé, qui résulte de la formation du chlorure d'argent. L'absence complète des chlorures dans l'urine étant tout à fait exceptionnelle, cette réaction peut être dite constante. Mais ce qui intéresse le clinicien, ce n'est pas de savoir que l'urine contient des chlorures, c'est d'apprécier les variations de quantité que présentent ces sels dans le cours de certaines maladies, notamment dans la pneumonie, où ils diminuent pendant l'augment et l'acmé, pour regagner peu à peu le chiffre normal après la défervescence. Or, sans recourir aux procédés de l'analyse quantitative, on peut avec quelques précautions obtenir sur ce point une évaluation approximative suffisante, pourvu qu'on répète l'expérience tous

les jours pendant la durée de la maladie. Voici comment il convient d'opérer : dans un verre conique gradué, on verse une quantité déterminée d'urine préalablement additionnée de deux ou trois gouttes d'acide nitrique ordinaire ; cette addition a pour but de prévenir le dépôt des phosphates qui se précipiteraient en même temps que le chlorure, si le milieu n'était pas parfaitement acide. Cela fait, on verse goutte par goutte la solution concentrée de nitrate d'argent (50 pour 100), jusqu'à ce que le réactif traverse la couche liquide sans former de précipité ; on est certain alors que tous les chlorures de l'urine sont déposés sous forme de chlorure d'argent ; ce sel se réunit au fond du verre en un dépôt blanc, compacte et caillotté ; au bout de quelque temps le tassement du précipité est effectué, et on lit sur la partie graduée du verre la division à laquelle correspond son niveau supérieur. Si l'on répète chaque jour cette expérience en suivant exactement le même procédé, il est clair qu'on obtiendra une série de nombres comparables, qui exprimeront en volumes les oscillations quantitatives des chlorures, avec une approximation parfaitement suffisante. Alors même qu'on a pris la précaution d'acidifier convenablement l'urine, il est toujours utile, pour éviter toute erreur, de s'assurer que le précipité n'est réellement formé que par du chlorure d'argent ; dans ce but, vous n'avez qu'à l'essayer par l'ammoniaque ; il doit s'y dissoudre en totalité. J'applique en ce moment ce procédé à l'urine d'un de nos pneumoniques, vous pouvez voir qu'il présente toute la rapidité qu'exige la clinique ; ne négligez donc pas, sous prétexte de difficultés ou de perte de temps, ces recherches toujours

instructives. Il va sans dire que si l'urine est albumineuse, il faut, avant de la soumettre au nitrate d'argent, la priver d'albumine, soit par la chaleur, soit par l'acide nitrique, après quoi l'opération est poursuivie comme de coutume.

Je vais maintenant vous exposer, en les appliquant devant vous, les procédés qui font reconnaître dans l'urine la présence de la matière colorante de la bile ; vous pourrez ainsi en apprécier la valeur respective.

Recherche du pigment biliaire. — Le réactif ordinaire de la cholépyrrhine ou biliphéine est l'acide nitrique commun à quatre équivalents d'eau, et contenant une petite proportion d'acide nitreux. L'urine étant dans un verre à expérience, on ajoute un peu d'acide en ayant soin de le faire couler goutte à goutte le long de la paroi du verre ; l'acide tombe directement au fond, et l'on voit apparaître là, surtout au niveau du contact des deux liquides, une zone verte qui passe par le bleu, le violet et le rouge pour aboutir au jaune. Dans bon nombre de cas, le jeu des couleurs est complet, mais souvent aussi on n'obtient pas toute la série ; la coloration verte, qui se montre la première, est la seule caractéristique de la cholépyrrhine. Neubauer a remarqué, en effet, que les teintes rouges et violettes peuvent être données également par l'uroxanthine et par les produits de sa métamorphose. De là résulte qu'en présence de la couleur verte, vous pouvez conclure à l'existence du pigment biliaire, tandis que la conclusion ne serait pas légitime si vous aviez toutes les autres teintes en l'absence de la teinte verte.

Bien que l'urine contienne réellement du pigment

biliaire, la réaction précédente peut manquer dans deux circonstances : si la quantité de cholépyrrhine est extrêmement faible, le changement de couleur n'a pas lieu ; dans d'autres cas sur lesquels Frerichs a appelé l'attention, il ne se produit qu'au bout de plusieurs heures : d'où la nécessité de ne pas se prononcer prématurément pour la négative, lorsque l'ensemble des phénomènes pathologique dénote positivement que l'urine doit renfermer de la matière colorante biliaire. — Lorsque l'urine provient d'individus qui prennent de la rhubarbe ou de la santonine, les principes colorants de ces végétaux pourraient être confondus avec les pigments biliaires, mais vous éviterez l'erreur au moyen des carbonates alcalins : ils colorent ces principes en rouge de sang, tandis qu'ils sont sans action sur la biliphéine et ses modifications.

Procédé de Neubauer. — Plus sensible que le précédent, ainsi que vous pouvez le voir, ce procédé consiste dans l'usage d'un mélange à parties égales d'acide nitrique et d'acide sulfurique.

Procédé de Brücke. — Il a l'avantage de fournir à la fois la teinte verte et le jeu des couleurs. J'ajoute à l'urine quelques gouttes d'acide azotique, de manière à obtenir la coloration verte ; puis je fais couler lentement, le long de la paroi du verre, 20 à 30 gouttes d'acide sulfurique concentré ; il tombe au fond, et la réaction à teintes variables apparaît à la zone de contact.

Procédé de Kühne. — Il faut commencer par verser dans le verre une certaine quantité d'acide nitrique, de manière à avoir une couche de quelques centimètres ; avec une pipette, on fait alors arriver à la surface de l'acide une portion d'urine ; la réaction se montre au

contact des deux liqueurs par un anneau d'un beau vert ; cette coloration s'étend de bas en haut, et la zone inférieure de l'anneau vire au bleu, au violet et au jaune.

Procédé de Heller. — Non moins sensible qu'élégant, ce procédé consiste à ajouter à l'urine une petite quantité d'albumine liquide ; on agite fortement pour avoir un mélange intime. On couvre, avec cette urine rendue albumineuse, le fond d'une assiette de porcelaine blanche, et l'on ajoute quelques gouttes d'acide nitrique. L'albumine se coagule en entraînant une partie de la matière colorante, et les flocons verts ainsi obtenus tranchent nettement par leur coloration sur le fond de l'assiette.

Procédé par le chloroforme. — Dans toutes les opérations précédentes, on agit à la fois sur la cholépyrrhine ou biliphéine et sur sa modification, la biliverdine. Ici, on n'agit plus que sur la cholépyrrhine ; si vous oubliez cette distinction fondamentale, vous serez exposés à interpréter vicieusement les résultats variables de cette réaction. Elle est fondée sur ce fait qu'ont établi les travaux de Brücke, Valentiner et Funke : le chloroforme dissout la cholépyrrhine en prenant une couleur jaune, mais il ne dissout pas la biliverdine : aussi l'urine ictérique, convenablement privée de cholépyrrhine par le chloroforme, donne encore, avec l'acide azotique, la teinte verte caractéristique. J'ai constaté ce fait un grand nombre de fois, et je l'ai consigné dans mon travail sur la bile. Or, comme la cholépyrrhine se modifie au contact de l'air et se transforme en biliverdine, il peut se faire que l'urine examinée ne contienne plus que cette dernière matière, et que l'action du chloroforme soit nulle ou peu marquée ; dans plusieurs cas déjà, j'ai observé ce phénomène négatif,

qui se produit d'autant plus facilement que l'urine a séjourné plus longtemps à l'air. Cette variabilité dans les résultats fait que, malgré sa sensibilité, le procédé chloroformique est moins commode que les autres pour le clinicien, qui n'a pas besoin de dissocier et de séparer les matières colorantes biliaires. Je vais vous montrer, du reste, comment on l'emploie; voici de l'urine ictérique toute fraîche; je l'épuise avec du chloroforme en agitant doucement, jusqu'à ce que la dernière portion ajoutée reste incolore; c'est la preuve que toute la cholépyrrhine a passé dans le chloroforme, et la liqueur présente alors deux couches: l'inférieure est formée, comme vous le voyez, par l'émulsion chloroformique colorée en jaune; la supérieure est formée par l'urine privée de cholépyrrhine. Il faut décanter soigneusement cette partie supérieure avec une pipette, de manière à ne conserver que le chloroforme, qu'on recouvre ensuite d'une légère couche d'acide nitrique; le jeu des couleurs se produit de haut en bas, même avec de très-petites quantités de biliphéine. — Selon le conseil de Neubauer et Vogel, on peut, avant d'ajouter l'acide nitrique, mettre de côté une partie de la solution chloroformique, la faire évaporer à l'air et examiner le résidu au microscope; on y trouve des cristaux d'un rouge jaunâtre, c'est la cholépyrrhine. — L'urine extraite par la pipette donne, avec l'acide nitrique, les réactions ordinaires du pigment biliaire.

Procédé de l'auteur. — Aucun observateur que je sache n'a signalé le procédé que je vais vous montrer: c'est pourquoi je me permets de l'appeler mien. D'une simplicité sans égale, il présente une sensibilité exquise,

et, plusieurs fois déjà, je l'ai vu déceler la présence du pigment biliaire dans l'urine qui ne donnait pas de réaction par les moyens habituels. À l'acide azotique ordinaire quadrhydraté je substitue l'acide monohydraté fumant, dont la densité est de 1,025, et je l'emploie ainsi: l'urine étant dans le verre à expériences, je prends une goutte d'acide avec une baguette de verre, et je la plonge dans les couches supérieures de l'urine; cette goutte tombe au fond, entraînant avec elle une quantité de matière verte dont l'abondance est en raison directe de la proportion de pigment contenue dans le liquide; pour peu que l'urine soit chargée, une seule goutte suffit pour que la réaction se manifeste avec une entière évidence, et la teinte verte est plus éclatante que celle qu'on obtient avec l'acide ordinaire. Si l'urine est moins riche en pigment, une seconde goutte, ajoutée de la même manière, fait apparaître la précipitation de la matière verte; je n'ai jamais vu qu'il fallût plus de trois ou quatre gouttes. L'acide et la matière verte qu'il entraîne avec lui se réunissent au fond du verre, et là on peut voir se produire le jeu des couleurs, mais c'est un fait accessoire, je n'y insiste pas; la réaction caractéristique est constituée par la formation et la précipitation de la substance verte. Si vous ajoutez à la fois une plus grande quantité d'acide, il se produit instantanément dans toute la masse un abondant précipité, dont la teinte verte est tellement foncée qu'elle paraît plutôt noire; mais diluez alors ce liquide avec deux ou trois fois son volume d'eau, et vous avez la belle teinte *vert-pré* que je vous montre en cet instant. Je vous recommande expressément ce procédé que je n'ai jamais trouvé en défaut; souvenez-vous seulement que l'acide

nitrique monohydraté est extrêmement caustique, et qu'une seule goutte produit une brûlure des plus douloureuses avec eschare.

Recherche de l'albumine. — L'acide nitrique ordinaire et la chaleur sont les deux réactifs de cette substance; ils ont pour effet de la faire passer de l'état soluble à l'état coagulé, et produisent en conséquence dans la liqueur un précipité blanc dont l'abondance et la compacité varient selon la richesse de l'urine en albumine. Quel que soit le procédé qu'on emploie, il faut, dans tous les cas, constater avant l'épreuve la réaction du liquide au moyen du papier de tournesol; si cette réaction est franchement acide, on peut recourir, sans crainte d'erreur, à l'une quelconque des deux méthodes d'examen; si au contraire la réaction est neutre ou alcaline, l'acide peut seul être employé sans autre opération préalable, la chaleur ne doit être appliquée qu'après acidification suffisante de l'urine; l'addition de l'acide employé dans ce but doit être faite avec les plus grandes précautions; au moment où le liquide commence à rougir le papier bleu, il faut s'arrêter. L'examen par la chaleur peut alors être pratiqué en toute sécurité; mais procéder à la recherche de l'albumine sans constatation préalable de l'acidité de l'urine, c'est s'exposer, ne l'oubliez pas, à des erreurs grossières. Lorsque l'urine est troublée par des matières organiques en suspension, il est bon de la filtrer avant de la soumettre aux réactifs.

Si l'on opère avec l'acide nitrique, rien de plus simple; l'urine étant contenue dans un verre ou dans un tube à expérience, on y verse une quantité d'acide égale au quart de son volume, aussitôt le liquide se trouble, et selon la

proportion d'albumine, on le voit se coaguler en masse, ou bien donner un précipité floconneux abondant, mais à flocons isolés, ou bien enfin fournir seulement une opalescence générale, dont les flocons générateurs ne peuvent être distingués à l'œil nu; la quantité d'albumine est dans ce cas au minimum. Si le liquide ne s'est pas coagulé en masse, le précipité se rassemble et se tasse au fond du vase sous l'influence du repos. Le précipité ainsi obtenu est souvent soluble d'emblée dans un grand excès d'acide; dans d'autres cas il ne se dissout pas à froid, mais toujours il disparaît lorsque après addition de l'excès d'acide on porte le mélange à l'ébullition. Il y a alors destruction de la substance plutôt que dissolution, mais cela importe peu; ce qui est certain, c'est que la liqueur devient limpide en prenant une couleur d'un brun foncé. Vous pouvez en juger *de visu* sur cette urine qui provient de notre homme au mal de Bright chronique.

Cette méthode présente une source d'erreur; elle peut donner lieu à un précipité blanchâtre ou à une opalescence, quoique l'urine ne soit point du tout albumineuse; dans la majorité des cas ce précipité trompeur est formé par l'acide urique, beaucoup plus rarement par l'urée. Voici ce qui se passe et le moyen d'éviter la faute. L'acide nitrique décompose les urates et met l'acide urique en liberté; or, ce dernier est moins soluble dans l'eau que les urates neutres, conséquemment, si l'acide urique ainsi produit est en excès relativement à la quantité d'eau de l'urine, il ne peut pas se dissoudre complètement, de là le trouble ou le précipité qui se forme dans le liquide. Ce dépôt disparaît complètement à chaud ou par l'addition d'une certaine quantité d'eau. La connaissance de