

Biochimie médicale

L'examen clinique comporte les signes cliniques et les examens complémentaires.

Dans l'examen complémentaire: on fait l'examen biochimique (analyses biochimiques et hémolytiques "hémogramme", enzymologie clinique).

Le programme de la biochimie médicale

- 1/ les prélèvements
- 2/ les analyses biochimiques
- 3/ les méthodes de l'analyse biochimique
- 4/ l'exploration du fonction du foie
- 5/ l'exploration du rein
- 6/ le métabolisme glucidique et les fonctions pancréatiques
- 7/ le pancréas exocrine et les fonctions intestinales
- 8/ l'exploration de l'équilibre hydrominérale
- 9/ l'exploration de l'équilibre acido-basique
- 10/ l'équilibre minérale et le parathyroïde
- 11/ l'exploration de la thyroïde
- 12/ " " surrénale
- 13/ l'enzymologie clinique
- 14/ l'épanchement et l'analyses des fluides.

LES PRELEVEMENTS

Introduction :

Le prélèvement constitue la première étape d'une analyse biochimique, la bonne réalisation du prélèvement conditionne en grande partie la validité du résultat.

Il faut considérer q'un prélèvement doit être fait pour confirmer un diagnostique, il est donc précédé d'un examen clinique complet.

La nature **du matériel à prélever** est déterminé par le type du substance qu l'on cherche à doser.

Ces substances sont nombreuses, les plus importants sont:

- Les produits du métabolisme: glucose, créatinine, l'urée, acides gras libres, cholestérol, la bilirubine, les corps cétoniques.

- Les électrolytes: Na⁺, Ca⁺⁺, K⁺...

- Les oligo-éléments: zinc, cuivre.

- Les hormones: adrénaline, œstrogène, androgène,

- Les enzymes: transaminase, phosphatase ...

Les analyses les plus courantes portent sur le sang, l'urine; le praticien pourra prélever d'autres liquides tel que le lait, le LCR, le liquide d'épanchement ainsi que les fragments tissulaires.

A- Prélèvement du sang:

1- le sang:

Le prélèvement sanguin s'agit habituellement du sang veineux ou du sang capillaire. Le sang artériel n'est que exceptionnellement utilisé pour la mesure du PH et gaz du sang.

a) Le prélèvement veineux :

Est le prélèvement le plus utilisé car est plus facile à réaliser chez les grandes animaux, la technique habituelle consiste à recueillir directement le sang dans un tube à essai ou un flacon contenant une quantité suffisante d'anticoagulant pour le volume du sang désiré (**Chez les bovins:** veine jugulaire, caudale, **Le chat :** la récolte du sang dans la veine jugulaire peut être difficile à cause de la taille des vaisseaux, dans ce cas on peut récolter un échantillon du sang sur la veine de l'oreille.

b) Le sang des capillaires:

Peut être au niveau des extrémités par piques de coussinet plantaire ou de pavillon de l'oreille, il représente un mélange du sang artériel et veineux, il convient surtout pour les analyses cytologiques du sang "réalisation d'un frottis pour le dosage rapide par des bandelettes de certains substances tel que l'urée, le glucose ...ainsi que la réalisation de micro hématocrite, le taux de l'hématocrite renseigne surtout en cas d'anémie, déshydratation.

2- L'utilisation du prélèvement sanguin :

a) l'influence du jeûne :

De nombreux dosages biochimiques ne sont pas modifiés après un repas léger par contre le glucose et les lipides totaux sont modifiés par ingestion alimentaire, de plus tout repas riche en graisse créant une hyperlipidémie peut gêner la réalisation d'un dosage calorimétrique.

Le prélèvement doit être effectué sur un animal calme et mentionné par une contention efficace en effet l'excitation, la peur, l'exercice physique modifient certaines valeurs telles que l'acide lactique, le glucose et l'adrénaline. De plus une ponction veineuse difficile sur animal qui se débatte peut favoriser l'hémolyse par un afflux des thrombocytes "coagulation".

b) le choix de sérum "sang sans fibrinogène":

Il est obtenue en laissant coaguler le sang complètement ou mieux on centrifuge le prélèvement et des que le caillot commence à former " du 15au 30min, selon les espèces.

Le sérum ne contient pas fibrinogène, cette protéine participe à l'élaboration du caillot.

Le sérum sera essentiellement pour l'électrophorèse, le dosage enzymatique ainsi que le dosage de la bilirubine.

c) le choix du plasma:

Il est obtenu en centrifugeant le sang prélevé sur anticoagulant, le caillot ne se forme pas. Le plasma correspond au sérum au quel on rajoute le fibrinogène, il est de ce fait préférentiel au grands nombres d'analyses ex: les hormones, les fibrinogènes, glutamine transférase, phosphatase alcaline, créatine kinase.

3- Le matériel pour recueillir du sang:

a) Matériel de la ponction:

On utilise soit des seringues en verre ou en plastique à usage unique dont la taille est choisie en fonction de volume qui l'on désire prélever.

On utilise une aiguille dont le calibre est déterminé en fonction du vaisseau à ponctionner et de la seringue choisie, en effet une aiguille très fine montée sur une grosse seringue entraîne une aspiration difficile et par la suite une hémolyse de sang prélevé.

Soit: système de tube sous vide est plus utilisé chez les grands animaux

Dans tous les cas: il faut disposer d'un matériel stérile et sec, un défaut d'asepsie peut entraîner d'une part l'inoculation des germes pathogènes de l'animal et d'autre part une contamination du prélèvement modifiant divers paramètres.

b) Matériel de désinfection:

Il permet d'intervenir sur une zone cutanée dépourvue de sueur, on utilise une tendeuse ou une paire de ciseaux pour couper les poils afin de dégager le lieu du prélèvement puis on le désinfecte localement.

c) Matériel de stockage:

Sert à recueillir le prélèvement et doit donc satisfaire en même temps conditions de stérilisation que le matériel de ponction.

Sa nature est conditionnée par le type du prélèvement, pour une analyse de sérum, le sang est recueillie dans un tube simple stérile "tube sec". Pour une analyse du plasma, on utilise un tube avec anticoagulant (l'héparine, le TDA.)

d) Les anticoagulants complexant le calcium:

Les oxalates:

Les oxalates de sodium, lithium et le potassium inhibent la coagulation par fixation du calcium, il faut 0,01ml d'une solution d'oxalate de sodium à 200mg /ml du solution du sang. Si les tubes contenant des oxalates doivent être séché, il faut utiliser une température inférieure à 80°C afin d'éviter la perte de pouvoir anticoagulant par décomposition.

En présence d'oxalate l'eau des globules rouges vient dilué le plasma créant une erreur de dilution d'environ 5% y compris sur l'hématocrite , à forte concentration les oxalates provoquent une hémolyse, d'autre par il ne permet pas le dosage de Ca^{++} ni celui des cations correspondants aux produits utilisés (sodium, lithium ou potassium).

Les citrates:

Utilisés a la concentration de 5mg/ml de sang, il fixe également le Ca^{++} , il présente les mêmes inconvénients que les oxalates.

Le fluorure de Sodium (Na^+) :

Est utilisé beaucoup plus comme inhibiteur de la glycolyse, son pouvoir anticoagulant est faible, il faut généralement l'associer à l'oxalate, il ne permet pas le dosage de l'urée par l'uréase.

EDTA: l'éthylène diamine tétra acétique :

Il complexe le calcium et inhibe la coagulation, la concentration de 1mg/ml du sang ,il empêche le dosage des phosphatases, il conserve très bien la forme des cellules sanguines et il sera réservé en priorité pour l'hématologie.

L'héparine: est un mucopolysaccharide anticoagulant par l'inhibition de la transformation de la prothrombine en thrombine et de la conversion de fibrinogène en fibrine, il ne fixe pas le calcium, il est utilisé à la concentration de 0,5mg/ml du sang. Les solutions d'héparine peuvent être chauffé à 100°C pendant 30 min, ils présentent peu d'inconvénients sauf pour le dosage des phosphatases acides.

4) La conservation du prélèvement:

Le sang total ne peut être stocké plus de 4heurs même à 4°C, au delà il y a début d'hémolyse et dégradation du glucose. Le plasma et le sérum peuvent être conservés à la température de laboratoire pendant 4heurs et le devient pendant 24heurs; au-delà de 24heurs, il faut congeler ou lyophiliser l'échantillon afin d'inhiber la pousse bactérienne dans l'échantillon qui doit être conservé plus de 24h, il faut ajouter le streptomycine 1mg/10ml du sang.

La conservation d'échantillon congelé ne modifie pas la concentration des molécules de faibles poids moléculaire sauf le glucose, ni celle des enzymes sauf la phosphatase alcaline.

B- Le prélèvement des urines:

L'urine constitue le produit final d'un processus physiologique complexe délicatement équilibré. De nombreux mécanismes physiologiques ou pathologiques peuvent avoir une influence sur ces composants.

L'urine est modifiée non seulement par les maladies qui atteignent les reins mais encore par de nombreux troubles extra rénaux en provoquant des modifications qui peuvent avoir une signification du diagnostic.

1/Matériel du prélèvement:

L'urine est mise lors de la miction, peut être contaminé par les sécrétions des voies urinaires basses.

Afin d'obtenir un échantillon d'urine plus représentatif, il est plus intéressant d'aller recueillir l'urine dans la vessie du moyen d'une sonde introduite le long de l'urètre.

La nature de la sonde varie selon la taille, le sexe de l'animal.

Chez le mâle: l'urètre est long et infléchi, on utilise une sonde simple et souple en caoutchouc ou en plastique.

Chez la femelle: l'urètre est très court et rectiligne, dans ce cas on utilise une sonde rigide et métallique.

Le sondage urinaire est plus ou moins facile à réaliser selon les particularités anatomiques de chaque espèce animale.

2/Le matériel de stockage:

Le prélèvement sera recueilli dans un flacon stérile pour éviter d'introduire des germes exogènes, le flacon sera bouché pour éviter l'évaporation qui modifierait la densité urinaire et la concentration des différentes substances présentes.

On ne recueille pas les premières gouttes d'urine qui pourrait être souillées. En outre, il est conseillé de recueillir si possible la totalité du contenu vésical afin de prélever ensuite un échantillon qui sera plus homogène.

En cas d'obstacle urétral empêchant le cathétérisme (le sondage), on peut en dernier recours réaliser une ponction trans-abdominale de la vessie avec une aiguille très fine, mais les risques de complications infectieuses sont élevés.

3/Le matériel de conservation:

L'analyse doit être faite le plus tôt possible car la dégradation bactérienne de l'urine est très rapide et modifie les constituants non électrolytiques.

On peut éviter cette dégradation soit par une conservation de quelques heures en réfrigérant l'échantillon soit par une conservation plus longue par l'ajout de quantité de **toluène** formant une couche à la surface de l'urine. On a également **Le cyanure de mercure, le formol** (pour ce dernier, à raison d'une goutte de solution de 40% pour 30 ml d'urine ce qui va permettre de conserver le sédiment en particulier la structure des cellules et des cylindres.

4/Les propriétés physiques:

a) Le volume urinaire :

La mesure du volume urinaire émit doit être réalisée sur l'urine de 24heurs nécessite "une cage de récolte", elle est difficile à réaliser en pratique vétérinaire, le volume émit sera évaluer donc soit d'une façon subjective "personnel" par le propriétaire de l'animal ou indirecte par la mesure de la densité urinaire.

Volume par 24H: Le chat:0,1à0.5l

Le chien:0.5à1.5l

Les petits ruminants:0.8à0.9l

Le cheval:4à6l

Les bovins:4à10l

L'augmentation de l'émission urinaire est dite **polyurie** et s'accompagne d'une généralement d'une polydipsie (la soif).

La diminution de l'émission urinaire est dite **oligurie**.

L'absence de la miction urinaire est dite **anurie**, généralement observée lors de la filtration inhibée ou un obstacle à la miction urinaire.

b) caractères organoleptiques:

- La couleur:

A l'état normal, elle varie du jaune clair voir incolore (urine dilué) au jaune foncé (urine concentré).

La présence de bilirubine ou ces dérivés peut conférer à l'urine lors de certaines pathologies. Une couleur brune noirâtre dite **café**.

A forte concentration d'hémoglobine, les hématies confèrent à l'urine une couleur rosée à brin rouge, ce qui distingue entre une hématurie et une hémoglobinurie, et le fait que l'urine est trouble dans l'hématurie et transparent dans l'autre

- L'aspect:

Physiologiquement : L'urine est limpide et clair chez la plus part des espèces, la seule exception chez le cheval qui a normalement une urine très épaisse et trouble, par suite de la présence du cristaux du carbonate de calcium et de mucus.

L'urine normale des autres espèces clair à l'émission, peut devenir trouble en refroidissant par précipitation des cristaux.

Anormalement: L'urine peut être trouble quand elle contient l'un des éléments suivants : Les leucocytes, hématies, cellules épithéliales, des bactéries, le mucus, la graisse et des cristaux (si l'urine ont contient à l'émission).

Toutes les opérations d'analyses doivent être effectuées sur des urines limpides si elle ne l'est pas il faut la filtré et si malgré la filtration, elle reste toujours non limpide, il faut lui ajouter un absorbant comme le bioxyde du plomb, ou bien on peut également centrifuger l'échantillon d'urine et on examine le culot.

- L'odeur:

En générale l'odeur de l'urine n'est pas caractéristique bien que l'urine des mâles de certaines espèces (porc, chat, cheval) a une odeur particulièrement forte.

L'odeur normale de l'urine vient de la présence d'AGV. Une odeur d'ammoniac peut apparaître si l'urée est transformée en ammoniac sous l'action des bactéries.

Les corps cétoniques donnent une odeur fruitée douceâtre caractéristique, on peut les découvrir dans l'urine, dans l'acétonémie et dans le diabète sucré.

- la mousse :

Quand l'urine normale est agitée après la récolte. Celle-ci donne une mousse blanche caractéristique en quantité limitée. S'il y a une protéinurie la quantité de la mousse produite est excessive et elle est très lente à disparaître. Si des pigments biliaires sont présents, la mousse peut être verte, jaune ou jaune brun. S'il existe de l'Hémoglobine, la mousse est rouge ou brune.

d) La densité urinaire :

La densité urinaire de l'urine est une mesure de la quantité relative des matières solides en solution et donc un index de la capacité de réabsorption tubulaire ou de la concentration du rein.

Dans les conditions normales du fonctionnement rénale et du métabolisme, la densité de l'urine varie en fonction inverse du volume d'urine excrété.

Quand de grands volumes d'urine sont excrétés, la densité est faible en générale et si de petits volumes sont excrétés la densité est élevée.

$$\begin{array}{l} V \nearrow \longrightarrow D \searrow \\ V \searrow \longrightarrow D \nearrow \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} V \nearrow \longrightarrow D \searrow \\ V \searrow \longrightarrow D \nearrow \end{array}} \right\} \text{ Mais ce n'est pas valable pour le diabète.}$$

Cette relation n'est pas cependant pas vérifiée dans certain état pathologique comme de diabète sucré ($V \nearrow \longrightarrow D \searrow$).

De manière générale, la densité pour la plus part des espèces varie entre : (1.015 -1.045) on peut avoir des valeurs atteignant (1.060-1.080)

Chien : (1.015 – 1.030)

Bovin : (1.030 – 1.040)

Cheval : (1.035 – 1.050).

5/ analyse biochimique de l'urine :

* la PH : varie avec la nature du régime alimentaire,

La PH acide lors d'alimentation carnée (carnivores).

La PH alcalin lors d'alimentation végétale.

Les ruminants : PH = 7,4 – 8,4.

Le chien : PH = 6 – 7.

Le PH urinaire varie également dans certains états pathologiques ;

Il diminue lors de fièvre et d'acidose métabolique.

Il augmente quand il y a rétention ou infection urinaire et lors d'alcalose métabolique.

* Les protéines : (protéinurie)

L'urine telle qu'elle est rejetée hors de l'organisme ne contient pas de protéines décelables. La plus grande partie des protéines franchissent le filtre glomérulaire

et réabsorbées dans les tubules par conséquence l'urine normale donne une réaction négative à la recherche des protéines.

La présence de protéines dans l'urine est toujours considérée comme pathologique —(sauf au moment de la mise bas, pendant les premiers jours de vie, après un exercice intense et pendant les chaleurs).

Leur découverte signifie un état pathologique se produisant lors :

- De lésions rénales par altération du glomérule qui laisse passer les grosses molécules de protéine, soit par altération du tubule qui ne réabsorbe plus les protéines filtrées.

- Du passage intensif dans l'urine des petites protéines, qui débordent les capacités de réabsorption du tubule.

* Le glucose: (la glucosurie)

L'urine normale ne contient pas de glucose, bien que ce dernier passe facilement dans le glomérule, il est complètement réabsorbé dans le tubule, en revanche si son taux dans le sang de passe le seuil rénal, le glucose peut apparaître dans l'urine.

Comme la glucosurie est anormale donc elle doit être recherchée dans tous les examens d'urine.

La glucosurie est pathologique et peut résulter de 02 phénomènes :

- Soit augmentation du taux de glucose sanguin, au dessus du seuil de réabsorption rénale, lors du diabète sucré pancréatique soit en période post-prandial (après un repas).

- Soit d'une lésion rénale affectant les tubules qui deviennent incapable alors de réabsorber une quantité normale de glucose filtré (il y a alors glycosurie sans hyperglycémie).

* Les corps cétoniques:

Il s'agit de l'acétone, l'acide β hydroxybutyrique et l'acide acéto-acétique. Ils sont formés de façon physiologique à partir de " l'Acétyl coenzyme A", ils sont présents dans l'urine en quantité très faible pratiquement non décelable.

En cas de trouble métabolique glucido-lipidique avec accumulation de l'Acétyl coenzyme A. la voie de synthèse des corps cétoniques s'intensifie et le taux sanguin de ces composés augmente, suite à leur filtration glomérulaire passive, leur taux urinaire augmente également, et ils peuvent alors conférer à l'urine une odeur caractéristique d'acétone, essentiellement lors:

- Du diabète sucré chez le chien.
- D'acétonémie chez la vache laitière.
- De la toxémie de gestation chez la brebis.

* L'urobilinogène:

C'est un pigment dérivé de la bilirubine qui se forme dans les intestins sous l'action de la flore. Une partie de l'urobilinogène formé subit le cycle entéro-hépatique et repasse donc dans le sang. Une faible quantité de cet urobilinogène sanguin sera filtré par le rein et se retrouve dans l'urine. Le taux de l'urobilinogène urinaire varie de certains états pathologiques.

→ Il augmente dans les ictères hémolytiques par formation accrue de la bilirubine suite à la dégradation massive de l'hémoglobine.
→ Il augmente dans certaines affections intestinales, lors d'obstruction des voies biliaires et également lors de la distribution de la flore intestinale.

La détection de l'urobilinogène se fait par bandelettes.

* La sang:

Il peut être présent dans l'urine (hématurie), ou de l'hémoglobine peut s'y rencontrer en l'absence d'hématie, ça sera de l'hémoglobinurie.

Les hématies beaucoup trop volumineuses pour être filtré par le rein ne peuvent passer dans l'urine qu'à l'occasion d'une lésion hémorragique du rein ou de l'appareil urinaire et dont les causes sont variées:

- parasites.
- Traumatismes.
- Des calculs...etc.

L'hémoglobine dont le poids moléculaire permet sa filtration par le glomérule, ne se trouve pas à l'état dissout sauf dans les cas pathologiques s'accompagnant de la lyse des hématies.

Il existe de moyens simples pour distinguer entre une hémoglobinurie d'une hématurie.

- Le 1^{er} moyen est de centrifuger un échantillon d'urine à (3000 tours/min)
- Le 2^{eme} moyen est d'utiliser des bandelettes réactives à plage spéciale (c'est des réactions colorées utilisant des propriétés peroxydasiqque de l'HB qui catalysent l'oxydation d'un indicateur coloré), la zone réactive vire du jaune ou vert.

Lors d'hémoglobinurie la coloration verte est uniforme.

Lors d'hématurie les hématies s'hémo lysent au contact de la zone réactive, l'HB ainsi libérée déclenche la réaction colorimétrique autours des hématies avec apparition d'un point vert.

Examen microscopique du sédiment urinaire:

A l'état normal l'urine contient un petit nombre de cellules et autre éléments figurés provenant de tous les étages de l'appareil génito-urinaire.

Les cylindres, cellules épithéliales provenant du néphron, mucus et spz provenant de la prostate, cellules épithéliales provenant de la vessie, de l'urètre, bassin et l'urètre. De plus quelques hématies et leucocytes peuvent parvenir dans l'urine probablement à la suite de la diapédèse a niveau quelconque de l'appareil urinaire.

L'urine des chiens et des chats et des autres carnivores peut contenir quelques cristaux de phosphates.

L'urine du cheval contient de façon caractéristique des cristaux de carbonates de calcium et des filaments du mucus.

L'urine normale est exempte de bactéries dans la vessie, mais elle contient souvent un petit nombre de germes qui s'y trouve ajoutés lors de la miction.

L'EXPLORATION DES FONCTIONS DU FOIE

I- Rappel:

Le foie participe à presque tous les métabolismes et de sa distribution complète et incomplète avec la bile recevant par la veine porte le sang veineux du tube digestif et par l'artère hépatique le sang oxygéné nécessaire à la vie de ces cellules.

Le foie draine environ 1 à 1/2 L du sg/min, qu'il renvoie au cœur par les veines sus-hépatiques et la veine cave.

Entre la veine porte et les veines sus-hépatiques le foie se comporte comme un laboratoire qui retient certains produits de la digestion, charge le sang de nombreuses substances nécessaires aux différents métabolismes et l'épure de ses déchets.

Une partie de ceci passe dans la bile.

Le foie remplit ainsi deux grandes fonctions : détoxification et épuration d'une part et synthèse et mise en réserve d'autre part.

A- Détoxification et épuration :

La bile est le produit de sécrétions externes que le foie concentre et élimine la plus part des substances à excréter dont il a à purifier le sang qui la traverse.

Le foie sécrète environ 1L de bile par jour qui contient les éléments importants de la digestion, celle-ci est déversée par la voie biliaire dans le tube digestif.

La bile contient notamment: - la bilirubine, cholestérol, sels biliaires, des produits de catabolisme des hormones thyroïdiennes qui ne sont pas éliminés par le rein, des protéines et des sels minéraux.

La détoxification de l'ammoniac est le second aspect de la fonction épuratrice de foie.

L'ammoniac qu'il soit endogène (provenant de la dégradation des acides aminés du foie même) ou exogène (issu de la décomposition des protéines alimentaires).

L'ammoniac est un corps toxique (exogène ou endogène), le foie le transforme en urée (substance soluble qui passe dans le sang) et de là est éliminée par le rein.

B- Synthèse et la mise en réserve :

Les glucides :

Le foie joue un rôle important dans la régulation de la glycémie, il stocke le glucose excédentaire qui lui vient du sang de tube digestif après le repas en le transformant en glycogène.

Le glucose ainsi conservé est déversé secondairement dans la circulation générale par les veines sus-hépatiques entre les repas et pendant les périodes de jeun et selon les besoins, par ailleurs le foie assure la synthèse du glycogène lorsque le glucose vient à manquer, le foie assure la synthèse du glycogène soit à partir des lipides (néolipogenèse) et des protéines (néogluco-genèse) soit à partir d'un autre sucre (galactose).

Les lipides: le foie dégrade les acides gras alimentaires en corps cétoniques "produit de haute valeur énergétique qui sont soit consommé sur-place soit repris par la circulation générale et dirigé vers les organes comme le rein, le cœur, les utilisant préférentiellement au glucose comme source d'énergie.

Le foie assure d'autre part la synthèse du cholestérol ainsi que sa dégradation.

Les protéines: les acides aminés absorbés dans le tube digestif sont en grande partie utilisés par le foie. Il peut en fonction des besoins de l'organisme soit stocké les acides aminés soit les laissé tels que dans la circulation générale ou bien les utilisé pour la synthèse des protéines ou enfin les utilisé comme des combustibles.

Le foie est le siège de la synthèse d'une grande partie des protéines plasmatiques, presque la totalité des albumines sont synthétisés à son niveau de même que le fibrinogène, la prothrombine, les globines. Par ailleurs le foie est le lieu de stockage du fer, vitamines "A, B, D, et K.

II- Les méthodes générales de l'exploration biochimique du foie:

Il faut pratiquer un test du fonctionnement hépatique chaque fois que l'on suspecte qu'un mauvais fonctionnement du foie peut être associé à la maladie en question.

Le foie est le siège d'affections nombreuses qui peuvent être primaire (tumeur, intoxication, infection primaire, leptospirose) ou secondaire le plus souvent.

En effet par vascularisation le foie peut être sujet à des atteintes secondaires issues soit :

- Du cœur par la veine sus-hépatique et la veine cave, on aura une congestion passive chronique par décompensation cardiaque.
- De la grande circulation par l'artère hépatique.
- Du tube digestif par la veine porte et les voies biliaires

Si on s'appuyant sur les connaissances des voies générales de métabolisme hépatique et on cherchant à vérifier l'intégralité structurale du parenchyme qui l'on a pris à classer les tests d'exploration biochimique du foie en 5 tests :

1- le test de la rétention biliaire (test de cholestase):

Les anomalies de ces tests traduisent un obstacle d'évacuation de la bile par le foie, on constate:

- Un reflux dans le sang des substances normalement éliminées par la bile, c'est ainsi que le taux sanguin de la bilirubine conjugué et de cholestérol estérifié va augmentés.
- Synthèse accrue de certaines substances par l'hépatocyte sous l'effet de la stase biliaire.
- Augmentation de δ -glutamyle transférase
- Augmentation de la phosphatase alcaline.
- Absence des sels biliaires dans le tube digestif

N.B: Caractères cliniques de l'ictère en cas de cholestase : Prurit (à cause des sels biliaires), une bradycardie, urine très foncée contient de la bilirubine + les sels biliaires, selles blanchâtres et graisseuses.

2- Test à la brome – sulfone –phtaléine (BSP):

(Épreuve d'épuration plasmatique d'un colorant),

On l'appelle (la clairance hépatique), en anglais (clearance).

Elle mesure la capacité du tissu hépatique à épurer le plasma sanguin d'une substance éliminée par les voies biliaires.

La BSP est la substance chimique la plus utilisée, il existe la rose Bengale, vert d'indocyanine qui une fois injectée dans la circulation sanguine est éliminée exclusivement par le foie.

On admet que la mesure de la vitesse d'élimination de la BSP injectée par voie intraveineuse dans des conditions définies permet l'appréciation de la capacité du foie à éliminer la bilirubine donc une appréciation de la fonction excrétrice du foie.

Normalement 30min après l'injection, il reste 10% de la BSP dans le sang et 5% au bout de 45min.

Il existe une rétention de BSP dans la circulation en cas d'obstacle à l'évacuation de la bile par le foie et en cas d'insuffisance cellulaire hépatique.

En dehors de ces deux circonstances pathologiques la mesure de la vitesse d'élimination de la BSP permet d'explorer le débit sanguin hépatique.

3- Test d'insuffisance cellulaire hépatique:

L'atteinte fonctionnelle de l'hépatocyte se traduit par :

-La diminution des fonctions de synthèse et donc la baisse de concentration sanguine de la substance synthétisée par le foie (cholestérol, protéines plasmatiques et les facteurs de la coagulation, prothrombine principalement).

-La diminution de la synthèse donc l'accroissement de l'amonionémie.

- La diminution des fonctions d'épuration notamment celle de la bilirubine conjuguée (elle est non éliminée et anormalement élevée dans le sang). par ailleurs, il existe une rétention de BSP (vitesse d'élimination de BSP lente).

4- Test de la réaction inflammatoire hépatique:

Certaines affections hépatiques entraînent un syndrome biologique d'inflammation, marqué par une élévation des Gammo-globuline plasmatiques et fibrinogènes.

5- Test du cytolysse :

On assiste lors de la destruction des cellules hépatiques à la libération dans le sang de toutes les substances normalement stockées dans les hépatocytes et en particulier certaines enzymes ex:

-Aspartate –amino-transférase" nom actuelle", et anciennement appelé : **transaminase glutamo-glutamo-oxalo-acétique** ou **SGOT**

-Et surtout la **transaminase glutamo-pyruvique** ou **SGPT** ou actuellement **alanine amino-transférase** dans le taux sanguin s'élève du façon proportionnelle à l'intensité de la destruction cellulaire.

La SGPT existe en grande quantité dans les cellules hépatiques du chien et du chat.

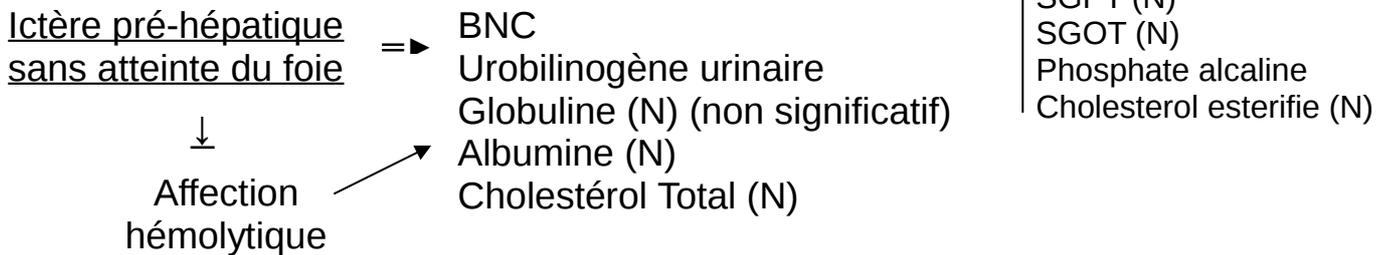
Les affections hépatiques provoquent une libération de cette enzyme qui passe dans le sérum.

L'augmentation est due à une nécrose hépatique, également tumeur du foie, surcharge graisseuse, hépatite et anémie.

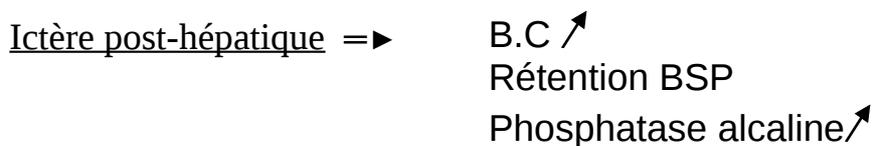
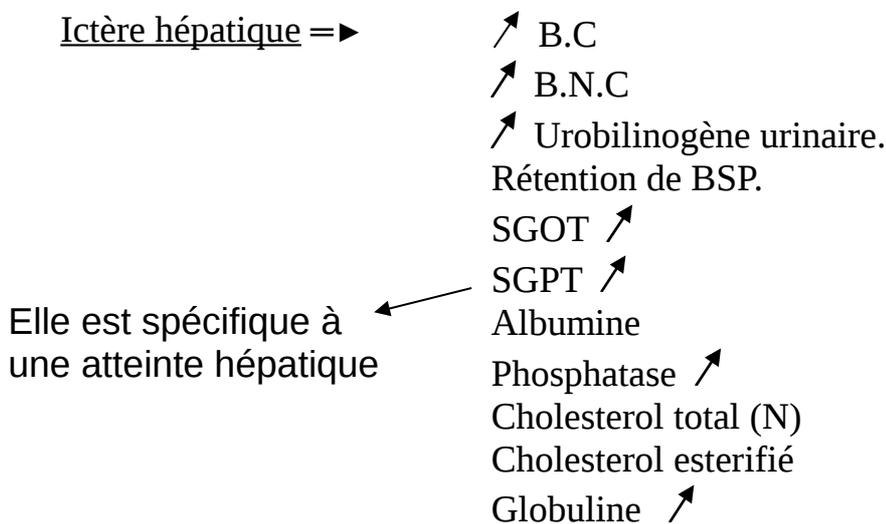
La SGOT présente dans certains tissus, sa concentration est particulièrement élevée dans le foie, les muscles du squelette et le cœur. Son augmentation est observé lors des infarctus du myocarde, anémie, nécrose des muscles squelettiques et nécrose de cellules hépatiques

Comme l'augmentation de taux de SGOT n'indique pas spécifiquement que le foie ou les muscles sont lésés, d'autres épreuves plus spécifiques doivent être pratiqués.

- Dosage de la bilirubine du sérum pour la classification des ictères :



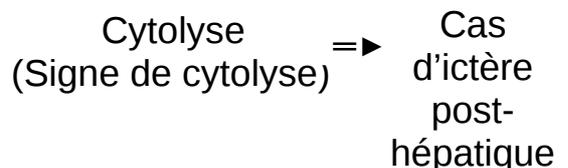
Si plus de 50 % de la bilirubine totale est conjuguée
 Il y a probablement une atteinte des cellules hépatiques ⇒



N.B :

- L'atteinte hépatique est vue en premier lieu par une augmentation de BNC et des phosphatases alcalines.

- L'augmentation des trans aminases ⇒
 (Surtout chez les carnivores)



EXPLORATION FONCTIONNELLE DU REIN

A- Fonctions générales du rein :

Au temps qu'organe de l'excrétion, le rein prend la part déterminante à l'ensemble des métabolismes de l'organisme animale.

Ces taches principales sont les suivants :

- 1- excrétion des substances étrangères à l'organisme et des productions endogènes en particulier de certains produits finaux toxiques du métabolisme.
- 2- Régulation de l'équilibre hydrominéral par accroissement ou une réduction de l'excrétion des électrolytes et de l' H_2O .
- 3- Le maintien de l'isotonie, de l'isémie et de l'isohydrie du sang.

Principales fonctions du néphron :

Le néphron est l'unité fonctionnelle élémentaire du rein, il comporte 2 parties :

- Le glomérule : c l'organe filtrant, la capacité d'une substance à passer à travers le glomérule intact, du plasma au filtrant dépend de la taille de la molécule et de sa charge électrique, ainsi, les substances dont la charge électrique est positive ou neutre sont mieux filtrées que les substances chargées négatives,
- Exp: l'albumine, poids moléculaire est de 69000 charges négatives.
- Le tubule : rôle de réabsorption et sécrétion, l'urine définitive n'étant que de (1 à 2 litres par 24h), la plus grande partie de l'urine primitive est réabsorbée par le tubule. Cette réabsorption est passive pour certaines substances ; l'urée (exp.). elle peut être active pour le glucose (il est réabsorbé à 100%).

Les épreuves fonctionnelles du rein :

1- La densité urinaire : c une propriété physique basée sur le poids des particules de la solution, plus la densité urinaire \uparrow \rightarrow plus l'osmolalité \uparrow .

(L'osmolalité désigne le nombre de particule dans la solution)

2- le dosage de l'azote non protéique du sang :

- L'urée est formée dans le foie, représente le résidu principale du catabolisme protéique est éliminé par le rein.
- Le taux d'azote uréique du sang est élevé physiologiquement par l'absorption alimentaire des protéines.
- Le taux d'azote uréique du sang est élevé lors d'un régime riche en viande.
- Régime pauvre en azote peut entraîner une diminution du taux d'urée dans le sang.
- La diminution de la vitesse d'élimination de l'urée entraîne un taux de la concentration de l'azote uréique du sang.
- L'azotémie résultant d'une diminution de l'excrétion peut être d'origine pré-rénale, rénale ou post-rénale.
- Tout facteur diminuant la filtration glomérulaire augmente le taux du sang de l'urée.

L'urémie pré- rénale : il s'observe lors :

- Diminution de l'irrigation sanguine du rein.
- Les affections qui en sont la cause ; comprennent le choc, déshydratation, les affections cardiaques et les insuffisances cortico-surrénales.

L'urémie rénale : les affections rénales proprement dite avec une atteinte glomérulaire tubulaire ou interstitielle, provoque une augmentation du taux d'urée quand plus de 75% des néphrons cessent d'être fonctionnels.

L'urémie post-rénale : Elle résulte de l'obstruction ou de la rupture des voies excrétrices urinaires provoquant une azotémie par suite d'anurie ou d'oligurie.

Créatinine : c'est une substance azotée non protéique provoquant du métabolisme musculaire. Les taux de créatinine du sérum sont beaucoup moins influencés par les facteurs tels que l'alimentation, l'état d'hydratation et le catabolisme protéique que les taux d'urée sanguine.

Les taux de créatinine dans le sérum augmente dans toutes les affections entraînant une diminution du taux de filtration glomérulaire.

Mesure de la clearance:

La clearance est le coefficient d'épuration rénale exprimé par le volume du plasma sanguine, le rein totalement débarrassé d'un corps donné en un temps déterminé, elle est calculée à partir de la concentration dans l'urine d'un corps "x", (U_x)= concentration d'un corps x dans l'urine, du volume d'urine excrété par unité de temps (U_v) et de la concentration dans le plasma du corps "x" = (P_x) suivant la formule:
$$\frac{U_x * U_v}{P_x} = P_v$$
 (P_v : volume du plasma)

Cette corrélation simple permet par la simple détermination de la concentration d'une substance donnée propre à l'organisme ou d'origine extrinsèque, dans le sang et dans l'urine et par la mesure de débit urinaire d'obtenir des indications très précises sur l'activité fonctionnelle du rein.

L'unité de mesure de la clearance est le (ml/min).

La valeur de la clearance dépend du mécanisme de l'élimination de la substance considérée:

1) la substance est totalement résorbée dans le tube urinaire après avoir filtré dans le corpuscule glomérulaire, elle n'est pas retrouvée dans l'urine définitive ($U_x = 0$) et sa clearance est égale à 0 (cas de glucose).

2) s'il s'agit au contraire d'un corps qui filtre au niveau du glomérule et qui n'est ni résorbé ni sécrété par les tubes urinaires, la mesure de la clearance de ce corps permet alors d'apprécier l'activité de filtration du glomérule (cas de la créatinine).

L'injection de l'insuline sous forme de goûte à goûte en I.V est une méthode qui permet de déterminer le quotient de filtration glomérulaire (GFR) ou (GF).

Circonstances pathologiques de la diminution de l'urée sanguine:

→ Diminution de la synthèse d'urée:

- Insuffisance hépatique 80% de la masse du foie.
- Déficit des enzymes du cycle de l'urée
- Diminution du débit de la circulation hépatique.

→ La diminution de l'urée sanguine par augmentation de filtration au niveau du néphron.

- Induite par une thérapie liquidienne qui augmente la diurèse.

Diurèse pathologique → cas de polyurie chez les diabétiques.

PANCREAS ENDOCRINE

Diabète sucré

Diabète: terme générique recouvrant plusieurs maladies qui ont en commun l'augmentation du volume des urines, avec fuite d'une substance chimique organique qui est le sucre.

- Diabète sucré.
- Diabète rénale.
- Diabète insipide.

1) les hormones mises en jeu dans la régulation glycémique:

a) L'insuline:

C'est une hormone protéique sécrétée par les cellules β de Langerhans; elle est constituée de 2 chaînes;

La chaîne A: constituée de 21 acides aminés.

La chaîne B: constituée de 30 acides aminés.

Ces 2 chaînes sont reliées par 2 ponts disulfure, son poids moléculaire est de 36000 et sa structure est globale la même chez les mammifères, mais au néanmoins varie dans certains acides aminés.

L'insuline de chien & de l'homme ne varie que d'un seul AA. L'insuline permet la pénétration du glucose dans les Cellules, elle stimule les voies de biosynthèse (glycogénèse & protéogénèse musculaire), elle permet également la lipogénèse au niveau de tissus adipeux. Au niveau hépatique elle induit la synthèse de la glycokénase & glycogène synthétase favorisant ainsi le stockage sous forme de glycogène.

2 - le glucagon:

Sécrété par les Cellules (α), de nature poly peptidique a chaîne unique de 29 AA semble peut différent selon les espèces.

Il permet la libération de glucose a partir du glycogène, permet la synthèse du glucose a partir d'AA, il favorise la néoglucogénèse.

3 - autres hormones:

- Hormone de croissance stimule la glycogénolyse.
- adrénaline : même action que glucagon.
- glucocorticoïdes : stimulent la néoglucogénèse hépatique.
- progestérone & œstrogène abaissent la sensibilité tissulaire a l'insuline.

2) Signes & physiopathologie du diabète sucré:

Les signes :

- hyperglycémie. – polyphagie. – polyurie. – polydipsie. – glycosurie.

Le tarissement ou bien la non disponibilité de glucose par les cellules est suivi d'une augmentation du glucose dans la compartiment vasculaire (hyperglycémie), le manque dans le compartiment cellulaire entraîne un déficit énergétique et par réflexe le centre de la faim est excité d'où la polyphagie ; celle-ci ne fait que compliquer l'hyperglycémie déjà existante et dépasse ainsi le seuil rénal, d'où l'élimination de glucose par les urines (glucosurie).

Comme le glucose est osmotique, il entraîne avec lui de l'eau d'où la polyurie. Le compartiment vasculaire est riche en glucose, plus concentré que le compartiment cellulaire, il va y avoir passage d'eau de la cellule vers les vaisseaux d'où « Déshydratation cellulaires », d'où additionner à la polyurie entraîne une polydipsie.

L'absence d'insuline va entraîner un déficit énergétique par manque d'oxydation du glucose d'où la mobilisation et stimulation de la lipolyse, il résulte une accumulation d'A-coA par manque d'oxalo-acétate (glycolyse est en déprimée), donc il va y avoir synthèse accrue des corps cétonique (acéto-acétate, acétone, β -hydroxyde-butyrate).

Ces corps cétoniques sont toxiques d'une part, par leur quantité propre, d'autre part l'effet acide qu'ils entraînent seront responsable de l'acidose métabolique, et duacido-cétosique fréquemment observée lors de diabète sucré.

3) biochimie de complication dégénérative :

a) perturbation du métabolisme des lipides :

La diminution de l'insuline entraîne 3 effets :

- L'augmentation de la lipolyse d'où augmente des AG libres circulants, qui sont captés essentiellement par le foie.
- Stimulation de la synthèse de VLDL (lipoprotéines) qui sont chargés de transporter les triglycérides du foie vers les tissus périphérique.
- Une inhibition de la lipoprotéines lipase du tissu adipeux, ce qui empêche la pénétration des AG dans l'adipocyte et allonge leur temps d'épuration du plasma après un repas.

Ces 3 effets tendent à augmenter la concentration en AG, triglycérides et lipoprotéines dans le plasma et le foie, ce qui donne la « stéatose hépatique ».

⇒ Accumulation des AG, triglycéride du plasma dans des vacuoles lipidiques.

La conséquence au niveau plasmatique dans la macro angiopathie diabétique, c'est une lésion qui touche les gros vaisseaux dont le diamètre $> 30 \mu$ (artère, veine), elle est de type « ATHEROSCLEROSE » d'où la formation d'un athérome qui peut fragiliser la paroi vasculaire qui casse c'est l'ANEVRISME qui peut boucher complètement le vaisseaux et entraîne une ischémie dans la région où il se trouve, exp : infarctus du myocarde.

Cet athérome peut se détacher et voyager dans le compartiment vasculaire.

⇒ Embolie.

b) Perturbation du métabolisme glucidique :

*** catarate diabétique :**

L'accumulation du glucose dans les fibres cristallines de l'œil, va être suivi par une transformation de ce glucose en fructose et en sorbitol.

L'accumulation de ces deux métabolite va bloqué le métabolisme des fibres cristallines qui vont dégénères & avoir un aspect opalescent, généralement ce phénomène touche les deux yeux on même temps.

* Microangiopathe diabétique : c'est une lésion qui touche les vaisseaux dont le $\emptyset < 30 \mu$ (veinules artérioles).

Elle se caractérise sur le plan histologique par un épaississement de la membrane basal des Vx, le processus pathogénique est mal connus, il s'agit vrai semblablement de la fragilité de l'endothélium du ou liée a l'accumulation de sorbitol, une hyperagrégabilité plaquettaire du a la lésion de l'endothélium d'où ralentissement de la circulation & formation de micro thrombus , il s'agira d'une rhtinopathie diabétique quand les vaisseaux de la rétine de l'œil sont intéressés , il peut intéresser le rein, mais chez le chien est assez rare .

4 – dépistage biologique du diabète sucré:

* dosage du glucose sanguin:

Se fait généralement par des méthodes de SPECTROPHOTOMETRIE d'absorption moléculaire qui font appelés à différentes réactions chimiques dont la plus usuelle est la réaction à la glucose-oxydase-péroxydase (GOD-POD).

* mesure de l'insulinémie:

Le dosage de l'insuline se fait par des réactions radio immunologiques, cette méthode est fondée sur la compétition vis-à-vis d'un anti-corps spécifique d'où l'insuline présente dans le sang avec l'insuline marquée par un atome radioactif "IODE 125".

Intérêt de la mesure:

Il existe 2 types de diabète sucré:

→ Le 1^{er} : accompagné d'une insulinopénie DID=Type I.

→ Le 2^{ème} : DNID= Type II.

*le DID est le plus souvent dû à une destruction des cellules β d'origine Auto-immune chez des animaux jeunes.

En conséquence : l'insulinémie est quasiment nulle et la glycémie est très élevée
→ diabète juvénile.

*le DNID est beaucoup plus hétérogène : diabète des animaux adultes dont l'insulinémie est le plus souvent élevée mais chez lesquelles ces effets physiologiques sont amoindries, les animaux ont tendance à l'obésité → Diabète de la maturité ou Diabète gras par opposition au diabète maigre.

La glycémie chez quelques espèces:

CN: 0.54- 1g/l CV: 0.5- 0.94 g/l

CT: 0.54- 1g/l BV: 0.38- 0.6 g/l