

COMMUNICATIONS

Viscosimétrie sanguine chez les animaux

Deuxième note. — Valeur et variations de la viscosité sanguine à l'état normal

par Louis DESLIENS et René DESLIENS

Dans une première note (1) nous avons d'abord montré que la mesure de la viscosité sanguine rencontrait chez les grands animaux des conditions d'application très favorables. En s'astreignant à quelques précautions de détail, on obtient une évaluation immédiate et précise, facile à renouveler à de brefs intervalles.

La viscosité sanguine et ses variations sont surtout en rapport avec la teneur globulaire du sang, car la viscosité du plasma est relativement stable. Dans certains cas cependant, cette dernière peut s'écarter de la normale ou subir des fluctuations. On peut alors être amené à compléter la mensuration de la viscosité du sang par celle du plasma ou du sérum et parfois par la numération globulaire ou la sédimentation.

Nous avons ensuite étudié l'influence de l'activité musculaire, cause de variations rapides et importantes de la viscosité sanguine dans toute la circulation veineuse et artérielle. Ces variations tiennent aux changements qui se produisent dans les proportions des deux parties constitutives du sang, plasma et globules, au sein des petits vaisseaux.

Examinons maintenant les effets des compressions veineuses, autre cause de variations rapides de la viscosité

(1) Viscosité sanguine chez les animaux. *Bul. Acad. Vét.* - Tome XXXI - Juillet 1958. Page 325.

sanguine ; mais cette fois, les modifications qui surviennent sont essentiellement localisées.

2° *Viscosité du sang en amont d'un obstacle à la circulation veineuse.*

Expériences :

N° 10 (*légère compression d'une veine*). Cheval très paisible.

Sang de la veine jugulaire recueilli sans compression du vaisseau.

Viscosité sanguine (Visc S) = 3,5 (18°).

Légère compression avec le pouce, localisée sur la veine, au-dessous de la prise de sang.

Après 30 secondes de compression	Visc S = 3,6 ;
Après 1 minute	Visc S = 3,65 ;
Circulation rétablie	Visc S = 3,5.

Dans d'autres cas, une légère compression, localisée, ne provoque qu'un accroissement de viscosité à peine perceptible ou au contraire un accroissement très prononcé et inégal, suivant les divers étages de la veine distendue.

Nous reviendrons plus loin sur cette question.

N° 11. (*Forte compression*). Cheval tranquille.

Circulation libre	Visc S = 3,5.
-------------------------	---------------

Interruption de la circulation dans les veines jugulaires par une forte constriction à l'aide d'une corde entourant la base de l'encolure.

Après 4 minutes de constriction (le cheval n'effectuant aucun mouvement)	Visc S = 5,4.
--	---------------

N° 12. Autre cheval.

Circulation libre	Visc S = 3,6.
-------------------------	---------------

Garrot de caoutchouc en bas de l'encolure pendant 15 minutes	Visc S = 5,1.
--	---------------

N° 13. Vache.

Circulation libre dans la veine jugulaire	Visc S = 3,85.
---	----------------

Constriction de la base de l'encolure pendant plusieurs minutes à l'aide d'une bande de caoutchouc	Visc S = 4,15.
--	----------------

N° 14. Veau âgé de 8 jours.

Aussitôt après mise en place du garrot à la base de l'encolure	Visc S = 4,6.
--	---------------

Après plusieurs minutes de constriction	Visc S = 5,2.
---	---------------

N° 15. Génisse anesthésiée.

Veine jugulaire ; circulation libre	Visc S = 3,6.
Garrot en bas de l'encolure pendant 5 minutes..	Visc S = 3,95.
Garrot enlevé depuis 3 minutes	Visc S = 3,8.
Garrot enlevé depuis 5 minutes	Visc S = 3,65.
Veine saphène interne	Visc S = 3,7.
Garrot autour de la jambe au-dessus de la prise de sang, placé depuis 5 minutes	Visc S = 4,05.
Garrot enlevé depuis 2 minutes	Visc S = 3,6.

N° 16. Vache très docile.

Veine mammaire antérieure. Circulation libre :

Pression sanguine dans la veine : 4,5 cm de
mercure Visc S = 3,6.

Circulation interrompue depuis 5 minutes à l'aide du doigt intro-
duit dans la « fontaine du lait » :

Pression veineuse : 6 cm Visc S = 3,9.

Circulation redevenue libre Visc S = 3,6.

N° 17. Jeune chien, 15 kg.

Constriction de la jambe par un garrot de caoutchouc pendant
2 minutes.

Au niveau du jarret Visc S = 7,2.

Garrot enlevé Visc S = 5.

Une première constatation se dégage de cette série d'ob-
servations :

Dans tous les cas, l'interruption temporaire de la circu-
lation dans une veine, ou bien dans plusieurs veines à l'aide
d'un garrot, entraîne très vite l'accroissement de la viscosité
du sang veineux en amont de l'obstacle.

Une forte constriction provoque une hausse très impor-
tante de la viscosité.

Par quel mécanisme s'opèrent ces variations ?

L'hyperviscosité sanguine provoquée par les contractions
musculaires résulte d'un accroissement très prononcé du taux
globulaire sans participation sensible de changements de
viscosité du plasma (et du sérum).

En est-il de même des variations de viscosité sanguine
rapides, locales, qui surviennent en amont d'un obstacle à
la circulation veineuse ?

L'observation suivante révèle l'intervention possible de plusieurs facteurs :

N° 18. Vache, 5 ans.

Sang de la veine jugulaire rouge foncé.

6.000.000 hématies Visc S = 4,1.

Viscosité du plasma Visc Pl = 2,05.

Viscosité du sérum Visc Sér = 1,8.

Epaisseur d'un pli cutané sur un point repéré de l'encolure :
12 mm.

Forte constriction à l'aide d'une corde entourant la base de l'encolure. La pression, à mi-hauteur de la veine jugulaire atteint 6 cm Hg. Quand la bête fait un effort de déglutition, la pression bondit à 12 cm, puis retombe lentement à 6 cm.

Après 7 minutes de constriction : sang noir ;

6.600.000 hématies Visc S = 5,6 ;

Visc Pl = 2,3 ; Visc Ser = 2,05 ;

Après 20 minutes : Visc S = 5,4 ;

Visc Pl = 2,2 ; Visc Ser = 2.

Epaisseur du pli cutané : 13,5 mm.

4 minutes après l'enlèvement du garrot : sang

rouge foncé Visc S = 4,1 ;

Visc Pl = 2 ; Visc Ser = 1,8.

15 minutes après l'enlèvement du garrot Visc S = 3,9 ;

Visc Pl = 2.

Epaisseur du pli cutané : 12 mm.

28 minutes après l'enlèvement du garrot Visc S = 4,1 ;

Visc Pl = 2 ; Visc Ser = 1,8.

Ces résultats nous amènent à examiner l'influence éventuelle sur la viscosité du sang immobilisé par compression veineuse :

1° des variations de la viscosité du plasma ;

2° de l'état cyanotique du sang ;

3° des changements du taux globulaire ;

4° de la sédimentation dans les veines.

1° *Viscosité du plasma.* L'observation N° 18, renouvelée un grand nombre de fois, sur les bovidés et sur les équidés, accuse toujours des variations de viscosité qui surviennent en même temps et dans le même sens sur le sang et sur le plasma ou le sérum.

En conséquence, l'accroissement de la viscosité du sang provoqué par la stase sanguine doit être attribué pour une large part à l'augmentation de la viscosité du plasma.

Dès que la circulation redevient libre, la viscosité du plasma et celle du sang s'affaissent toutes deux ; dans la règle des cas, elles tombent même ensemble momentanément, au-dessous de leur valeur initiale.

Ces variations de viscosité mettent en cause les échanges de liquides qui s'effectuent sur toute la longueur des capillaires à travers leur paroi, dans un sens ou dans l'autre.

On sait, abstraction faite des variations possibles de la perméabilité des capillaires, que les échanges de liquides à travers la paroi semi-perméable de ces vaisseaux sont réglés surtout, en chaque point considéré, par l'écart entre la pression sanguine qui tend à provoquer l'extravasation des liquides et le pouvoir osmotique du plasma (pression oncotique) lié à la présence des protéines qui exerce un appel en sens inverse (STARLING).

Ce pouvoir osmotique du plasma n'est pas compensé par l'effet des protéines des liquides interstitiels car les « espaces vacuolaires » ne renferment qu'une proportion infime de protéines.

Quand aucune entrave n'est apportée à la circulation de retour, la pression sanguine dans les capillaires, au début de leur parcours, presque aussi élevée que la pression artériolaire, surpasse le pouvoir osmotique du plasma et provoque une transsudation à travers la membrane vasculaire ; mais bientôt, le sang s'étalant dans la vaste trame des capillaires, la pression hydrostatique fléchit, s'épuise, tandis que le pouvoir osmotique du plasma se renforce à mesure de sa plus grande concentration en protéines, dûe à la perte d'eau.

Sous cette double influence, la sortie des liquides va en s'affaiblissant, se tarit, puis fait place au mouvement inverse ; les liquides rentrent dans le sang sous l'appel de la pression osmotique du plasma qui surpasse alors la pression hydrostatique.

C'est ainsi que le sang, en approchant des veinules, peut reprendre à peu près la même viscosité qu'à sa sortie des artérioles.

La compression d'une veine, en interceptant le courant sanguin, bouleverse vite en amont l'hémodynamique, et par conséquent, les échanges à travers la paroi des capillaires.

L'accroissement de pression dans la veine se propage

à contre courant par une sorte de remous ; la chute progressive de la pression sanguine entre artérioles et veinules se trouve atténuée ; elle est même abolie sous l'effet d'une constriction énergique à l'aide d'un garrot.

L'accroissement de la pression sanguine sur tout le trajet des capillaires accentue la sortie des liquides dès le début du parcours, la maintient en cours de route et fait obstacle au retour dans le sang à l'approche des veinules.

Il en résulte une plus grande concentration des protéines dans le plasma et un accroissement de la viscosité sanguine. Quand aux liquides extravasés, ils trouvent, dans la mesure où les connexions vasculaires le permettent, des voies d'évacuation dans les capillaires sanguins et lymphatiques du voisinage.

L'imbibition des tissus est peu marquée sur la peau ; il faut une constriction très forte et prolongée pour provoquer parfois un faible épaissement cutané dans la région où sévit la stase sanguine (N° 18).

Une compression veineuse de longue durée ne fait pas monter la viscosité plasmatique et sanguine dans la veine au-delà d'un certain palier, car un nouvel état d'équilibre tend à s'établir. D'une part, à mesure que le pouvoir osmotique du plasma augmente, il tend davantage à retenir l'eau ; d'autre part, les espaces interstitiels, gorgés de liquide, distendus, opposent sans doute à la transsudation une résistance grandissante. De sorte que la viscosité monte sans dépasser certaines limites.

Enfin, si l'obstacle à la circulation devient permanent, des phénomènes d'adaptation interviennent ; des voies de dérivation s'établissent, les anastomoses s'élargissent. L'accroissement de viscosité dû à la gêne ou à l'arrêt circulatoire peut se dissiper quand un seul tronc veineux est intéressé, ou bien persister, amoindri, quand l'obstacle porte sur plusieurs troncs veineux ou concerne toute une région. Exemples :

N° 19. Génisse.

Thrombose de la veine jugulaire ; complète oblitération au milieu de l'encolure depuis 15 jours. Le segment périphérique de la veine reste très distendu. Cependant, la viscosité : 4,15 est la même en amont de l'oblitération et du côté opposé où le sang coule librement.

N° 20. Vache.

Depuis deux semaines un abcès sous-cutané gros comme le poing, en bas de l'encolure, côté droit, comprime la veine jugulaire.

Pression dans la jugulaire droite : 2,5 cm Hg . . Visc S = 3,85.

Pression légèrement négative dans la veine gauche Visc S = 3,7.

Il subsiste une légère hausse de viscosité. Les liquides interstitiels en excès provenant des capillaires distendus du côté droit, gagnent sans doute le voisinage.

N° 21. Vache.

Veines jugulaires énormes, gonflées depuis plusieurs semaines (obstacle à la circulation de retour à l'entrée de la poitrine). Respiration ronflante.

Pression dans les veines jugulaires à mi-longueur
de l'encolure : 4,5 cm Hg Visc S = 5.
Visc Pl = 2,7 ;

Dans un plan horizontal situé 26 cm plus bas :
Pression dans la veine mammaire : 5 cm Hg . . . Visc S = 4,7.
Visc Pl = 2,55 ;

Dans cet exemple, le sang des veines jugulaires n'a pas trouvé de voie de dérivation facile ; la viscosité du sang et celle du plasma dans ces veines restent surélevées.

Ces explications sur le rôle des phénomènes mécaniques et de l'osmose dans l'apparition de l'hyperviscosité dûe aux compressions veineuses se vérifient par diverses contre-expériences, dont les résultats sont également en accord avec les conceptions de Starling.

1° Supprime-t-on l'obstacle à la circulation veineuse ? La viscosité du plasma et celle du sang s'affaissent, et même, toutes deux tombent pendant un certain temps au-dessous du niveau où elles se tenaient avant que la veine soit comprimée ; les espaces vacuolaires et les tissus gonflés de liquides ne permettent pas d'emblée le plein rétablissement de la filtration hors des capillaires dès leur départ ; la restitution des liquides sur l'ensemble du parcours l'emporte, un moment, sur les sorties.

2° Une *très copieuse saignée*, par la chute de pression dans tout l'appareil circulatoire produit les mêmes effets. La quantité totale de liquide qui sort à travers la paroi des vaisseaux devient inférieure à celle qui rentre.

L'observation est facile à faire à l'abattoir à l'occasion de la sacrification des animaux. Exemples :

N° 22. Bœuf normand de 2 ans 1/2.

Abattu avec pistolet à tige percutante, puis saigné par ouverture des gros vaisseaux de l'entrée de la poitrine.

Avant l'abattage	Visc Sér = 2.
20 secondes, 25 secondes, 35 secondes après le début de la saignée	Visc Sér = 2.
45 secondes après le début de la saignée	Visc Sér = 2,05.
1 minute (la bête ne se débat plus)	Visc Sér = 1,975.
1 minute 30 secondes	Visc Sér = 1,95.
2 et 3 minutes	Visc Sér = 1,9.
4 minutes	Visc Sér = 1,875.
5 à 10 minutes (le sang achève de couler en bavant)	Visc Sér = 1,9.

On constate ainsi qu'après la perte de la moitié du sang environ, la viscosité du sérum baisse légèrement.

N° 23. Veau âgé de 6 semaines suspendu par un jarret.

Viscosité du sérum provenant de la série des prélèvements successifs : 1,5 - 1,525 - 1,5 - 1,5 - 1,5 - 1,475 - 1,45.

N° 24. Porc de 100 kg environ.

L'animal est assommé, puis saigné. Viscosité du sang au début de la saignée : 6. Prélèvements de sang depuis le début, à intervalles de 15 ou 20 secondes : Visc Ser = 1,95 - 1,95 - 1,9 - 1,9 - 1,9 - 1,85 - 1,85.

N° 25. Cheval, 630 kg.

Anémie due à une tumeur dans l'abdomen. Léger œdème du fourreau.

La saignée est effectuée à la jugulaire à l'aide d'un trocart, tant que le cheval peut tenir debout.

Avant la saignée	Visc S = 3,1 ;
	Visc Sér = 1,7.

<i>Temps écoulé depuis le début de la saignée</i>	<i>Quantité de sang recueillie</i>	<i>Viscosité</i>	
		<i>du sang</i>	<i>du sérum</i>
2 minutes	2 litres	3	1,7
5 —	4 —	3	1,7
7 —	6 —	2,9	1,675
9 —	8 —	2,8	1,65
12 —	10 —	2,8	1,65
16 —	12 —	2,7	1,65
(On provoque des mouvements de la mâchoire)			
19 minutes	13,8 litres	2,8	1,65
22 —	15,6 —	2,65	1,65
25 —	17,4 —	2,6	1,65
28 —	18,7 —	2,55	1,6
30 —	19,7 —		
(Le cheval ne tient plus debout ; il est abattu avec un pistolet. Saignée achevée au couteau.)			
32 minutes		2,5	1,65
34 —		2,25	1,575

Ces exemples démontrent qu'à partir d'une forte émission sanguine, si l'hémorragie se poursuit, la chute de la pression sanguine peut s'accompagner d'une atténuation progressive de la viscosité du sang, du plasma et du sérum. La pression sanguine à la sortie des artérioles n'est plus suffisante pour entretenir une extravasation capable de compenser l'appel d'eau à travers l'immense membrane des capillaires, exercé par le pouvoir osmotique des protéines. La dilution sanguine provient d'une soustraction d'eau aux espaces interstitiels, par conséquent aux cellules et pour une part indéterminée de l'absorption par la muqueuse du tube digestif.

Ces observations font apparaître une nouvelle cause d'erreur possible en physiologie, dans l'évaluation de la masse sanguine d'un animal, par une saignée à blanc. Du fait de la résorption d'eau, la quantité de sang recueillie, augmentée du reliquat resté dans l'appareil circulatoire, peut excéder la masse sanguine totale que contenaient le cœur et les vaisseaux avant le début de la perte de sang ; l'évaluation est ainsi majorée.

D'autre part, d'un point de vue pratique, ces constatations offrent peut-être un certain intérêt au sujet de la *préparation des animaux de boucherie* à l'abattoir.

La façon dont la saignée est pratiquée peut entraîner, outre l'évacuation du sang, l'élimination d'une plus ou moins grande quantité d'eau en provenance de la viande et des viscères.

Dans l'observation N° 22, portant sur un bœuf, la viscosité du sérum tombe de 2,05 à 1,9. Or, il faut ajouter à un sérum dont la viscosité atteint 2,05, un dixième environ de solution de chlorure de sodium à 9 pour 1.000 dont la viscosité est à peu près celle de l'eau, pour amener la viscosité de ce sérum à 1,9. A partir du moment où la bête a perdu au moins la moitié de son sang, la viscosité du sérum peut ainsi subir une baisse progressive correspondant à un appel d'eau qui n'est pas négligeable.

Une saignée rapide, en une minute, n'a pas le temps d'entraîner une dilution sensible du sang. Mais une saignée lente qui ménage longtemps la circulation capillaire, permet d'appeler et de soustraire à l'organisme une quantité notable d'eau.

L'observation N° 25 a trait précisément à un cheval légèrement anémique sacrifié par saignée veineuse au trocart.

La chute de la viscosité sanguine par étapes, depuis le coefficient 3 jusqu'à 2,5 et même 2,25 et la grande quantité de sang recueillie sur l'animal debout, font supposer que plusieurs litres d'eau ont pu être attirés dans les capillaires en raison de l'effondrement de la pression sanguine.

Cette élimination peut atténuer légèrement le rendement de la bête de boucherie, c'est-à-dire le poids de la viande nette et aussi des abats par rapport au poids vif ; mais par contre elle peut contribuer à la bonne conservation de la viande.

Sur un animal hydrohémique, un mouton par exemple, peut-être une saignée lente par voie veineuse, ou bien une saignée en deux temps séparés par un intervalle suffisant, serait-elle parfois susceptible, en éliminant une plus grande quantité d'eau, d'améliorer l'aspect de la viande et sa conservation ?

Encore faudrait-il que la façon de sacrifier l'animal ne puisse pas prolonger ses souffrances.

N° 26. Agneau de 6 mois étendu latéralement, à peu près inerte, presque mourant, intoxiqué par un antiparasitaire interne. La mise à mort, par saignée à la veine jugulaire en 15 minutes, fait tomber graduellement la viscosité du sérum, de 1,65 à 1,5.

N° 27. Vache, 4 ans, 500 kg, en bon état ; à la diète depuis 24 heures sans boire ni manger : 6.770.000 H. ;

Visc. S = 3,7 ; Visc. P1 = 1,925 ; Visc. Ser. = 1,8.

Indice globulaire vol. = 40,51.

Saignée de 7,5 litres. 25 minutes après la saignée : 5.350.000 H. ; Visc. S = 3,2 ; Visc. Ser. = 1,6. 4 heures après la saignée :

5.800.000 H. ; Visc. S = 3,1 ; Visc. P1 = 1,7 ; Visc. Ser. = 1,575.

Indice globulaire = 35,46.

On assiste dans cette expérience, après la saignée, à une dilution rapide du sang et du plasma ; elle fait remonter la masse sanguine par apport d'eau provenant sans doute à la fois des tissus et du contenu de l'appareil digestif.

2° *Etat cyanotique du sang.* Quand on intercepte la circulation veineuse à l'aide d'un garrot, le sang, en stagnant à la périphérie, change de couleur. Au lieu d'être rouge vineux en arrivant dans les veines, il est presque noir ; il s'est appauvri davantage en oxygène et surchargé de gaz carbonique et produits de déchet.

Il n'apparaît pas que ces changements puissent entraîner un écart important de la viscosité sanguine.

Depuis longtemps cependant, les auteurs ont déclaré que le sang veineux chargé de gaz carbonique était nettement plus visqueux que le sang artériel.

Mais sur les petits animaux et sur le chien, le sang artériel jaillit et remplit instantanément la pipette du viscosimètre, tandis que le sang puisé dans une veine arrive moins vite, surtout quant on veut éviter les inconvénients de la compression veineuse qui suffit à augmenter la viscosité du plasma et du sang ; une légère altération du sang veineux, par attardement dans la lumière de l'aiguille, est à craindre.

Sur les grands animaux, nous puisons le sang aussi aisément dans la veine jugulaire que dans une artère sans interrompre la circulation, et nos observations ne font ressortir qu'un écart minime ou nul entre la viscosité du sang artériel et celle du sang veineux (nous reviendrons sur ce point avec plus de détails dans une note ultérieure).

D'ailleurs, quand le cheval mastique ses aliments à grands coups de mâchoire, le sang des veines jugulaires devient noir ; la différence de coloration par rapport au sang artériel s'accroît, mais la viscosité du plasma et du sérum n'accuse pas grand changement.

De même, l'interruption de la respiration par obstruction des naseaux rend le sang cyanotique, mais n'entraîne pas de grandes variations de viscosité du plasma et du sérum.

Il semble qu'il y ait à peu près compensation entre les effets sur la viscosité sanguine des matériaux nécessaires au métabolisme apportés par le sang artériel et des produits de déchet ou substances nouvelles emportés par le sang veineux.

On ne saurait donc attribuer aux changements de composition chimique et de couleur du sang un rôle marquant dans les fluctuations de viscosité sanguine engendrées par l'obstacle à la circulation veineuse.

3° *Taux globulaire.* Le taux globulaire en amont de l'oblitération des veines jugulaires présente assez vite une grande instabilité.

Le plus souvent, le nombre des globules est en augmentation et contribue à l'accroissement de la viscosité sanguine ;

mais à certains moments il paraît sans changement ou même en diminution.

Au surplus, il n'est pas le même aux divers étages de la veine. Tantôt il est plus élevé en bas de l'encolure qu'à son sommet ; quelques minutes plus tard, l'inverse peut se produire.

Ces résultats, en apparence contradictoires tiennent à ce que l'obstacle opposé au courant sanguin par le lien constricteur, porte à la fois sur les veines jugulaires et sur les carotides et qu'il n'est pas infranchissable à tout moment sur les unes et les autres.

Sur les petits animaux, même le veau et le poulain, la trachée est trop souple et trop mal protégée pour supporter, sans risque d'asphyxie, une forte constriction du cou qui intercepterait la circulation dans les carotides.

Mais sur les grands animaux, la trachée résiste. Sur l'animal debout, un lien de caoutchouc ou une corde et un petit bâton faisant office de tourniquet, permet de serrer fortement sans gêner la respiration.

Exerçons ainsi une constriction progressive de la base de l'encolure. Dès que la poussée sur les carotides dépasse la pression artérielle minima, le sang ne passe plus que pendant une fraction de la pulsation, comme sous la manchette d'un sphygmomanomètre. Quand elle atteint la pression carotidienne maxima, l'artère reste affaissée en permanence ; le pouls à la faciale n'est plus perceptible.

A l'état normal, les grands animaux tolèrent cet arrêt circulatoire dans les deux carotides primitives sans perdre l'équilibre ; l'irrigation encéphalique par les artères profondément situées, surtout les artères vertébrales, reste encore suffisante.

Mais l'arrêt du courant dans les carotides n'est pas toujours assuré d'une façon totale et permanente. Il suffit d'un mouvement de l'encolure pour faire varier la constriction et permettre le passage d'un peu de sang et la réapparition passagère du pouls à la faciale.

Dans les veines jugulaires, sous l'effet d'un mouvement de la tête et de l'encolure, d'un effort de déglutition, le sang est poussé avec une grande puissance sur l'obstacle. La pression peut bondir à 40 cm de mercure (3 fois la valeur de la pression aortique maxima) ; la constriction n'est plus suf-

fisante pour retenir le sang qui soulève le garrot ou le pouce et qu'on sent fuir en abondance.

Ces incidents changent le contenu des veines. Du sang périphérique vient remplacer celui qui s'échappe. Son taux globulaire et sa viscosité dépendent de la durée de sa stagnation dans les capillaires et de la pression sous laquelle il les a parcourus.

Conclusion. Au point où nous en sommes dans notre exposé, nous pouvons conclure que l'accroissement de la viscosité sanguine en amont d'une compression veineuse résulte principalement de la perte d'eau subie par le sang en parcourant les capillaires. Cette perte d'eau détermine d'une part l'augmentation de la viscosité du plasma qui se reflète fidèlement sur la viscosité du sang, et d'autre part un changement de la teneur globulaire en général accrue, mais dont les fluctuations accidentelles très irrégulières viennent elles-mêmes modifier la viscosité sanguine et lui imprimer une grande instabilité.

Il est possible aussi que la compression veineuse à son début ait pour effet d'ajouter au sang un appoint de globules de réserve qui pouvaient être garés, retenus par les capillaires rétrécis ou fermés et que l'accroissement de la pression dans ces vaisseaux a débloqués.

Enfin, quand l'obstacle à la circulation veineuse vient de disparaître, la chute de la viscosité du plasma et de celle du sang qui tombent momentanément au-dessous de leur valeur de départ, résulte de la résorption par les capillaires des liquides imprégnant les tissus.

4° *Sédimentation sanguine dans les veines.* Quand on opère sur les veines jugulaires d'un cheval très paisible, et que la stase sanguine dure depuis longtemps, on peut se demander si un commencement de chute des globules ne risque pas de venir aussi rompre l'homogénéité du sang en stagnation.

Recueilli dans un tube de verre, le sang de cheval en effet se sépare vite en deux parties. Avant que la coagulation ne les immobilise, les hématies commencent à tomber, tandis que le plasma vient surnager sur une épaisseur qui va en augmentant.

L'inclinaison du tube, mise volontiers à profit par diverses

techniques de centrifugation ou de sédimentation spontanée, accélère beaucoup la chute des globules. Ils accomplissent d'abord un court trajet vertical en se rapprochant du bord inférieur du tube sur lequel ils glissent tandis que le plasma chemine en sens inverse en longeant le bord supérieur.

Dans un tube incliné à 45°, au lieu d'être vertical, on peut assister à une rapidité de chute environ deux fois plus grande ; elle augmente encore à mesure qu'on penche les tubes à 30° et même à 15°.

Chez le cheval précisément, la tête et l'encolure étant placées en position normale, les veines jugulaires sont penchées à peu près à 45°.

Sur les bovidés, l'inclinaison se rapproche davantage de l'horizontale ; elle est voisine par exemple de 30°. Mais la chute des globules est très lente sur ces animaux et n'a pas le temps d'intervenir.

Nous avons cherché à mettre cette chute des globules en évidence sur le cheval.

Sur un sujet quelconque, la vérification du phénomène n'est pas facile.

Sous l'influence d'une constriction prolongée, pour peu que le cheval fasse un petit mouvement à peine perceptible — une tentative de déglutition de salive suffit — le sang est remué dans la veine et l'expérience se trouve interrompue. Même en interceptant la circulation dans un segment de veine comprimé en haut et en bas de l'encolure, dans le but de mieux immobiliser le sang emprisonné, on rencontre les mêmes difficultés.

Pour résoudre la question, il faut s'adresser à un cheval anémique dont le sang offre une grande rapidité de sédimentation.

Voici donc une expérience concluante :

N° 28. Cheval de 7 ans (utilisé déjà à l'occasion de l'observation N° 16). Tumeur abdominale pesant 35 kg ; muqueuses pâles ; anémie.

Visc S = 3,1 ;

Visc Pl = 2 ;

Visc Sér = 1,7.

Indice volumétrique globulaire après chute spontanée terminée : 21,9.

Constriction assez forte de la base de l'encolure à l'aide d'un garrot en caoutchouc.

Pression veineuse au sommet de l'encolure : 5 cm Hg.

Après 4 minutes seulement de constriction, une aiguille est implantée au faite de la veine jugulaire, en arrière de la tempe, au-dessous de l'oreille ; le plasma jaillit, clair, très limpide ; on le recueille en abondance ; il est alors à peine teinté par une infime proportion de globules et donne les résultats suivants :

Visc = 2,3 ; Visc Pl (après dépôt des quelques globules) = 2,15 ; Visc Sér = 1,8.

Indice vol. glob. = 2,8.

Après 8 minutes de constriction, on soutire en bas de la veine un épais dépôt globulaire rouge foncé, avec lequel on obtient les chiffres suivants : Visc = 7,2 ; Visc Sér = 1,9.

Indice vol. glob. après chute totale = 58,8.

Au tiers inférieur de la veine, une aiguille donne à volonté du plasma en la poussant vers le bord supérieur de la veine, et un dépôt globulaire en la retirant près de la peau, vers le bord inférieur.

La réalité de la sédimentation du sang sous l'influence de la stase sanguine sur certains animaux est ainsi démontrée.

15 secondes après la suppression du garrot : Visc S = 2,8.

Le Professeur HAYEM, pour obtenir du plasma de cheval en vue de démontrer le rôle des hémotoblastes dans la coagulation, avait déjà recours à la sédimentation. Il extirpait un segment de veine rempli de sang et le suspendait verticalement.

L'expérience ci-dessus montre qu'on peut obtenir une décantation du plasma sur certains chevaux vivants, sans leur porter aucun dommage.

Conséquence pratiques. Prélèvements destinés à un examen hématologique

De toute cette étude des variations rapides de la viscosité sanguine se dégagent d'importantes considérations pratiques.

Les contractions musculaires augmentent la viscosité sanguine dans l'ensemble des veines et des artères, en mobilisant des globules de réserve et sans doute en retardant le passage du plasma à la périphérie.

La compression des veines interrompant la circulation de retour, provoque de grandes variations locales de la viscosité en bouleversant l'hémodynamique et les échanges de liquides à travers la paroi des capillaires.

Une prise de sang, notamment en vue d'une mensuration viscosimétrique, d'une numération globulaire, d'une détermination de l'hématocrite, ne saurait en conséquence donner un renseignement bien déterminé qu'en opérant sur un sujet tout à fait tranquille et en évitant les changements dans la constitution du sang qu'une compression veineuse pourrait occasionner.

Les grands animaux permettent en général d'éviter ces deux écueils, mais sur les petits animaux, on ne bénéficie pas d'une façon courante de conditions aussi satisfaisantes.

Le cheval reste encore à cet égard l'animal de choix. Il se laisse habituellement manier et tolère la piqûre de l'aiguille sans se défendre. La finesse de la peau, la position superficielle de la veine, permettent l'introduction de l'aiguille en s'aidant seulement d'une légère et brève compression avec le pouce.

Les bovidés sont beaucoup moins accueillants ; leur peau est épaisse, dure à traverser ; ils n'admettent pas volontiers la piqûre. Pour éviter leurs réactions de défense il faut les immobiliser en leur serrant le nez. Pour implanter l'aiguille il est nécessaire de distendre la veine en s'aidant d'un garrot. Il en résulte un accroissement local de la viscosité et de la teneur globulaire. On s'efforce d'opérer très vite, puis on attend, avant de prendre le sang, que les effets de la stase sanguine passagère soient dissipés.

Même dans les grandes espèces, les jeunes animaux, le veau, le poulain, sont impressionnables et turbulents et ne procurent pas dans tous les cas des conditions d'observation très favorables ; elles le sont encore moins sur les petits animaux.

Une mensuration de viscosité très précise sur le chien n'est souvent possible que s'il est malade et très abattu.

Nous pourrions ajouter qu'un enfant qui subit une petite blessure au talon destinée à faire sourdre une goutte de sang, n'accuse certainement pas la même viscosité et le même taux globulaire suivant qu'il reste tranquille ou crie et gesticule.

Etant prévenu et sachant tenir compte, d'une part des précautions minutieuses nécessitées par le maniement et l'entretien du viscosimètre, et d'autre part des bonnes conditions d'observation à réaliser sur l'animal, la mesure de la

viscosité sanguine conjuguée, en cas de besoin, avec celle du plasma ou du sérum et parfois avec la numération globulaire ou la sédimentation sanguine, devient une méthode d'exploration commode, rapide et sûre, recommandable aussi bien dans un but d'investigation expérimentale en physiologie normale ou pathologique et en pharmacodynamie, que pour apporter en clinique une contribution à l'établissement d'un diagnostic ou à la prescription d'un traitement rationnel.