SUR LE SUCRE VIRTUEL DU SANG APRÈS LA LIGATURE DES VAISSEaux RÉNAUX DOUBLES

Par

SACHIKADO MORITA.

(森田幸門)

(Du laboratoire de physiologie du Prof. Y. Satake de la
Tôhoku Université impériale de Sendai.)

I.—INTRODUCTION

La chimie biologique moderne nous fait supposer que plusieurs formes d'hydrates de carbone se rencontrent dans le sang.

A ce point de vue, F. W. Pavy¹⁾ avait établi qu'un extrait du sang de lapin devient plus réducteur si on le fait bouillir avec l'acide chlorhydrique. Il pensait que ce qui donnait une augmentation sensible du chiffre de la réduction après l'hydrolyse était un certain nombre des sucres ainsi que le glycose, et tous les sucres sont combinés à l'albumine dans le sang.

R. Lépine²⁾ et ses collaborateurs ont distingué deux espèces des sucres du sang: 1° le sucre *immédiat* ou le sucre *libre*, que l'on obtient immédiatement par le simple dosage du sang et il correspond à ce qu'on appelle habituellement le sucre du sang, 2° le sucre *virtuel*, celui qui exige, pour que la combinaison soit détruite, l'emploi de moyens énergiques, c'est à dire n'est dégagé que grâce à l'action d'invertine ou en étant chauffé avec l'acide. En outre, la proportion du sucre virtuel pour 100 du sucre libre est appelé par eux sucre *combiné*. Quant à la provenance du sucre virtuel, Lépine et d'autre³⁾ soutiennent qu'une

1) F. W. Pavy, *Physiology of carbohydrate*, London 1894.

2) R. Lépine, *Diabète sucré*, Paris 1909, 57;—*Le Sucre du sang*, Paris 1921, 9.

3) R. Lépine et R. Bouldud, *Journal de physiol. et pathol. génér.*, 1911, 13, 178.

certain portion de celui-ci a une origine exogène et l'autre portion endogène, car après l'ingestion du sucre on observe l'augmentation du sucre virtuel, notamment dans le sang de la veine porte, et chez des chiens à l'inanition depuis plusieurs jours on constate l'augmentation du sucre virtuel par des saignées. Donc Lépine a remarqué, que dans le cas endogène on ne voit guère d'autre sources du sucre virtuel que du glycogène, de l'acide glycuronique ou de sucre engagé en combinaison à l'albumine.

En 1912, H. Bierry et L. Fandard¹⁾ ont publié une méthode qui permet de doser non seulement le sucre libre, mais encore le sucre total du sang. Ils ont dosé le sucre libre et le sucre engagé en combinaison du sang artériel du chien, des oiseaux et du cheval, et ont fait l'interessante découverte que le taux du sucre engagé en combinaison varie suivant l'animal, et cela de façon inverse de celui du sucre libre. Par exemple, le sang des oiseaux, qui est le plus riche en sucre libre, renferme la plus faible proportion de sucre engagé en combinaison, et le sang du cheval, relativement pauvre en sucre libre, renferme au contraire une proportion relativement plus grande de sucre engagé en combinaison. Ainsi le taux du sucre total est constamment le même. Bierry²⁾ appelle le sucre engagé en combinaison le sucre protéidique, parce que c'est celui qu'est dégagé des substances protéiques que l'on trouve en extrayant le sang par l'hydrolyse avec l'acide.

Si le sucre virtuel était ce qu'est présumé par Lépine, on devrait avec raison s'attendre à des variations de sa quantité à la suite de troubles apportés dans l'état pathologique.

D'après mes expériences faites depuis plusieurs années sur des lapins en pratiquant la ligature des vaisseaux rénaux doubles, le sucre du sang, comme on généralement dit, dosagé par la méthode microchimique de Bang, recoit une augmentation si remarquable, en outre de l'hyperglycémie temporaire provoquée par l'opération elle-même, quelques jours avant le mord d'animals, et la section des splanchniques ne peut pas arrêter l'apparition de cette hyperglycémie.³⁾

J'ai fait dans le present travail nombre d'expériences en ligaturant les vaisseaux rénaux doubles chez les lapins, et ai comparé les chiffres du sucre combiné avant et après la ligature dans la période agonique.

1) H. Bierry et L. Fandard, C. R. de la Société de Biologie, 1912, **72**, 928

2) H. Bierry et A. Ranc, C. R. de l'Acad. des Sciences, 1914, **158**, 278.

3) Sachi. Morita, Tohoku Journ. of Exp. Med., 1922, **3**, 226.

II.—MÉTHODES.

Animaux : lapins mâles et sains, nourris de *tofukara* (residu des pois soja) depuis au moins dix à quinze jours.

Ligature des vaisseaux rénaux doubles : par la voie dorsolombaire. Après la coupe des poils sur le flanc, la peau est lavée et désinfectée au moyen de la teinture de iode. On fait sur la peau une incision longitudinale d'une étendue de 4 centimètres, à une distance de 1-3 centimètres en arrière du dernier côte de droite et de gauche, et à 2-3 centimètres de la vertèbre. De cette manière on a coupé la peau et le tissu souscutané jusqu'à ce que on tombe sur l'aponévrose dorsolombaire. Au niveau du bord inférieur du grand dorsal et du bord supérieur de l'oblique externe de l'abdomen, on pénètre dans l'abdomen en enfonceant une pince. L'ouverture étant suffisante, on introduit un fil de soie stérilisée avec la sonde sous les vaisseaux avec précaution pour ne pas perforer le péritoine. Ensuite on met une solide ligature sur vaisseaux artériel et veineux en bloc. La fermeture de l'ouverture s'opère à l'aide d'une double suture, comprenant d'abord les parties musculaires et ensuite l'incision des téguments.

Échantillons de sang : le sang du rameau postérieur de la veine auriculaire était dosagé par la méthode microchimique de I. Bang¹⁾. Pour le dosage du sucre libre et virtuel on employait la méthode de R. Lépine et R. Boulud^{2,3)}. Dans ce cas on emploie une bouteille en plomb d'un demi-litre surmontée d'un assez long tube en plomb soudé au col de la bouteille et entouré d'un réfrigérant ascendant.

III.—EFFETS DE L'INANITION SUR LE SUCRE VIRTUEL.

Après la ligature des vaisseaux rénaux doubles, l'animal commence à être malade et veut ordinairement ni boire, ni manger, ou bien très rarement et toujours en petite quantité jusqu'à sa mort. Je ne lui donnait donc pas d'aliment pendant l'expérience. Et j'ai fait ainsi plusieurs expériences pour contrôler l'effets de l'inanition sur le sucre combiné du sang.

1) I. Bang, Bioch. Ztschr., 1913, **49**, 19 et 1913, **57**, 300.

2) R. Boulud, Journal de physiol. et pathol. génér., 1909, **11**, 12.

3) R. Lépine et R. Boulud, Journal de physiol. et pathol. génér., 1911, **13**, 178.

Cl. Bernard¹⁾ a remarqué que l'inanition semble augmenter un peu la quantité du sucre dans le sang pendant la première période, mais diminuer enfin dans la période agonique. D'après v. Mering²⁾ et J. G. Otto³⁾, le sucre du sang pendant l'inanition durant plusieurs jours est ni augmenté ni diminué. A. Imamura et G. Kira⁴⁾ observaient la même chose, mais au moment de la mort, ils constataient que les quantités de matière sucrées sont très faibles. J'ai⁵⁾ trouvé aussi précédemment que le sucre du sang pendant l'inanition semble augmenter plus ou moins, mais ne subit pas de variations importantes jusqu'à la période agonique où il diminue peu à peu.

H. Bierry et L. Fandard⁶⁾ ont déterminé le sucre libre et le sucre protéidique pendant l'inanition et ont remarqué que le premier reste presque constant dans la première période (du première ou douzième

TABLEAU

Numéro de l'expérience	Date	Poids du corps	Temps	Température du corps
Lapin 1.	2. XI. 1921 5. XI. „	1 ^{kg} r, 73 1 ^{kg} r, 55	10 h. 00 A.M. 9 h. 20 „	39°, 1 37°, 9
Lapin 2.	9. XI. 1921 13. XI. „	2 ^{kg} r, 42 2 ^{kg} r, 10	10 h. 00 A.M. 10 h. 00 „	39°, 3 38°, 2
Lapin 3.	16. XI. 1921 20. XI. „	1 ^{kg} r, 95 1 ^{kg} r, 58	10 h. 00 A.M. 10 h. 00 „	38°, 9 37°, 5
Lapin 4.	23. XI. 1921 25. XI. „	1 ^{kg} r, 61 1 ^{kg} r, 48	10 h. 00 A.M. 10 h. 00 „	38°, 4 38°, 4
Lapin 5.	28. XI. 1921 1. XII. „	2 ^{kg} r, 06 1 ^{kg} r, 84	10 h. 00 A.M. 2 h. 00 P.M.	38°, 0 38°, 2
Lapin 6.	30. XI. 1921 3. XII. „	2 ^{kg} r, 12 1 ^{kg} r, 88	10 h. 00 A.M. 12 h. 00 M.	37°, 9 37°, 7
Lapin 7.	7. XII. 1921 10. XII. „	1 ^{kg} r, 80 1 ^{kg} r, 62	9 h. 30 A.M. 10 h. 30 „	38°, 4 37°, 8
Lapin 8.	13. XII. 1921 16. XII. „	2 ^{kg} r, 10 1 ^{kg} r, 80	9 h. 00 A.M. 9 h. 30 „	38°, 6 37°, 7

1) Cl. Bernard, Leçons sur le diabète, Paris, 1877, 210.

2) v. Mering, Arch. f. Physiol., 1877, 338.

3) J. G. Otto, Pflüger's Arch., 1885, 35, 492.

jour), et diminue dans la période agonique qui dure quatre ou cinq jours, tandis que le dernier augmente généralement dans la seconde période, et surtout dans la période agonique où il arrive à son maximum.

Le matin, deux échantillons du sang sont prélevé sur chaque animal, à jeun, immédiatement avant le début de l'expérience. L'un pris de la veine auriculaire est destiné pour dosage du sucre du sang généralement dit, et l'autre pris de la carotide pour le dosage du sucre libre et virtuel. Ces animaux sont ensuite mis à l'inanition, on ne leur donna pas même de l'eau. Après l'inanition, qui durait environ de cinquante au cent heures, on a répété des saignées pour le dosage de sucre libre et virtuel.

Voici les résultats.

I.

Durée de la diète en heure	Sucre pour 100 gr. du sang d'après la méthode microchimique de Bang	Sucres pour 1000 gr. du sang d'après la méthode de Lépine			Sucre combiné p. 100 du sucre libre
		Sucre libre	Sucre virtuel	Sucre total	
71	0gr, 11	1gr, 170	1gr, 078	2gr, 248	92
	0gr, 12	1gr, 295	0gr, 903	2gr, 198	70
96	0gr, 10	1gr, 215	1gr, 425	2gr, 640	117
	0gr, 10	1gr, 555	0gr, 995	2gr, 550	64
100	0gr, 10	1gr, 045	0gr, 910	1gr, 955	87
	0gr, 09	1gr, 500	1gr, 090	2gr, 590	73
48	0gr, 08	1gr, 485	1gr, 215	2gr, 700	82
	0gr, 11	1gr, 530	1gr, 060	2gr, 590	69
76	0gr, 08	1gr, 350	0gr, 710	2gr, 060	53
	0gr, 08	1gr, 265	0gr, 613	1gr, 878	48
74	0gr, 09	1gr, 240	0gr, 710	1gr, 950	57
	0gr, 08	1gr, 528	0gr, 662	2gr, 190	43
73	0gr, 10	1gr, 265	0gr, 745	2gr, 010	59
	0gr, 09	1gr, 715	0gr, 695	2gr, 410	40
72	0gr, 09	1gr, 755	1gr, 025	2gr, 780	58
	0gr, 11	1gr, 470	1gr, 020	2gr, 490	70

4) Imamura et G. Kira, Nippon-Naikwagakwai-Zasshi, 1920, 7, 676 (jap.).

5) Sachi. Morita, Tohoku Journ. of Exper. Med., 1922, 3, 226.

6) H. Bierry et L. Fandard, C. R. de l'Acad. des Sciences, 1913, 156, 2010.

Les chiffres du sucre du sang par la méthode microchimique ne semblent pas subir de variations remarquable comme je l'ai dit précédemment.

Le sucre libre semble un peu augmenter. Le taux du sucre libre avant l'expérience est de 1 gr. 045—1 gr. 755, en moyenne 1 gr. 315, pour 1000 gr. de sang, et celui-ci d'après l'expérience est de 1 gr. 265—1 gr. 715, en moyenne 1 gr. 482.

Le sucre virtuel avant l'expérience est 0 gr. 710—1 gr. 425, en moyenne 0 gr. 977 ; et celui après l'inanition est 0 gr. 613—1 gr. 090, en moyenne 0 gr. 879.

Quant au sucre combiné, il y a diminution sensible après l'inanition, mais elle ne se monte jamais à 50 pour 100 de la quantité étant trouvée avant l'inanition. C'est à dire; avant l'inanition 53—117, en moyenne 76, et après l'inanition 40—73, en moyenne 59.

V.—EFFETS DE LA LIGATURE DES VAISSEAUX RÉNAUX DOUBLES SUR LE SUCRE VIRTUEL DU SANG.

J'ai remarqué précédemment que le sucre du sang, dosagé par la méthode de Bang, après la ligature des vaisseaux rénaux doubles chez le lapin, augmente après disparaître de l'hyperglycémie temporaire par cette opération, de plus en plus des le lendemain jusqu'à sa mort, et que cette augmentation n'est pas de nature centrale, parce qu'elle ne disparaît pas après la coupe des nerfs splanchniques doubles.

Dans l'expériences suivantes, j'ai fait d'abord des saignées pour le dosage du sucre du sang normal. Ensuite on fait la ligature des vaisseaux rénaux par la voie dorso-lombaire de l'animal. Je ne lui ai pas donné, comme je l'ai dit précédemment, ni à boire ni à manger. Après cinquante au soixante-dix heures environ, lorsque les phénomènes urémiques se sont décairés, j'ai fait des saignées pour la deuxième fois.

Voici les protocoles de quelques-unes de ces expériences.

EXPÉRIENCE III.

Date	Poids du corps	Temps	Heures après la li- gature des vaisse- aux rénaux	Température du corps	Sucre pour 100 gr. du sang d'après la méthode de micro- chimique de Bang	Sucre pour 1000 gr. du sang d'après la méthode de Lépine			Sucre combiné pour 100 du sucre libre
						Sucre libre	Sucre virtuel	Sucre total	
17. I. '22	1 ^{kg} r,65	A.M. 10 h. 00 10 h. 30- 10 h. 48 P.M. 8 h. 00		38° ,8	0 ^{gr} ,11	1 ^{sr} ,075	0 ^{gr} ,930	2 ^{gr} ,005	87
				Ligature des vaisseaux rénaux					
18. I. „	1 ^{kg} r,45	A.M. 9 h. 00 P.M. 8 h. 00		38° ,2	0 ^{gr} ,11				
				37° ,8	0 ^{gr} ,11				
19. I. „	1 ^{kg} r,41	A.M. 9 h. 00 P.M. 3 h. 30	53	35° ,0	0 ^{gr} ,19				
				35° ,4	0 ^{gr} ,30	3 ^{gr} ,695	1 ^{sr} ,337	5 ^{gr} ,032	36

EXPÉRIENCE V.

Date	Poids du corps	Temps	Heures après la li- gature des vaisse- aux rénaux	Température du corps	Sucre pour 100 gr. du sang d'après la méthode de micro- chimique de Bang	Sucre pour 1000 gr. du sang d'après la méthode de Lépine			Sucre combiné pour 100 du sucre libre
						Sucre libre	Sucre virtuel	Sucre total	
28. I. '22	2 ^{kg} r,02	A.M. 9 h. 25 9 h. 35- 9 h. 45 P.M. 8 h. 00		38° ,9	0 ^{gr} ,09	1 ^{gr} ,575	1 ^{gr} ,025	2 ^{gr} ,590	65
				Ligature des vaisseaux rénaux					
29. I. „	1 ^{kg} r,89	A.M. 9 h. 30 P.M. 8 h. 00		38° ,0	0 ^{gr} ,10				
				37° ,5	0 ^{gr} ,10				
30. I. „	1 ^{kg} r,82	A.M. 9 h. 00 P.M. 8 h. 30	59	35° ,3	0 ^{gr} ,15				
				34° ,6	0 ^{gr} ,42	4 ^{gr} ,689	1 ^{gr} ,196	5 ^{gr} ,885	26

EXPÉRIENCE VI.

Date	Poids du corps	Temps	Heures après la li- gature des vaisse- aux rénaux	Température du corps	Sucre pour 100 gr. du sang d'après la méthode de micro- chimique de Bang	Sucre pour 1000 gr. du sang d'après la méthode de Lépine			Sucre combiné pour 100 du sucre libre
						Sucre libre	Sucre virtuel	Sucre total	
2. II. '22	1 ^{kg} r,95	A.M. 9 h. 00 9 h. 30- 9 h. 40 P.M. 5 h. 00		38°,4	0 ^{gr} ,10	1 ^{gr} ,095	0 ^{gr} ,981	2 ^{gr} ,076	90
				Ligature des vaisseaux rénaux					
				38°,4	0 ^{gr} ,14				
3. II. „	1 ^{kg} r,80	A.M. 9 h. 00 P.M. 9 h. 00		37°,6	0 ^{gr} ,12				
				38°,2	0 ^{gr} ,14				
4. II. „	1 ^{kg} r,75	A.M. 8 h. 30 P.M. 4 h. 30		36°,6	0 ^{gr} ,19				
			55	37°,6	0 ^{gr} ,16	1 ^{gr} ,715	1 ^{gr} ,148	2 ^{gr} ,863	66

TABLEAU II.

Numéro de l'expérience	Avant la ligature			Heures de la ligature au dosage second	Après la ligature		
	Sucre libre	Sucre virtuel	Sucre combiné		Sucre libre	Sucre virtuel	Sucre combiné
1° (21. XII. '21)	1 ^{gr} ,145	0 ^{gr} ,865	77	53	6 ^{gr} ,120	1 ^{gr} ,046	17
2° (7. I. '22)	1 ^{gr} ,250	0 ^{gr} ,608	49	71	2 ^{gr} ,521	1 ^{gr} ,009	40
3° (17. I. „)	1 ^{gr} ,075	0 ^{gr} ,930	86	53	3 ^{gr} ,695	1 ^{gr} ,339	36
4° (23. I. „)	1 ^{gr} ,005	0 ^{gr} ,935	93	53	2 ^{gr} ,784	0 ^{gr} ,932	33
5° (28. I. „)	1 ^{gr} ,575	1 ^{gr} ,025	65	59	4 ^{gr} ,689	1 ^{gr} ,196	25
6° (2. II. „)	1 ^{gr} ,095	0 ^{gr} ,981	90	55	1 ^{gr} ,715	1 ^{gr} ,148	67
7° (7. II. „)	1 ^{gr} ,570	0 ^{gr} ,920	59	58	4 ^{gr} ,477	1 ^{gr} ,228	27

De ce tableau on voit bien que le sucre du sang, dosage par la méthode de Bang, augmente si fort après la ligature des vaisseaux rénaux, que j'ai trouvé dans une première série d'expériences. C'est à dire, avant la ligature 0 gr. 09—0 gr. 13, en moyenne 0 gr. 105 et après

la ligature 0 gr. 16—0 gr. 56, en moyenne 0 gr. 33 pour 100 gr. de sang.

Le sucre libre a augmenté remarquablement. Chez six lapins (excepté No. 6) le taux avant la ligature est 1 gr. 005—1 gr. 575 (en moyenne 1 gr. 270), pour 1000 gr. du sang. Et celui-ci 50—90 heures après la ligature est 1 gr. 715—6 gr. 120 (en moyenne 3 gr. 869). Le sucre virtuel avant 0 gr. 608—1 gr. 025 (en moyenne 0 gr. 830) avant la ligature et 0 gr. 932—1 gr. 339 (en moyenne 1 gr. 125) 50—90 heures après l'opération.

Expérience VI doit être exclue, parce que l'hyperglycémie du derniers jours n'était pas encore grande.

Soir le sucre libre et le sucre total du sang augmentent aussi parallèlement, par conséquent, le sucre virtuel n'a pas subi de variation importantes, mais il augmente plus ou moins après la ligature.

Quant au sucre combiné, j'ai trouvé toujours la diminution très forte. Tandis que la diminution du sucre combiné à l'animal, mis à l'inanition, ne se monte pas à 50 pour 100 du chiffre avant l'inanition ; celle de l'animal dont les vaisseaux rénaux sont ligaturé depuis plusieurs jours est toujours 50 pour 100 du chiffre avant la ligature.

V.—CONCLUSIONS.*

Le sucre virtuel du sang augmentait plus ou moins après la ligature des vaisseaux rénaux doubles.

Le sucre combiné du sang après la ligature diminue, parce que l'augmentation du sucre libre était plus forte que celle du sucre virtuel.

* N.B. à l'occasion de la correction : H. Bierry, F. Rathery, et F. Bordat récemment rapportaient l'élévation du taux du sucre protéidique dans la plasma sanguin par ligature des deux urétéres chez le chien, mais ils n'observaient pas une remarquable augmentation du sucre libre pendant 2 ou 3 jours après ligature, au contraire des résultats de mes expériences chez le lapin [C. R. de l'Acad. des Scien. 174, No. 14 (3 Avril 1922) 970].