

Mesure du débit du sang de la veine porte au moyen d'un débitmètre électromagnétique chez la chèvre

par J. L. BARRY, Elisabeth DEBRAS, J. LEFAIVRE *, C. CHAMPREDON

Laboratoire d'Etude du Métabolisme Azoté

* *Laboratoire d'Etude de la Digestion des Ruminants*
I. N. R. A., Theix, St-Genès-Champanelle,
63110 Beaumont.

Summary. *Measurement of portal vein blood flow in goats using an electromagnetic flow-meter.*

When quantitatively measuring the products of digestion in the portal blood, the following factors are to be studied :

- the difference between the concentrations of those products in the arterial blood afferent to the alimentary canal and of those in the venous portal blood,
- blood flow in the portal vein.

As a preliminary step, we have undertaken the study of the continuous measurement of the portal blood flow in ruminants (goats), using a method analogous to that employed by Rérat in pigs. Nine goats were fitted with a ring-probe around the portal vein ; during reading, the probe was attached to an electromagnetic flow-meter connected to a recorder. Fifteen readings were taken on 4 of the animals (mean live weight : 47 kg) for about 7 hours after the morning feeding. After installation, each gauge allowed readings for 4 to 5 consecutive weeks. The signal then faded, and the animals were slaughtered and examined. As the wall of the portal vein had slightly thickened and therefore its lumen was only slightly reduced, signal damping could be attributed to a change in probe functioning. The mean flow, measured at the time of reading, was 1 830 ml/min or 39 ml/min/kg of live weight. This study showed a large variability in the flow and distinguished 3 variations throughout the day :

- rapid variations reaching ± 45 p. 100 over a period of a few seconds,
- variations reaching ± 40 p. 100 over a period of a few minutes,
- large variations throughout the day, the mean maximum measurement being susceptible to reach 150 p. 100 of that of the minimum measurement.

The mean amount of flow varied up to ± 25 p. 100 in the same animal from one day to another, and differed among the animals.

A general phenomenon occurred after the meal : the flow usually decreased by 10 p. 100 after about 1 hr ; it then increased to attain approximately 115 p. 100 of that of the preprandial values towards the end of the reading.

The variable character of portal blood flow necessitates continuous reading while the quantitative occurrence of nutriment in the portal blood is being measured.

L'évaluation du bilan des phénomènes digestifs chez le ruminant nécessite la mesure quantitative de l'apparition des nutriments dans le sang veineux porte : cela suppose connus simultanément d'une part les différences de concentration entre le sang veineux porte drainant le tube digestif et le sang artériel afférent et d'autre part le débit de sang de la veine porte.

La difficulté majeure de ce type d'étude est la mesure du débit sanguin porte. La plupart des méthodes utilisées jusqu'alors font appel à l'emploi d'un traceur injecté de manière discontinue ou continue dans la veine porte. Ces méthodes, parfois difficiles à utiliser dans des conditions physiologiques, ne permettent la mesure du débit qu'un nombre restreint de fois dans la journée. L'emploi de la technique à effet Doppler (Carr et Jacobson, 1968) présente l'inconvénient majeur de nécessiter l'estimation *post-mortem* du diamètre intérieur du vaisseau. Le débitmètre électromagnétique permet, en revanche, d'enregistrer directement le débit sanguin, en continu, sans perturber l'animal. Il a été utilisé avec succès chez le porc (Rérat, 1971). Kedenburg et Hübner (1973) l'ont employé chez le mouton, mais n'ont publié que des résultats sommaires. Nous avons voulu vérifier si l'importance des variations du débit sanguin porte chez le ruminant justifie l'emploi de cette méthode de mesure.

Matériel et méthodes.

— *Animaux et préparation chirurgicale.* — 9 chèvres adultes de race alpine, pesant de 40 à 60 kg, sont utilisées. Après laparotomie sous anesthésie générale, un capteur électromagnétique d'un diamètre interne de 14 mm, préalablement étalonné, est implanté autour de la veine porte entre le foie et la jonction de la veine gastroplénique au tronc mésentérique. Chaque animal est en outre muni d'une canule du rumen.

— *Mesures.* — Lors des mesures, le capteur est relié à un débitmètre Statham (type SP 2202) ; l'obtention du zéro de référence, correspondant à un débit nul, ne nécessite pas l'occlusion mécanique de la veine. Le principe de fonctionnement de cet appareil a été décrit antérieurement (Gordon, 1971). Le débitmètre est réglé de façon à éliminer au maximum les signaux parasites et le débit est mesuré avec une constante de temps de 5 sec. Quinze mesures en continu sont effectuées sur 4 chèvres durant environ 7 h après le repas du matin. 100 g de foin haché sont distribués à l'auge, puis 15 min plus tard 400 g d'un aliment expérimental granulé et grossièrement broyé sont introduits dans le rumen par la canule. Deux régimes expérimentaux comportant 4 p. 100 d'urée et différant par la nature de leur fraction amylacée sont utilisés. Chaque animal est accoutumé au régime qui lui a été attribué pendant 2 semaines après l'opération. Les valeurs de débit relevées sur l'enregistrement sont corrigées en fonction de l'étalonnage de la sonde et de l'hématocrite des animaux.

Résultats.

1. — *Evolution de la mesure du débit après l'opération.* — Immédiatement après l'opération, le débit sanguin est difficile à mesurer en raison d'un contact insuffisant entre le capteur et la veine. Les valeurs obtenues sont en général inférieures à

1 000 ml/min. Le débit se maintient à une valeur voisine de 1 000 ml/min tant que l'animal ne s'alimente pas normalement puis augmente rapidement avec la reprise de la rumination et se maintient ensuite à une valeur à peu près constante. 4 à 5 semaines après l'opération le signal fourni par le débitmètre à l'enregistreur se dégrade et s'affaiblit rapidement. L'autopsie des animaux ne révèle qu'un léger épaississement de la paroi de la veine porte et donc qu'une légère diminution de la lumière de cette dernière. La diminution du signal fourni par le débitmètre serait plus due à une altération du courant qui lui est transmis par le capteur qu'à une éventuelle diminution du débit sanguin porte.

2. — *Etude des mesures en continu.* — Les débits moyens correspondant à chaque régime expérimental ne différant entre eux que de l'ordre de 10 p. 100, les cinétiques sont analysées indépendamment des régimes alimentaires.

Nous avons enregistré un débit moyen de 1,83 l/min soit 39 ml/min/kg de poids vif. Nous avons mis en évidence une grande variabilité du débit sanguin porte.

● Au cours de la journée :

— le débit peut varier sur des périodes inférieures à la minute : ces variations, en général de l'ordre de ± 20 p. 100 de la valeur moyenne (fig. 1) atteignent ± 45 p. 100 dans les cas extrêmes ; elles peuvent parfois être reliées à d'autres phénomènes (déglutition, changement de position de l'animal, bruit dans la pièce) ;

— lorsque le débit est estimé en pondérant ces fluctuations rapides, on remarque des variations de l'ordre de ± 20 p. 100 (avec des extrêmes de ± 40 p. 100) sur des périodes de plusieurs minutes (fig. 1) ;

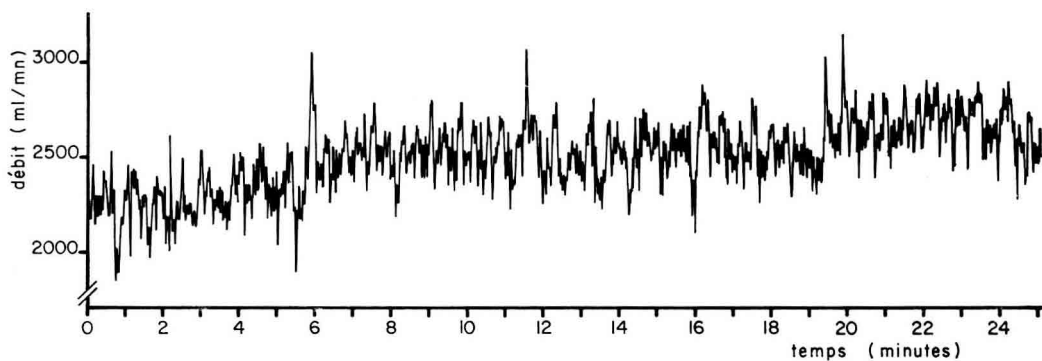


FIG. 1. — Graphe d'enregistrement du débit sanguin porte.

— enfin, le débit moyen évalué toutes les 15 min varie au cours de la journée, la valeur maximale pouvant atteindre 150 p. 100 de la valeur minimale. L'évolution moyenne du débit a été représentée sur la figure 2 : après une baisse dans l'heure qui suit le repas, le débit augmente de façon sensiblement constante pendant les 6 h post-prandiales.

● D'un jour à l'autre la valeur moyenne du débit sanguin porte peut varier pour un même animal (jusqu'à ± 25 p. 100) et les valeurs, même rapportées au poids vif peuvent différer d'un animal à l'autre.

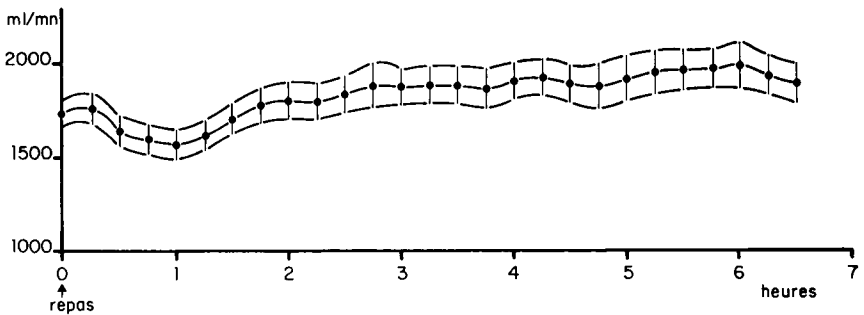


FIG. 2. — Evolution postprandiale du débit sanguin de la veine porte (\pm erreur standard).

Discussion.

La valeur moyenne du débit obtenue dans cette expérience est en bon accord avec le chiffre moyen de 39,4 ml/kg/min estimé chez le ruminant à partir de la bibliographie (Schambye, 1955 ; Roe, Bergman et Kon, 1966 ; Carr et Jacobson, 1968 ; Katz et Bergman, 1969 ; Hume, 1971 ; Wangness et McGilliard, 1972 ; Webster et White, 1973 ; Kedenburg et Hubner, 1973 ; Weekes et Webster, 1975 ; Prewitt *et al.* 1975 ; Sniffen et Jacobson, 1975).

Divers auteurs ont signalé le caractère variable du débit. L'influence de l'anesthésie et du jeûne a été rapportée à plusieurs reprises (Katz et Bergman 1969 ; Wangness et McGilliard, 1972). Wangness et McGilliard (1972) n'ont pas remarqué d'évolution du débit dans la journée, mais la plupart des auteurs signalent une augmentation du débit sanguin porte après le repas chez le ruminant (Bensadoun et Reid, 1962 ; Carr et Jacobson, 1968 ; Katz et Bergman, 1969) et chez le porc (Rérat, 1971). Dans notre expérience, l'influence la plus nette du repas est la baisse du débit pendant 1 h. L'absorption d'ammoniac à la suite de l'hydrolyse dans le rumen de l'urée alimentaire pourrait expliquer ce phénomène : ce métabolite apparaît rapidement dans le sang porte et peut provoquer une somnolence chez les animaux (Lewis, Hill et Anison, 1957) ainsi que nous l'avons constaté dans beaucoup de nos essais. Cependant, certaines variations du débit du sang porte du porc (Rérat *et al.*, 1976), chez lequel l'ammoniac ne peut être mis en cause, présentent une grande analogie avec celles que nous avons obtenues. Ce point sera précisé ultérieurement.

En raison des méthodes de mesure de débit généralement utilisées, peu d'auteurs ont signalé des variations rapides de débit : celles-ci auraient été mises en évidence par Schenk *et al.* (1960) chez l'homme et Hopkinson et Schenk (1968) obtiennent chez le chien des enregistrements assez semblables aux nôtres. Ces variations rapides du débit peuvent expliquer certaines difficultés rencontrées par les utilisateurs de méthodes de mesure de débit par injection d'un traceur dans la veine porte.

Les variations de débit que nous avons observées pour un même animal d'un jour à l'autre et entre les animaux confirment les travaux antérieurs (Katz et Bergman, 1969 ; McGilliard, Thorp and Thorp, 1971 ; Wangness et McGilliard, 1972).

Conclusion.

Le caractère très variable du débit sanguin porte rend nécessaire sa mesure en continu lors de l'estimation quantitative du passage des nutriments dans le sang porte à partir du tube digestif. L'emploi d'un débitmètre électromagnétique permet d'obtenir, sans perturber les animaux, des mesures satisfaisantes chez la chèvre non anesthésiée sur des périodes n'excédant pas 5 semaines.

Commission CNERNA Digestion-Absorption/Association des Physiologistes, Paris 5-6 octobre 1978.

Références

- BENSADOUN A., REID J. T., 1962. Estimation of rate of portal blood flow in ruminants : effect of feeding, fasting and anesthesia. *J. Dairy Sci.*, **45**, 540-543.
- CARR S. B., JACOBSON D. R., 1968. Method for measurement of gastrointestinal absorption in normal animals combining portal-carotid differences and telemetered portal flow by doppler-shift. *J. Dairy Sci.*, **51**, 721-729.
- GORDON A. S., 1971. *Practical aspects of blood flow measurement*. Statham Instruments Inc. Oxnard USA.
- HOPKINSON B. R., SCHENK W. G., 1968. The electromagnetic measurement of liver blood flow and cardiac output on conscious dogs during feeding and exercise. *Surgery*, **63**, 970-975.
- HUME J. D., 1971. Amino acid absorption in sheep fed alfafa. *J. Anim. Sci.*, **33**, 287 (abstr.).
- KATZ M. L., BERGMAN E. N., 1969. Simultaneous measurements of hepatic and portal venous blood flow in the sheep and dog. *Am. J. Physiol.*, **216**, 946-952.
- KEDENBURG V. C. P., HÜBNER H., 1973. Stickstoffresorption bei Schafen nach Hardstoff Fütterung. I. — Mitteilung. *Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelkde*, **32**, 64-73.
- LEWIS D., HILL K. J., ANNISON E. F., 1957. Studies on the portal blood of sheep. I. Absorption of ammonia from the rumen of the sheep. *Bioch. J.* **66**, 587-592.
- McGILLIARD A. D., THORP J. W., THORP S. L., 1971. Variation on portal blood flow measured by dye-dilution in young calves. *J. Dairy Sci.*, **54**, 247-251.
- PREWITT L. R., JACOBSON D. R., HEMKEN R. W., SCHELLING G. D., HATTON R. H., 1975. Amino acid absorption by portal jugular venous differences in sheep fed two maturities of alfafa hay. *J. Anim. Sci.*, **41**, 1722-1727.
- RÉRAT A., 1971. Mesure du débit de sang dans la veine porte à l'aide d'un débitmètre électromagnétique chez le porc. *Ann. Biol. anim. Bioc. Biophys.*, **11**, 175-180.
- RÉRAT A., CORRING T., LAPLACE J. P., 1976. Protein digestion and absorption, 97-138. In COLE D. J. A., BOORMAN K. N., BUTTERY P. J., LEWIS D., NEALE R. J., SWAN H., *Protein metabolism and nutrition*. Eur. Ass. Anim. Prod., Publ. n° 6, Butterworths, London.
- ROE W. E., BERGMAN E. N., KON K., 1966. Absorption of ketone bodies and other metabolites via the portal blood of sheep. *Am. J. vet. Res.*, **27**, 729-736.
- SCHAMBYE P. 1955. Experimental estimation of the portal vein blood flow in sheep. I. Chronic experiments in cannulated sheep applying infusion and injection methods. *Nord. vet. Med.*, **7**, 961-975.
- SCHENK W. G., MENNO A. D., ANDERSEN M. N., MURRAY N. A., DRAPANAS T., 1960. Application of the electromagnetic flowmeter to vascular studies in human patients. *Surgery*, **48**, 211-220.

- SNIFFEN C. J., JACOBSON D. R., 1975. Net amino acid absorption in steers fed alfalfa hay cut at two stages of maturity. *J. Dairy Sci.*, **58**, 371-383.
- WANGNESS P. J., MCGILLIARD A. D., 1972. Measurement of portal blood flow in calves by dye dilution. *J. Dairy Sci.*, **55**, 1439-1446.
- WEBSTER A. J. F., WHITE F., 1973. Portal blood flow and heat production in the digestive tract of sheep. *Br. J. Nutr.*, **29**, 279-293.
- WEEKES T. E. C., WEBSTER A. J. F., 1975. Metabolism of propionate in the tissues of the sheep gut. *Br. J. Nutr.*, **33**, 425-437.
-