Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1964, **4** (1), 27-34.

INTESTIN GRÊLE DU PORC

I. — Dimensions en fonction de l'age et du poids, étude de la jonction du canal cholédoque et du canal pancréatique a celui-ci

N. VODOVAR, J. FLANZY, A. C. FRANÇOIS

Station centrale de Nutrition
Centre national de Recherches zootechniques, Jouy-en-Josas (Seine-et-Oise)

SOMMAIRE

Les dimensions de l'intestin grêle du Porc (longueur, diamètre, volume) sont, à tout âge, dans le cas de développement normal, fonction du poids vif de l'animal.

Les rapports existant entre les coefficients d'accroissement du volume de l'intestin grêle et du poids corporel, d'une part, de la longueur de l'intestin grêle et de son diamètre, d'autre part, permettent de déterminer valablement les dimensions de l'intestin grêle du Porc en connaissant uniquement le poids de l'animal.

La longueur du duodénum (portion de l'intestin grêle comprise entre le pylore et l'angle duodéno-jéjuno-iléal) est invariablement, à tout âge et pour différents poids, très proche du 1/26e de la longueur totale de l'intestin grêle. Il reçoit le suc biliaire par le canal cholédoque qui débouche entre les 2e et 6e cm après le pylore, seul dans 78 p. 100 des cas, associé à un canal pancréatique dans 22 p. 100 des cas (observations faites sur 50 animaux).

Le déversement du suc pancréatique dans le duodénum se fait, dans 78 p. 100 des cas, par un seul canal entre les 13e et 27e cm après le pylore ; dans 18 p. 100 des cas, il existe un second canal pancréatique, dont le débouché est associé au canal cholédoque ; dans 4 p. 100 des cas, il semble que la totalité du suc pancréatique soit déversée par un canal associé au canal cholédoque.

INTRODUCTION

L'intestin grêle est la partie du tube digestif comprise entre l'estomac, dont il est séparé par le pylore, et le gros intestin, dans lequel il s'abouche par la valvule jéjuno-iléo-cæcale de Bauhin.

Sa longueur et son diamètre augmentent avec le poids de l'animal. Or, dans le cas de développement normal d'animaux placés dans des conditions semblables et pour une race donnée, le poids est fonction directe de l'âge. Dans le cas de croissance irrégulière (pathologique), les dimensions de l'intestin grêle ne suivent pas de loi régulière.

Notre étude a porté sur des intestins prélevés sur des animaux du premier groupe.

La littérature, à ce sujet, est très restreinte. On ne trouve sur les dimensions de l'intestin grêle du Porc que très peu d'indications et les difficultés que rencontre le chercheur pour les établir en sont peut-être la raison. En effet, au cours du prélèvement et au cours des mensurations elles-mêmes, ces tissus subissent de très grandes déformations, si l'opérateur ne prend pas de précautions particulières. Aussi, la plupart des auteurs se réfèrent-ils aux dimensions de l'intestin humain (BRESSE, 1953). Cependant, les dimensions de l'intestin humain (ALBOT et POILLEUX, 1956 ; GHERGIE et HILLEMAND, 1957) sont trop différentes de celles du porc, pour qu'on puisse les confondre et s'en servir pour la recherche.

Cette partie de notre travail donne quelques indications anatomiques sur les différents segments de l'intestin grêle, fait état de nos observations relatives au lieu où débouchent le canal cholédoque et le canal pancréatique dans le duodénum et surtout fait l'objet d'un certain nombre de mesures (longueur, diamètre, volume, poids) effectuées dans des conditions techniques précises sur des animaux allant de la naissance à l'état adulte. Elle a pour but de faciliter au biochimiste nutritionniste les explorations qu'il est appelé à faire au cours de ses recherches sur le transit, les transformations physiques et chimiques des aliments et leur absorption aux différents niveaux du tube digestif.

Devant l'uniformité de l'intestin grêle, entre l'angle duodéno-jéjuno-iléal et la valvule de Bauhin, pour toute exploration (tubage, sondage, opération, etc.) il faut indiquer le niveau en se référant (pour un poids donné) aux longueurs :

— soit à partir du pylore ;
— soit à partir de l'angle duodéno-jéjuno-iléal ;
— soit, enfin, à partir de la valvule de Bauhin en sens inverse.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les intestins grêles mesurés ont été prélevés :

a) sur 54 porcelets de la naissance à 12 jours, de poids normal ;

b) sur 15 animaux en croissance, entre 120 et 140 jours, dont le poids, au moment de l'abattage, était compris entre 45 et 55 kg;

c) sur 35 porcs sacrifiés après engraissement, entre 200 et 230 jours, et pesant de 95 à 105 kg ;

d) enfin, et à titre indicatif, sur deux animaux ayant servi à la reproduction, âgés de 3 ans et pesant respectivement 223 et 245 kg de poids vif.

Les porcelets sacrifiés à la naissance n'avaient rien ingéré. Les autres, sacrifiés à 24 heures, 6 et 12 jours, étaient nourris au lait maternel.

L'ensemble des autres porcs avait reçu l'alimentation des porcs en croissance de la Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs de Jouy-en-Josas ; ils présentaient un développement normal et appartenaient à la même race (*Large White*).

Méthodes

Les dimensions de l'intestin grêle (et en particulier le diamètre) ne sont pas les mêmes au repos et au moment de la digestion. Lorsque la lumière intestinale ne contient pas ou presque pas de substances alimentaires, les parois sont aplaties et contractées. Dans le cas contraire, l'intestin a une section circulaire.

Pour prendre des mesures le plus proche possible de celles de l'intestin au moment d'une diges-

tion normale, il faut tenir compte de la structure particulière de ses parois formées de plusieurs tuniques de tissus différents, pour la plupart très fragiles, et facilement déformables. A cette fin, voici les techniques que nous avons utilisées.

Les animaux anesthésiés, ou assommés par le choc électrique, sont ouverts ventralement sans avoir été saignés. Après ligature au niveau du pylore et au niveau de la valvule de Bauhin, l'intestin est dégagé, à l'aide de ciseaux, avec une partie ou la totalité du mésentère. En aucun cas, la tunique séreuse (ou feuillet viscéral) ne doit être enlevée ou abîmée, car c'est surtout grâce à celle-ci que les dimensions seront préservées.

L'intestin, ainsi dégagé, est incisé aux deux extrémités, au-delà des ligatures, et placé dans un récipient contenant une solution de chlorure de sodium à 9 p. 1 000 à 37-38° C. A l'aide d'un dispositif comprenant une ampoule à décantation, on fait couler la solution de chlorure de sodium par l'extrêmité proximale, après avoir desserré les ligatures. Dès que la solution introduite, en s'écoulant à l'autre extrémité, a éliminé l'air, les mucosités et les débris alimentaires susceptibles de provoquer des déformations, la ligature est resserrée du côté distal, tandis que la solution de chlorure de sodium continue à couler sous faible pression ; lorsque l'équilibre est établi entre paroi interne et paroi externe (c'est-à-dire lorsque la solution placée dans l'ampoule à décantation baissée au niveau du récipient ne s'écoule plus), on resserre la ligature au niveau du pylore et on procède aux mensurations.

Pour l'appréciation des longueurs, nous avons appliqué un fil de nylon contre la paroi de l'intestin, sur l'un des côtés latéraux (et non sur la bordure des courbures extérieure ou intérieure) et nous l'avons mesuré.

En ce qui concerne les diamètres, nous avons utilisé un compas. Les mesures ont été faites à différents niveaux tout au long de l'intestin. Nous n'avons retenu que celles relevées au début du duodénum et à la fin du jéjunum-iléon ; les autres, comprises entre ces deux points, sont intermédiaires et présentent une décroissance régulière.

Les volumes, eux, ont été calculés théoriquement en se servant des mesures de la longueur et du diamètre, puis ils ont été vérifiés en déterminant le volume de la solution de chlorure de sodium introduite dans la lumière intestinale jusqu'à équilibre des pressions, comme indiqué précédemment. Les résultats obtenus donnent des fluctuations allant jusqu'à 6 p. 100 en plus ou en moins par rapport aux volumes calculés. Cependant, les moyennes étant très proches, nous avons adopté l'estimation théorique.

Pour tester la valeur du procédé employé pour la préparation de l'intestin aux fins de mensurations, nous avons pratiqué la fixation de l'intestin grêle, *in situ*, par le formol neutre à 10 p. 100, d'une part, et par la solution aqueuse de picroformol, d'autre part, en procédant à l'injection de ces fixateurs dans la lumière intestinale (les tissus ainsi préparés nous ont servi à l'étude histologique des parois). Nous avons constaté que les résultats ainsi obtenus étaient :

— pour la longueur, en moyenne, très voisins sinon identiques aux premiers ;

— pour le diamètre, légèrement inférieurs, ce qui s'explique aisément du fait de la légère contraction des tissus au cours de la fixation, quelles que soient les précautions prises.

Par comparaison, des prélèvements d'intestin grêle ont été faits également après abattage, sans prendre les précautions décrites précédemment ; après avoir ligaturé aux deux extrémités, on incise et on tire légèrement pour détacher du feuillet viscéral. Les mesures prises dans ces conditions ont fait apparaître une élongation variant entre 14 et 42 p. 100 en ce qui concerne la longueur et une différence allant du simple au double et même au triple pour le diamètre.

Quant au poids, il a été évalué par pesée après lavage de l'intestin dans une solution de chlorure de sodium à 9 p. 1 000 et essorage léger au papier Joseph.

L'étude de la jonction du canal cholédoque et du canal pancréatique au duodénum a été faite sur des tissus fixés au formol à 10 p. 100 ou au picroformol, ou après un séjour dans l'acide nitrique à 20 p. 100 (Di Dio et Boyden, 1962).

OBSERVATIONS ET RÉSULTATS

L'intestin grêle incisé au niveau du pylore et de la valvule de Bauhin, dégagé du feuillet viscéral, se présente sous la forme d'un tube dont la longueur varie avec l'âge et le poids de l'animal et sur lequel il est possible d'observer distinctement deux portions :

— la première, qui fait suite à l'estomac, est le duodénum (Albot et Poilleux, 1957 ; Bourdelle, 1920 ; Sisson et Grossman, 1953 ; Tixier et Gaillard, 1957 ;

VILLEMIN, 1922) très court par rapport à la seconde portion, qui est environ 25 fois plus longue à n'importe quel stade du développement de l'animal. Il a la forme d'un fer à cheval dont les trois parties sont sensiblement égales ; plusieurs rétrécissements y sontvisibles : le plus prononcé se situe à quelques centimètres de la jonction du duodénum avec le jéjunum-iléon. Si l'animal a été sacrifié au cours de la digestion, les aliments y sont accumulés et il semble qu'il y ait, à ce niveau, ralentissement du transit.

Le passage entre le duodénum et la seconde portion de l'intestin grêle se présente sous la forme d'un angle, le plus souvent voisin de 90°.

— la seconde portion est quasi-uniforme sur toute sa longueur. Elle a cependant été divisée artificiellement, chez l'Homme et, par analogie, chez les animaux, en jéjunum et iléon. Aucun caractère spécial ne les délimite et, actuellement, la plupart des anatomistes et des physiologistes appellent cette seconde portion jéjunum-iléon (BRESSE, 1953 ; GUERIGIE et HILLEMAND, 1957) ; rares sont ceux qui expriment leurs résultats séparément pour l'un et pour l'autre.

Chez le Porc, en tous cas, il est difficile d'établir une distinction.

Du côté externe de la paroi de l'intestin grêle, se voient, par transparence, de nombreux vaisseaux sanguins roses et des vaisseaux lymphatiques incolores, qui s'entrecroisent à l'intérieur de la paroi. De petites saillies blanchâtres ou grisâtres, relativement peu nombreuses dans les parties proximale et médiane, plus nombreuses dans la partie distale y sont également disséminées. Ce sont des formations lymphatiques accumulées dans la paroi et appelées follicules clos. Agminés sur plusieurs dizaines de centimètres, vers la fin de l'intestin grêle, ils forment des plaques de dimensions plus ou moins importantes : les plaques de Peyer.

En incisant la paroi, on distingue sur la face interne les villosités intestinales et aussi les mêmes saillies que sur la face externe.

Les résultats des différentes mesures effectuées ont été résumés dans le tableau I ci-après.

En sa première partie, le duodénum est soutenu par l'estomac, auquel il fait suite, en sa partie médiane, par des lames musculaires fines issues du diaphragme et il est maintenu, en sa partie terminale, au niveau de son passage dans le jéjunum-iléon, par le feuillet viscéral (BOURDELLE, 1920 ; BRESSE, 1953).

Dans la courbure en fer à cheval que présente le duodénum, est logée la tête du pancréas. Cette glande, très volumineuse chez le Porc, tire son origine, ainsi que le foie, de bourgeons issus de l'entoderme au stade embryonnaire. Ces deux glandes ont conservé leurs liens avec le duodénum par l'intermédiaire de leurs canaux excréteurs qui débouchent dans la lumière duodénale.

Le canal cholédoque, qui amène la bile dans le duodénum, y débouche à des niveaux qui varient avec les espèces animales considérées (BOYDEN, 1955 ; DI DIO et BOYDEN, 1962 ; EICHHORN, 1955). Le suc pancréatique s'écoule soit par un seul canal, soit par deux canaux, qui sembleraient correspondre au canal de Wirsung et au canal de Santorini en anatomie humaine.

Ces trois canaux, suivant les espèces animales, peuvent s'aboucher de différentes façons avec le duodénum : c'est ainsi que le canal cholédoque et le canal de Wirsung peuvent aboutir soit à des niveaux tout à fait différents, soit au même niveau, mais séparément, soit ensemble, après avoir fait leur jonction avant de pénétrer dans la paroi intestinale.

TABLEAU I

Longueur, diamètre, volume et poids moyens de l'intestin grêle chez le porc en fonction de l'âge et du poids corporel
(Mesures effectuées sur 114 animaux)

Nombre d'animaux	Age en jours	Poids corporel en kg	Longueur de l'intestin		Diamètre de l'intestin		Volumes (ml)	Poids de l'intestin en p. 100 du poids vif	Rapport Volumes / Poids
			(totale/m)	(duod./cm)	(début/cm)	(fin/cm)			
22	naissance	0,950 à 1,150	2,15 (2,07-2,24)	7 (6,3-7,8)	0,65 (0,60-0,68)	0,65 (0,59-0,68)	72	0,89	72
12	1	1,100 à 1,250	3,05 (2,94-3,14)	8,9 (7,9-9,9)	0,72 (0,67-0,76)	0,72 (0,65-0,75)	130	0,93	111
12	6	1,840 à 2,300	3,85 (3,69-3,97)	10,4 (9,4-11,4)	0,78 (0,73-0,80)	0,78 (0,71-0,80)	183	0,95	88
8	12	2,500 à 2,800	4,50 (4,33-4,62)	11,5 (10,5-11,5)	0,8 (0,77-0,85)	0,8 (0,75-0,83)	226	0,97	85
5	30-40	7-9	6,55 (6,31-6,73)	25 (23-28)	1,62 (1,49-1,72)	1,58 (1,48-1,69)	662	1,04	83
3	55-65	15-17	9 (8,70-9,35)	34 (32-38)	2,4 (2,1-2,7)	2,2 (1,9-2,5)	3 110	1,15	193
15	120-140	45 à 55	13 (12,46-13,46)	50 (47-54)	3,2 (2,75-3,55)	3 (2,7-3,4)	9 744	1,23	195
35	200 à 230	95 à 105	16,50 (15,87-17,27)	65 (60-70)	4,2 (3,6-4,7)	3,6 (3,3-4,1)	19 182	1,23	192
2	3 ans	223 et 245	18,40 et 19,60	63 et 67	4,9 et 5,1	4,6 et 4,8	32 945	1,23	145

duod. = duodénum

Nos observations, qui ont porté sur 50 animaux, nous ont permis de constater que :

— 39 porcs sur 50 avaient un canal cholédoque et un canal pancréatique qui débouchaient respectivement entre 2 et 4 cm et entre 13 et 27 cm après le pylore ;

— 9 sur 50 avaient un canal cholédoque et un canal pancréatique qui débouchaient ensemble entre 2 et 4 cm après le pylore et un second canal pancréatique entre 18 et 29 cm ;

— 2 sur 50 avaient un canal cholédoque et un canal pancréatique qui débouchaient ensemble entre 2 et 6 cm à partir du pylore. Dans ce dernier cas, les deux canaux faisaient leur jonction entre 3 et 1 cm avant la pénétration du canal commun dans la paroi du duodénum, pénétration qui se fait obliquement sur les côtés, quelquefois sur la courbure interne, jamais sur la courbure externe.

En résumé, chez le Porc, le canal cholédoque débouche régulièrement dans la lumière duodénale entre 2 et 6 cm après le pylore. Dans 78 p. 100 des cas, il y débouche seul et dans 22 p. 100 des cas, il fait sa jonction avec un canal pancréatique avant de pénétrer dans la paroi intestinale.

L'écoulement du suc pancréatique se fait dans 78 p. 100 des cas par un seul canal situé entre 13 et 27 cm à partir du pylore. Dans 18 p. 100 des cas, il existe deux canaux, l'un associé au canal cholédoque, l'autre seul, débouchant entre 18 et 29 cm à partir du pylore. Dans 4 p. 100 des cas, nous n'avons pas trouvé de canal pancréatique seul : il était associé au canal cholédoque.

Dans la cavité abdominale, au duodénum fait suite le jéjunum-iléon, entièrement enveloppé dans le feuillet viscéral appelé encore séreuse péritonéale. Après avoir entouré le tube intestinal, ce feuillet se soude sur lui-même par sa face interne et se rétrécit avant de se continuer dans le mésentère. C'est ce rétrécissement qui provoque les courbures de l'intestin qui décrit un nombre important et variable d'anses placées de façon irrégulière et assez mobiles, grâce à leur suspension aux parois de l'abdomen par l'intermédiaire du mésentère.

Les résultats des différentes mesures nous permettent de comparer à différentes étapes les coefficients d'accroissement du poids de l'animal, d'une part, et ceux de la longueur, du diamètre et du volume de l'intestin grêle, d'autre part.

A 12 jours, le coefficient d'accroissement du poids est 2,5. La longueur est passée de 2,15 m à 4,50 m, ce qui représente un coefficient d'accroissement supérieur à 2 ; pour le diamètre, il est de 1,2 et le volume résultant du calcul a augmenté trois fois.

A 130 jours, le poids moyen a un coefficient d'accroissement de 50, la longueur de l'intestin un coefficient de 6, le diamètre de 5 et le volume de 135.

A 215 jours, le coefficient devient 100 pour le poids corporel, 7,5 pour la longueur, 6 pour le diamètre et 270 pour le volume.

Si nous prenons en considération les résultats obtenus sur les deux porcs âgés de 3 ans, le coefficient du poids corporel devient 234, celui de la longueur 9, celui du diamètre 7,5 et celui du volume est voisin de 460.

En comparant ces résultats, nous voyons que le développement de l'intestin grêle suit l'accroissement du poids corporel pendant toute la vie de l'animal.

Plus précisément, en étudiant les coefficients d'accroissement du poids, qui est fonction de l'âge, et ceux du volume, qui découle de l'accroissement de la longueur et du diamètre, nous constatons que le rapport entre le coefficient d'accroissement du volume et celui de l'accroissement du poids est de 1,2 à 12 jours et semble se main-

tenir jusqu'au sevrage, après lequel il devient rapidement 2,7, reste inchangé à 130 et 215 jours et se rapproche de 2 à l'âge de 3 ans.

Le rapport entre le coefficient d'accroissement de la longueur et celui de l'accroissement du diamètre, particulièrement important au point de vue physiologique, reste constant et voisin de 1,2 pendant toute la vie de l'animal.

En tenant compte de ces rapports, il est possible de calculer les dimensions de l'intestin grêle du porc à n'importe quel âge, eu égard au poids corporel de l'animal et à condition que celui-ci ait eu un développement normal. Ceci est également vrai pour la portion que représente le duodénum, étant donné le rapport constant qu existe entre la longueur totale de l'intestin grêle et celui-ci.

Le fait de pouvoir déterminer les dimensions de l'intestin grêle, même approximativement, en connaissant le poids vif de l'animal, pourra faciliter les explorations du biochimiste qui étudie le transit et l'absorption.

Pour être complet sur les dimensions de l'intestin grêle, il aurait fallu calculer la surface bordant la lumière intestinale, mais comme elle est fonction des villositési qui nécessitent l'observation microscopique, nous l'avons étudiée avec l'histologie de la paroi.

De nos observations sur le débouché des canaux pancréatiques et biliaire, il ressort que le biochimiste ne peut jamais être sûr que le suc biliaire s'écoule seul, que le suc pancréatique soit amené par un ou deux canaux. Pourtant, ceci est important pour certaines recherches et notamment pour l'installation de fistules pancréatiques ou biliaires. Pour le savoir, il est donc nécessaire de faire des explorations au moment de l'opération. Mais, si théoriquement, cela est possible, il existe des aspects pratiques difficiles à réaliser.

Reçu pour publication en octobre 1963.

SUMMARY

THE SMALL INTESTINE OF THE PIG. I. — SIZE AS A FUNCTION OF AGE AND WEIGHT. A STUDY OF THE JUNCTION OF THE HEPATIC AND THE PANCREATIC DUCTS IN THE PIG

In the case of normal development, the dimensions of the small intestine of the pig (length, diameter, volume) are at any age a function of the live weight of the animal. The relationships existing between the coefficients of volume increase of the small intestine and the corporal weight on the hand, and of the length of the small intestine and its diameter on the other, allow the dimensions of the small intestine of the pig to be validly determined when only the weight of the animal is known.

The length of the duodenum (the part of the small intestine contained between the pylorus and the duodenum-jejunum-ileum angle) is invariably, at any age and for different weights, very near to 1/26 of the total length of the small intestine. It receives the bile by means of the hepatic duct, which emerges 2 to 6 cm after the pylorus. This duct is separate in 78 p. 100 and linked with the pancreatic duct in 22 p. 100 of the cases (observations carried out on 50 animals).

The discharge of pancreatic juice into the duodenum occurs in 78 p. 100 of the cases via a single duct, emerging 13 to 27 cm after the pylorus ; but in 18 p. 100 of cases, there exists a second pancreatic duct whose outlet is associated with the hepatic duct, and in 4 p. 100 it seems that the whole pancreatic juice pours out by a duct associated with the hepatic duct.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALBOT G., POILLEUX F., 1956. *Intestin grêle, côlon, rectum.* Masson, Paris.

ALBOT G., POILLEUX F., 1957. *Duodénum et Pancréas.* Masson, Paris.

BOURDELLE E., 1920. *Anatomie régionale des animaux domestiques,* vol. 3. Librairie J. B. Baillière et Fils, Paris.

BOYDEN, E. A. 1955. The choledocho and pancreatic-duodenal junctions in the chimpanze. *Surgery,* **37,** 918-927.

BRESSE G., 1953. *Morphologie et Physiologie animales.* Librairie Larousse, Paris.

GUERIGIE E., HILLEMAND P., 1957. *L'intestin grêle.* Exp. Scient. Franç., Paris.

DI DIO L. J. A., BOYDEN E. A., 1962. The choledocho-duodenal junction in the horse — A study of the musculature around the ends of the bile and pancreatic ducts in a species without a gall bladder. *Anat. Rec.,* **143,** 61-69.

EICHHORN E. P. Jr, BOYDEN E. A., 1955. The choledocho-duodenal junction in the dog — A study of oddies sphincter. *Amer. J. Anat.,* **97,** 431-459.

SISSON S., GROSSMAN, 1953. *The Anatomy of the domestic animals.* 4th ed. W. B. Saunders, Philadelphie.

TIXIER A., GAILLARD J. M., 1957. *Anatomie animale et dissection.* Vigot Frères, Paris.

VILLEMIN, 1922. Recherche d'anatomie comparée sur le duodénum de l'homme et des mammifères. *Arch. Morph. gén. exp.,* **32,** 167-174.