
Adaptation de la microvascularisation du côlon à différents degrés d'ischémie. Etude anatomo-chirurgicale.

A. BERNARDES, J. PATRÍCIO

Service de Chirurgie I des Hôpitaux de l'Université de Coimbra et Institut d'Anatomie Normal Faculté de Médecine

Correspondance

Prof. João Patricio
Service de Chirurgie I
Hôpitaux de l'Université de Coimbra
Portugal
e-mail: cirurgia1@huc.min-saude.pt

Résumé

Le but de ce travail était d'étudier la capacité des plexus artériels de la paroi du côlon à tolérer différents degrés d'ischémie et les altérations: histo-pathologiques, de la production de mucine et de la prolifération cellulaire qui sont induites par différents degrés d'ischémie. Quatre vingt dix côlons humains et 95 de chiens ont été utilisés. Les côlons humains ont été injectés par l'artère mésentérique inférieure. Avant la perfusion, dans 34 cas, on a effectué l'excision de 5cm ou de 8cm de l'arcade marginale. Les côlons des chiens ont été injectés par l'artère mésentérique caudale (a.m.c.). Chez 53 chiens on a induit quatre degrés d'ischémie (isch.): isch.1- ligature de l'a.m.c.; isch.2- ligature de l'a.m.c. et de l'artère rectale crâniale; isch.3- la même de l'isch. 2 et excision de l'arcade marginale sur une longueur de 5cm; isch. 4 isch. 2 et excision de 8cm de l'arcade. Les côlons ont été étudiés par diafanisation, microangiographie, microscopie électronique à balayage et histologie. Chez l'homme et chez le chien les quatre plexus riches et homogènes de la paroi du côlon ont une capacité de circulation collatérale limitée quand on résèque l'arcade marginale. Chez les chiens il y a des complications post-opératoires seulement après ischémie plus sévère. L'épithélium normal du côlon du chien secrète des sulfomucines, mais l'ischémie induit la production de sialomucines proportionnelle à la gravité de la lésion. Les ischémies modérées et graves déterminent une augmentation de la prolifération cellulaire de la muqueuse. Chez les malades où une ischémie chronique du côlon est suspectée, l'étude des mucines et de la prolifération de cellules en biopsies, pourrait offrir une contribution de plus pour le diagnostic et l'évaluation de la gravité de l'ischémie.

Mots-clés: microvascularisation / anatomie du côlon / ischémie

Introduction

Il existe beaucoup de travaux sur de la vascularisation du côlon [1, 2, 3, 4, 7, 8, 15, 18, 26, 33, 34, 35, 45, 48, 52, 53, 54] mais quelques aspects controversés persistent encore: quelle est l'importance de l'artère mésentérique inférieure dans la vascularisation de cet organe, notamment lorsqu'il y a occlusion à son origine par artériosclérose [14, 16, 17]?; les plexus et les anastomoses dans les parois du côlon étant riches du point de vue anatomique, dans quelle mesure arrivent-ils

Abstract

Adaptation of colon microvascularization to different degrees of ischaemia – an anatomical surgical study.

The aim of this work was to study the capacity of the arterial plexuses of the colonic wall to tolerate different degrees of ischaemia and to study the histological mucin secretion and cellular proliferation changes induced by different degrees of ischaemia. Ninety human colons and 95 dogs were used for this work. The human colons were injected through inferior mesenteric artery. Before perfusion, in 34 cases, marginal artery was excised for 5cm and 8cm in length. Dog's colons were injected through caudal mesenteric artery (c.m.a.). 53 dogs were submitted to four ischaemic degrees: ischaemia 1- c.m.a. ligation; ischaemia 2- c.m.a. and cranial rectal artery ligation; ischaemia 3- c.m.a. ligation and marginal artery excision for 5cm length; ischaemia 4- c.m.a. ligation and marginal artery excision for 8cm length. The organs were studied by clearing method, microangiography, scanning electronic microscopy in corrosion casts and histology. The rich and homogeneous arterial plexuses of dog's and man's colonic wall have a limited functional value because they are not good ways of collateral circulation when marginal artery is excised. In dogs, complications were only observed in those submitted to the most severe degree of ischaemia. Normal epithelium segregates sulphomucins but colonic ischaemia induces the production of sialomucins in an amount directly proportional to lesion severity. Moderate and severe ischaemia determine an increase of the mucosal proliferating cells fraction producing DNA. In patients with suspicious colonic chronic ischaemia the study of mucins and cells proliferation in fragments of mucosal biopsies obtained by colonoscopy may offer one more contribution to diagnosis and evaluation of lesions severity, mainly when a normal arteriogram was obtained.

Keywords: microvascularization / colon anatomy / ischaemia

à compenser différents degrés d'ischémie?; quelles sont les modifications anatomo-pathologiques responsables de l'occurrence de sténose ischémique et quelles sont les tuniques du côlon les plus atteintes [27, 36, 39, 40, 41]? L'ischémie induit-elle des modifications de la production de mucines et de la prolifération cellulaire de la muqueuse?

But

Étudier: a) sur le côlon de cadavres humains: 1.- la vascularisation artérielle normale macro et microscopique du côlon sigmoïde; 2.- évaluer la capacité des plexus artériels de la paroi du côlon pour perfuser les segments dévascularisés. b) Sur les organes du chien (*Canis familiaris*) [6, 23, 24, 28] étudier: 1.- la vascularisation artérielle normale du côlon; 2.- la tolérance des plexus artériels de la paroi du côlon face à différents degrés d'ischémie ; 3.- les modifications histo-pathologiques dans les parois du côlon induites par les différents degrés d'ischémie: les altérations de la production de mucine et de la prolifération cellulaire de la muqueuse.

Matériel et méthodes

Cent quatre vingt cinq segments de côlons ont été utilisés dont 90 humains et 95 de chiens. 70 côlons humains ont été injectés par l'artère mésentérique inférieure (a.m.i.) avec un mélange de gélatine colorée et sulfate de baryum colloïdal dilué à 25% (Micropaque[®]) et les 20 côlons humains restant avec une résine synthétique (Mercox[®]). Avant la perfusion, on a effectué dans 34 cas l'excision de 5cm ou de 8cm de l'arcade marginale (figure 1).

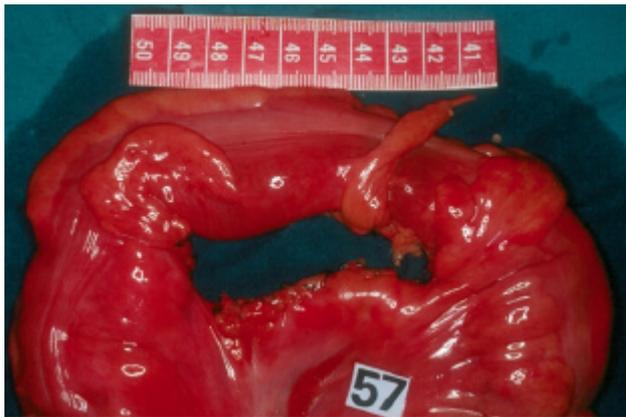


Figure 1: Excision de 8cm de l'arcade marginale avant la perfusion artérielle.

Quant aux côlons de chiens : 40 cas ont été injectés par l'artère mésentérique caudale (a.m.c.), dont 30 avec un mélange de gélatine colorée et sulfate de baryum colloïdal dilué à 25% (Micropaque[®]) et 10 avec une résine synthétique (Mercox[®]); 2 cas ont formé le groupe histologique témoin; et chez les 53 chiens restants on a induit l'un des quatre degrés d'ischémie: ligature de l'a.m.c. dans 12 cas (isch. 1); ligature de l'a.m.c. et de l'artère rectale crâniale dans 12 cas (isch. 2); ligature de l'a.m.c., de l'artère rectale crâniale et excision de l'arcade marginale sur une longueur de 5cm dans 14 cas (isch. 3); ligature de l'a.m.c., de l'artère rectale crâniale et

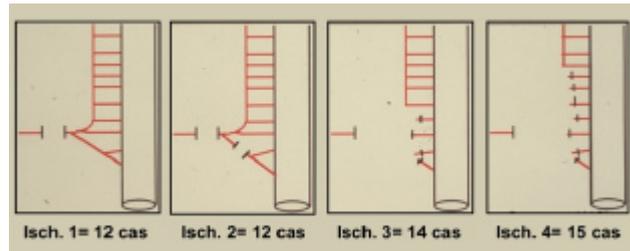


Figure 2: schéma des quatre degrés d'ischémie qu'on a induit chez les chiens

excision de 8cm de l'arcade dans 15 cas (isch. 4) (figure 2). Ces 53 chiens, après avoir induit l'ischémie, ont été sacrifiés 15 jours après et: 24 cas ont été injectés par l'a.m.c. (12 avec de la gélatine et 12 avec la résine) afin de réaliser l'analyse vasculaire et les 29 chiens restants ont été étudiés afin de réaliser l'analyse histologique.

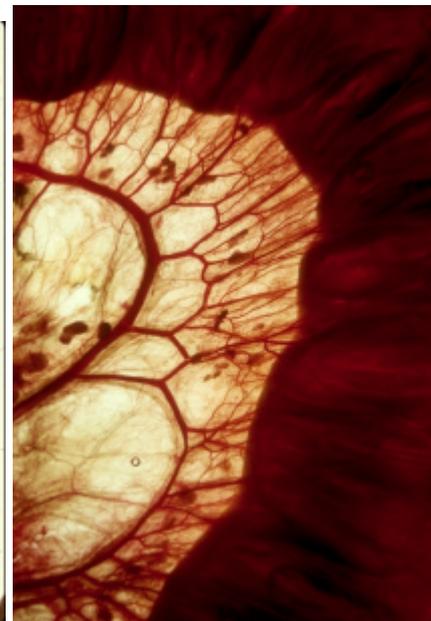
Les côlons (humains et les chiens) ont été étudiés par les techniques de diafanisation [9, 10, 45], microangiographie [11], microscopie électronique à balayage [27, 37, 38, 44] et histologie [20, 21, 25, 29, 30, 51].

Résultats

Chez l'homme: l'a.m.i est constante, unique, présentant seulement deux types de branches collatérales : l'artère colique gauche et les artères sigmoïdes, et une branche terminale: l'artère rectale supérieure. Les anastomoses entre les collatérales et les terminales des artères sigmoïdes constituent l'arcade marginale et des arcades accessoires inconstantes de calibre inférieur à l'arcade marginale (figure 3 et 4). Ces arcades artérielles anastomosées émettent les artères droites longues (a. dr. lon.) et les artères droites courtes (a. dr. cour.) (figure 4).

Figure 3 : diafanisation – des artères mésentérique inférieure, colique gauche, sigmoïdes, et l'artère rectale supérieure

Figure 4 : diafanisation – l'arcade marginale, des arcades accessoires et des artères droites longues et droites courtes.



Les a. dr. lon. parcourent la sous-séreuse de la paroi du côlon et lorsqu'elles atteignent le bord mésocolique de la teniae coli omentalis ou de la teniae coli libera du côlon, elles quittent la sous-séreuse et se terminent par bifurcation dans la sous-muqueuse (figure 5).



Figure 5 : diaphanisation – section transversal du côlon.

Les a. dr. lon. émettent deux types de branches collatérales: mésocoliques et coliques. Les branches coliques sont de différents types : épiploïques, sous-séreux, intestinaux, sous-muqueux et musculaires récurrents. Les a. dr. cour. ont un calibre inférieur à celui des longues et pénètrent dans la paroi du côlon à travers de la teniae coli mesocolica ou près d'elle. Les a. dr. cour. terminent par bifurcation dans la sous-muqueuse et s'anastomosent avec les a. dr. lon.. Les a. dr. cour. émettent des collatérales mésocoliques et coliques. Les branches coliques sont de différents types: sous-séreux, musculaires et sous-muqueux. Dans la paroi du côlon les anastomoses entre les branches des a. dr. cour. et des a. dr. lon. constituent quatre plexus riches: sous-séreux, musculaire, sous-muqueux et muqueux (figures 6, 7, 8, 9).

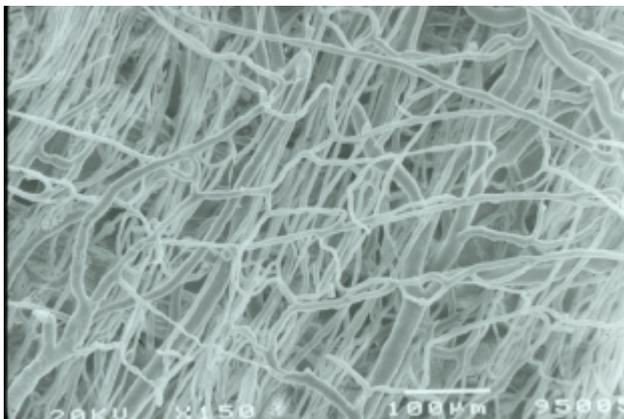


Figure 6 : microscopie électronique à balayage - plexus sous-séreux.



Figure 7 : microscopie électronique à balayage - plexus musculaire.

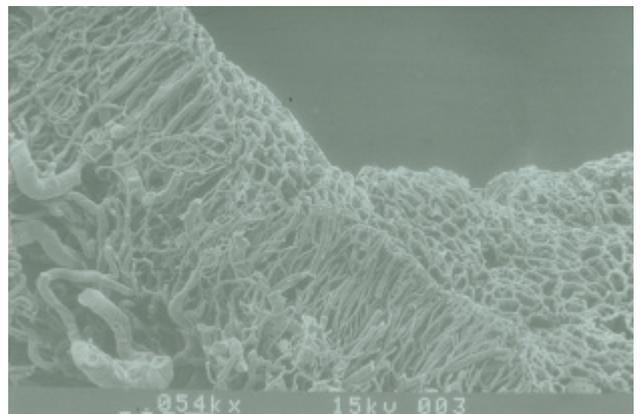


Figure 8 : microscopie électronique à balayage - plexus sous-muqueux .

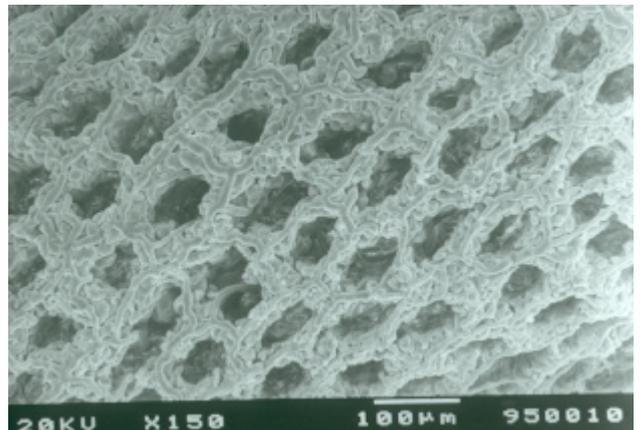


Figure 9 : microscopie électronique à balayage - plexus muqueux.

Dans les 34 cas où l'excision de 5 et de 8 cm de l'arcade marginale a été effectuée, après injection du produit coloré on a constaté la décoloration de la paroi du côlon à l'endroit qui correspond à l'excision artérielle. La décoloration de la muqueuse était plus étendue que celle de la séreuse. La dissection au microscope à travers de la sous-muqueuse a séparé la musculaire des tuniques muqueuses et sous-muqueuses, permettant de défaire le

plissage naturel de la muqueuse. La décoloration correspond à une diminution du remplissage microvasculaire dans les espaces dévascularisés (figures 10 et 11).



Figure 10 : décoloration de la muqueuse à l'endroit qui correspond à l'excision artérielle.

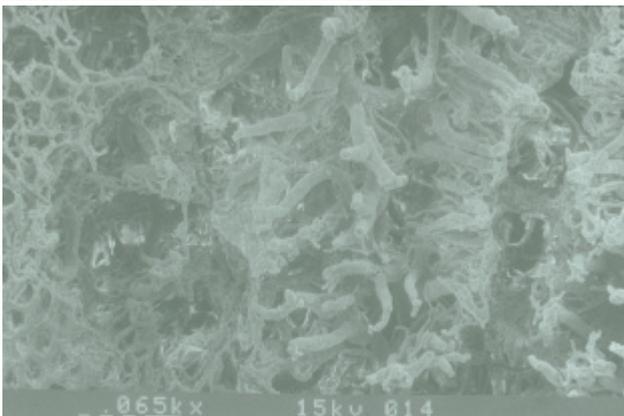


Figure 11 : microscopie électronique à balayage - diminution du remplissage microvasculaire dans l'espace dévascularisé.

Chez le chien normal: L'a.m.c. donne lieu aux artères coliques gauche et rectale crâniale. L'union des ces artères constitue l'arcade marginale, où commencent, comme chez l'homme, les a. dr. lon. (figure 12).

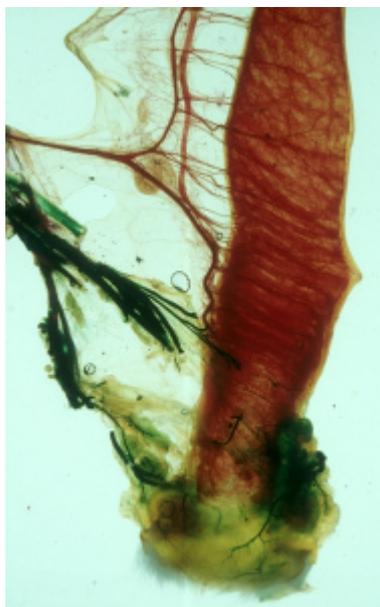


Figure 12 : diaphanisation - vascularisation artérielle normale du côlon du chien.

Les a. dr. cour. sont généralement des branches collatérales obliques des a. dr. lon. ou de leurs branches terminales de division primaire. Les a. dr. lon. émettent deux types de branches collatérales: mésocoliques et coliques. Les branches coliques sont de différents types: musculaires externes, interfasciculaires externes, musculaires internes, musculaires récurrents et sous-muqueux. Dans la paroi du côlon, comme chez l'homme, il existe quatre plexus: sous-séreux, musculaire, sous-muqueux et muqueux (figures 13, 14, 15).



Figure 13 : microscopie électronique à balayage - plexus sous-séreux du chien.

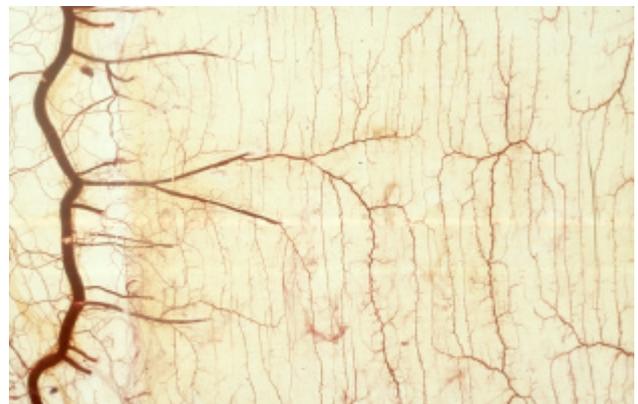


Figure 14 : diaphanisation - plexus musculaire du chien.

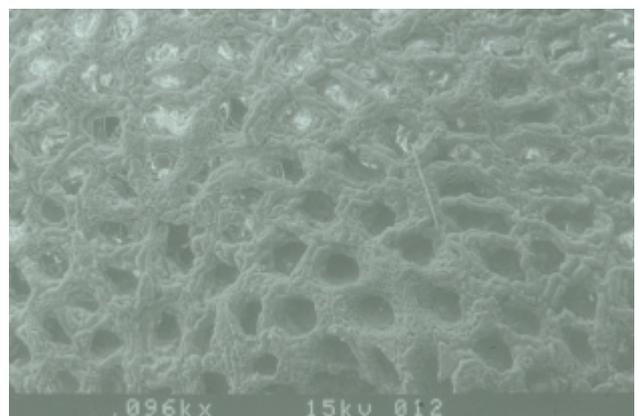


Figure 15 : microscopie électronique à balayage - plexus muqueux du chien.

Chez les chiens opérés (avec ischémie) des complications post-opératoires sont survenues uniquement chez ceux qui ont été soumis à un niveau plus sévère d'ischémie (isch. 4) (7 cas sur 15 cas): 2 sont morts au 10^{ème} jour de péritonite causée par la perforation du côlon au niveau du segment dévascularisé; un autre avait une perforation du côlon recouverte par l'utérus; 4 autres présentaient une occlusion intestinale par sténose colique (figures 16, 17).



Figure 16 : perforation du côlon de chien soumis à un niveau plus sévère d'ischémie (isch. 4).



Figure 17 : occlusion intestinale par sténose colique du côlon chez un chien soumis à un niveau plus sévère d'ischémie (isch. 4).

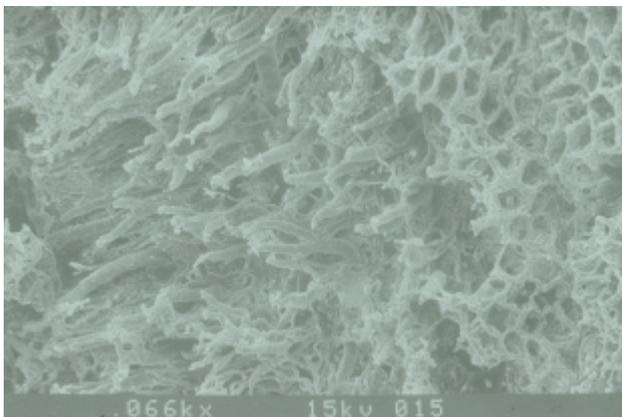


Figure 18 : microscopie électronique à balayage – des modifications microvasculaires après l'ischémie 3.

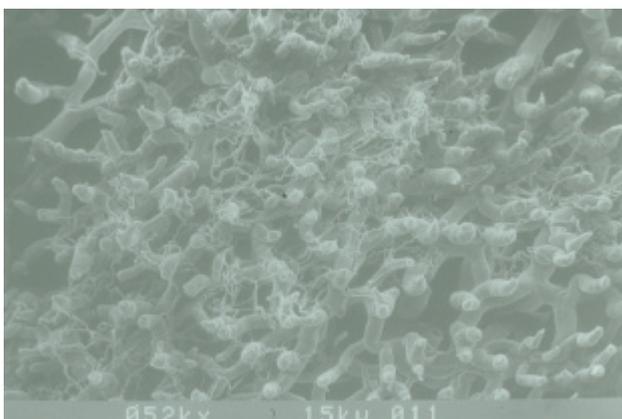


Figure 19 : microscopie électronique à balayage - des modifications microvasculaires après l'ischémie 4.

On n'a pas trouvé d'altérations de la morphologie artérielle de la paroi du côlon après les isch. 1 et 2. Après les isch. 3 (figure 18) et 4 (figure 19), on a constaté des modifications microvasculaires de gravité directement proportionnelle au type d'ischémie.

Les isch. 3 et 4 ont déterminé à l'endroit dévascularisé une augmentation de l'épaisseur de la paroi de l'intestin particulièrement aux dépens de la musculaire externe, causée par l'accroissement significatif des fibres de collagène présentes dans cette tunique, plus accentuée après l'isch. 4. Il n'y a pas de modifications significatives d'épaisseur de la sous-muqueuse ni de la muqueuse.

Les glandes muqueuses des épithéliums des organes normaux et de ceux qui ont subi l'isch. 1 et 2 secrètent des sulfomucines (figure 20).

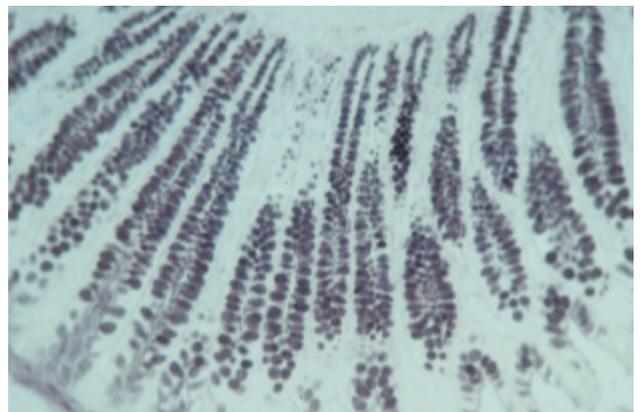


Figure 20: glandes muqueuses de l'épithélium normal du chien qui produisaient des sulfomucines.

Après les isch. 3 et 4 on a vérifié qu'il y avait des glandes qui produisaient des sulfo et des sialomucines. Après l'isch. 4, à l'endroit dévascularisé, on a vérifié qu'il y avait un plus grand nombre de cellules productrices de sialomucines qu'après l'isch. 3 et qu'il y avait des glandes qui produisaient uniquement des sialomucines (figure 21).

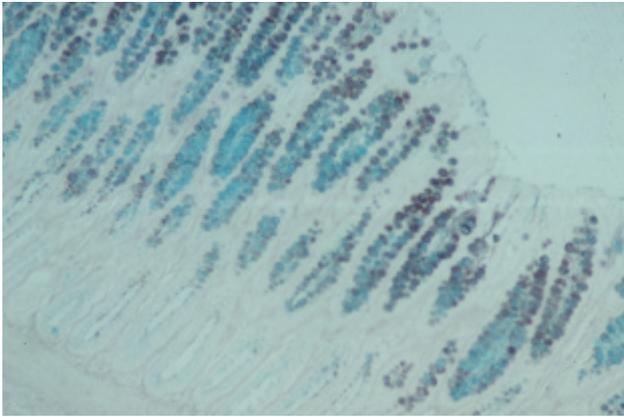


Figure 21: Après l'isch. 4 il y avait des glandes qui produisaient uniquement des sialomucines (couleur bleue)

Après les isch. 3 et 4, à l'endroit dévascularisé, il y a un accroissement de la prolifération cellulaire de la muqueuse (augmentation de la fraction de cellules de la muqueuse qui synthétisent du DNA) dans les deux tiers inférieurs des cryptes, plus graves après l'isch. 4 (figure 22 et 23).

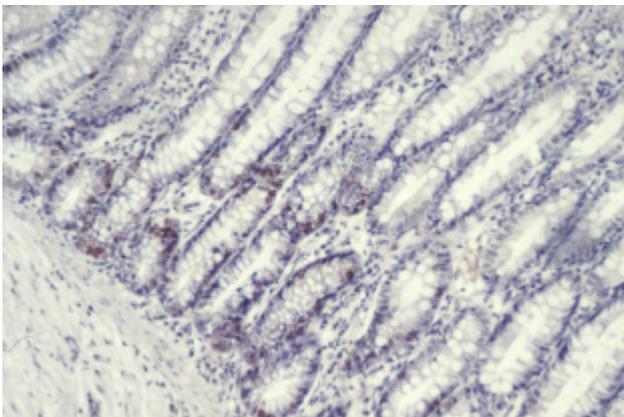


Figure 22: prolifération cellulaire de la muqueuse normale du chien

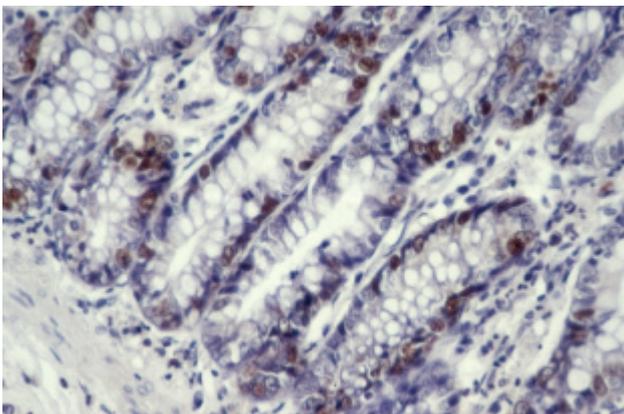


Figure 23: accroissement de la prolifération cellulaire de la muqueuse du chien après l'isch. 3

Discussion

Dans les cas que nous avons présentés l'a.m.i. est constante, unique, comme dans d'autres études (19, 42, 47). Elle donne deux types de branches collatérales (la colique gauche et les sigmoïdes), néanmoins, trois autres types de branches collatérales peu fréquentes sont référencées (5, 32, 42): les artères intermésentérique, colique médiale gauche et colosigmoïde. La colique gauche est présente dans tous nos cas, cependant d'autres auteurs (32, 43, 46) ont vérifié l'absence de ce vaisseau dans 6 à 6,7% des cas respectifs. Les anastomoses entre les branches terminales des artères colique gauche et sigmoïdes constituent l'arcade marginale continue et constante qui origine la majeure partie, mais pas la totalité, des artères droites, contrairement à ce qu'affirment d'autres auteurs (49, 50). La plupart des a. dr. lon. naissent de l'arcade marginale mais la majeure partie des a. dr. cour. sont originaires des a. dr. lon.. Ces caractéristiques de l'arcade marginale alliées à son calibre relativement important nous amènent à la considérer comme une voie adéquate et efficace de circulation collatérale entre les artères mésentérique supérieure et inférieure lorsque l'une d'entre elles est bouchée. Cependant, pour connaître son degré d'efficacité lorsqu'il y a une occlusion fonctionnelle de l'a.m.i., nous avons réalisé une expérimentation animale. La paroi du côlon possède quatre plexus qui, pour Bertocchi (13), forment un système très utile de circulation collatérale quand il y a obstruction de l'arcade marginale, même si Morgan et Griffith (43) affirment le contraire. Quelques auteurs (26, 33, 42), sur des études de cadavres, n'ont vérifié aucun indice de diminution de perfusion vasculaire colique après la ligature de l'a.m.i. quand l'arcade marginale est préservée. Nous reconnaissons l'importance de l'a.m.i. pour la vascularisation du côlon sigmoïde mais nous sommes d'avis que l'arcade marginale est plus importante que l'a.m.i..

Dans les 34 cas où l'excision de 5 et de 8 cm de l'arcade marginale a été effectuée, après injection du produit coloré, nous avons constaté que l'étendue des zones mal irriguées de la muqueuse était plus grande que celle de la séreuse et de la musculaire (12, 27, 31). Ainsi, nous pensons que les plexus du côlon ont une capacité de circulation collatérale limitée quand l'arcade marginale est interrompue et par conséquent les artères droites sont des vaisseaux terminaux au sens fonctionnel, bien qu'ils ne le soient pas du point de vue anatomique.

La vascularisation du côlon du chien est semblable à celle de l'homme, cependant les arcades accessoires entre l'origine de l'a.m.c. et l'arcade marginale n'existent pas. Le côlon du chien possède également quatre plexus riches et homogènes. En accord avec Boley (14) et Marcuson (40) nous avons vérifié que la ligature de l'a. m.c. est bien tolérée à condition que l'arcade marginale reste intègre, sans observer aucune altération vasculaire de la paroi du côlon. Tout comme d'autres auteurs (12, 14), nous avons trouvé des modifications de la morphologie vasculaire et de l'épaisseur de la paroi du côlon de gravité directement proportionnelle au degré

de l'ischémie. (12, 14).

La muqueuse normale du côlon humain et du chien sécrète des sulfomucines. La production des sialomucines a été observée et décrite dans l'épithélium normal en apparence de malades porteurs de cancer colorectal, de polyposes coliques et de maladies inflammatoires intestinales chroniques (21, 29, 30), mais elle n'a jamais été étudiée dans l'ischémie du côlon. L'épithélium du côlon du chien soumis à une légère ischémie (isch. 1 et 2) sécrète des sulfomucines. Néanmoins, les ischémies plus sévères (isch. 3 et 4) induisent la production de sialomucines en quantité directement proportionnelle à la gravité des lésions.

Dans le côlon normal du chien, comme de l'homme, nous avons vérifié que les cellules de la muqueuse qui se trouvent en phase S (cellules en prolifération effectuant la synthèse de DNA) sont observées seulement dans les deux tiers inférieurs des cryptes, mais le plus grand nombre de ces cellules se trouve dans la base de la crypte (tiers inférieur). Dans nos cas, nous avons observé que l'ischémie provoque un accroissement de la prolifération semblable à ce que Deschner (25) et Wilson (51) ont vérifié en pathologie néoplasique. En réalité, nous avons vérifié que les ischémies modérées (isch. III) et graves (isch. IV) déterminent au niveau de la dévascularisation une augmentation globale significative (indépendamment de l'endroit de la crypte considéré) de la fraction de cellules de la muqueuse en prolifération effectuant la synthèse de DNA par rapport à la normale.

Conclusions

Chez l'homme il existe quatre plexus riches et homogènes dans la paroi du côlon mais ils ont une capacité de circulation collatérale limitée quand on résèque l'arcade marginale, même avec une a.m.i. fonctionnelle. Ainsi, l'a.m.i. semble avoir moins d'importance dans la vascularisation du côlon que l'arcade marginale quand celle-ci fonctionne normalement. Les artères droites sont des vaisseaux terminaux au sens fonctionnel, bien qu'ils ne le soient pas du point de vue anatomique parce qu'ils émettent différentes sortes de branches collatérales avec d'innombrables anastomoses entre elles.

L'a.m.c. du chien ne contribue pas de manière significative à la vascularisation artérielle du côlon. L'arcade marginale paraît constituer une voie adéquate et efficace de circulation collatérale quand l'a.m.c. est liée. Les plexus pariétaux du côlon bien qu'apparemment riches, ont une valeur fonctionnelle limitée en tant que voie efficace de circulation collatérale. Ainsi, tel que chez l'homme, la vascularisation du côlon est du type anastomotique du point de vue anatomique mais terminale du point de vue fonctionnel.

L'épithélium normal du côlon du chien sécrète des sulfomucines, mais l'ischémie induit la production des sialomucines en quantité directement proportionnelle à la gravité de la lésion. Les ischémies modérées et graves

déterminent une augmentation de la fraction de cellules de la muqueuse en prolifération qui synthétisent du DNA.

Chez les malades où l'on suspecte une ischémie chronique du côlon, l'étude des mucines et de la prolifération de cellules en biopsies de la muqueuse recueillies par coloscopie, pourra offrir un surcroît pour le diagnostic et l'évaluation de la gravité de l'ischémie, notamment face à une artériographie normale.

Références

1. Aharinejad S, Lametschwandner A, Franz P, Firbas W. The vascularization of the digestive tract studied by scanning electron microscopy with special emphasis on the teeth, oesophagus, stomach, small and large intestine, pancreas, and liver. *Scanning Microsc* 1991; 5 (3): 811-849.
2. Aharinejad S, Gangler P, Hagen D, Firbas W. Studies on the microvascularization of the digestive tract by scanning electron microscopy of vascular corrosion casts. *Acta Anat* 1992; 144 (3): 278-83.
3. Aharinejad S, Gangler P, Hagen D, Firbas W. Studies on the microvascularization of the digestive tract by scanning electron microscopy of vascular corrosion casts. *Acta Anat* 1992; 144: 278-283.
4. Ault GW, Castro AF, Smith RS. Clinical study of ligation of the inferior mesenteric artery in left colon resections. *Surg Gynecol Obstet* 1952; 94: 223-228.
5. Barbin JY, Guntz M. La circulation artérielle viscérale essai de systématisation. *Compte Rendu de l' Association des Anatomistes. Compte Rendu Assoc Anat* 1972; 153:81 7-945.
6. Barone R. Anatomie Comparée des Mammifères Domestiques. Paris, Éditions Vigot 1984; tome 3, 2ème édition: 441 -495.
7. Basmajian JV. The main arteries of the large intestine. *Surg Gynecol Obstet* 1955; 101:585-591.
8. Basmajian JV. The marginal anastomoses of the arteries of the large intestine. *Surg Gynecol Obstet* 1954; 99: 914-61 6.
9. Bernardes A. Aspectos de Anatomia Macroscópica do pulmão do Coelho. Coimbra, Edição do autor 1989:16-21.
10. Bernardes A, Esperança Pina JA, O'Neill JG, Veiga A. La diaphanisation: modifications du poids et du volume des organes. *Bull Ass Anat* 1992; 76 (235): 53-55.
11. Bernardi R, Frasson F, Pistobsi F. Normal angiographic patterns of inferior mesenteric artery. *RadioI Gim BioI* 1971; 40:153-174.
12. Bernardo MCM. Alguns aspectos da vascularização parietal do côlon. *Estudo anatómico e cirurgico. ArqAnatAntrop* 1977; 37: 1-97.
13. Bertocchi A, Zambelli E, Bertocchi L. Contributo alio studio dei "Vasa recta" dei colon transverso. *Boll Soc Piemont Soc* 1949; 19: 9-20.
14. Boley SJ, Krieger H, Schultz L, Robinson K, Siew FP, Allen AC, Schwartz S. Experimental aspects of peripheral vascular occlusion of the intestine. *Surg Gynecol Obstet* 1965; 121:789-794.
15. Boulter PS, Parks AG. Submucosal vascular patterns of the alimentary tract and their significance. *Br J Surg* 1960; 47: 546-550.
16. Braithwaite JL. The effects of interruption of the inferior mesenteric artery and its branches on the blood supply of the terminal part of the large gut in the experimental animal. *Surg Gynecol Obstet* 1955; 100: 521-531.
17. Braithwaite JL. The results of interruption of the inferior mesenteric artery and its branches in the Rhesus monkey. *Surg Gynecol Obstet* 1956; 102: 331-338.
18. Brizzi E, Gasparri F, Giannardi GF. Sull' importanza anatomico-chirurgica di alcune particolarità di vascularizzazione del colon sinistro. *Riv Obstet Ginecol* 1961; 16: 732-748.
19. Cabanié H, Soutoul JM. Essai de systématisation du mode de ramescence de l'artère mésentérique inférieure. *Compte Rendu*

- Assoo Anat 1953; 6: 930-936.
20. Cabrita AMS, Bernardes A, Matos Beja ML, Patrício J. S-Phase cells in experimental colonic ischemia. *Arq Patol Geral Anat Patol Univ Coimbra* 1993; XXV: 97-99.
 21. Cabrita AMS, Bernardes A, Matos Beja ML, Beatriz França M, Patrício J. Colorectal mucins in experimental ischemia. *Arq Patol Geral Anat Patol Univ Coimbra* 1994b; XXVI: 27-30.
 22. Christofferson RH, Nilsson BO. Microvascular corrosion casting with analysis in the scanning electron microscope. *Scanning Microsc* 1988; 10: 43-63.
 23. Derr JW, Noer RJ. Experimental mesenteric vascular occlusion. *Surg Gynecol Obstet* 1949; 89: 393-397.
 24. Delaney J, Custer J. Gastrointestinal blood flow in the dog. *Circ Res* 1965; XVII: 394-402.
 25. Deschner EE, Lipkin M. Proliferative patterns in colonic mucosa in familial polyposis. *Cancer* 1975; 35: 413-418.
 26. Drummond H. The arterial supply of the rectum and pelvic colon. *Br J Surg* 1913; 1: 677-685.
 27. Dumontier I, Bouche H, Boivin C, Petite JP. Colite ischémique. In *Encycl Méd Chir*; Paris, Editions techniques Gastro-Entérologie, 1993; 9073 AIO: 1-10.
 28. Evans HE, Christensen GC. *Miller's Anatomy of the Dog*. Philadelphia; Saunders Company 1979; second edition: 484-491; 720-755.
 29. Fenger C, Filipe MI. Pathology of the anal glands with special reference to their mucin histochemistry. *Acta Pathol Microbiol Scand A* 1977; 85: 273-285.
 30. Filipe MI, Branfoot AO. Abnormal patterns of mucus secretion in apparently normal mucosa of large intestine with carcinoma. *Cancer* 1974; 34: 282-290.
 31. Gillet M, Manton G, Carbillet JP, Sava P, Camelot G. Pathologie ischémique colorectale. In *Encycl Méd Chir*; Paris, Editions Techniques Gastro-Entérologie 1981; 9073 AIO: 1-13.
 32. Godlewski G, Dussand J, Girandon M. Contribution à l'étude de la vascularisation artérielle du colon gauche chez le fœtus. *Bull Assoc Anat* 1979; 63: 207-214.
 33. Griffiths JD. Surgical anatomy of the blood supply of the distal colon. *Ann R Coll Surg Engl* 1956; 19: 241-256.
 34. Guntz M, Piétri J. L'arcade de Riélan: étude anatomique et angiographique: déductions chirurgicales. *Compte Rendu Assoo Anat* 1968; 142: 967-974.
 35. Hansen HH, Stelzner F. Surgical anatomy of the blood supply of the colon. *Langenbecks Arch Ghir* 1975; 340 (1): 63-74.
 36. Harrison AW, Croal AE. Left colon ischemia following occlusion or ligation of the inferior mesenteric artery. *Can J Surg* 1962; 5: 293-298.
 37. Konerding MA. Scanning electron microscopy of corrosion casting in medicine. *Scanning Microsc* 1991; 5(3): 851-865.
 38. Lametschwandtner A, Lametschwandtner U, Weiger I. Scanning electron microscopy of vascular corrosion casts - Technique and applications. *Scanning microsc* 1984; II: 663-695.
 39. Magnusson I, Rieger A, Nilsson R, Civalero LA. Clinical appearances in severe ischaemic colitis. *Acta Chir Scand* 1990; 156: 241-245.
 40. Marcuson RW, Arthur JF, Chapman M, Marston A. Experimental aspects of ischaemic colitis. *Proc Roy Soc Med* 1969, 62: 21-23.
 41. Marston A, Pheils MI, Thomas ML, Morson BC. Ischaemic colitis. *Gut* 1966, 7:1-15.
 42. Michels NA, Siddharth MD, Kornblith PL, Parke WW. The variant blood supply to the descending colon, recto-sigmoid and rectum based on 400 dissections. Its importance in regional resections: a review of medical literature. *Dis Colon Rectum* 1965; 8 (4): 251-278.
 43. Morgan N, Griffiths JP. High ligation of the inferior mesenteric artery during operation for carcinoma of the distal colon and rectum. *Surg Gynecol Obstet* 1959; 108 (6): 641-650.
 44. Murakami T. Methyl methacrylate injection replica method. In *Principles and techniques of scanning electron microscopy*: Hayat MA; New York, Van Nostrand Reinhold 1978; 6:159-169.
 45. Patrício JA, Bernardes A, Vieira D, Falco F, Silveira L. Surgical anatomy of the arterial blood supply of the human rectum. *Surg Radiol Anat* 1988; 10: 71-75.
 46. Sage M, Calmat A, Leguerrier A, Honnart F, Cabrol C, Surville HG. Vascularisation du colon transverse. *Bull Assoc Anat* 1977; 61: 397-406.
 47. Shih-Chên C, Chên-Tsin L. Observations of the inferior mesenteric artery and its branches. *Acta Anat* 1964; 7 (4): 428-436.
 48. Sierocinski W. Studies on the arteries supplying the descending and sigmoid colon in man. *Folia Morphol Warsz* 1976a; 35 (3): 387-306.
 49. Sonneland J, Anson BJ, Beaton LE. Surgical anatomy of the arterial supply to the colon from the superior mesenteric artery based upon a study of 600 specimens. *Surg Gynecol Obstet* 1958; 106 (4): 385-398.
 50. Vandamme JPJ, Bonte J, Van-der-Schuren G. Re-evaluation of the colic irrigation from the inferior mesenteric artery. *Acta Anat* 1982; 112: 18-30.
 51. Wilson RG, Smith AN, Bird CC. Immunohistochemical detection of abnormal cell proliferation in colonic mucosa of subjects with polyps. *J Clin Pathol* 1990; 43: 744-747.
 52. Wolfram-Gabel R, Maillot O, Koritke JG. Les réseaux vasculaires de la couche sous séreuse du colon chez l'homme. *Arch Anat Histol Embryol* 1982; 65: 77-98.
 53. Wolfram-Gabel R, Maillot O, Koritke JG. La vascularisation des tuniques sous-muqueuse et muqueuse du colon chez l'homme. *Arch Anat Histol Embryol* 1983; 66: 67-98.
 54. Wolfram-Gabel R, Maillot O, Koritke JG. Les réseaux vasculaires de la tunique musculuse du colon chez l'homme. *Arch Anat Histol Embryol* 1984; 67: 57-76.