

猫の十二指腸腺に関する研究

竹花一成*・阿部光雄*

A Study of the Duodenal Glands of the Cat

Kazushige TAKEHANA* and Mitsuo ABE*

(May, 1983)

十二指腸腺は、小腸の粘膜下組織に存在する哺乳類特有の外分泌腺で、これまで馬^{4,12,19,22}、牛^{3,4,19,22}、豚^{4,8,19}、ラット^{2,5}、人⁷などで報告されている。しかしながら猫十二指腸腺に関する形態学的研究については、電子顕微鏡（以下電顕と略）的に Moe⁹、組織化学的に Oduor-Okelo¹² の報告があるのみである。

そこで著者らは、猫十二指腸腺の分布範囲および分布密度、腺細胞の形態、腺細胞より分泌される粘液、特に糖質について光線顕微鏡（以下光顕と略）的、電顕的、組織化学的に検索し、著者らのこれまでの報告^{8~21}と比較解剖学的に検討した。

材料および方法

材料は、成猫6例（雄3例、雌3例）を使用した。材料採取にあたって、エーテルで麻酔後、頸動脈より放血、ただちに開腹して小腸全体を摘出した。1例は十二指腸腺の分布範囲および分布密度を観察する目的で小腸腸間膜縁に沿って腸を切開し、60% 酢酸水溶液に約5時間浸漬した後、筋層および粘膜固有層を切除して粘膜下組織のみとし、これを Harris の Hematoxylin で染色、全体標本^{20,21}として十二指腸を採取して細切、2.5% グルタルアルデヒド、1% 四酸化オスミウムの二重固定を施し、アルコール脱水後、クエトール 812 に包埋した。JUM-7 型の Ultramicrotome で超薄切片を作製、酢酸ウラニールおよびクエン酸鉛の二重染色を施し、JEM-100 S 型電顕で観察した。また一部は 2% Calcium acetate-10% Formalin で 24~48 時間固定、アルコール脱水後、Paraffin 包埋 6 μ m 厚の切片を作製し、Hematoxylin-Eosin (H・E) 重染色の他、以下の組織化学的反応を実施、光顕で観察した。

* 獣医学科、家畜解剖学教室

Laboratory of Veterinary Anatomy, Department of Veterinary Medicine, The College of Dairying, Ebetsu, Hokkaido 069-01, Japan

1) 多糖類の検出

過沃素酸—シッフ反応¹⁰⁾ (Periodic acid-schiff reaction ; PAS)

2) グリコーゲンの同定

ジアスターゼ消化試験¹⁷⁾ (Diastase digestion test ; D-D)

3) 酸性ムコ糖の検出

アルシアンブルー, PAS 法¹⁰⁾ (Alcian blue-PAS ; AB-PAS)

4) 強酸性ムコ糖の検出

a) アルシアンブルー, pH 1.0 法⁸⁾ (Alcian blue at pH 1.0 ; AB, pH, 1.0)

b) 高鉄ジアミン法¹⁷⁾ (High iron diamine ; HID)

5) 弱酸性ムコ糖の検出

a) アルシアンブルー, pH 2.5 法¹⁷⁾ (Alcian blue at pH 2.5 ; AB, pH, 2.5)

b) 低鉄ジアミン法¹⁷⁾ (Low iron diamine ; LID)

6) 中性糖の検出

a) 過沃素酸酸化 HID 法¹⁷⁾ (酸化 HID)

b) 過沃素酸酸化 LID 法¹⁷⁾ (酸化 LID)

7) シアル酸の同定

シアリダーゼ消化法¹⁷⁾

結 果

猫の小腸全長は6例の計測では平均約90 cmであった。胆管と膵管の開口部である大十二指腸乳頭は幽門より後方約3 cmの部位に存在していた。全体標本から十二指腸腺の分布範囲は、幽門より後方約3 cm、すなわち大十二指腸乳頭付近まで存在していた。この分布範囲は十二指腸全体の最初の1/30の部分であり、小腸全体の約3%に相当した。またこの存在範囲内での分布密度は一様であった (Fig. 1)。

光顕的には、終末部は一種類の約15~12 μm の単層円柱上皮より成っており、核は円形で明るく基底側に位置し、核小体明瞭、細胞質はH・Eで明るい細網状を呈していた (Fig. 2)。

電顕的には、細胞質全体に電子密度が中等度で大部分融合した雲絮状の多角形顆粒が充満し、他にごく少数の電子密度の高い径1 μm 程度の円形顆粒も存在していた (Figs. 3, 4)。ゴルジ装置は核の側面部から上部にかけてよく発達し、拡張した粗面小胞体が顆粒間に広く分布し、遊離リボソームおよびミトコンドリアも細胞質全体に分布していた。細胞自由面には長さ0.3 μm 程度の短い微絨毛がまばらにみられた。隣接する細胞の腺腔側近くの

細胞間にはよく発達した Junctional complex および基底側の細胞間には Interdigitation が観察された。しかし、細胞間分泌細管は認められず、基底板と接する面はほぼ平坦であった (Figs. 5, 6)。

十二指腸腺終末部の細胞の分泌物、特に糖質の組織化学的反応は Table 1 に示したとおりであった。分泌物は PAS 陽性 (Fig. 7) で、D-D 後の PAS においても反応性は低下しなかった (Fig. 8)。この分泌物は、AB-PAS において赤紫色に染まり (Fig. 9)、強酸性ムコ糖検出のための AB, pH 1.0, HID および弱酸性ムコ糖検出のための AB, pH 2.5 (Fig. 10) および LID に共に陽性を示し、中性糖の検出のための酸化 HID および酸化 LID にも共に陽性を示した (Fig. 11)。また、シアル酸判定のためのシアリダーゼ消化試験の AB, pH 2.5 では対照に比して染色性は低下しなかった (Fig. 12)。したがって、猫十二指腸腺の分泌物の糖質には、強酸性ムコ糖、弱酸性ムコ糖および中性糖が含まれていたが、シアル酸は含まれていなかった。

Table 1. Histochemical reactions of the duodenal glands

Staining methods	Cat mucous cell
PAS	+
PAS after D-D	+
AB, pH 1.0	+
AB, pH 2.5	+
AB-PAS	purple
HID	+
Oxidized HID	+
LID	+
Oxidized LID	+
Sial-AB*	+

* AB, pH 2.5 after sialidase digestion.

考 察

十二指腸腺の分布範囲および分布密度については、これまで Landboe-Christensen ら⁶⁾ が人で、著者ら^{18~21)} が馬・牛・豚・犬およびシカで報告しているのみである。本研究で猫十二指腸腺の分布範囲は十二指腸全体ではなく幽門より後方約 3 cm、すなわち大十二指腸乳頭付近まで存在した。この分布範囲は著者ら²⁰⁾ がこれまでに報告したものと比べると Table 2 に示したように、肉食獣である犬と同様で短いものであった。十二指腸腺の動物による分布範囲については 2 つの仮説がある。その 1 つは Cook¹⁾ による食性説で、肉

Table 2. Location of duodenal glands of the horse, cow, pig, deer, dog and cat

	Horse	Cow	Pig	Deer	Dog	Cat
Location of duodenal gland caudal from pylorus (A)	2.8-6.8 m	0.6-1.2 m	0.6-0.8 m	0.4 m	0.015-0.02 m	0.03 m
Length of small intestine (B)	18 m	42 m	18 m	7 m	1 m	0.9 m
Percentage of A to B	15.6-37.8	1.4-2.9	3.3	5.7	1.5-2.0	3.3

食獣では草食獣より腺の分布範囲は短く、雑食獣では肉食獣と草食獣の中間の分布範囲をとるというのである。もう一つは、Oppel³⁾や Villemin²³⁾の胆管および膵管の開口部が幽門より離れている動物ほど腺の分布範囲が長いとするものである。本研究での猫およびこれまでの著者ら¹⁸⁻²¹⁾が報告した動物に関する限りでは、草食獣である馬・牛は肉食獣である犬・猫よりも長く、雑食獣である豚はその中間の長さであった。また、胆管、膵管の開口部が幽門より遠く離れている馬の方がこれらの開口部が幽門より短い所にある犬・猫にくらべて長く分布していたので、この2つの説はいずれも正しと思われるが、これについては今後他の動物についても検討したい。

Moe⁹⁾は電顕的に猫の十二指腸腺の終末部の構造を観察し、この腺細胞は電子密度のやや低い分泌顆粒を満し、ゴルジ装置やミトコンドリアおよび粗面小胞体がよく発達しているが細胞間分泌細管はなく、核は楕円形で明るく基底よりに位置していたので、この腺細胞を粘液細胞と漿液細胞の中間型の細胞と考えた。著者らも同様の結果を観察した。近年、形態学的に腺細胞は漿液細胞 (Serosus cell)、粘液細胞 (Mucous cell) および漿粘液細胞 (Seromucous cell) の3つに分類されている。すなわち、これら3つの腺細胞の核は円形または楕円形で明るく、粘液細胞は電子密度の比較的低い顆粒を、漿液細胞は電子密度の高い円形の顆粒を、そして漿粘液細胞は電子密度の低い明るい顆粒の中に電子密度の高い顆粒をそれぞれ細胞質にもっている。また、漿粘液細胞間および漿液細胞間には必ず細胞間分泌細管が観察される。さらに現在広く使用されている Shackleford and Klapper¹⁵⁾の糖質の組成による腺細胞の組織化学的な分類法によると PAS および AB, pH 2.5 共に陽性を示すものを粘液細胞とし、PAS 弱陽性、AB, pH 2.5 陰性を示すものを漿液細胞、PAS 陽性、AB, pH 2.5 弱陽性を示すものを漿粘液細胞としている。以上の形態学的および組織化学的分類によると本研究の猫の十二指腸腺は粘液細胞と同定される。

粘液細胞の粘液、特に糖質の組織化学的検索で、Oduor-Okelo¹²⁾は猫十二指腸腺の糖質は中性糖のみから成ると報告しているが、今回の結果では中性糖の他、強酸性ムコ糖、弱酸性ムコ糖も含まれていることが明らかになった。このような猫の所見は、著者ら¹⁸⁻²¹⁾がすでに報告した馬・牛・犬・シカなどの十二指腸腺と同様であった。しかし、糖質の安

定化に必要であると考えられているシアル酸が猫の十二指腸腺には含まれていないことは馬・牛・犬・シカと異なる点である。これは清水ら¹⁶⁾が述べている硫酸基を主体としたスルフォムチンにより糖質の安定化がなされるものと考えられるが、さらに検討が必要であると考ええる。

要 約

猫の十二指腸腺の分布範囲および分布密度、腺細胞の形態、腺細胞の分泌物、特に糖質について組織化学的に観察し、次の結果を得た。

1. 十二指腸腺の分布範囲は、幽門より後方約 3 cm までであった。
2. 十二指腸腺の分布密度は、幽門より後方約 3 cm で急激に減少した。
3. 腺細胞は一種類の粘液細胞より成っていた。
4. 腺細胞より分泌される粘液、特に糖質には、強酸性ムコ糖、弱酸性ムコ糖および中性糖を含んでいた。
5. 粘液には、シアル酸は含まれていなかった。

謝 辞

稿を終わるにあたり、御助言と御協力いただいた、本学獣医学科家畜解剖学教室 岩佐憲二、平賀武夫講師に感謝の意を表します。

なお、本論文の要旨は第 92 回日本獣医学会 (1982 年 4 月) で報告した。

文 献

- 1) Cooke, A. R. 1967. The glands of Brunner. In Handbook of Physiology, American physiological Society, Washington, 1087-1095.
- 2) Cochrane, W., Davies, D. V., Palfrey, A. J. and Stockwell, R. A. 1967. The histochemistry and electronmicroscopy of Brunner's glands in the guinea-pig. J. Anat., 98: 1-10.
- 3) Deimler, K. M. 1904. Vergleichende Untersuchungen über die Pylorusdrüsenzona des Magens und die Duodenaldrüsenzona des Darmkanals der Haussäugetiere. Dissertation, Zürich.
- 4) Elias, H. 1947. Comparison of duodenal glands in domestic animals. Am. J. Vet. Res., 8: 311-313.
- 5) Krause, W. J. 1981. Morphological and histochemical observations on the duodenal glands of eight wild ungulate species native to north america. Am. J. Anat., 162: 167-181.
- 6) Landboe-Christensen, E. 1944. Staining of the duodenal glands of Brunner in gross specimens of the duodenum in man. Acta Pathol. Microbiol. Scand., 21: 374-379.
- 7) Leeson, T. S. and Leeson, C. R. 1968. The fine structure of Brunner's glands in man. J. Anat., 103: 263-276.
- 8) Lev, R. and Spicer, S. S. 1964. Specific staining of sulphate groups with alcian blue at

- low pH. *J. Histochem. Cytochem.*, **12**: 309-311.
- 9) Moe, H. 1960. The ultrastructure of Brunner's glands of the cat. *J. Ultrastruct. Res.*, **4**: 58-72.
- 10) Mowry, R. W. and Morand, J. C. 1957. Distribution of acid mucopolysaccharides in normal kidney, as show by the alcian blue-Feulgen (AB-F) and alcian blue periodic acid Schiff (AB-PAS) stain. *Am. J. Pathol.*, **33**: 620-621.
- 11) Munger, B. L. 1964. Histochemical studies on seromucous- and mucoussecreting cells of human salivary glands. *Am. J. Anat.*, **115**: 411-430.
- 12) Oduor-Okelo, D. 1976. Histochemistry of the duodenal glands of the cat and horse. *Acta Anat.*, **94**: 449-456.
- 13) Oppel, A. 1897. *Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere*, Vol. 2, Jena, Fischer.
- 14) Podder, S. and Jacob, S. 1979. Mucousubstance histochemistry of Brunner's glands, pyloric glands and duodenal goblet cells in the ferret. *Histochemistry*, **65**: 67-81.
- 15) Shackelford, J. M. and Klapper, C. E. 1962. Structure and carbohydrate histochemistry of mammalian salivary glands. *Am. J. Anat.*, **111**: 25-47.
- 16) 清水俊一・阿部光雄・岩佐憲二・平賀武夫・竹花一成, 1982. 牛と豚の食道腺の超微細構造と糖質の組織化学. *酪農学園大学紀要*, **9**: 477-486.
- 17) Spicer, S. S. 1965. Diamine methods for differentiating mucosubstances histochemically. *J. Histochem. Cytochem.*, **13**: 211-234. (Cited from 14)
- 18) 竹花一成, 1980. 馬・牛・豚の十二指腸腺の比較形態学的研究. *酪農学園大学紀要*, **8**: 385.
- 19) 竹花一成・阿部光雄, 1980. 馬・牛・豚の十二指腸腺のムコ糖の組織化学. *酪農学園大学紀要*, **8**: 321-326.
- 20) 竹花一成・阿部光雄, 1981. 犬の十二指腸腺に関する研究. *酪農学園大学紀要*, **9**: 107-114.
- 21) 竹花一成・阿部光雄, 1982. シカの十二指腸腺に関する研究. *酪農学園大学紀要*, **9**: 487-492.
- 22) Titkemeyer, C. W. and Calhoun, M. L. 1955. A comparative study of the structure of the small intestines of domestic animals. *Am. J. Vet. Res.*, **16**: 152-157.
- 23) Villemin, F. 1922. Le duodenum de l'homme et des mammiferes. *Arch. Morphol. Gen. Exp.*, **3**: 1-142.

Summary

The location and distribution of the duodenal glands of the cat were recorded, and cell formation and mucosaccharides were studied.

The results are summarized as follows:

- 1) The duodenal glands were located about 3.0 cm caudally to the pyloric region.
- 2) The duodenal glands were mostly found in the pyloric region after which they gradually disappeared.
- 3) The acinous cells of these glands consisted of a type of mucous cell.
- 4) The acinous cells contained neutral mucosaccharides, sulphated and carboxylated acid mucosaccharides.
- 5) The mucosaccharides did not contain sialic acids.

Explanation of Figures

- Fig. 1. Location and distribution of the duodenal glands in the cat. P.p.: Pars pylorica
Ma: Papilla duodeni major $\times 2$.
- Fig. 2. Light micrograph showing duodenal glands at about 1.5 cm caudal from the
pyrolic region. H.-E. $\times 65$.
- Fig. 3. Transmission electron micrograph of terminal portion. The nucleus near the
base of the cell. Many secretory granules are scattered in the cytoplasm. $\times 2,200$.
- Fig. 4. Acinous cells containing a few high-dense secretory granules (arrow) and many
fused low-dense secretory granules. $\times 4,400$.
- Fig. 5. The apical membrane of this cell shows only a few microvilli. $\times 8,800$.
- Fig. 6. Basal portion of the acinous cell showing flattened basal laminae and inter-
digitations (arrow). $\times 11,000$.
- Fig. 7. Duodenal glands in the cat showing PAS-positive mucosaccharides. PAS. $\times 300$.
- Fig. 8. Duodenal glands in the cat showing PAS-positive mucosaccharides after treat-
ment with diastase. PAS after D-D. $\times 300$.
- Fig. 9. Duodenal glands in the cat showing AB-PAS positive acidic mucosaccharides.
AB-PAS. $\times 300$.
- Fig. 10. Duodenal glands in the cat showing AB, pH 2.5 positive carboxylated acidic
mucosaccharides. AB, pH 2.5. $\times 300$.
- Fig. 11. Duodenal glands in the cat showing oxidized LID positive neutral mucosac-
charides. Oxidized LID. $\times 300$.
- Fig. 12. Duodenal glands in the cat showing AB, pH 2.5 positive mucosaccharides after
treatment with sialidase. AB, pH 2.5 after sialidase digestion. $\times 300$.



