

馬の口腔腺の微細構造について

I. 耳下腺

鈴木秀作・大塚 閏一

(昭和51年8月21日 受理)

On the Fine Structure of Salivary Gland of Horse

I. Parotid Gland

Syusaku SUZUKI and Junici OTSUKA

(Laboratory of Veterinary Anatomy)

緒 論

口腔腺は動物種によって腺の種類を著しく異にし、近年、多くの動物種について、その組織学的ならびに組織化学的および電子顕微鏡学（以下電顕と略す）の研究が数多く報告されている^{1,3,4,17~20}。しかし、家畜の口腔腺についての形態学的研究は比較的少なく、まして草食性家畜については意外に少ない^{8~13,15,16}。草食性で単腔胃家畜である馬の耳下腺に関する形態学的研究は Ellenberger²⁾ の総説以後はきわめて少なく、近年では組織学的に柴内ら¹³⁾、また、電顕的微細構造については Makita ら⁶⁾ の報告をみるにすぎない。そこで、筆者らは先に草食性のなかでも特異的な機能をもつ反芻家畜の山羊の耳下腺¹⁵⁾ を食肉目の犬の耳下腺と比較観察したが、本論文では馬耳下腺の微細構造について検討した。

材料および方法

材料には成熟した馬4例（雄3，雌1）を用いた。馬はいずれも検索まで2週間以上、当農学部附属家畜病院で飼育されたサラブレッド種である。材料は採取前日まで学生の外科学実験に使用され、最後の飼料給与後約20時間経過した時期に採取した。採取にあたっては、フローセン（2-bromo-2-chloro-1,1,1-trifluoroethane）吸入麻酔後、頸動脈より放血解剖し、直ちに耳下腺体のほぼ中央部を採取した。細片は燐酸塩で pH 7.4 に緩衝された 1.25% グルタルアルデハイドと 1% オスミウム酸の混合液で 2 時間固定し、アルコール脱水後エポン 812 に包埋した。Porter Blum の Ultramicrotome で超薄切片を作製し、酢酸ウラニールおよびクエン酸鉛で二重染色を施し、JEM-7 型または JEM-100 B 型電顕で観察した。一方、1 μ m

厚切りエポン切片は Methylene blue 染色を行ない光学顕微鏡（以下光顕と略す）で観察した。また、一部の耳下腺体は Bouin 液と Zenker-Formol 液で固定し、Paraffin 包埋後 6 μ m 切片を作製し、Hematoxylin-Eosin (H・E), PAS, pH 2.5 Alcian Blue (AB) の染色を行なった。

観 察 成 績

I. 光学顕微鏡的観察

1. 腺胞

馬の腺胞は比較的狭い腺腔をとり囲む上皮細胞よりなり、腺胞細胞はピラミッド型を呈し、細胞質の核上部から頂上部にかけて酸好性顆粒で充満し、底部は塩基好性を示した。核上部および頂部は、PAS 反応で桃色に極めて弱く反応するものからやや強く反応するものまで種々みられ、AB 陰性を示した。核は円形あるいは卵円形を呈し、基底部に位置し、染色質は中等量であった。エポン厚切り切片標本で腺胞細胞には、Methylene blue に弱く染まる細胞とやや強く染まる細胞の2種類がみられ、両細胞ともに Methylene blue に強く染まる顆粒とやや明るい顆粒が認められた。また、さらにごく少数ではあるが上記2種の細胞以外に Methylene blue に染まる顆粒を有し、細胞質がほとんど染まらない明るい細胞も認められた。

2. 介在部

介在部上皮は一層の丈の低い立方上皮細胞よりなり、細胞質は微酸好性で PAS に弱く反応し AB 陰性を示した。核は染色質少なく卵円形ないし長だ円形で、細胞質のほぼ中央に位置していた。厚切り標本で、上皮細胞は Methylene blue に弱く染まる細胞のみからなり、分泌顆粒と考えられるものは認められなかった。なお、馬の耳下腺介在部は組織切片ではわず

かしは認められなかった。

3. 分泌管

分泌管は一層の丈の高い円柱上皮細胞よりなり、細胞質は酸性で PAS 陽性を示し、なかには核上部から頂部にかけて強く反応する細胞も認められた。一方、AB 染色には陰性を示した。核は染色質に乏しく円形ないし卵円形で、細胞質のほぼ中央に位置していた。細胞基底の基底線条は著明であった。厚切り切片標本で Methylene blue に弱く染まる細胞とごく少数ではあるが強く染まる細胞の 2 種類が認められた。なお、山羊耳下腺¹⁵⁾ の分泌管基底部にみられた特殊基底細胞といわれるような細胞は馬耳下腺の分泌管には認められなかった。

II. 電子顕微鏡的観察

1. 腺胞

馬耳下腺の腺胞を形成する細胞は、細胞基質の電子密度が比較的低い明調細胞と電子密度が高い暗調細胞、さらに明調細胞よりも明るい細胞（以下特殊細胞とする）が認められた (Fig. 1)。また、これらの腺胞細胞と基板との間には筋上皮細胞が認められた (Fig. 2)。なお、山羊耳下腺腺胞にみられた明るい基底細胞は馬耳下腺腺胞に認められなかった。

a. 明調細胞：本細胞は腺胞を形成する主要な細胞で、核は円形ないし卵円形を呈し、基底側に位置し、種々の電子密度の顆粒を有していた。顆粒には、一層の限界膜に包まれた電子密度の高い均質無構造の球形顆粒、一層の限界膜に包まれた電子密度が中程度で微細粒子状の構造をもつ球形顆粒と電子密度の低い微細粒子状の不整形顆粒、さらに電子密度の高い小体をもつ顆粒の 4 種類が認められた (Fig. 3, 4)。電子密度の低い顆粒は 2～3 個が融合したものが多く、部分的に一層の限界膜を有していた。これらの顆粒は明調細胞に混在してみられたが、まれに電子密度の中程度あるいは低い顆粒のみをもつ細胞をみられた。ゴルジ装置は核上部に存在し、その発達は悪く、分泌顆粒との関係については不明であった。粗面小胞体は層板状を呈し、核周囲および基底部に広く分布し、きわめてよく発達し、また、遊離リボソームも細胞質全体に広く分布していた (Fig. 3)。ミトコンドリアは通常の形態を呈し、細胞質全体に広く分布していたが、山羊耳下腺の腺胞細胞に比較しその数は少なかった。腺腔および細胞間分泌細管に面する細胞自由面には短かい微絨毛が比較的良好に発達し、腺腔によっては微絨毛で充されているものも認められた。これらの腺腔および細胞間分泌細管の形質膜間には、junctional complex

が存在し、また、これらの腔に面する部位には既述した種々の分泌顆粒が集積し、腺腔面には開口分泌像が認められた (Fig. 4)。細胞間分泌細管以外の隣接する細胞面には嵌合 (interdigitation) が比較的良好に発達し、また、筋上皮細胞と接する細胞面にも嵌合構造が認められた。しかしながら、馬耳下腺腺胞細胞の細胞間隙には、山羊耳下腺の腺胞細胞間隙にみられた微絨毛といわれるような構造は認められなかった。

b. 暗調細胞：本細胞は明調細胞に比しきわめて数少ない細胞で、明調細胞にみられたのと同様の顆粒を有していた。明調細胞に比べ細胞基質の電子密度は高く暗くみえるが、ゴルジ装置、粗面小胞体、ミトコンドリアおよび遊離リボソームなどについて明調細胞との間に著しい差異は認められなかった。また、本細胞は明調細胞とともに細胞間分泌細管を形成し、腔に面する細胞自由面および隣接する細胞面には明調細胞にみられた構造との間に差異は認められなかった (Fig. 5)。

c. 特殊細胞：本細胞は細胞基質の電子密度が低く、明調細胞より明るく、また、暗調細胞よりもさらに数少ない細胞であった (Fig. 6)。粗面小胞体は短棒状あるいは小胞状を呈し、ミトコンドリアは通常の形態を呈し、その分布は明調、暗調両細胞に比べきわめて少なく、また、遊離リボソームは粗面小胞体やミトコンドリア間に疎に分布していた。核周囲には微細線維が少量認められた。なお、犬の耳下腺腺胞¹⁶⁾ にみられた特殊細胞には顆粒が認められたが、本細胞には認められなかった。隣接する明調細胞との間には細胞間分泌細管が認められ、腔に面する細胞自由面に短かい微絨毛がみられたが、その発達は明調細胞に比べきわめて悪かった。細胞間分泌細管の形質膜間には junctional complex が存在し、細胞間分泌細管以外の隣接する明調細胞間には嵌合する部位と平坦な部位とがみられた。腺腔および細胞間分泌細管は、山羊耳下腺の腺腔および細胞間分泌細管に比べ狭く、微絨毛も短かく、その分布も疎で、犬耳下腺のものに類似していた。

d. 筋上皮細胞：腺胞細胞と基板との間に従来報告されているような筋上皮細胞が認められた。本細胞にはフィラメントが密集し、その他少数のミトコンドリアおよび粗面小胞体が認められた。

2. 介在部

介在部上皮細胞には、明調細胞のみが認められ、本細胞と基板との間に一般にみられる筋上皮細胞が存在した (Fig. 7)。なお、山羊および犬耳下腺の介在

部にみられた明るい基底細胞や犬耳下腺の介在部にみられた暗調細胞はともに認められなかった。

a. 明調細胞：本細胞は丈の低い立方上皮細胞で、核は円形から種々の形状を呈し、基底部に位置していた。頂部には少数の空胞が認められたが、明らかに分泌顆粒と考えられるものはみられなかった。ゴルジ装置は核上部および側面に層板状あるいは空胞状を呈し、細胞によっては比較的よく発達していた。短桿状を呈した粗面小胞体や遊離リボゾームは細胞質に疎に分布していた。ミトコンドリアは円形あるいはだ円形を呈し、通常のクリスタを有し、細胞質全体に疎に分布していた。また、核周囲には多量の微細線維がみられた (Fig. 8)。隣接する明調細胞間、明調細胞と筋上皮細胞間および基底面の形質膜は、一般にほぼ平坦であるが、一部に弱い嵌合や細胞間隙の拡大した部位もみられた。管腔面には短い微絨毛が認められ、山羊耳下腺介在部よりもよく発達していた。

3. 分泌管

馬耳下腺の分泌管上皮細胞には、明調細胞と少数の暗調細胞が認められた。筋上皮細胞は認められなかった (Fig. 9)。

a. 明調細胞：本細胞は分泌管上皮の大部分を占める細胞で細胞の頂部には明らかに分泌顆粒と考えられるような構造物はみられなかったが、微細な空胞や電子密度の低い微細顆粒が認められた (Fig. 10)。ゴルジ装置は小さく、空胞あるいは小胞状を呈し、核上部に存在していた。粗面小胞体は桿状あるいは円形を呈し、その分布はきわめて少なく、また、遊離リボゾームも細胞質全体に疎に分布していた。通常にみられるミトコンドリアは核上部に比較的多く認められ、また、微細線維が認められた。細胞基底面には分泌管特有の infolding がよく発達し、これと並列するミトコンドリアも著明であった。隣接する細胞面はほぼ平

坦であるが、一部に弱い嵌入を示す部位も認められた。管腔に面する細胞自由面は不規則で種々の形状を呈し、短い微絨毛が比較的よく発達していた。

b. 暗調細胞：本細胞は分泌管上皮細胞としてはきわめて少なく、細胞基質の電子密度が高く、核上部から頂部にかけて明調細胞に認められたと同様の空胞および顆粒が認められた。ゴルジ装置、粗面小胞体および遊離リボゾームは明調細胞との間に特に差異は認められなかったが、ミトコンドリアは明調細胞に比べ幾分多くみられた。なお、山羊耳下腺の分泌管にみられた明るい特殊細胞や特殊基底細胞は認められなかった。

以上の観察成績を総括して Table 1 に示した。

考 察

馬耳下腺に関する報告はきわめて少なく、腺胞細胞については Ellenberger²⁾ が漿液細胞からなると記載し、近年、柴内ら¹⁴⁾、Makita ら⁶⁾ が純漿液細胞であると報告している。本実験でも馬耳下腺の腺胞細胞は、酸好性顆粒を有し、PAS 陽性、AB 陰性を示したことから純漿液細胞であると考えたい。しかし、先に報告した山羊耳下腺¹⁵⁾の漿液腺胞細胞とは、H・E、PAS、に対する態度が異なっていた。次に電顕観察では、馬の耳下腺腺胞には大部分を占める明調細胞と少数の暗調細胞、さらにきわめて少数ではあるが明るい特殊細胞が認められ、前2者の細胞質内には分泌顆粒が認められた。馬耳下腺についての電顕観察の報告はきわめて少なく、近年、Makita らが腺胞について明調細胞と暗調細胞を認め、ともに電子密度の高い zymogen 顆粒と、部分的に電子密度の高い部分と低い部分が融合した顆粒、さらに dense body として電子密度の中程度の顆粒を報告している。さらに融合した顆粒は固定や染色による人工産物かもしれないと

Table 1. A morphological features of the parotid gland in horse.

	Acini	Intercal. d.	Secretory d.
PAS	serous cell		
AB	positive weak moderate	positive weak	positive weak
Cell type	negative	negative	negative
Gran. density	light cell-dark cell-specific light cell	light cell	light cell dark cell
Material (in apical area)	low, mode., high, round corpuscle	vacu.	gran., vacu.
Mitochondria	+	+	+
Myoepithelium	yes	yes	no

PAS, AB: by light microscopic observation.

The number of + signs in any column suggests quantitative variations.

し、また、dense body と呼んだ顆粒は融合した zymogen 顆粒から生じるかもしれないとしている。今回検索した結果からも種々の分泌顆粒が認められた。これらの顆粒については山羊・犬の耳下腺¹⁵⁾および下顎腺¹⁶⁾で記載したごとく種々の解釈や説明が考えられるが、これらは細胞の腺腔面あるいは細胞間分泌細管腔面に存在していることから、それぞれ異種の顆粒と考えたい。次に分泌顆粒の放出機序であるが、馬の腺胞細胞の電子密度の低いあるいは中程度の分泌顆粒は、山羊および犬の下顎腺の粘液および漿粘液細胞にみられた黒住⁹⁾の IV 型の放出像を示したが電子密度の高い顆粒の放出機序は確認できなかった。また、山羊耳下腺の漿液細胞および下顎腺の漿粘液細胞に認められたようなアポクリン突起は馬耳下腺には認められなかった。馬耳下腺の腺胞にみられた細胞間隙ならびに細胞間分泌細管は比較的良好に発達し、また腺腔や細胞間分泌細管腔に面する細胞表面には微絨毛が比較的良好に発達していたが、先に報告した山羊耳下腺に比べこれらの発達は悪く、犬耳下腺のものと類似していた。また、Makita らは腺胞細胞間に神経終末の存在を報告しているが、今回の検索ではこのような所見を見出すことはできなかった。おそらく馬耳下腺には Makita らが報告したような構造は少なく、馬の多くの腺胞細胞は直接シナプスによる神経支配を受けず筋上皮細胞や血管などを介して二次的に神経の支配を受けているものであろう。

馬の介在部についての報告はみあたらないが、光顕的には牛^{9,11)}・綿羊^{9,11)}・山羊^{7,15)}・犬¹⁵⁾の耳下腺および下顎腺¹⁶⁾の介在部に報告されたものとはほぼ変わらなかった。電顕観察で山羊および犬の耳下腺介在部上皮細胞には分泌顆粒と思われる電子密度の高い顆粒が認められたが、馬耳下腺の介在部細胞には少数の空胞が認められたものの分泌顆粒と考えられるものは認められなかった。また、細胞小器官についてみると、馬の介在部上皮細胞は山羊および犬の耳下腺介在部上皮細胞に比べその分布、形態に特に差異はみられなかった。

馬の分泌管上皮細胞は丈の高い円柱上皮細胞で PAS 陽性、AB 陰性を示した。馬の上皮細胞については、近年、柴内らの詳細な報告をみるが、今回の検索からも同様の結果をえ、光顕的に牛および綿羊^{9,11)}・犬の耳下腺分泌管上皮細胞との間に特に差異はみられなかった。電顕的に分泌管上皮細胞の明調細胞の頂部には、空胞と微細顆粒が認められたが、これらは山羊耳下腺の分泌管上皮細胞にみられたものと類似して

おり、分泌物と考えたい。腺胞にみられた明るい特殊細胞および暗調細胞、また、分泌管にみられた暗調細胞については山羊・犬の耳下腺および下顎腺さらに家兎の耳下腺¹⁷⁾と同様、今後検討せねばならない。馬耳下腺の微細構造について考察してきたが、特に馬耳下腺の組織構造に反芻家畜の山羊の耳下腺にみられたような独特のものは認められなかった。従って、形態学の面からみると馬耳下腺は唾液分泌機構において、反芻家畜耳下腺のような特異性はないと推定される。

要 約

成熟した馬耳下腺の腺胞、介在部および分泌管について光顕ならびに電顕的に観察した。

1. 馬の腺胞細胞は酸好性顆粒を有し、PAS 陽性、AB 陰性を示した。電顕的には明調細胞、暗調細胞、さらに顆粒を含まず細胞小器官の少ない明るい特殊細胞が認められた。前 2 者の細胞は、それぞれ電子密度や形状の異なる 4 種類の分泌顆粒を有していた。
2. 介在部上皮細胞は PAS 陽性、AB 陰性を示し、電顕的には明調細胞からなり、分泌顆粒と確認できるものは認められなかった。
3. 分泌管は PAS 陽性、AB 陰性の円柱上皮細胞で明調細胞と暗調細胞が認められた。これらの細胞には、いずれも明らかに分泌顆粒と確認できるものは認められなかった。
4. 筋上皮細胞は腺胞および介在部に認められた。

謝辞：稿を終えるにあたり、御協力、御鞭撻をいただいた鹿児島大学農学部西中川駿助教授に感謝の意を表します。また、本研究遂行上、御助言、御協力をいただいた鹿児島大学医学部佐藤堅教授、最勝寺慧助教授をはじめ電子顕微鏡室の各位に深く感謝します。

なお、本論文の要旨は第 79 回(1975)、第 80 回(1975)の日本獣医学会において発表した。

文 献

- 1) Chauncey, H. H. and Quintarelli, G.: *Amer. J. Anat.*, **108**, 263-293 (1961)
- 2) Ellenberger, W.: *Handbuch der Vergleichenden Mikroskopischen Anatomie der Haustiere*, Berlin, (1911) (cited by 6)
- 3) Kaiho, M., Nakamura, T. and Kumegawa, M.: *Anat. Rec.*, **183**, 405-419 (1975)
- 4) Kim, S. K. and Han, S. S.: *Amer. J. Anat.*, **144**, 467-476 (1975)
- 5) 黒住一昌: *J. Electron Microscopy*, **14**, 12-26 (1969)
- 6) Makita, T., Kiwaki, S. and Shibantai, D.: *Bull. Fac. Agr. Yamaguti Univ.*, **18**, 983-1014

- (1967)
- 7) 大塚閏一, 林田重幸, 西田隆雄: 日畜会報, **39**, 110 (1969)
 - 8) Quintarelli, G.: *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **106**, 339-363 (1963)
 - 9) Shackleford, J. M. and Klapper, C. E.: *Amer. J. Anat.* **111**, 25-33 (1962)
 - 10) ———: *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **106**, 572-582 (1963)
 - 11) ——— and Wilborn, W. H.: *Alabama J. Med. Sci.*, **5**, 180-203 (1968)
 - 12) ——— and ———: *J. Morph.*, **127**, 453-474 (1969)
 - 13) ——— and ———: *Amer. J. Anat.*, **127**, 259-280 (1970)
 - 14) 柴内大典, 新藤二郎: 日本獣医畜産大学紀要, **1**, 63-76 (1952)
 - 15) 鈴木秀作, 亀井克宜, 大塚閏一: 鹿大農学術報告, **25**, 25-41 (1975)
 - 16) ———, 大塚閏一: 同, **26**, 43-57 (1976)
 - 17) ———, : 同, **27**, 51-60 (1977)
 - 18) Tandler, B. and Erlandson, R. A.: *Amer. J. Anat.*, **135**, 419-433 (1972)
 - 19) ——— and ———: *Anat. Rec.*, **184**, 115-131 (1976)
 - 20) ——— and Poulsen, J. H.: *J. Morph.*, **149**, 183-198 (1976)

Summary

The fine structure of the parotid gland of the horse was investigated by light- and electron-microscopy.

The animals were anesthetized with fluothane (2-bromo-2-chloro-1,1,1-trifluoroethane) and were sacrificed. Both sides of the parotid glands of four adult horses (male: 3, female: 1) were used in this investigation. For the execution of light microscopy, after fixation in Zenker-formol solution or Bouin's fluid, the tissues of the central part of the parotid glands were embedded in paraffin and sectioned at six microns. The sections were stained with H·E, PAS, Alcian blue (AB) staining. For electron-microscopy, small pieces of the parotid glands were fixed with mixture of 1.25 % glutaraldehyde and 1 % osmium tetroxide, buffered with phosphate. After the fixation, the tissues were dehydrated in ethanol and embedded in Epon 812. Thin sections were double stained with uranyl acetate and lead citrate and were examined under a JEM-7 or JEM-100 B electron microscope. Furthermore, thick sections (1 μ m) were stained with methylen blue and were examined in a light microscope.

The results are summarized as follows.

1. In light-microscopic study, the parotid acinous cells of horse were composed of serous cells, and contained acidophile granules, being PAS-positive and AB-negative. One-micron sections showed three tinctorially distinguishable cell-types. In electron-micrograph, the acinous epithelia were composed of light cells, dark cells and specific light cells. The light and dark cells contained secretory granules of high density, moderate density, low density, together with round corpuscle of high density. These secretory granules were extruded from the cell by merocrine type (KUROSUMI'S IV type) secretion. The specific light cells contained no secretory granule, and these cytoplasmic organelles were poorer in number than those of light and dark cells.

2. The epithelia of the intercalated duct of the parotid gland in horse were composed of cuboidal cells, showing PAS-positive and AB-negative characters. In electron-micrograph, the epithelia of the intercalated duct were composed of light cells. A few vacuoles were observed in apical portion, but showed no morphological evidence of secretory activity.

3. The epithelia of the secretory duct of the parotid gland in horse were noted to be PAS-positive and AB-negative. One-micron sections showed two cell types. In electron-micrograph, the epithelia of the secretory duct consisted of light cells and dark cells. These cells contained vacuoles, but showed no morphological evidence of secretory activity.

4. Myoepithelial cells were found around the acini and intercalated ducts of parotid gland in horse.

5. Concerning the parotid gland of horse, the results of the light- and electron-microscopic observation were summarized in table 1.

Explanation of figures

Abbreviations

SG: Secretory granule
L: Lumen
G: Golgi apparatus

IC: Intercellular canaliculus
M: Mitochondrion
ME: Myoepithelial cell

- Fig. 1. Acinous cells of the horse parotid gland. Light cells contain various secretory granules. A few microvilli project into the narrow lumen and intercellular canaliculi.
- Fig. 2. Myoepithelial cell process around the light cells of an acinus is present.
- Fig. 3. Light cell of an acinus in the horse parotid gland. Numerous ribosomes and secretory granules with round corpuscle of high density are present in the supranuclear area.
- Fig. 4. Light cells of an acinus in the horse parotid gland. The secretory granules are extruded into the lumen by a merocrine type secretion.
- Fig. 5. Acinous cells of the horse parotid gland. Light cells and a dark cell are observed. The dark cell contains various secretory granules.
- Fig. 6. Specific light cells of an acinus in the horse parotid gland. This cell contains no secretory granule, and possesses few cytoplasmic organelles.
- Fig. 7. Intercalated duct of the horse parotid gland. The epithelia are composed of light cells. Myoepithelial cell is present around the intercalated duct.
- Fig. 8. High magnification micrograph of the supranuclear area in the intercalated duct-cell. A less dense vacuoles and golgi apparattus are present.
- Fig. 9. Secretory duct of the horse parotid gland. Light cells and a dark cell are observed.
- Fig. 10. High magnification micrograph of the apical portion in the secretory duct-cell. A less dense vacuoles and vesicles of moderate density are present.







