

ネコの膵におけるパチニ小体について

明治鍼灸大学 解剖学教室

熊本 賢三 大川 由雅 榎原 智美
松浦 忠夫 武田 創

要旨: ネコの膵に存在するパチニ小体をH E染色を用いて、その形、大きさ、数、分布及び小葉間導管や血管との関係について追究した。小体は短径 $360.6 \pm 28.2 \mu\text{m}$ 、長径 $579.6 \pm 35.7 \mu\text{m}$ の小型で楕円形を呈するものが多く、膵全体に分布するが、膵頭に特に多く(約57%)、主に小葉間結合組織内に単独で存在していた。小体の約50%は小葉間導管に密接しており、その導管の直径は平均 $37.1 \pm 47.6 \mu\text{m}$ であった。また、約30%のものは血管と密接し、その血管の直径は平均 $24.7 \pm 8.7 \mu\text{m}$ であった。これらのことより、パチニ小体は膵では膵液や血液量の変化による導管や血管壁の変形を伝える内受容器としても作用するのではないかと考えた。

Pacini Corpuscles in the Pancreas of the Cat

KUMAMOTO Kenzo, OHKAWA Yuka, EBARA Satomi,
MATSUURA Tadao and TAKEDA Hajimu*Department of Anatomy, Meiji College of Oriental Medicine*

Summary: The Pacinian corpuscles in the pancreas of the cat were studied on the form, size, number, distributional pattern and relationship with pancreatic duct and blood vessels using sections stained with Hematoxylin and Eosin. The corpuscles were mostly ellipsoid in shape and measured approximately $360.6 \pm 28.2 \mu\text{m}$ and $579.6 \pm 35.7 \mu\text{m}$ in their transvers and longitudinal diameters, respectively. They distributed throughout the pancreas, of which 57% were in the caput, and were seen individually in the interlobular connective tissue. They were found in close to pancreatic duct and blood vessels. Fifty percent of them were contacted with the adventitia of the pancreatic interlobular duct with about $37.1 \pm 47.6 \mu\text{m}$ in mean diameter, and 30% of them were closely related with blood vessels with about $24.7 \pm 8.7 \mu\text{m}$ in mean diameter. In this way Pacinian corpuscles possessing the close distance of pancreatic ducts and blood vessels may act as the internal receptor which perceive modification of duct wall due to the change of pancreatic juice and blood flow.

Key Words: 膵 pancreas, パチニ小体 Pacinian corpuscle, 膵導管 pancreatic duct, 血管 blood vessel, 内受容器 interoceptor.

I はじめに

パチニ小体（以後小体と略す）は主として皮膚に分布し圧および振動の受容器と考えられている^{1,8,9)}。皮膚以外の部位ではヒトにおいては、関節、骨膜、筋、腸間膜、腹膜及び大きな血管の外膜に、ネコにおいては腸間膜、結腸間膜、臍、生殖器、膀胱壁及び尿道に観察されている^{3,4,15)}。さらに、小体の各器官内での分布様式の詳細に関しては Cauna と Mannan^{3,4)} がヒトの指、Garry と Garven⁷⁾ がネコの尿道そして Baba²⁾ がネコの膀胱について報告している。

臍に分布する小体については、Seto と Utsushi¹⁸⁾、Sakuraoka¹⁶⁾ および Takashi ら^{19,20)} がヒトの胎児で鍍銀法を用いて小体内の神経終末の分岐状態より小体の分類を試み、さらに Quilliam¹⁴⁾ はネコの小体の内棍の超微細構造について報告している。また、ラット、ネコそしてウサギのうち臍にパチニ小体が見られるのはネコだけであると報告されている⁵⁾。

本研究はネコの臍全体に存在するパチニ小体の形、大きさ、数、分布様式および導管、血管との位置関係を光学顕微鏡的に検索し、その機能についても考察を加えた。

II 実験方法

本実験には5匹のネコ（体重1.5～3.0kg）を用いた。動物は Sodium pentobarbital (Nembutal) の腹腔内投与（40mg/kg）により深麻酔し、左心室を介して0.1M phosphate buffer pH7.4で灌流した後、10%ホルマリンにて灌流固定した。灌流固定後、直ちに臍を十二指腸と共に摘出し、さらに一週間前記の固定液にて後固定した。試料は型通りにパラフィン包埋あるいはセロイジン包埋ブロックとした後、前者は10 μ m厚の連続横断切片に、後者は30 μ m厚の連続縦断切片にして Hematoxylin-Eosin 染色を施し、光顕標本とした。小体は臍内における存在部位を確認すると共に短径と長径、小体とその周囲に分布する導管や血管との距離およびそれらの管の直径を顕微鏡下に eyepiece micrometer を用いて測定した。

また、標本を万能投影器（日本光学製）にて10倍に拡大トレースして、臍を再構築することにより小体の立体的な分布状態を確認した。

III 所 見

本小体は基本的には被膜、外棍、内棍及び神経終末より構成され、臍に存在する小体もこの基本構造を有していたが、少数のものでは神経終末に分岐像も認められた（図1）。小体は、球形、楕円形、長楕円形からヘチマ型、キュウリ型など様々な形態を有していたが、楕円形のものが大多数を占めていた（図2）。小体の分布域は臍全体におよび、存在部位としては小葉間結合組織内に認め

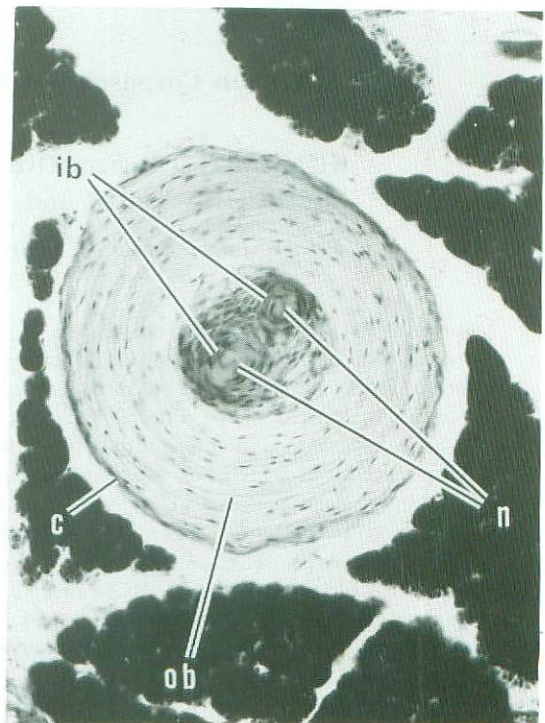


図1 神経終末が分岐している小体

神経終末の分岐にともない内棍も別れているが外棍は共通している。

ib: 内棍, l: 小葉, n: 神経終末,
ob: 外棍 ×105

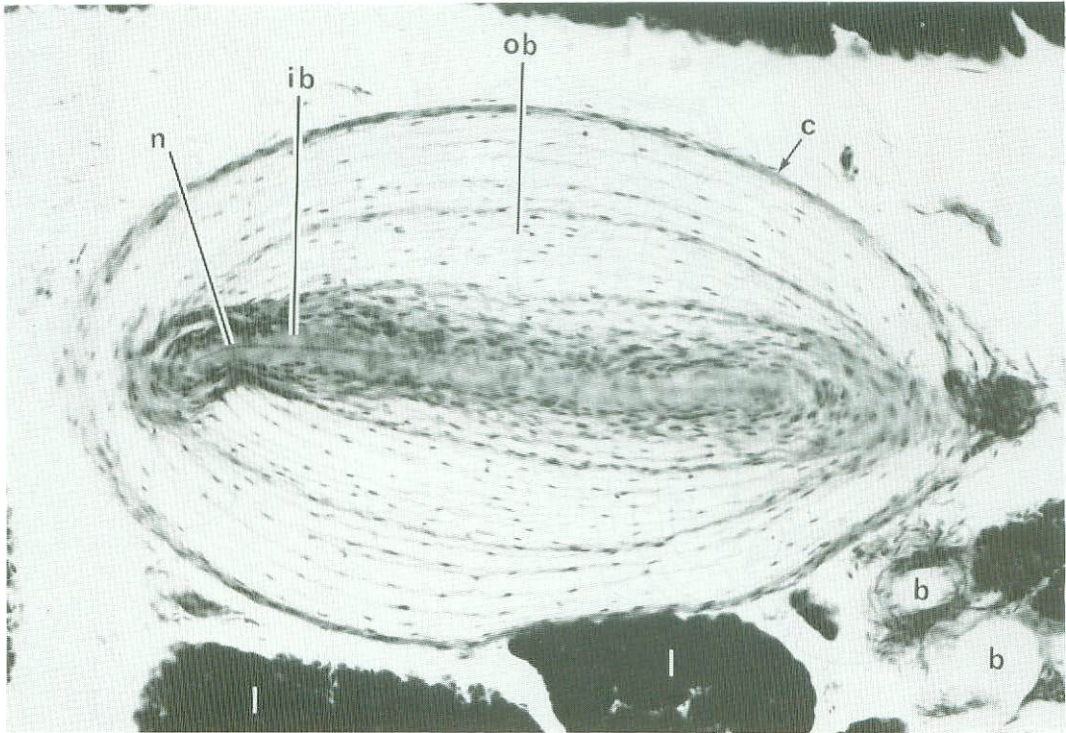


図2 楕円形の小体

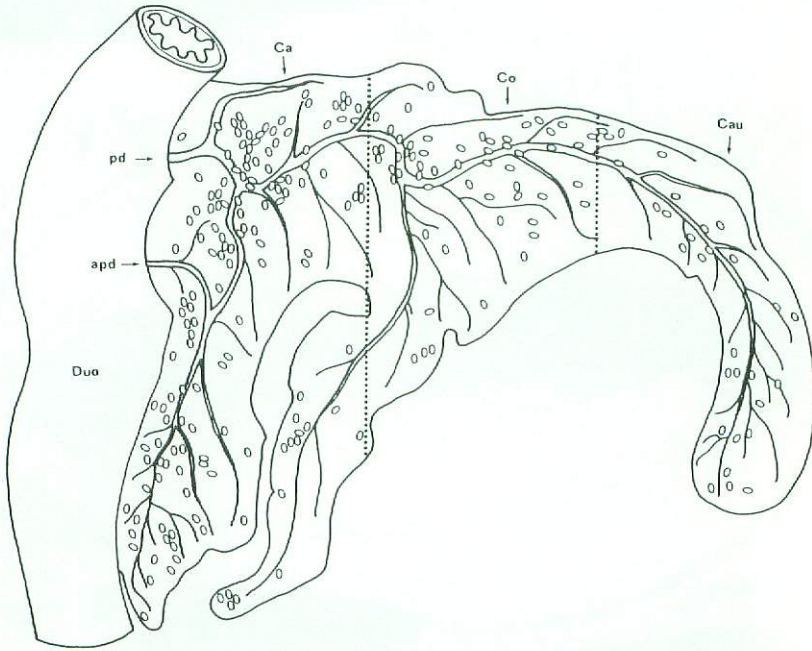
小葉間結合組織に見られる典型的な小体

b: 血管, c: 被膜, ib: 内棍, l: 小葉, n: 神経終末, ob: 外棍, ×160

られるものが最も多かったが、小葉内の腺組織に接して存在するもの、小葉内に埋没したもの、あるいは被膜内の結合組織中に存在するものも認められた(図3)。これらの小体のほとんどは、単独で見られるが、2~4個集合している場合もあり、このようなものは特に膵頭に多く認められた(図4)。なお、膵周囲に分布するリンパ節内に小体は見られなかった。

膵臓に分布する小体の数は、136~292個(219.6±59.3個:平均±標準偏差)であり個体差は大きい。小体の数とネコの体重との間に比例関係は認められなかった。また、膵を頭、体、尾に分けた場合、小体の約57%は膵頭に分布していた(図3,表1)。小体の短径は60~700μm(360.6±

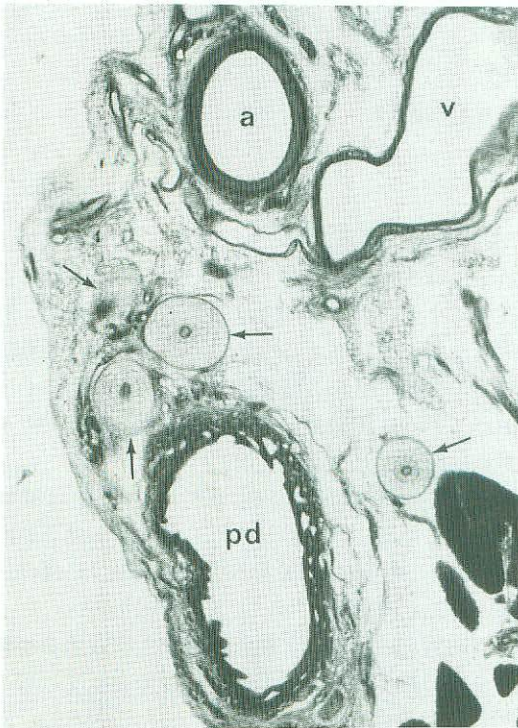
28.2μm)、長径は138~1320μm(579.6±35.7μm)であり、膵頭・体・尾のそれぞれの部位に存在する小体の大きさに差は認められなかった。膵導管に接して分布する小体のうち約半数は小葉間導管の外膜にその長軸を導管壁に平行に密接しており、とくに膵頭ではその割合は他の部位よりも有意に高かった(p<0.01)。さらに膵頭では主膵管及び副膵管の外膜内に進入したもの、小葉間導管の分岐部にはまり込んだものなども見られた(図5)。小体が密接する導管の直径は、膵体、膵尾に比して膵頭において太い傾向があった。一方、血管との関係は、血管の外膜と密接する小体は全体の約1/3あったが、その分布密度に膵の部位による偏りは認められなかった(図6)。そ



↑ 図3 臍における小体の分布

この図には臍管も同様に示されており、パチニ小体は臍頭部の臍管周囲に多く見られる。

abd: 副臍管, Ca: 臍頭, Cau: 臍尾,
Co: 臍体, Duo: 十二指腸, pd: 主臍管,
○: パチニ小体 ×2.0



← 図4 集合している小体

これらの小体は臍頭部で十二指腸との間の結合組織に見られたもので周囲に主臍管と血管が分布している。

a: 動脈, pd: 主臍管, v: 静脈,
↑: パチニ小体 ×25

これらの血管の直径は $24.7 \pm 8.7 \mu\text{m}$ であり、 $13 \sim 20 \mu\text{m}$ の細動脈および静脈に接する小体が最も多く見られた(表1)。なお、臍の上縁を走行する脾動脈に密接する小体は認められなかった。

表1 膵内の小体の数, 大きさおよび周囲の導管, 血管との距離関係

	膵 頭	膵 体	膵 尾	合 計
小体の数	124.4±37.3**	51.6±14.7	43.6±25.1	219.6±59.3
短 径 (μm)	354.5±27.8	373.5±42.0	363.0±24.9	360.6±28.2
長 径 (μm)	573.0±28.7	602.4±53.9	573.7±46.9	579.6±35.7
導管に密接する 小体の数と割合 (%)	63.6±19.2** (29.4± 6.9**)	23.8±15.0 (40.6± 4.5)	23.4± 8.8 (9.9± 5.3)	110.8±41.2 (49.4± 7.7)
小体と密接する 導管の直径 (μm)	47.5±41.2	23.3±14.0	31.4±23.7	37.1±47.6
血管に密接する 小体の数と割合 (%)	35.8±21.3 (16.3± 7.1)	15.0±11.8 (6.1± 3.6)	11.4± 6.7 (5.0± 1.7)	62.2±37.2 (27.5±10.1)
小体と密接する 血管の直径 (μm)	25.8± 8.0	23.0±10.3	24.1± 9.2	24.7± 8.7

** P<0.01

IV 考 察

ネコの膵におけるパチニ小体の存在は Kurause¹¹⁾によって初めて報告された。その後, Seto と Utsushi¹⁸⁾はヒトの胎児の膵頭に, Sakuraoka¹⁷⁾はヒト胎児生後期の膵とリンパ節および後腹壁の腹大動脈と下大静脈の外膜に外接した小体を認め, それらは小体内の神経終末が単純に分岐するだけで, 小体内にさらに別の小体を形成することのない小型の小体であることを明らかにした。Takashi ら^{19,20)}もヒトの後腹膜腔の小体について追究し, 小体は体長14~16cmの胎児期に初めて認められ, その大きさは短径0.1~1.5mm (平均0.5mm), 長径0.2~2.0mm (平均1.5mm) であると報告している。しかし, これまでの膵パチニ小体に関する研究は個々の小体だけに注目したものがほとんどで全体的な分布状態や隣接する組織との関係などについての十分な把握はなされ

ていない。本研究において, ネコの膵における小体は広く全体的に分布するが, 約57%のものが膵頭に偏在すること, 集団をなすことはまれで孤立性に存在すること, 小葉間結合組織を存在の場としているが, ここを走行する導管および血管と密接な関係を有していることが明らかにされた。また, 楕円形の小体が多数を占めており, 神経終末が分岐するものも認められた。この結果は Sakuraoka¹⁷⁾の報告と一致している。膵は発生段階において腸間膜の結合組織内へ肥大成長していくことから, 腸間膜に認められる小体と膵に存在するそれは同一組織にあると考えられる。ネコの腸間膜の小体について Quilliam と Sato¹³⁾はオスミウム酸で固定された18個の小体について短径0.33~1.13mm (0.67±0.31mm), 長径0.46~1.55mm (1.02±0.24mm) であると報告している。しかし, 本研究において小体の大きさは, 短径約

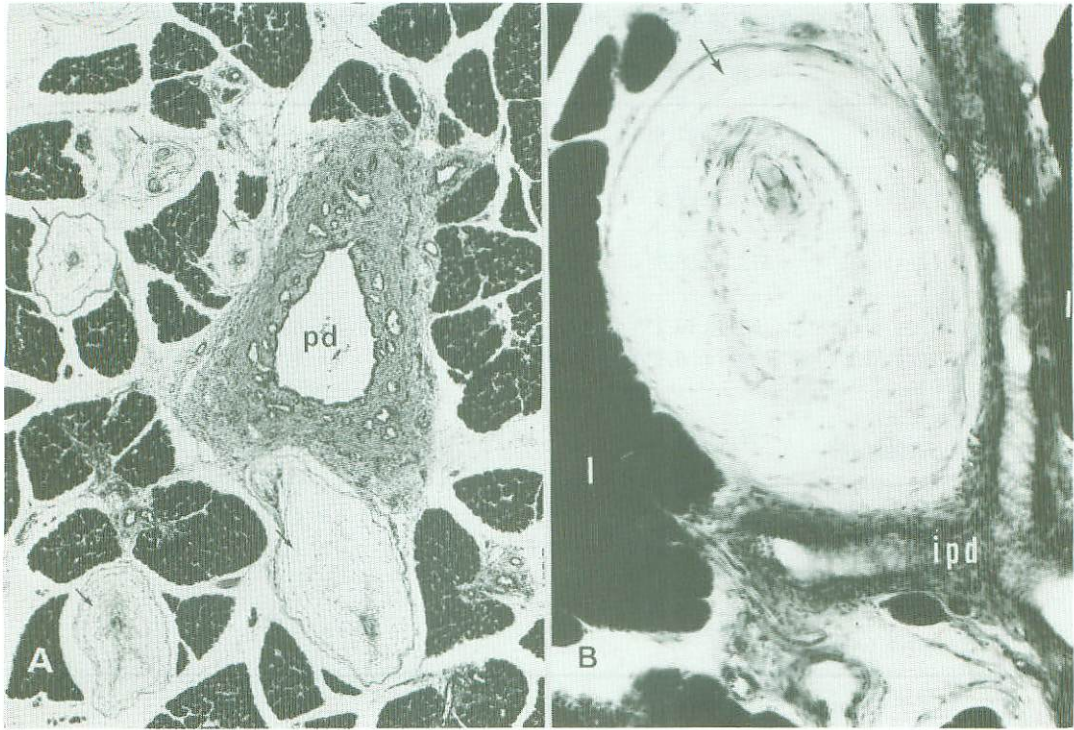


図5 A. 主膝管の外膜に進入している小体
この写真には4つの小体がみられるが、そのうち2つは導管に密接している。
pd: 主膝管, ↑: パチニ小体 ×40
B. 小葉間導管の分岐部にはまり込んでいる小体
ipd: 小葉間導管, l: 小葉, ↑: パチニ小体 ×132

360 μ m, 長径約580 μ mで、ヒトの後腹膜壁やネコの腹間膜のものと比べて小型であった。Sakurao¹⁷⁾はリンパ節内にも小体を認めているが、今回の研究では観察されなかった。

小体と血管の関係について、Pallie ら¹²⁾は腸間膜動脈に India ink を注入することにより、腸間膜に分布する小体が動脈に付着することを報告している。一方、Gammon と Bronk⁶⁾はネコの内臓神経と腸間膜神経から血管の拡張時にパチニ小体の発するインパルスを記録し、小体内の血管あるいは、小体が付着している血管の一定以上の内圧の変化が小体を刺激していると考えた。また、Cauna と Mannan³⁾はヒトの指先

に認められる小体が大きな血管や動静脈吻合とごく近い位置関係にあることから小体が動静脈吻合の间歇的開閉による血液の局所的配分の変化を受容すると推測している。また、Quilliam¹⁵⁾は膝における小体は小葉間結合組織内にあり、小葉間導管や血管と極めて近い位置にあると述べている。一方、生理学的には本小体は順応の速い受容器であり、持続的な関節の動きや血流、血圧の変化を伝えるには適していないと考えられてきた^{8,9)}。しかし、最近 Sakada ら¹⁶⁾はネコの足底の小体を支配する単一神経線維から遅順応インパルスを記録し、しかもその構造は速順応性の小体と電子顕微鏡的にみても差異は認められない



図6 血管の外膜に密接する小体
 a : 動脈, l : 小葉, v : 静脈,
 ↑パチニ小体 ×110

と報告している。本研究では、小体の約50%が小葉間導管に密接しており（とくにこれは腓頭に多く見られた）、密接する導管も腓頭において太い傾向があった。また、約30%の小体は血管壁と密接しており、しかも、これら管壁に付着する小体はその長軸が管壁と平行になっていた。Ilyinsky¹⁰⁾によれば、小体の長軸方向に加わる機械的刺激は過分極を起こし、短軸方向に加わるそれは脱分極を引き起こすので、小体は腓液や血液量の変化による管壁の変形を受容するのに適した状態で位置しているといえる。これらのことより、パチニ小体は手や足における振動に対する外受容器としての機能のみならず、腓においては導管や血管の壁の変形を受容する内受容器として

の機能も有するのではないかと考えられる。

文 献

- 1) Adrian E D, Umrath K : The impulse discharge from the Pacinian corpuscle. *J Physiol* 68 : 139~154, 1929.
- 2) Baba E : On the sensory nerve endings in the urinary bladder of cat (methylene blue vital Staining method). *Osaka Daigaku I-gaku Zasshi* 11 : 5013~5020, 1959.
- 3) Cauna N, Mannan G : The structure of human digital Pacinian corpuscles (corpuscula lamellosa) and its functional significance. *J Anat* 92 : 1~20, 1958.
- 4) Cauna N, Mannan G : Development and postnatal changes of digital Pacinian corpuscles (corpuscula lamellosa) in the human hand. *J Anat* 93 : 271~286, 1959.
- 5) Coupland R E : The innervation of pancreas of the rat, cat and rabbit as revealed by the cholinesterase technique *J Anat* 92 : 143~149, 1958.
- 6) Gammon G D, Bronk D W : The discharge of impulses from Pacinian corpuscles in the mesentery and its relation to vascular changes. *Am J Physiol* 84 : 77~84, 1935.
- 7) Garry R C, Garven H S D : The ganglia, afferent nerve-endings and musculature of the urethra in the cat. *J Physiol* 139 : 1P~2P, 1957.
- 8) Gray J A B, Matthews P B C : A comparison of the adaptation of the Pacinian corpuscle with the accommodation of its own axon. *J Physiol* 114 : 454~464, 1951.
- 9) Gray J A B, Sato M : Properties of the receptor potential in Pacinian corpuscles. *J Physiol* 122 : 610~636, 1953.
- 10) Ilyinsky O B : Processes of excitation and inhibition in single mechanoreceptors (Pacianian corpuscles). *Nature* 208 : 351~353, 1965.
- 11) Krause W : Die Nervenendigung innerhalb der terminalen Körperchen. *Arch mikr Anat* 19 : 53~136, 1881.
- 12) Pallie W, Nishi K, Oura C : The Pacinian corpuscle, its vascular supply and inner core. *Acta Anat* 77 : 508~520, 1970.
- 13) Quilliam T A, Sato M : The distribution of myelin on nerve fibres from Pacinian cor-

- puscles. *J Physiol* **129** : 167~176, 1955.
- 14) Quilliam T A : Pancreatic Pacinian corpuscles. *J Physiol* **148** : 3P~4P, 1959.
 - 15) Quilliam T A : Structure of receptor organs. "Touch, Heat and Pain" ed by De Reuck A V S and Knight J, J & A Churchill London, 1966.
 - 16) Sakada S, Sasaki T, Tazaki M : Slow-adapting responses of the Pacinian corpuscles of cat planta. *Brain Res* **332** : 194~199, 1985.
 - 17) Sakuraoka E : On the innervation of posterior abdominal wall in latter stage of human embryo. *Arch hist jap* **6** : 679~690, 1954.
 - 18) Seto H, Utsushi S : Innervation, especially sensory innervation, of Pancreas in human embryo. *Arch hist jap* **5** : 283~288, 1953.
 - 19) Takashi M, Sakai I, Ushizima H : On the terminal neural apparatus detectable in the retroperitoneum of man— a complex pattern of Pacinian corpuscle. *Anat Rec* **122** : 17~38, 1955.
 - 20) Takashi M : On the development of the complex pattern of Pacinian corpuscle distributed in the human retroperitoneum. *Anat Rec* **128** : 665~678, 1957.