

イヌ胸大動脈神経の実験組織学的研究

天 海 照 夫

千葉大学大学院医学研究科内科系内科学 (2)

(昭和45年1月12日受付)

要 旨

成熟したイヌ 71 例を用い、胸大動脈神経について肉眼解剖学的観察、福山の扇形細裂標本法による有髄線維の量的および形態学的分析、神経切断変性実験による有髄線維の起源と経路の追求を行ない次の成績を得た。

1. 肉眼解剖学的には胸大動脈神経は T_1-T_{12} の胸部交感神経節などから分かれて起こり、後肋間動脈に平行して胸大動脈に分布する細枝で、1 個体平均 12 本存在する。
2. 組織学的には胸大動脈神経は有髄線維と無髄線維から構成され、後者が過半数を占めているが、前者も 1 個体平均 365 本存在する。それらの有髄線維を福山法に従って分類すると、小径 65.5%, 中径 23.0%, 大径 8.5%, 最大径 3.0% で、小径、中径の細い線維が圧倒的に多いが、知覚性と思われる大径、最大径の太い線維も 11.5% の割合に含まれていた。
3. 後根系有髄線維はおもに T_1-T_6 (主力 T_4) の脊髄神経節に由来して知覚性と考えられ、細い線維が圧倒的に多く太い線維は 8.5% を占めるに過ぎなかった。
4. 脊髄神経節の中核側の後根に存在すると考えられる遊離性脊髄神経節細胞に由来する細い後根系有髄線維も若干認められた。
5. 前根系有髄線維はおもに T_2-T_7 (主力 T_3) の前根に由来して交感神経節前線維と考えられ、すべて細い線維であった。
6. 後根系有髄線維は前根系有髄線維の約 3 倍の量があるが、両線維ともに交通枝を経て交感神経節にはいると直ちに胸大動脈神経に進入する直達路のほかに、交感神経幹内を上行あるいは下行した後、上位あるいは下位の本神経にはいる迂回路を通るものも多数あり、かくして神経線維は胸大動脈の広い範囲に分散している。
7. 迷走神経系有髄線維は存在しなかった。

Keywords: 福山の扇形細裂標本、神経切断変性実験、後根系有髄線維、前根系有髄線維、迂回路を通る有髄線維

は じ め に

胸大動脈神経とは胸部交感神経節からおもに分かれて胸大動脈壁に達するきわめて細い神経枝である。この神経の存在は Gegenbauer¹⁾ などの古い成書にも記載されている。これらによると胸部交感神経節から数本の微細

な神経が分かれて胸大動脈に分布し、これを網状に取り巻く神経叢(胸大動脈神経叢)に加わると述べられている。このような記載は Rauber-Kopsch²⁾ など最近の成書においても特に変わっていない。このように胸大動脈神経に関する肉眼解剖学的知見はかなり古くまた豊富であるが、細部についてみるときなお検討を要する多くの

AMAGAI, TERUO: Experimental and Histological Studies on the Thoracic Aortic Nerves of the Dog.

The Second Department of Internal Medicine, School of Medicine, Chiba University, Chiba.

Received for publication, January 12, 1970.

課題がある。そこで著者は胸大動脈神経がどのような神経線維で構成されているのかとか、それらの神経線維がどこに起源し、いかなる経路を通過して胸大動脈に達するかなどに関する知見がすこぶる貧困なので、次の3点について胸大動脈神経をマクロからミクロまで詳細に研究した。

1. 肉眼解剖学的観察
2. 有髄神経線維の量的および形態学的分析
3. 神経切断変性実験による有髄神経線維の起源と経路の追求

研究材料と方法

研究に使用した材料は体重 6~18 kg の雑種成熟イヌ 71 例で、おもに左側の胸大動脈神経を研究の対象とし、右側は 10 例ほど肉眼解剖学的観察のみを行なった。左側では 61 例のうち数例ずつ各種神経切断実験に供し、肉眼解剖学および組織学的観察は全例について行なった。

胸大動脈神経の肉眼解剖学的観察は双眼ルーペと尖鋭な 2 個のピンセットを用い、細心の注意を払って行なった。

次に正常および変性有髄神経線維の組織学的観察は福山の扇形細裂標本法に従い、まず所要の神経を 1~1.5 cm の長さに切り取って神経鞘を除去した後、0.3~0.5% オスミウム酸に入れ、34°C のフラン器中で 24 時間固定染色する。そしてオスミウム酸で黒染された神経片を取り出し、それを双眼実体顕微鏡下で針を用いて個々の神経線維に裂き広げて扇形細裂標本とする。次にこの標本を鏡検して有髄線維を福山の分類(表 1)に従い、小径中径、大径、最大径の 4 種類に区分し、各径線維の定量を行なった。

次に有髄線維の起源および経路を追求するために神経切断実験を行なった。その方法は Phenobarbital sodium 25~30 mg/kg の静注麻酔あるいはエーテルの気管内全身麻酔を行ない、無菌的操作のもとで所要の神経を直視

下で切断または切除した後、傷口を縫合し 1 週間後に瀉血死させ、扇形細裂標本を作り Waller の変性を検索した。

肉眼解剖学的所見

胸大動脈神経は非常に細く毛髪の太さに達するか否かの filament であるため、それを肉眼的に検出するには細心の注意と熟練が必要である。左側を観察すると図 1 のように胸大動脈神経は胸部交感神経幹の各神経節からおもに分かれて起こり、後肋間動脈とともに後胸壁を内側方に走って胸大動脈に分布する例が多いけれども、時

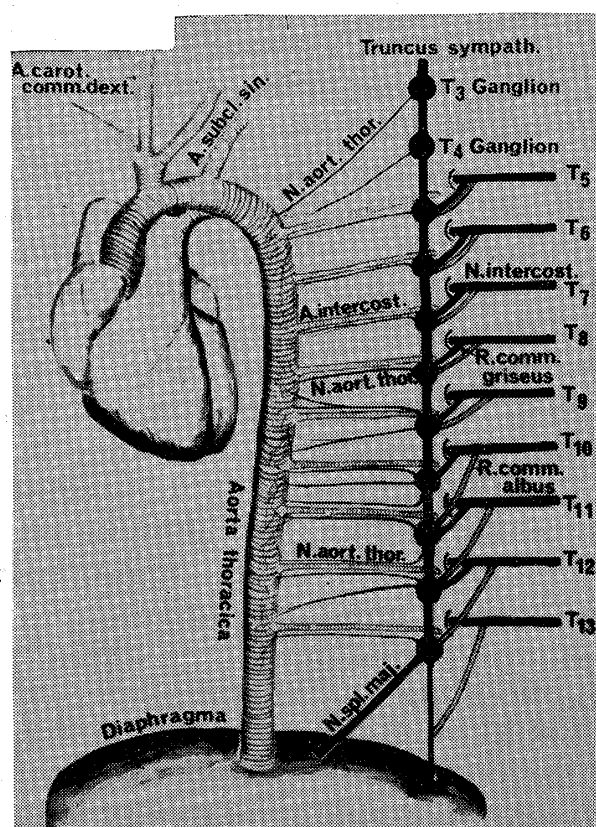


Fig. 1. Schematic drawing of the thoracic aortic nerves.

Table 1. Quadruple classification of the myelinated nerve fibers (Fukuyama).

	small-sized	medium-sized	large-sized	maximum-sized
Diameter (μ)	1—3	2—5	4—7	7—
Thickness of myelin sheath	thin	moderately thick	thick	very thick
Ranvier's internodal length (μ)	90—130	190—240	250—400	400—600
Density of myelin sheath stained with osmic acid	light	medium	deep	deep
Number of Schmidt-Lantermann's clefts in an internodal segment	Mostly absent, not more than 2	3—5	6—11	12—22

Table 2. Number of the thoracic aortic nerves and the myelinated nerve fibers arised from each thoracic sympathetic ganglion (Total of 61 dogs).

Sympathet. ganglia	T _{1,2}	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	Total
Number of Nn. aortici thoracici	33	11	54	68	75	80	99	109	100	75	20	10	734
Average	0~1	0~1	0~1	1~2	1~2	1~2	1~2	1~2	1~2	1~2	0~1	0~1	12
Number of myelinated fibers	1330	603	2038	2392	2295	2197	2544	2787	2976	2325	495	310	22141
Average	22	9	33	39	38	36	42	46	49	38	8	5	365

には後肋間動脈とは無関係に単独で走るものも認められた。また本神経は必ずしも神経節から分かれるとは限らず、節間板や交感神経幹側副枝から分枝する例もあり、まれには交通枝や大内臓神経から分枝することもある。神経節などから分かれた本神経はしばしば途中で分枝して相互に吻合し、まばらな神経叢を形成することもある。胸大動脈に達すると多くの細枝に分散してそれを網状に取り巻く。大部分の胸大動脈神経は肉眼的には心臓、肺およびそのほかの縦隔臓器には分布せず、胸大動脈だけに分布しているように見えるが、星状神経節から分枝する本神経はしばしば大動脈弓に分枝したり、遠く T₇, T₈ までも下行して胸大動脈に達することもある。次にイヌの胸椎は13個であるが C₈, T₁, T₂ の各神経節は融合して (T₃ も加わることがある) 星状神経節を形成し、また T₉-T₁₁ の各神経節もしばしば2個融合するため、胸部交感神経節の数は13個より少ない。

表2は肉眼解剖学的所見の総括で、各交感神経幹から起こる胸大動脈神経の数およびその中に含まれている有髄線維の量について、61例の合計と1個体平均とを示している。本神経は T₁-T₁₃ の交感神経節のいずれからも起こるが、表に示すように1個体に存在する胸大動脈神経の平均は12本で、その内訳は T₅-T₁₁ の神経節から起こるものが多く各神経節から平均1~2本、さらに T₈-T₁₀ からは最も多く4~5本起こることもある。他方それ以外の神経節から起こるものは少なく0~1本程度である。ともあれ胸大動脈神経は量的に個体差が大きく、またあまりに細いために実際には存在しているのに肉眼的に確認できない例もあると思う。

右側では胸大動脈が脊椎の左側にあるため胸大動脈へ達するまでの距離が長く、神経が非常に細いだけに肉眼的追求が左側より一層困難である。しかし胸大動脈神経の存在は確実で、ただ左側におけるより量的に少なく、また T₃ より上では本神経を確認することはできなかった。

た。

組織学的所見

胸大動脈神経は有髄線維と無髄線維から構成され、後者が過半数を占めているが前者もかなり多い。

各交感神経節から起こる胸大動脈神経に含まれる有髄線維の量 (61 個体の合計) は表2と図2に示すように T₈-T₁₀ で最も多く、T₁-T₃, T₁₂-T₁₃ ではかなり少なく、

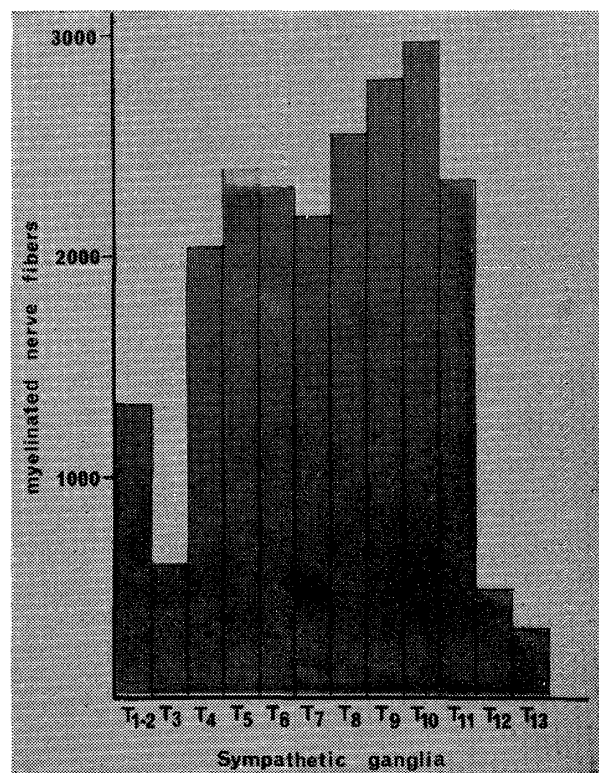


Fig. 2. Number of the myelinated nerve fibers in the thoracic aortic nerves arising from each sympathetic ganglion (61 cases).

Table 3. Average number of the myelinated nerve fibers in the thoracic aortic nerves.

	Sm	Md	Lg	Mx	Total
Total	14471	5129	1866	675	22141
Average %	239 (65.5)	84 (23.0)	31 (8.5)	11 (3.0)	365

したがってこの優劣関係は大体肉眼的観察における本神経の枝数に関する成績と一致する。

表 3 は胸大動脈神経に含まれる有髄線維について 61 例の合計と 1 個体の平均値とを示すものである。1 個体における有髄線維の平均は 365 本であるが、肉眼的観察の所で述べたと同様有髄線維量についてもかなりの個体差がある。有髄線維の内訳は小径線維が 65.5% で最も多く、これについて中径 23.0% が多く、両者の合計は 88.5% に達し、細い線維が有髄線維の大半を占めていることがわかる。しかし大径 8.5%, 最大径 3.0% で両者の合計は 11.5% に及び、太い有髄線維も決して無視することのできない量に含まれている。この事実は胸大動脈の知覚性を示唆するものとして注目すべき所見であろう。

次に図 3 は 1000 本の有髄線維を無作為に抽出して直径 1μ を級間単位とする各径線維の度数分布を示す。有髄線維の直径は 1μ と 14μ の間にあるが、 3μ の線維は 425 本と圧倒的に多くここに高いピークを形成し、左右に向かって急峻な曲線を描いて減少している。すなわち各径線維の分布曲線は単峯性である。しかも 2μ – 5μ の間に 894 本と有髄線維の大半が集中している。この成績からみても有髄線維を 4 極型に分類した時小径、中径線維が多いのは当然である。

変性実験

胸大動脈神経内に含まれる有髄線維の起源と経路を調べるために神経切断変性実験を行ない次の成績を得た。

1. 脊髄神経節切除

イヌ 24 例を用いて C_2 – L_4 までの脊髄神経節を順々に個別的に切除して、胸大動脈神経に生ずる変性線維を検索し、表 4 に示す成績を得た。それによると脊髄神経節に由来する後根系線維はおおむね T_1 – T_6 に起源するものが多い。中でも T_4 , T_5 起源が最も有力で特に T_4 は群を抜いて多かった。それでこれが偶然であるか否かを確かめるため、さらに 3 例を追加したところ若干の個体差はあるが、やはり変性線維は多数生じることがわかった。また T_2 – T_4 の脊髄神経節を同時切除した例でも多数の変性線維が生じた。この所見から後根系線維の起源は、 T_4 , T_5 が最も有力であることがわかる。また T_1 – T_6 の上下の神経節に由来する後根系線維も若干散在していた。これらのことから後根系線維の起源はおもに T_1 – T_6 (主力 T_4) の高さに集中しているが、決してそこだけに限局するのではなく、かなり広い範囲に散在していることを示すものである。

次にこれらの後根系線維を分類すると、小径が圧倒的に多く、75.7%, 中径 15.8% で合計すると細い線維は実に 91.5% に達し、太い線維は大径 5.0%, 最大径 3.5% で合わせてもわずか 8.5% に過ぎない。

ところで表 5 に示すように太い線で縁取った長方形内の数字は切除された脊髄神経節と同じ高さの胸大動脈神

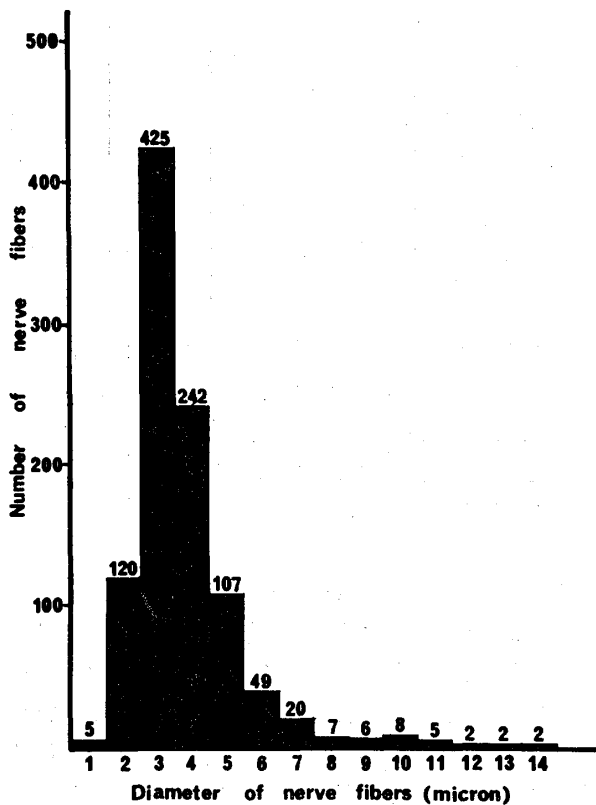


Fig. 3. Histogram of 1000 myelinated nerve fibers picked up at random in the thoracic aortic nerves.

Table 4. The dorsal root fibers degenerated after resection of the spinal ganglion in the myelinated nerve fibers contained in the thoracic aortic nerves.

Spinal ganglia resected	Myelinated fibers					Dorsal root fibers				
	Sm	Md	Lg	Mx	Total	Sm	Md	Lg	Mx	Total
C ₂	304	60	13	11	388	0	1	1	0	2
C ₃	130	71	28	8	237	0	0	0	0	0
C ₄₋₅	304	107	18	7	436	1	0	0	0	1
C ₇	45	19	5	3	72	0	0	0	0	0
C ₈	124	25	13	2	164	0	0	0	0	0
T ₁	52	18	7	2	79	0	0	0	0	0
T ₁	266	99	12	5	382	0	2	1	0	3
T ₂	63	27	6	1	97	4	0	0	0	4
T ₂	357	180	9	10	556	0	0	0	0	0
T ₃	299	173	32	2	506	10	10	1	0	21
T ₄	179	5	2	2	188	103	4	2	2	111
T ₄	155	39	12	17	223	64	12	1	5	82
T ₄	28	2	1	3	34	3	0	0	2	5
T ₄	312	126	47	17	502	20	7	7	1	35
T ₂₋₄	515	132	57	28	732	151	42	12	7	212
T ₅	44	12	2	0	58	4	0	0	0	4
T ₆	305	43	9	9	366	10	0	0	0	10
T ₇	28	18	17	4	67	0	0	0	0	0
T ₈	60	11	10	8	89	2	0	0	0	2
T ₁₁	53	12	3	0	68	0	0	0	0	0
T ₁₂	195	13	2	4	214	0	0	0	0	0
T ₁₃	166	27	7	7	207	2	0	0	0	2
L ₂	35	3	3	3	44	0	0	0	0	0
L ₄	24	10	11	4	49	0	0	0	0	0
Total (%)						374 (75.7)	78 (15.8)	25 (5.0)	17 (3.5)	494

経に生じた変性線維の本数である。その上下にある細い線の長方形内の数字は、切除された神経節より上位あるいは下位の本神経に生じた変性線維の本数を表わしている。C や T₁-T₂ では切除した脊髄神経節より下位の胸大動脈神経に変性線維が生じ、T₃-T₆ では上位、下位ともに相半ばし、T₈ 以下では上位に生じている。以上の事実から図4に示すように後根系線維は交通枝を経て交感神経節にはいると直ちに胸大動脈神経に進入する直達路のほかに、交感神経幹内を上行あるいは下行した後、上位あるいは下位の本神経に進入する迂回路を通る線維もかなり多いと推測され、これは注目すべき所見である。

2. 脊髄神経節中枢側での後根切断

イヌ14例を用いて T₁-T₁₃ までの後根を神経節の中枢側でしかもできるだけ脊髄硬膜の近くで個別的に切断し

た。その成績は表6のとおりで T₁, T₄, T₅, T₉, T₁₁ の後根切断例にのみ胸大動脈神経に合計12本の細い変性線維が散発的に生じたに過ぎず、この種の線維はある特定の髄節に集中しているのではなく、随所に偶発的に散在しているようである。

3. 脊髄前根切断

イヌ18例を用いて C₇-T₁₃ までの前根を順々に個別的に切断して表7に示すような成績を得た。T₃, T₄, T₇ の前根に由来する変性線維が多く、これらの前根系線維の主力起源髄節は後根系線維のものほど明確ではないが、大体 T₂-T₇ (主力 T₃) に存在する。しかしそれ以外の前根に由来する前根系線維も散在している。またこれらの前根系線維は小径が 89.9% と圧倒的に多く、中径がわずかに 10.1% で、太い線維は全く存在しなかった。さらに表8のように前根系線維も後根系線維と全く同様

Table 5. The ascending and descending course of the dorsal root fibers of the thoracic aortic nerves in the sympathetic trunk.

		Spinal ganglia resected														Total
		C ₂	C ₄₋₅	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₄	T ₄	T ₄	T ₂₋₄	T ₅	T ₆	T ₈	T ₁₃	
Degenerated nerve fibers in Nn. aortici thoracici from each sympathetic ganglion	T ₁					21					30					51
	T ₂															
	T ₃				4		103						2			109
	T ₄								3	5	89	4				101
	T ₅	1						82		8	28		2	2	2	125
	T ₆						8		2	7	34		3			54
	T ₇			1							4		3			8
	T ₈									11	8					19
	T ₉	1								2	16					19
	T ₁₀		1	2						2	3					8
	T ₁₁															
	T ₁₂															
	T ₁₃															
	Total	2	1	3	4	21	111	82	5	35	212	4	10	2	2	494

に直達路のほかに、交感神経幹内を上行あるいは下行して迂回路を通るもののがかなり多く存在すると推測される。

さて図5は各交感神経節から由来した後根系線維と前

根系線維の本数を示したものである。前者は T₁-T₆ に主力があり特に T₄ に高いピークを示し、一方後者は T₂-T₇ に主力を有し T₃ にピークを示している。したがって両系統の線維の主力範囲は類似している。

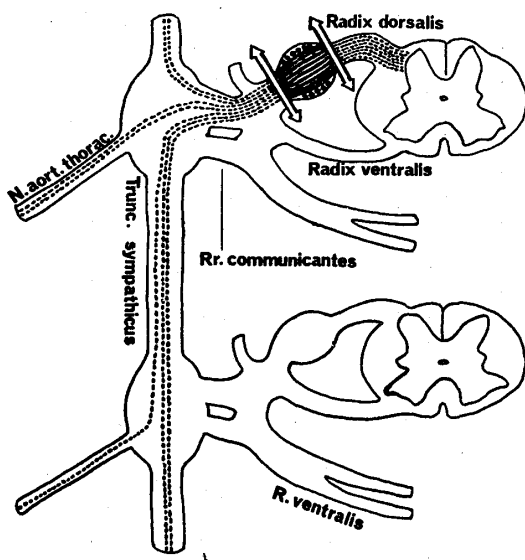


Fig. 4. Degenerated thoracic aortic nerve fibers in the sympathetic trunk after resection of the spinal ganglion.

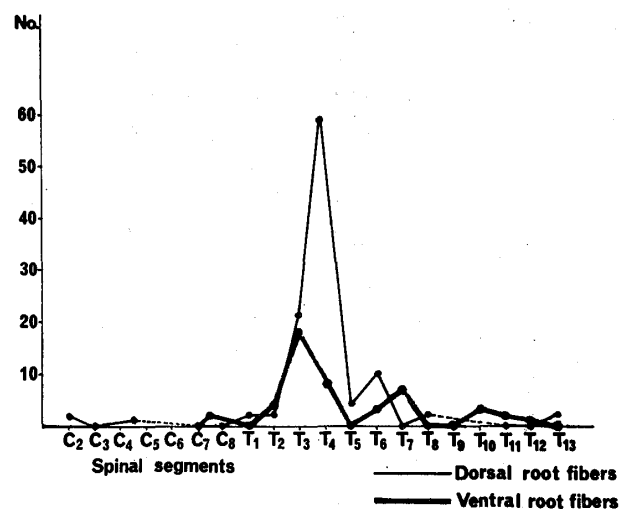


Fig. 5. Dorsal and ventral root fibers in the thoracic aortic nerves originated from spinal segments.

Table 6. The dorsal root fibers degenerated after cutting of the dorsal root proximal to the spinal ganglion in the myelinated nerve fibers contained in the thoracic aortic nerves.

Dorsal root cut	Myelinated fibers					Dorsal root fibers proximal to spinal ganglion				
	Sm	Md	Lg	Mx	Total	Sm	Md	Lg	Mx	Total
T ₁	360	39	17	7	423	3	0	0	0	3
T ₂	299	65	30	8	402	0	0	0	0	0
T ₃	307	54	20	10	391	0	0	0	0	0
T ₄	318	45	26	14	403	1	1	0	0	2
T ₅	420	148	92	55	715	5	0	0	0	5
T ₆	383	129	50	16	578	0	0	0	0	0
T ₇	372	118	46	17	553	0	0	0	0	0
T ₈	230	50	30	9	319	0	0	0	0	0
T ₉	415	111	88	12	616	0	0	0	0	0
T ₉	661	149	51	13	874	1	0	0	0	1
T ₁₀	417	95	44	25	581	0	0	0	0	0
T ₁₁	450	110	38	15	613	1	0	0	0	1
T ₁₂	193	86	27	7	313	0	0	0	0	0
T ₁₃	121	75	19	5	220	0	0	0	0	0
Total (%)						11 (91.7)	1 (8.3)	0 (0)	0 (0)	12

Table 7. The ventral root fibers degenerated after cutting of ventral root in the myelinated nerve fibers contained in the aortic nerves.

Ventral root cut	Myelinated fibers					Ventral root fibers				
	Sm	Md	Lg	Mx	Total	Sm	Md	Lg	Mx	Total
C ₇₋₈	350	233	58	15	656	2	0	0	0	2
T ₁	215	28	7	2	252	0	0	0	0	0
T ₂	104	17	10	5	136	7	1	0	0	8
T ₂	193	95	61	20	369	0	0	0	0	0
T ₃	411	139	41	7	598	6	0	0	0	6
T ₃	163	47	30	11	251	28	3	0	0	31
T ₄	208	74	5	0	287	8	0	0	0	8
T ₅	49	22	5	4	80	0	0	0	0	0
T ₆	156	109	44	14	323	3	0	0	0	3
T ₇	290	101	41	13	445	12	2	0	0	14
T ₇	343	155	53	32	583	1	0	0	0	1
T ₈	211	81	32	12	336	0	0	0	0	0
T ₉	420	137	82	36	675	0	0	0	0	0
T ₁₀	174	78	44	14	310	3	0	0	0	3
T ₁₁	169	72	60	17	318	1	1	0	0	2
T ₁₂	326	112	33	15	486	0	1	0	0	1
T ₁₃	190	129	65	12	396	0	0	0	0	0
T ₁₃	330	185	122	28	715	0	0	0	0	0
Total (%)						71 (89.9)	8 (10.1)	0 (0)	0 (0)	79

Table 8. The ascending and descending course of the ventral root fibers of the thoracic aortic nerves in the sympathetic trunk.

	Ventral root cut												Total
		C ₇₋₈	T ₂	T ₃	T ₃	T ₄	T ₆	T ₇	T ₇	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	
Degenerated nerve fibers in Nn. aortici thoracici from each sympathetic ganglion	T ₁												
	T ₂												
	T ₃			3									3
	T ₄			3	10		1						14
	T ₅	2	8			8					1		19
	T ₆												
	T ₇				10		2				1		13
	T ₈				11				1	3			15
	T ₉							14					14
	T ₁₀												
	T ₁₁												
	T ₁₂											1	1
	T ₁₃												
Total		2	8	6	31	8	3	14	1	3	2	1	79

4. 迷走神経切断

イヌ3例を用いて迷走神経を節状神経節の下側で切断し、胸大動脈神経を調べたが変性線維は全く出現せず、したがって迷走神経に由来する有髄線維は存在しない。

総括ならびに考案

胸部交感神経節などから細枝が分岐して胸大動脈や胸腔内臓に分布することは種々の成書に記載され、また、Mizeres³⁾ もイヌで詳細に報告しており、著者の所見もおおむねこれらと一致している。しかし Müller⁴⁾ らはこれらの細枝が互いに分枝吻合しながら胸腔の諸臓器に分布しているので、Rr. mediastinales と総称した方がよいと述べている。しかし著者の所見では胸大動脈に分布する神経は交感神経節などから起こって胸大動脈に至るまでの走向が明瞭で、ほかの胸腔内臓に至るものとは明らかに区別できるので、それを特に胸大動脈神経と命名した。

胸大動脈神経はおもに交感神経の節後線維に相当する無髄線維をもって構成されているが、そのほかに、平均365本(左側だけ)の有髄線維も含まれている。この有

髄線維の量をほかの内臓支配の神経と比べてみよう。福山の門下生が著者と同じイヌで扇形細裂標本法によって得た成績を総合すると表9, 10に示すように、多少の例外はあるが一般に中腔性の内臓は実質性の内臓より有髄線維の量が多い傾向が見られ、特に肺、心臓のように外的、内的の環境条件の変化に応じて絶えず調節反射を行っている器官への有髄線維の分布量は豊富である。もちろん有髄線維の量は器官の大きさに左右されることは当然であるが、胸大動脈は器官が小さい割合に有髄線維の分布量は多いように思える。

また胸大動脈神経には少ないとはいえ、胸大動脈における知覚の存在を示唆する大径、最大径の太い線維が、11.5%も含まれている。そこでこれらの太い線維の量をほかの器官を支配する神経と比較すると、表9, 10に示すように腹腔内臓を支配する神経の有髄線維では、太い線維が2.3~7.0%の割合に含まれているのに対し、胸腔内臓支配(肺、気管、心臓)の神経ではそれが31.3%~33.5%も含まれ、太い線維は後者の方が遙かに豊富である。すなわち太い有髄線維の分布量について一般に胸腔内臓は太い有髄線維が比較的多く、腹腔内臓に少ない、そして食道と胸大動脈はこの点に関して胸腔内臓と腹腔

Table 9. The myelinated nerve fibers innervating the abdominal and pelvic organs.

Organs	Authors	Sm	Md	Lg	Mx	Total
Stomach	Hara ¹⁶⁾	361 (82.7)	65 (14.9)	9 (2.1)	1 (0.2)	436
	Osaki ¹⁷⁾	453 (56.8)	325 (40.8)		19 (2.4)	797
Kidney L	Tokoyo ¹⁸⁾	129 (76.8)	34 (20.2)	3 (1.8)	2 (1.2)	168
〃 R	〃	97 (74.6)	29 (22.3)	3 (2.3)	1 (0.8)	130
Urinary bladder	Sato ¹⁹⁾	772 (80.2)	162 (16.8)	27 (2.8)	2 (0.2)	963
Uterus	Okuno ²⁰⁾	62 (71.3)	22 (25.3)	2 (2.3)	1 (1.1)	87
Vagina	Okuno ²⁰⁾	89 (80.9)	17 (15.5)	3 (2.7)	1 (0.9)	110
Ovary	Okuno ²⁰⁾	30 (66.7)	12 (26.7)	2 (4.4)	1 (2.2)	45
Liber	Honda ²¹⁾	187 (76.3)	50 (20.5)	6 (2.4)	2 (0.8)	245
Gall bladder	Inomata ²²⁾	65 (60.0)	38 (34.5)	6 (5.5)	1 (0.9)	110
Pancreas	Koseki ²³⁾	242 (82.9)	41 (14.0)	7 (2.4)	2 (0.7)	292
Spleen	Watanabe ²⁴⁾	76 (73.1)	25 (24.0)	2 (1.9)	1 (1.0)	104
Adrenal glands L	Masiko ²⁵⁾	689 (77.9)	146 (16.5)	36 (4.1)	13 (1.5)	884
〃 R	〃	658 (77.3)	144 (16.9)	36 (4.3)	13 (1.5)	851
Duodenum	Suzuki ²⁶⁾	80 (69.6)	27 (23.5)	6 (5.2)	2 (1.7)	115
Thoracic aorta	Amagai	239 (65.5)	84 (23.0)	31 (8.5)	11 (3.0)	365

Table 10. The myelinated nerve fibers innervating the cervical and thoracic organs.

Organs	Authors	Sm	Md	Lg	Mx	Total
Heart	Ito ⁸⁾	646 (21.4)	1425 (47.3)	621 (20.6)	322 (10.7)	3014
Trachea	Yanai ²⁷⁾	675 (33.5)	727 (36.1)	388 (19.2)	226 (11.2)	2016
Esophagus	Itabasi ²⁸⁾	173 (27.6)	373 (59.6)	64 (10.2)	16 (2.6)	626
Lung L	Shimada ²⁹⁾	755 (39.4)	554 (28.9)	327 (17.1)	279 (14.6)	1915
R	〃	977 (39.2)	680 (27.3)	460 (18.5)	374 (15.0)	2491
Thoracic aorta	Amagai	239 (65.5)	84 (23.0)	31 (8.5)	11 (3.0)	365

内臓の中間に位置しているようである。

それでは大径、最大径の太い有髄線維が果たして知覚性であるか、また小径、中径の細い有髄線維はどのような機能を有するののかについて考えてみよう。

表 11 に示すように橋本³⁾はイヌの筋皮神経で、本田⁶⁾はイヌの橈骨神経で、伊藤⁷⁾はイヌの肘関節の屈筋群と伸筋群を支配する神経でそれぞれに含まれる有髄線維を変性実験により分析した結果、前根系線維も後根系線維も圧倒的に太い線維が多く、細い線維は僅少であることを認めた。このことから脊髄神経では前根系体制運動神経、後根系体制知覚神経ともにほとんどが大径、最大径の太い有髄線維であることがわかる。ところが伊藤⁸⁾、Fukuyama⁹⁾が検索した心臓神経や腹腔、骨盤内臓支配の下内臓神経ではこの関係が逆で、前根系遠心性線維はほとんど細い線維で、太い線維は皆無に近く、後根系求

心性線維も細い線維が圧倒的に多いが、そのほかに太い線維も 10~14% に含まれているという。以上の報告は著者の胸大動脈神経の所見ともよく一致している。すなわち本神経に 11.5% の割合に含まれる太い有髄線維も後根系求心性線維と推定されるのであるが、事実これらの太い線維は表 4 に示すように脊髄神経節切除によってのみ変性することから後根系求心性線維であることは明白である。次に 88.5% の細い有髄線維は脊髄神経節切除、後根切断、前根切断でも変性するので、これらは後根系と前根系有髄線維の混合であると考えられる。

さて Bell-Magendie の法則に従えば胸大動脈神経に含まれる 494 本の後根系線維を知覚性とみなすことができる(表 4)。そのうち 8.5% の太い有髄線維が知覚性であることについては議論の余地はないが、91.5% の細い有髄線維の機能については、いささか検討を要する。

Table 11. The ventral and dorsal root fibers in the N. musculocutaneus, N. radialis, Nn. cardiaci and Nn. splanchnici inferiores.

Authors	Nerves	Nerve fibers	Myelinated nerve fibers	
			small (SM+Md)	large (Lg+Mx)
Hashimoto ¹⁷⁾	N. musculocutaneus	Ventral Root Fibers	1.6%	98.4%
		Dorsal Root Fibers	5.8%	94.2%
Honda ¹⁰⁾	N. radialis	Ventral Root Fibers	8.5%	91.5%
		Dorsal Root Fibers	29.1%	70.9%
K. Itoh	N. musculocutaneus	Ventral Root Fibers	1.7%	98.3%
		Dorsal Root Fibers	7.7%	92.3%
	N. radialis	Ventral Root Fibers	1.5%	98.5%
		Dorsal Root Fibers	6.3%	93.7%
T. Itoh ⁸⁾	Nn. cardiaci	Ventral Root Fibers	100%	0%
		Dorsal Root Fibers	85.9%	14.1%
Fukuyama ⁹⁾	Nn. splanchn. inferior.	Ventral Root Fibers	99.7%	0.3%
		Dorsal Root Fibers	90.0%	10.0%

Stricker¹⁰⁾ がイヌの後根に遠心性の血管拡張神経が存在することを主張して以来、後根の遠心性線維が論議的となり、特に呉・沖中¹¹⁾ はその存在を主張しいわゆる脊髄副交感神経説を提唱した。これを否定する研究者も多く、特に仲西¹²⁾ は福山の方法を用いて精密な変性実験を行ない、呉・沖中が後根にあるという 3μ 以下の遠心性線維は再生線維であることを実証し、脊髄副交感神経説を否定した。著者は精密、合理的な研究方法によって得られた仲西の見解に賛意を表するもので、後根系の細い有髄線維はやはり知覚性であると考ええる。

また脊髄神経節の中枢側で後根を切断して散発的に生じた 12 本の細い後根系線維は仲西¹²⁾ らのいうように、脊髄神経節より中枢側に遊離して存在する知覚神経細胞の突起で、やはり知覚性であると考えられる。

次に胸大動脈神経に含まれる 79 本の細い前根系線維はまず交感神経性節前線維と考えるのが常識であろう。しかし Sherrington¹³⁾ らのように前根に求心性線維の存在を主張するものがあるが、これを否定する研究者も多い。特に仲西¹²⁾ は福山の方法を用いて詳細に検索した結果、前根性求心性線維の存在を否定する成績を得た。やはり胸大動脈神経に含まれる細い前根系線維は交感神経性節前線維と考えるのが常識的である。

著者はまた迷走神経切断実験によって胸大動脈神経に変性が生じないことを確認したので、本神経に含まれて

いる有髄線維は後根系と前根系線維の 2 種類のみであるといえる。そして前者は知覚線維で、後者は交感神経性節前線維と考えられ、前者は後者のおよそ 3 倍の量である。以上の観点から胸大動脈における知覚の存在は十分考慮に入れられねばならない。

なお上述したような胸大動脈支配の後根系線維の脊髄中枢はおもに T_1 - T_6 の間 (主力 T_4) にあるが、その上下にもいくらか散在している。早川¹⁴⁾ はウサギの胸大動脈を電気刺激して侵害反射を生じさせ、それは T_2 - T_6 の後根系求心性線維に由来していると述べ、著者とほぼ一致している。また伊藤⁹⁾ は心臓に分布する後根系線維はおもに T_1 - T_4 に由来する (主力 T_2) と報告しているので胸大動脈の脊髄知覚中枢は心臓のそれよりいくらか広いようである。また胸大動脈支配の前根系線維の脊髄中枢もおもに T_2 - T_7 (主力 T_3) にあるので、後根系線維の起源範囲とほとんど一致している。

さらに注目すべきことは図 4 に示すように交通枝を経て交感神経節にはいった後根系線維は直ちにその高さの胸大動脈に進入するとは限らず、交感神経幹内を上行あるいは下行した後、それより上位あるいは下位の本神経に進入する所見が得られた (表 5)。このことに関しすでに福山¹⁵⁾ は交通枝を経由して交感神経幹にはいった後根系線維は直ちにその高さから分れる枝にはいって内臓に向かうものは少なく、多くは交感神経幹の中を上行ある

Fig. 6. Normal myelinated nerve fibers in the thoracic aortic nerves (fan-wise split preparation). 400×

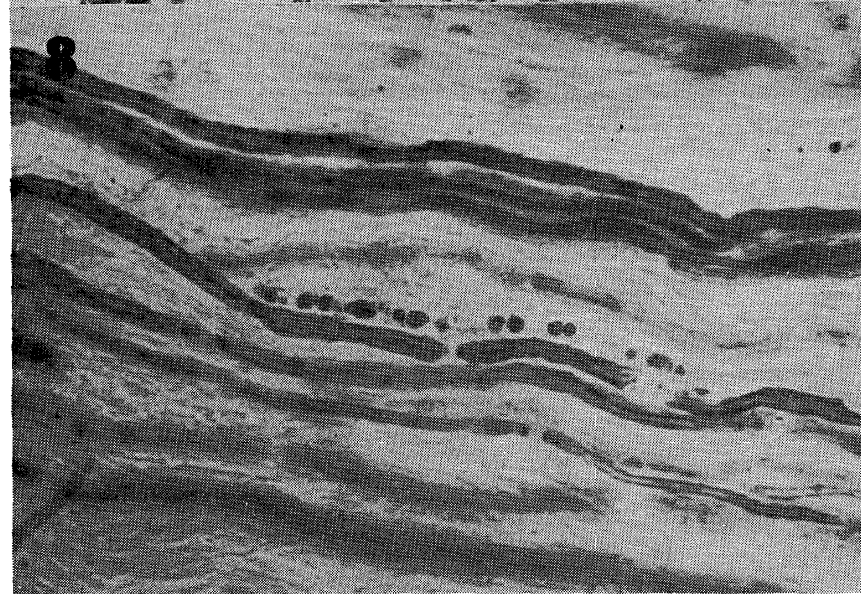
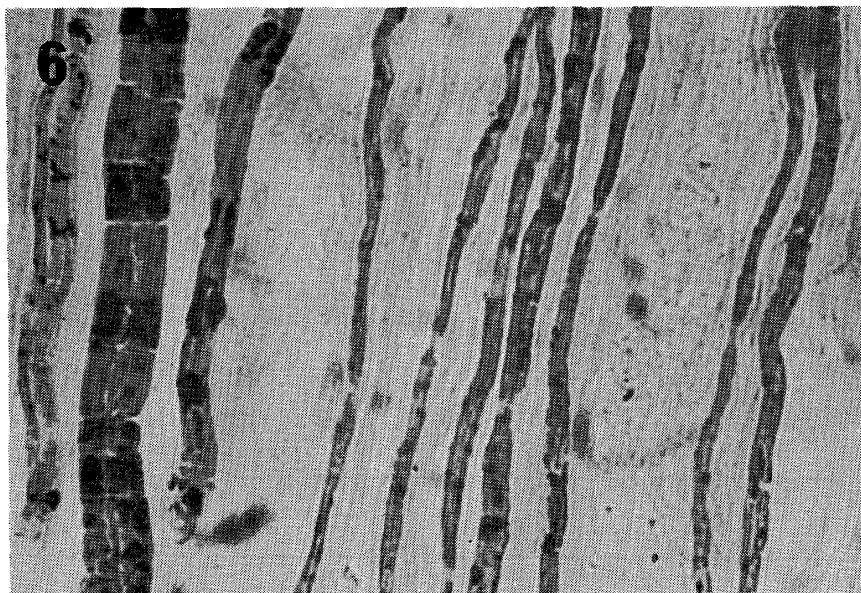


Fig. 8. Degenerated nerve fibers in the thoracic aortic nerves after cutting of the dorsal root proximal to the spinal ganglion. 400×

Fig. 7. Degenerated nerve fibers in the thoracic aortic nerves after resection of the spinal ganglion. ×400

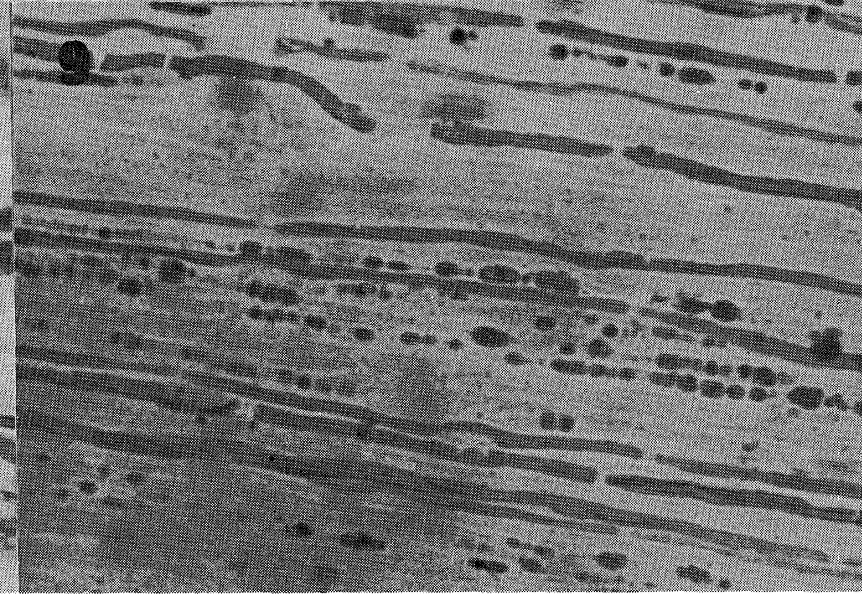
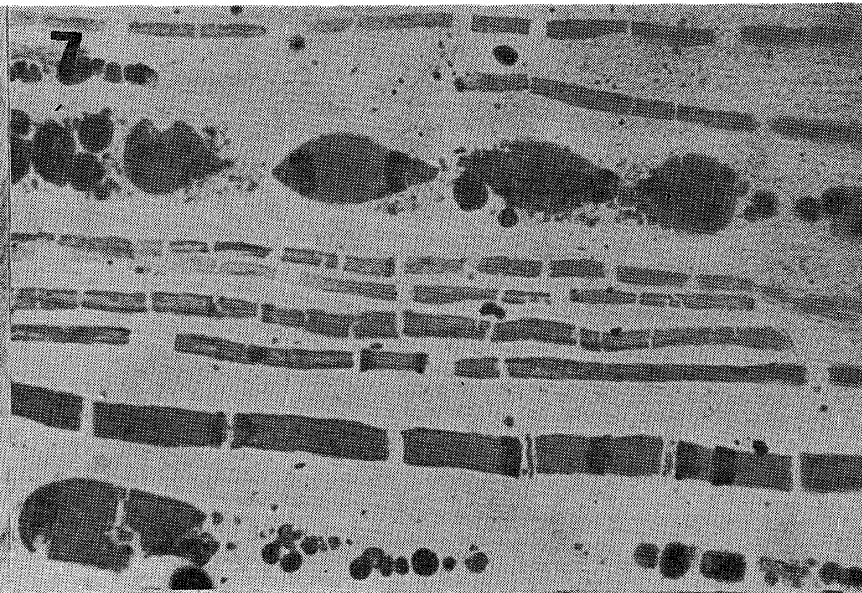


Fig. 9. Degenerated nerve fibers in the thoracic aortic nerves after cutting of the ventral root. 400×

いは下行した後、内臓枝にはいることを指摘しており、これは著者の所見を裏付けている。すなわち後根系線維は胸大動脈に達するのに直達路のほかに多数の迂回路を通ること、ひいては主路のほかに副路が存在することを示すものとして重要である。前根系線維の場合も表8に示すように後根系線維と全く同様に直達路と迂回路が存在する。

稿を終るに臨み、終始ご懇篤なご指導ご校閲を賜った福山教授に深く謝意を表わすとともに第一解剖学教室員各位のご協力に感謝いたします。また本研究の機会を与えて下さった前第二内科学教室斎藤十六教授に感謝いたします。(審査学位論文)

Summary

The innervation of the thoracic aorta was studied in normal and denervated adult 71 dogs.

1. The thoracic aortic nerves arise from the thoracic sympathetic ganglia and distribute to the thoracic aorta accompanying with the posterior intercostal arteries.

2. Analysis by fan-wise split preparations (Fukuyama) reveals that the most nerve fibers are unmyelinated. Myelinated fibers are only 365 in toto on the left thoracic aortic nerves in average. The size constitution of myelinated fibers is as follows: small-sized fibers 65.5%, medium-sized 23.0%, large-sized 8.5% and maximum-sized 3.0% in average.

3. The courses of distribution of the myelinated fibers were investigated by denervation experiments. The dorsal root (sensory) fibers are mainly derived from T₁-T₆ spinal ganglia and the ventral root (sympathetic preganglionic) fibers mainly from T₂-T₇ ventral roots. They reach the sympathetic trunk ganglia through the communicating rami. Most fibers from both sources either ascend or descend in the sympathetic trunk. A few myelinated nerve fibers derived from the cells located proximally to the spinal ganglia are found. No vagus fiber is detected.

文 献

A. 本文中に引用したもの

- 1) Gegenbauer, C.: Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 2. Aufl., Leipzig, W. Engelmann, 922-922, 1885.
- 2) Rauber-Kopsch: Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen. Bd. II, 19. Aufl., Georg Thiemes Verlag, Stuttgart, 554-556, 1955.
- 3) Mizeres, N. J.: The anatomy of the autonomic nervous system in the dog., Amer. J. Anat., 96, 285-318, 1955.
- 4) Müller, L. R.: Lebensnerven und Lebenstrieb. 3. Aufl., Berlin, Julius Springer, 14-19, 1931.
- 5) 橋本純男: 犬の筋皮神経に関する解剖学的、組織学的並びに実験的研究, 福島医誌, 10, 793-813, 1960.
- 6) 本田 豪: 橈骨神経に関する組織学的ならびに実験的研究, 福島医誌, 11, 385-412, 1961.
- 7) 伊藤金得: 肘関節の屈筋群と伸筋群を支配する神経の実験組織学的研究, 千葉医会誌, 44, 294-306, 1968.
- 8) 伊藤 司: 心臓支配神経の解剖学的、組織学的並びに実験的研究, 福島医誌, 10, 411-432, 1960.
- 9) Fukuyama, U.: On the constituents of the hypogastric nerve., Fukushima J. Med. Sci., 1, 117-136, 1955.
- 10) Stricker, S.: 仲西¹⁸⁾ より引用
- 11) 呉 建・沖中重雄: 自律神経系(総論), 金原出版, 東京, 1955.
- 12) 仲西忠之: イヌの脊髄神経根およびその分枝に関する研究, 千葉医会誌, 40, 195-225, 1964.
- 13) Sherrington, C. S.: On the anatomical constitution of nerves of the skeletal muscles; with remarks on recurrent fibers in the ventral spinal nerve roots., J. Physiol., 17, 211-258, 1894.
- 14) 早川順三: 家兎の胸部大動脈の求心性自律神経線維所属脊髄断区に就て, 国民医学, 15, 55-57, 1938.
- 15) 福山右門: 自律神経のなかの知覚性神経線維, Tokyo Tanabe Quarterly, 6, 2-17, 1968.
- B. 表9, 10, 11中に引用したもの(本文中のものとの重複ははぶく)
- 16) 原 正美: 胃知覚に関する実験組織学的研究, 福島医誌, 7, 531-551; 1957.
- 17) 大崎丈夫: 胃の有髄線維について, 第一報, 迷走神

- 経胃枝に含まれる有髄神経線維について, 福島医誌 4, 145-158, 1954.
- 18) 常世克己: 腎臓知覚に関する臨床的並びに実験組織学的研究, 福島医誌, 9, 129-146, 1959.
- 19) 佐藤萩恵: 骨般神経の実験的研究, 福島医誌, 5, 91-100, 1955.
- 20) 奥野 保, 船田 章, 渡辺茂正: 雌性内生殖器の神経支配に関する臨床及び組織学的研究, 福島医誌, 8, 1-17, 1958.
- 21) 本田 衷: 肝臓の神経支配に関する実験組織学的研究, 福島医誌, 10, 181-201, 1960.
- 22) 猪股三郎: 胆嚢知覚に関する臨床的並びに実験組織学的研究, 福島医誌, 7, 69-87, 1957.
- 23) 小関誠之助: 脾臓の神経支配に関する実験組織学的研究, 福島医誌, 8, 289-312, 1958.
- 24) 渡部茂正: 脾支配神経の実験組織学的研究, 福島医誌, 9, 669-685, 1959.
- 25) 増子哲雄: 副腎の神経支配に関する実験組織学的研究, 福島医誌, 9, 621-637, 1959.
- 26) 鈴木 稔: 小腸知覚に関する臨床的並びに組織学的研究, 福島医誌, 8, 535-562, 1958.
- 27) 矢内昭一郎: 気管, 気管支および肺に分布する有髄神経線維について, 福島医誌, 11, 331-342, 1961.
- 28) 板橋 広: 喉頭, 気管および食道に分布する有髄神経線維に関する研究, 福島医誌, 11, 661-684, 1961.
- 29) 嶋田晃一郎: 肺支配神経に関する実験組織学的研究 千葉医会誌, 44, 7-25, 1968.
-