



Title	Untersuchung über die Zahlenschwankung der markhaltigen Nervenfasern im Gebiet der spinalen Nervenwurzeln bei der Kröte
Author(s)	Isii, Senzabu
Citation	Acta Medica Nagasakiensia. 1941, 2, p.71-81
Issue Date	1941
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10069/17391">http://hdl.handle.net/10069/17391</a>
Right	

This document is downloaded at: 2020-10-26T19:10:49Z

# Untersuchung über die Zahlenschwankung der markhaltigen Nervenfasern im Gebiet der spinalen Nervenwurzeln bei der Kröte

Von

**Senzabu ISII** (石井宣三)

Mit 9 Textabbildungen

Aus dem II. Anatomischen Institut der Medizinischen  
Fakultät zu Nagasaki

(Direktor: Prof. Dr. J. Takagi)

(Eingegangen am 25. März 1940)

In bezug auf die merkwürdige Zahlenschwankung der markhaltigen Wurzelfasern im Gebiet von der spinalen Wurzel zum Nervenstamm merkte Komatsu, soweit mir bekannt als Erster, daß hier nicht nur der bisher angenommene sog. Distalexzeß auftritt, sondern auch noch ein eigentümlicher Zahlenabfall existiert, wodurch sich bei der Variationskurve der Wurzelfasern ein kleines Tal inmitten des Nervenstammes bildet. Das Untersuchungsmaterial bei den genannten Autoren war immer die Katze, welche offenbar in der Tierreihe ziemlich hoch steht, und die spinalen Wurzeln bestehen aus einer kolossalen Menge von Fasern. So konnte Oshima trotz seiner mühsamsten Arbeiten gegenüber den Befunden von Komatsu kaum einen weiteren Fortschritt erzielen. Die Ursache der plötzlichen Faserabnahme, welche die Faserzunahme nach der Peripherie hin einmal unterbricht, wurde von Oshima eingehender verfolgt, ohne ihm aber einen befriedigenden Erfolg zu erbringen.

Die vorliegende Untersuchung wird hier in derselben Weise wie die von Oshima angestellt, um die Sache unter einfachem Licht, nämlich bei den niederen Tieren, zu betrachten. Die Anzahl der Fasern ist bei der Kröte natürlich nicht so groß wie bei der Katze, entsprechend ihrem einfacheren Körperaufbau.

## Werkstoff und Untersuchungsweise

Die Untersuchung wurde bei einer japanischen Kröte, *Bufo vulgaris japonicus*, von ca. 300 g Gewicht vorgenommen. Bei diesem Tier zählt man nach der Art von Ecker und Gaupp die spinalen Nervenpaare vom N. II bis zum N. XII im ganzen 11. Unter denen beteiligten sich zur Bildung der oberen Extremitätennerven N. III, einigermaßen auch N. II und IV, und zu der der hinteren N. X und XI, einigermaßen auch N. IX. Bei dieser Untersuchung habe ich als Exemplar der Extremitätengebiete den N. III und den N. X und als Exemplar der Rumpfnerven den N. VII genommen. Die

Messung des Faserkalibers wurde an der vergrößerten Zeichnung auf dem Papier mit Abbeschem Zeichenapparat mit dem Zirkel vorgenommen. Die Kaliber unten in der Tabelle stellen die durchschnittlichen Werte des längsten und des kürzesten Faserdurchmessers dar. Die mikrometrischen Untersuchungen habe ich an den Wurzeln an zwei bis vier Stellen, und nachdem die beiden Wurzeln zusammengefloßen sind, an drei bis vier Stellen mit gewissen Abständen ausgeführt.

Die Markscheiden wurden nach der Originalmethode von Weigert bei den  $10 \mu$  dicken Celloidin-Schnitten dargestellt.

Tabelle I. Zahl und Kaliber der markhaltigen Nervenfasern in den verschiedenen Abschnitten des N. III

Schn.-Nr.	3		359		632	784	1018
	VW	HW	VW	HW			
0-1	0	0	0	0	0	0	0
1-2	5	14	8	27	49	45	66
2-3	17	70	19	115	232	191	282
3-4	46	123	28	154	442	268	380
4-5	85	145	56	116	527	378	420
5-6	101	116	76	137	663	413	414
6-7	190	141	178	242	601	346	342
7-8	210	253	177	351	519	328	326
8-9	175	362	168	367	546	384	351
9-10	268	402	182	364	633	533	502
10-11	279	331	234	299	692	644	610
11-12	179	190	254	171	600	623	612
12-13	77	105	214	66	423	501	538
13-14	24	57	91	30	266	438	423
14-15	9	21	38	8	120	205	234
15-16	4	15	6	3	35	65	87
16-17	1	5	2	0	11	24	24
17-18	0	1	0	0	3	5	4
18-19	0	0	0	0	0	1	1
	1670	2305	1731	2440	5941	5393	5629
	4020		4171				

## Eigene Befunde

An dem Querschnitt sieht man die quergetroffenen Nervenfaserbündelchen je durch umhüllende perineurale Bindegewebe zerteilt, und um die Bündeloberfläche manchmal einige Fasern ringförmig verlaufen, welche von der unteren Zahlentabelle ausgeschaltet sind. Solche zirkuläre Faserbündelchen sieht man am häufigsten an der Vereinigungsstelle der beiden Wurzeln, fast nie aber an der Stelle, wo die Faseranzahl nach der Vereinigung der Wurzeln sich zum kleinsten Wert vermindert.

Die Messung wurde nur an den quergetroffenen Fasern und zwar an den vergrößerten Abbildungen mit Abbeschem Zeichenapparat vorgenommen. Die Zahl und das Kaliber der quergetroffenen markhaltigen Fasern sind sämtlich in der unteren Tabelle aufgestellt.

Tabelle II. Zahl und Kaliber der markhaltigen Nervenfasern in den verschiedenen Abschnitten des N. VII

Schn.-Nr.	26		506		1570		2109		2184	2198	2212	2306
	Zahl		VW	HW	VW	HW	VW	HW				
Kal. $\mu$	VW	HW	VW	HW	VW	HW	VW	HW				
0-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2	0	3	3	5	1	12	3	13	8	17	15	38
2-3	14	24	7	18	3	35	23	35	52	66	59	98
3-4	14	28	16	30	12	43	13	35	70	75	75	112
4-5	11	22	12	30	13	23	15	20	47	67	73	102
5-6	24	35	14	29	12	44	16	24	75	72	66	112
6-7	21	44	19	47	20	44	14	35	76	53	69	111
7-8	17	40	17	42	16	27	25	53	69	72	59	59
8-9	14	16	16	15	14	14	10	30	63	81	51	60
9-10	25	10	15	10	13	7	10	7	54	71	69	67
10-11	23	8	27	6	34	2	20	7	45	53	44	50
11-12	10	2	21	3	16	2	21	2	26	34	35	31
12-13	4	0	5	0	10	0	14	0	14	26	14	17
13-14	1	0	4	0	9	0	16	0	5	13	4	17
14-15	1	0	0	0	4	0	4	0	0	3	3	3
15-16	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	179	232	176	235	177	253	206	261	604	707	636	877
		411		411		430		467				

Tabelle III. Zahl und Kaliber der markhaltigen Nervenfasern  
in den verschiedenen Abschnitten des N. X

Schn.-Nr.	209		2618		3117	3162	3255
Zahl	VW	HW	VW	HW			
Kal. $\mu$							
0-1	0	0	0	0	0	0	0
1-2	2	13	3	31	11	12	14
2-3	8	15	16	34	61	71	93
3-4	7	84	16	115	136	136	148
4-5	32	111	27	139	213	196	231
5-6	64	120	55	122	250	248	221
6-7	93	167	77	154	230	252	225
7-8	104	284	92	228	250	239	202
8-9	87	354	86	304	295	302	244
9-10	137	275	118	286	418	413	352
10-11	174	247	160	252	418	364	446
11-12	140	212	146	229	234	221	299
12-13	48	155	95	164	121	64	166
13-14	10	50	24	97	39	22	46
14-15	0	11	9	25	13	8	7
15-16	0	0	4	9	2	1	4
16-17	0	0	0	4	1	1	1
17-18	0	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0	0
	906	1185	928	1234	2692	2540	2699
	2091		2162				

### Zusammenfassung der Befunde

#### 1. Schwankung der Kaliberverhältnisse im Verlauf der Wurzeln bzw. des Stammes

##### N. III

Betrachtet man die Verteilungskurve der verschiedenen Kaliber, so bilden sie im Wurzelteil sowohl bei der vorderen, als auch bei der hinteren Wurzel eine unregelmäßig höckerige Form. Im großen und ganzen kann man aber an ihnen zwei Gipfel erkennen, nämlich bei der vorderen an 7-8  $\mu$  und an 10-11  $\mu$ , bei der hinteren an 4-5  $\mu$  und an 9-10  $\mu$ . Unterdessen ist der linke

Gipfel immer niedriger als der rechte, und zwar ist dieser Unterschied bei der hinteren stärker aufgewiesen.

Die Kaliberveränderung im Verlauf zu Peripherie hin verhält sich bei den vorderen und hinteren Wurzeln ganz verschieden, nämlich bei der vorderen Wurzel je distaler desto mehr zum größeren Kaliber und bei der hinteren zum kleineren neigend (Abb. 1).

Im Stammteil, nach der Vereinigung der beiden Wurzeln, weist der Nerv auch eine höckerige Kurvenform auf, doch zeigt er immer noch die zwei Gipfel, deren Höhe einander fast gleich ist und die an  $5-6\ \mu$  sowie an  $10-11\ \mu$  stehen. Das Häufigkeitspolygon verschiebt sich im distaleren Teil bis zur Stelle, wo die Faserzahl am kleinsten ist, nach der größeren Seite, und gleichzeitig mit der nochmaligen Vermehrung der Faseranzahl mehr nach der kleineren Seite hin (Abb. 2).

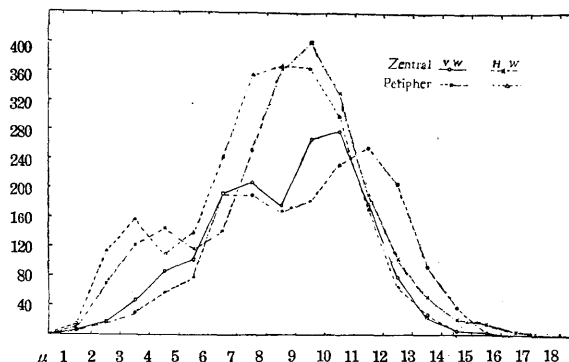


Abb. 1. Kaliber- und Zahlenschwankung der Nervenfasern im 0.35 mm Verlauf der vorderen und hinteren Wurzel des N. III.

#### N. VII

Hier ist die Kurve noch höckeriger geformt als die der vorigen. In der vorderen Wurzel sieht man im ganzen drei Gipfel, nämlich an  $2-3\ \mu$ ,  $5-6\ \mu$  und an  $9-10\ \mu$  Faserkaliber, das ganze Polygon verschiebt sich im distaleren Teil mehr nach der größeren Seite hin.

In der hinteren Wurzel findet man ungefähr zwei Gipfel, an  $3-4\ \mu$  und übrigens noch eine Andeutung von einer Erhöhung an  $10-11\ \mu$ , distalwärts steigen die Gipfel in die Höhe und das ganze Polygon verbreitert sich nach den beiden Seiten. Noch unregelmäßiger und höckeriger kommt die Verteilungskurve von dem Stammteil zustande, wo man 3 oder 4 Gipfel erkennen kann, an  $3-4\ \mu$ ,  $5-6\ \mu$  oder  $6-7\ \mu$ ,  $9-10\ \mu$  und noch eine kleine Andeutung an  $13-14\ \mu$  Kaliber (Abb. 3 und 4).

Im ganzen betrachtet, erweist sich die Tatsache der Verschiebung des Polygons im Verlauf des Nervenstamms, so daß die Fasern gleichzeitig mit deren Verminderung nach der Seite der kleineren Kaliber hin neigen.

#### N. X

Die Kurvenform von den beiden Wurzeln ist voneinander nicht sehr verschieden, sie zeigen die typische Zweigipfelform mit dem niedrigen linken und höheren rechten Gipfel. Die Gipfellage ist aber nicht gleich; bei der vorderen Wurzel an  $7-8\ \mu$  und an  $10-11\ \mu$ , bei der hinteren an  $3-4\ \mu$  und an  $7-8\ \mu$ . Was die Gestaltänderung des Polygons nach der Peripherie hin

anbelangt, so tritt sie in der vorderen Wurzel als Verschiebung nach der größeren Kaliberseite und in der hinteren als eine Verbreiterung nach den beiden Seiten auf. Dabei steigt die Gipfelhöhe bei den beiden Wurzeln mehr abwärts (Abb. 5).

Die Kurvenform in dem Nervenstamm ist etwas unregelmäßiger geworden, verliert jedoch noch nicht die Zweigipfelform, die Höhepunkte stehen an  $5-6\mu$  und an  $9-10\mu$  bis  $10-11\mu$ . Was die Formenschwankung des Polygons betrifft, kann man die Verhältnisse einfach so zusammenfassend ausdrücken, daß mit der Zahlzunahme die Breite des Polygons sich vergrößert und mit der Zahlenabnahme sie sich verschmälert (Abb. 6).

R. *communicans* stellt eine Verteilungskurve mit ganz gleichmäßiger Höhe dar, zwar unregelmäßige Ab- und Zunahme aufweisend. Anders gesagt, enthält er Fasern von allen verschiedenen Kalibern von  $1\mu$  bis  $13\mu$  in gleichmäßiger Verteilung.

Im großen und ganzen scheint mir die Sache so aufzufassen zu sein, daß im Verlauf des Nerven die Faservermehrung im allgemeinen Kaliberabnahme, die Faserverminderung hingegen Kaliberzunahme verursachen dürfte.

So möchte ich hier noch eine wichtige Eigenschaft der Nervenfasern

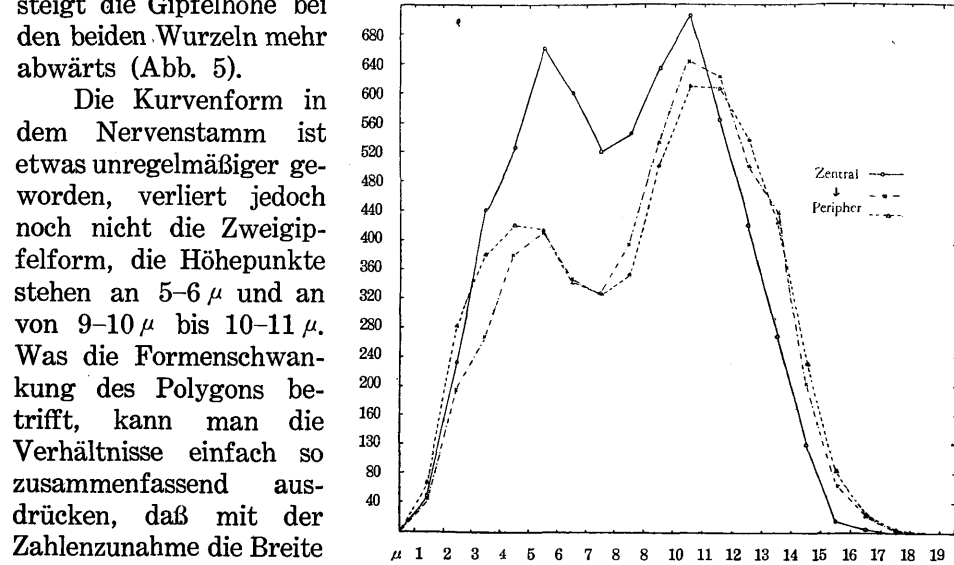


Abb. 2. Kaliber- und Zahlenschwankung der Nervenfasern im 0.39 mm Verlauf des Nervenstammes des N. III.

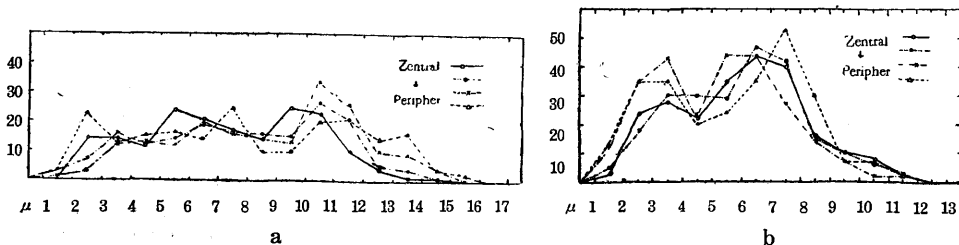


Abb. 3. Kaliber- und Zahlenschwankung der Nervenfasern im 2 mm Verlauf der vorderen (a) und hinteren (b) Wurzel des N. VII.

mutmaßen, nämlich daß sie in ihrem Verlauf peripherwärts nicht nur sich vermehren, sondern auch mitunter mit den Nachbarfasern zusammenfließen können. Die Wurzelfasern weisen einmal, nachdem die vordere und hintere Wurzel zusammengeflossen sind, eine starke Faserabnahme auf, und vor der Aufteilung des Nervenstamms in den vorderen und hinteren Ast, als deren Vorzeichen, können die Fasern auch eine Aufteilung erleben. Diese Vermutung widerspricht aber der grundlegenden Anschauung von Prof. Takagi, daß die einzelne Nervenfasern eine funktionelle Einheit darstellte, welche sich mit keiner anderen vermischen darf.

## 2. Die Zahlenschwankung der Nervenfasern bei den einzelnen Kalibergruppen betrachtet

### N. III

Die gesamte Zahl der Fasern steigt in Zahl von der Wurzel bis zum Nervenstamm stetig auf. Inzwischen ist, wie man an den Kurven sieht, der distalwärtige Aufstieg bei den Fasern von  $3-6\mu$  am stärksten, wobei gleichzeitig der distalwärtige Abstieg im Anfangsteil des Stammes sehr auffallend ist. Bei den Fasern von  $3-10\mu$  ist der Abstieg in der Wurzelgegend ziemlich bedeutend, bei den Fasern von unter  $3\mu$  und von über  $11\mu$

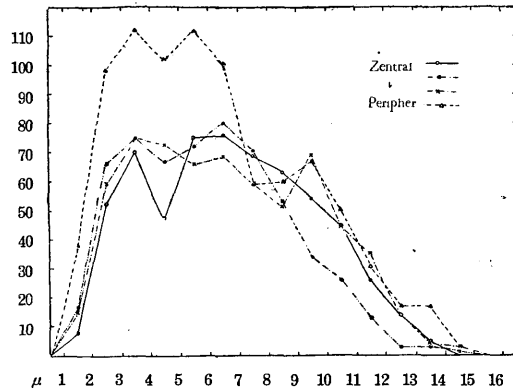


Abb. 4. Kaliber- und Zahlenschwankung der Nervenfasern im 0.13 mm Verlauf des Nervenstammes des N. VII.

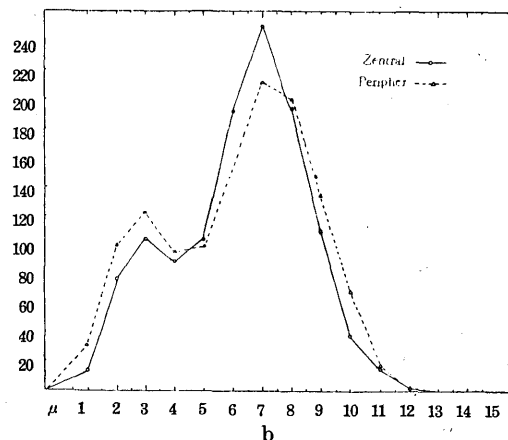
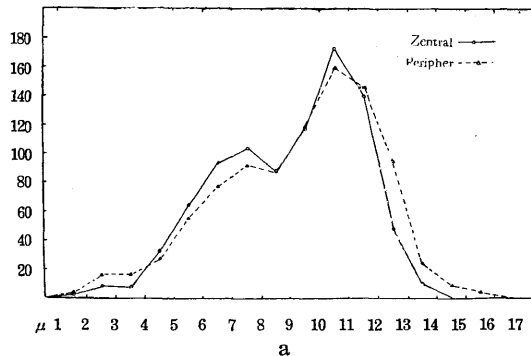


Abb. 5. Kaliber- und Zahlenschwankung der Nervenfasern im 2.4 mm Verlauf der vorderen (a) und hinteren (b) Wurzel des N. X.



ist er nicht so deutlich, über  $12\ \mu$  Kaliberfasern nehmen hier nicht mehr ab. Hingegen weisen die letzteren eine Zunahme auf. In den Wurzeln — bis zum Ganglion — nehmen die Fasern von  $3-4\ \mu$  und  $9-11\ \mu$  ab, die sämtlichen nehmen hier zu (Abb. 7).

Die sämtlichen Fasern weisen in dem Wurzelteil eine stetige Zunahme gegen Ganglion spinale auf. Gleich nach dem Zusammenfließen der beiden Wurzeln erreicht die Faserzahl den größten Wert; kurz nachdem erfährt sie einen Sturz, und dann kommt wieder eine stetige distalwärtige Zunahme zustande.

#### N. X

In der Wurzelgegend — vor dem Spinalganglion — steigen die meisten Fasern an Zahl mit Ausnahme von den Fasern mit  $5-8\ \mu$  Kaliber (Abb. 9).

Eine Zunahme der Fasern distal vom Ganglion — sog. Distalexzeß weisen die Fasern von  $4-7\ \mu$  und über  $9\ \mu$  auf, unter denen bei der von  $4-6\ \mu$  und Distalexzeß besonders bedeutend ist. Eine Ausnahme stellen hier die Fasern von  $7-8\ \mu$  dar.

Der sog. Distalexzeß wird also größtenteils durch die Vermehrung der Fasern von  $9-11\ \mu$  zustande gebracht.

Eine plötzliche Zahlenabnahme im Anfangsteil des Nervenstammes wird an den Fasern von  $4-5\ \mu$ ,  $7-8\ \mu$  und  $10-14\ \mu$  beobachtet.

#### N. VII

In der Wurzelgegend bis zum Ganglion vermehren sich die meisten Fasern distalwärts, ausnahmsweise nehmen hier die Fasern von  $9-11\ \mu$  und von  $6-7\ \mu$  ab (Abb. 8).

Merkwürdig ist daß

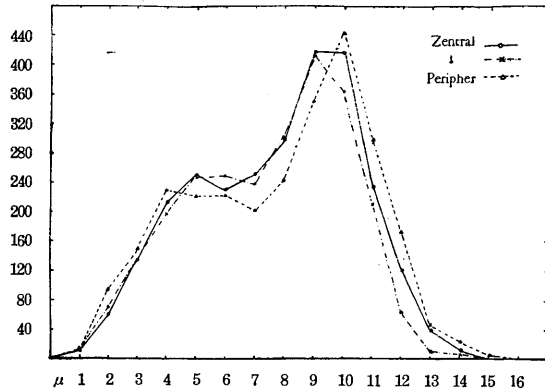


Abb. 6. Kaliber- und Zahlenschwankung der Nervenfasern im 0.14 mm Verlauf des Nervenstammes des N. X.

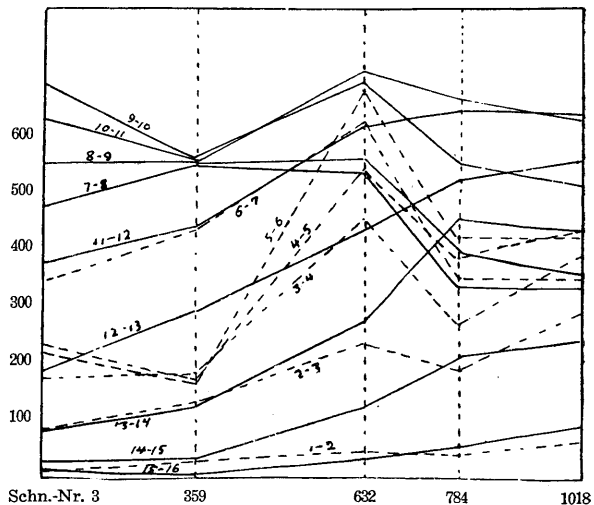


Abb. 7. Zahlenschwankung der Nervenfasern von den einzelnen Mikron-Kalibern im Verlauf der Wurzel bzw. des Stammes vom N. III, (Spinalganglion verbreitet sich zwischen Schn.-Nr. 359 und 632).

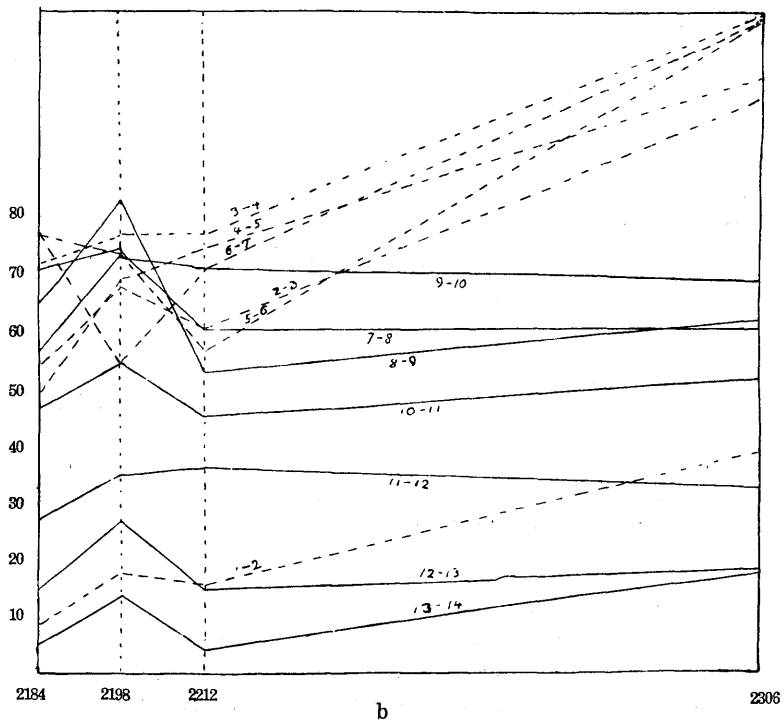
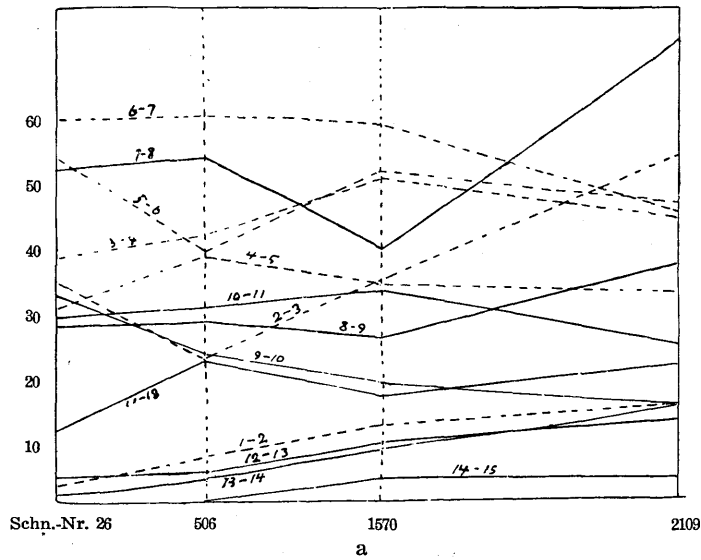


Abb. 8. Zahlenschwankung der Nervenfasern von den einzelnen Mikron-Kalibern im Verlauf der Wurzel (a) bzw. des Stammes (b) vom N. VII, (Spinalganglion verbreitet sich zwischen Schn.-Nr. 2110 und 2200).

die Schwankungen der Ab- und Zunahme in ihrem Verlauf bis zum Ganglion ziemlich stark auftreten, besonders auffallend bei den Fasern von  $2-8\mu$  und  $9-12\mu$ . Im ganzen ist der sog. Distalexzeß bei diesem Nerven sehr groß.

Der Stammteil zeigt ziemliche Schwankungen während seines 2 mm Verlaufs. Im ganzen ist aber die Faserzahl immer nach der Peripherie hin zunehmend. Bedeutend große Zahlenvermehrung weisen aber die Fasern von unter  $5\mu$  auf. Unterdessen erfahren sie einen einmaligen Zahlenabsturz nach der Zahlen-Steigerung bei der Wurzelvereinigung.

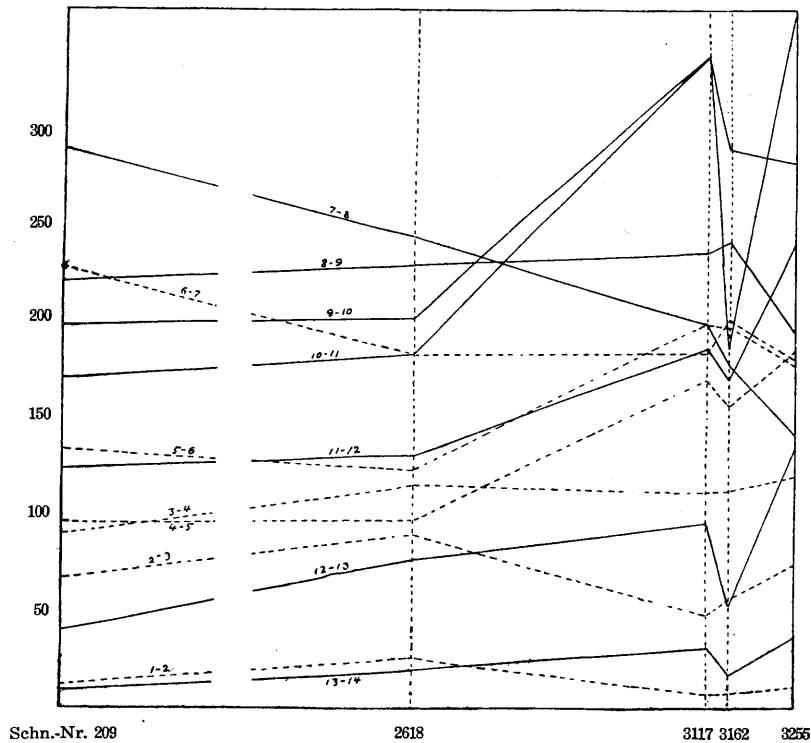


Abb. 9. Zahlenschwankung der Nervenfasern von den einzelnen Mikron-Kalibern im Verlauf der Wurzel bzw. des Stammes vom N. X, (Spinalganglion verbreitet sich zwischen Schn.-Nr. 2618 und 3110).

An dieser plötzlichen Zahlenabnahme beteiligen sich die meisten Faserarten außer denen von  $6-7\mu$  Kaliber, welche letztere eine scheinbar zufällige Zunahme aufweisen, was aber m. E. kaum eine Bedeutung beanspruchen kann, aber nur als eine zufällige Erscheinung zu betrachten ist.

Zusammenfassend kann man die Sache so betrachten, wie ich oben schon einmal bemerkte: bezüglich der eigentümlichen Ab- und Zunahme der Fasern am Anfangsteil des Nervenstammes sind die Fasern gegenüber denen im

Wurzelteil in Zahl bedeutend zugenommen, dann aber nimmt die Zahl entsprechend dem Zuflußwinkel der beiden Wurzeln ziemlich plötzlich ab, darauf vermehren sich die Fasern wieder distalwärts ziemlich rasch gegen die Teilungsstelle der beiden Äste—in den vorderen und hinteren Ast—hin.

Unterdessen vergrößert sich das Faserkaliber dort, wo die Fasern an Zahl abnehmen, und reduziert sich hingegen, wo die Fasern an Zahl zunehmen. Dann könnte meine Mutmaßung mit Recht angenommen werden, daß die Nervenfasern in ihrem Verlauf im peripheren Weg nicht nur Aufteilung, sondern manchmal auch ein Zusammenfließen oder Vereinigung erfahren, sozusagen ein Fasergeflecht, Neuroplexus fibrarum, dabei bildend.

---

### Schrifttum

- 1) Ecker und Gaupp, Anatomie des Frosches.
  - 2) Komatsu, H., Über den Überschuß und Ausfall der Wurzelfasern beim Zusammenfließen der vorderen und hinteren Wurzeln. Jap. J. of med. Sci. Anat. 5 (1934): 183.
  - 3) Oshima, T., Über die Zahlenschwankung der markhaltigen Nervenfasern in der Wurzel- bzw. Stammgegend des Rückenmarksnerven, bes. den plötzlichen Abfall der Faserzahl beim Zusammenfließen der beiden Wurzeln (Japanisch). Nagasaki Igk. Z. 16 (1938): 1387.
  - 4) Takagi, J., Zur Zytoarchitektonik im Rückenmark und zur Bewertung der Gestalt und Größe der Nervenzellen. Jap. J. of med. Sci. Anat. 5 (1935): 357.
-