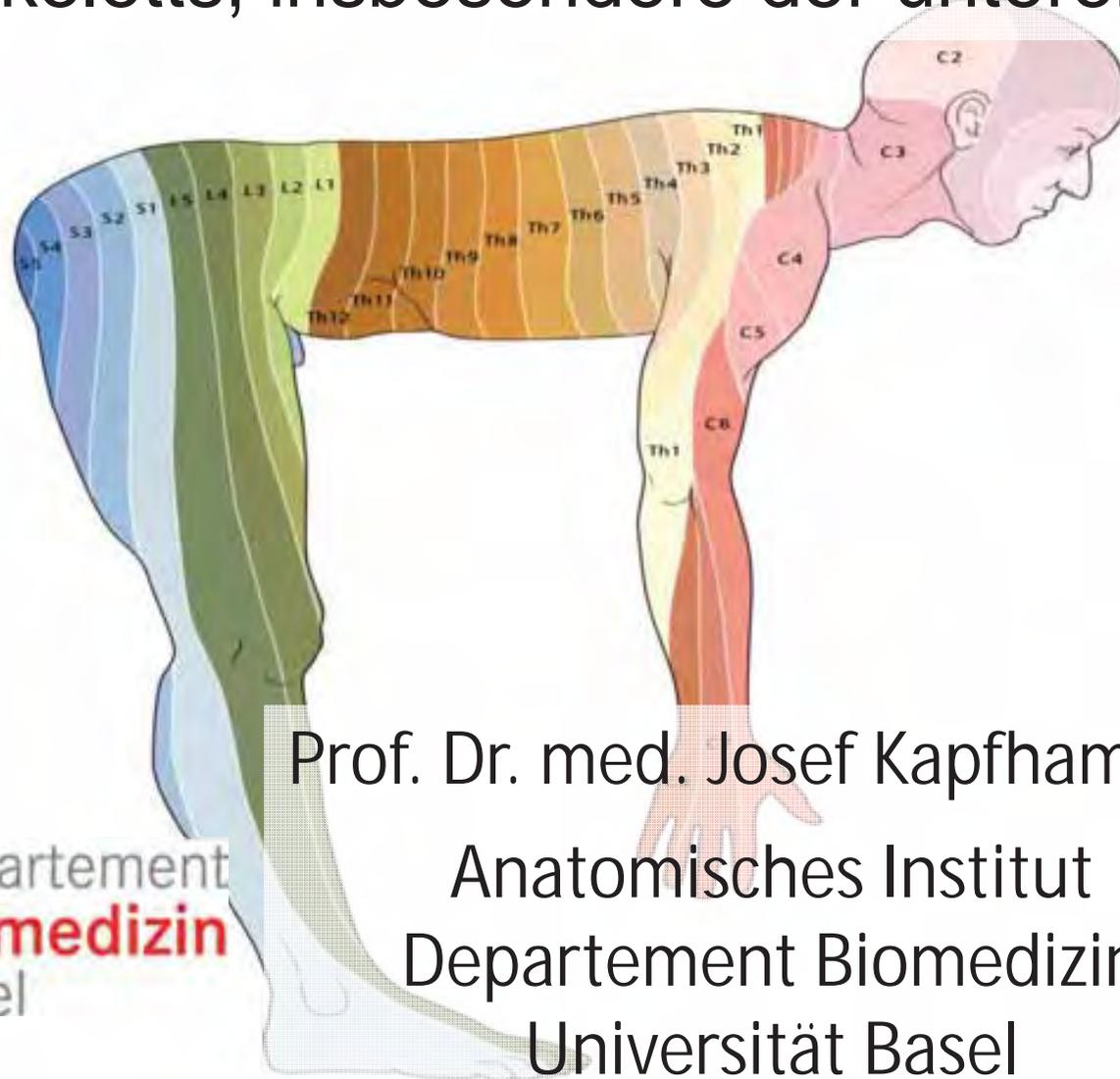


Dermatome, Myotome, Sklerotome –

Anmerkungen zur sensiblen Innervation des Extremitätenskeletts, insbesondere der unteren Extremität

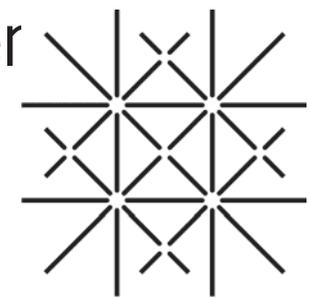


Prof. Dr. med. Josef Kapfhammer

Anatomisches Institut

Departement Biomedizin

Universität Basel



UNI
BASEL

Knochen können ganz schön weh tun!



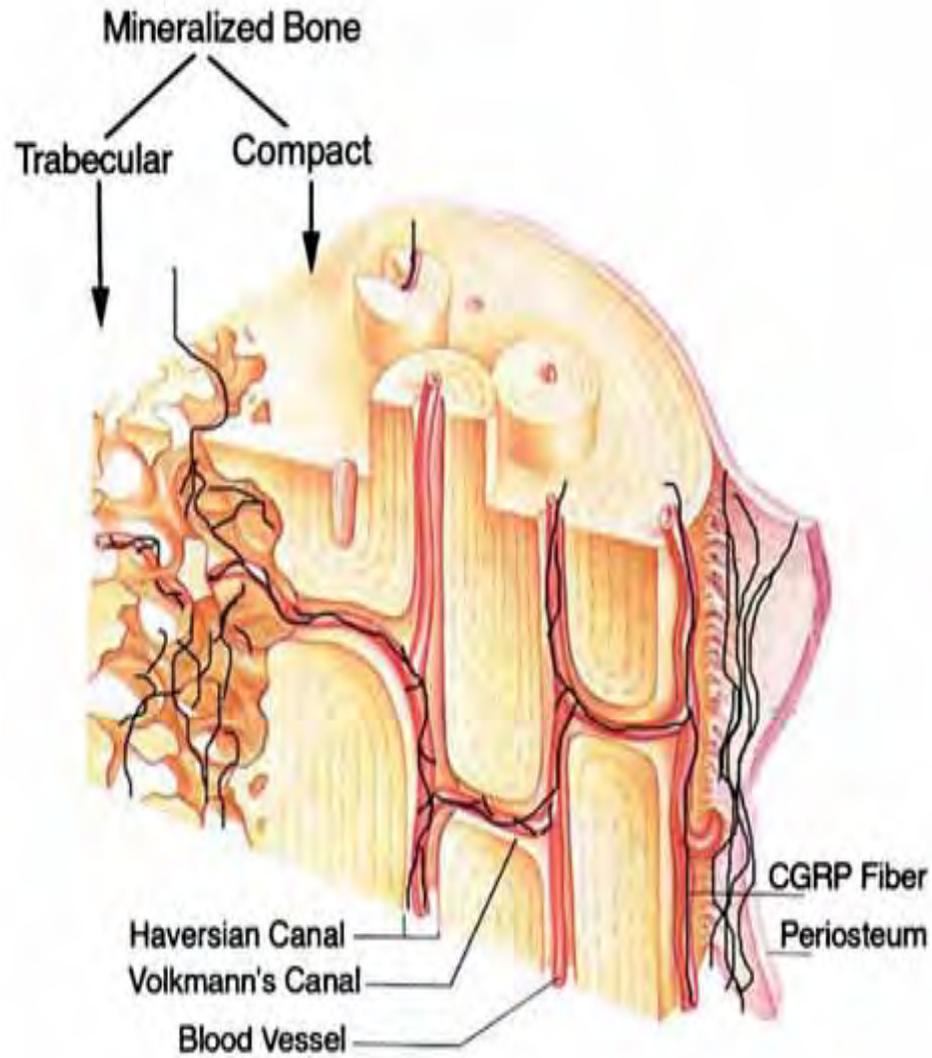
Aber: Die Innervation des knöchernen Skeletts kommt in der Mediziner-Ausbildung nicht vor

Tab. 14.2. Klassifizierung der afferenten peripheren Nervenfasern nach Leitungsgeschwindigkeit und Funktion (Tab. 5.1 und 7.1)

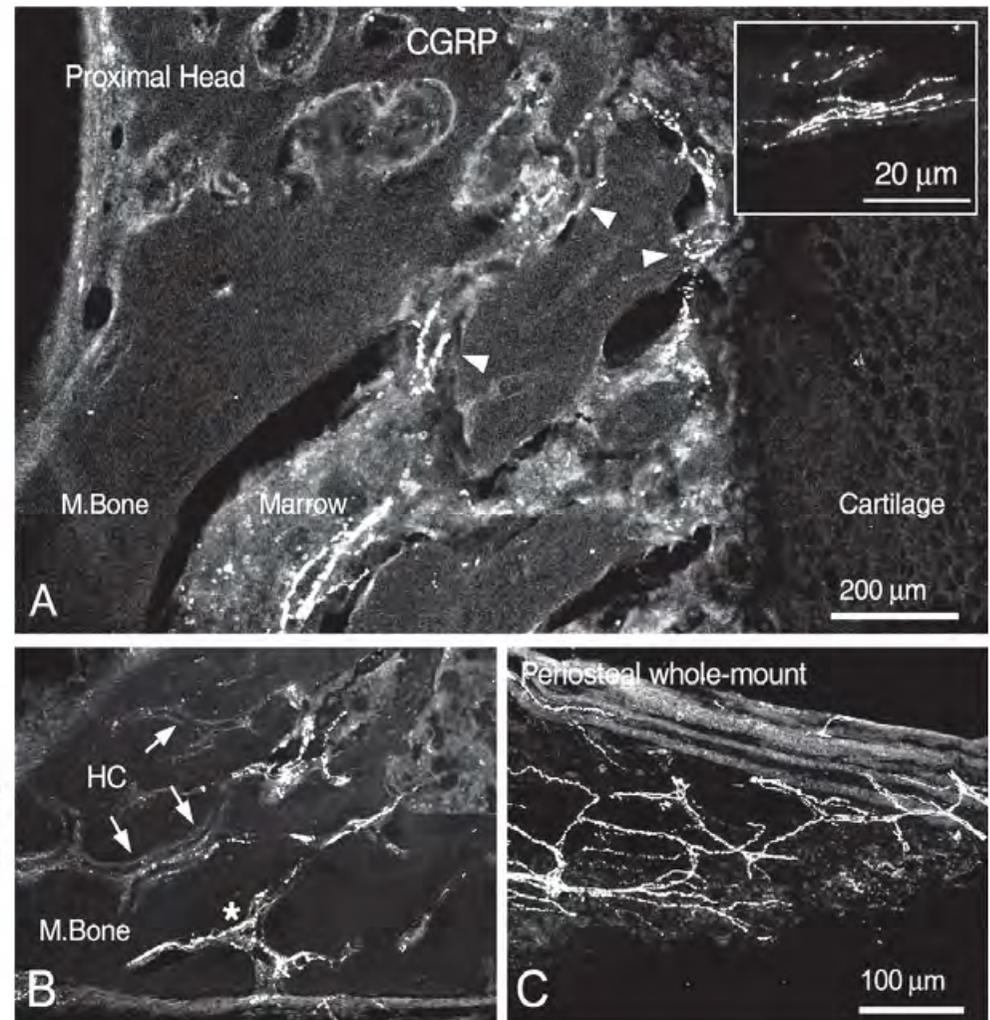
Fasergruppe	Leitungsgeschwindigkeit (Durchmesser)	Funktion
I (A α^*)	50–80 m/s	Ia: Primäre Muskelspindelafferenzen Ib: Afferenzen von Golgi-Sehnenorganen
II (A β)	30–70 m/s (7–14 μ m)	Sekundäre Muskelspindelafferenzen Afferenzen von Mechanorezeptoren der Haut
III (A δ)	2–33 m/s (2–7 μ m)	Afferenzen von Kälterezeptoren der Haut Afferenzen von Nozizeptoren (Haut, Muskeln, Viszera) Afferenzen von Mechanorezeptoren der Haut
IV (C)	0,4–1,8 m/s (0,4–0,8 μ m)	Afferenzen von Wärme- und Kälterezeptoren der Haut Afferenzen von Nozizeptoren (Haut, Muskeln, Viszera) Afferenzen von Mechanorezeptoren der Haut

Aus Schmidt Lang Heckmann, Physiologie des Menschen, Springer Verlag

Trotzdem sind Knochen sehr gut innerviert, überwiegend mit C-Fasern und Fasern des sympathischen Nervensystems

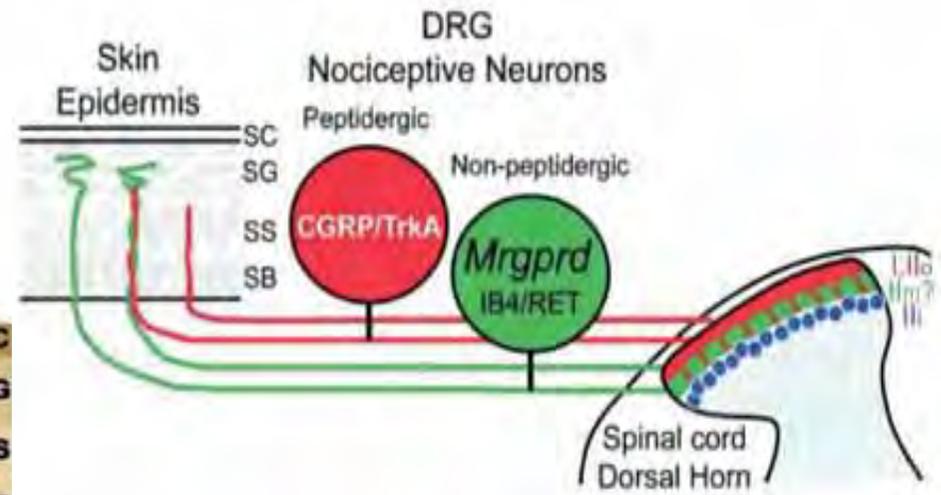
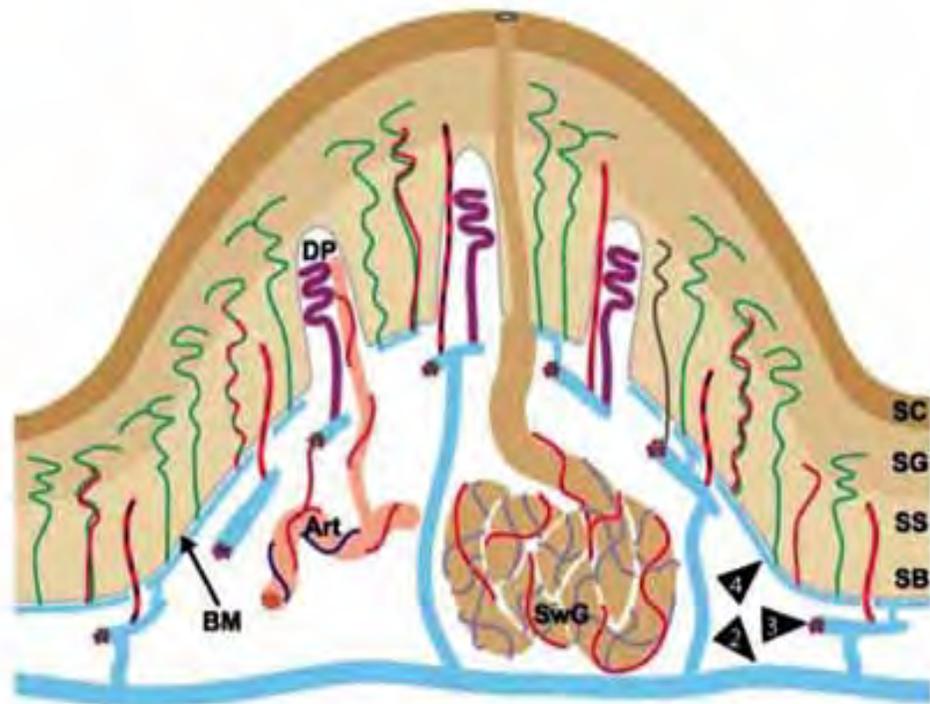


Adapted from Marieb and Mallet Human Anatomy, 1994



Mach et al., Neuroscience 113, 155-166, 2002

Hautinnervation: 2 Typen von Schmerzfasern: peptiderge (CGRP positiv) und nicht peptiderge (IB4-Positiv) Fasern mit unterschiedlicher Termination und zentraler Verarbeitung



Sensory Innervation:

- | | |
|---|---|
| C-fiber endings (NF⁻):
<i>Mrgprd⁺, CGRP⁺ or Mrgprd⁻/CGRP⁻:</i> | Aβ-fiber endings (NF⁺): |
| Epidermal endings | Meissner's corpuscle |
| Vascular endings | Aδ-fiber endings (NF⁺): |
| Sweat gland endings | Epidermal endings (CGRP ⁺) |

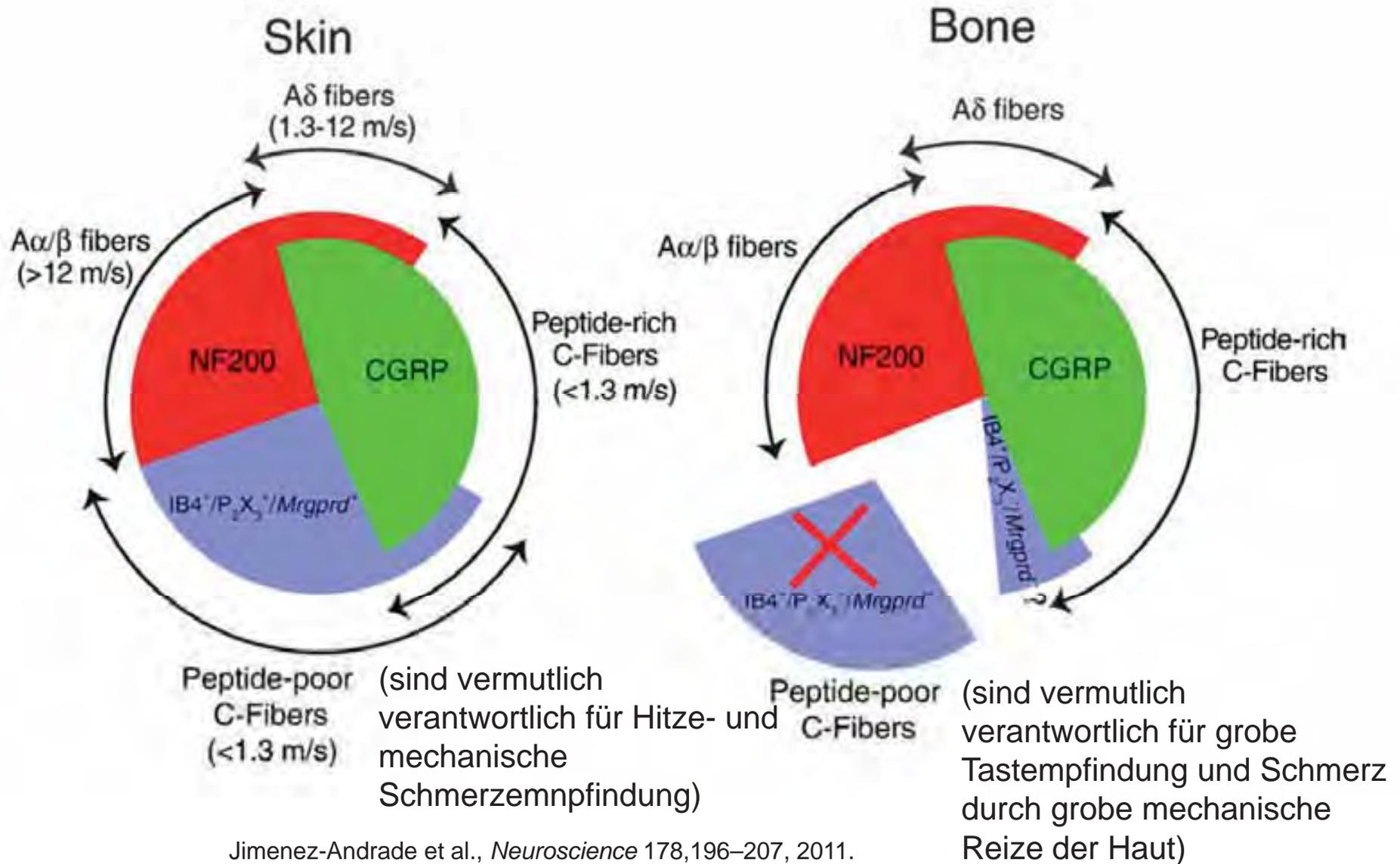
Sympathetic Innervation:

- Vascular adrenergic endings Sweat gland cholinergic endings

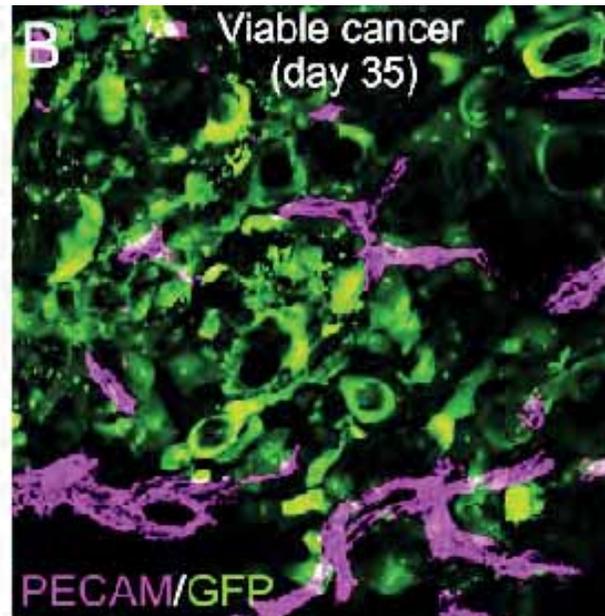
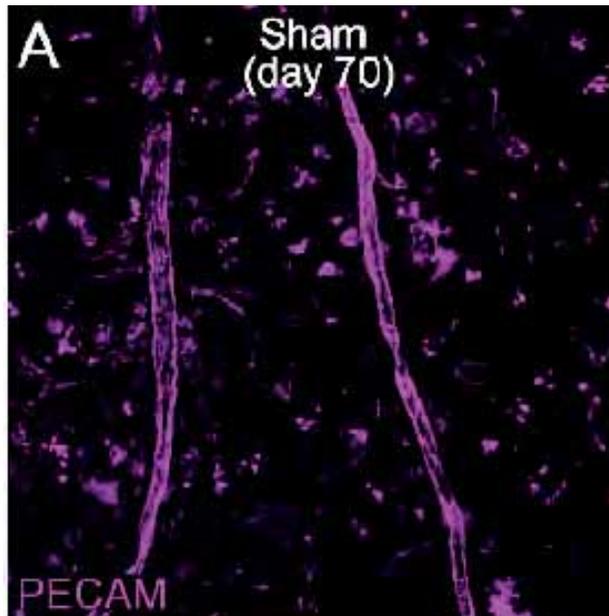
Zylka et al., Neuron 45, 17–25, 2005

Hautinnervation versus Knocheninnervation:

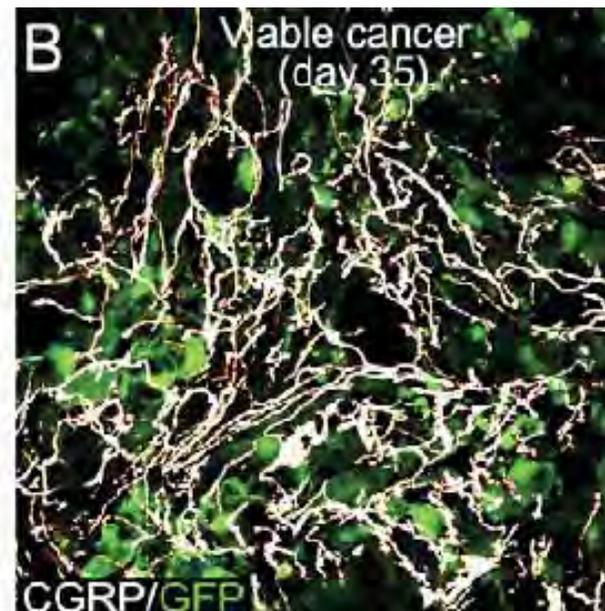
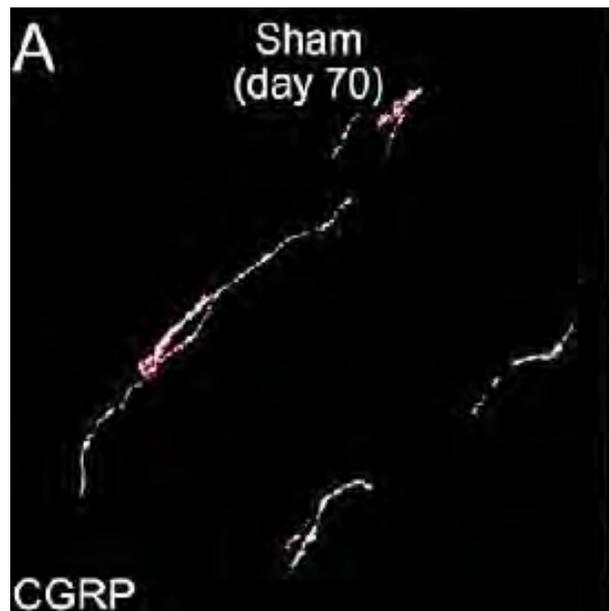
Im Knochen fehlen die nicht-peptidergen, für das Lektin IB4 positiven C-Fasern, fast alle Fasern exprimieren den NGF-Rezeptor TrkA



Bei Tumoren (Prostatakarzinom) kommt es zum Aussprossen der C-Fasern mit entsprechenden Schmerzsyndromen



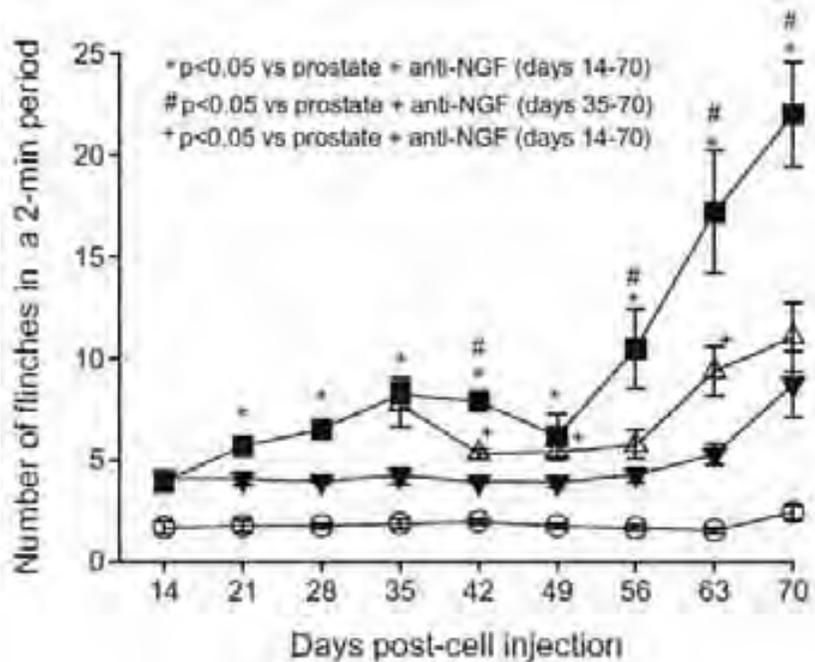
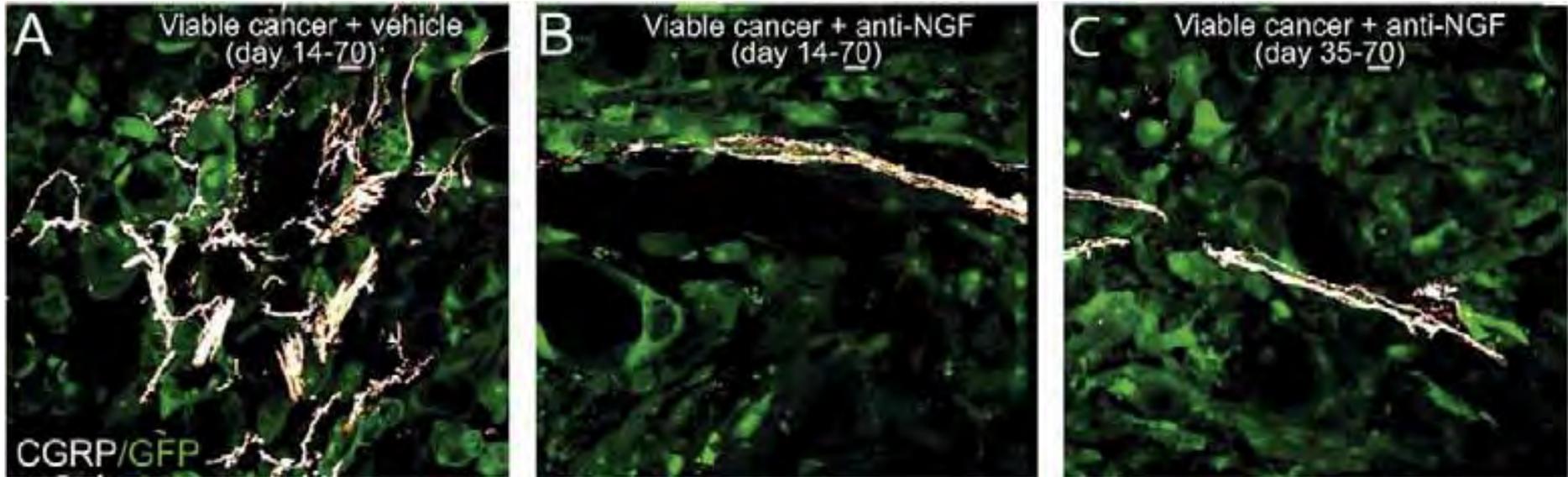
Gefäße violett
Tumorzellen grün



CGRP+-Nervenfasern
weiss
Tumorzellen grün

Jimenez-Andrade et al.,
PAIN 152, 2564–2574,
2011.

Anti-NGF Therapie reduziert die Neurombildung und vermindert schmerztypisches Verhalten der Versuchstiere



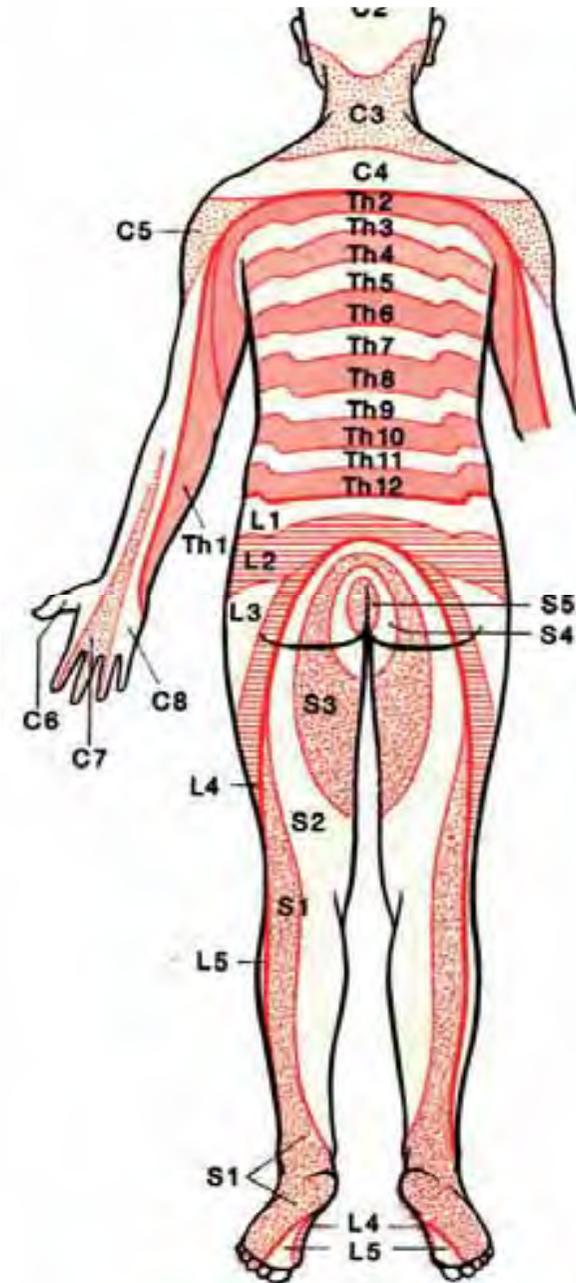
Jimenez-Andrade et al.,
PAIN 152, 2564–2574,
2011.

Die periphere Innervation erfolgt via Spinalnerven, aus denen die peripheren Nerven hervorgehen. Die segmentale Gliederung der sensiblen Innervation bleibt in den sog. Dermatomen sichtbar, die das Versorgungsgebiet eines Spinalnerven beschreiben.

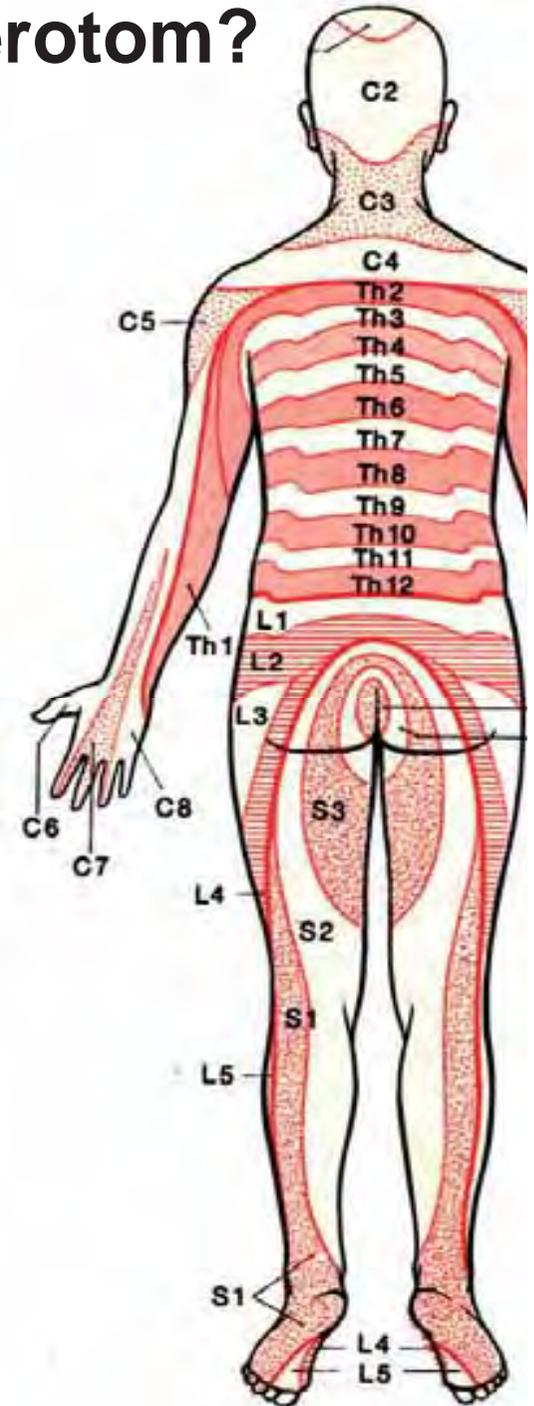
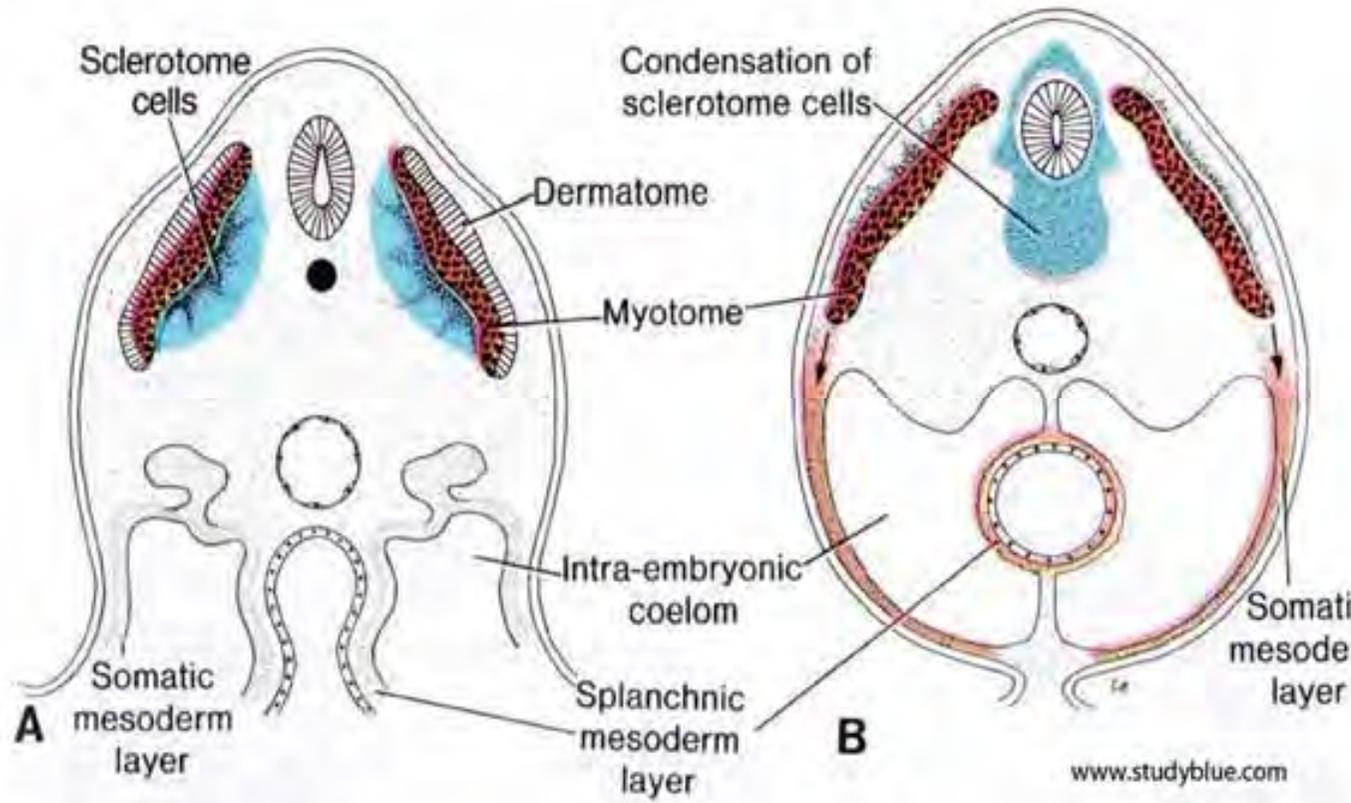
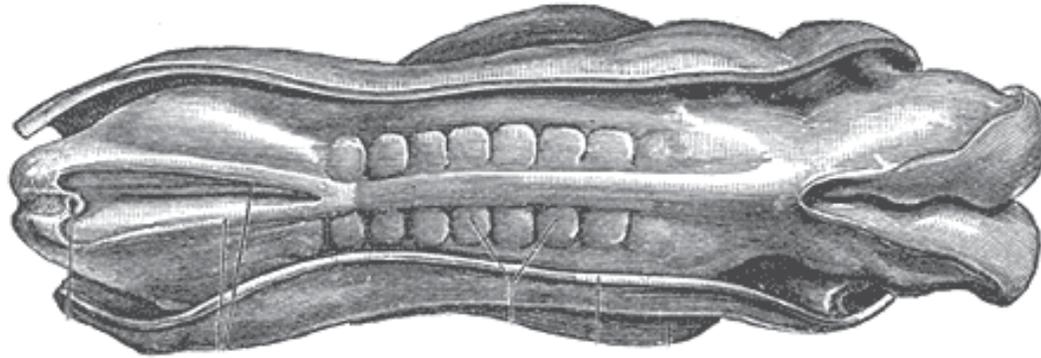
Spinalnerven



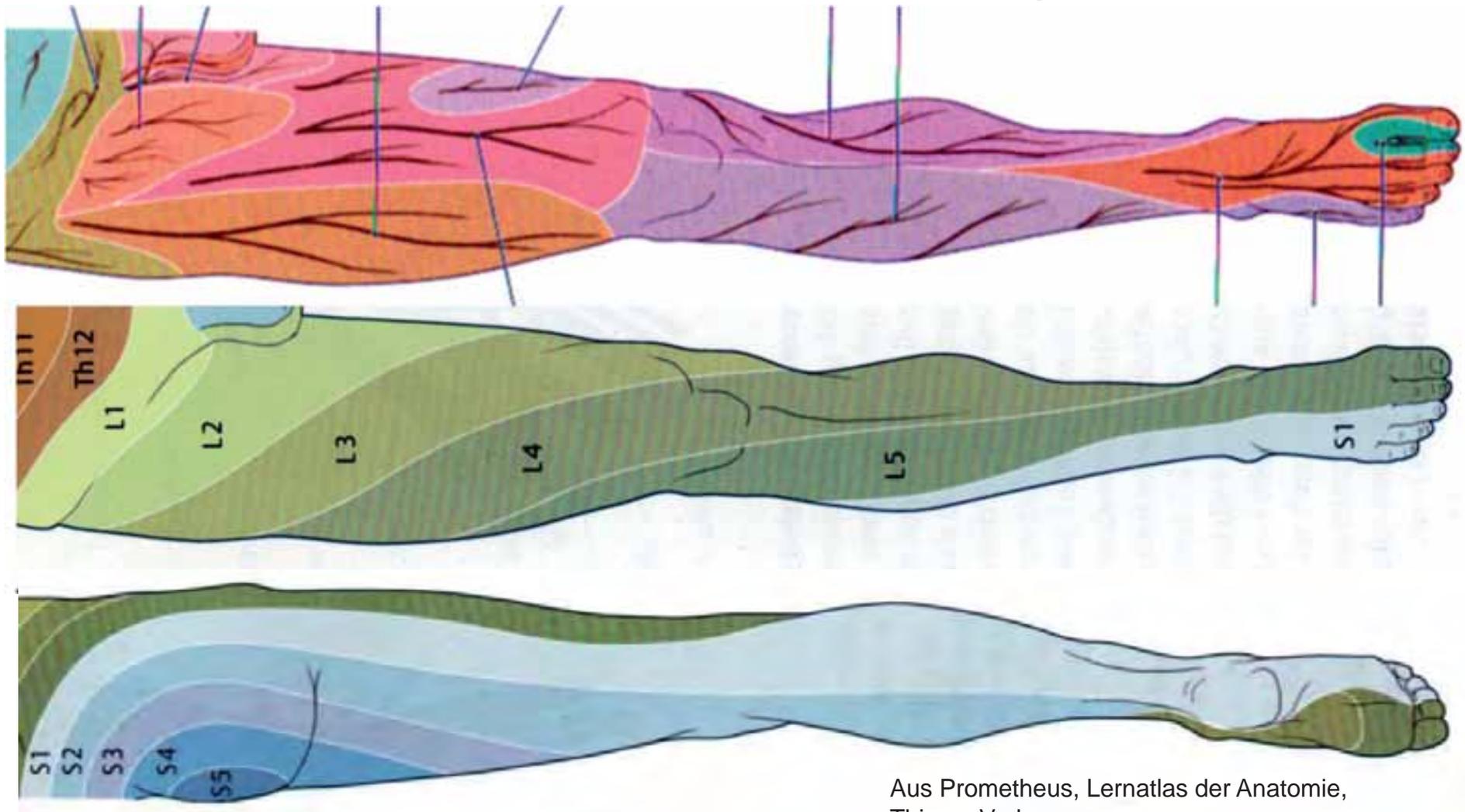
Dermatome



Was ist ein Dermatome, Myotome, Sklerotome?



In allen Lehrbüchern finden sich detaillierte Karten zur sensiblen Innervation der Haut durch Hautnerven und zu den Dermatomen der Hautinnervation, aber keine Informationen zur sensiblen Innervation der tiefen Weichteile und Knochen. Es fällt auf, dass an der Innervation der Extremitäten viele Dermatome beteiligt sind.



Aus Prometheus, Lernatlas der Anatomie, Thieme Verlag.

Wie kommt es zum komplizierten Muster der Dermatome an den Extremitäten?

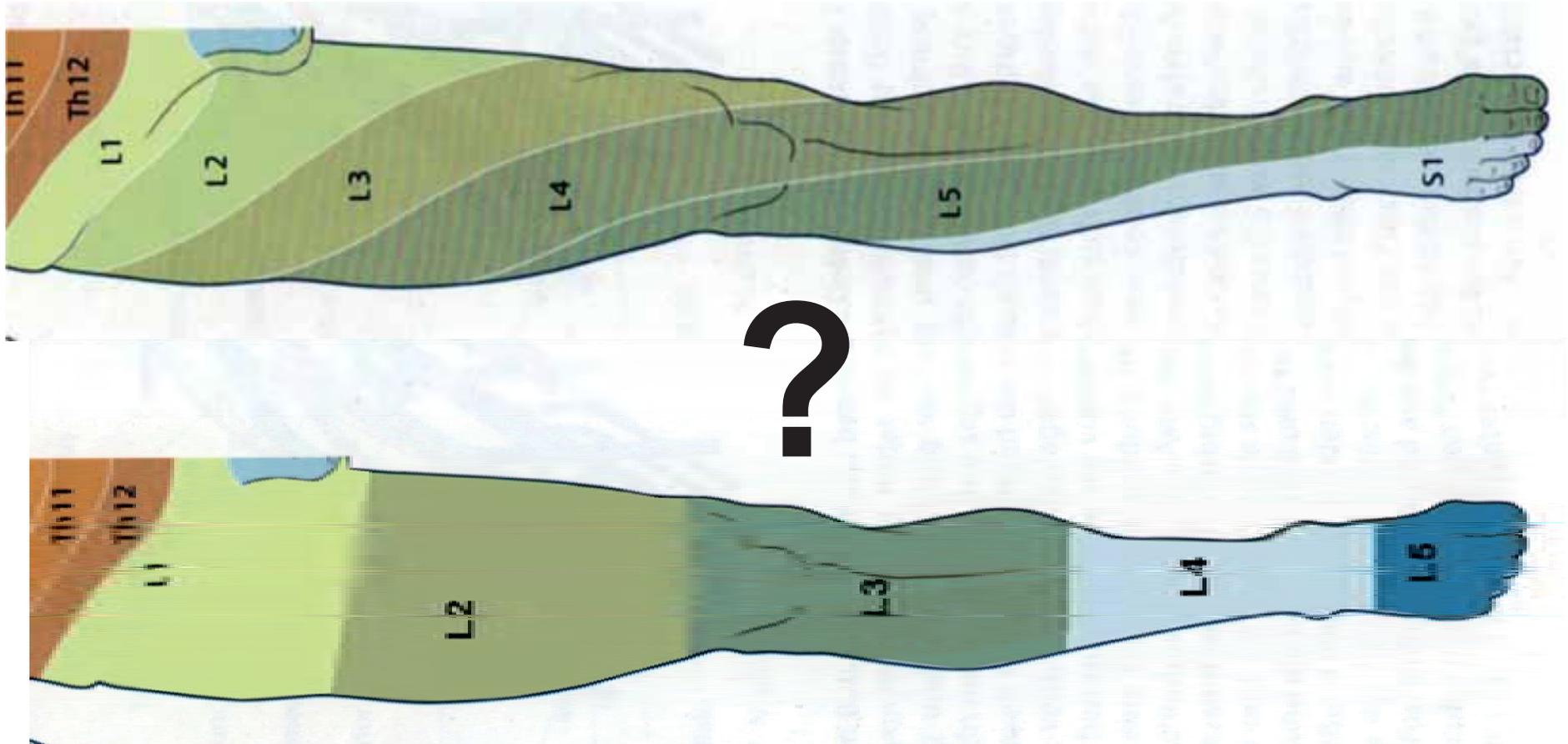
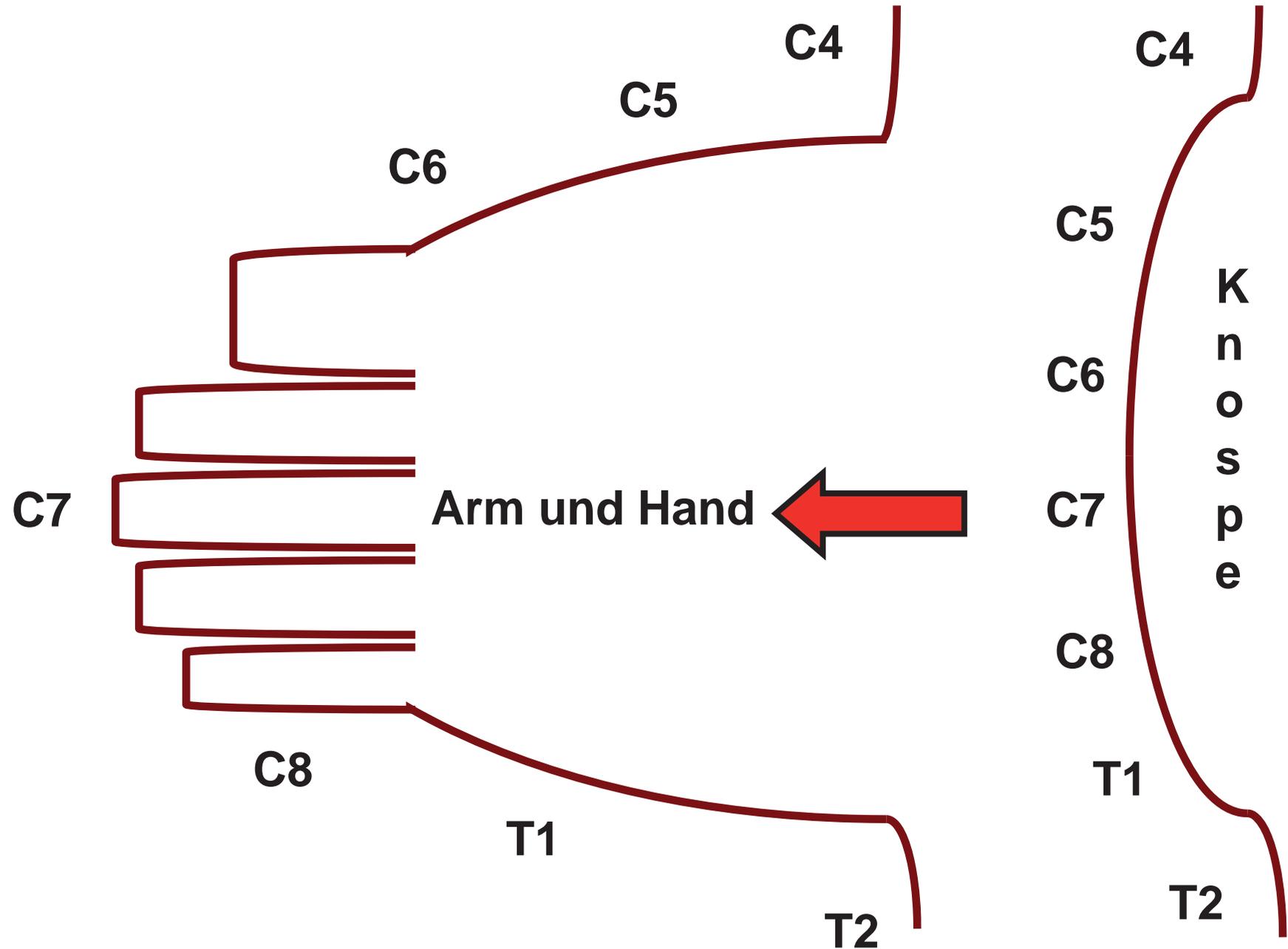
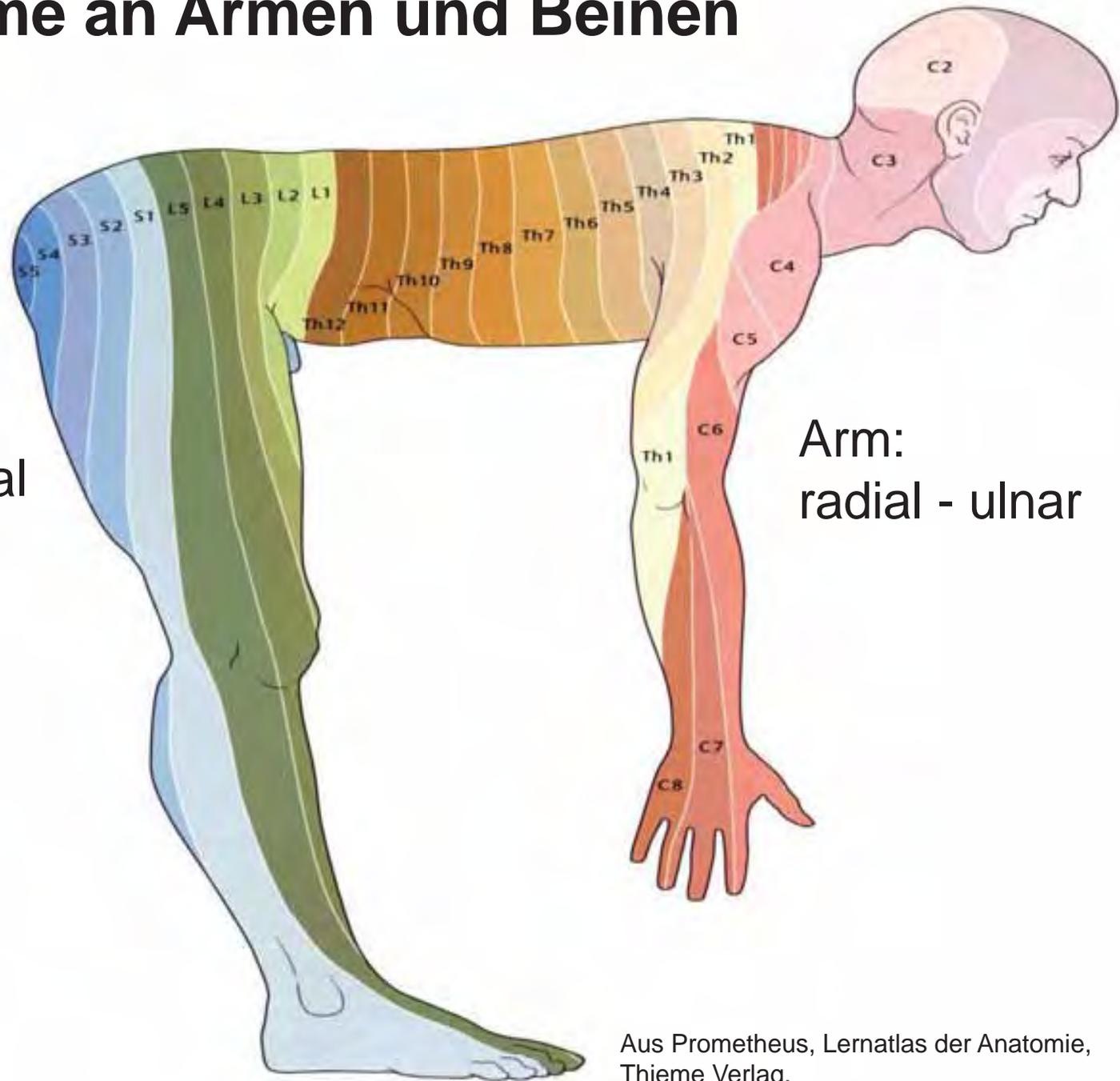


Abbildung der Nervensegmente auf die Armanlage



Dermatome an Armen und Beinen



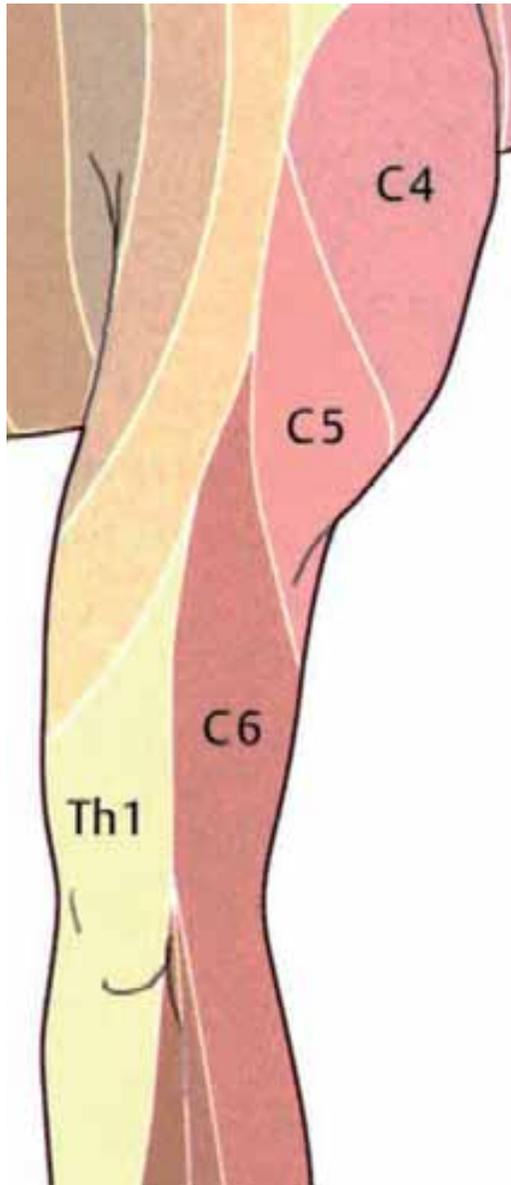
Bein:
ventral - dorsal

Arm:
radial - ulnar

Aus Prometheus, Lernatlas der Anatomie,
Thieme Verlag.

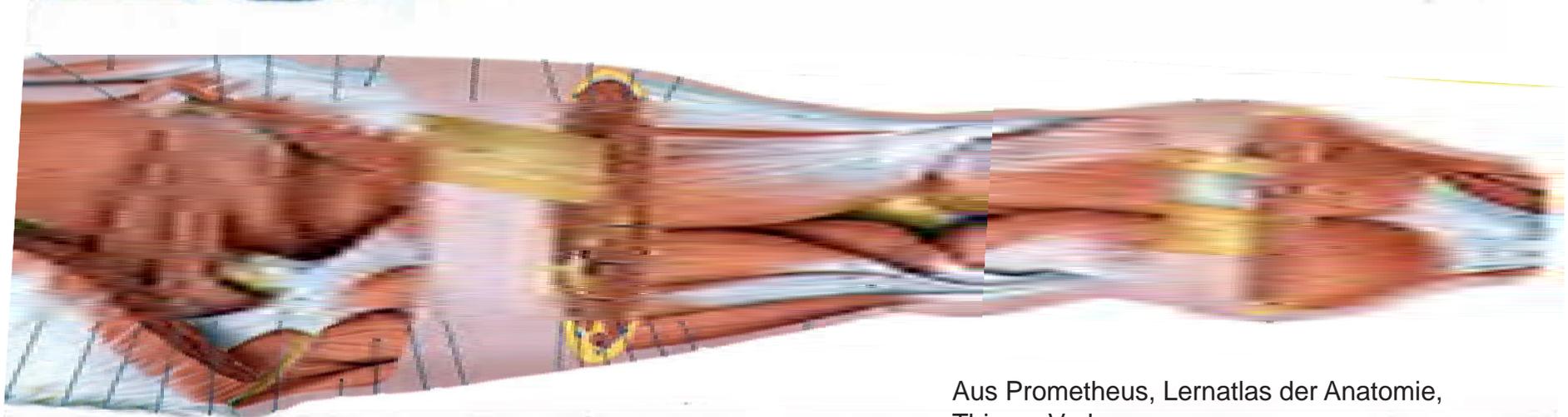
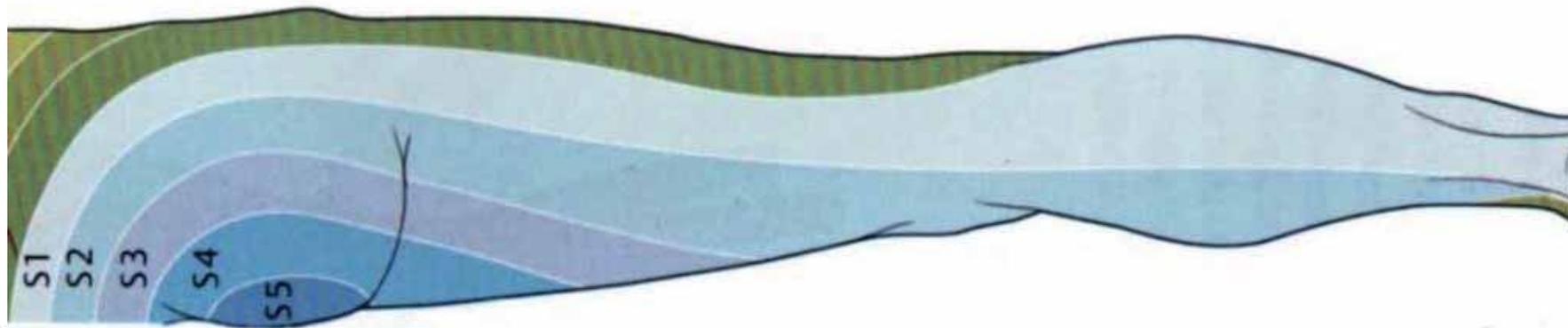
Abschnitte von Armen und Beinen umfassen eine relativ grosse Zahl von Dermatomen,

weil die Dermatome nicht proximal - distal angeordnet sind, sondern ulnar- radial (Arme) bzw. ventral - dorsal (Beine).



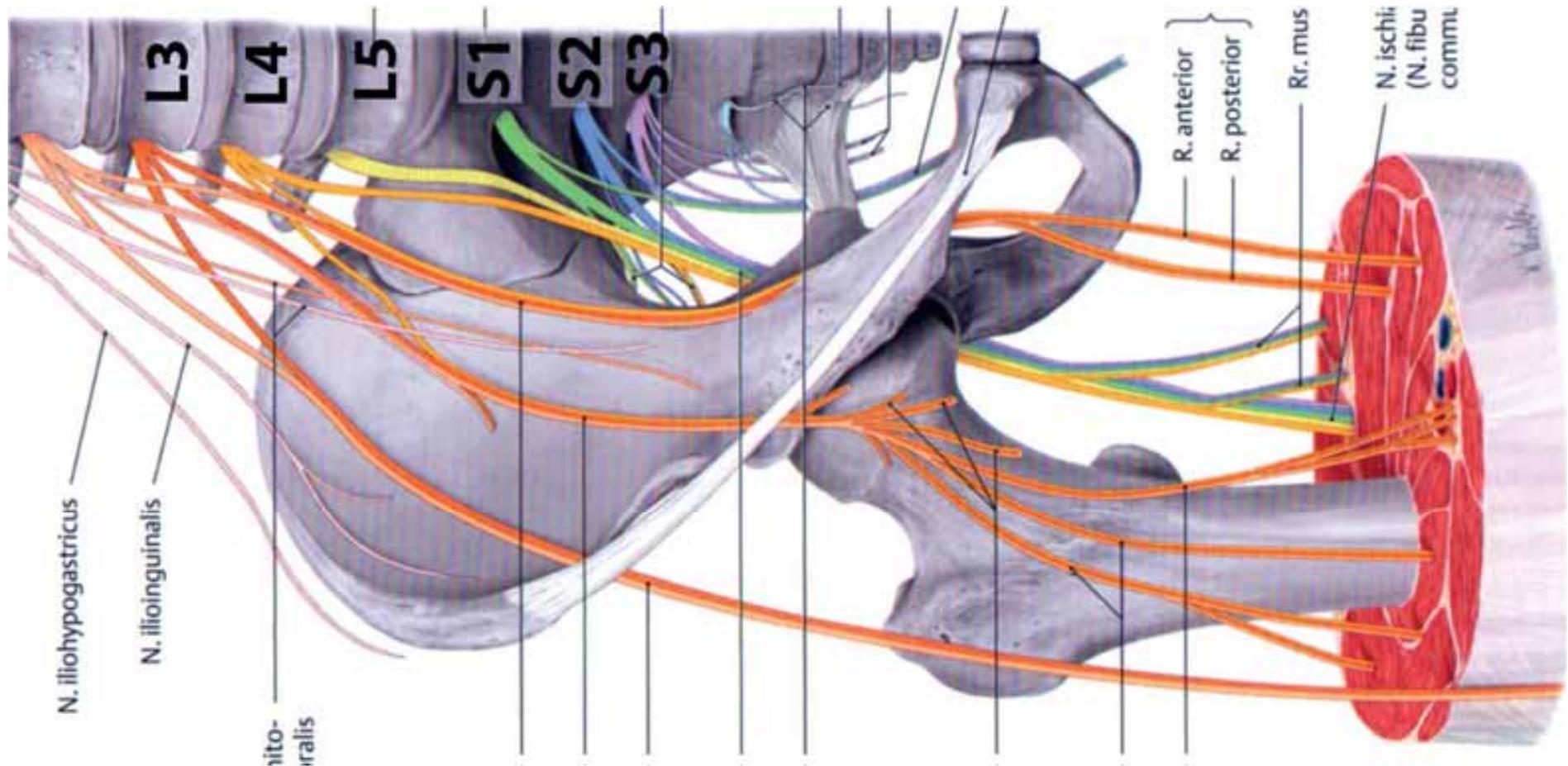
Aus Prometheus, Lernatlas der Anatomie, Thieme Verlag.

Sensible Wahrnehmung und Schmerzempfindung ist nicht auf die Haut beschränkt, vielmehr sind auch Weichteile (Muskeln und Bindegewebe) sowie die Knochen schmerzempfindlich



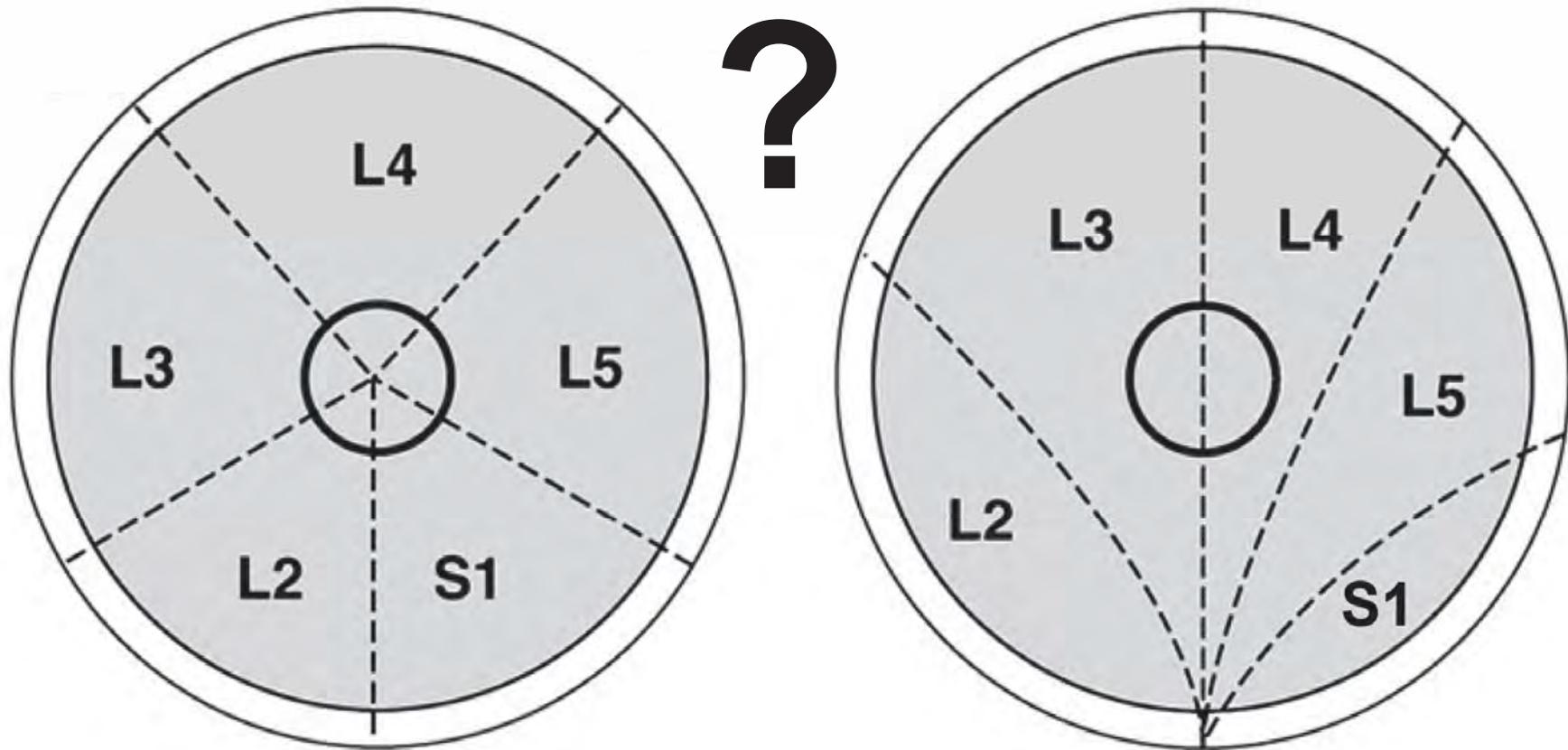
Aus Prometheus, Lernatlas der Anatomie,
Thieme Verlag.

Die Knochen als zentral liegende Anteile können sowohl von dorsalen als auch von ventralen Nerven versorgt werden, die Knocheninnervation kann somit mehrere Segmente umfassen



Aus Prometheus, Lernatlas der Anatomie, Thieme Verlag.

Die Kontinuität der Dermatome in die tiefen Regionen, insbesondere zum Knochen, ist wenig bekannt



Modifiziert nach Takahashi et al., J Pain.
11:652-662, 2010.

Die Nervenäste zur Innervation der Knochen können auch von Muskelästen der jeweiligen Nerven abgehen, diese liegen häufig knochennah. Deshalb ist die Kenntnis der Muskelinnervation für die sensible Knocheninnervation von Bedeutung.

Myotome

dorsale Hüftmuskeln:	L4 - S2	(Nn. gluteus sup et inf, Aeste Pexus sacralis)
Strecker Oberschenkel:	L2 - L4	(N. femoralis)
Adduktoren Oberschenkel:	L2 - L4	(N. obturatorius)
Flexoren Oberschenkel:	L5 - S2	(N. ischiadicus, tibialer Anteil)
Extensoren Unterschenkel:	L4 - S1	(N. fibularis profundus)
Fibularisgruppe Untersch. :	L5 - S1	(N. fibularis superficialis)
Flexoren Unterschenkel:	L5 - S2	(N. tibialis)

Es gibt keine neuen systematischen Studien zur Innervation der Knochen beim Menschen, die Lehrbuchangaben beruhen auf Studien vom Beginn des 20. Jahrhunderts



XX.

Aus der neuropathologischen Klinik der Königl. Universität in Rom
(Leiter: Prof. Mingazzini).

**Die Störungen des Vibrationsgefühls
bei den traumatischen Verletzungen der peripheren
Nervenstämme¹⁾.**

(Anatomischer und klinischer Beitrag.)

Von

Privatdozent Dr. **Casimir Frank**,
Assistent der Klinik.

(Hierzu Tafeln I—V und 4 Abbildungen im Text.)

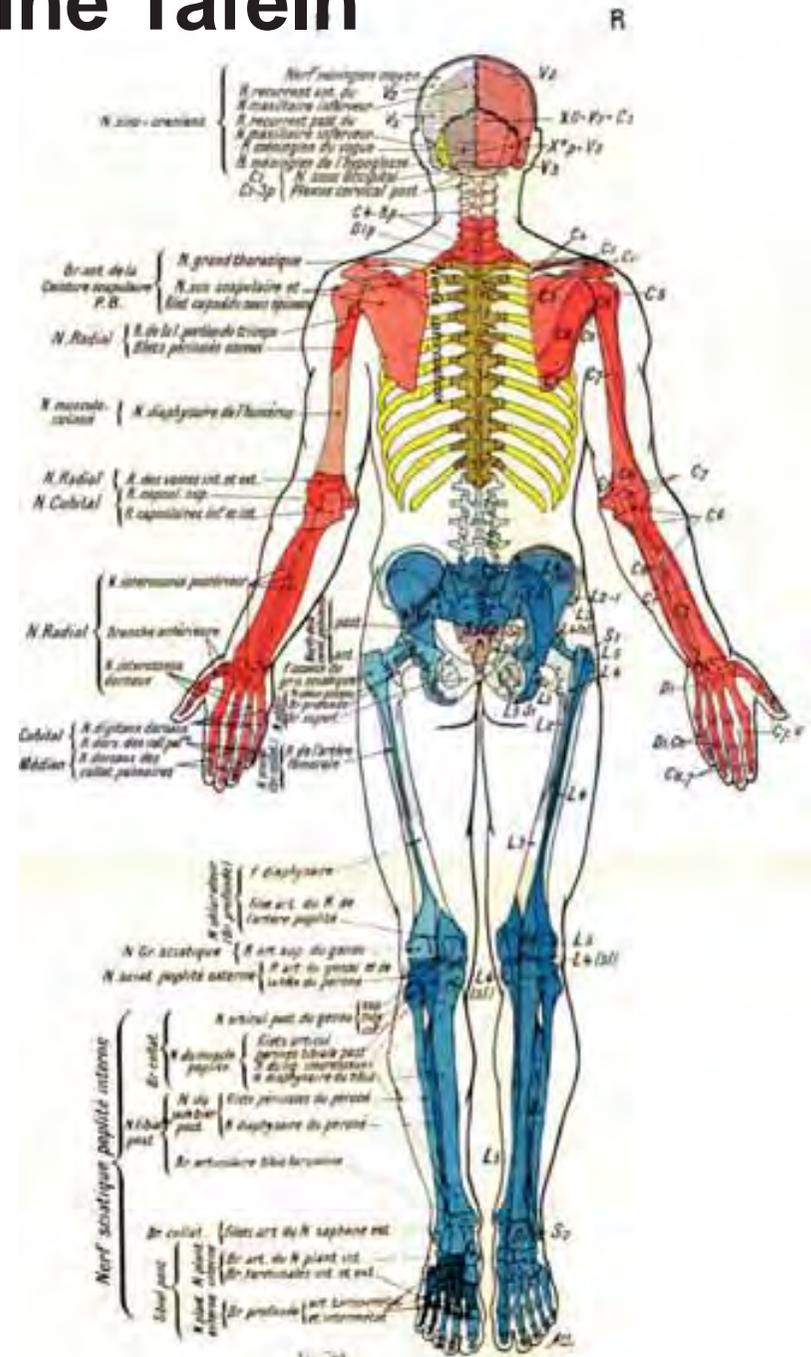
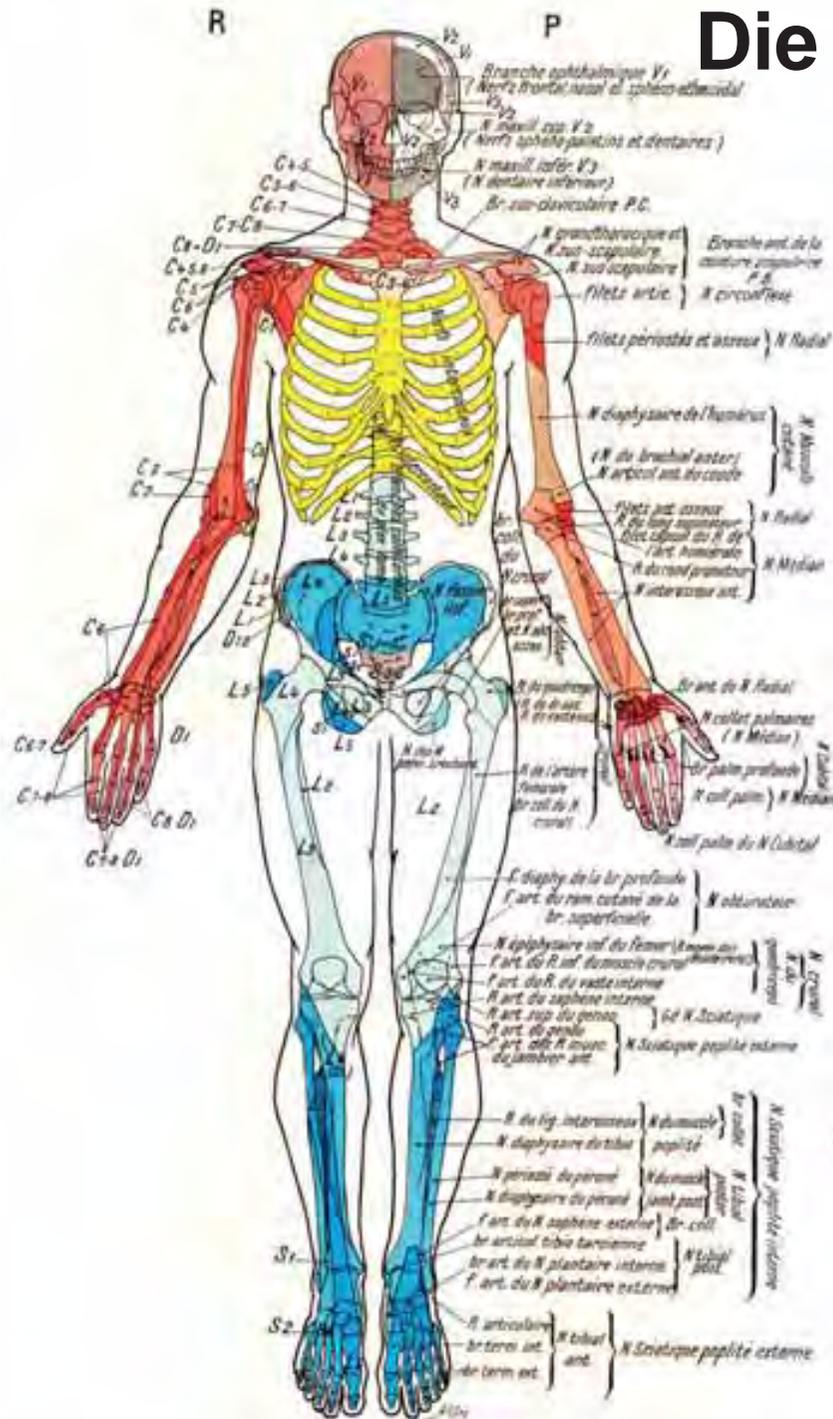
Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten
January 1921, Volume 62, Issue 3, pp 627-727



Swiss Neurological Society • Schweizerische Neurologische Gesellschaft
Société Suisse de Neurologie • Società Svizzera di Neurologia

Dejerine-Dubois-Preis

Die Dejerine Tafeln



Die Dejerine Tafeln



Klare, eindeutige Angaben zur Innervation durch periphere Nerven und zur segmentalen Innervation (Sklerotome)
In guter Übereinstimmung mit den Dermatomschemata
Bilden die Vorlage für die meisten Sklerotomkarten in Lehrbüchern
Sind die Grundlage der Sklerotomkarten von Inman und Saunders (1944)

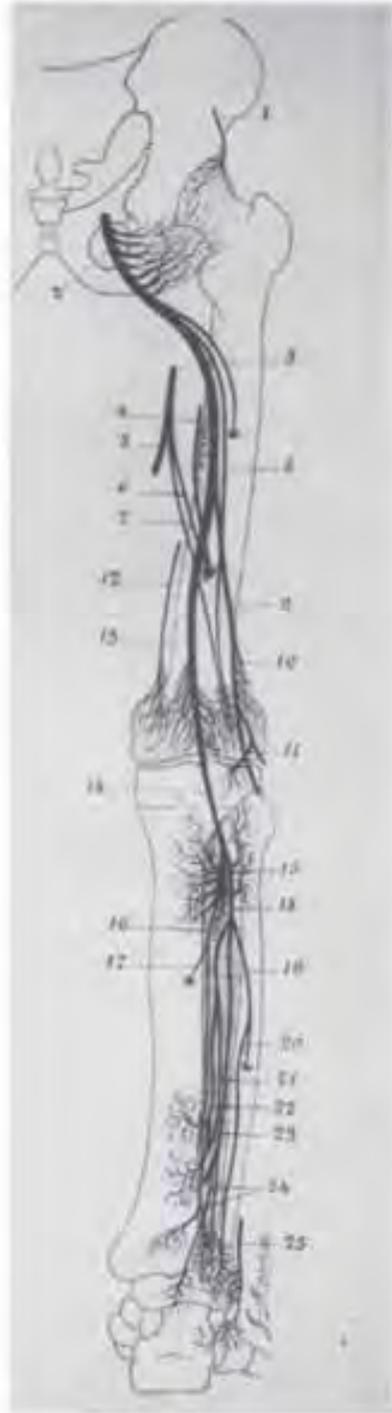
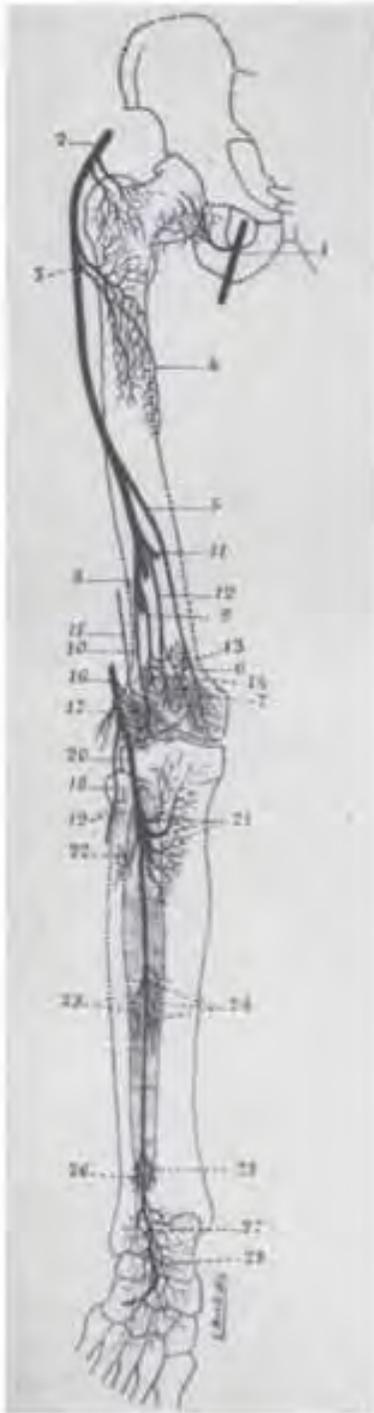


Im Lehrbuch keinerlei Hinweise über die Methodik, mit der die Daten für die Karten erhoben worden sind (vermutlich Kombination aus anatomischer Dissektion, Stimmgabeltestung der Knochen und Interpretation von Ausfällen am Patienten)
Karte der Nerveninnervation teilweise nach heutigem Wissen fehlerhaft,
Verlässlichkeit der Dermatomkarte unklar

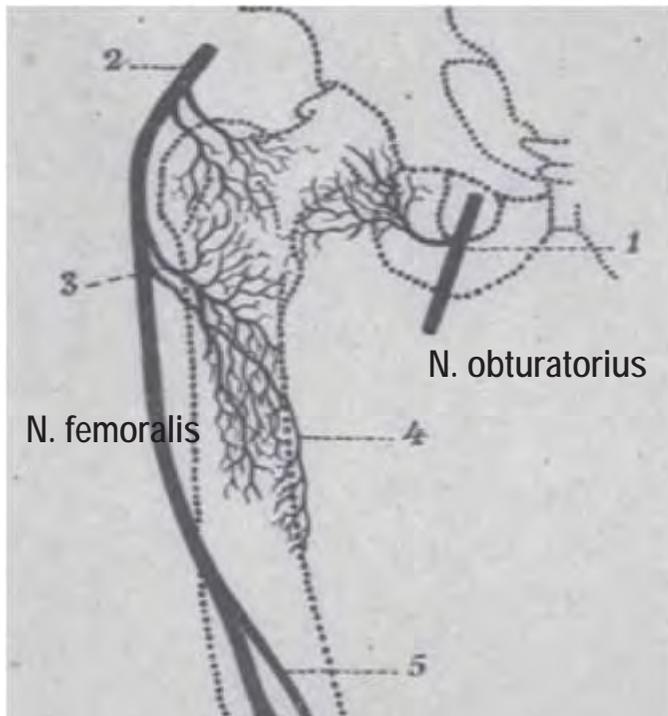
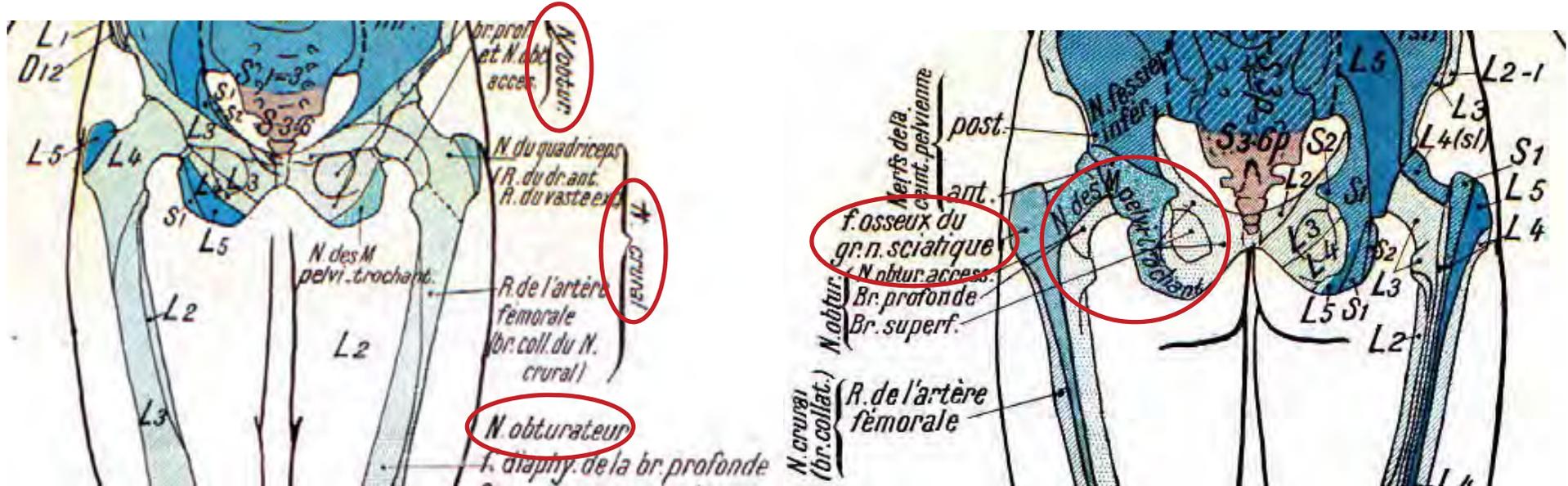
Warum die Tafeln ausgerechnet in diesem Buch: Zur Zeit der Veröffentlichung war eine der dominierenden Krankheiten in der Neurologie das Quartärstadium der Syphilis, insbesondere die Tabes dorsalis. Diese befiel häufig einzelne Spinalnerven und Spinalganglien und führte so zu segmentalen Ausfällen des Vibrationssinns. Die Kartierung der Empfindungsstörung für den Vibrationssinn der Knochen war eine wichtige diagnostische Massnahme bei dieser Erkrankung.

Die Nervenkarten von Casimir Frank 1921

Um die von mir bei den Verletzungen der peripherischen Nerven beobachteten Pallästhesiestörungen besser verstehen zu können, erachte ich es für angebracht, kurz die Knochen-Periostinnervation zu erörtern. Vor allem ist es notwendig hervorzuheben, dass diese Innervation von den Anatomen etwas vernachlässigt worden ist. Von den Arbeiten älterer Anatomen, wie Henle, Rüdinger, Rauber, Schwalbe, Beck und Cruveilhier, welche die hauptsächlichsten Knochen- und Gelenknerven beschrieben haben, absehend, hat sich in den letzten Jahren niemand mit dieser Frage beschäftigt; mir schien es deshalb angebracht, die anatomischen Forschungen wieder aufzunehmen, um besser den Verlauf und die Verteilung der Knochenperiostnerven zu bestimmen. Durch meine Forschungen habe ich einerseits das Bestehen einiger bisher noch nicht beschriebener Periostnerven wahrnehmen können, andererseits war es mir möglich, genau den Verlauf einiger wichtiger Knochen-Periostzweige feststellen zu können. Ausserdem habe ich geglaubt, dass es sich verlohne, in Form von Zeichnungen und Schemas, die getreu nach den von mir hergestellten anatomischen Präparaten angelegt wurden, die ganze Knochen-Periostinnervation der Glieder wiederzugeben [siehe Zeichnung 1 und 2 (Taf. III) und Fig. 1 und 2 (Taf. I) und Fig. 3 u. 4 (Taf. II)].



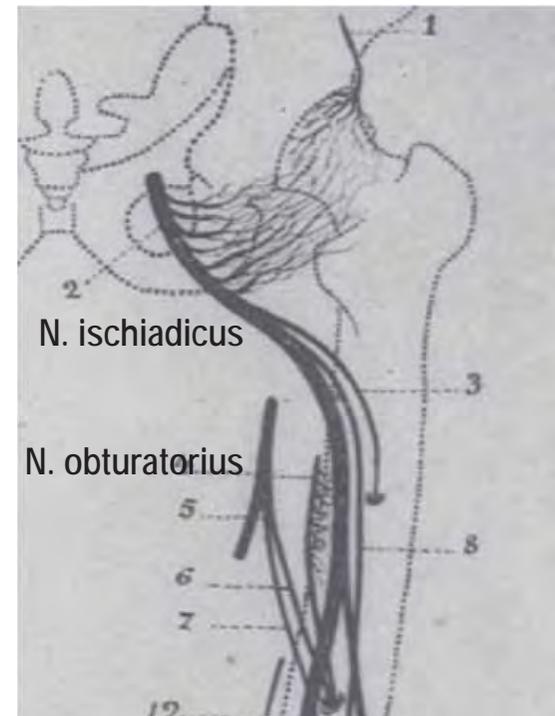
Hüftgelenk, Oberschenkel: Vergleich Dejerine - Frank



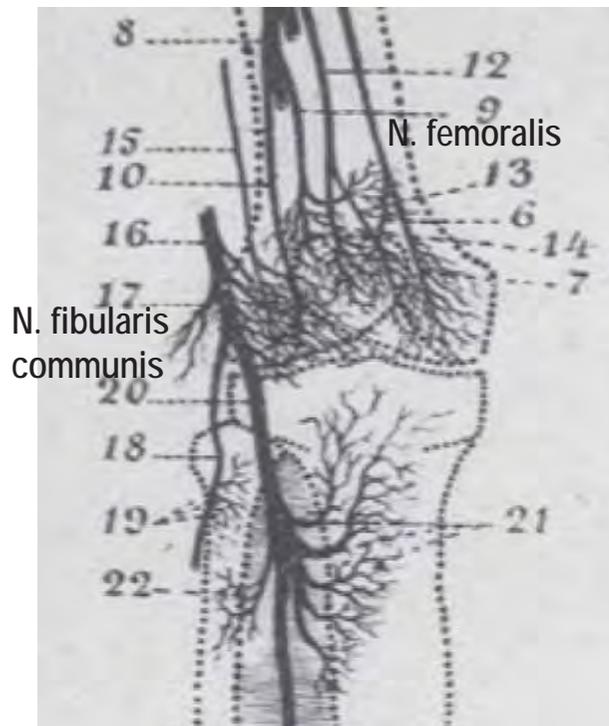
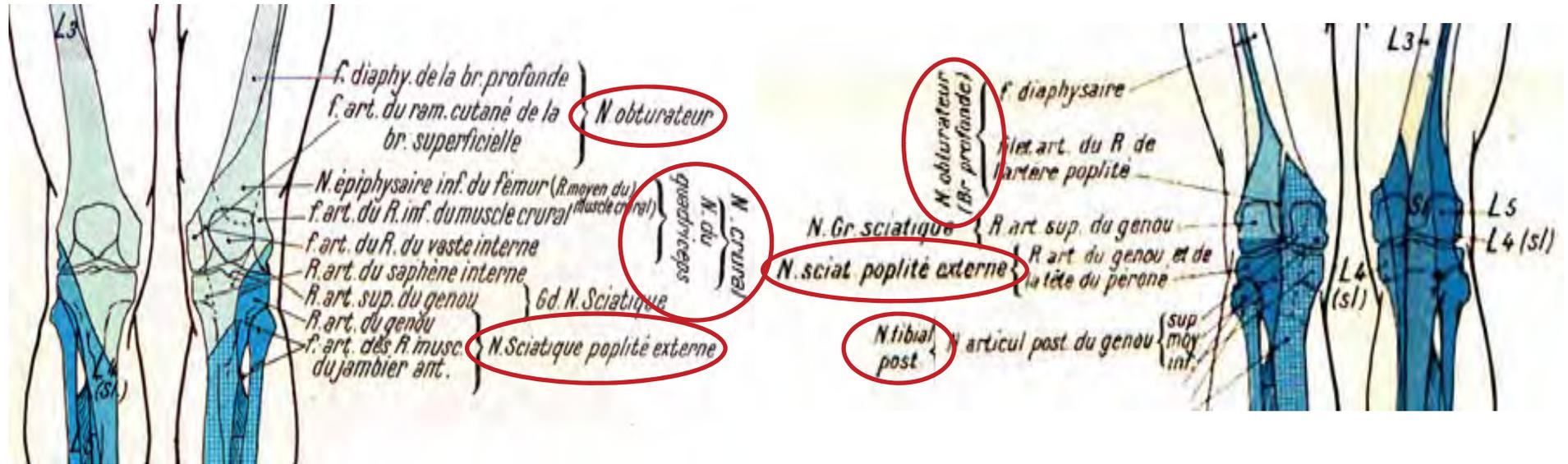
Bei Collum und Caput femoris Beitrag von N. gluteus inferior, hier auch sacrale Segmente beteiligt.

Im medialen Anteil Beteiligung des N. obturatorius an der Knochenversorgung, posterior N. ischiadicus, anterior N. femoralis.

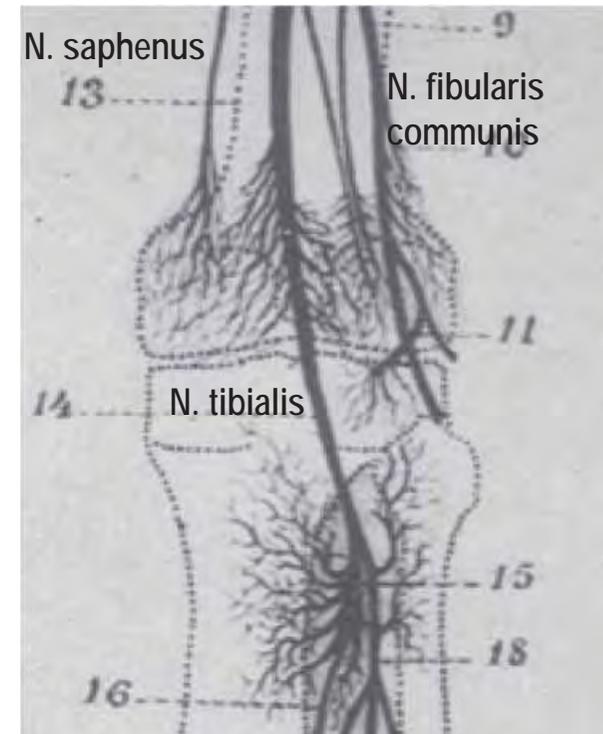
Deshalb relativ viele Segmente an Knocheninnervation des Femur beteiligt, L2 – S1 (evtl. S2).



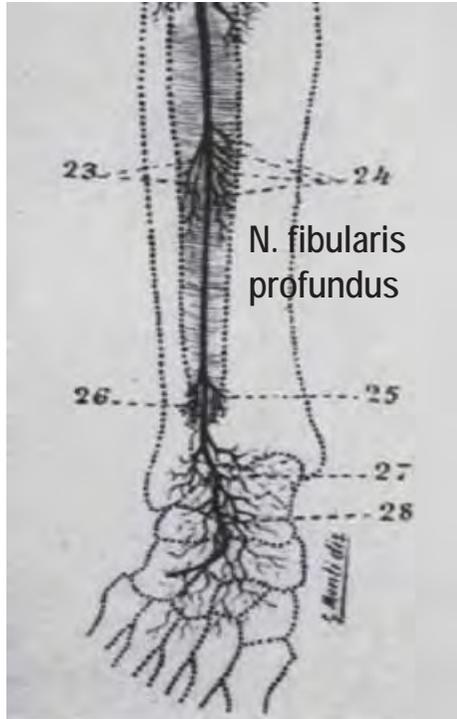
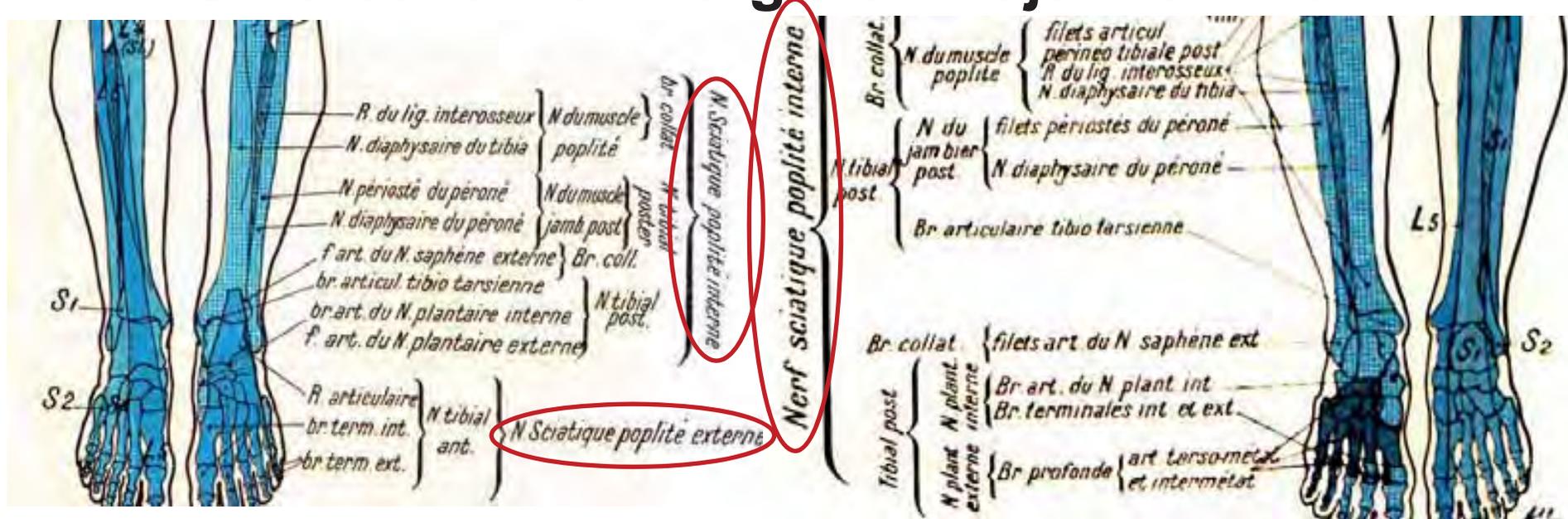
Knieregion: Vergleich Dejerine - Frank



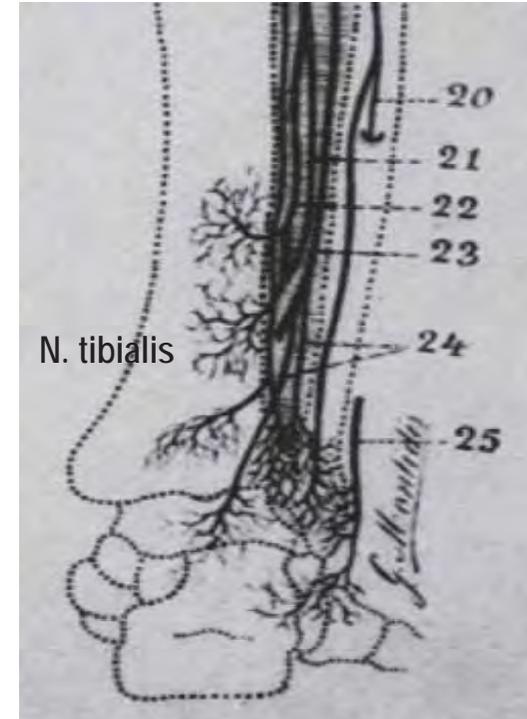
Anterior dominiert der N. femoralis incl. N. saphenus, medial bei Dejerine
 N. obturatorius, unterhalb des Gelenkspaltes lateral
 N. fibularis superficialis und profundus.
 Posterior N. ischiadicus und N. tibialis, lateral Anteil des N. fibularis communis, medial Beteiligung N. saphenus (aus N. femoralis)
 Segmente L3 – S1



Unterschenkel: Vergleich Dejerine - Frank



Vorderseite Tibia und Fibula:
 Dejerine N. tibialis (eher unwahrscheinlich), ebenso Malleolus lateralis durch N. tibialis vermutlich falsch,
 Frank jeweils N. fibularis profundus und superficialis,
 Rückseite beide N. tibialis.
 Fuss skelett dorsal beide N. fibularis profundus und superficialis,
 plantar N. tibialis.
 Am lateralen Fuss skelett vermutlich Beitrag des N. suralis.
 Segmente L5 – S2.



Zusammenfassung Innervation Beinskelett

Im Bereich des Caput und Collum femoris bzw. des Hüftgelenks sind vermutlich alle 3 Beinerven an der sensiblen Innervation des Knochens beteiligt.

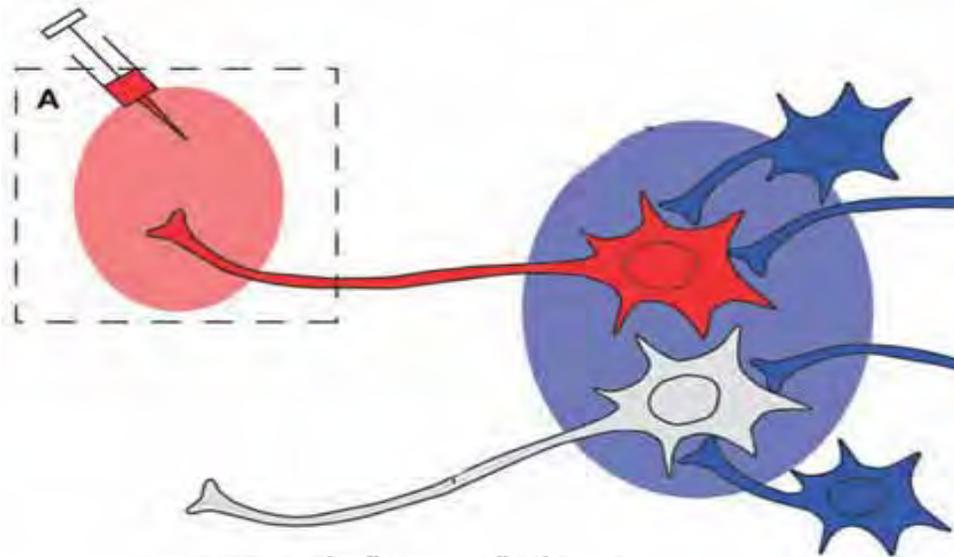
Segmentbeteiligung umfangreich, vermutlich L2 – S1.

Im Bereich des Femurschafts dominiert der N. femoralis, dorsal ist aber sicher der tibiale Anteil des N. ischiadicus beteiligt. Inwieweit der N. obturatorius sich an der Innervation des Femurschafts beteiligt, ist nicht sicher und möglicherweise auch variabel. Segmentbeteiligung vermutlich L3 – S1, L2 bei Beteiligung des N. obturatorius ebenfalls möglich.

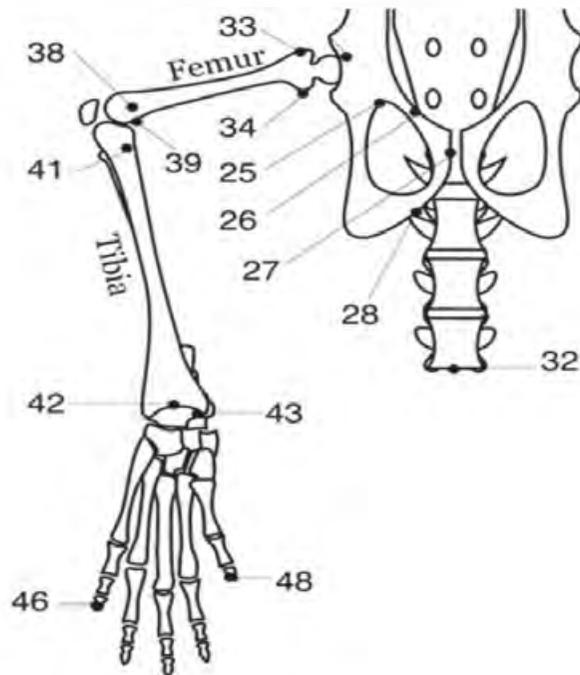
Im Bereich des Kniegelenks ebenfalls alle 3 Nerven beteiligt: N. femoralis dominiert, ist auch unterhalb des Gelenkspaltes via N. saphenus beteiligt. N. tibialis dorsal medial, N. fibularis communis dorsal lateral, N. obturatorius medial vermutlich ebenfalls beteiligt, Segmente vermutlich L3 – S1.

Unterschenkel und Fuss: ventrale Seite von Tibia und Fibula sowie Fussrücken: N. fibularis profundus (Tibia), und N. fibularis superficialis (Fibula), dorsaler Anteil und Fussohle: N. tibialis, Segmente L5-S2.

Die segmentale Knocheninnervation der unteren Extremität bei der Ratte



Darstellung der Nervenzellen, die eine Region versorgen, durch retrogrades Tracing



Injektionsstellen für die Darstellung der sensiblen Innervation des Beinskeletts bei der Ratte

Takahashi et al., J Pain. 11:652-662, 2010.

Die segmentale Knocheninnervation der unteren Extremität bei der Ratte: jede Injektionsstelle erzeugt Markierung in 2 – 4 Segmenten!

No	Bone	Site	n	neuron						L1	L2	L3	L4	L5	S1	S2			
					T9	T10	T11	T12	T13	L1	L2	L3	L4	L5	L6	S1	S2	S3	
22		Acetabulum	7	141	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.0	0.3	1.8	8.2	63.7	18.0	6.7	1.2	0.0	0.0	
23		Hip Joint, dorsal	6	174	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.0	0.0	0.4	7.5	41.4	47.8	2.6	0.2	0.0	0.0	
24		Hip Joint, ventral	6	85	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.0	3.0	15.4	61.5	16.6	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0	
33		Trochanter Major	5	175	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.6	5.7	18.8	60.2	13.1	1.7	0.0	0.0	n.e.	
34		Trochanter Minor	8	207	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	1.4	14.0	69.6	13.0	0.5	0.5	1.0	0.0	n.e.	
35		Shaft, rostral	12	172	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.6	2.6	50.3	44.4	1.9	0.1	0.0	0.0	n.e.	
36	Femur	Shaft, caudal	12	110	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.0	3.2	33.9	47.4	13.4	2.0	0.0	0.0	n.e.	
37		Lateral Condyle	6	241	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.0	0.9	44.9	50.4	3.7	0.0	0.0	0.0	n.e.	
38		Medial Condyle	6	113	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.0	4.9	84.5	9.3	1.3	0.0	0.0	0.0	n.e.	
39		Popliteal Fossa	6	166	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.0	1.8	41.1	35.7	16.7	4.8	0.0	0.0	n.e.	
40		Patella Tendon	5	180	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	8.3	17.8	42.2	31.7	0.0	0.0	0.0	0.0	n.e.	
41	Tibia	Medial Condyle	6	272	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.2	1.7	53.7	40.3	4.2	0.0	0.0	0.0	n.e.	
42		Ankle, dorsal side	6	169	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.0	0.6	14.6	77.2	7.0	0.6	0.0	0.0	n.e.	
43		Ankle, Tarsal Tunnel	6	526	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.2	0.4	41.5	37.1	15.2	5.7	0.0	0.0	n.e.	
44	Fibula	Head	5	218	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.0	1.3	38.0	54.6	6.0	0.0	0.0	0.0	n.e.	
45		Lateral Malleolus	4	800	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.0	0.0	1.0	19.3	69.5	10.1	0.0	0.0	0.0	
46	1st Toe	Distal Phalanx, dorsal	5	194	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.0	0.0	68.5	29.3	2.2	0.0	0.0	0.0	n.e.	
47		Distal Phalanx, ventral	5	240	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.0	0.0	16.5	75.3	8.2	0.0	0.0	0.0	n.e.	
48	5th Toe	Distal Phalanx, dorsal	6	164	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	85.4	4.3	0.0	0.0	n.e.	
49		Distal Phalanx, ventral	6	421	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	88.8	1.7	0.0	0.0	n.e.	

Zusammenfassung

Knochen werden durch ein dichtes Netzwerk von C-Fasern und Fasern des Sympatikus innerviert. Diese Fasern sind sicher für die Schmerzwahrnehmung im Knochen verantwortlich.

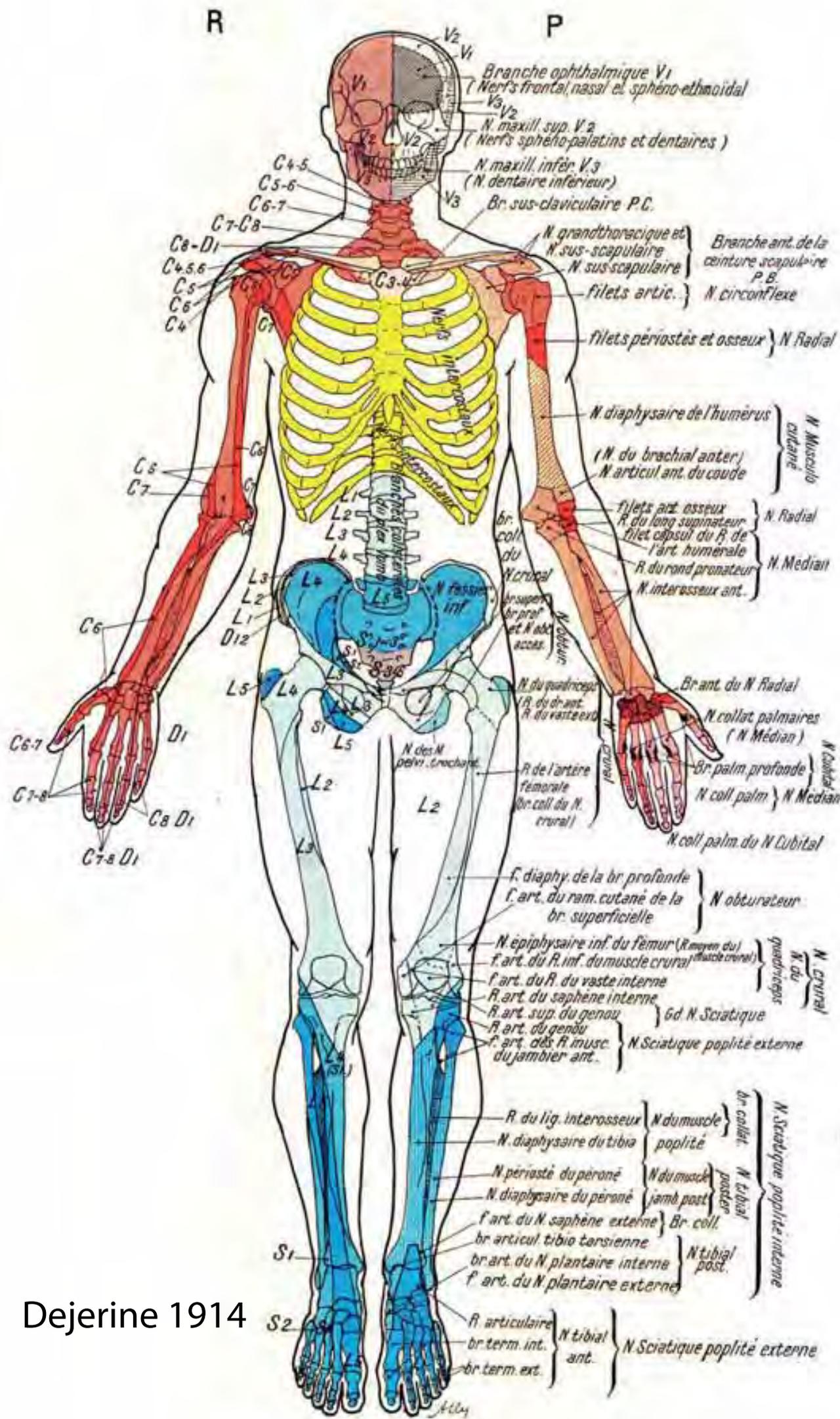
Leider sind im Moment keine neueren anatomischen oder physiologischen Studien zur Kartierung der peripheren Innervation der Knochen beim Menschen verfügbar. Fast alle Lehrbuchangaben beziehen sich auf die Angaben im Lehrbuch von Dejerine, das 1914 veröffentlicht wurde.

Auf der Grundlage der Dejerine Tafeln und gängigem Lehrbuchwissen lässt sich aber trotzdem ein brauchbares Konzept der peripheren Knocheninnervation entwickeln.

Da die Knochen in den Extremitäten meist zentral liegen, ist grundsätzlich mit der Innervation durch ventrale und dorsale (Bein), bzw. radiale und ulnare (Arm) Nerven zu rechnen, wodurch die mögliche Zahl der an der Innervation beteiligten Segmente relativ hoch ist.

Diese Unschärfe in der segmentalen Innervation wird verstärkt durch die grosse Ausbreitung einzelner Fasern innerhalb des Knochens, so dass die entsprechenden Innervationsgebiete stark überlappen.

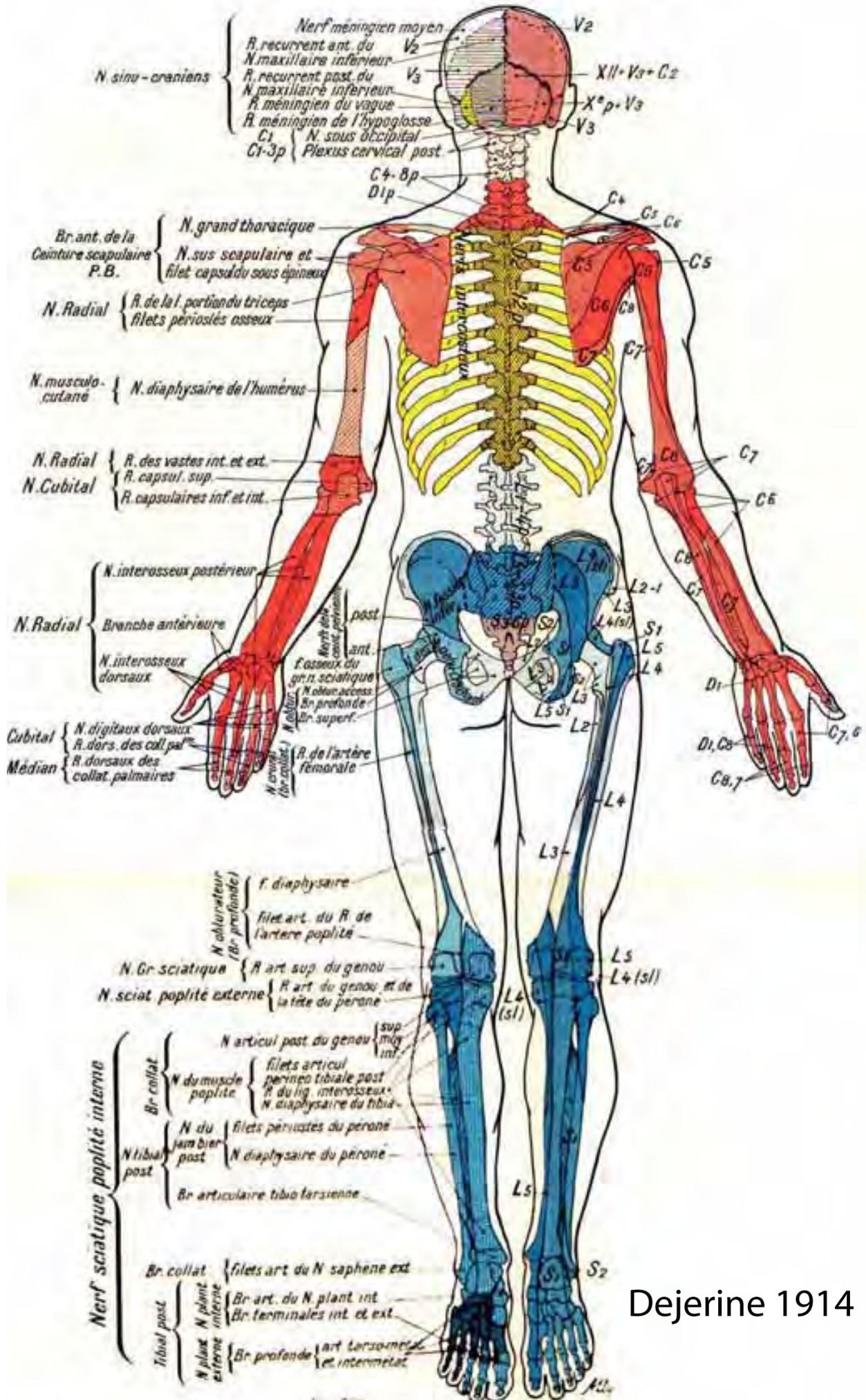
Wird in der Praxis eine Ausschaltung der Schmerzempfindung am Knochen durch Nerv-Blockaden oder Periduralanästhesie angestrebt, ist deshalb eine gewisse verbleibende Sensibilität durch benachbarte Segmente bzw. Nerven möglich.



Dejerine 1914

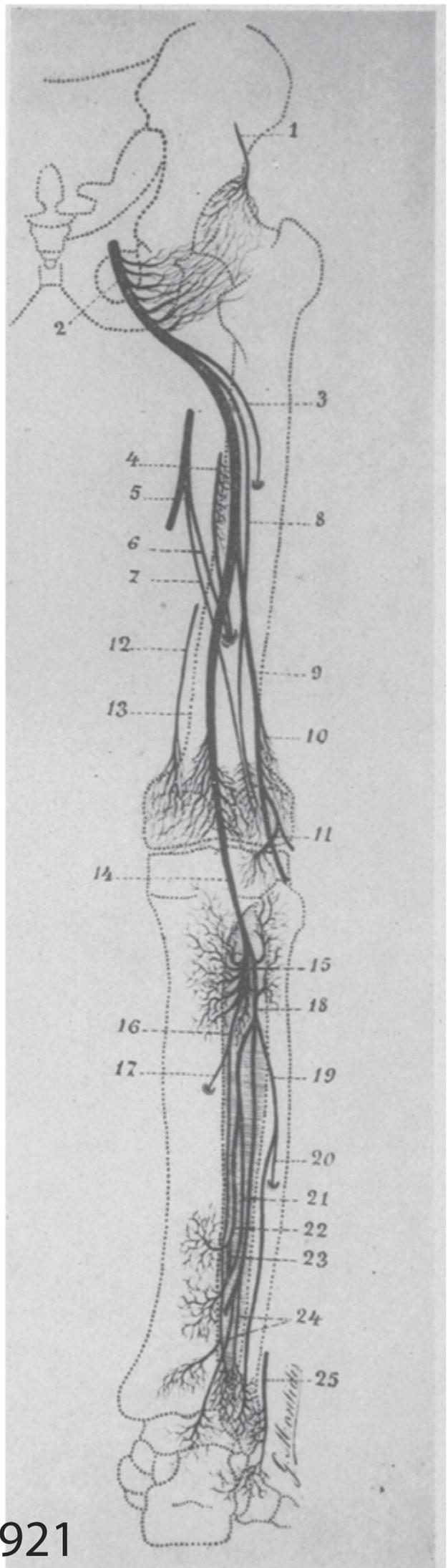
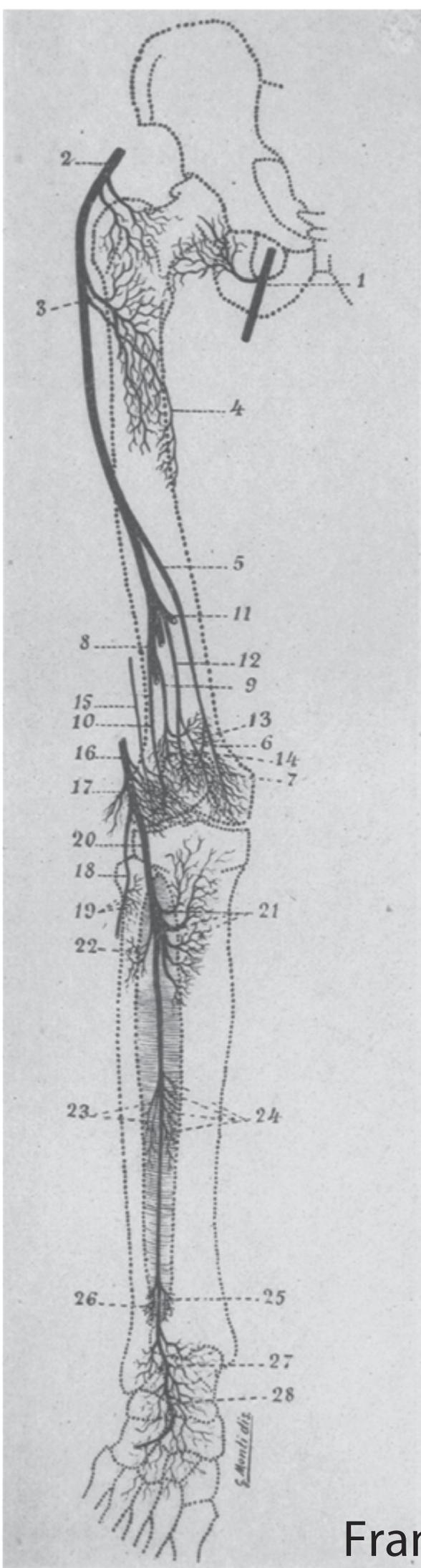
P

R



Dejerine 1914

Fig. 208.



Frank 1921

Tafel II.

Figur 3. Schema der Knochenperiostinnervation des unteren Gliedes. Facies anterior.

1 N. obturatorius et rami articulares coxae ant. mediales. — 2 N. femoralis et rami articulares, r. m. recti femoris, r. articul. coxae ant. laterales. — 3 N. epiphysarius femoris superior. — 4 N. arteriae femoralis proprius et ramuli periostei femoris superiores. — 5, 6, 7 N. saphenus et r. articul. genu ant. med. (7), et ramus patellaris (6). — 8 Ramus m. vasti intermedii. — 9 N. epiphysarius femoris inferior. — 10 R. articularis genu anterior intermedius, rami periostei patellae intermedii. — 11, 12 Ramus m. vasti medialis et r. articularis (genu) (Cruveilhier). — 13 Ramus articularis genu anterior medialis. — 14 Ramus periosteus patellae medialis. — 15 N. articularis genu superior et ramus articularis genu superior ant. lat., rr. periostei patellae inf. laterales. — 17 R. articularis genu inferior post. lat. — 18, 19 N. peroneus superficialis et rami periostei fibulae ant. superiores. — 20, 21 N. peroneus profundus et n. epiphysarius tibiae anterior. — 22 Id. et n. epiphysarius fibulae anterior. — 23, 24 Ramuli membranae interosae, ramuli periostei tibiae anteriores medii et ramuli periostei fibulae ant. medii. — 25, 26 Ramul. periostei tibiae ant. inf. et ramuli periostei fibulae ant. inferiores. — 27 Ramus articularis pedis ant. — 28 Nn. interossei pedis dorsales I—IV.

Figur 4. Schema der Knochenperiostinnervation des unteren Gliedes. Facies posterior.

1 N. glutaeus inferior et ramus articularis coxae posterior superior. — 2 N. ischiadicus et ramus articularis posterior inferior. — 3 N. diaphysarius femoris superior. — 4 Ramuli periostei fem. post. inferiores et n. diaphysarius femoris inferior, n. femoralis. — 5 N. obturatorius et r. m. adduct. magn. — 6 N. diaphysarius femoris inferior. — 7 Ramus articularis genu posterior lateralis. — 8 N. articul. genu superior et r. articul. sup. post. lateralis. — 9, 10 N. articularis genu inferior et ramus articul. inf. post. lateralis. — 11 Ramus articul. genu post. ad articul. tibio-fibul. proximalem, ramus periost. capituli fibulae post. (r. articul. genu inferior ant. lat. — sektioniert). — 12 N. saphenus et r. articul. genu post. medialis. — 13 N. tibialis (rr. articul. genu posteriores, rr. articul. sup. post. mediales, rr. articul. inf. post. mediales, plexus popliteus). — 14, 15 N. tibialis et r. m. poplitei cum n. ligamenti interossei; n. epiphysarius tibiae post. superior et n. epiphysarius fibulae post. superior. — 16 N. ligamenti interossei et rr. membranae interosae post. superiores; weiter unten rr. periostei tibiae post. inferiores et rr. articul. post. ad articul. tibio-fibularem distalem. — 17 N. diaphysarius tibiae. — 18 N. tibialis: oben r. m. poplitei cum ramulis periost. fibulae post. sup., welche zur Bildung des N. epiphysarius fibulae post. sup. beitragen; unten R. m. tibialis post. cum n. interosseo fibulae. — 19 N. interosseus fibulae (unterlassen weil unbeständig die Ramuli periostei fibul. post. sup.); weiter unten die Ramuli periostei fibul. inferiores posteriores et laterales. — 20 N. diaphysarius fibulae. — 21, 22 Ramus m. flex. digit. long. (21), R. m. tibialis postic. (22) cum ramulis periost. tibiae posterior. inferior. — 23 Ram. anastomoticus, r. m. tibialis post. cum r. m. plex. digit. long. — 24 Rami articulares pedis posteriores. — 25 N. suralis et rami articulares pedis laterales.

**Blockaden des distalen
N. ischiadicus und des N. saphenus
—
hat der Fussblock ausgedient?**

Daniel Borer

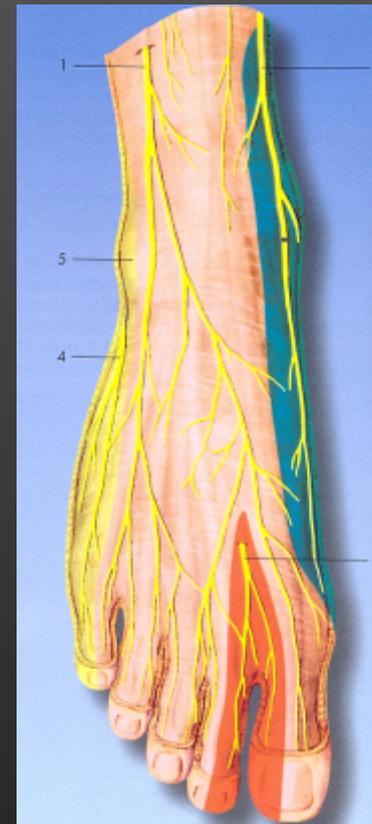
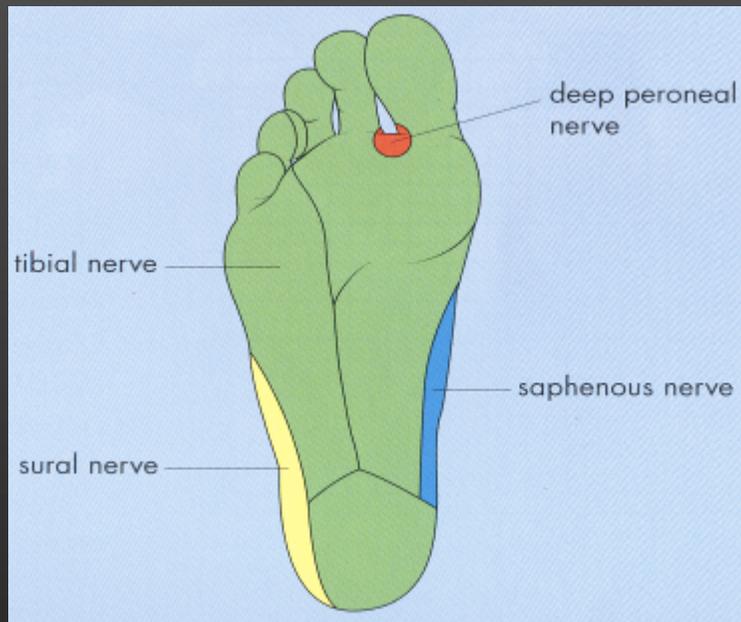


KANTONSSPITAL WINTERTHUR

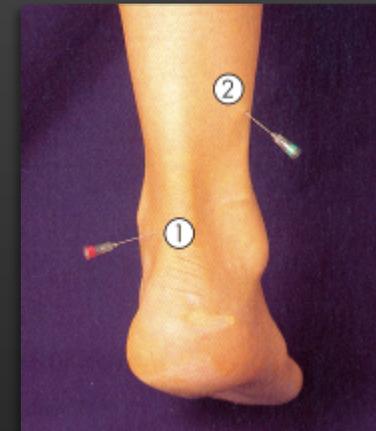
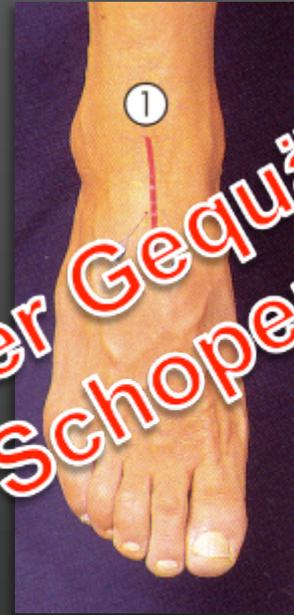
Unser Zielgebiet!



Unser Zielgebiet!



Fussblock Einschränkungen



**„Der Quäler und der Gequälte sind
eines.“ (Arthur Schopenhauer)**



Fussblock mit Ultraschall?

- alles ist möglich
- Wer hat diese Zeit?
- Welcher Patient will sich viermal stechen lassen?

ULTRASOUND ARTICLE

Ultrasound Does Not Improve the Success Rate of a Deep Peroneal Nerve Block at the Ankle

John G. Antonakakis, MD,* David C. Scalzo, MD,* Aric S. Jorgenson, MD,* Katie K. Figg, MD,* Paul Ting, MD,* Zhiyi Zuo, MD, PhD,* and Brian D. Sites, MD†

Background: The deep peroneal nerve is 1 of 5 nerves anesthetized when performing an ankle block. Multiple techniques of blocking the deep peroneal nerve have been described, but little evidence exists to delineate the efficacy of any one technique. We hypothesized that ultrasound would increase both the success rate and the quality of a deep peroneal nerve block at the ankle.

Methods: Eighteen healthy volunteers participated in this randomized, controlled, prospective study. Each subject was randomly assigned to receive an ultrasound-guided deep peroneal nerve block of either the right or the left ankle. The deep peroneal nerve on the opposite side was blocked using a conventional landmark technique. Subjects were blinded to the technique used. All blocks were performed with 5 mL of 3% 2-chloroprocaine. We evaluated both sensory and motor blocks at 10-min intervals for 60 mins.

Results: Blocks were maximal in both groups at 20 to 30 mins. There was a statistically significant difference in temperature sensation and motor function at 10 mins favoring the ultrasound group. There was no statistical difference in motor function, temperature, or pinprick sensation between 20 and 60 mins.

Conclusions: The use of ultrasound seems to improve the onset of deep peroneal nerve block at the ankle but does not improve the overall quality of the block.

(*Reg Anesth Pain Med* 2010;35: 217–221)

tibial artery where it divides into lateral and medial terminal branches. As it descends, the nerve is first lateral to the artery, then anterior, and finally lateral again at the ankle.⁶

There seems to be a paucity of data surrounding deep peroneal nerve blocks. An electronic MEDLINE search using the keywords “deep peroneal nerve” and “regional anesthesia” generated no references. Literature surrounding deep peroneal nerve blocks focuses primarily on techniques that use superficial landmarks.^{5,7}

In recent years, ultrasound technology has become popular among anesthesiologists for performing regional anesthesia. Our previous studies demonstrated that ultrasound improves the success rate for both sural and tibial nerve blocks at the ankle.^{8,9} Given the lack of evidence-based medicine surrounding deep peroneal nerve blocks, our primary objective was to compare a conventional, landmark-based technique to an image-based technique using high-frequency ultrasound. We hypothesized that ultrasound would increase both the success rate and the quality of a deep peroneal nerve block at the ankle.

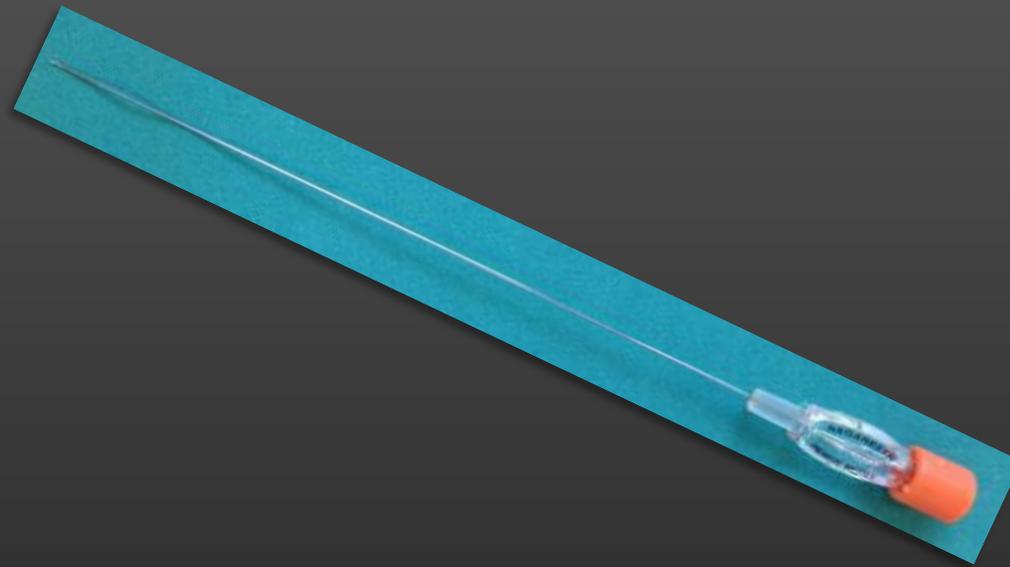
METHODS

The University of Virginia Institutional Review Board approved this randomized control trial involving 18 paid volunteers before enrollment. All subjects gave their written informed consent for participation in the study.

Fussblock ...Katheterverfahren?



Fussblock Alternativen



Poplitealblock

Poplitealblock

Punktionsgeschwindigkeit

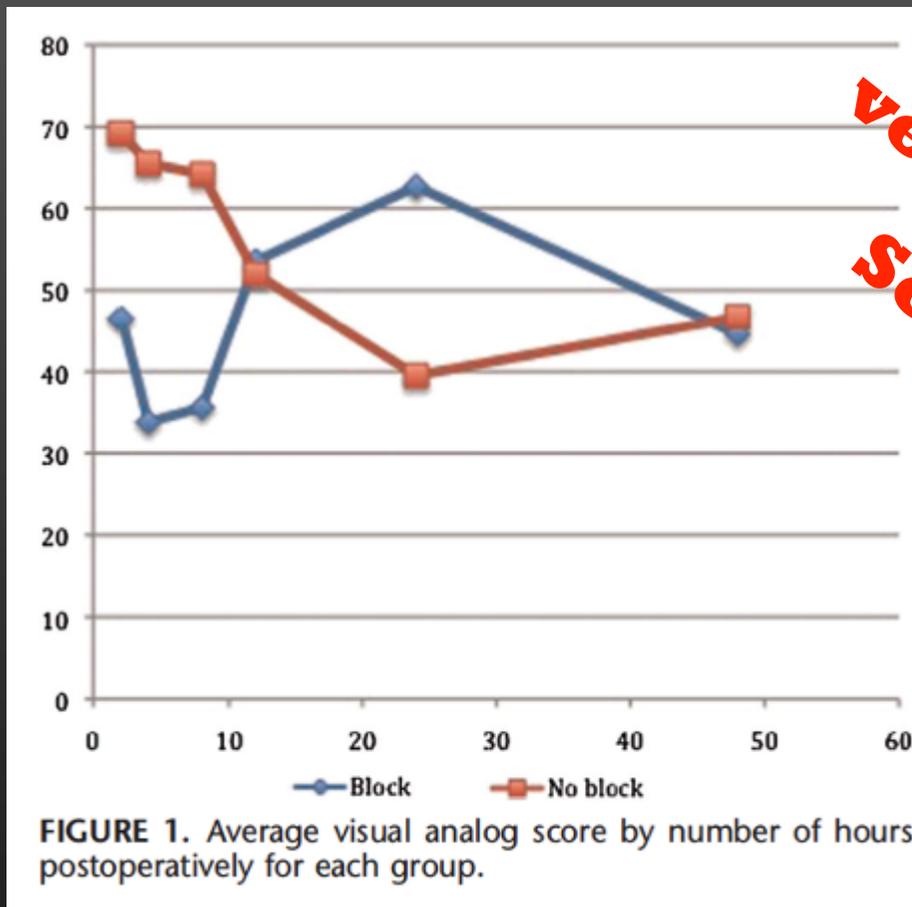
Ultrasound guided sciatic nerve block, in
comparison of the neurostimulation
during the popliteal sciatic nerve block:

a randomized clinical trial

(Yi et al, Beijing Jishuitan Hospital, China)

- Kein signifikanter Unterschied in der Punktionsgeschwindigkeit

Poplitealblock Analgesiequalität postoperativ



ORIGINAL ARTICLE
The Bovill Award Paper
2011 OTA Annual Meeting

Efficacy of Popliteal Block in Postoperative Pain Control After Ankle Fracture Fixation: A Prospective Randomized Study

Michael K. Goldstein, MD, MPH,* Nicole Montero, MD,* Sudheer K. Jain, MD,†
Kenneth A. Eggen, MD, and Nirmal C. Tejwani, MD*

Objectives: To compare postoperative pain control in patients who are surgically fixed for ankle fractures with popliteal blocks with those who received general anesthesia (GETA).

Design: Institutional review Board approved prospective randomized study.

Setting: Metropolitan orthopedic referral center.

Patients: All patients between ages 18 and 75 with open reduction internal fixation for ankle fractures who met inclusion criteria and consented to participate were enrolled.

Interventions: Patients were randomized to receive either general anesthesia (GETA) or intravenous sedation and popliteal block.

Main Outcome Measures: Patients were assessed for duration of procedure, total time in the operating room, and postoperative pain at 2, 4, 8, 12, 24, and 48 hours after surgery using a visual analog scale.

Results: Fifty-one patients were enrolled to participate in the study. Twenty-five patients received popliteal block, while 26 patients received GETA. There were no anesthesia-related complications. At 2, 4, and 8 hours postoperatively, patients who underwent GETA demonstrated significantly higher pain. At 12 hours, there was no significant difference between the 2 groups with respect to pain control. However, by 24 hours, those who had received popliteal blocks had significantly higher pain with no difference between the 2 groups.

Conclusions: Popliteal block provides equivalent postoperative pain control to general anesthesia alone in patients undergoing open reduction and internal fixation of ankle fractures. However, patients who receive popliteal blocks do experience a significant increase in pain between 12 and 24 hours. Recognition of this "rebound pain" with early intravenous analgesia may allow patients to have more effective postoperative pain control.

Level of Evidence: Therapeutic Level II. See Instructions for Authors for a complete description of levels of evidence.

Key Words: popliteal block, ankle fracture, postoperative pain control, regional anesthesia

J Orthop Trauma 2012;26:557-561

INTRODUCTION

Postoperative pain management after ankle fracture fixation can be a considerable problem for both the patient and the surgeon. Surgical pain takes place under general anesthesia, and postoperative pain is most often managed with narcotics. In some cases, this procedure requires overnight hospitalization.¹ The associated side effects of narcotics, including nausea and drowsiness, and the increase in costs associated with prolonged hospitalization encourages those caring for patients to find more effective ways to control postoperative pain. Previous work investigating the efficacy of regional anesthesia in the upper and lower extremity has shown that regional anesthesia can be associated with both decreased postoperative narcotic use and decreased time to discharge.²⁻¹¹ Regional blocks for operative shoulder¹⁰ and foot¹¹ surgery¹²⁻¹⁷ have been found to be effective alternatives to general endotracheal anesthesia. The efficacy of regional

Single shot Poplitealblock versus konventionelle Poplitealblock mit Bupivacain 0.25% / 30ml
Schmerztherapie

Kontinuierliche Poplitealblockade Ultraschall versus Nervenstimulation

- signifikant höhere Treffererfolgsquote mit US (94% vs 79%)
- signifikant weniger Maximalschmerzen im Ischiadicusgebiet gegenüber Saphenusgebiet mit US (16% vs 44%)

ULTRASOUND ARTICLE

Ultrasound Guidance Improves a Continuous Popliteal Sciatic Nerve Block When Compared With Nerve Stimulation

Thomas F. Bendtsen, MD, PhD,* Thomas D. Nielsen, MD,* Klaus V. Rohde, MD,* Kristian Kibak, MD,† and Frank Linde, MD, DMSc†

Background and Objectives: Continuous sciatic nerve blockade at the popliteal level effectively alleviates postoperative pain after major foot and ankle surgery. No randomized controlled trials have previously compared the success rate of continuous sciatic nerve sensory blockade between ultrasound and nerve stimulation guidance. In the current study, we tested the hypothesis that ultrasound-guided catheter placement improves the success rate of continuous sciatic nerve sensory blockade compared with catheter placement with nerve stimulation guidance.

Methods: After research ethics committee approval and informed consent, 100 patients scheduled for elective major foot and ankle surgery were randomly allocated to popliteal catheter placement either with ultrasound or nerve stimulation guidance. The primary outcome was the success rate of sensory block the first 48 postoperative hours. Successful sensory blockade was defined as sensory loss in both the tibial and common peroneal nerve territories at 1, 6, 24, and 48 hrs postoperatively.

Results: The ultrasound group had significantly higher success rate of sensory block compared with the nerve stimulation group (94% versus 79%, $P = 0.03$). Ultrasound compared with nerve stimulation guidance also entails reduced morphine consumption (median of 18 mg [range, 0–159 mg] versus 34 mg [range, 0–152 mg], respectively, $P = 0.02$), fewer needle passes (median of 1 [range, 1–6] versus 2 [range, 1–10], respectively, $P = 0.0005$), and greater patient satisfaction (median numeric rating scale 9 [range, 5–10] versus 8 [range, 3–10] respectively, $P = 0.0006$) during catheter placement.

Conclusion: Ultrasound guidance used for sciatic catheter placement improves the success rate of sensory block, number of needle passes, patient satisfaction during catheter placement, and morphine consumption compared with nerve stimulation guidance.

(*Reg Anesth Pain Med* 2011;36: 181–184)

of postoperative posterior popliteal continuous sciatic nerve sensory blockade; however, this has not been clearly established. Mariano et al² found a catheter placement SR of 100% for ultrasound guidance and 80% for nerve stimulation guidance but did not estimate the sensory blockade. For a continuous popliteal sciatic block, ultrasound guidance has not been compared with nerve stimulation in the placement of nonstimulating catheters. In the present study, we tested the hypothesis that ultrasound guidance improves the SR of postoperative posterior popliteal continuous sciatic nerve sensory blockade compared with the electrical nerve stimulation guidance using nonstimulating catheters.

METHODS

The Central Denmark Region Committee on Biomedical Research Ethics approved the protocol of this study (identifier 20070079), and it was registered in the Clinical Trials Database (<http://clinicaltrials.gov>; identifier NCT00497276). After written informed consent, 100 patients scheduled for elective major foot or ankle surgery (calcaneal osteotomy, subtalar arthrodesis, total ankle replacement, or open ankle arthrodesis) were included in the study. Inclusion criteria were minimum age of 18 years and American Society of Anesthesiologists (ASA) classification I to III. Exclusion criteria were neuropathy of the sciatic or femoral nerves, impaired sensory or motor function of the lower extremities, diabetic neuropathy, Charcot-Marie-Tooth disease, local infection in the popliteal fossa, systemic infection, coagulopathy, significant peripheral vascular disease, allergy to local anesthetics, inability to comprehend the numeric rating scale (NRS), communicative disability, dementia, body mass index (BMI) greater than 35 kg/m², and need for bilateral surgery.

Ambulante Chirurgie

Stellenwert des Poplitealblocks

cellent patient satisfaction.
Popliteal fossa block provides analgesia advantages
over both ankle block and wound infiltration after foot
surgery. McLeod et al. (74) randomized patients hav-
ing GA to a popliteal fossa block or an ankle block

REVIEW ARTICLE

Peripheral Nerve Block Techniques for Ambulatory Surgery

Stephen M. Klein, MD, Holly Evans, MD, FRCP(C), Karen C. Nielsen, MD,
Marcy S. Tucker, MD, PhD, David S. Warner, MD, and Susan M. Steele, MD

Division of Ambulatory Anesthesia, Department of Anesthesiology, Duke University Medical Center, Durham,
North Carolina

Peripheral nerve blocks (PNBs) have an increasingly important role in ambulatory anesthesia and have many characteristics of the ideal outpatient anesthetic: surgical anesthesia, prolonged postoperative analgesia, and facilitated discharge. Critically evaluating the potential benefits and supporting evidence is essential to appropriate technique selection. When PNBs are used for upper extremity procedures, there is consistent opioid sparing and fewer treatment-related side effects when compared with general anesthesia. This has been demonstrated in the immediate perioperative period but has not been extensively investigated after discharge. Lower extremity PNBs are particularly useful for procedures resulting in greater tissue trauma when the benefits of dense analgesia appear to be magnified, as evidenced by less hospital readmission. The majority of current studies do not support the concept that a patient will have difficulty coping with pain when their

block resolves at home. Initial investigations of outpatient continuous peripheral nerve blocks demonstrate analgesic potential beyond that obtained with single-injection blocks and offer promise for extending the duration of postoperative analgesia. The encouraging results of these studies will have to be balanced with the resources needed to safely manage catheters at home. Despite supportive data for ambulatory PNBs, most studies have been either case series or relatively small prospective trials, with a narrow focus on analgesia, opioids, and immediate side effects. Ultimately, having larger prospective data with a broader focus on outcome benefits would be more persuasive for anesthesiologists to perform procedures that are still viewed by many as technically challenging.

(Anesth Analg 2005;101:1663-76)

As ambulatory surgery continues to grow in scope, more invasive and painful surgeries are being performed. These include procedures such as shoulder arthroplasty, multi-ligament knee reconstruction, and ankle arthrodesis. The challenge for ambulatory anesthesiologists is to provide anesthesia that achieves home readiness within hours of surgery concurrent with prolonged postoperative an-

Peripheral nerve blocks (PNBs) possess many characteristics of the ideal outpatient anesthetic. They provide site-specific surgical anesthesia and minimize the need for general anesthesia (GA). By providing dense analgesia, opioid requirements are reduced, as are opioid-related side effects. A comfortable, symptom-free patient can be discharged home in a timely fashion. As part of a multimodal approach to postopera-

Zu guter Letzt

- Der Poplitealblock
 - ist nach kurzer Lernkurve ultraschallgestützt schnell durchführbar
 - hat eine hohe Erfolgsquote (94%)
 - führt als Single-shot nach 8 Stunden zu relevanten Rebound-schmerzen
 - ist mit ultraschallgesteuerter Kathetereinlage effektiver in der Analgesie als mit Nervenstimulation
 - ist mit ultraschallgesteuerter Punktion billiger als mit NS-gesteuerter

Ultraschall in der Regionalanästhesie

Ökonomische Überlegungen

www.medscape.com

Cost-effectiveness of Ultrasound vs Nerve Stimulation Guidance for Continuous Sciatic Nerve Block

L. Ehlers, J. M. Jensen, T. F. Bendtsen |
Br J Anaesth. 2012;109(5):804-808.

Abstract and Introduction

Abstract

Background This study assessed the cost-effectiveness of ultrasound (US) vs nerve stimulation (NS) guidance for continuous sciatic nerve block in Danish elective patients undergoing major foot and ankle surgery.

Methods A cost-effectiveness analysis was conducted alongside a randomized controlled trial. A total of 100 consecutive patients were randomly assigned to either traditional electrical NS or US technique for catheter insertion guidance. Information on effects and costs were collected prospectively. An incremental cost-effectiveness ratio (ICER) was calculated as the extra cost per extra successful nerve block. The robustness of the ICER was investigated using 4000 non-parametric bias-corrected bootstrap replicates to calculate the likelihood that US leads to better effect and lower costs compared with NS guidance.

Results The mean ICER was negative, indicating that US was a dominating technology providing both higher quality and lower costs. The likelihood of US being more effective and cheaper than NS was estimated to 84.7%.

Conclusions In this trial, US was cost-effective. Assuming that the results are fairly generalizable, US should be the preferred catheter insertion technique in larger anaesthesia departments.

Clinical Trials Database number: NCT00497278



Abstecher ICER

Definition

- **Incremental cost-effectiveness ratio**
- Gesundheitsökonomisches Mass zur Berechnung des Mehrpreises zur Erlangung eines zusätzlichen Therapieeffekts
- $ICER = (C1 - C2) / (E1 - E2)$

Cost-effectiveness of Ultrasound vs Nerve Stimulation Guidance for Continuous Sciatic Nerve Block

L. Ehlers, J. M. Jensen, T. F. Bendtsen |
Br J Anaesth. 2012;109(5):804-808.



- Einschlusskriterien
 - Elektive, grosse Fuss- oder Fussgelekschirurgie
 - Alter über 18 Jahre
 - ASA I bis III

Cost-effectiveness of Ultrasound vs Nerve Stimulation Guidance for Continuous Sciatic Nerve Block

L. Ehlers, J. M. Jensen, T. F. Bendtsen |
Br J Anaesth. 2012;109(5):804-808.



■ Ausschlusskriterien

- Neuropathie der Nn. femoralis und ischiadicus
- Eingeschränkte sensorische oder motorische Funktion der unteren Extremität
- Diabetische Polyneuropathie
- Charcot-Marie-Tooth Erkrankung
- Lokale Infektion in der Fossa poplitea
- Systemischer Infekt
- Signifikante vaskuläre Erkrankung
- Allergie auf Lokalanästhetika
- Nicht begreifen der NRS
- Kommunikative Einschränkung
- Demenz
- BMI über 35
- Beidseitige Operation

Cost-effectiveness of Ultrasound vs Nerve Stimulation Guidance for Continuous Sciatic Nerve Block

L. Ehlers, J. M. Jensen, T. F. Bendtsen |
Br J Anaesth. 2012;109(5):804-808.



- Methodik
 - Studiendauer
 - Mai 2007 bis September 2009
 - mittels Computerprogramm randomisiert
 - Die Katheterisierungszeit und die postoperative Überwachung wurde von unabhängigen Beobachtern übernommen.

Cost-effectiveness of Ultrasound vs Nerve Stimulation Guidance for Continuous Sciatic Nerve Block

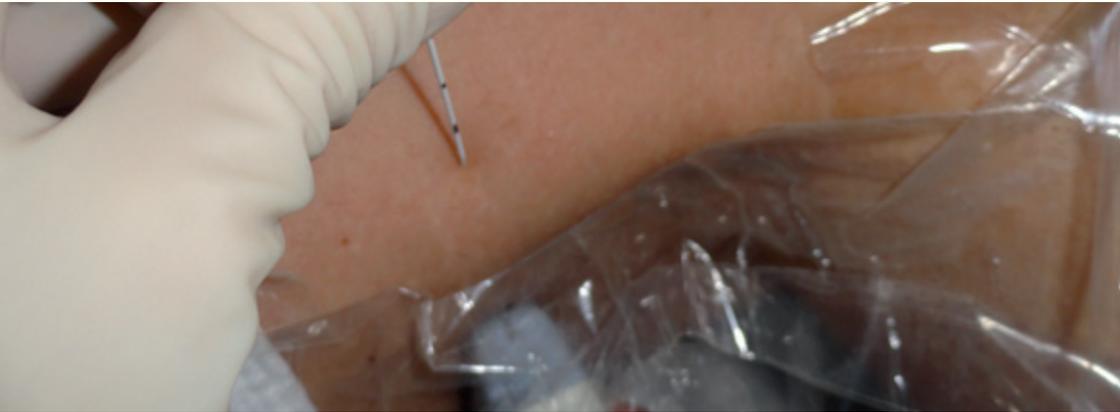
L. Ehlers, J. M. Jensen, T. F. Bendtsen |
Br J Anaesth. 2012;109(5):804-808.



- Punktion
 - Nervenstimulator
 - Loco classico
 - Ultraschall
 - auf Höhe Bifurkation

INSTITUT FÜR ANÄSTHESIOLOGIE UND SCHMERZTHERAPIE

Symposium Regionalanästhesie



Dienstag, 5. Februar 2013

16.15–20.00 Uhr

Kantonsspital Winterthur, Aula U1

KSW

KANTONSSPITAL WINTERTHUR

Liebe Kolleginnen, liebe Kollegen

Die Regionalanästhesie ist im Wandel! Noch vor kurzer Zeit als Spielerei belächelt, ist die ultraschallgesteuerte Punktionstechnik zur Standardmethode avanciert.

Auch ursprünglich komplexe Nervenblockaden werden plötzlich leicht und sicher durchführbar, erhöhen den Patientenkomfort relevant und sind zeitsparend. Wir werden Ihnen anhand von Blockaden der unteren Extremität unsere Erfahrungen aus dem KSW mitteilen.

Die Trefferquote in der Regionalanästhesie konnte am KSW durch den Einsatz des Ultraschalls stark gesteigert werden. Trotzdem kommt es gelegentlich zu Regionalanästhesie-Wirkversagen. Gerade bei Nervenblockaden vor Manipulationen an ossären Strukturen mangelt es manchmal an exaktem Grundlagenwissen. Professor Kapfhammer vom Anatomischen Institut Basel wird uns diesbezüglich ein Update geben. Und schliesslich wäre es doch attraktiv, postoperativ auf einen Katheter zur kontinuierlichen Nervenblockade verzichten zu können. Dr. Aguirre wird uns die aktuellen Möglichkeiten und Ansätze aufzeigen.

Wir freuen uns zusammen mit den Referenten, Sie zu unserem Symposium einladen zu dürfen.

Freundliche Grüsse

PD Dr. med. Michael Ganter
Direktor
Institut für Anästhesiologie
und Schmerztherapie
Kantonsspital Winterthur

Dr. med. Daniel Borer
Leitender Arzt
Institut für Anästhesiologie
und Schmerztherapie
Kantonsspital Winterthur

Referenten

Dr. med. M.Sc. José Aguirre
Oberarzt Anästhesie, Uniklinik Balgrist

Dr. med. Daniel Borer
Leitender Arzt Institut für Anästhesiologie und
Schmerztherapie, Kantonsspital Winterthur

Dr. med. Andreas Bürgi
Oberarzt Institut für Anästhesiologie und
Schmerztherapie, Kantonsspital Winterthur

PD Dr. med. Michael Ganter
Direktor Institut für Anästhesiologie und
Schmerztherapie, Kantonsspital Winterthur

Prof. Dr. med. Josef Kapfhammer
Anatomisches Institut Basel
Departement Biomedizin

Symposium Regionalanästhesie

Datum **Dienstag, 5. Februar 2013**
Ort **Kantonsspital Winterthur, Aula U1**
Zeit **16.15 bis 20.00 Uhr**

16.15–16.20 Uhr **Eröffnung des Symposiums**
PD Dr. med. Michael Ganter

16.20–17.05 Uhr **Adjuvantien zum Lokalanästhetikum –
braucht es noch einen peripheren Schmerzkatheter?**
Dr. med. M.Sc. José Aguirre

17.05–17.50 Uhr **Dermatome, Myotome, Sklerotome – Anmerkungen
zur sensiblen Innervation des Extremitätenskeletts,
insbesondere der unteren Extremität**
Prof. Dr. med. Josef Kapfhammer

17.50–18.20 Uhr **Pause mit Apéro**

18.20–19.05 Uhr **Blockaden des distalen N. ischiadicus und des
N. saphenus – hat der Fussblock ausgedient?**
Dr. med. Daniel Borer

19.05–19.50 Uhr **Periphere Nervenblockaden der unteren Extremität –
die Erfahrungen am Kantonsspital Winterthur**
Dr. med. Andreas Bürgi

19.50–20.00 Uhr **Diskussion**

KANTONSPITAL WINTERTHUR

Brauerstrasse 15
Postfach 834
CH-8401 Winterthur
Tel. 052 266 21 21
www.ksw.ch

Kontakt

Institut für Anästhesiologie und Schmerztherapie

Organisation

Dr. med. Daniel Borer

Leitender Arzt

PD Dr. med. Michael Ganter

Direktor

Information und Anmeldung

Regina Broger

Chefsekretariat

Tel. 052 266 27 92

Anmeldung bis spätestens 3. Februar 2013
an anaesthesiologie@ksw.ch

Weitere Symposien

am Institut für Anästhesiologie
und Schmerztherapie



Dienstag, 11. Juni 2013

16.15–20.00 Uhr

Symposium Geburtshilfliche Anästhesie

Dienstag, 22. Oktober 2013

16.15–20.00 Uhr

Symposium Gesundheitsökonomie

The logo for Kantonsspital Winterthur, consisting of the letters "KSW" in a stylized, white, outlined font.

KANTONSSPITAL WINTERTHUR