

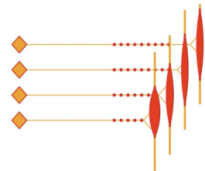
Was kann die Nervenphonographie?

PD Dr. Philip J. Broser
Leitender Arzt

Leiter Kommission pädiatrische Neurophysiologie der DGKN



Referenzzentrum für seltene
neuromuskuläre Krankheiten
Ostschweizer Kinderspital

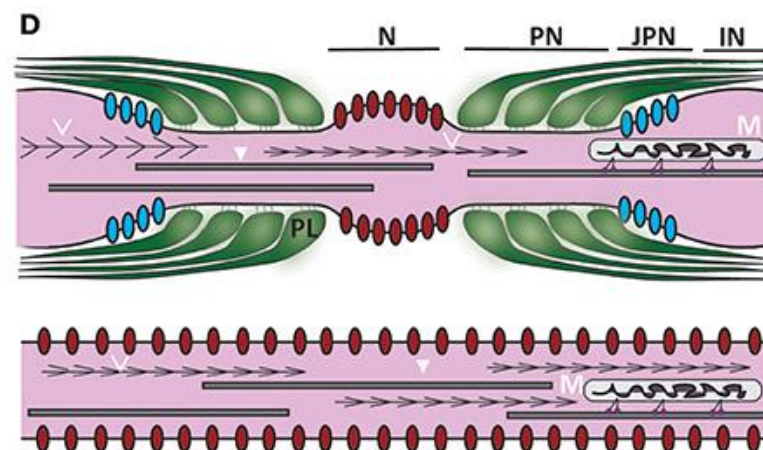
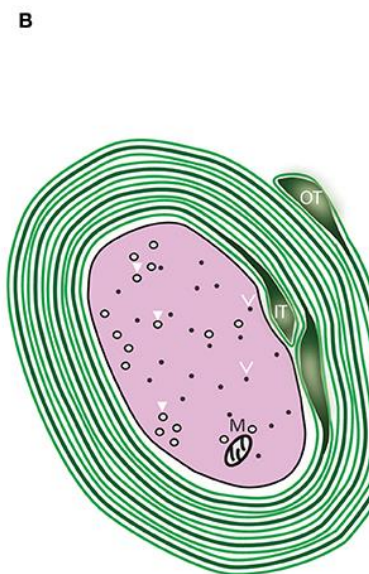
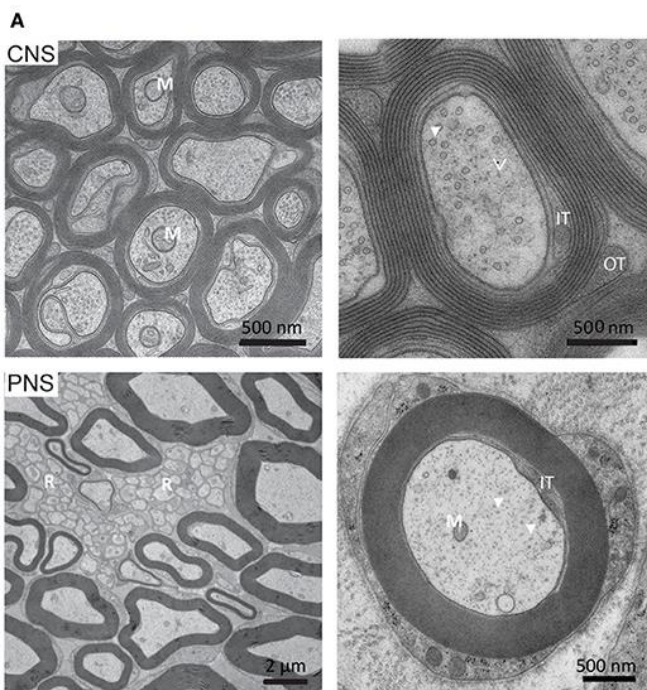


Inhalt

- Entwicklung des peripheren Nervensystems
- Traumatische Neuropathien
- Hereditäre Neuropathien
- Entzündliche Neuropathien
- Diskussion

Entwicklung des peripheren Nervensystems

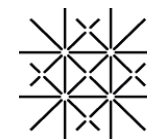
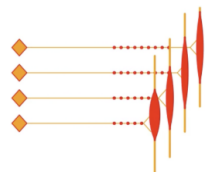




Stassart RM, Möbius W, Nave KA, Edgar JM. The Axon-Myelin Unit in Development and Degenerative Disease. *Front Neurosci.* 2018 Jul 11;12:467. doi: 10.3389/fnins.2018.00467. PMID: 30050403; PMCID: PMC6050401.

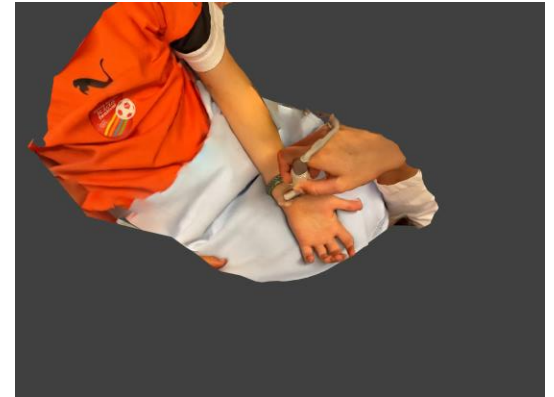
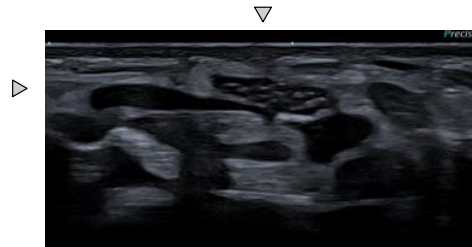
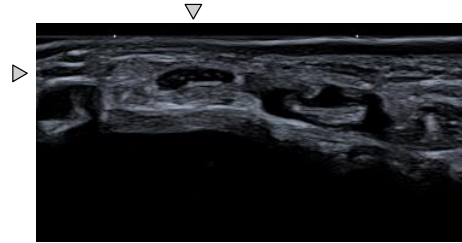


Referenzzentrum für seltene
neuromuskuläre Krankheiten
Ostschweizer Kinderspital



Universität
Basel

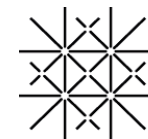
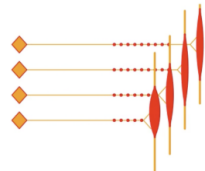
US N. Medianus – Wrist



Carole Jenny, Jürg Lütchg, Philip J. Broser
European Journal Neuropediatrics, 2020



Referenzzentrum für seltene
neuromuskuläre Krankheiten
Ostschweizer Kinderspital

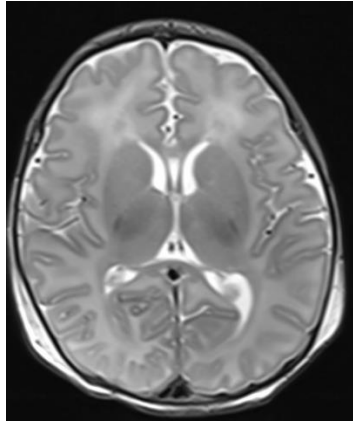


Universität
Basel

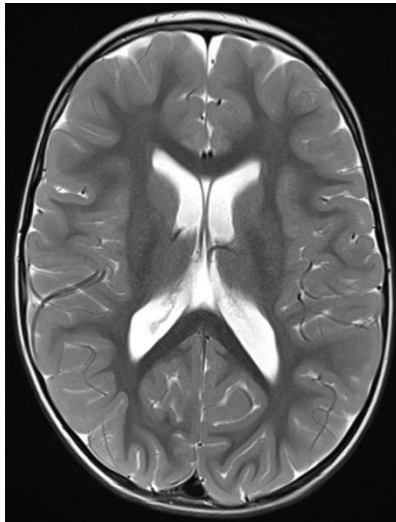
Development of the central and peripheral nervous system

T2 MR-Image

0d

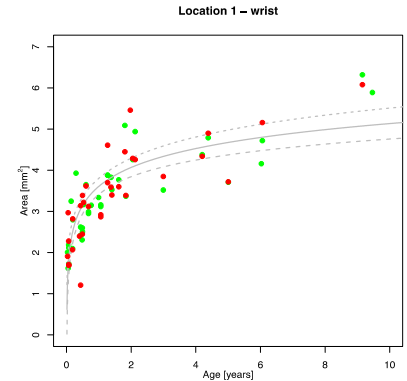
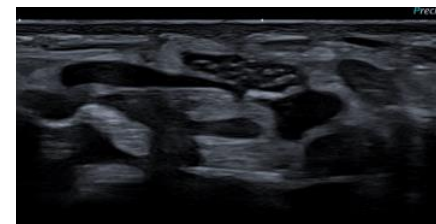
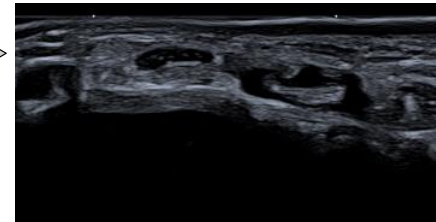


2y



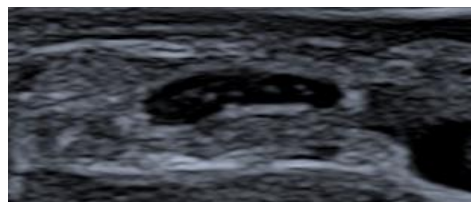
Neuropädiatrie / Dr. med. Dr. rer. nat. P. J. Broser
07.08.2025 / 6

US of the median nerve (wrist)



Carole Jenny, Jürg Lütshg, Philip J. Broser
European Journal Neuropediatrics, 2020

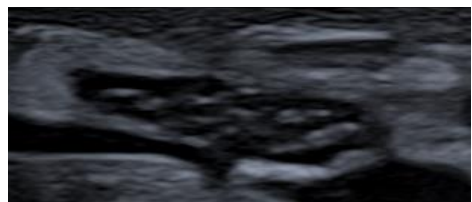
Maturation of the median n. during the first years of life



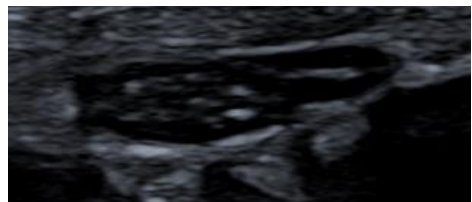
d26, 2.12mm²



d159, 2.62mm²

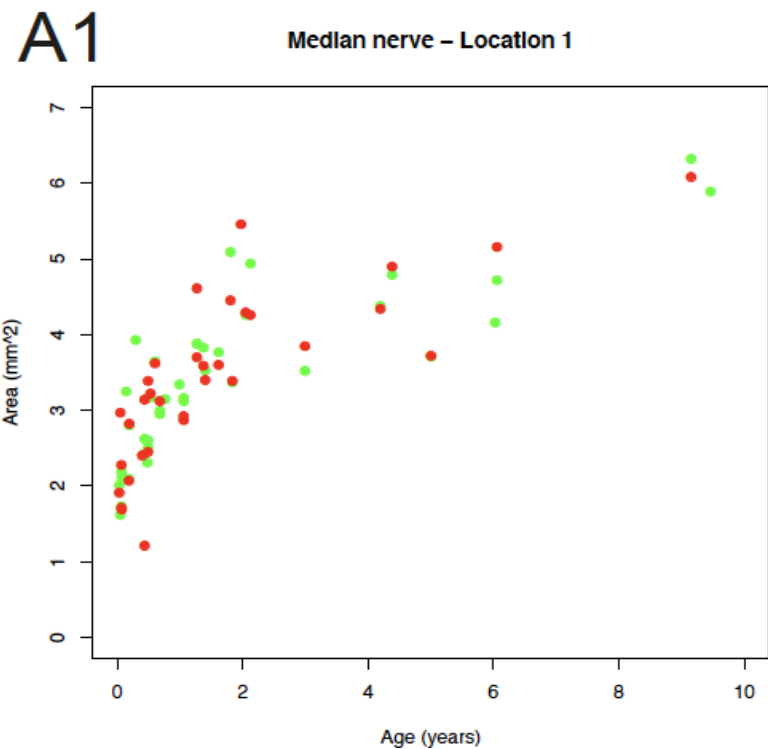


d775, 4.94mm²



d3454, 5.89mm²

2.5mm

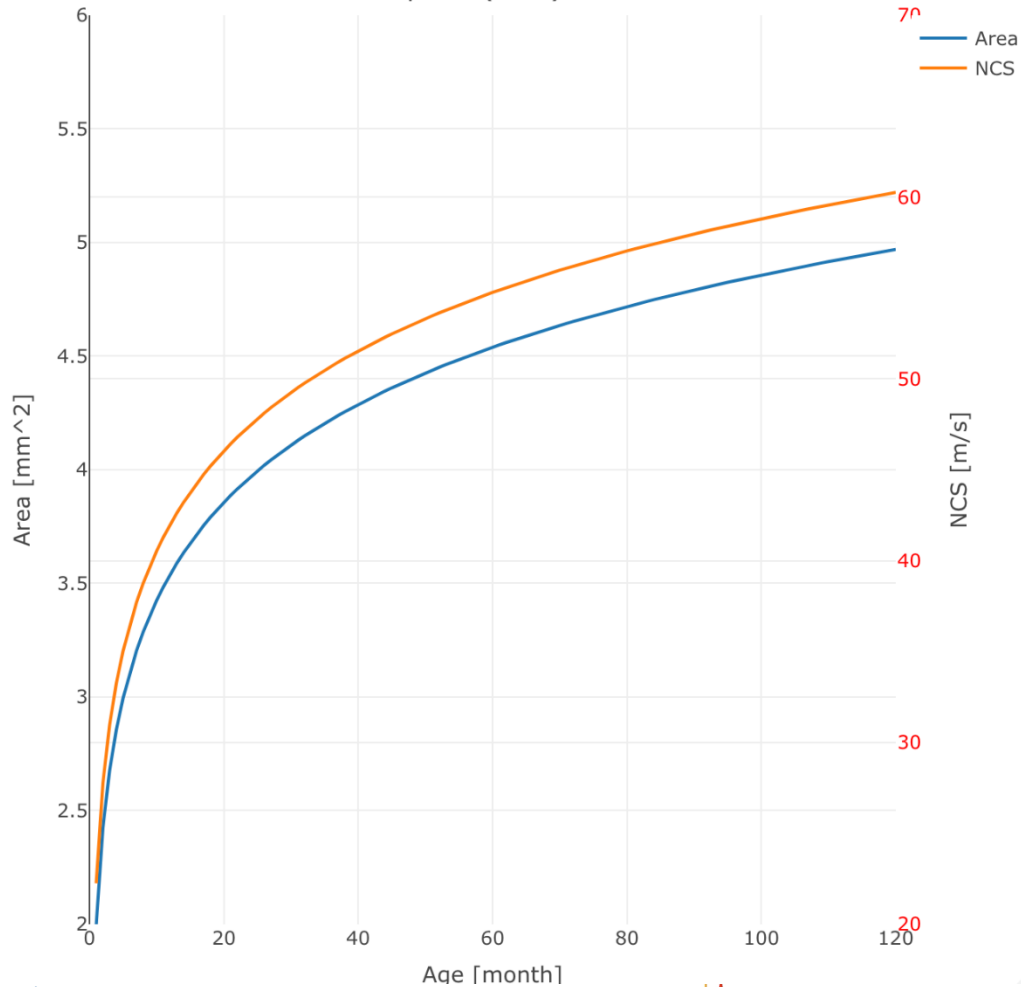


> Eur J Paediatr Neurol. 2020 Nov;29:137-143. doi: 10.1016/j.ejpn.2020.07.017. Epub 2020 Aug 14.

Change in cross-sectional area of the median nerve with age in neonates, infants and children analyzed by high-resolution ultrasound imaging

Carole Jenny ¹, Jürg Lütschg ², Philip J Broser ³

Nerve conduction speed (NCS) and crosssectional area

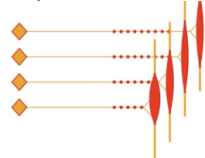


$$CSA = 2 + 0.62 * \log(\text{age in Month})$$

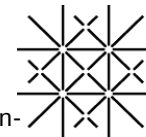
$$NCS = 22 + 8.0 * \log(\text{age in Month})$$



Referenzzentrum für seltene
neuromuskuläre Krankheiten
Ostschweizer Kinderspital



P. J. Broser and J. Luetschg. Die Bedeutung
neuropsychologischer Methoden in der Abklärung
neuropädiatrischer und neuromuskulärer Erkrankungen.
Monatsschrift Kinderheilkunde, 2019 (0.353)

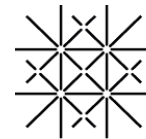
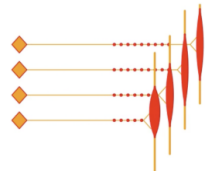


Universität
Basel

Effekt der Nervenleitgeschwindigkeit auf Kraft und Dynamik



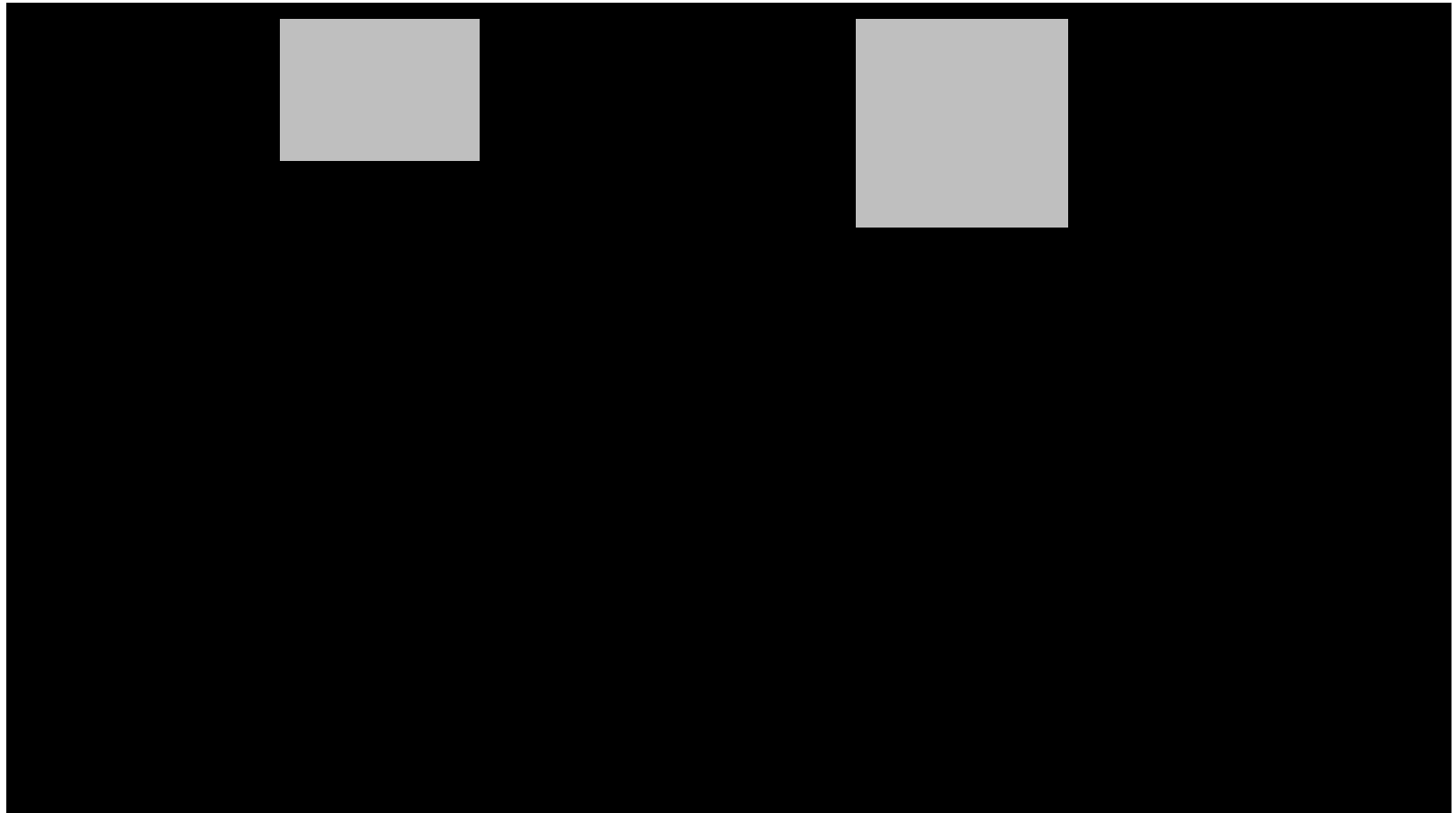
Referenzzentrum für seltene
neuromuskuläre Krankheiten
Ostschweizer Kinderspital



Universität
Basel

CMT 1a (NLG 20m/s)

TDC (NLG>50 m/s)



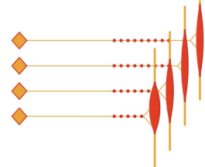
Counter-movement jump characteristics in children with Charcot-Marie-Tooth type 1a disease

Nathalie Alexander^{a,b,*}, Philip Julian Broser^c

^a Laboratory for Motion Analysis, Department of Pediatric Orthopedics, Children's Hospital of Eastern Switzerland, St. Gallen, Switzerland
^b Department of Orthopedics and Traumatology, General Hospital, St. Gallen, Switzerland
^c Rigby, Children's Hospital of Eastern Switzerland, St. Gallen, Switzerland



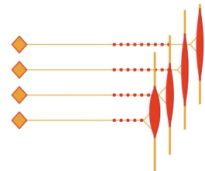
Referenzzentrum für seltene neuromuskuläre Krankheiten Ostschweizer Kinderspital



Traumatische Neuropathien



Referenzzentrum für seltene
neuromuskuläre Krankheiten
Ostschweizer Kinderspital





Anamnese

- Normal development
- Fell of the climbing scaffolding

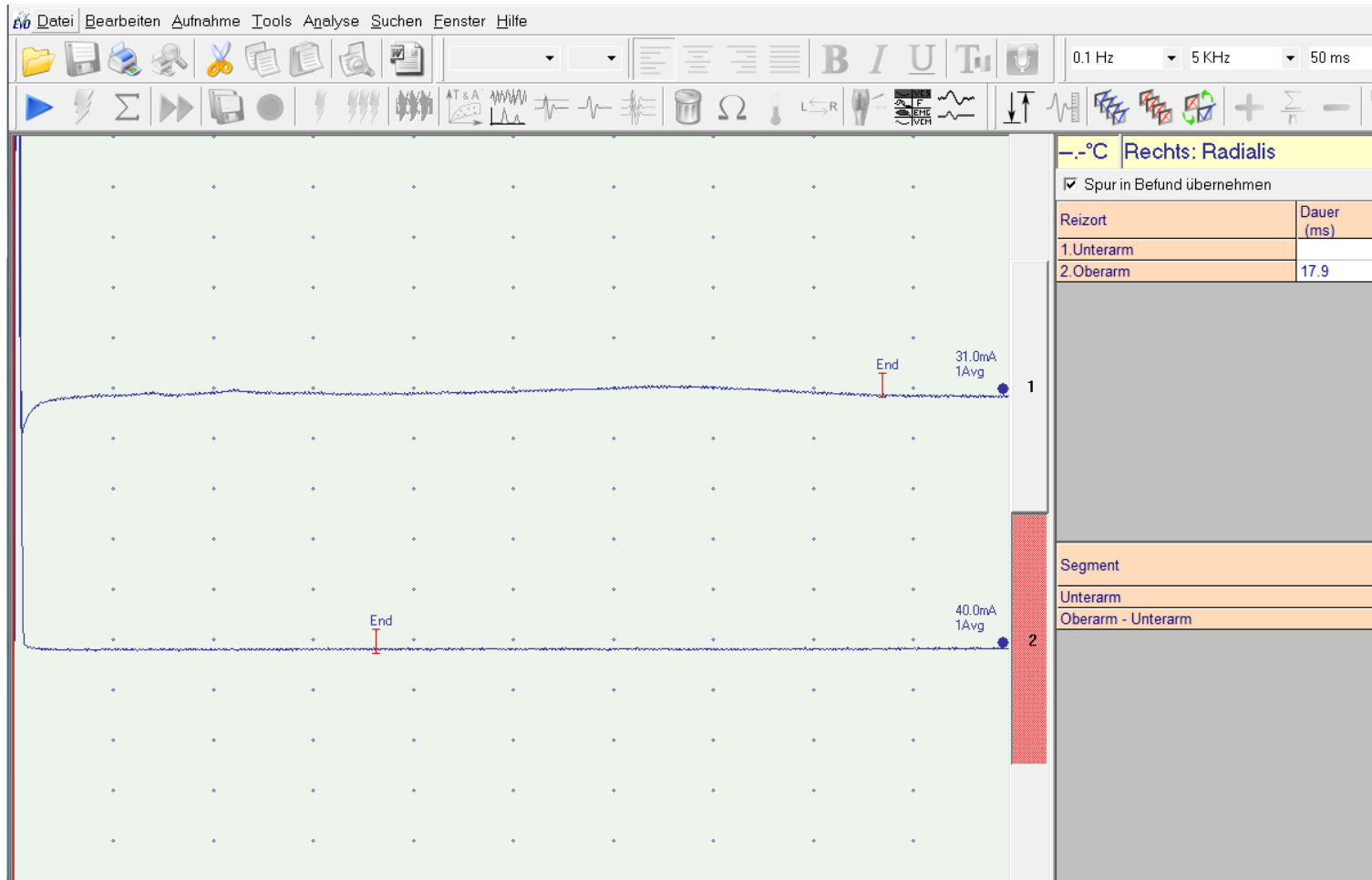
Rx.: dislocated fracture of the humerus



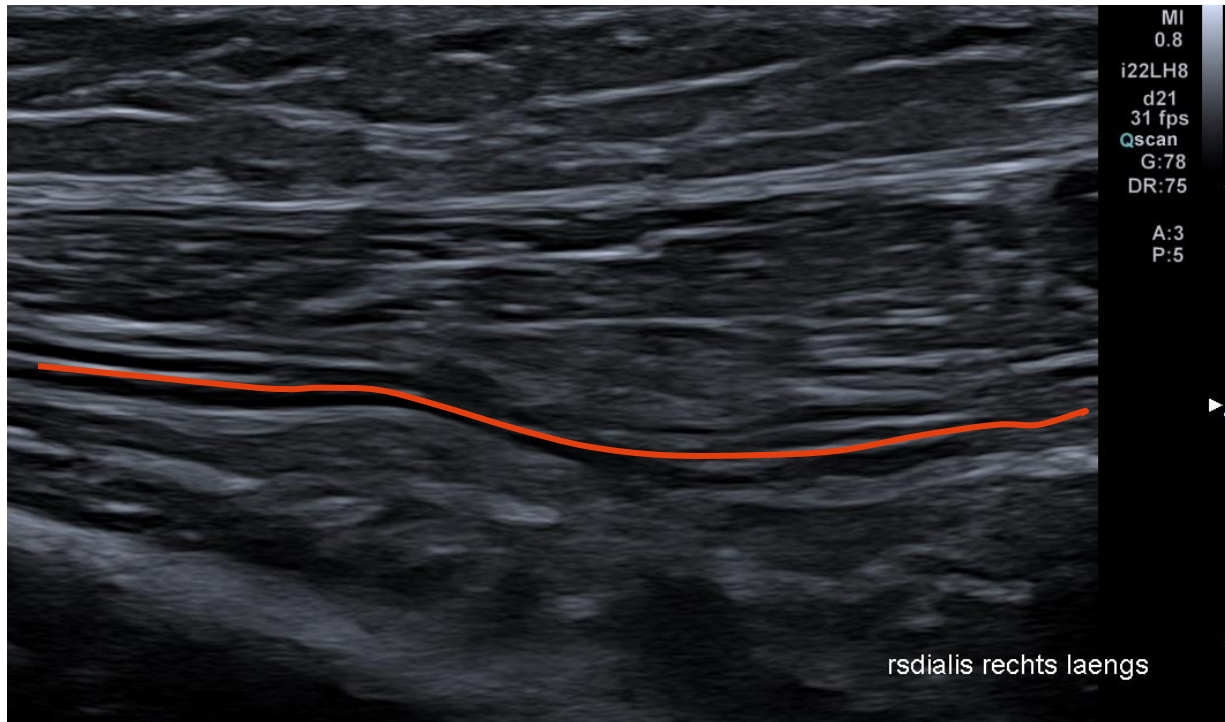
Clinical examination



NCS N. radialis



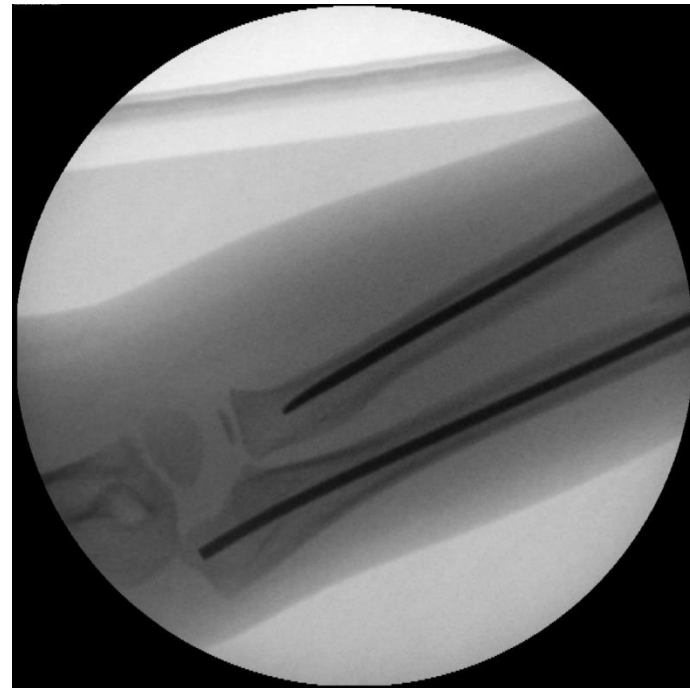
US N. radialis





Fall 4

8 J. m., Sturz aus 3m Höhe

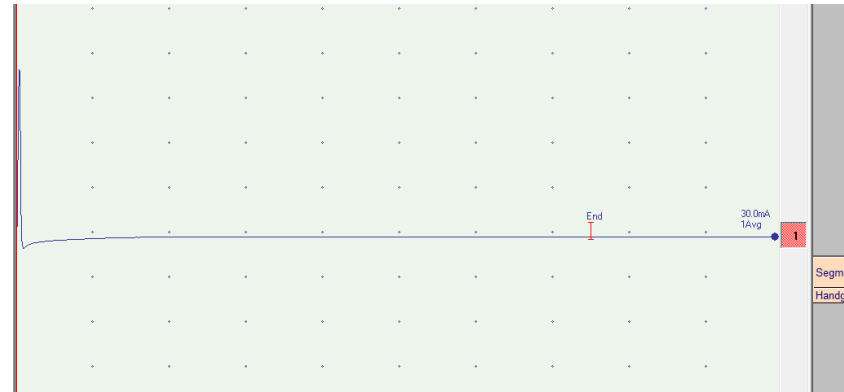


Dx. Open dislocated Ulnar and Radial fracture of the left arm.

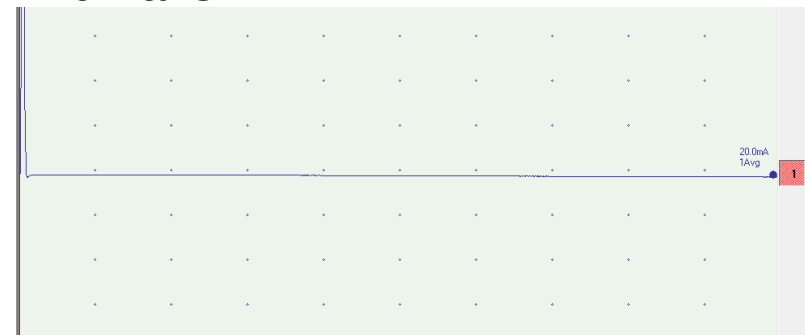
Neurographie

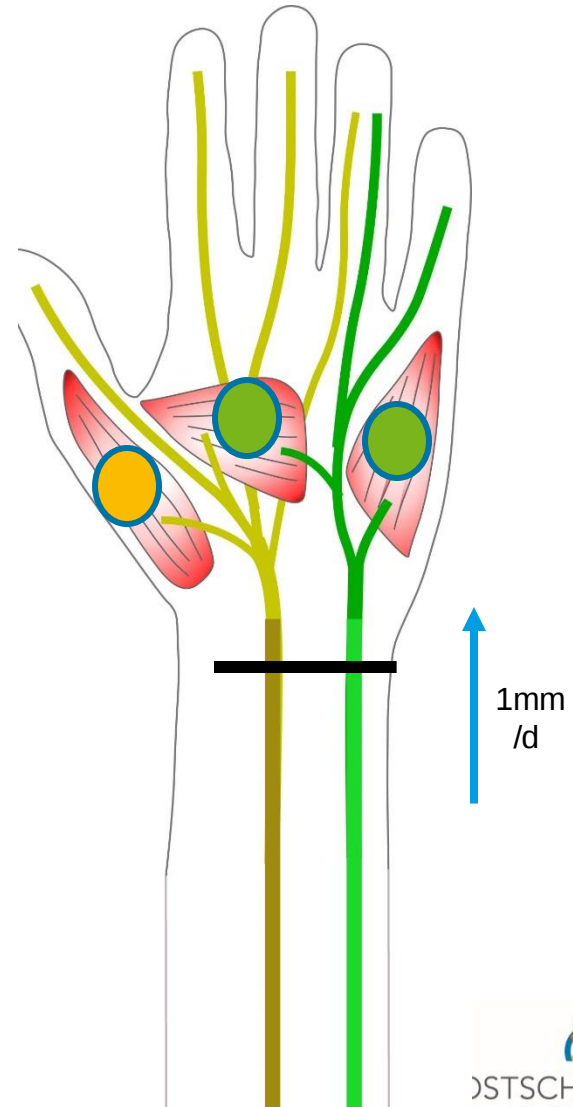


N. medianus

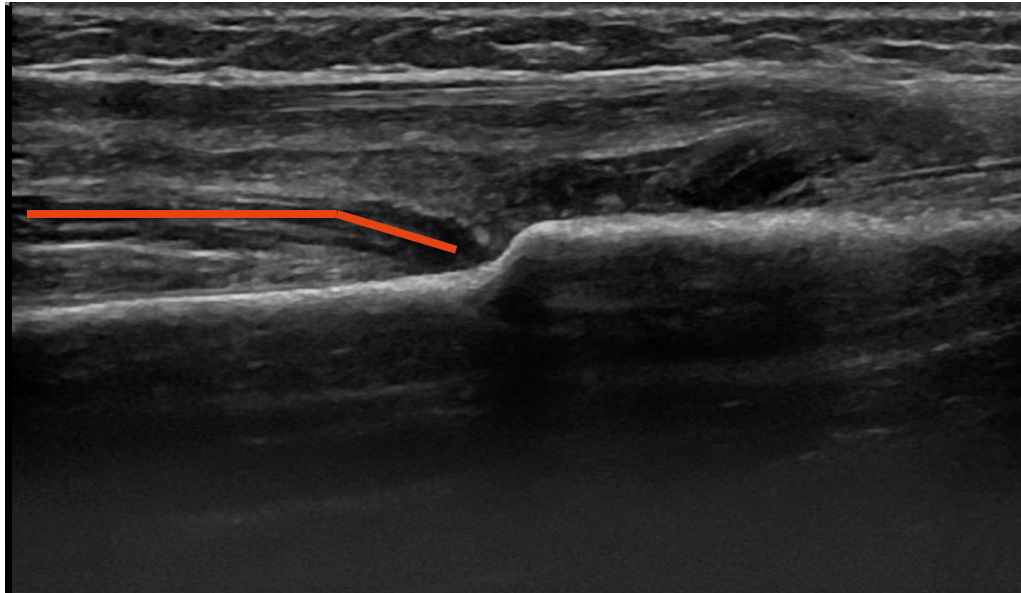


N. ulnaris



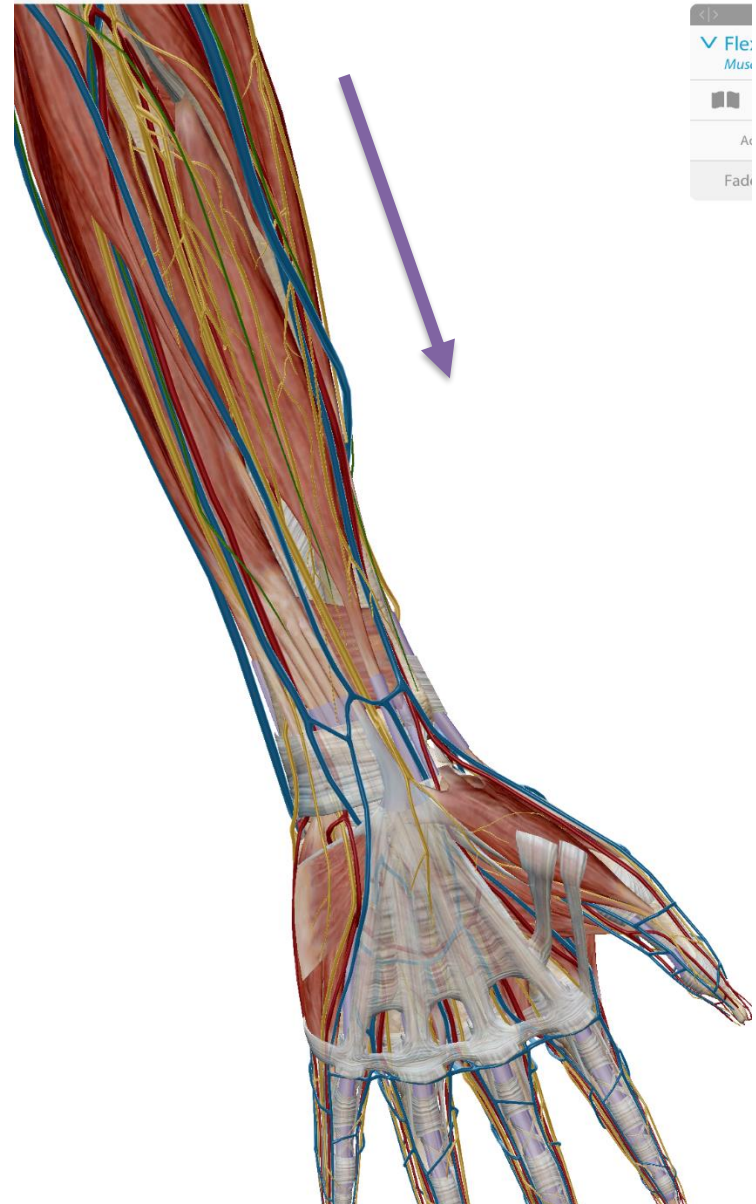


Nervensonographie – N. medianus



N. Medianus

Bem: N. Ulnaris in der Kontinuität erhalten

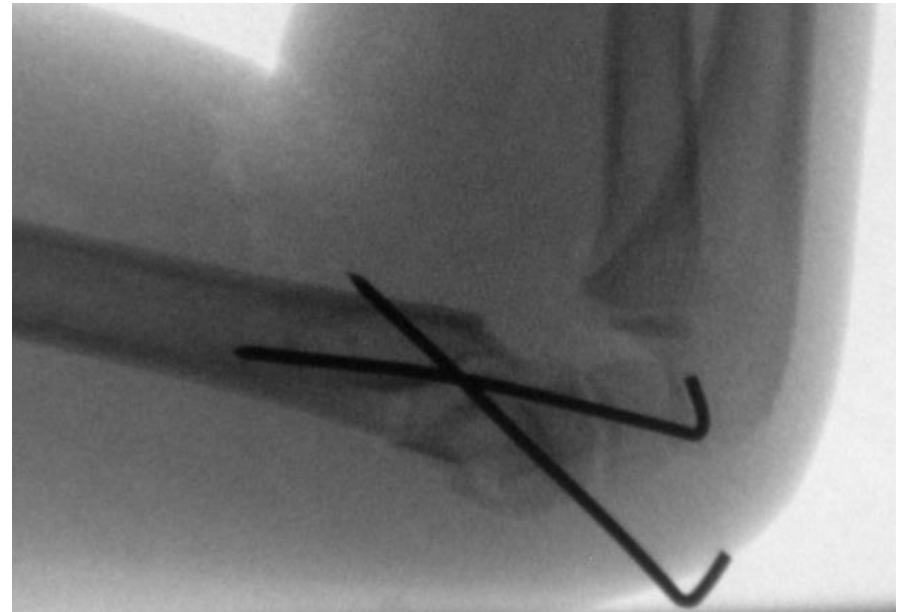
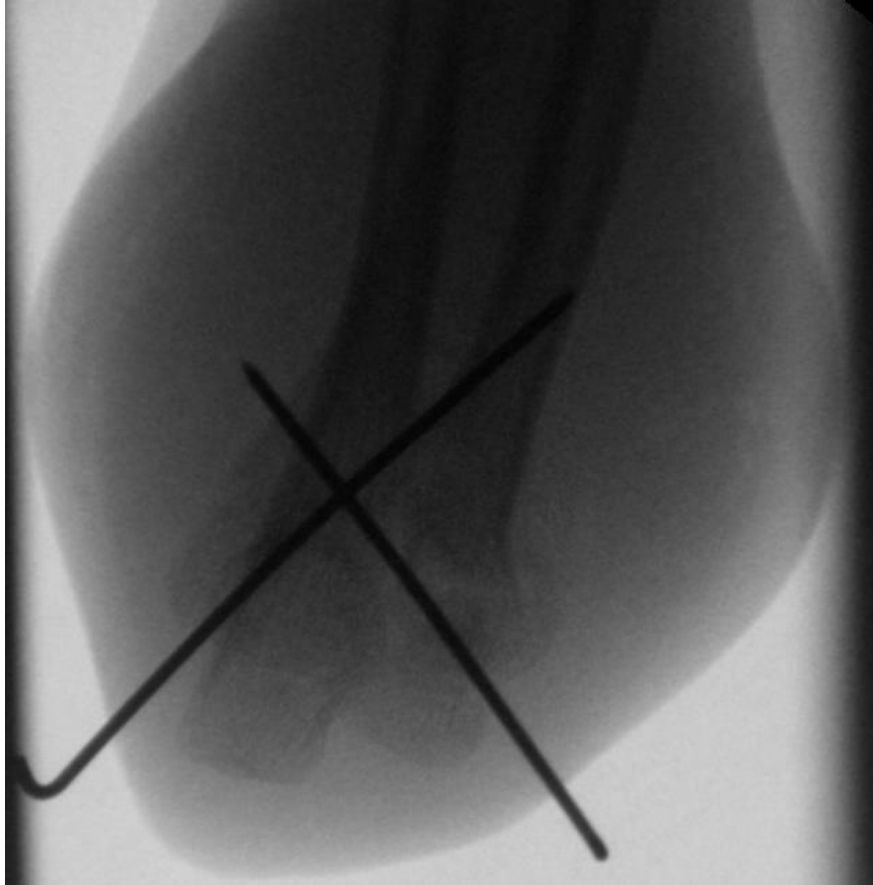




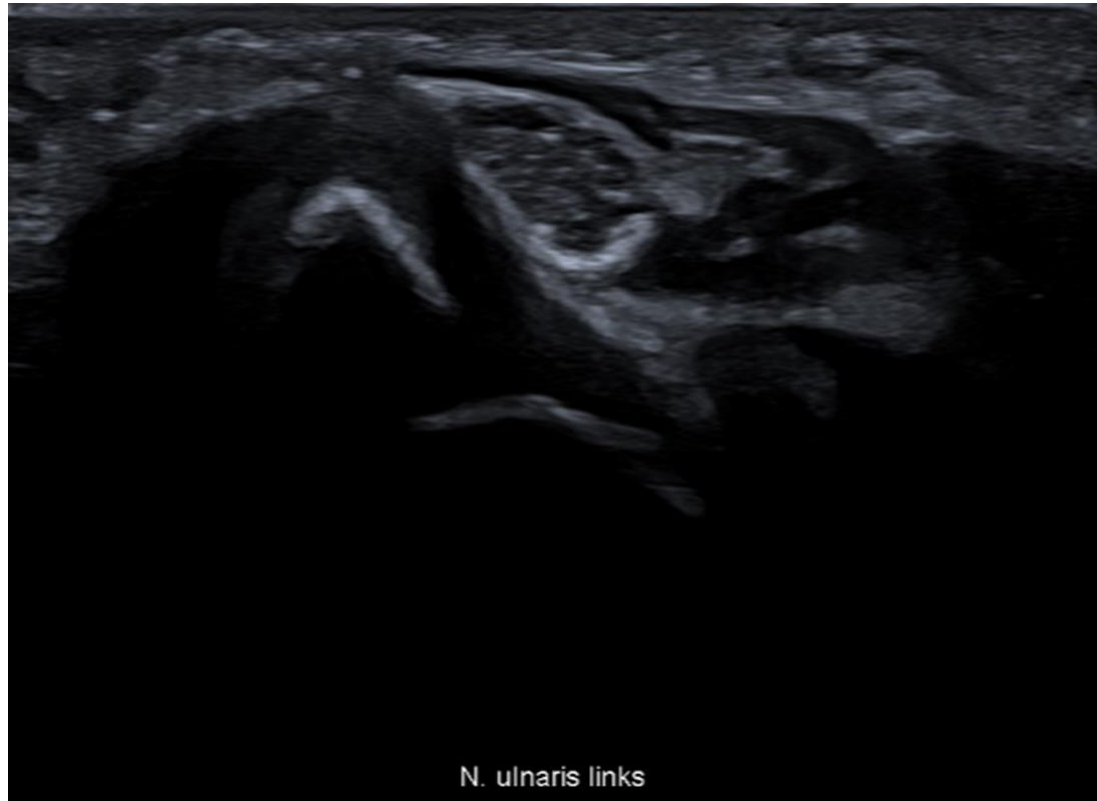
Hintergrund



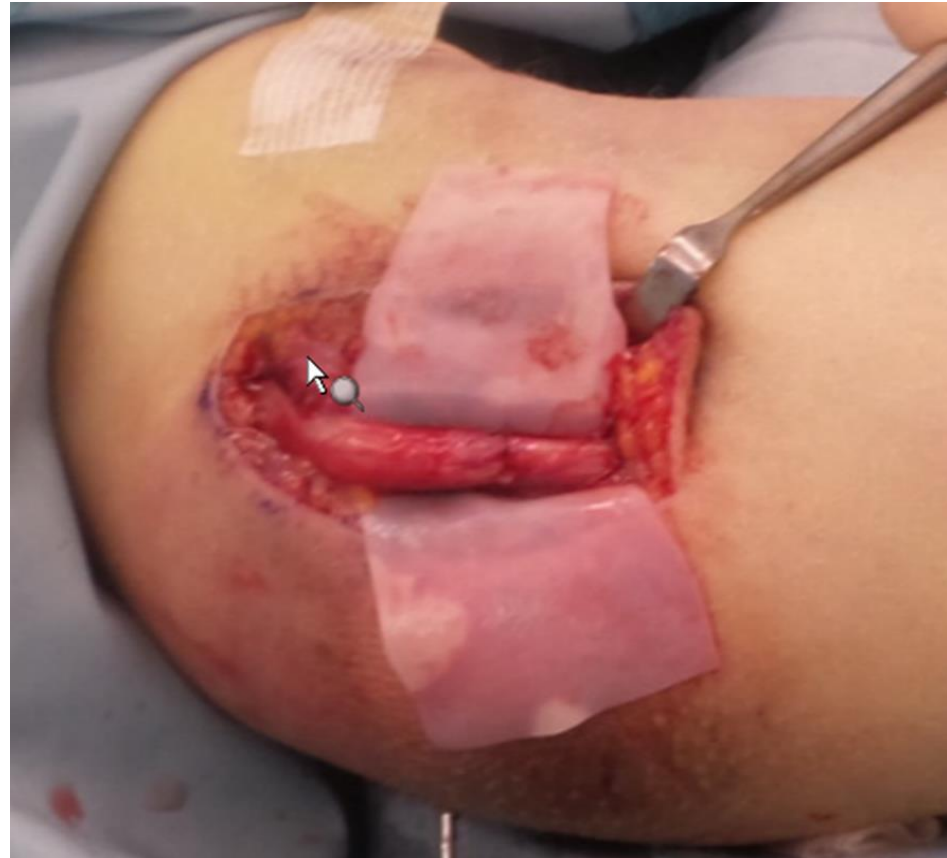
Hintergrund



Hintergrund



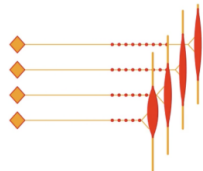
Hintergrund



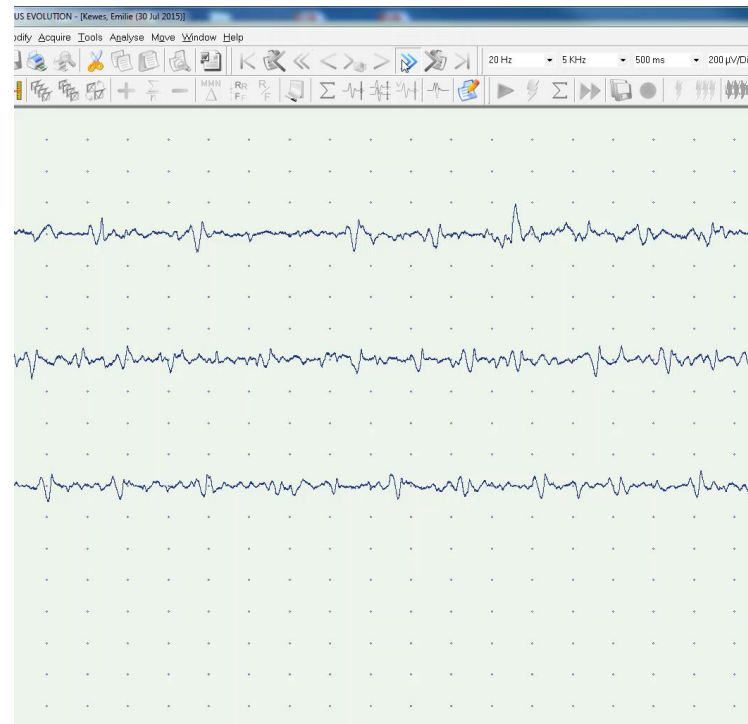
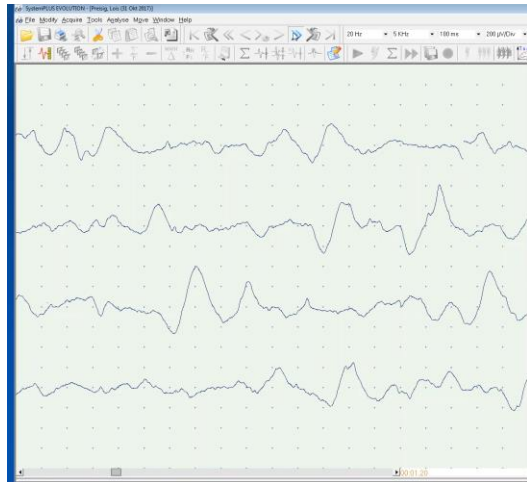
Hereditäre Neuropathien

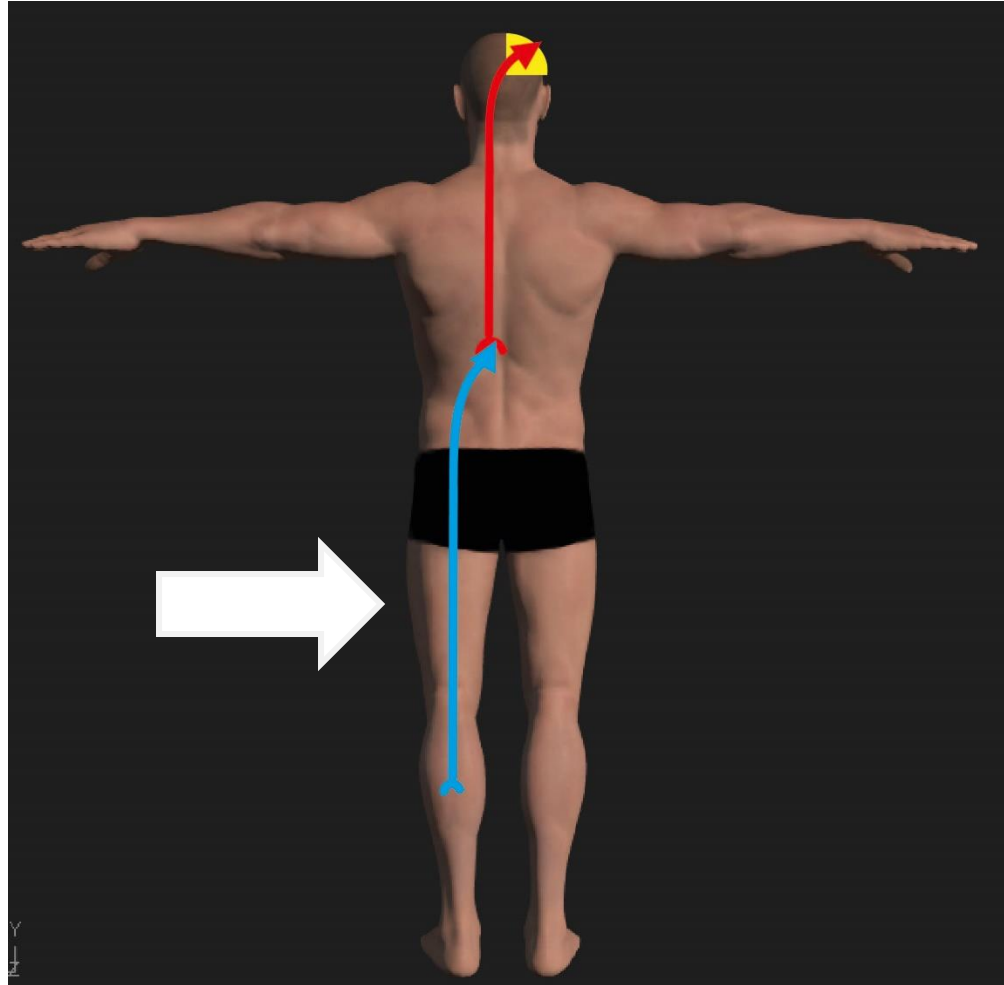


Referenzzentrum für seltene
neuromuskuläre Krankheiten
Ostschweizer Kinderspital

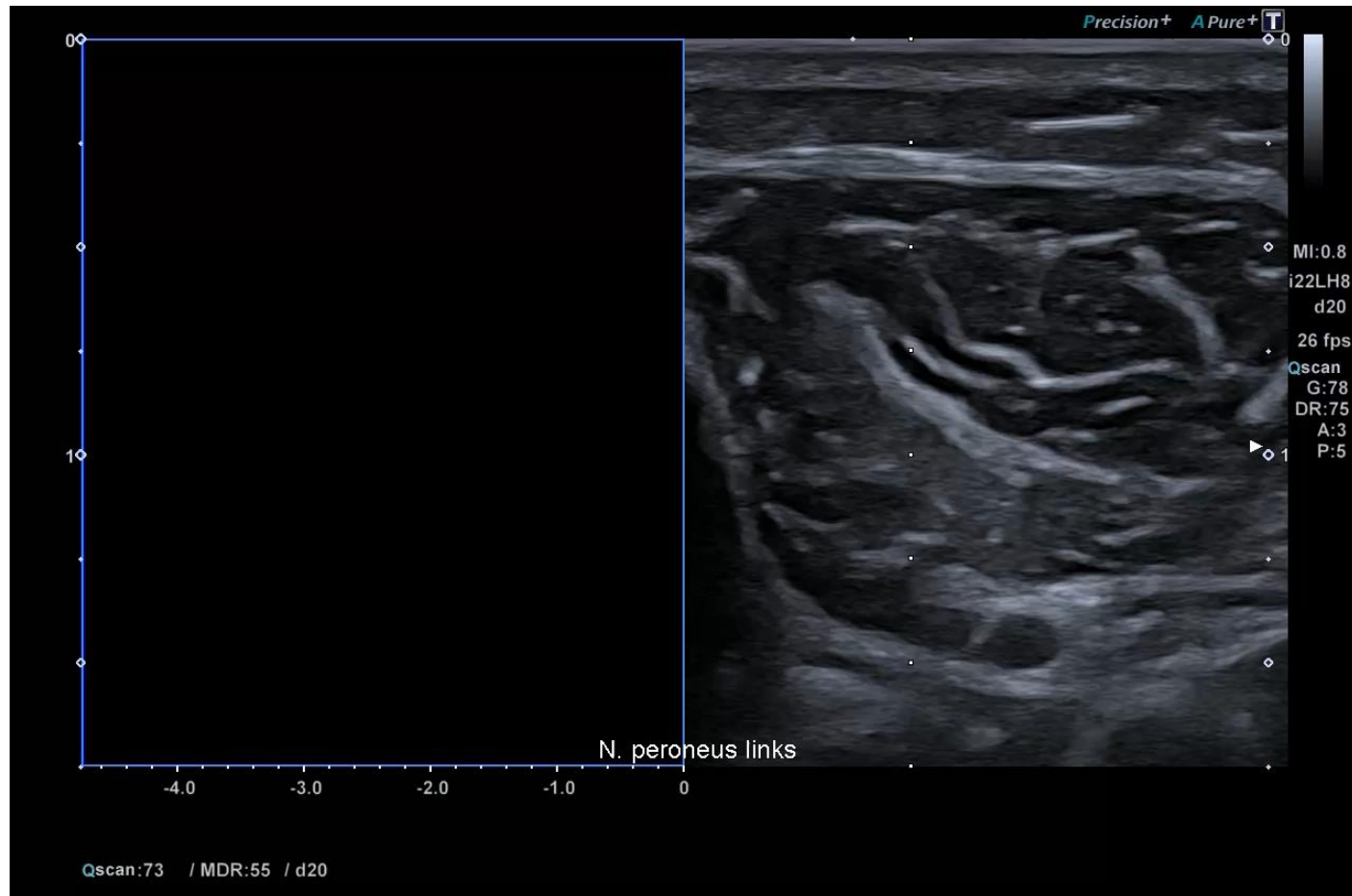




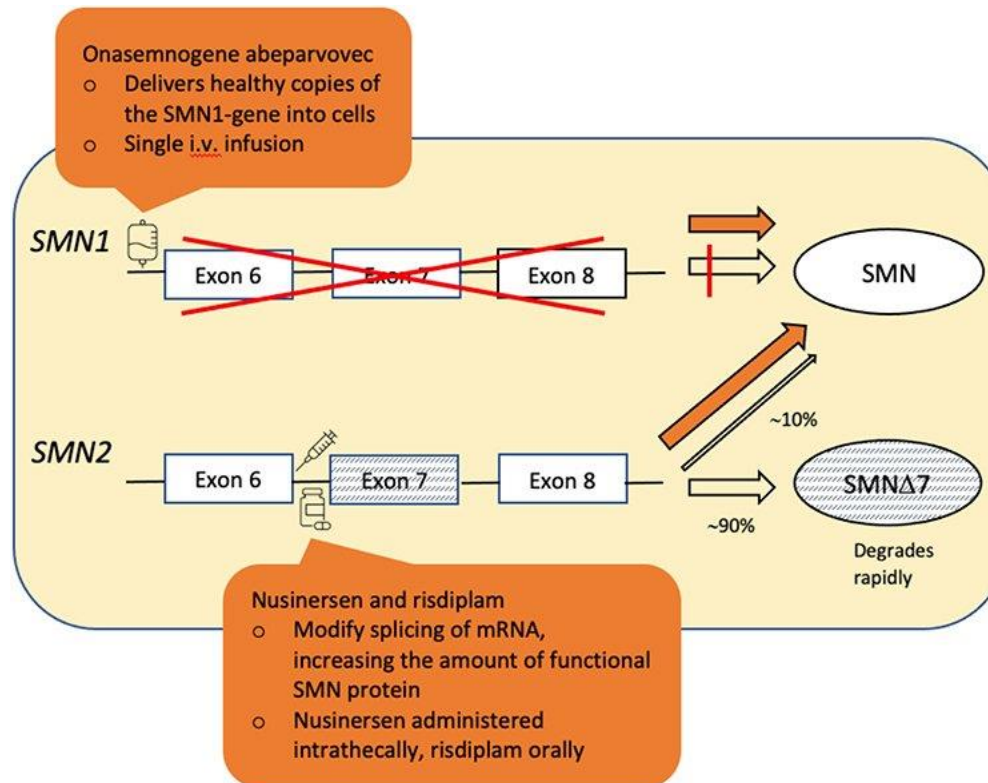




Nerven - Ultraschall und Neurophysiologie

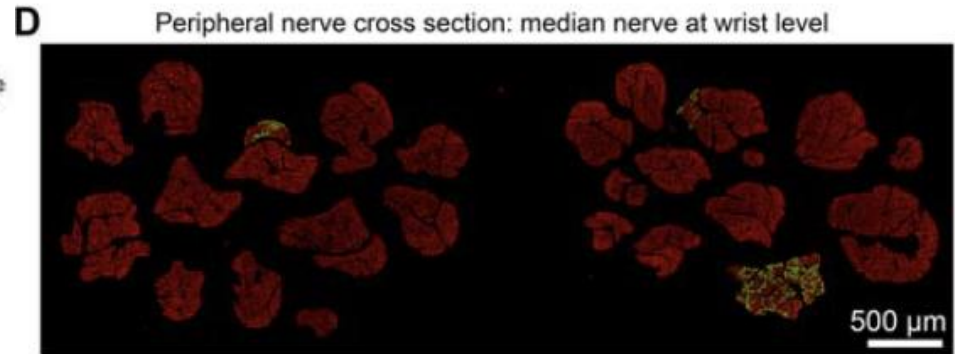


Therapien der SMA

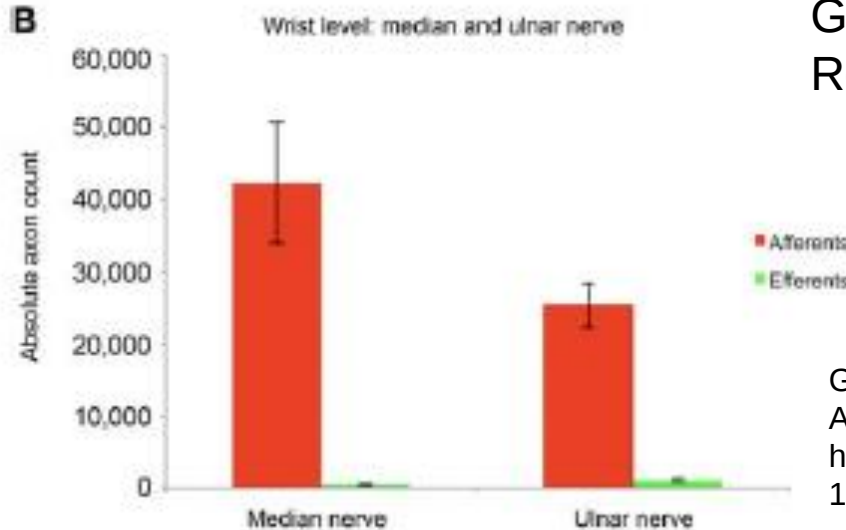


Hjartarson HT, Nathorst-Böös K, Sejersen T. Disease Modifying Therapies for the Management of Children with Spinal Muscular Atrophy (5q SMA): An Update on the Emerging Evidence. *Drug Des Devel Ther.* 2022;16:1865-1883
<https://doi.org/10.2147/DDDT.S214174>

Relation von motorischen zu sensiblen Axonen



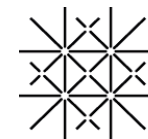
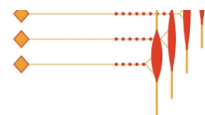
Green: anti-choline acetyltransferase
Red: anti neurofilament



Gesslbauer B, Hruby LA, Roche AD, Farina D, Blumer R, Aszmann OC. Axonal components of nerves innervating the human arm. *Ann Neurol*. 2017 Sep;82(3):396-408. doi: 10.1002/ana.25018. Epub 2017 Sep 8. PMID: 28833372.



neuromuskuläre Krankheiten
Otschweizer Kinderspital



Universität
Basel

New born screening, SMN 2 Kopien Zahlen

- SMN2 < 4 Kopien -> Treatement
- SMN2 =>4 Beobachten, Aber wie?

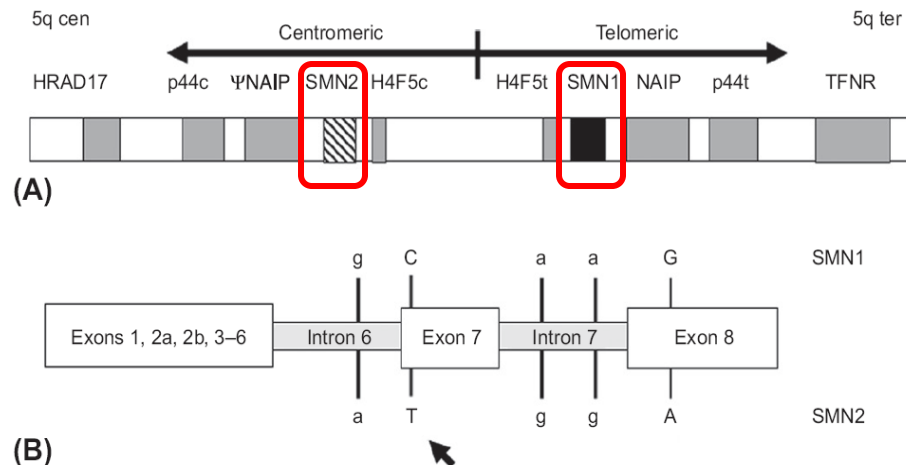


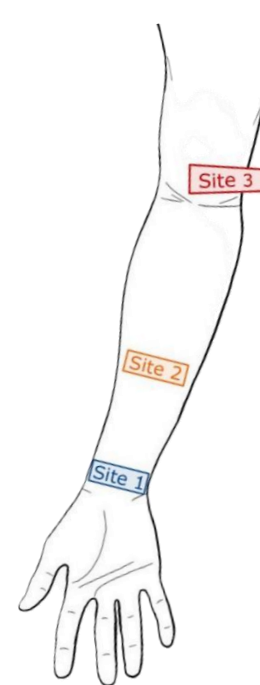
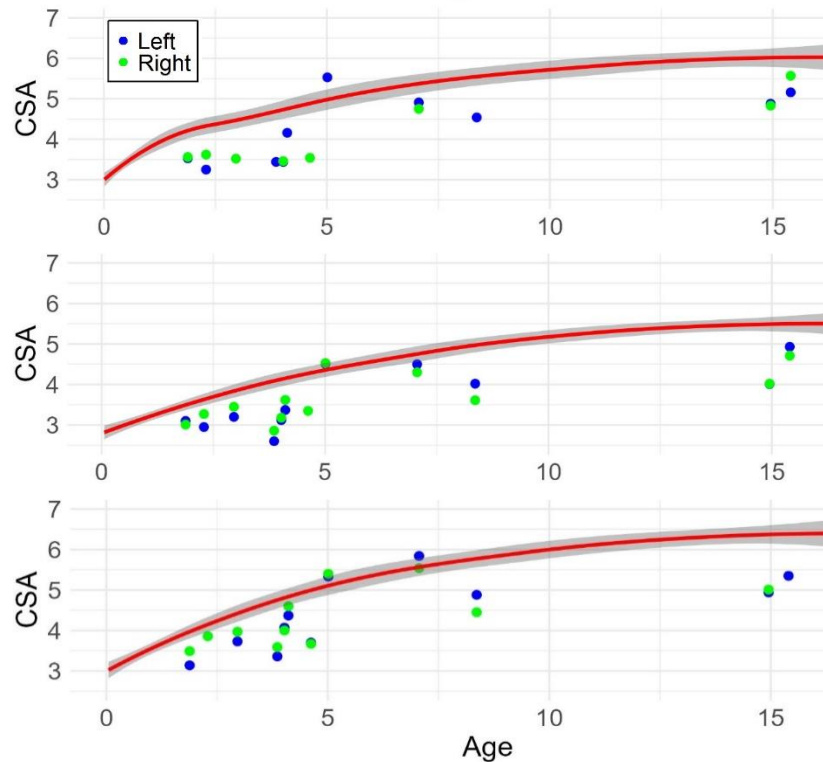
FIGURE 128-10 Schematic representation of the two SMA genes in the chromosomal region (5q13) (A), localization of the nucleotides by which SMN1 can be distinguished from SMN2 (B). The arrow indicates the C>T base exchange in exon 7 of SMN2 that causes alternative splicing.

Emery and Rimoin's Principles and Practice of Medical Genetics, 6th ed., Elsevier 2013

SMN2 Copy Number	SMA Clinical Phenotype ¹		
	SMA I	SMA II ²	SMA III/IV ³
1	96%	4%	0%
2	79%	16%	5%
3	15%	54%	31%
≥4 ⁴	1%	11%	88%

GeneReviews: www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1352

How US can help to monitor SMA



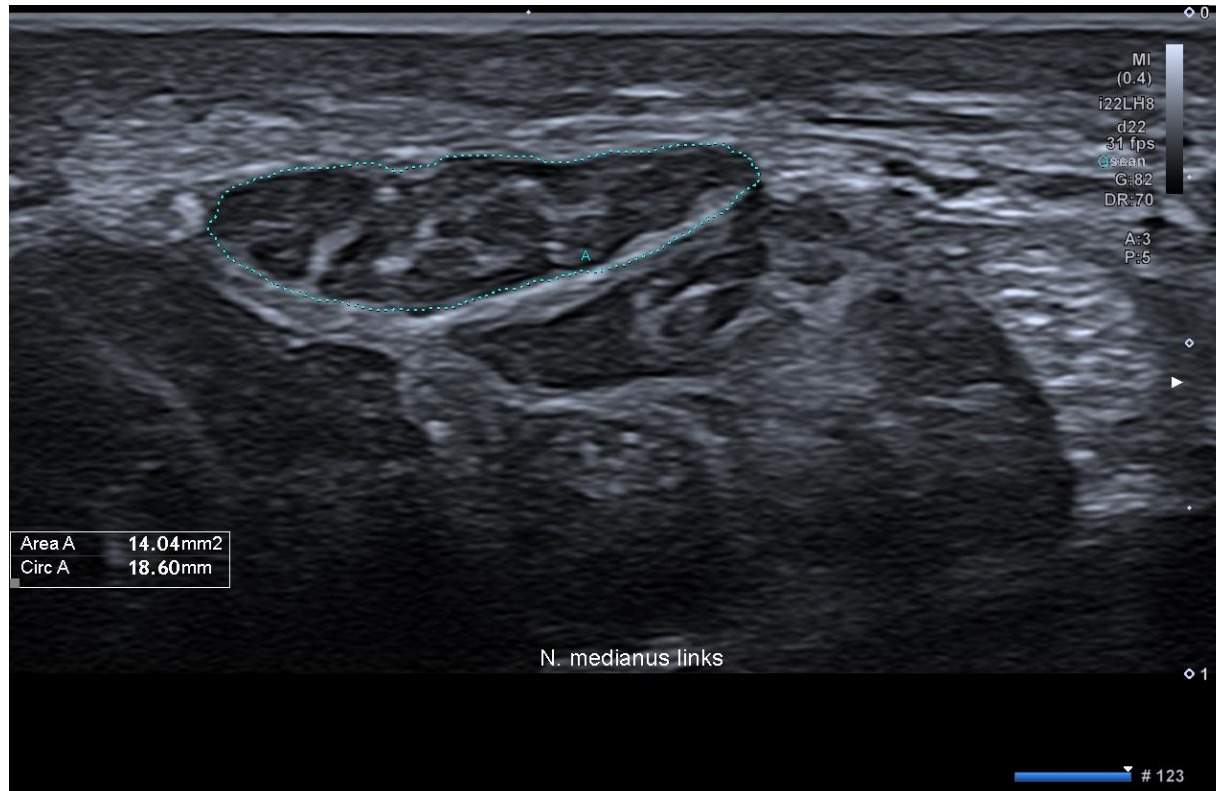
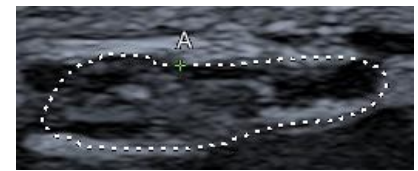
Vortrag Freitag 7:45 J. Wurtser: Examination of the peripheral nervous system in children with spinal muscular atrophy: A high-resolution ultrasonographic study



Clinical data

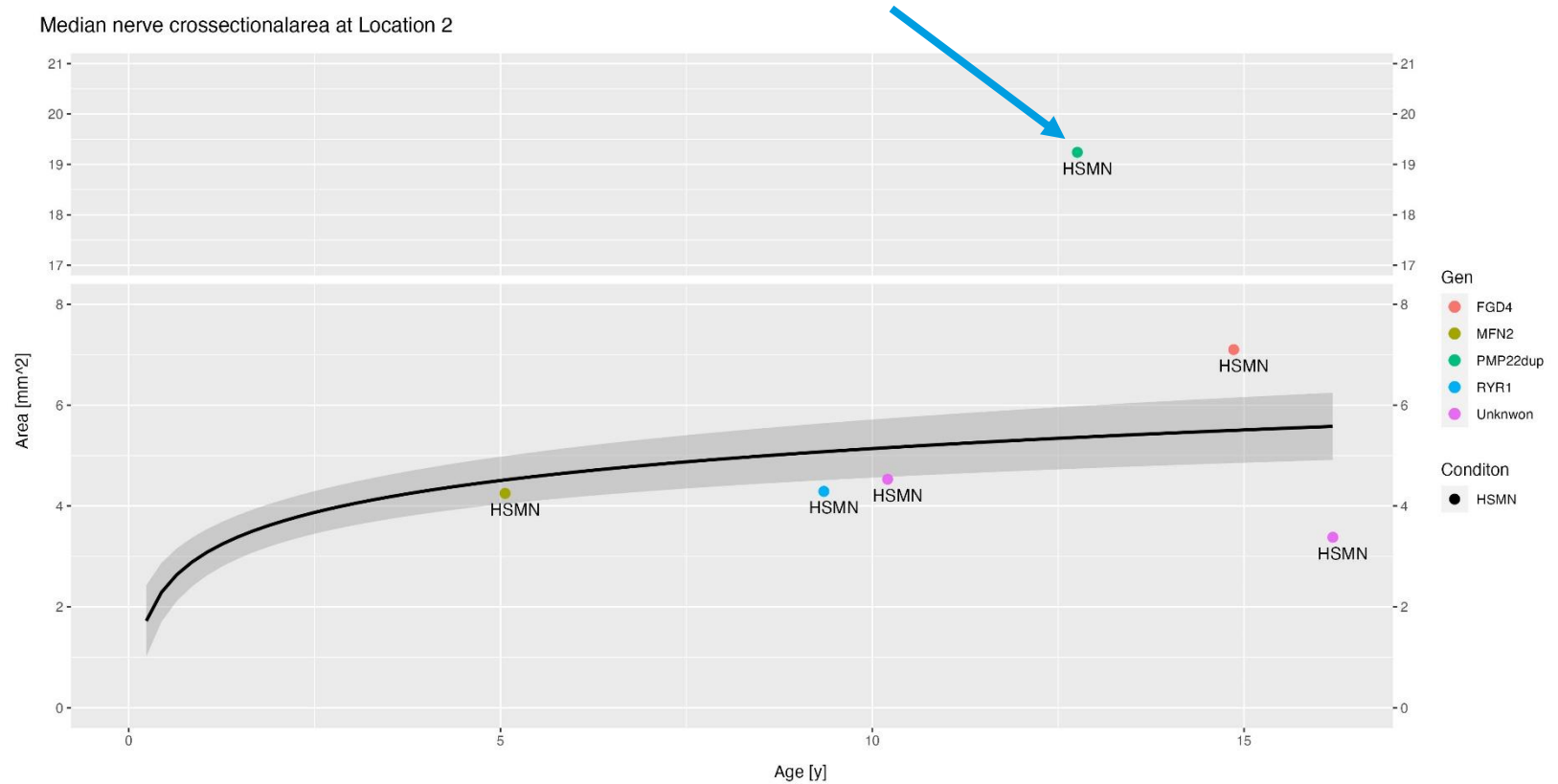
- 11j, m
- Tendon reflexes absent
- Pes cavus

Nerve ultrasound and NCS



- N. medianus motorische NCV= 16 m/s

US compatible to (CMT1a) - PMP dup.







Medical

- Pes cavus
- Tendon reflexes very weak
- Difficulties performing fast movement
- Father also affected

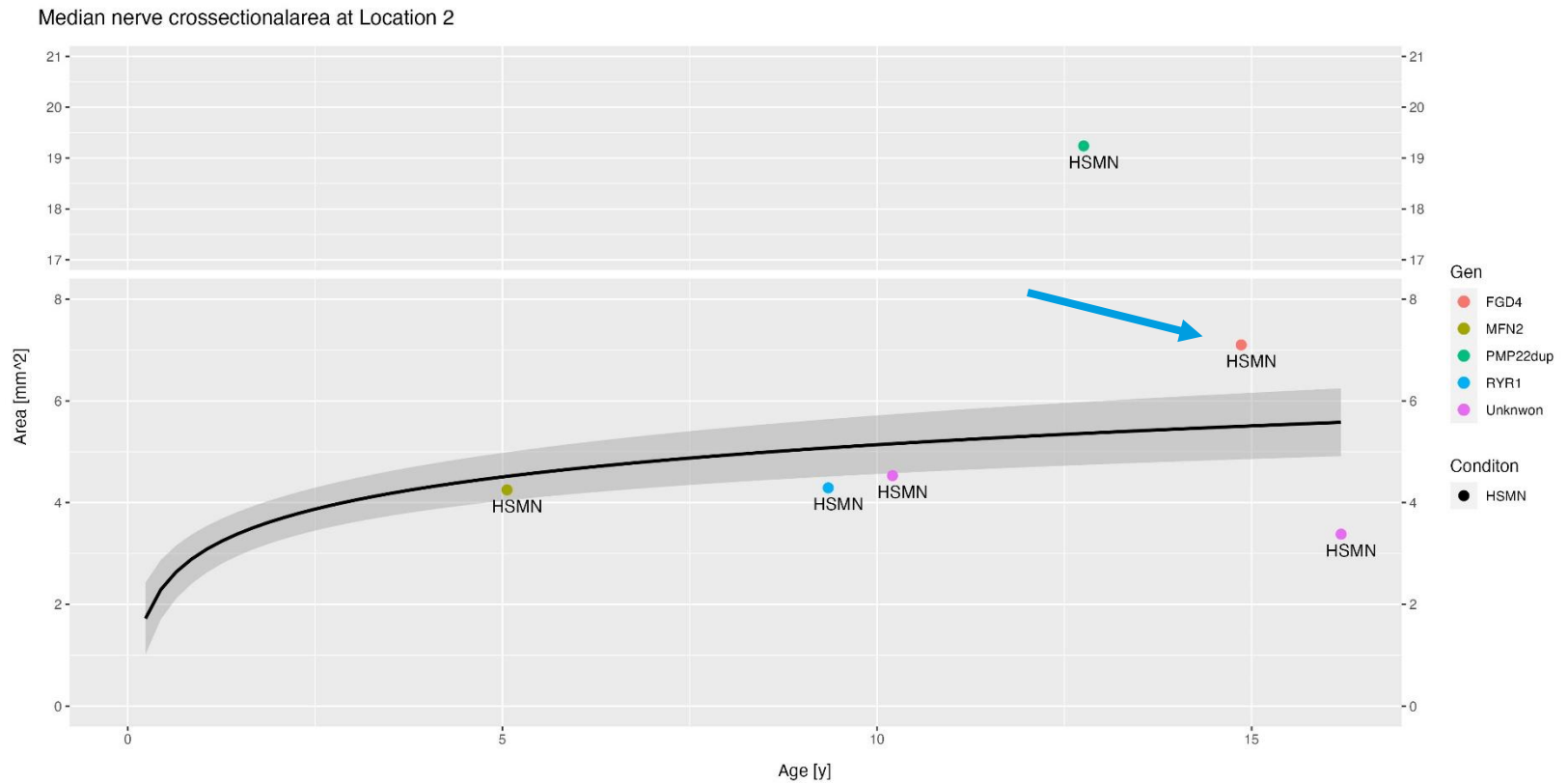
NCS

Nerv	NCV	Norm
N. Medianus (mot)	18 m/s	>50 m/s
N. Medianus (sens)	30 m/s	>45 m/s
N. fibularis	16 m/s	> 45 m/s

US – median nerve



US not compatible to CMT1a



Genetic Testing

Resultate

Möglicherweise für die Symptomatik ursächliche Varianten

Gen (Assoz. Erbgang)	Accession-Nr.	Exon	Variante/dbSNP ID	Zygotie	Ursprung
<i>FGD4</i> (AR)	NM_139241.3	7	c.857G>T p.(Gly286Val)	het	pat
<i>FGD4</i> (AR)	NM_139241.3	8	c.1043C>A p.(Pro348His)	het	mat

Abkürzungen - ACMG: American College of Medical Genetics; het: heterozygot; mat: maternal; pat: paternal; / rezessiv

Interpretation

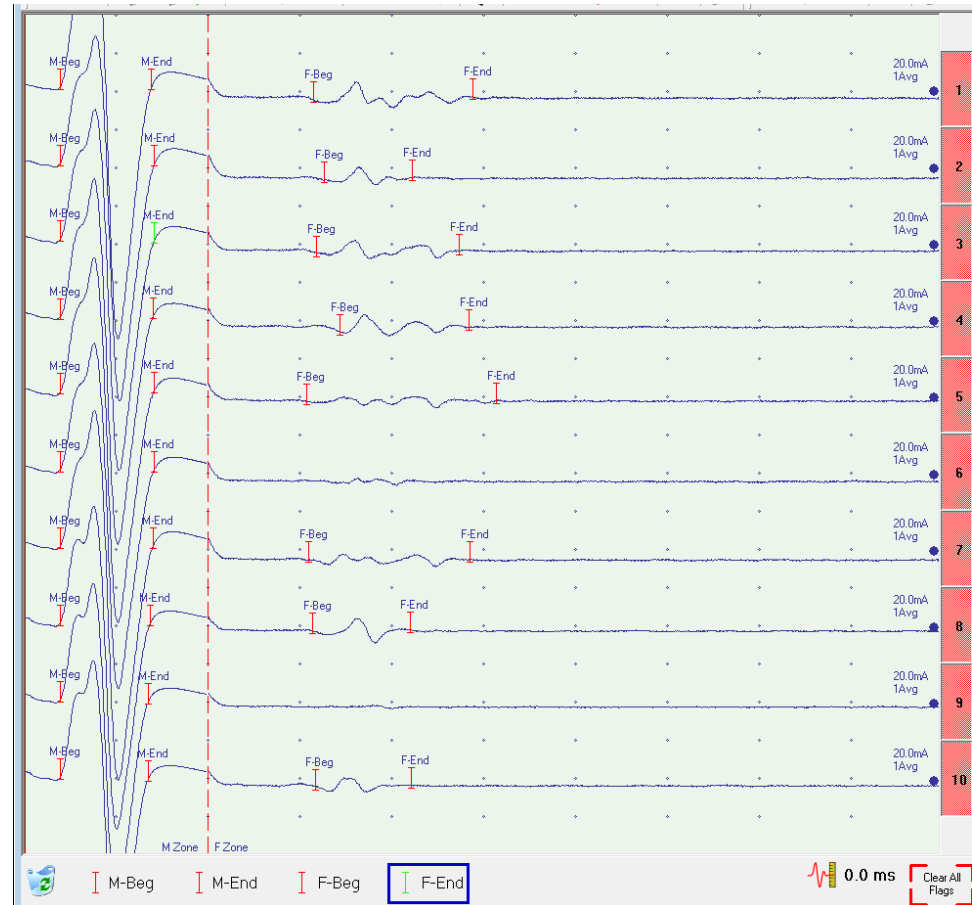
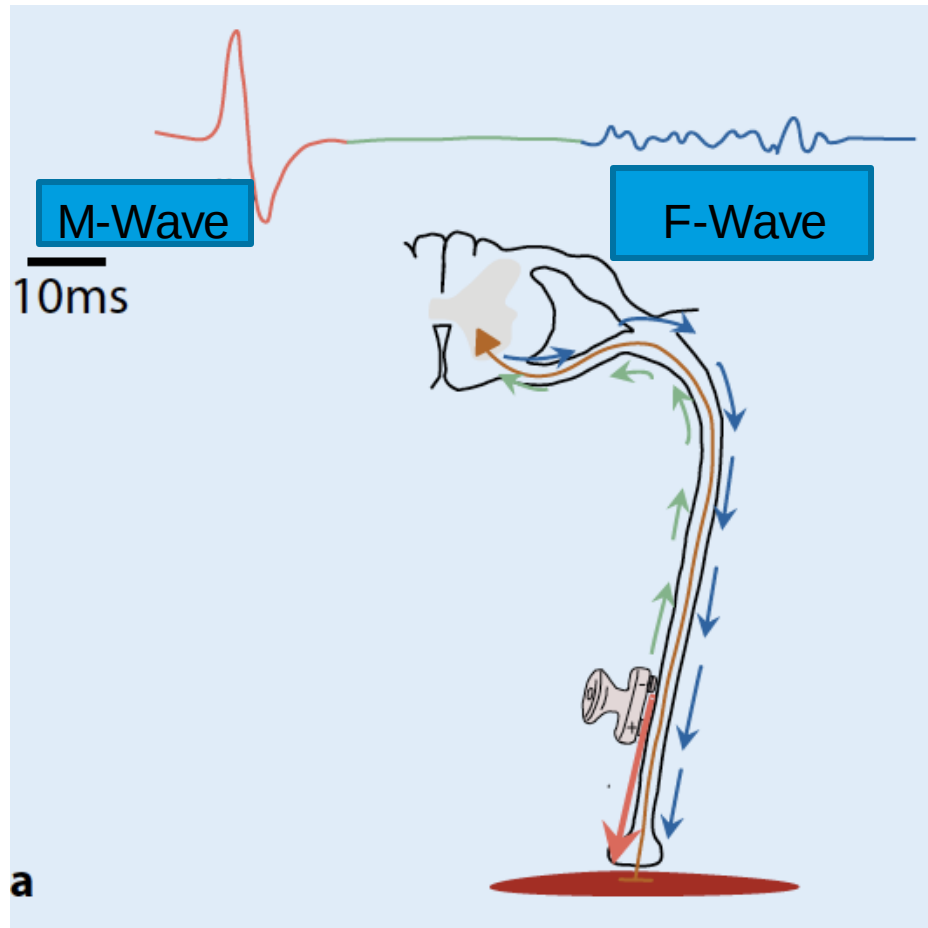
Entzündliche Neuropathien



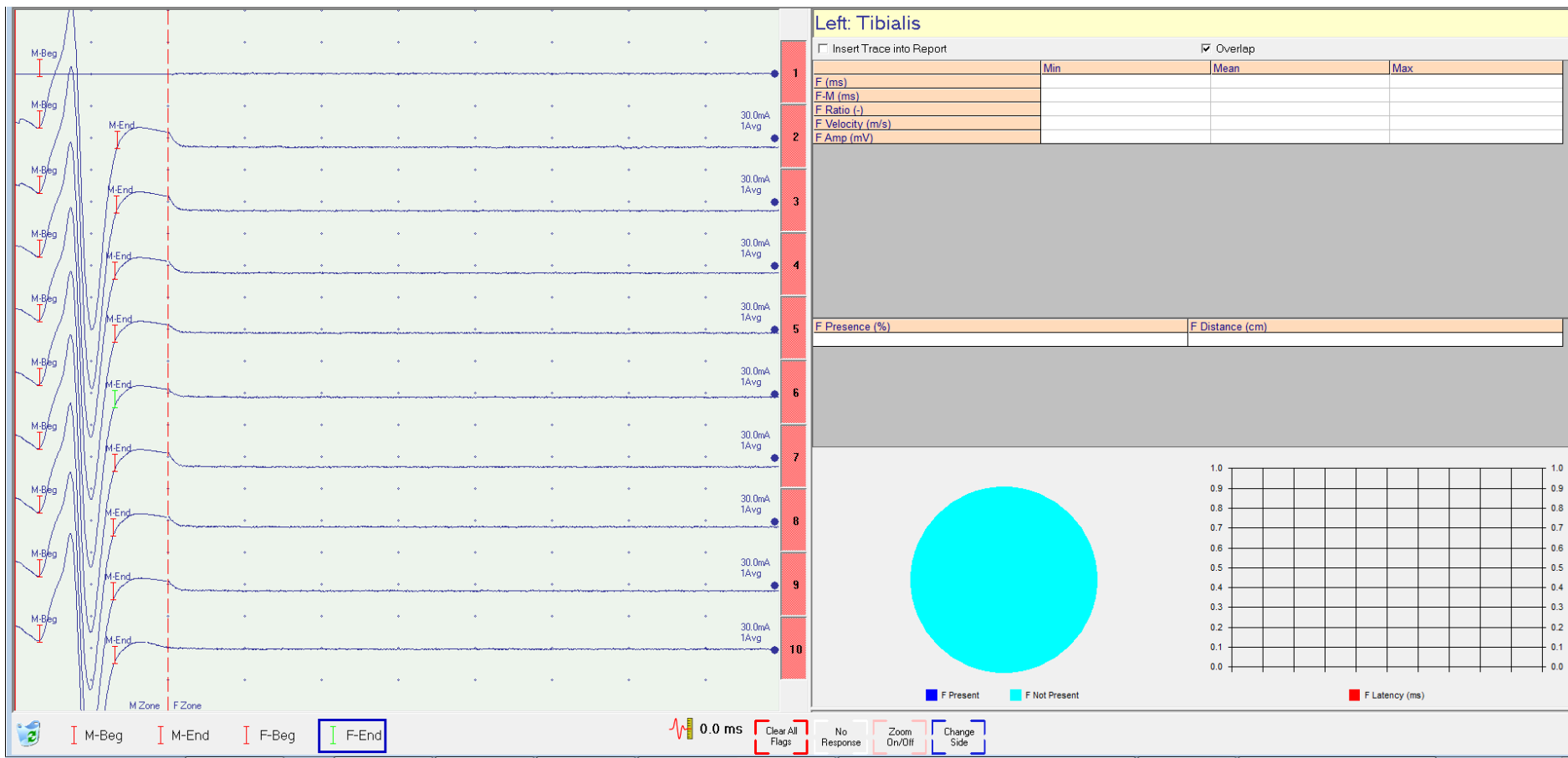
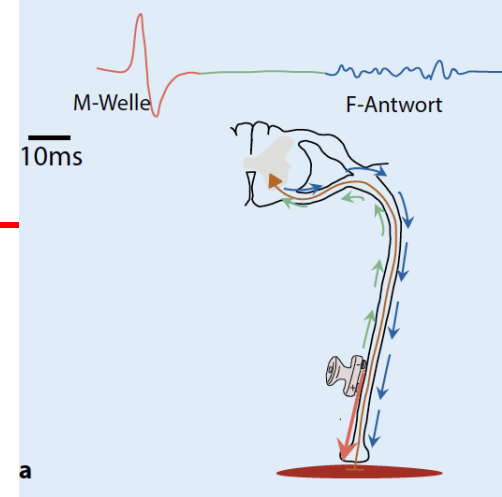
Aus datenschutzrechtlichen
Gründen wurde das Videomaterial
an dieser Stelle entfernt.

First Pain in the legs, followed by a lack of power in the lower extremities.

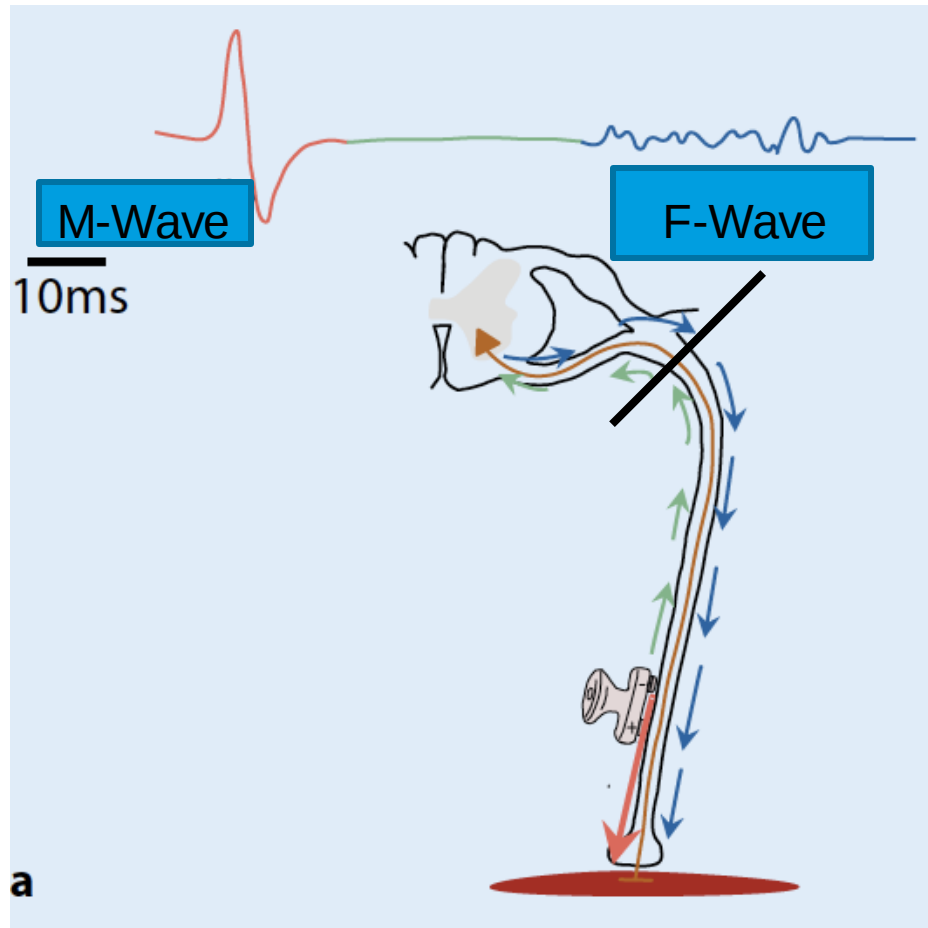
F – Wellen Normaler Befund



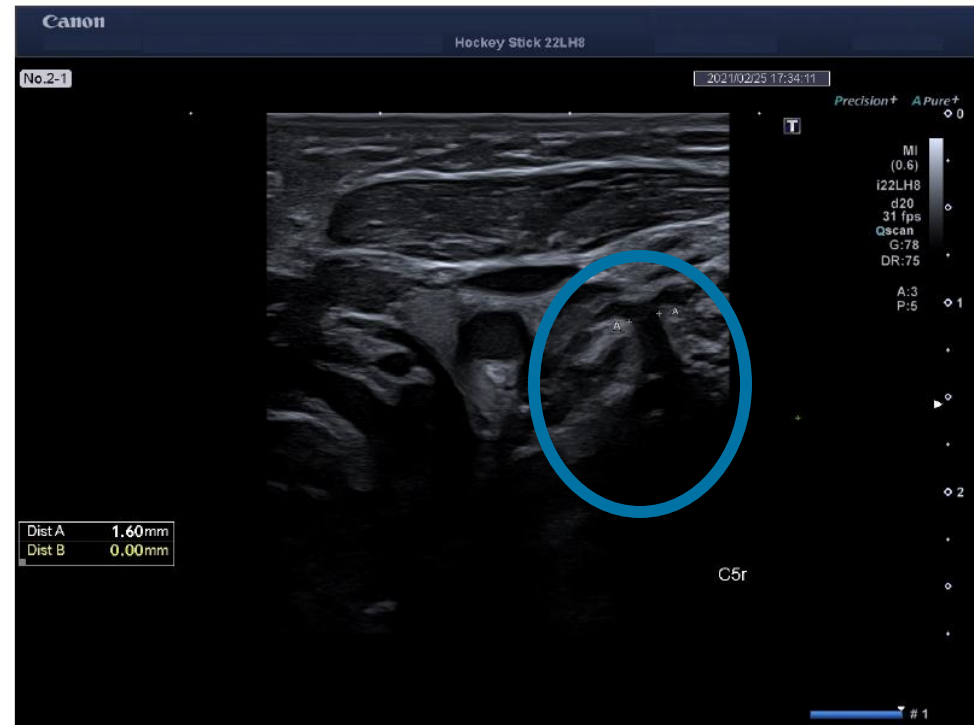
F – Wellen Pathologie



F Wellen bei GBS



P. J. Broser and J. Luetschg. Die Bedeutung neurophysiologischer Methoden in der Abklärung neuropaediatrischer und neuromuskulärer Erkrankungen. Monatsschrift Kinderheilkunde, 2019

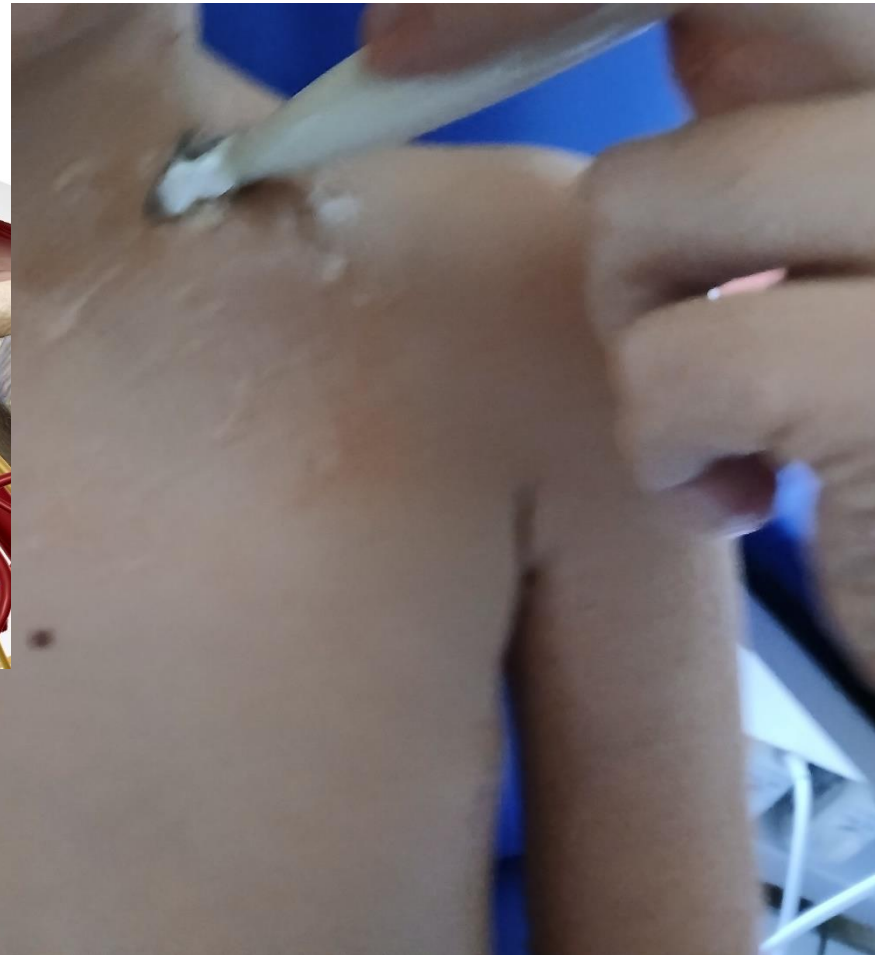
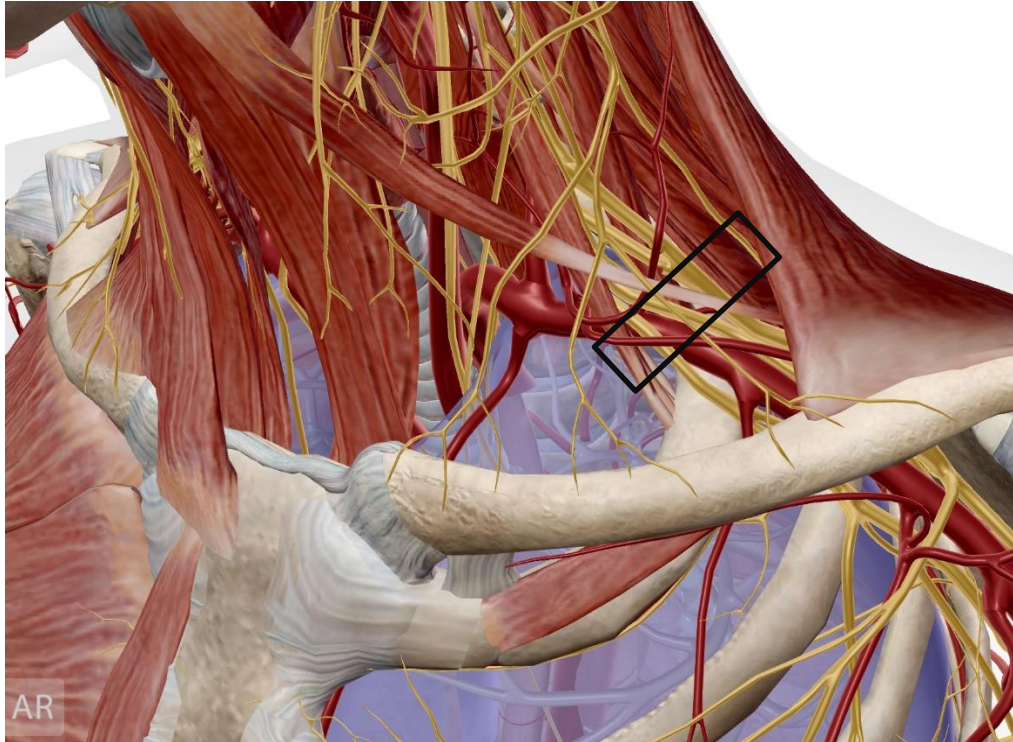


J. van der Linde, C. Jenny, T. Hundsberger, and P. J. **Broser**. Correlation of age and the diameter of the cervical nerve roots C5 and C6 during the first 2 years of life analyzed by high-resolution ultrasound imaging. Brain Behav, 12(8):e2649, Aug 2022

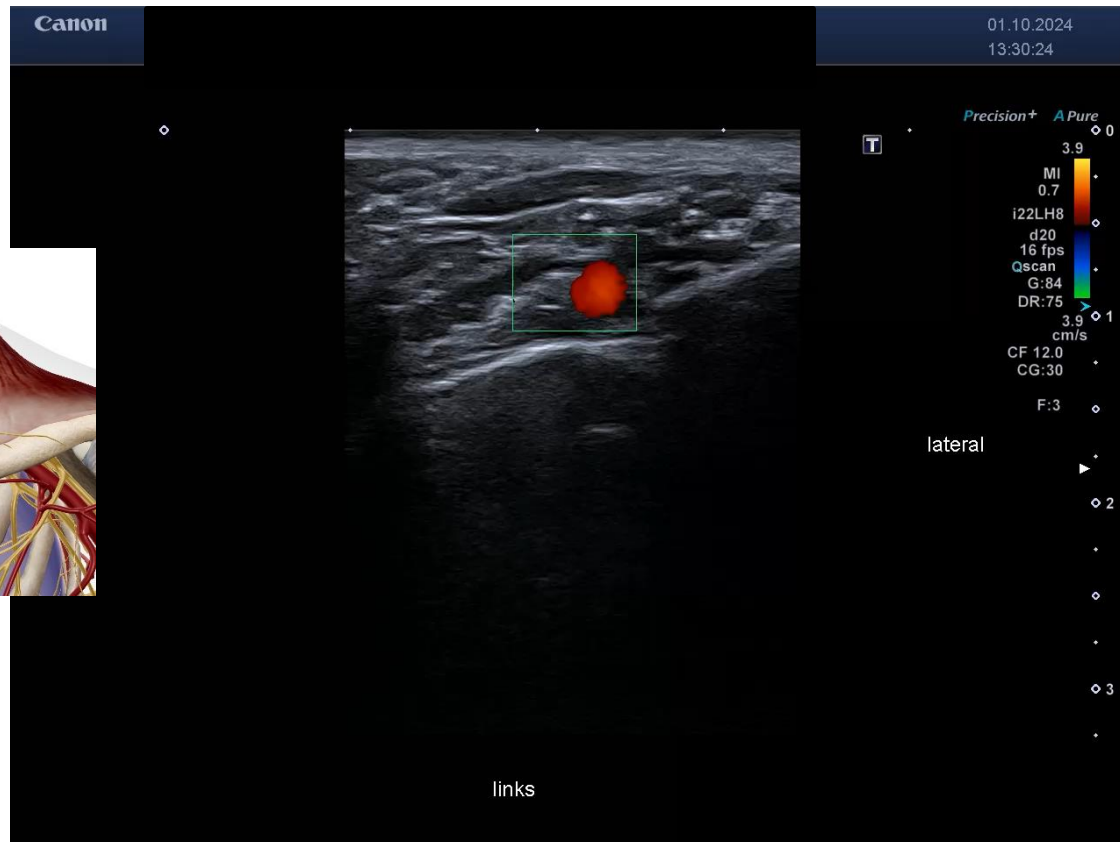
Kinderratgeber GBS Syndrom



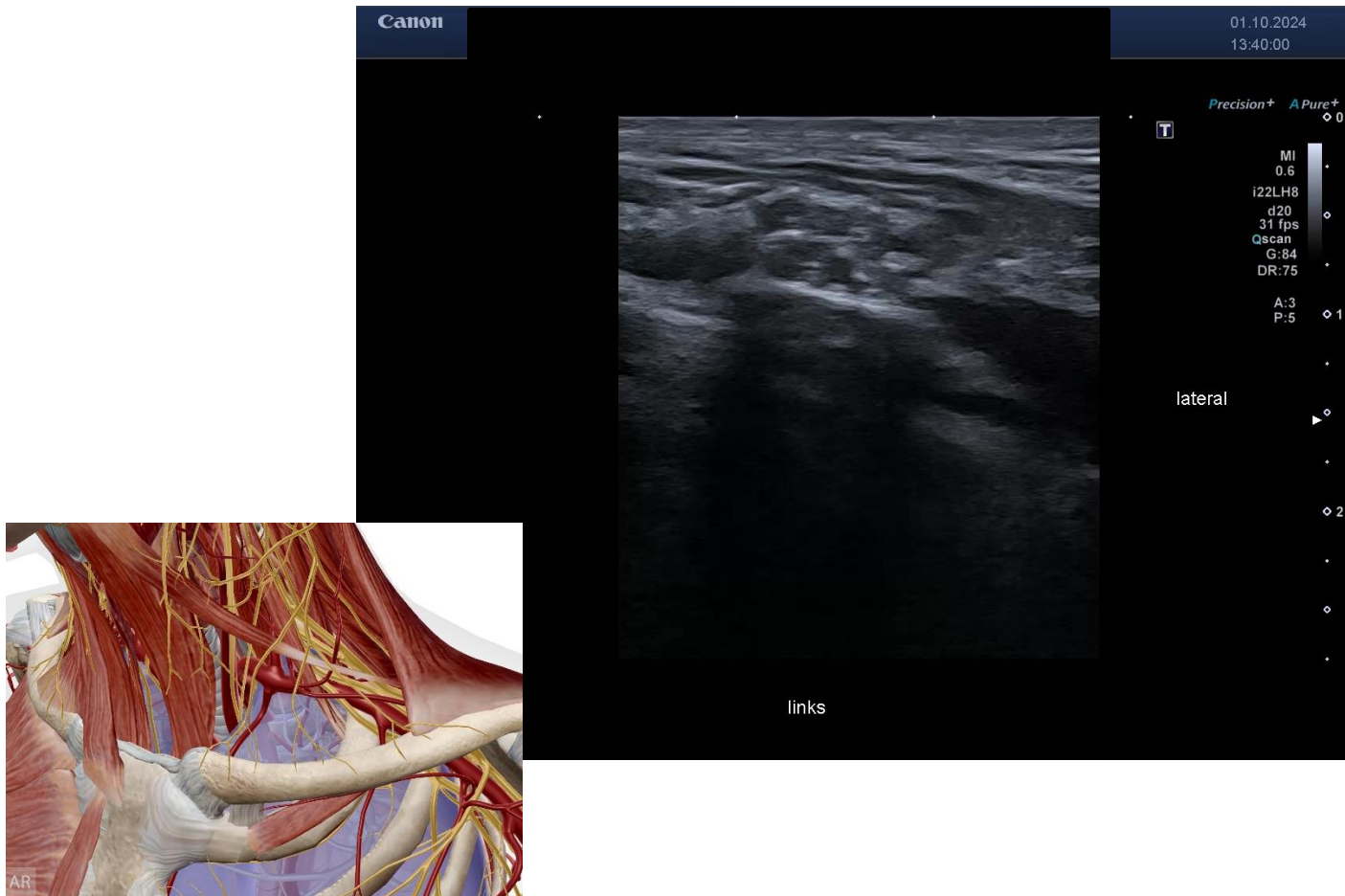
Scan position



Oberhalb der Clavicular

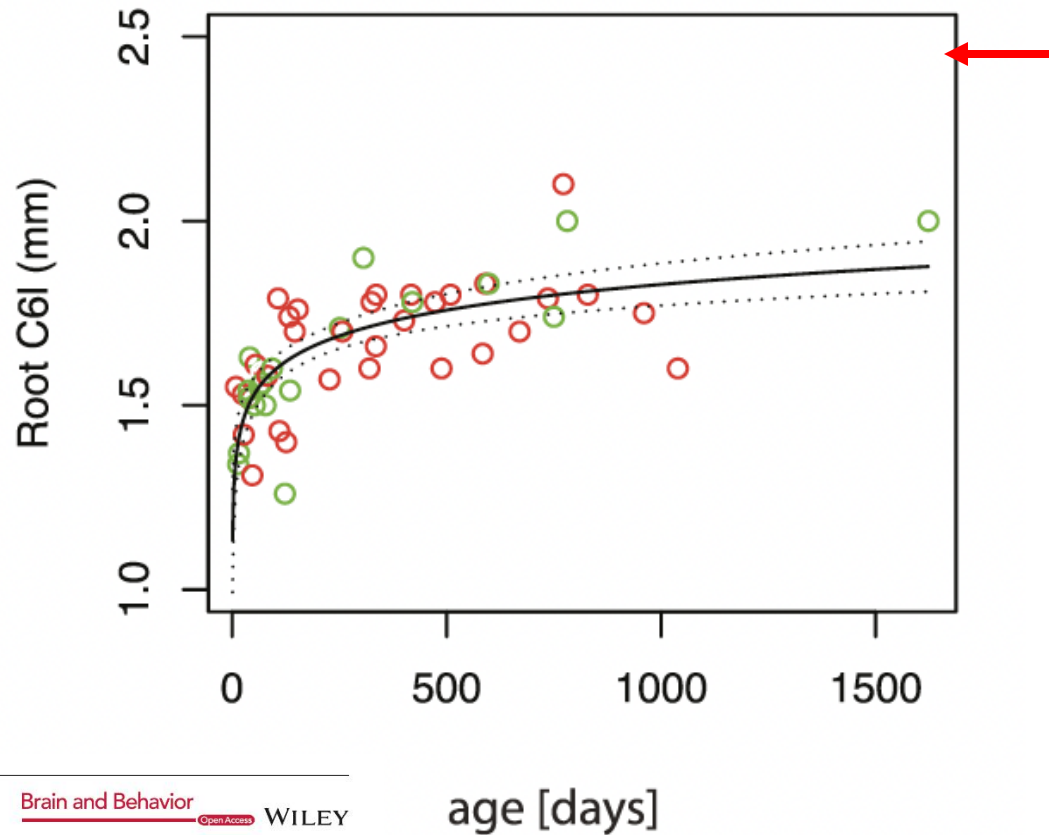


Oberhalb der Clavicular bis Wurzel



Wurzel C5 Diameter

5j etwa 1800 Tage, Diameter unser Patient 2.5mm



Received: 16 February 2022 | Revised: 10 May 2022 | Accepted: 12 May 2022
DOI: 10.1002/lrb3.2649

ORIGINAL ARTICLE

Correlation of age and the diameter of the cervical nerve roots C5 and C6 during the first 2 years of life analyzed by high-resolution ultrasound imaging

Jacoba van der Linde¹ | Carole Jenny¹ | Thomas Hundsberger² | Philip J. Broser^{1,3} 

Vielen Dank an mein Team und meine Kollegen:

J. Wurster, L. Jansen, M. Fellmann (AMG Preis 2023), N. Bürke, S. Meier,
M. Gruener, M. Köckemann, Dr. E. West, dem FND Team,
Alumni: Dr. C. Jenny (AMG Preis 2020), J. Linden (AMG Preis 2022)
und allen Kindern und Eltern die an den Studien teilgenommen haben!



Prof. D. l'Allemand-Jander, Prof. J. Lütschg, Dr. O. Maier, Dr. N. Alexander

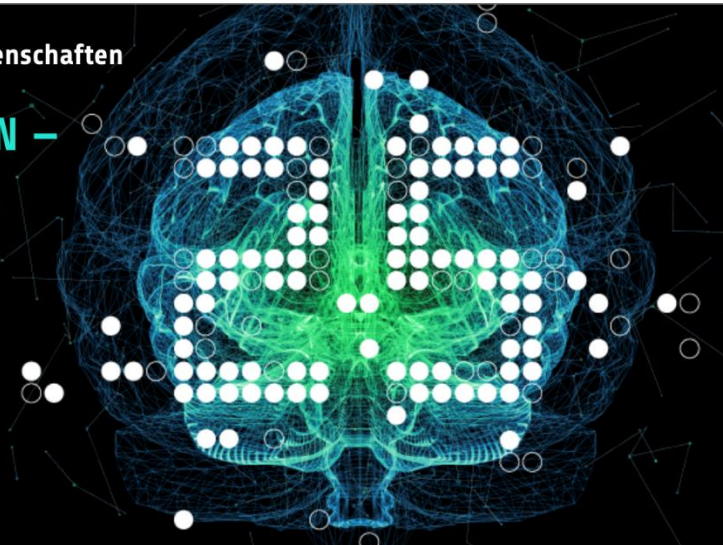
Diskussion



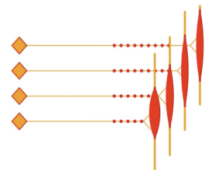
Kongress für Klinische Neurowissenschaften
mit Fortbildungsakademie

**LEBENSLANGES LERNEN –
VON ENTWICKLUNG ZU
REORGANISATION**

12.-15. März 2025
Kap Europa Frankfurt



Referenzzentrum für seltene
neuromuskuläre Krankheiten
Ostschweizer Kinderspital



Literature

1. S Oberhauser, D. l'Allemand, E. P. Willems, T. Gozzi, K. Heldt, M. Eilers, A. Stasinaki, J. tschg, and P. J. Broser. The slowing of peripheral nerve conduction velocity in children and adolescents with type 1 diabetes is predicted by glucose fluctuations. *Diabetes*, Sep 2023(7.7) 1
2. N. Alexander, J. Cip, E. Iler, K. Lengnick-Lampadius, and P. J. Broser. Gait is not Affected by Hemispherotomy-Case Report from Two Children. *Neuropediatrics*, Mar 2023 (1.947)
3. C. Jenny, J. van der Linde, T. Hundsberger, and P. J. Broser. Correlation between age and the sciatic nerve diameter in the first 2 years of life: A high-resolution ultrasound study. *Brain Behav*, 13(4):e2944, Apr 2023 (2.708)
4. J. van der Linde, C. Jenny, T. Hundsberger, and P. J. Broser. Correlation of age and the diameter of the cervical nerve roots C5 and C6 during the first 2 years of life analyzed by high-resolution ultrasound imaging. *Brain Behav*, 12(8):e2649, Aug 2022 (2.708)
5. P. Broser, U. von Mengershausen, K. Heldt, D. Bartholdi, D. Braun, C. Wolf, and M. A. Lee-Kirsch. Precision treatment of Singleton Merten syndrome with ruxolitinib: a case report. *Pediatr Rheumatol Online J*, 20(1):24, Apr 2022 (3.497)
6. N. Alexander and P. Broser. Counter-movement jump characteristics in children with Charcot-Marie-Tooth type 1a disease. *Gait Posture*, 93:218–224, Feb 2022 (2.16)
7. P. J. Broser and J. Luetschg. Funktion und Struktur peripherer Nerven aus neuropaediatrischer Sicht. *Klinische Neurophysiologie*, 52:239–249, 2021 (0.27)
8. C. Jenny, J. Luetschg, and P. J. Broser. Change in cross-sectional area of the median nerve with age in neonates, infants and children analyzed by high-resolution ultrasound imaging. *European Journal of Paediatric Neurology*, 2020 (2.496)
9. P. J. Broser and J. Luetschg. Die Bedeutung neurophysiologischer Methoden in der Abklaerung neuropaediatrischer und neuromuskulaerer Erkrankungen. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 2019 (0.353)
10. P. J. Broser and J. Luetschg. Elektroneurografische und elektromyografische Diagnostik in der Neuropaediatric. *Klinische Neurophysiologie*, 2019 (0.325)



Richtlinie

Pädiatrische Neurophysiologie und Bildgebung des neuromuskulären Systems beim Kind

Für die DGKN-Ausbildung mit Zertifikatserwerb in der pädiatrischen Neurophysiologie und Bildgebung des neuromuskulären Systems



Deutsche Gesellschaft
für Klinische Neurophysiologie
und Funktionelle Bildgebung e.V.

1. Voraussetzungen

- 1.1** Voraussetzung für die Ausbildung in der pädiatrischen Neurophysiologie ist die ärztliche Approbation.
- 1.2** Eingangsvoraussetzung für die Ausbildung ist ein Facharztabschluss in der Pädiatrie oder der Erwachsenen-neurologie.

2. Ausbildungszeit

- 2.1** Es gibt keine feste Anforderung an die Ausbildungszeit. Die Dauer soll jedoch einen Zeitraum von drei Jahren nicht überschreiten.
- 2.2** Am Ende der Ausbildungszeit wird eine Bescheinigung ausgestellt, die die Ausbildungszeit, die Zahl der Untersuchungen und die selbstständige Durchführung der Untersuchung nach Punkt 3.2 (Ausbildungsbuch) umfasst.

3. Ausbildungsinhalt

3.1 Selbstständig durchzuführende Untersuchungen

- 50 motorische NLG
- 50 sensorische NLG
- 20 F-Wellen bei Kindern im Alter von < 1, 1-5, > 5 Jahren
- 5 H-Reflex bei Kindern im Alter von < 1, 1-5, > 5 Jahren
- 30 Nervensonografie
- 30 Myosonografie
- 10 AEP
- 20 SEP
- 10 VEP

3.2 Befundung von Archivmaterial

- 20 Nadel-EMG (spontan/willkürlich) bei Kindern im Alter von < 1, 1-5, > 5 Jahren
- 25 AEP
- 25 SEP
- 25 VEP

3.3 Kurse

Die Teilnahme an DGKN-zertifizierten Fortbildungsveranstaltungen zur pädiatrischen Neurophysiologie und zur Muskel- und Nervensonografie mit einer Gesamtanzahl von mindestens 6 FBA-Punkten ist nachzuweisen. Aktuelle Informationen zum Zertifizierungssystem sind der Richtlinie der Fortbildungsakademie zu entnehmen.

3.4 Grundkenntnisse in Gerätekunde sowie eingehende Kenntnisse in Anatomie, Physiologie, Histologie und Histopathologie des zentralen und peripheren Nervensystems sind zu erwerben. Insbesondere müssen die Reifungsprozesse des kindlichen Gehirns und des peripheren Nervensystems bekannt sein. Dies im besonderen Hinblick auf die Befundung der neurophysiologischen Methode.

3.5 Das Ausbildungsbuch der DGKN ist zu führen, aus der Diagnose und Alter, Datum und Registriernummer der untersuchten Patientinnen und Patienten hervorgehen.

4. Zertifikat

4.1 Das Zertifikat wird auf Antrag und nach bestandener mündlicher und praktischer Prüfung erteilt, in der die eingehenden praktischen und theoretischen Kenntnisse nachzuweisen sind. Vor der Prüfung werden fünf der Registriernummern aus dem Ausbildungsbuch ausgewählt und diese mit der Einladung zur Prüfung mitgeteilt.

Dabei muss je ein Fall von einem Kind < 1 Jahr, 1-3 Jahre und > 3 Jahre sein.

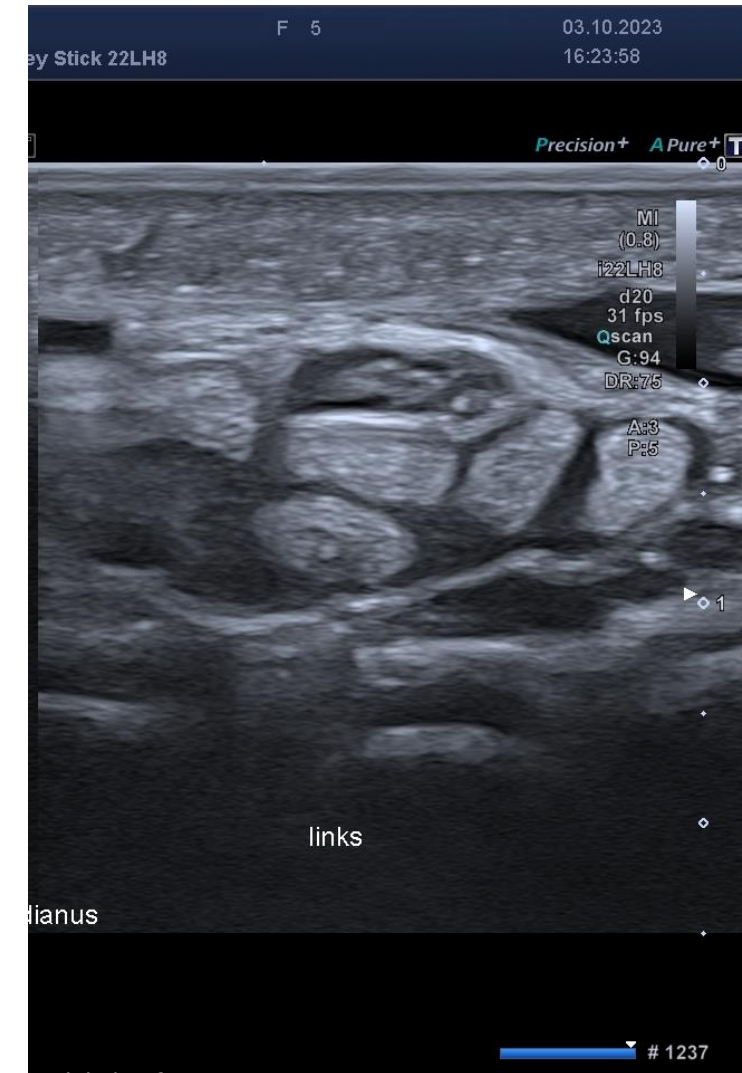


Anamnese und klinischer Befund

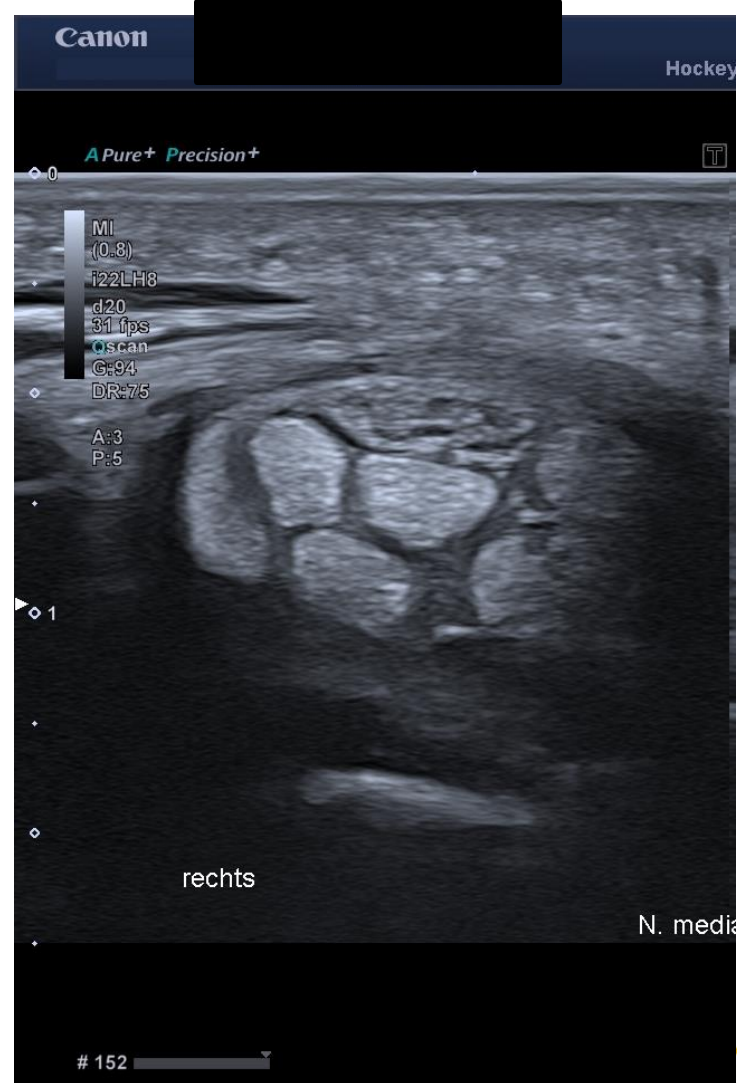
- 5j
- Nächtliche Schmerzen in der rechten Hand
- Neurophysiologie (N. Fibularis 54 m/s)
- Neurophysiologie N. medianus

	Links	Rechts
Mot. NLG	58 m/s	47 m/s
Distal mot. Latenz	3.2 ms	5.0 ms
Sen. NLG	41 m/s	38 m/s

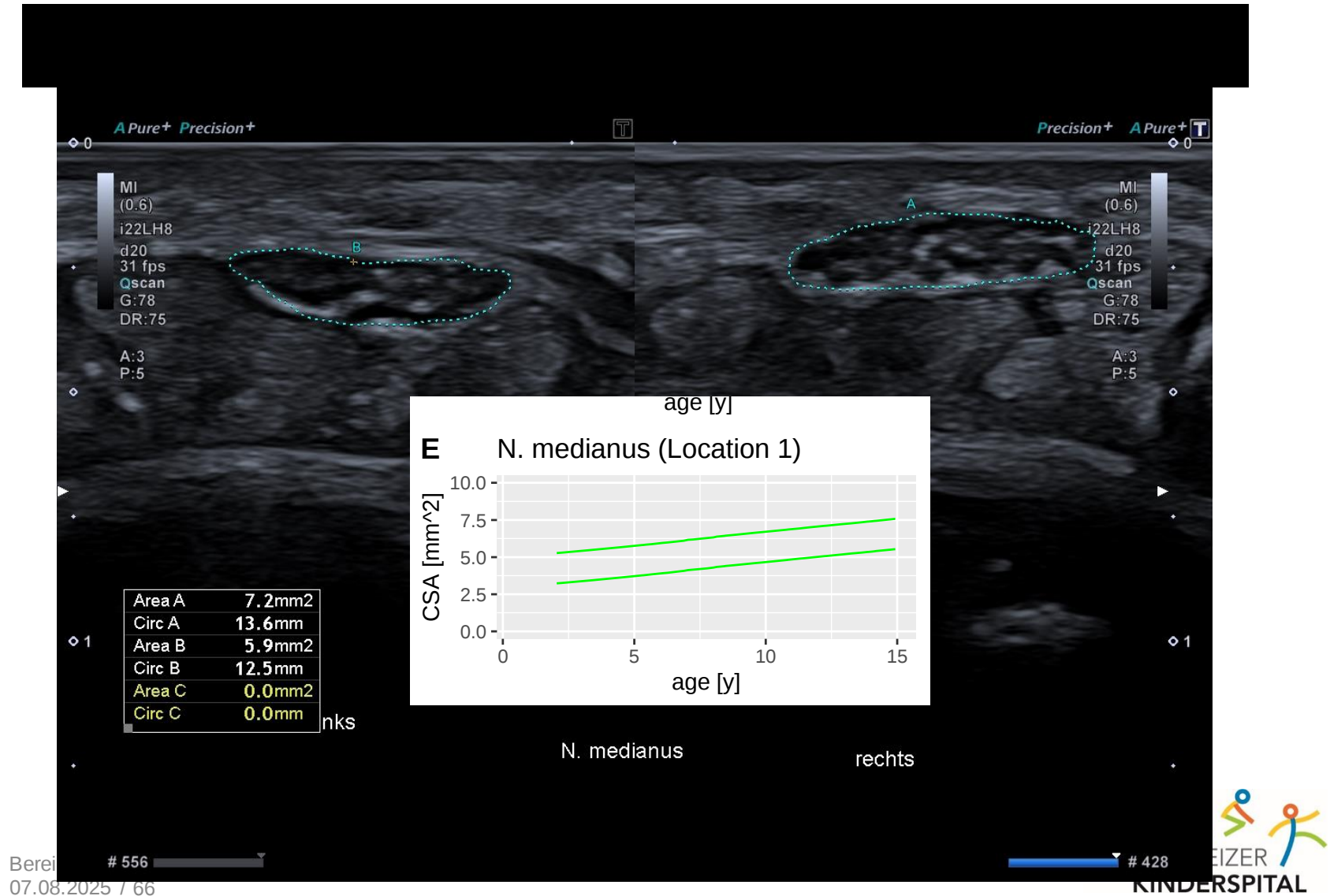
Nerven - Ultraschall und Neurophysiologie



Bereich / Referent
07.08.2025 / 65



Nerven - Ultraschall und Neurophysiologie



Carpal Tunnel Syndrom

- Metabolische Abklärung ausstehend (MPS)
- Aktuell konservative Therapie

Article

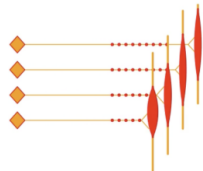
Etiology of Carpal Tunnel Syndrome in a Large Cohort of Children

Christina T. Rüsch ^{1,2,†}, Ursula Knirsch ^{1,†}, Daniel M. Weber ³ , Marianne Rohrbach ⁴ , André Eichenberger ⁵,
Jürg Lütschg ², Kirsten Weber ⁶, Philip J. Broser ² and Georg M. Stettner ^{1,*} 

Hereditäre Neuropathien



Referenzzentrum für seltene
neuromuskuläre Krankheiten
Ostschweizer Kinderspital

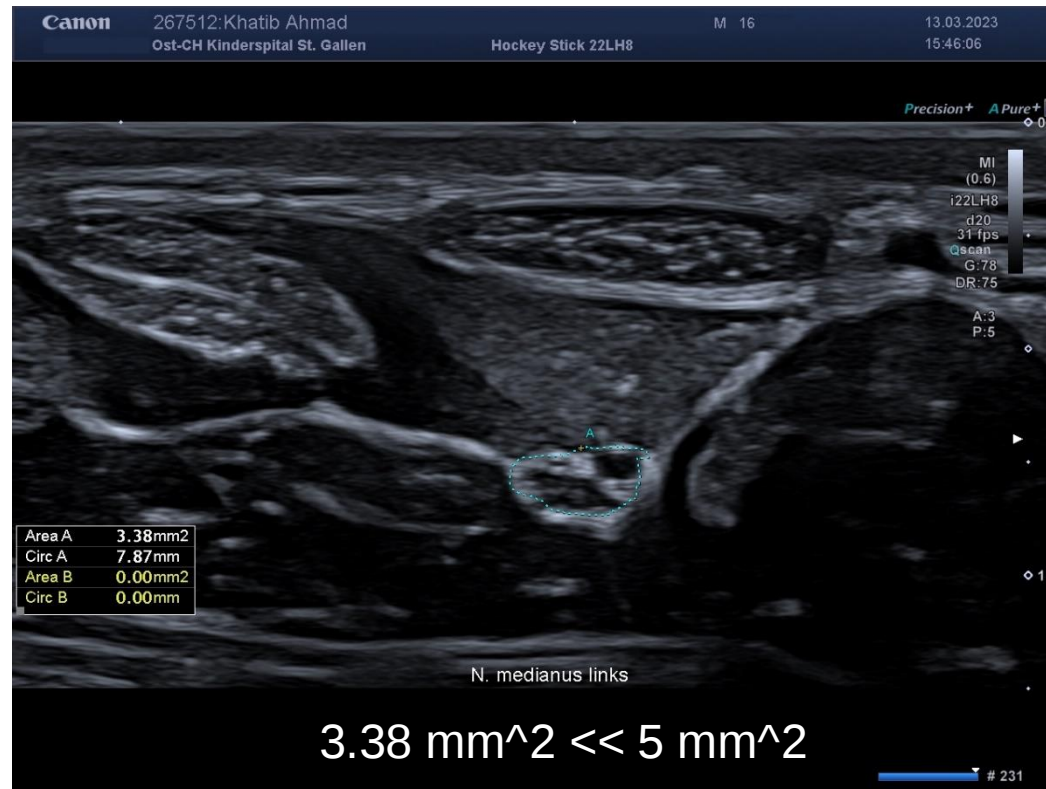




Male, 16y

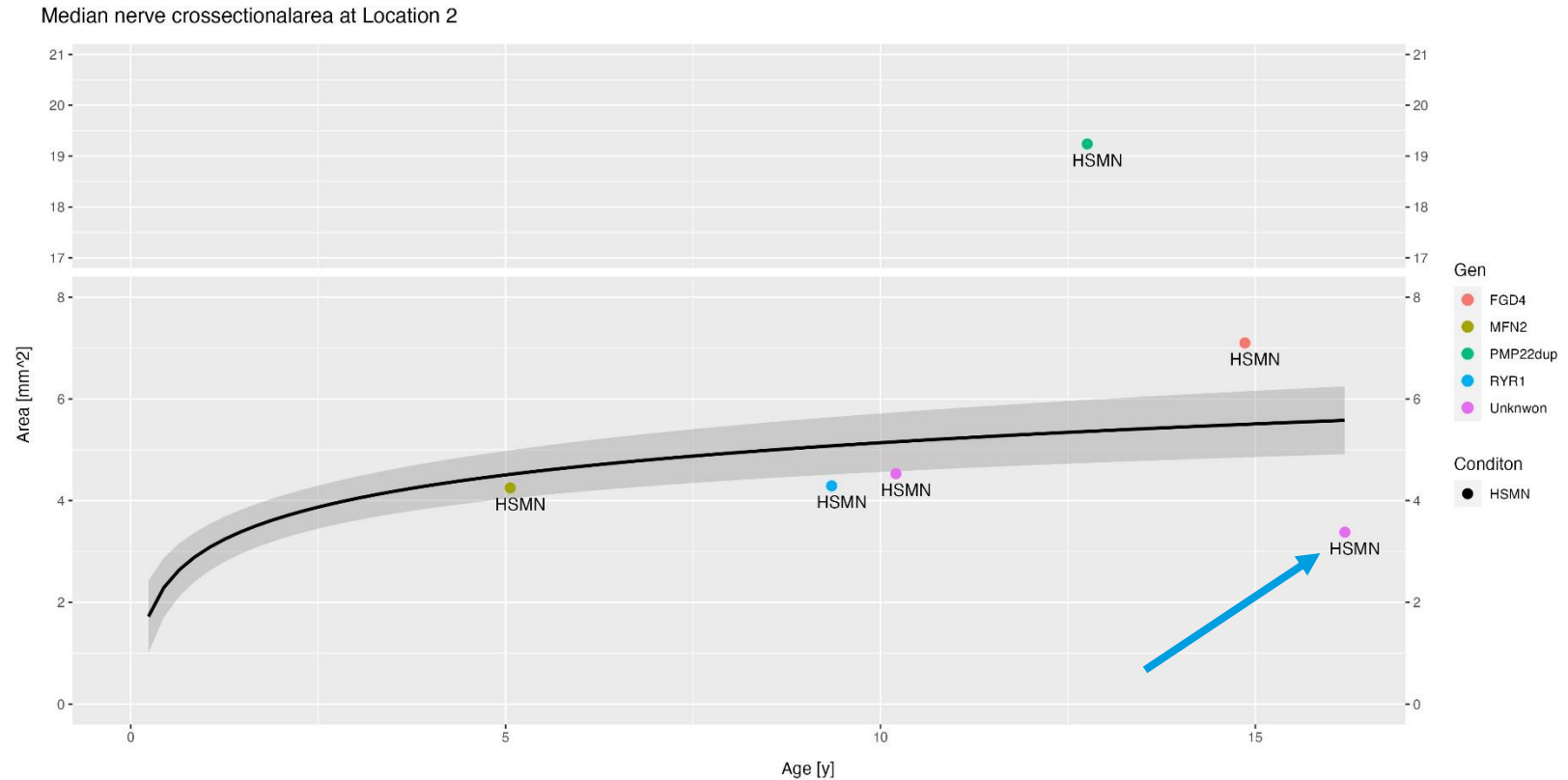


NCS - N. Medianus



Nerv	NCV	Norm
N. Medianus (mot)	45 m/s	>50 m/s
N. Medianus (sens)	44 m/s	>45 m/s
N. fibularis	44 m/s	> 45 m/s

Hereditary Sensory Motor Neuropathies

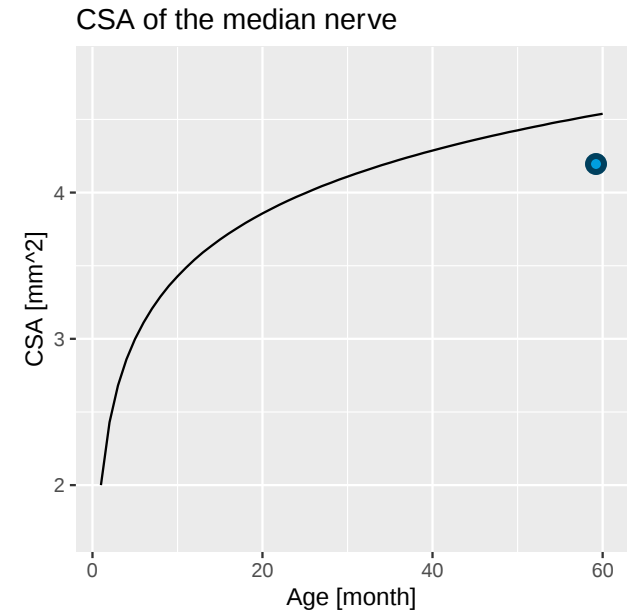
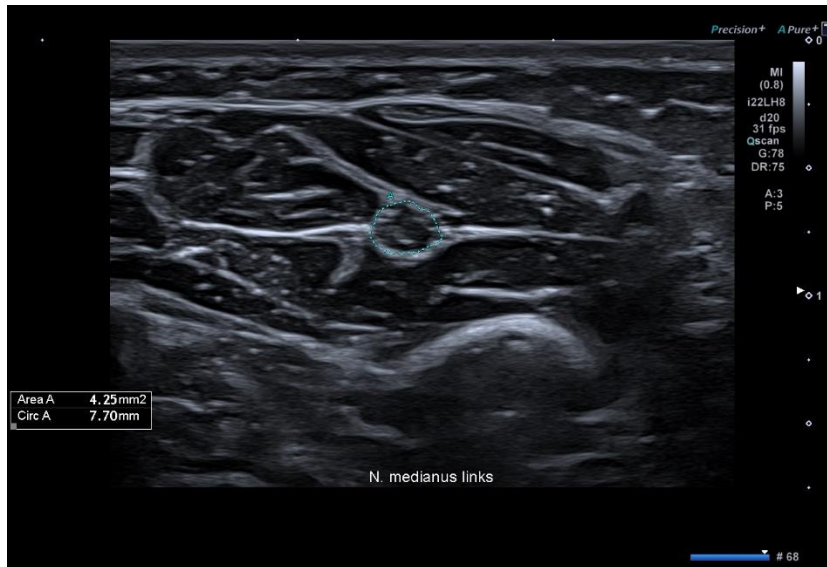




Klinischer Befund

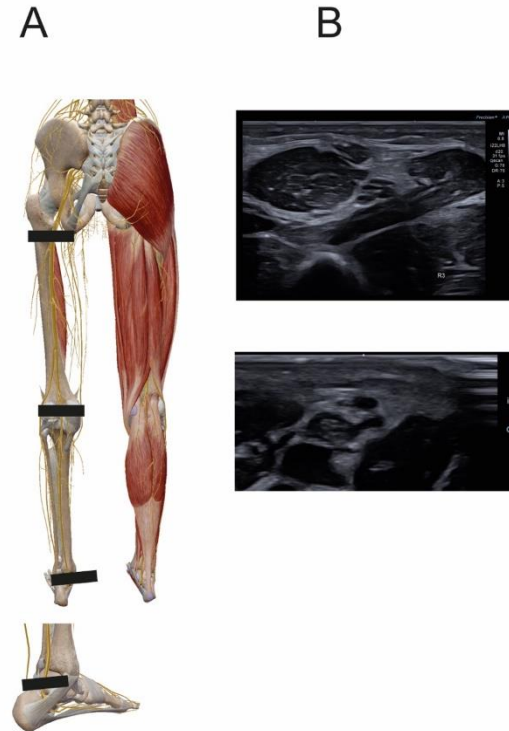
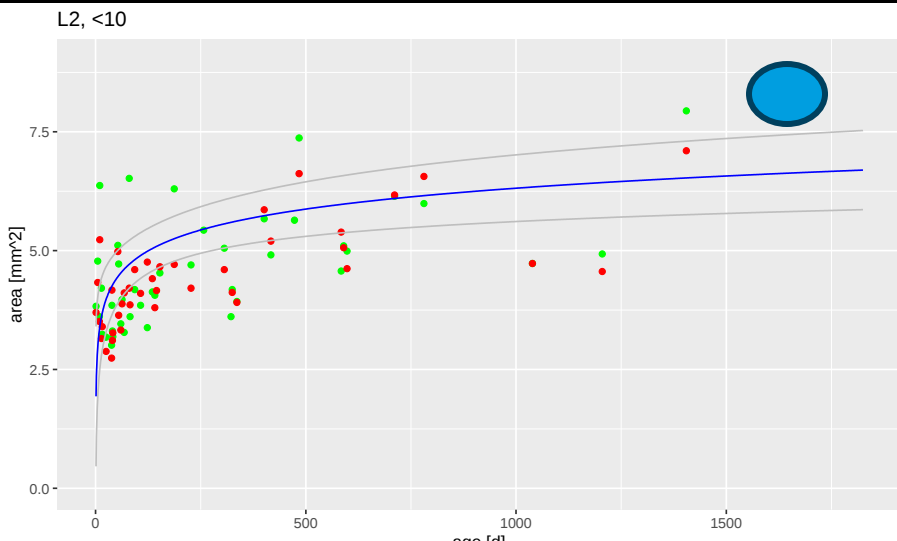
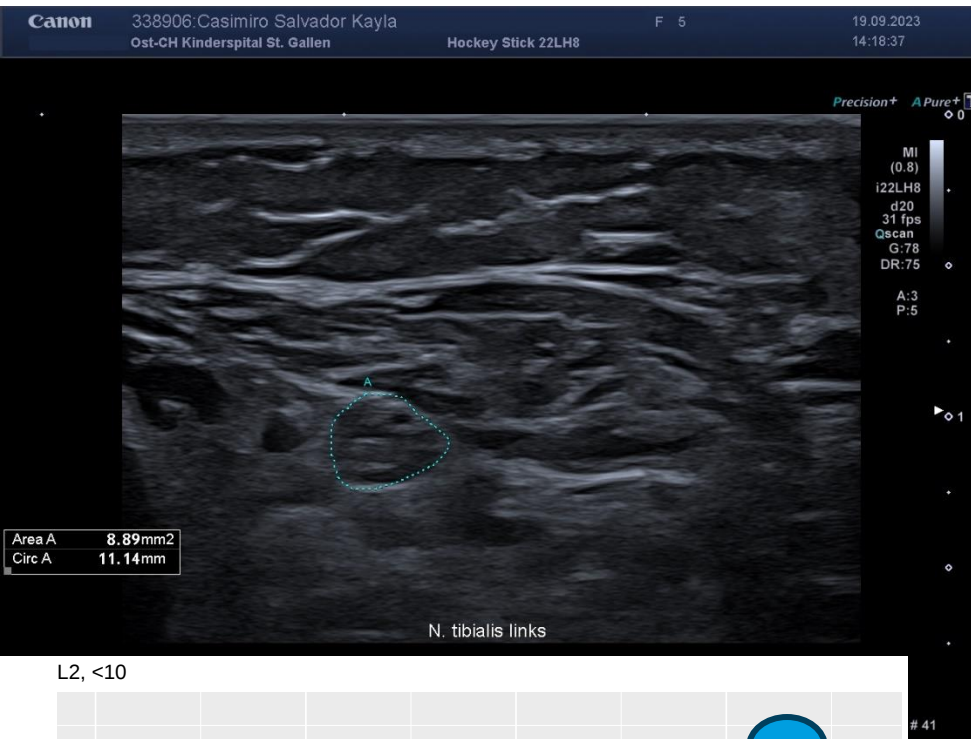
- Gute Funktion der oberen Extremitäten
- Schwächen in der Beinmuskulatur (kann gerade so gehen, kein Hüpfen möglich)
- Hackengang nicht möglich

N. Medianus



Der N. medianus stellt sich zart dar mit einer Querschnittsfläche von 4-5 mm² mit soweit unauffälliger Textur.

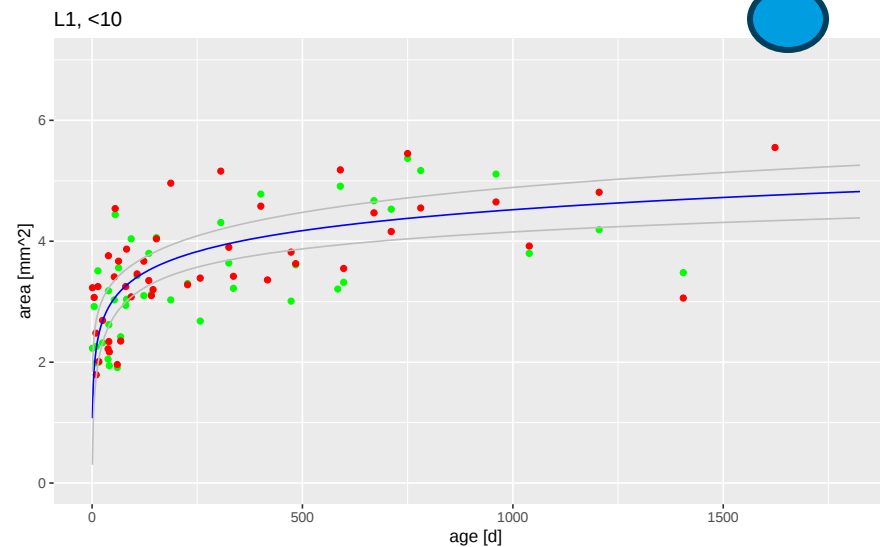
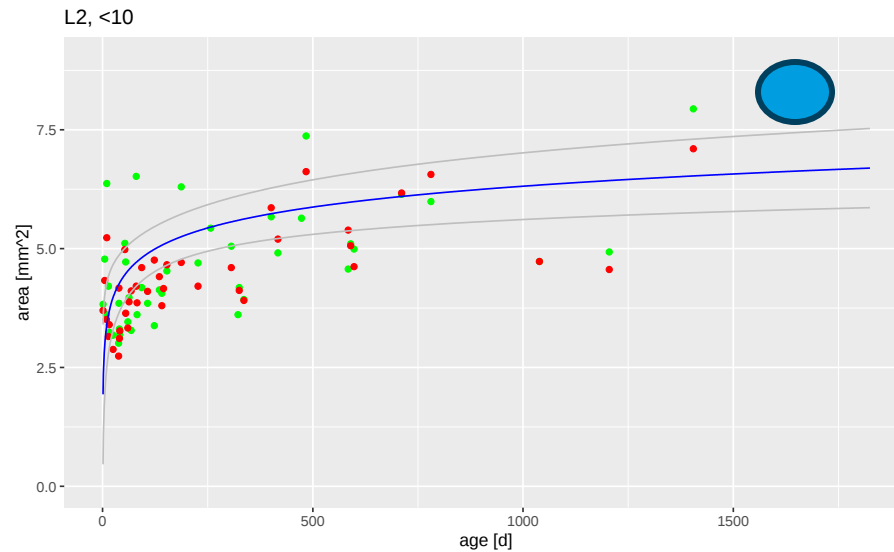
N. Tibialis – auf Höhe Knie



C. Jenny, J. van der Linde, T. Hundsberger, and P. J. Broser. Correlation between age and the sciatic nerve diameter in the first two years of life: a high-resolution ultrasound study. 2022

N. Tibialis – longitudinal

A



N. fibularis (peroneus)



Elektrophysiologie

Nerv	NCV	Norm
N. Medianus	45 m/s	>50 m/s
N. tibialis	26 m/s	>45 m/s
N. fibularis	elektrisch silent	

Nerven - Ultraschall und Neurophysiologie



Interpretation

- Neuropathie mit Betonung der unteren Extremitäten
- Gemischt Axonal und Myelin Störung
- -> v.a. Mitochondriopathie