

MUNI
MED

FAKULTNÍ
NEMOCNICE
BRNO

NEUROLOGICKÁ
KLINIKA
LF MU a FN BRNO

ELEKTROFYZIOLOGICKÁ DIAGNOSTIKA U ONEMOCNĚNÍ KRČNÍ PÁTEŘE A MÍCHY

Vlčková Eva^{1,2,3}, Kadaňka Zdeněk jr. ^{1,2}, Horák Tomáš^{1,2,3}, Kadaňka Zdeněk^{1,2}, Horáková Magda^{1,2,3},
Bednařík Petr^{3,4}, Svátková Alena^{5,6}, Keřkovský Miloš^{2,7}, Valošek Jan^{8,9}, Bednařík Josef^{1,2,3}

¹Neurologická klinika Fakultní nemocnice Brno ²Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno ³CEITEC - Středoevropský technologický institut, Masarykova univerzita, Brno
⁴Medical University of Vienna, Department of Biomedical Imaging and Image-guided Therapy, High Field MR Centre, Vienna, Austria ⁵Medical University of Vienna, Department of
Medicine III, Clinical Division of Endocrinology and Metabolism, Vienna, Austria ⁶Ústav radiodiagnostický Fakultní nemocnice Ostrava a Lékařské fakulty Ostravské univerzity
⁷Klinika radiologie a nukleární medicíny Fakultní nemocnice Brno ⁸Neurologická klinika, Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci ⁹Oddělení biomedicínského inženýrství,
Fakultní nemocnice Olomouc



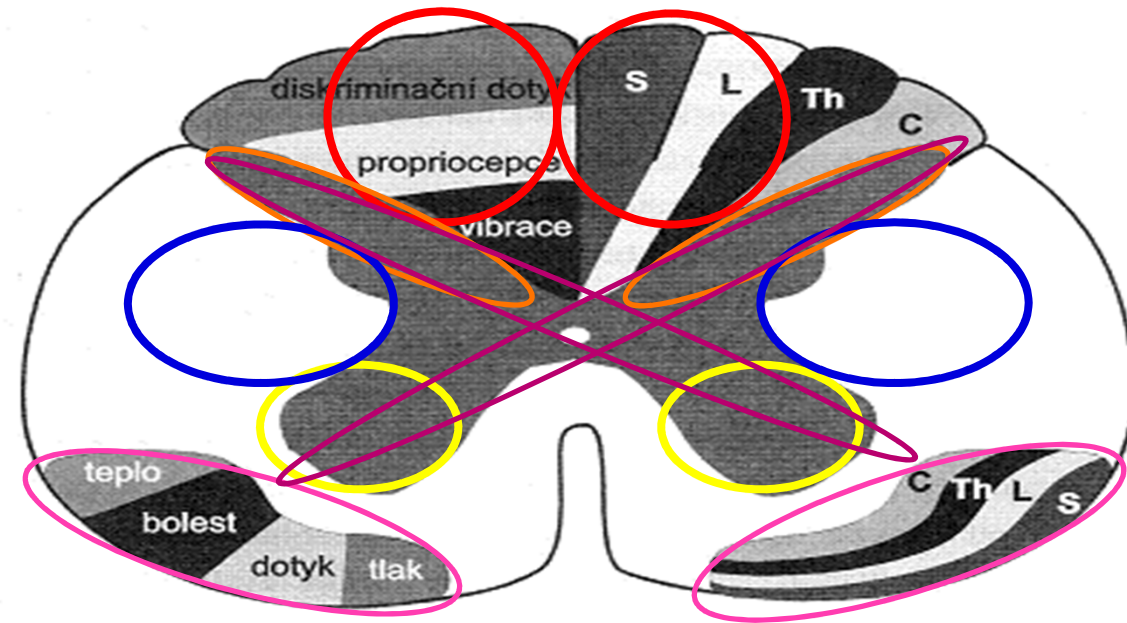
JAKÁ ELEKTROFYZIOLOGICKÁ VYŠETŘENÍ MÁME K DISPOZICI?

– RUTINNĚ DOSTUPNÉ:

- EMG (kondukční studie + **jehlová EMG**)
- **SEP** (**somato-senzitivní** evokované potenciály)
- **MEP** (motorické evokované potenciály)

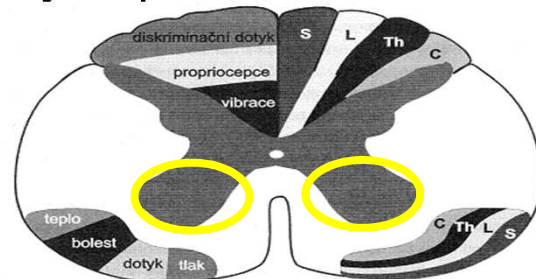
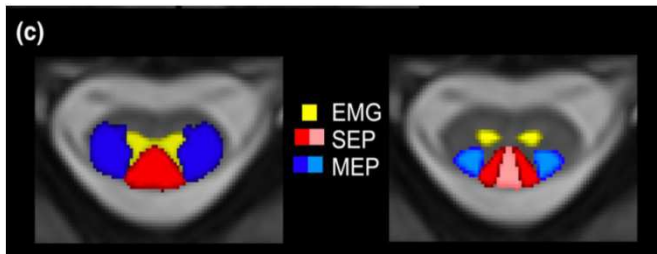
– SPÍŠE EXPERIMENTÁLNÍ:

- **CHEPs** (evokované potenciály, vyvolané **kontaktním teplem**)
- **LEPs** (**laserem** evokované potenciály)
- CSP (kožní perioda útlumu)



ELEKTROMYOGRAFIE (EMG)

Umožní hodnocení RADIKULOPATIE či POSTIŽENÍ ŠEDÉ HMOTY PŘEDNÍCH ROHŮ míšních v rámci myelopatie

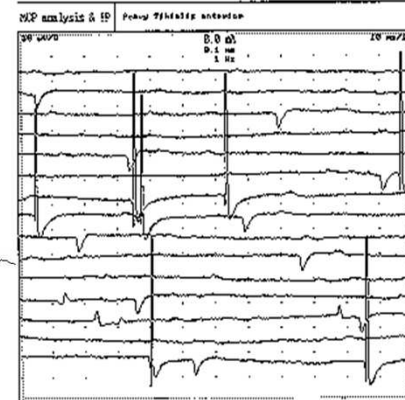
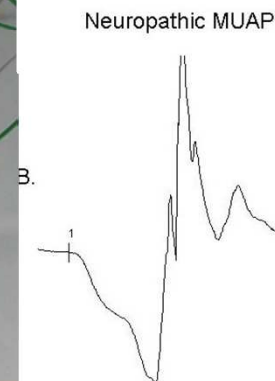
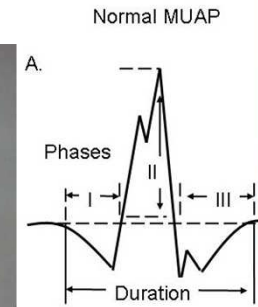
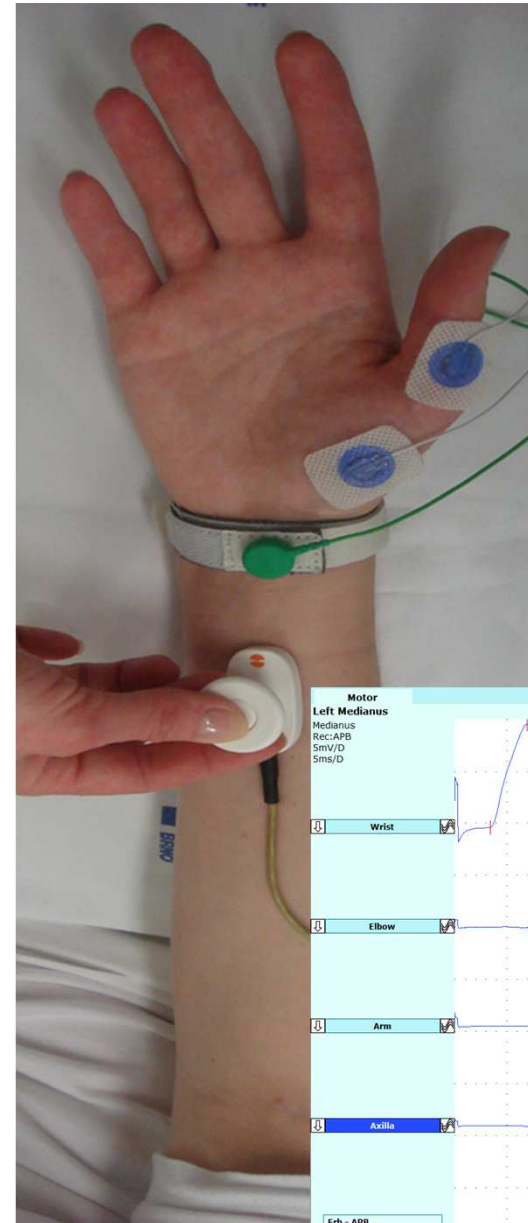


Klíčový význam má JEHLOVÁ EMG

KONDUKČNÍ STUDIE:

- význam zejm. pro diferenciální diagnostiku
- mohou prokázat redukcí CMAP a změny F-vln a H-reflexů (nespecifické!!!) -
- typicky normální SNAP – ale vzácně při postganglionární kompresi i redukce SNAP...
- Samotné kondukční studie bez výraznějšího diagn. významu u radikulopatií i myelopatií

3



EMG U C RADIKULOPATIÍ - DOPORUČENÍ

AANEM (dříve AAEM) opakovaně publikuje minimonografie s [PRAKTICKÝMI GUIDELINES PRO EMG DIAGNOSTIKU RADIKULOPATIÍ](#) (Wilbourn et al. 1998, Dillingham et al. 2020):

- Abnormita musí být prokázána nejméně ve **2 svalech daného myotomu**, inervovaných z různých periferních nervů, optimálně vybírat klinicky oslabené svaly
- Svaly inervované sousedními nervovými kořeny jsou normální
- Podmínkou je, že nejsou současně přítomny generalizované poruchy periferních nervů a/nebo motoneuronů (PNP, ALS).
- Pro screeningové účely je doporučeno vyšetřit **6 svalů na hodnocené končetině**, inervovaných různými myotomy (optimálně včetně paravertebrálních)
- Pokud vyšetření vykáže normální nález, je vhodné vyšetření ukončit s tím, že pacient nemá EMG detekovatelnou radikulopatii.

EMG U C RADIKULOPATIÍ - DOPORUČENÍ

- Pokud je prokázána jednostranně radikulopatie a pacient má oboustranné subj.obtíže, je doporučováno vyšetřovat oboustranně.
- Pokud je prokázáno postižení na obou HKK, je doporučeno vyšetřit alespoň některé svaly na DKK (a opačně v případě postižení obou DKK je vhodné vyšetřit některé svaly na HKK) – právě k vyločení generalizovaných onemocnění typu ALS ev. PNP
- Pozor na nadhodnocování nálezů, zejména u lehčích chronických změn, kde je hodnocení abnormit značně subjektivní
- Hodnocení akutních změn je spolehlivější
 - Do určité míry umožní hodnocení stáří postižení - velikost fibrilací a PSW s časem klesá (iniciálně jsou vysoké, odstupem jen malé)

EMG U C RADIKULOPATIÍ - DOPORUČENÍ

Správnou identifikaci postiženého myotomu komplikuje:

- pluriradikulární inervace většiny svalů
(deltoideus, biceps, supra- a infraspinatus mají všechny zásobené z kořenů C5 + C6)
- Výskyt četných anatomických variant

V dif. diagnostice je m.j. účelné zohlednění senzitivního neurogramu:

- abnormita naznačuje spíše lézi periferního nervu nebo plexopatii - na HKK infraklavikulární
- normální nález ale plexopatii nevylučuje (na HKK zejména u supraklavikulárních lézí)
- pozor na postganglionární komprese kořenů – mohou alterovat senzitivní neurogram

Wilbourn AJ, Aminoff MJ. AAEM minimonograph #32: the electrodiagnostic examination in patients with radiculopathies. *Muscle Nerve*. 1998;21:1612-1631.

Dillingham TR, Annaswamy TM, Plasteras CT. Evaluation of persons with suspected lumbosacral and cervical radiculopathy: Electrodiagnostic assessment and implications for treatment and outcomes (Part I). *Muscle & nerve*. 2020;62(4):462-473.

DG. VALIDITA EMG U RADIKULOPATÍ

SENZITIVITA NE ZCELA OPTIMÁLNÍ (ale vůči jakému zlatému standardu nálezy vztahujeme?)

- pro cervikální radikulopatie 50 až 71 % (Hong 1986, Partanen 1991, Berger 1987)
- lumbosakrální radikulopatie 49 - 86 % (Nardin 1999, Weber 2000)

SPECIFICITA při doporučeném rozsahu **POMĚRNĚ USPOKOJIVÁ** (Tong 2006, 2011):

- NCS + jehlová EMG z 5 svalů na příslušné končetině (+ ze svalů paravertebrálních) vyšetřena u 30 asymptomatických osob ve věku nad 55 let
- Pokud byla za abnormitu považována jen spontánní aktivita ve 2 svaích (nebo v 1 končetinovém a 1 paravertebrálním), byla specificita 100%
- I v případě, že byl hodnocen i výskyt polyfází nad 30% (zřejmě jako známka reinervace), byla specificita nadále vysoká 87-97% podle vyšetřených svalů.

LIMITACE EMG VYŠETŘENÍ V PRŮKAZU RADIKULOPATIE

- Průkaz limitován časovým faktorem (vyšetřovat nejdříve 5 týdnů od vzniku potíží – nepoužitelné pro akutní operační indikaci!)
- Komprimována může být jen senzitivní část kořene, což nepovede k rozvoji axonálních změn v hodnocených svalech
- Roli v hodnocení hraje subjektivní úsudek hodnotitele. Mezi zkušenými elektromyografisty byla prokázána vysoká inter-rater reliabilita stanovení lumbosakrální radikulopatie, mezi méně zkušenými byla ale spolehlivost nízká (Kendall a Werner 2006) (zejména problém u chronických kořenových změn)
- Radikulopatie může být jiné (nekompresivní) etiologie, např. v rámci radikulitid – tedy může být přítomna i bez radiologického korelátu

LIMITACE EMG VYŠETŘENÍ V PRŮKAZU RADIKULOPATIE

Interpretace EMG nálezu čistě motorické axonopatie v určité distribuci jako radikulopatie je vždy určitou aproximací a simplifikací

Elektromyograficky identický nález je u pacientů s postižením motoneuronu

- v rámci MND/ALS (cave časté nesprávné operační indikace!)
- při lézích míšních motoneuronů např. kompresivních, ischemických, zánětlivých apod. (v LS oblasti tedy při syndromu epikonu/konu).



DALŠÍ SPECIFICKÉ SITUACE POTENCIÁLNĚ LIMITUJÍCÍ MOŽNOST PROVEDENÍ NSC/EMG

- **Trofické defekty** DKK v místě stimulace či snímání (bércové vředy, zánět, popáleniny apod.) (zanesení infekce, bolestivost)
- **Výrazné otoky** ve vyšetřované lokalizaci (nejde o kontraindikaci – spíše faktor, znemožňující validní vyšetření)
- **Výrazná intolerance** vyšetření



VYŠETŘENÍ PARAVERTEBRÁLNÍCH SVALŮ

- Dumitru et al. (2001) vyšetřili paravertebrální svaly u asymptomatických jedinců
- Zaznamenávali potenciály obdobného tvaru jako PSW a/nebo fibrilace
- Pokud vyloučili náhodné ojedinělé potenciály a zohledňovali pouze opakované, pravidelně se vyskytující PSW/fibrilace, zachytili falešně pozitivní EMG nález jen u 4% pacientů
- Předcházející studie, zohledňující i výskyt ojedinělých potenciálů (Date 1996, Nardin 1997) prokázaly falešně pozitivní EMG nález u vyššího procenta pacientů.
- Abnormální spontánní aktivita se v paravertebrálních svalech může vyskytovat i u pacientů se spinálními tumory, ALS/MND, po operacích míchy či po LP – nutno zohlednit při interpretaci.
- Problémem je často NEUSPOKOJIVÁ SVALOVÁ RELAXACE

Dumitru D, Diaz CA, King JC. Prevalence of denervation in paraspinal and foot intrinsic musculature. Am J Phys Med Rehabil. 2001; 80(7):482-490.

Date ES, Mar EY, Bugola MR, Teraoka JK. The prevalence of lumbar paraspinal spontaneous activity in asymptomatic subjects. Muscle Nerve. 1996;19:350-354.

Nardin R, Raynor EM, Rutkove SB. Electromyography of lumbosacral paraspinal muscles in normal subjects. Neurology. 1997; 48:A147.

Haig AJ. Clinical experience with paraspinal mapping. I: neurophysiology of the paraspinal muscles in various spinal disorders. Arch Phys Med Rehabil. 1997;78(11):1177-1184.

JAKÁ JE PRAVDĚPODOBNOST EMG ZÁCHYTU RADIKULOPATIE U KONKRÉTNÍHO PACIENTA?

- EMG se zaměřením na C či LS radikulopatie je často negativní
- Hassan et al. (2013): Hodnocení klinických prediktorů EMG průkazu radikulopatie u 200 pacientů odeslaných na EMG s touto klinickou otázkou
- Na EMG prokázali radikulopatii u: 38% pacientů s CB syndromem
62% pacientů s LIS
- nejsenzitivnějším prediktorem byla dermatomální bolest či senzitivní symptomy
(senzitivita 50-75%)
- objektivní známky radikulopatie byly naopak nejspecifičtější v predikci pozitivního výsledku
 - specificita: paréza 93%, areflexie 97%
 - klinicky detekovatelný senzitivní deficit v distribuci příslušného dermatomu 89%

DALŠÍ ELEKTROFYZIOL. PARAMETRY U RADIKULOPATÍ A MYELOPATÍ

H-reflexy a F-vlny nejsou považovány za příliš užitečné v diagnostice radikulopatií (pravděpodobněji jsou abnormální u PNP)

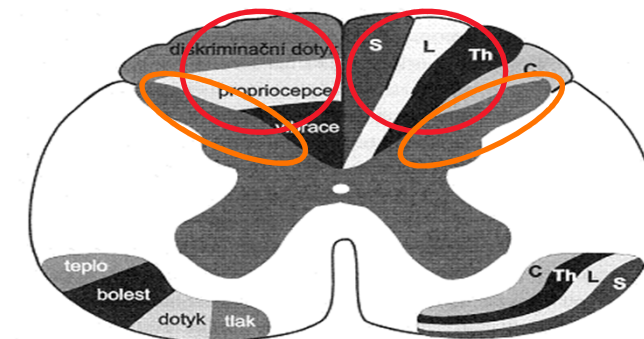
- publikováno několik prací, zaměřených na diagnostickou validitu H-reflexů u lumbosakrálních radikulopatií a jejich senzitivita i specificita byla obecně nízká (Wilbourn 1998, Kuruoglu 1994, Sabbahi 1990)
- kombinované hodnocení řady parametrů F-vln (minimální latence, persistence, chronodisperze a mezistranové rozdíly) vykázalo v jedné z provedených studií 55% senzitivitu a 100% specificitu diagnostice SCM

Dermatomální SEP obecně nejsou považovány za významně přínosné v diagnostice radikulopatií (AAEM 1999, Dumitru 1993)

EMG V DIAGNOSTICE RADIKULOPATÍ: SOUHRN

- Při dodržení odpovídajících diagnostických kritérií je specificita EMG v diagnostice radikulopatie excelentní (u zdravých je nízká pravděpodobnost průkazu abnormality, ale pozor např. na dif. dg. na MND! – falešně pozitivní nálezy)
- Senzitivita úplně optimální není - EMG není optimální screeningový test
- Je ale užitečný k průkazu relevance klinických symptomů a přispěje ke zhodnocení významu nálezů na zobrazovacích metodách.
- Průkaz radikulopatie je nejpravděpodobnější v případě jejích objektivních klinických známek
- EMG je užitečné také k vyloučení jiných diferenciálně diagnosticky významných možností (PNP, úžinové syndromy, plexopatie), které samostatně nebo v kombinaci s dalšími (nejen neurologickými onemocněními, jako impigement syndrom) mohou imitovat radikulární postižení
- Na každé HK je pro screening radikulopatií v rozsahu C5-8 vhodné vyšetřit 6 svalů

SOMATOTENZITIVNÍ EVOKOVANÉ POTENCIÁLY U SCM



Umožňuje hodnocení ascendentních somatosenzitivních drah vedoucích vibrační cití, propriocpci a diskriminační dotyk (**system zadních provazců – tractus spino-bulbo thalamicus**)

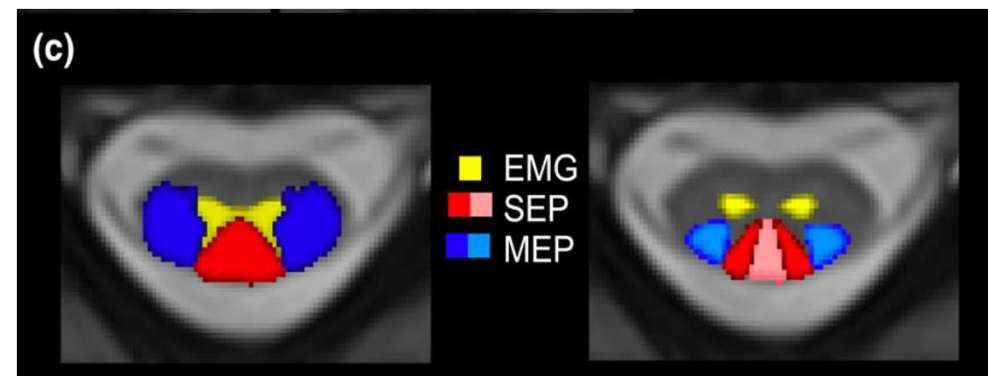
Dále hodnocení **zadních míšních rohů C** úseku míchy

Abnormity SEP prokazatelné při SCM u:

42-100% SEP z DKK

57-74% SEP n. ulnaris

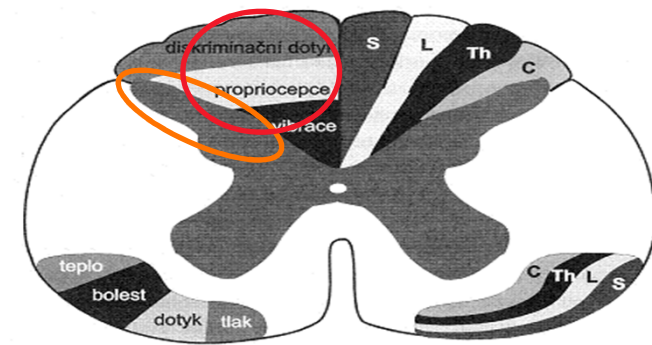
24-59% SEP n. medianus (např. Yu 1985, Veilleux 1987)



Obecně v provedených studiích **málo častý průkaz abnormit u pacientů bez klinického senzitivního deficitu**

Nehodnotí tractus spinothalamicus (který probíhá v postranních a předních míšních provazcích a vede termické a algické cití) – nutno využít např. CHEPs či LEPs

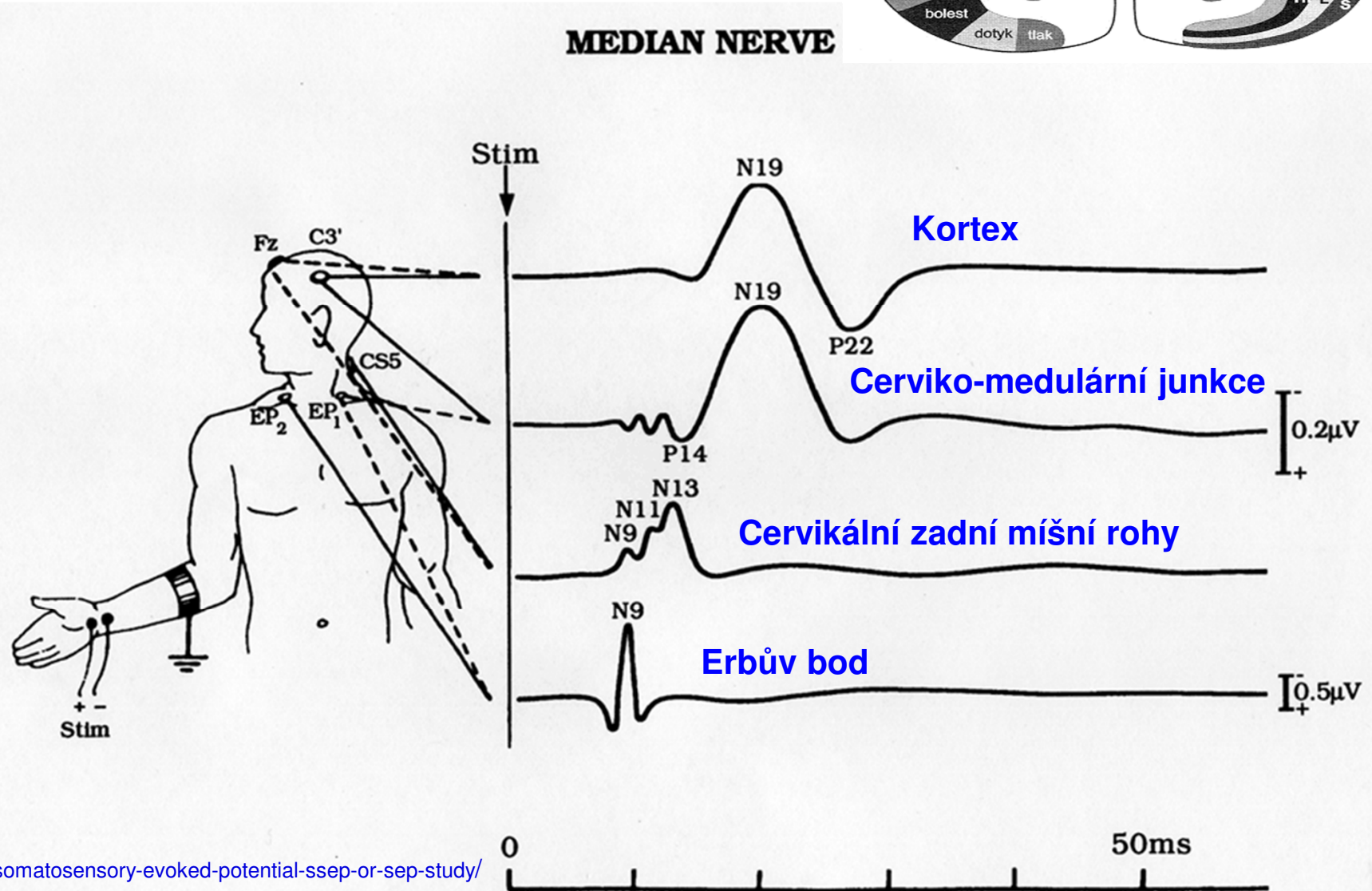
SOMATOSENZITIVNÍ EVOKOVANÉ POTENCIÁLY NA HKK



Elektrická stimulace v zápěstí
 Snímací elektrody v obl. Erbova bodu, CC přechodu a kortexu (Fz, C3)

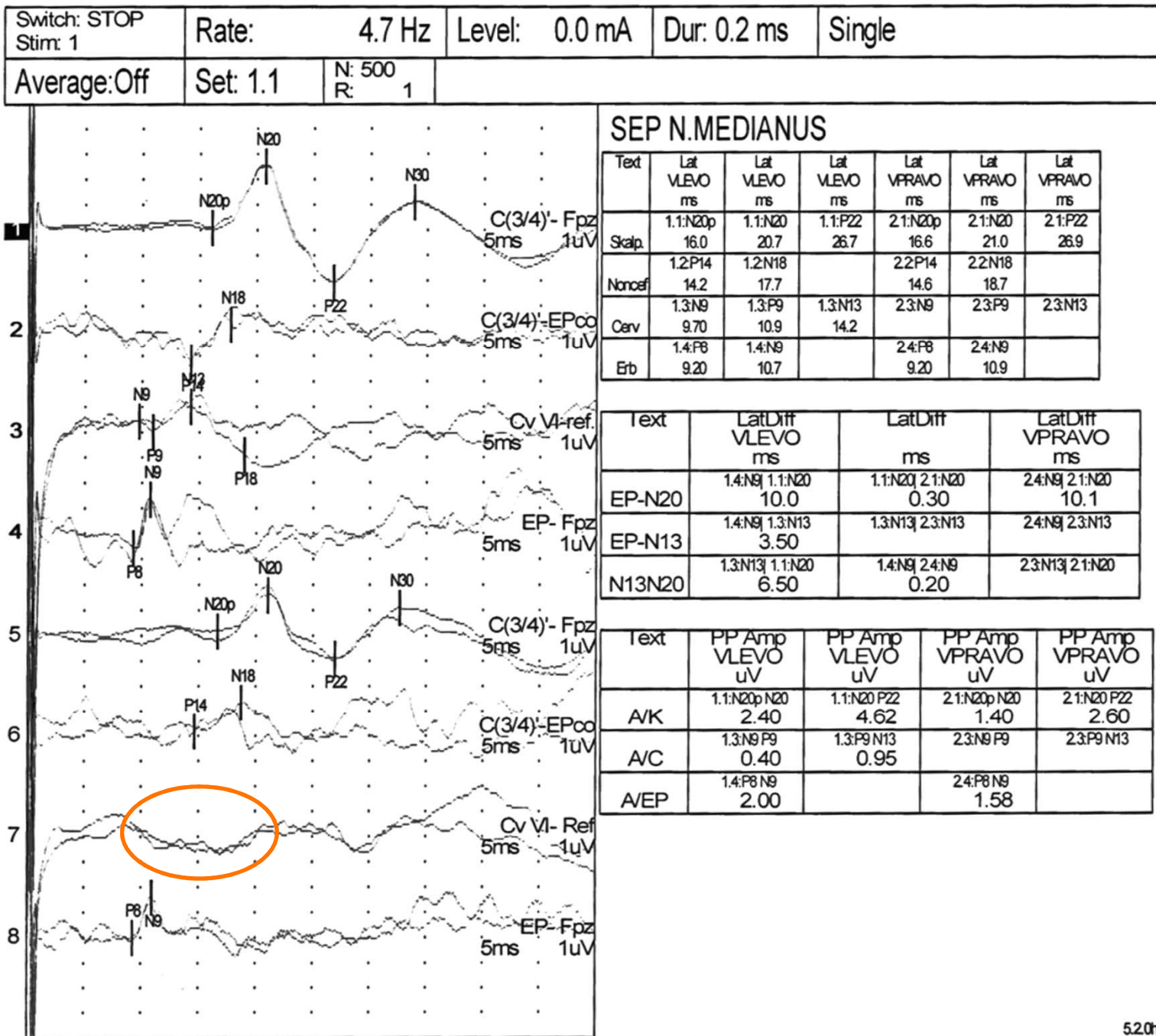
Významné pro SCM:

- **Vlna N13** (zadní rohy)
- **Prolongace CSCT** (N13-N20 (19)) = známka dysfunkce zadních provazců – ale pozor! CSCT zahrnuje i vedení lemniscus medialis v kmeni a thalamokortikálními drahami a abnormalita tak může odrážet poruchy v rostrálnějších segmentech SS drah)

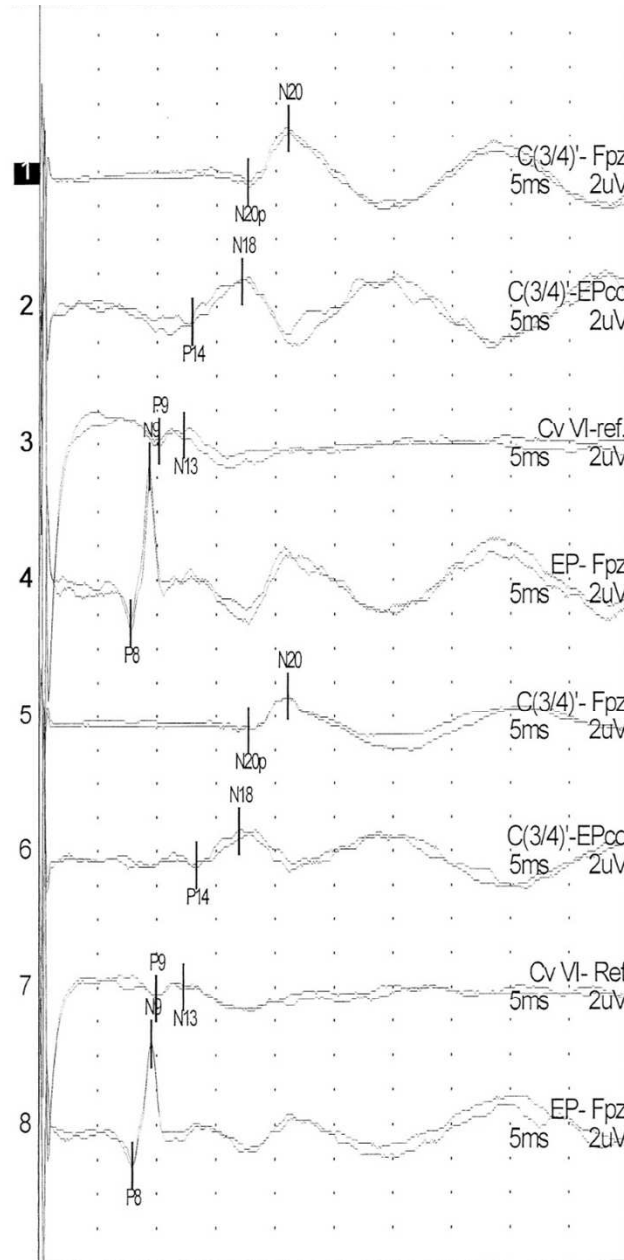


SEP k HKK U SCM

Nejčastější abnormita:
Chybění nebo redukce amplitudy N13 (často při normálních kortikálních odpovědích) – svědčí pro lézi cervikální šedé hmoty zadních rohů míšních při zachování zadních provazců intaktních a pravděpodobně odráží snížené cévní zásobení C míchy při kompresi a. spinalis anterior)



SEP k HKK U SCM



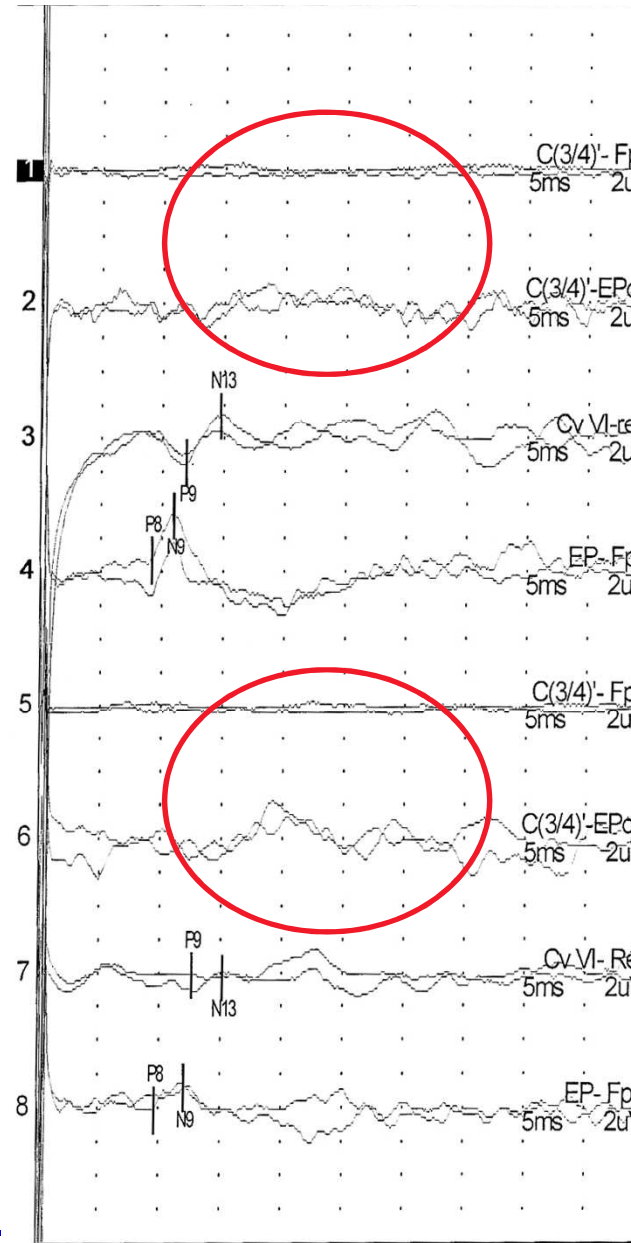
SEP N.MEDIANUS

Text	Lat VLEVO ms	Lat VLEVO ms	Lat VLEVO ms	Lat VPRAVO ms	Lat VPRAVO ms	Lat VPRAVO ms
Skalp.	1.1:N20p 17.6	1.1:N20 21.0	1.1:P22	2.1:N20p 17.7	2.1:N20 21.0	2.1:P22
Noncef	1.2:P14 12.9	1.2:N18 17.1		2.2:P14 13.3	2.2:N18 16.9	
Cerv	1.3:N9 10.1	1.3:P9 10.1	1.3:N13 12.2	2.3:N9 9.9	2.3:P9 12.2	2.3:N13 12.2
Erb	1.4:P8 7.7	1.4:N9 9.30		2.4:P8 7.9	2.4:N9 9.50	

Text	LatDiff VLEVO ms	LatDiff ms	LatDiff VPRAVO ms
EP-N20	1.4:N9 1.1:N20 11.7	1.1:N20 2.1:N20 0.00	2.4:N9 2.1:N20 11.5
EP-N13	1.4:N9 1.3:N13 2.90	1.3:N13 2.3:N13 0.00	2.4:N9 2.3:N13 2.70
N13N20	1.3:N13 1.1:N20 8.80	1.4:N9 2.4:N9 0.20	2.3:N13 2.1:N20 8.80

Text	PP Amp VLEVO uV	PP Amp VLEVO uV	PP Amp VPRAVO uV	PP Amp VPRAVO uV
A/K	1.1:N20p N20 3.31	1.1:N20 P22	2.1:N20p N20 2.14	2.1:N20 P22
A/C	1.3:N9 P9	1.3:P9 N13 0.47	2.3:N9 P9	2.3:P9 N13 0.66
A/EP	1.4:P8 N9 9.26		2.4:P8 N9 7.27	

Prolongace CSCT a latence kortikálních odpovědí
= léze zadních provazců



SEP N.MEDIANUS

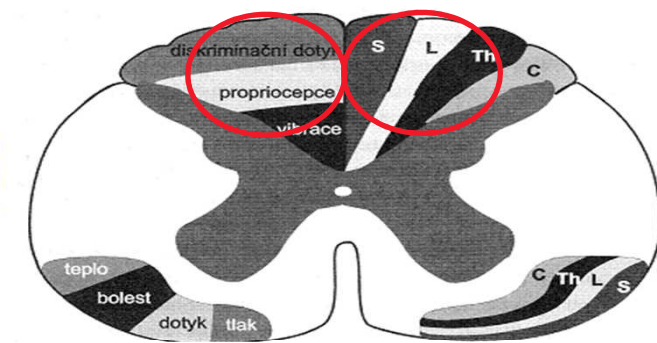
Text	Lat VLEVO ms	Lat VLEVO ms	Lat VLEVO ms	Lat VPRAVO ms	Lat VPRAVO ms	Lat VPRAVO ms
Skalp.	1.1:N20p	1.1:N20	1.1:P22	2.1:N20p	2.1:N20	2.1:P22
Noncef	1.2:P14	1.2:N18		2.2:P14	2.2:N18	
Cerv	1.3:N9 11.9	1.3:P9 11.9	1.3:N13 14.7	2.3:N9 12.6	2.3:P9 15.1	2.3:N13 15.1
Erb	1.4:P8 9.10	1.4:N9 10.9		2.4:P8 9.60	2.4:N9 12.0	

Text	LatDiff VLEVO ms	LatDiff ms	LatDiff VPRAVO ms
EP-N20	1.4:N9 1.1:N20 11.7	1.1:N20 2.1:N20 0.00	2.4:N9 2.1:N20 11.5
EP-N13	1.4:N9 1.3:N13 3.80	1.3:N13 2.3:N13 0.40	2.4:N9 2.3:N13 3.10
N13N20	1.3:N13 1.1:N20 1.10	1.4:N9 2.4:N9 1.10	2.3:N13 2.1:N20 1.10

Text	PP Amp VLEVO uV	PP Amp VLEVO uV	PP Amp VPRAVO uV	PP Amp VPRAVO uV
A/K	1.1:N20p N20	1.1:N20 P22	2.1:N20p N20	2.1:N20 P22
A/C	1.3:N9 P9	1.3:P9 N13 3.01	2.3:N9 P9	2.3:P9 N13 0.32
A/EP	1.4:P8 N9 2.74		2.4:P8 N9 1.33	

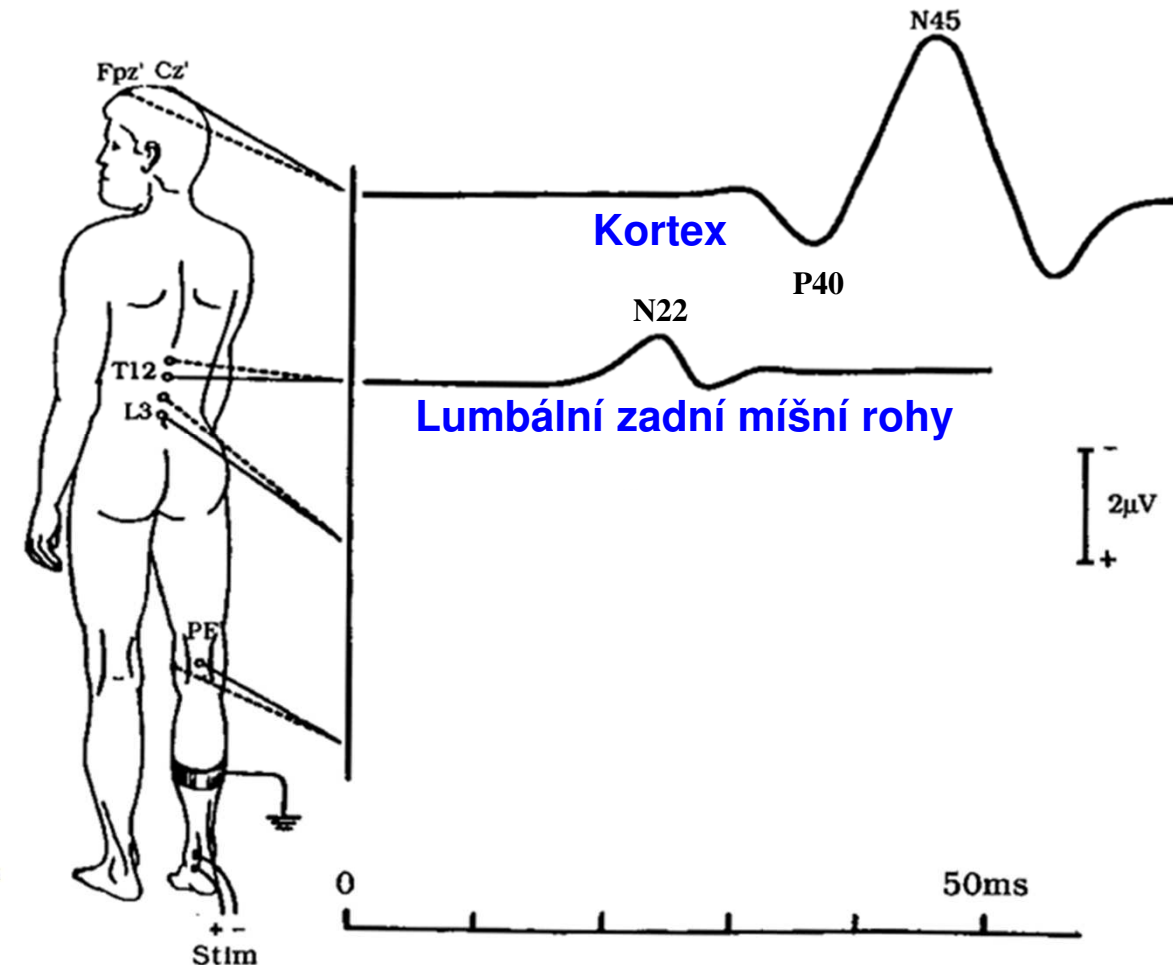
Chybění kortikálních (a subortikálních) odpovědí
= léze zadních provazců

SOMATOSENZITIVNÍ EVOKOVANÉ POTENCIÁLY NA DKK

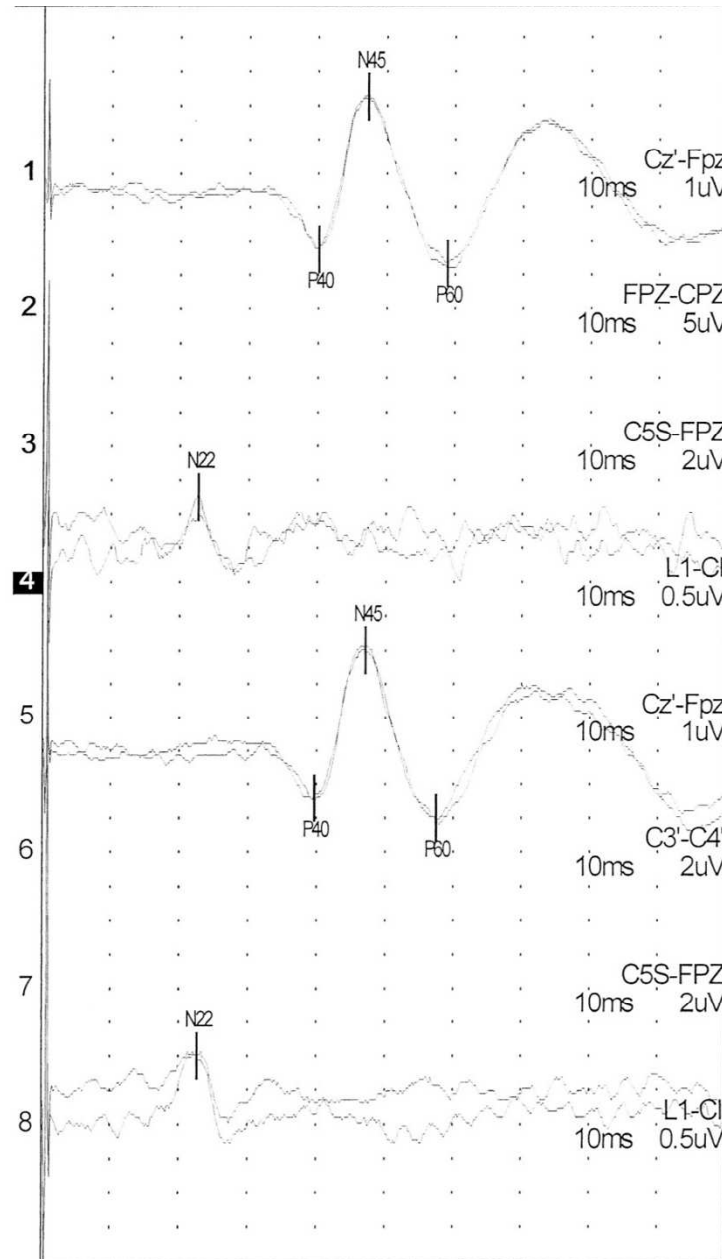


POSTERIOR TIBIAL NERVE SEP

- **Elektrická** stimulace v zápěstí
- Snímací elektrody v obl. fossa poplitea, kortexu (Fpz, Cz) a případně Th-L přechodu
- Významné pro SCM:
 - **Prolongace CSCT** (N22-P40) = známka dysfunkce zadních provazců – ale pozor! CSCT zahrnuje i vedení lemniscus medialis v kmeni a thalamokortikálními drahami a abnormita tak může odrážet poruchy v rostrálnějších segmentech SS drah)



SEP k DKK U SCM



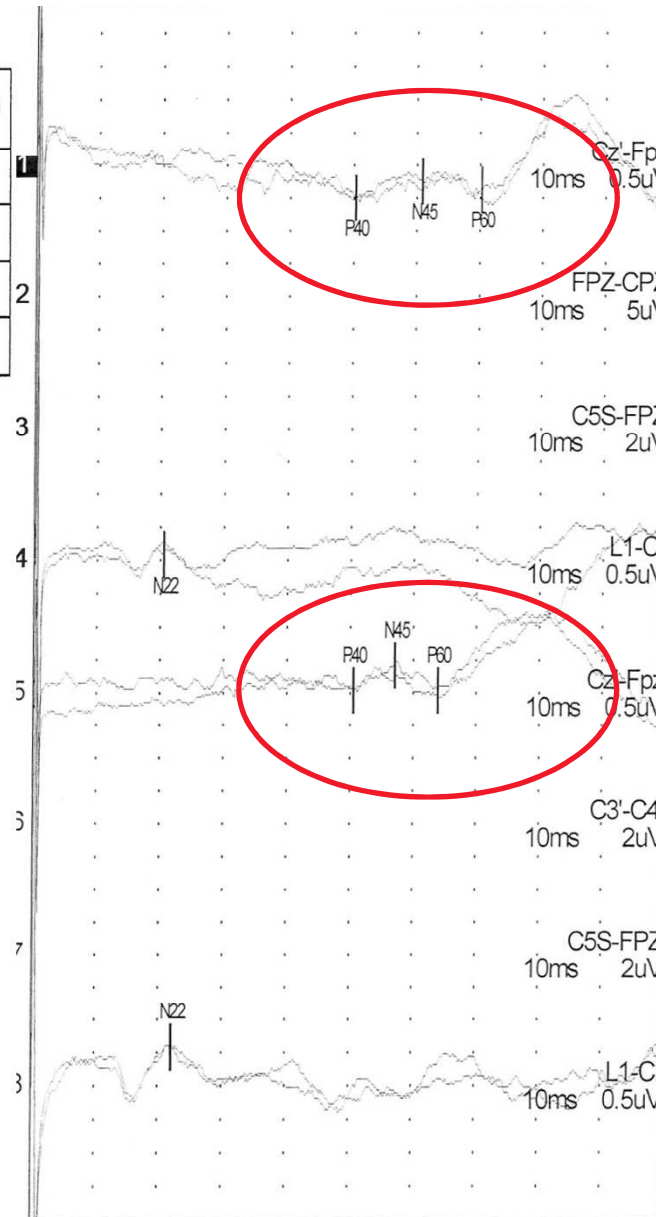
SEP N. TIBIALIS

Text	Lat VLEVO ms	Lat VLEVO ms	Lat VLEVO ms	Lat VPRAVO ms	Lat VPRAVO ms	Lat VPRAVO ms
Skalp	1.1:P40	1.1:N45	1.1:P60	2.1:P40	2.1:N45	2.1:P60
Skalp	1.2:P40	1.2:N45	1.2:P60	2.2:P40	2.2:N45	2.2:P60
Subkor	1.3:P31	1.3:N34		2.3:P31	2.3:N34	
Lnicha	1.4:N22			2.4:N22		
	22.6			22.5		

PP Amp VLEVO uV	PP Amp VPRAVO uV
1.1:P40 N45	2.1:P40 N45
4.62	4.48

Text	LatDiff VLEVO ms	LatDiff VPRAVO ms
N22P40	1.4:N22 1.1:P40	2.4:N22 2.1:P40
	17.3	17.0
N22P40	1.4:N22 1.2:P40	2.4:N22 2.2:P40
P31P40	1.3:P31 1.1:P40	2.3:P31 2.1:P40

Normální
symetrický nále



SEP N. TIBIALIS

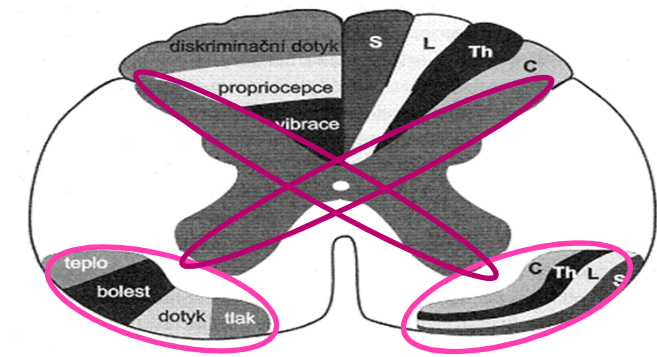
Text	Lat VLEVO ms	Lat VLEVO ms	Lat VLEVO ms	Lat VPRAVO ms	Lat VPRAVO ms	Lat VPRAVO ms
Skalp	1.1:P40	1.1:N45	1.1:P60	2.1:P40	2.1:N45	2.1:P60
Skalp	50.2	60.8	70.1	50.3	56.9	63.8
Skalp	1.2:P40	1.2:N45	1.2:P60	2.2:P40	2.2:N45	2.2:P60
Subkor	1.3:P31	1.3:N34		2.3:P31	2.3:N34	
Lnicha	1.4:N22			2.4:N22		
	20.4			21.9		

PP Amp VLEVO uV	PP Amp VPRAVO uV
1.1:P40 N45	2.1:P40 N45
0.25	0.39

Text	LatDiff VLEVO ms	LatDiff VPRAVO ms
N22P40	1.4:N22 1.1:P40	2.4:N22 2.1:P40
	29.8	28.4
N22P40	1.4:N22 1.2:P40	2.4:N22 2.2:P40
P31P40	1.3:P31 1.1:P40	2.3:P31 2.1:P40

Prolongace CSCT a
latence kortikálních
odpovědí
= **léze zadních**
provazců

PAIN-RELATED EVOKOVANÉ POTENCIÁLY



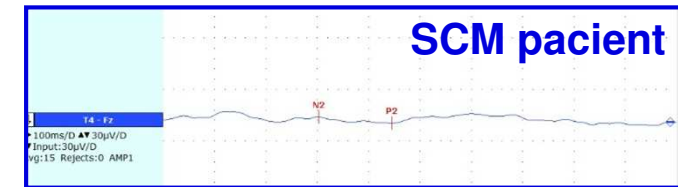
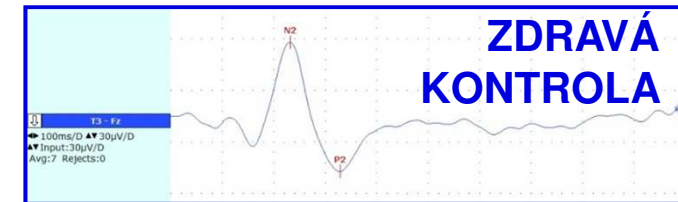
Odrážejí funkci nociceptivních senzitivních drah (tractus spino-thalamicus)
V daném segmentu reflektují i postižení šedé hmoty (vzhledem ke křížení drah bezprostředně po vstupu do míchy)

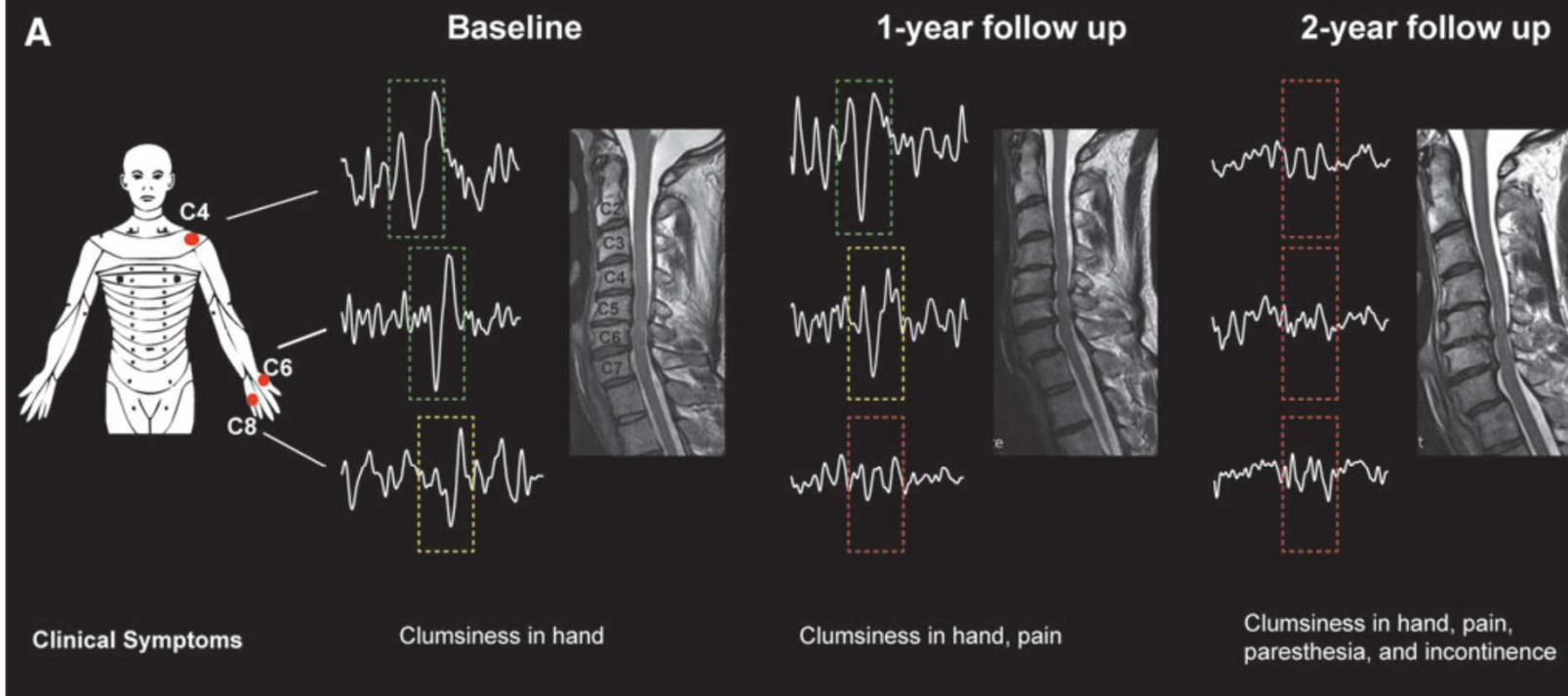
Lze je evokovat:

- Laserem (LEPs) – nejspolehlivější neurofyzilogická metoda hodnocení funkce nociceptivních drah (A δ) (Grade A).
- Kontaktním teplem (CHEPs) – také A δ , ale málo validních studií – dostupné i v ČR
- Povrchovou kontaktní elektrodou (PREPs v užším slova smyslu), umožňující preferenční aktivaci povrchových nervových zakončení (tenkých vláken), vedeno spinothalamickými traktů
- Senzitivita dle definice abnormality (chybění odpovědi, snížení amplitudy, prolongace latence)

EVOKOVANÉ POTENCIÁLY VYVOLANÉ KONTAKTNÍM TEPLEM (CHEPS)

- Odrážejí funkce celé nociceptivní nervové dráhy (tr.spinothalamicus) v jejím centrálním i periferním úseku
- neumožní topizaci postižení (neodliší centrální a periferní lézi)
- Stimulace termosondou, stimulátor generující intenzivní teplé podněty (rychle se měnící teplota (70°C/s) a to z 35 na 50 nebo z 42 na 52 st. C. – poněkud nepříjemné
- Snímání kortikálních odpovědí v oblasti nad topicky odpovídajícím primárním senzitivním kortexem (DKK Cz, HKK C3, C3')
- Hodnocení výbavnosti, latencí a amplitud odpovědí
- Tendence k habituaci odpovědi

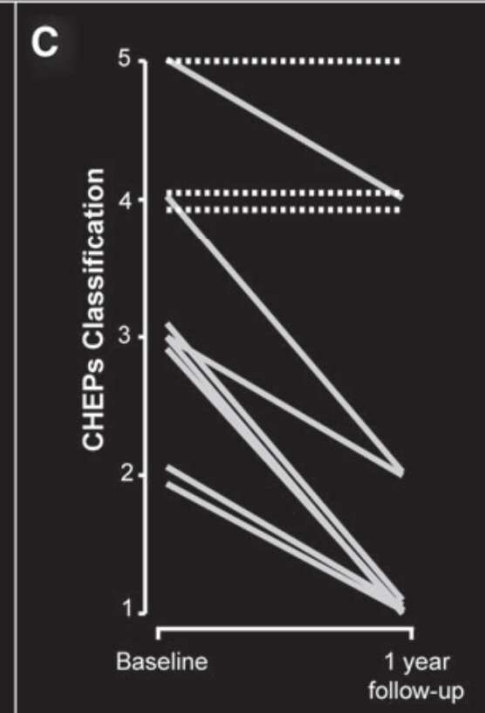
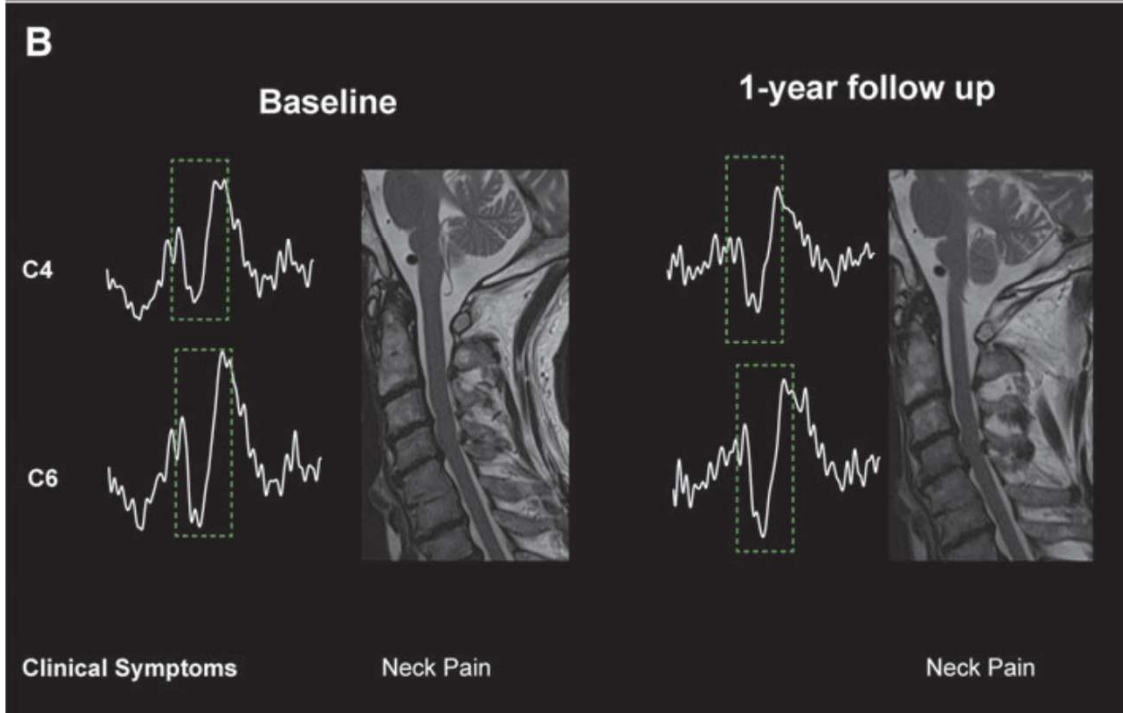




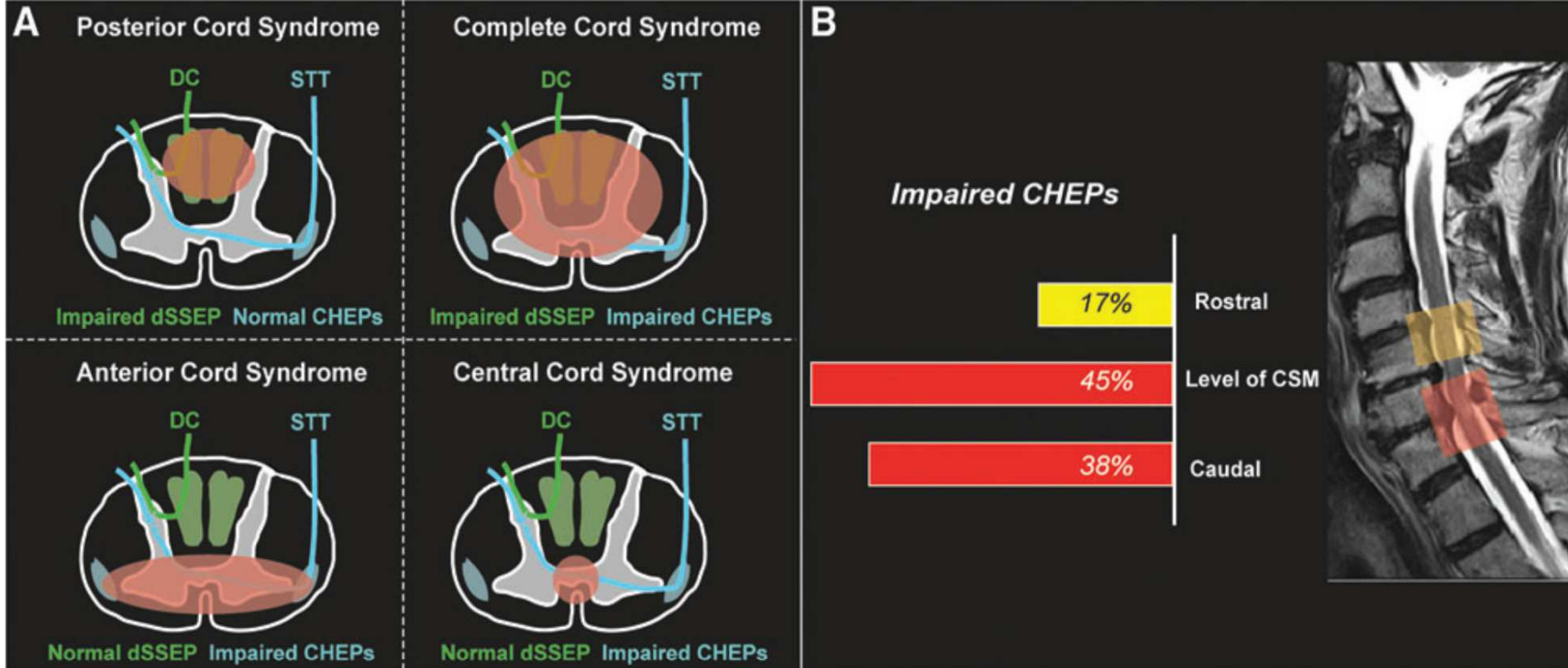
CHEPs u SCM

Pacient A: Při úvodním vyšetření jen lehká prolongace odpovědi v C8
 Při kontrole po roce zde i snížení amplitudy a prolongace nově i C6.
Při posledním vyšetření abnormita latence i amplitudy ve všech segmentech (C4-8)

Pacient B – stacionární klinický i CHEPs nálezn.

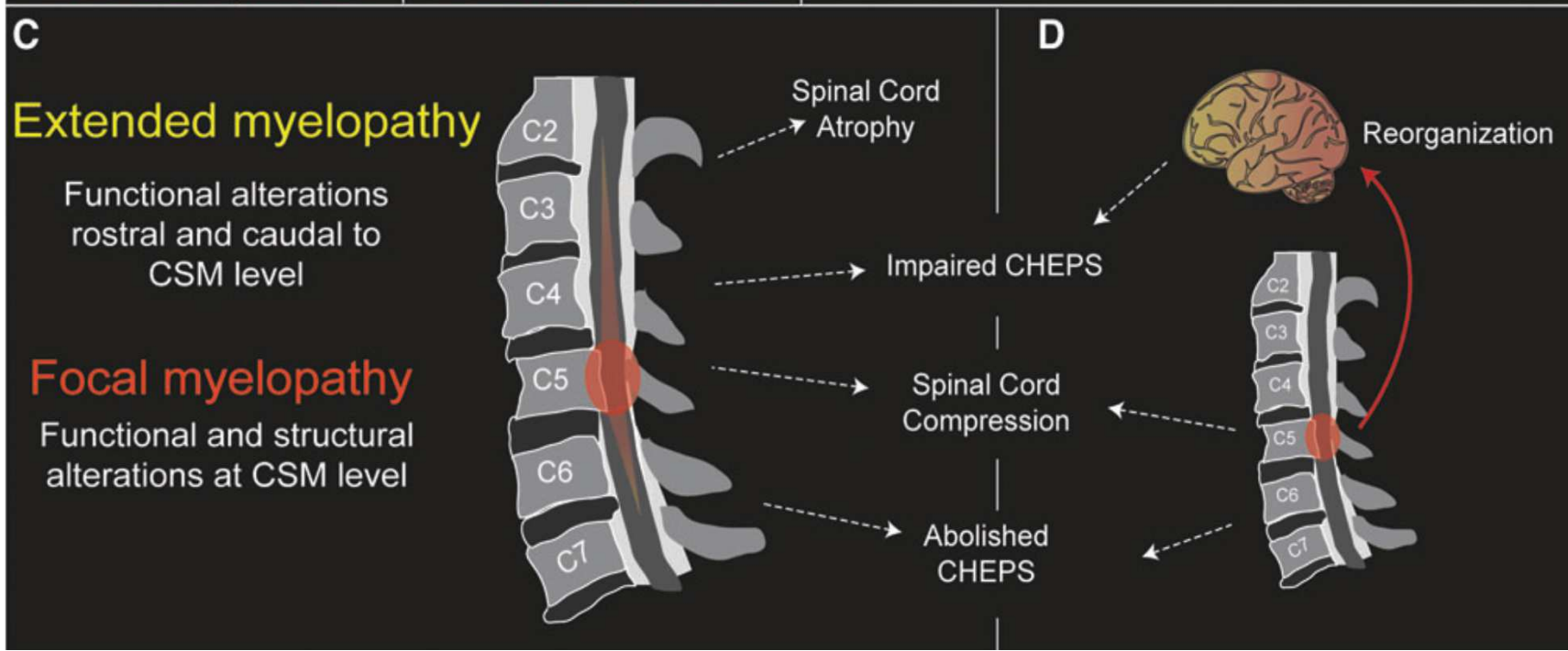


Převzato z: Jutzeler CR, Ulrich A, Huber B, Rosner J, Kramer JLK, Curt A. Improved Diagnosis of Cervical Spondylotic Myelopathy with Contact Heat Evoked Potentials. *Journal of Neurotrauma*. 2017;34(12):2045-2053. doi:10.1089/neu.2016.4891



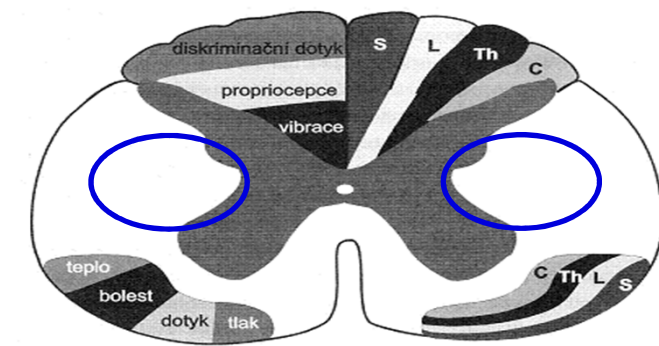
CHEPs u SCM

- Postižení SEP vs. CHEPs při různých typech míšních lézí.
- Změny patrné i pod a nad úrovní komprese
- Prokázána byla dokonce i kortikální reorganizace (v jejímž důsledku také dochází k alteraci parametrů CHEPs)



Převzato z: Jutzeler CR, Ulrich A, Huber B, Rosner J, Kramer JLK, Curt A. Improved Diagnosis of Cervical Spondylotic Myelopathy with Contact Heat Evoked Potentials. *Journal of Neurotrauma*. 2017;34(12):2045-2053. doi:10.1089/neu.2016.4891

MOTORICKÉ EVOKOVANÉ POTENCIÁLY U SCM



Hodnocení centrálních motorických drah (tr.corticospinalis)

Stimulace magnetická transkraniální a kořenová

Fokusace na motorický kortex (cirkulární stimulační cívka, pulzní magnetické pole, 2.0 Tesla- indukce el. proudu v kortexu)

Snímání ze svalů, které jsou stimulací aktivovány:

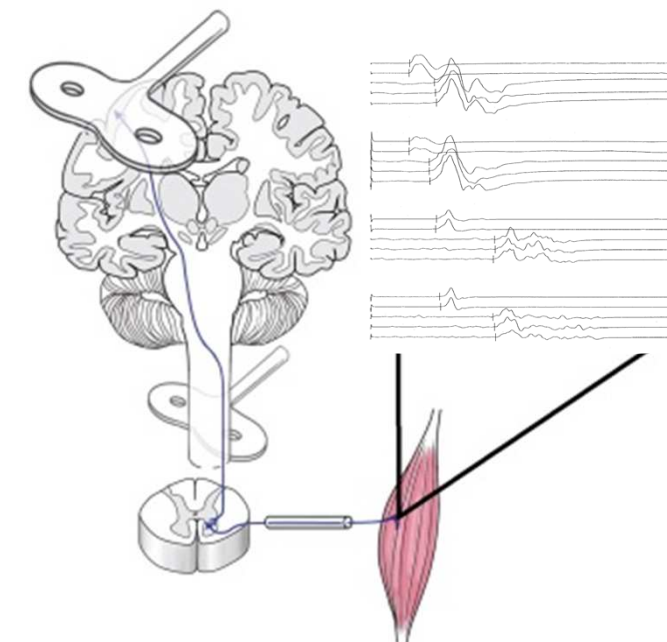
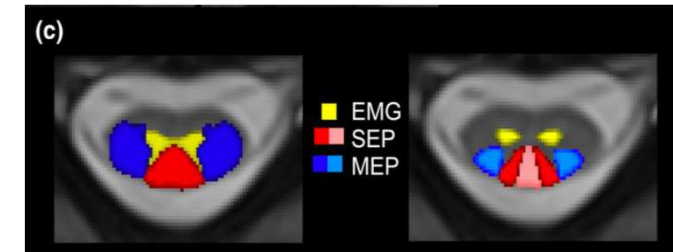
m. abductor digiti minimi (ADM) a m. abductor hallucis (AH)

ev. m. tibialis anterior (TA) oboustranně

Lze vyšetřit k různým svalům (reflektujícím odlišnou spinální úroveň

např. biceps C5-6, nebo dokonce trapezius)- pro lepší zpřesnění

topizace (Di Lazzaro et al. 1992)



Detekce lézí pyramidové dráhy (tractus - cortico-spinalis) (i subklinických)

- Přítomnost a latence odpovědí vč. stranové symetrie

- Rozdíl latencí při kortikální (KL) a kořenové (spinální) (SL) stimulaci:

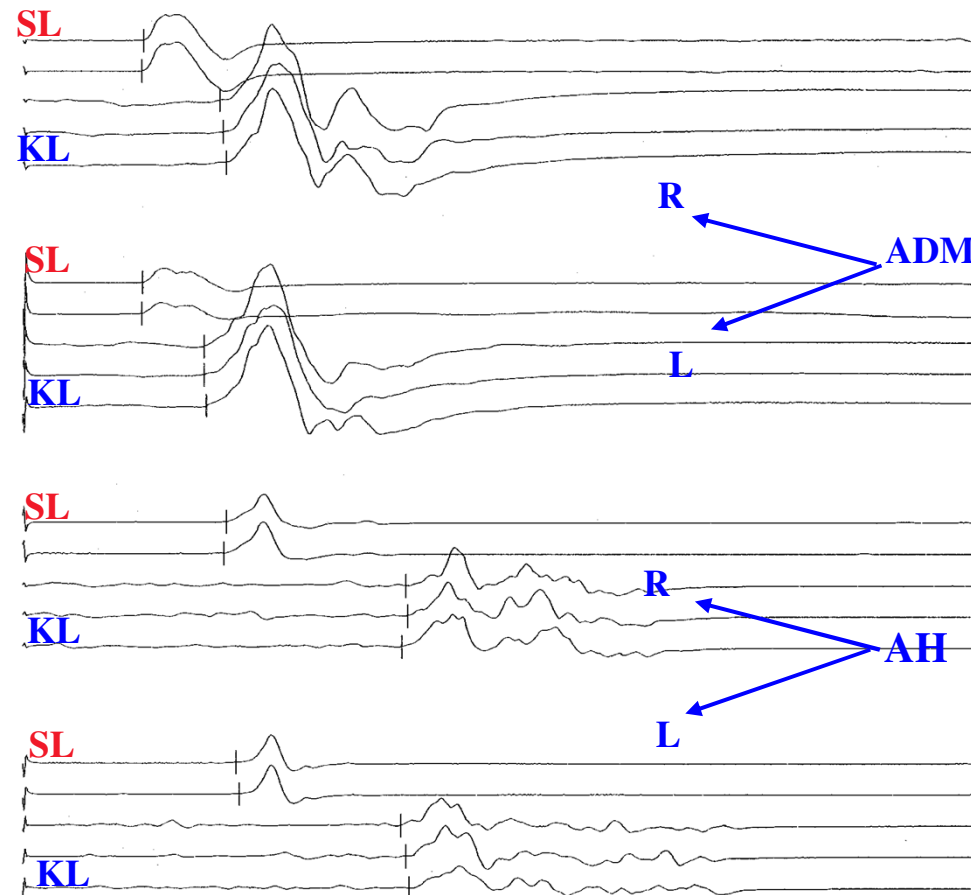
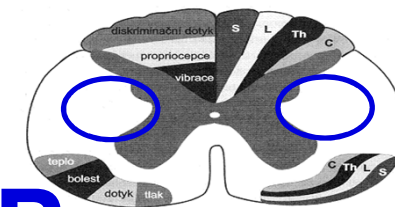
KL - SL = CMCT

(centrální motorický kondukční čas)

(zřejmě v důsledku segmentální demyelinizace komprimovaných centrálních motorických drah, případně změny míšního prokrvení při kompresi a. spinalis anterior)

Nespecifická abnormita (i u mnoha jiných onemocnění, + CMCT opět odráží vedení v celém centrálním úseku motorické dráhy, i mimo C míchu)

MEP: MOTORICKÉ EP



INTRAOPERAČNÍ MONITORACE EPs

MEPs, SEPs

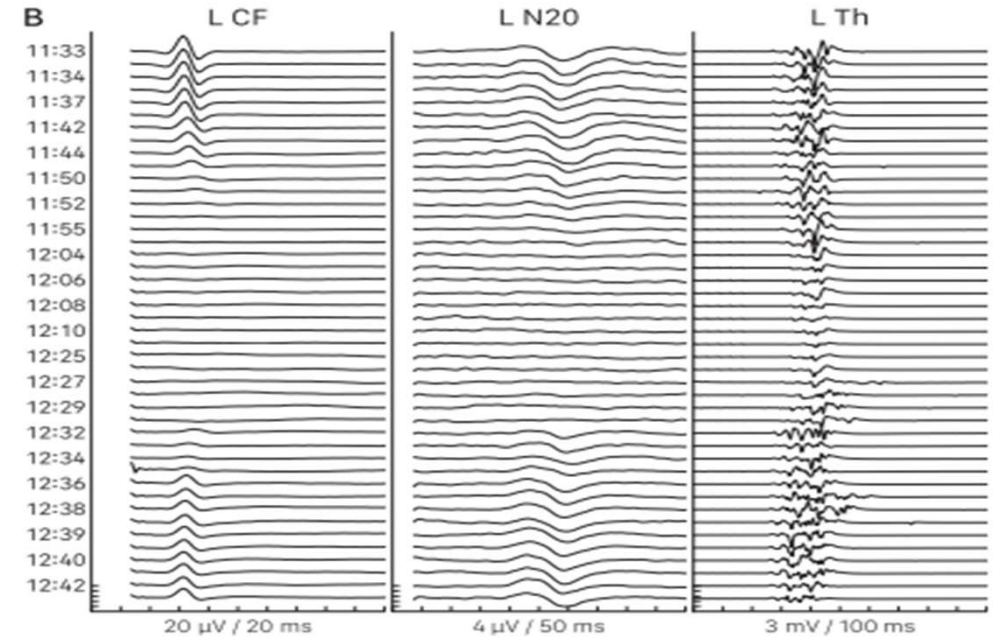
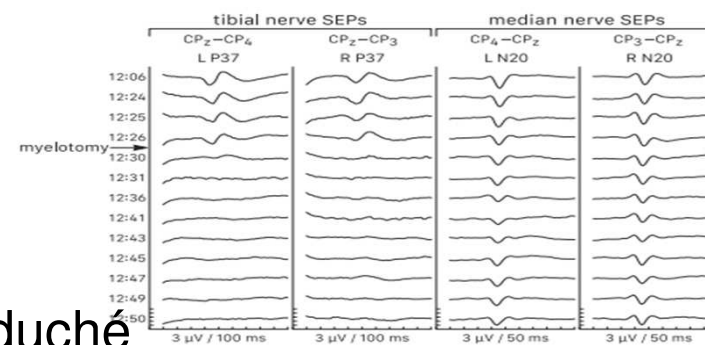
SEP

- neinvazivní, jednoduché
- bez závažnějšího vlivu používaných anestetik
- nevyšetřují motorické dráhy jako nejzásadnější část míchy pro predikci funkčního outcome

MEP (změna latencí či amplitud!):

- verifikují funkci motorické dráhy – z hlediska funkčního výstupu se jeví jako optimální
- mohou být ovlivněny některými použitými anestetiky

Efektivní nástroj objektivního hodnocení funkční integrity míchy během zákroku
Prevence rozvoje pooperačních komplikací – např. při operaci skolióz, SCM apod.



PŘÍNOS ELEKTROFYZIOLOGICKÝCH METOD U PACIENTŮ S ONEMOCNĚNÍM PÁTEŘE (proč vyšetřujeme?)

- Poskytují **INFORMACI O FUNKČNÍM STAVU** nervových struktur (kořenů, drah...) – výhodné při vysoké prevalenci radiologických změn páteře, bez jasného korelátu s klinikou.
- **OBJEKTIVIZUJÍ A ZPŘESŇUJÍ** klinický nálezn (zejm. pokud je neurčitý) – význam v dig. dg.
- **UMOŽNÍ LOKALIZACI** léze (i v případě, kdy to klinický nálezn neumožňuje)
- Detekují i **SUBKLINICKÉ POSTIŽENÍ** (např. u pacientů s nemyelopatickou míšní kompresí – tedy s radiologicky objektivizovanou kompresí krční míchy, ale bez klinických známek myelopatie - byla abnormalita alespoň jednoho parametru MEP/SEP prokázána u 50 % pacientů – Bednařík et al. 1999)
- EMG umožní hodnocení stáří postižení a jeho **AKUITY**
- Informace je **KVANTITATIVNÍ** (do jisté míry reflektuje závažnost léze, longitudinální sledování)

PŘÍNOS ELEKTROFYZIOLOGICKÝCH METOD U PACIENTŮ S ONEMOCNĚNÍM PÁTEŘE (proč vyšetřujeme?)

- MONITORACE FUNKCE
 - v delším časovém odstupu (sledování vývoje klinického stavu ev. a odezvy na léčbu)
 - krátkodobě = peroperační monitorace
- Mají určitý PREDIKTIVNÍ VÝZNAM
 - V predikci dalšího vývoje postižení
 - V predikci pooperačního outcome
 - studie zaměřené na dlouhodobé sledování pacientů a hodnocení pooperačního průběhu umožňují optimalizovat načasování chirurgických intervencí a výběr pacientů, u nichž lze očekávat, že budou z intervence profitovat

PŘÍNOS ELEKTROFYZIOLOGICKÝCH METOD U PACIENTŮ S ONEMOCNĚNÍM PÁTEŘE (proč vyšetřujeme?)

Elektrofyzilogické metody umožní predikci budoucího průběhu nemyelopatické míšní komprese

- abnormity MEPs/SEPs a průkaz radikulopatie pomocí EMG (a/nebo klinicky) jsou asociovány se signifikantně vyšší pravděpodobností rozvoje symptomatické SCM a to v časném období po provedeném vyšetření (tj. během následujících 12 měsíců) (Bednařík et al. 2008, Kadaňka et al. 2017, dlouhodobé (2-12 let) sledování 199, resp. 112 pacientů s nemyelopatickou míšní kompresí).
- Normální nálezy na EP naopak predikuje příznivý průběh postižení v následujících 2 letech (Bednařík et al. 1998) (2-leté sledování pacientů s nemyelopatickou míšní kompresí)

PŘÍNOS ELEKTROFYZIOLOGICKÝCH METOD U PACIENTŮ S ONEMOCNĚNÍM PÁTEŘE (proč vyšetřujeme?)

Elektrofyzilogické metody predikovat pooperační outcome:

- pacienti se spondylogenní cervikální myelopatií (SCM) a izolovanou abnormitou vlny N13 (t.j. jen se segmentální lézí SS dráhy v oblasti zadních míšních) na SEP vykazují lepší pooperační výsledek oproti pacientům s větším rozsahem abnormit MEP/ SEP (Bednařík et al. 1998).
- chirurgický outcome u SCM pacientů je lepší, pokud nemají předoperačně abnormální EMG (Liu et al. 2013)
- Většina studií popisuje signifikantní pooperační zlepšení CMCT, v některých studiích ale jen u pacientů s lehkým až středním klinickým deficitem (a korelujícím lehkým nálezem na EP) (Capone et al. 2013, De Mattei et al. 1993, Jaskolski et al. 1990)
- Z většiny studií tedy vyplývá vhodnost časnějšího načasování zákroků

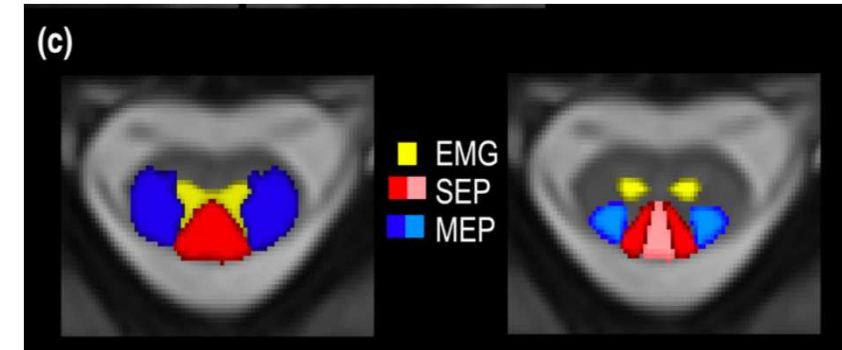
Bednařík J, et al. The value of somatosensory and motor evoked potentials in pre-clinical spondylotic cervical cord compression. *European Spine Journal*. 1998;7(6):493-500.

31 Capone F, Tamburelli FC, Pilato F, Profice P, Ranieri F, Di Iorio R, Iodice F, Musumeci G, Di Lazzaro V. The role of motor-evoked potentials in the management of cervical spondylotic myelopathy. *Spine J*. 2013 Sep;13(9):1077-9. doi: 10.1016/j.spinee.2013.02.063. Epub 2013 Apr 3. PMID: 23562331.

VZTAH ELEKTROFYZIOLOGICKÝCH NÁLEZŮ K POKROČILÝM ZOBRAZOVACÍM METODÁM

Elektrofyzilogické metody jsou komplementární i k novým MR technikám, které umožňují na C míše hodnotit abnormality:

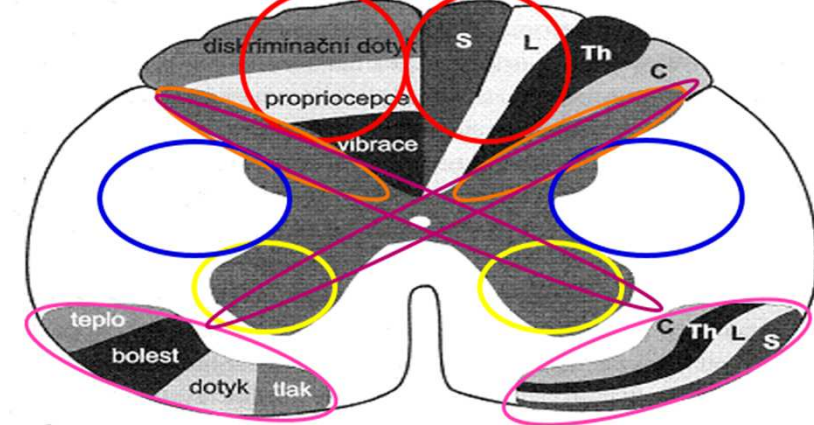
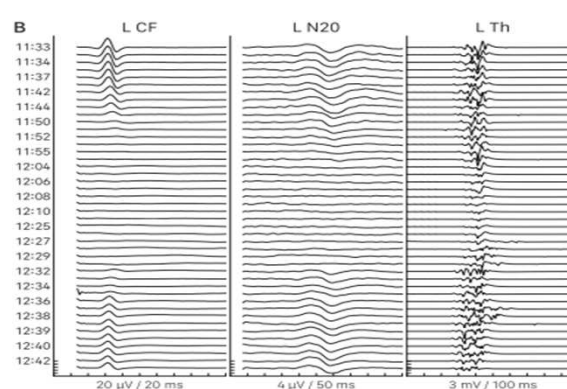
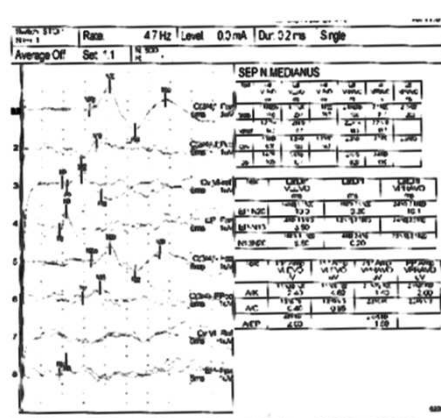
- mikrostrukturální (difúzní MR - dMR)
- metabolické (magneticko-rezonanční spektroskopie – MRS)



Valošek et al. (2021) prokazují, že dMR abnormality difúze jako indikátoru mikrostrukturální myelopatie v jednotlivých oblastech/drahách korelují s průkazem funkčních abnormalit tj.:

- dMR abnormality zadních provazců korelují s abnormalitami SEP
- dMR abnormality postranních provazců (primární motorická dráha) korelují s MEP
- abnormality EMG reflektující funkční změny v oblasti předních míšních rohů korelují s mikrostrukturálními změnami v oblasti šedé hmoty míšní

SOUHRN



Elektrofyzilogické metody představují vhodný doplněk zobrazovacích a klinických vyšetření u pacientů s onemocněním páteře

Umožňují ozřejmit funkční význam anatomických změn a napomáhají topizaci léze

Každá z metod odráží postižení určité míšní struktury/dráhy – dobré kombinovat více metod

Řada metod využitelná pro monitoraci klinického stavu pacientů (krátko- i dlouhodobě)

Mají potenciál predikovat další vývoj klinického stavu i pooperační outcome

Jejich výsledky je však nutné interpretovat se zohledněním limitů, které jednotlivá vyšetření mají



**DĚKUJI
ZA POZORNOST**

**MUNI
MED**