

Muskuloskeletální ultrazvuk v neurologické praxi

MUDr. Martin Kuliha, Ph.D.

Neurologie, cerebrovaskulární poradna a fyzioterapie, Bruntál

Muskuloskeletální (MSK) ultrazvuk slouží k zobrazení struktur muskuloskeletálního systému – svalů, šlach, kloubů, kostí, periferních nervů a cév. V poslední dekádě se MSK ultrazvuk stává ve světě běžnou součástí neurologických praxí a významně přibývá množství publikací a studií prokazujících využitelnost ultrazvuku v diagnostice různých neurologických chorob.

Neméně důležitou oblastí, kde lze MSK ultrazvuk uplatnit, jsou intervenční výkony v neurologii – obstrukce periferních nervů, lokální nervové blokády, punkce cév, lumbální punkce, svalové biopsie.

Ultrazvukové vyšetření je rychlou, široce dostupnou, relativně levnou, neinvazivní a pro pacienta pohodlnou vyšetřovací metodou použitelnou při diagnostice a diferenciální diagnostice muskuloskeletálního aparátu včetně periferních nervů. Navíc umožňuje také dynamické vyšetření tkání. Je vhodnou diagnostickou metodou první volby, moderní MSK ultrazvukové sondy poskytují zobrazení tkání mnohdy na vyšší úrovni než magnetická rezonance.

Klíčová slova: ultrazvuk, diagnostika, muskuloskeletální, periferní nerv, úžinový syndrom.

Musculoskeletal ultrasound in neurological practice

Musculoskeletal (MSK) ultrasound is very useful tool for imaging musculoskeletal body structures- muscles, tendons, joints, bones, peripheral nerves and vessels. In last decade becoming MSK ultrasound common diagnostic tool in neurological practices and amount of publications and studies which prove ultrasound as a useful diagnostic tool in neurological diseases increase. Other important field for ultrasound application are interventional procedures in neurology- peripheral nerve injection, nerve block, vessel puncture, lumbar puncture, muscle biopsy. Ultrasound diagnosing is quick, widely available, relatively cheap, non-invasive and for patient comfortable diagnosing method applicable in musculoskeletal diseases including peripheral nerves. Ultrasound in addition enable dynamic investigation. Ultrasound is eligible method of first choice, current MSK ultrasound probes can provided higher quality structure imaging than magnetic resonance.

Key words: ultrasound, diagnostic, musculoskeletal, peripheral nerve, entrapment syndrome.

Úvod

Muskuloskeletální (MSK) ultrazvuk slouží k zobrazení struktur muskuloskeletálního systému – svalů, šlach, kloubů, kostí, periferních nervů a cév. S rostoucí popularitou ultrazvukové diagnostiky se v současnosti touto oblastí zobrazení zabývají také ortopedi, rehabilitační lékaři i neurologové. V poslední dekádě se MSK ultrazvuk stává ve světě běžnou součástí neurologických praxí a významně přibývá množství publikací a studií, prokazujících využitelnost ultrazvuku v diagnostice různých neurologických chorob.

Ultrazvukové vyšetření kromě své relativně dobré dostupnosti a ceny umožňuje velmi kvalitní zobrazení vyšetřovaných struktur a zároveň poskytuje možnost zobrazení dané tkáně při pohybu. Neméně důležitou oblastí, kde lze MSK ultrazvukovou diagnostiku uplatnit, jsou intervenční výkony v neurologii – obstrukce periferních nervů, lokální nervové blokády, punkce cév, lumbální punkce, svalové biopsie.

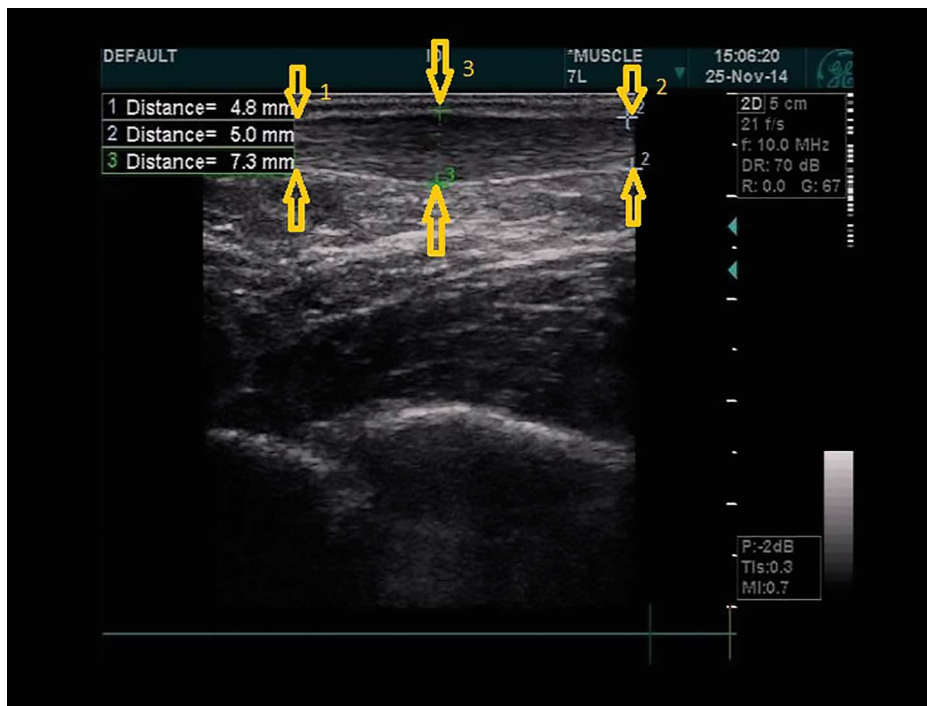
Základním předpokladem k MSK ultrazvukovému vyšetřování je adekvátní duplexní ultrazvukový přístroj s lineární sondou o frekvencích 8–24 MHz (nižší frekvence pro hlubší struktury,

vyšší pro povrchové), znalost anatomie vyšetřované oblasti a znalost základních patologických obrazů vyšetřovaných struktur. Většina dnes používaných ultrazvukových přístrojů nabízí MSK nastavení pro jednotlivé anatomické oblasti a speciální MSK sondy.

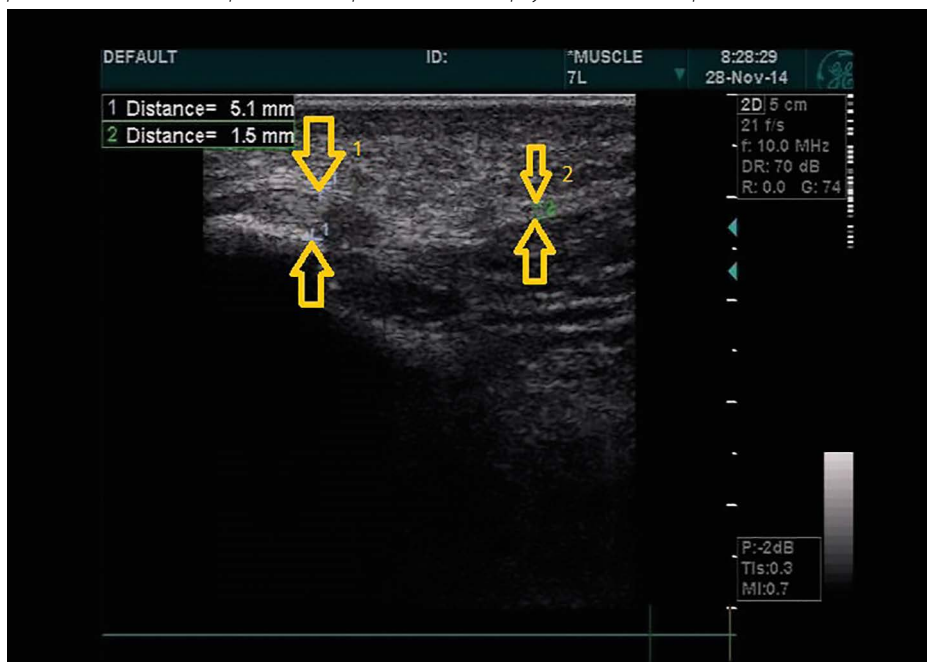
Základním zobrazovacím módem v MSK ultrazvuku je B-obraz, s výhodou použijeme i barevný dopplerovský mód k zobrazení toku krve v cévách či patologické vaskularizace.

Dobrym pomocníkem při MSK vyšetřování a zejména hodnocení patologických nálezů je vyšetření kontralaterální končetiny (je-li

Obr. 1. Tendinitis Achillovy šlachy – B-obraz, podélný řez; měření 1 a 2 (šípky) – normální rozměr šlachy, měření 3 (šípky) – vřetenovité rozšíření v místě patologie.



Obr. 2. Plantární fascitis v místě úponu na kost patní – B-obraz, podélný řez; měření 1 (šípky) – rozšíření plantární fascie v místě úponu na kost patní, měření 2 (šípky) – normální šíře plantární fascie



patologie unilaterální), zohledníme tím při hodnocení nálezu interindividuální rozdíly – zejména rozměry jednotlivých struktur a případná patologie tím lépe vynikne.

Pomocí ultrazvuku lze zobrazit většinu periferních nervů, zhodnotit jejich stav, jejich případnou patologii nebo příčinu této patologie. Snadná opakovatelnost ultrazvukového vyšetření umožňuje monitoraci vývoje patologie a její léčby. V případě nejčastější periferní neuropatie, syndromu karpálního tu-

nelu (SKT), je dnes již ultrazvuková diagnostika metodou volby se silným podkladem v evidence based medicine. V běžné neurologické ambulantní praxi často řešíme různé bolestivé stavy, mnohdy jiné než neurogení etiologie (patologie šlach, svalů, kloubů, kostí), a zde může ultrazvukové vyšetření výrazně přispět ke stanovení správné diagnózy. V dalším textu probereme ultrazvukové nálezy jednotlivých struktur a jejich patologií, s důrazem na periferní nervový systém.

Ultrazvukové vyšetření šlach

V podélném B-obrazu se šlacha jeví jako svazek paralelních hyperechogenních linií, v příčném řezu má pak kulatý nebo ovoidní obraz hyperechogenních teček s hypoechogenním pozadím – tzv. jemně zrnitý obraz (Martinoli et al., 2002).

B-obraz šlachy a periferního nervu má velmi podobný obraz, struktura nervu je na příčném řezu hruběji zrnitá, k rozlišení pomůže anatomický průběh, pohyb šlachy při stlačení příslušného svalu nebo při pohybu v příslušném segmentu. Dalším pomocným diferenciálním znakem je (obvykle) průběh nervu podél cévy a efekt zvaný anizotropie při změně sklonu sondy se výrazně mění echogenita u šlachy oproti poměrně stálému obrazu u nervu.

Základní patologické nálezy

Tendinitis – obecným nálezem při zánětu šlachy je její lokální vřetenovité rozšíření se snížením echogenity v místě patologie (nejčastěji na podkladě opakovaných mikrotraumat přetěžované šlachy); v chronickém stavu je možné v místech úponu šlachy na kost zobrazit v místě rozšíření i kalcifikace a osteofyty (patní ostruha).

Peritendinitis – zánět v oblasti kolem šlachy (šlachové pochvy); zde dominuje výrazné hypoechogenní halo (kolekce tekutiny) okolo normální šlachy.

Parciální a kompletní ruptura šlachy – hypoechogenní defekt v kontinuitě šlachy; odlišení parciální a kompletní ruptury lze provést pohybem v daném segmentu.

Tumory šlach jsou extrémně vzácné. Ganglionové cysty se vyskytují v kontaktu se šlachou a mají anechogenní až hypoechogenní kulatou cystickou strukturu v B-obrazu (Martinoli et al., 2002).

Patologie šlach spadá většinou do odbornosti ortopedické, v neurologii nález těchto patologií může být výrazným vodítkem v diferenciální diagnostice zejména bolestivých syndromů na končetinách. S výhodou ultrazvukové diagnostiky využijeme při bolestech v oblasti nohy a kotníku – tendinitida Achillovy šlachy (Obr. 1), plantární fascitida (Obr. 2), v oblasti zápěstí v diferenciální diagnostice tendinitidy a neuropatie n. medianus, v oblasti ramene

k diagnostice patologie v oblasti rotátorové manžety nebo tendinitis bicipitalis.

Ultrazvukové vyšetření kloubů a kostí

Pomocí ultrazvukového vyšetření lze zobrazit klouby a kostní struktury jen částečně; limitací je minimální průchod ultrazvuku (zejména vyšších frekvencí) kostí. Ultrazvukem lze zobrazit povrch kostí a kloubů, u kloubu lze hodnotit příslušnou část kloubního prostoru a struktury v něm (např. menisky), dále kloubní chrupavku, kloubní pouzdro a struktury kolem kloubu – vazy, burzy, šlachy a jejich úpony, přičemž velké klouby jsou lépe vyšetřitelné než malé. B-obraz povrchu kosti je výrazně hyperechogenní (kontinuální hyperechogenní linie), chrupavka pak hypoechogenní, kloubní pouzdro hyperechogenní a kloubní vazy mají podobně jako šlachy fibrilární hyperechogenní strukturu (Bianchi et al., 2002).

Základní patologické nálezy

Známky artrózy nebo artritidy – je detekovatelná změna echogenity a zejména kontinuity kloubního povrchu (z hladké kontury do „kvěťkovitého“ obrazu), osteofyty, zúžení až zánik kloubní štěrbiny. U revmatoidní artritidy ultrazvuk dobře zobrazí okrajové kloubní eroze vyplněné zbytnělou synoviální membránou – pannus.

Ruptura ligament – zobrazuje se jako rozšíření a hypoechogenita v kontinuitě jinak hyperechogenní fibrilární struktury vazy; je detekovatelná zejména v oblasti kotníku, kolene a ramene.

Patologický obsah kloubu – echogenita této patologie závisí na etiologii kloubního výpotku, event. krve, lze detekovat i volná intraartikulární tělesa („kloubní myšky“).

Bursitis – v tomto případě detekujeme výrazné zmnožení tekutiny v burze, která je hypoechogenní; zde výrazně pomůže kontrola s kontralaterálním kloubem.

Fraktury kostí – nacházíme v B-obrazu diskontinuitu fyziologicky kontinuální hyperechogenní linie odpovídající povrchu kosti, s různým posunem; v barevném a dopplerovském modu zobrazíme výraznou hypervaskularizaci, a to zejména v době tvorby svalu. U stresových fraktur zobrazí ultrazvuk patologii dokonce o několik týdnů dříve než rentgenové vyšetření.

Patní ostruha – v B-obrazu chybí zaoblená až kulovitá (směr do planty) hyperechogenní linie patní kosti, hyperechogenní linie vybíhá rovnoběžně do planty (do plantární fascie), kde ostře končí; navíc je zde velmi dobře zobrazitelné rozšíření úponu plantární fascie (Obr. 2).

Ultrazvukové vyšetření svalů

Sval se v B-obrazu jeví jako výrazně hypoechogenní hmota protkaná mnoha hyperechogenními liniemi odrážející anatomickou strukturu svalu. Ultrazvuk umožňuje zobrazit i svalovou kontrakci, a to jak izometrickou, tak izotonickou, kdy dochází k viditelnému tenčení svalových vláken i viditelnému pohybu svalu či svalových skupin. Už 5% kontrakce svalu vede k zobrazitelnému tenčení vláken ultrazvukem. Např. při kineziologickém vyšetření stabilizačních svalů ukáže ultrazvuk svalový pohyb dříve než klinické vyšetření (Walker, 2004). Mezi základní patologické nálezy patří: atrofie/hypertrofie svalu, změna echogenity svalu a lokální patologie jako ruptury, hematomy, abscesy či tumory.

Ultrazvuk můžeme využít k rozlišení mezi myopatickou a neurogenní etiologií postižení, kdy základním nálezem zde bude difúzní patologický nálezu u myopatií a jen izolovaný nálezu u neurogenní léze, kde zároveň diagnózu podpoří nálezu fascikulací (fokální svalové stahy v relaxovaném svalu). Ultrazvukové vyšetření v těchto případech může být v časných fázích denervace (pod 4 týdny) dokonce senzitivnější než elektromyografické vyšetření (Walker, 2004).

Ultrazvukové studie u Duchennovy muskulární dystrofie (DMD) využívající softwarové kvantitativní analýzy echogenity svalů prokázaly vyšší echogenitu u nemocných s DMD oproti zdravým kontrolám v důsledku infiltrace svalů fibrózní tkání a tukem. Tato echogenita se dále zvyšuje s progresí onemocnění. Nálezu vyšší echogenity svalů však není typický jen pro DMD. Může se vyskytovat i u jiných typů myopatií a svalových dystrofií. Ultrazvuk zde může být nápomocen v rámci diagnostiky, sledování progresu onemocnění a ev. i v hodnocení efektu léčby (Koppaka et al., 2016).

Zvýšená echogenita svalů byla u myopatií kriticky nemocných prediktorem svalových nekrotů (Puthucherry et al., 2015).

Ultrazvukové vyšetření periferních nervů

Možnost UZ vyšetření periferních nervů neurologem spojí znalost anatomie nervů, ultrazvukový nálezu, klinické příznaky pacienta a znalost neurologické problematiky. Pokud je neurolog vyškolen v technice MSK ultrazvuku, umožňuje mu toto potenciálně široce dostupné vyšetření stanovit diagnózu nebo výrazněji zúžit diferenciálně diagnostický okruh onemocnění již při první návštěvě pacienta. Zcela ideální situace nastává, pokud ultrazvukové vyšetření provádí elektromyografista, kdy se vyšetřením klinickým, ultrazvukovým a elektromyografickým maximalizuje množství informací pro stanovení konečné diagnózy.

Identifikace periferního nervu není pro sonografistu při znalosti jeho anatomické lokalizace většinou obtížná, začátečník si s výhodou může pomoci identifikací nervu v jeho snadno zobrazitelném místě (např. n. ulnaris v oblasti lokte, n. medianus v oblasti zápěstí apod.). Následně lze průběh nervu sledovat proximálně i distálně.

Periferní nerv má v B-obrazu v příčném řezu hrubě zrnitou strukturu, tubulární hypoechogenní fascikly (axony) jsou obklopeny hyperechogenní matrix a vše je ohraničeno jasně hyperechogenním lemlem (epineurium). V podélném řezu je struktura nervu velmi podobná šlachám, které se zobrazují jako svazek paralelních hyperechogenních linií. K odlišení je nejjednodušší provedení pohybu v příslušném kloubu s vyvoláním pohybu šlachy (event. více šlach).

Základním parametrem měření – je měření šířky (resp. rozšíření) periferního nervu tzv. cross section area (CSA) – obsah průřezu nervu v příčném řezu B-obrazu v mm². Tato hodnota je používána ve většině studií a existují základní normální i patologické referenční hodnoty pro jednotlivé periferní nervy a úžinové syndromy (Hobson-Webb, Padua et Martinoli, 2012; Cartwright et al., 2008; Hobson-Webb et Padua, 2016) (Tab. 1). Základními předpoklady ke správnému změření CSA jsou měření ve správném

anatomickém místě a adekvátní orientace sonda/nerv při měření (sonda kolmo na nerv zobrazený v příčném řezu). Součástí vyšetření periferního nervu není jen změření CSA, ale i zhodnocení echogenity nervu a jeho změny v místě patologie, zhodnocení okolních struktur, zhodnocení změn ve vyšetřované oblasti při jejím pohybu (zejména v oblasti lokte), ev. i zhodnocení patologické vaskularizace v barevném a dopplerovském modu. Ultrazvukem můžeme sledovat prakticky všechny periferní nervy od plexů do periferie (omezením je jen lokalizace za kostí nebo kalcifikací). U mononeuropatií je výborným pomocníkem porovnání nálezu na kontralaterální končetině.

Ultrazvukové vyšetření periferních nervů má charakteristický obraz u následujících patologií: úžinové syndromy, hereditární demyelinizační polyneuropatie, zánětlivé polyneuropatie, traumata nervů a tumory nervů.

Nejčastější lokální patologie periferních nervů a úžinové syndromy

Syndrom karpálního tunelu (SKT) je nejčastější periferní neuropatií. Zlatým standardem v diagnostice SKT jsou elektrofyzilogické studie, tyto však poskytují informaci zejména o tíži léze nervu. Ultrasonografie v diagnostice SKT prokázala v mnoha studiích stejně dobrou specificitu a senzitivitu jako elektromyografické vyšetření (Tai et al., 2012; Roll et Case-Smith, 2011; Mondelli et al., 2008; Yurdakul et al., 2016). Navíc vizualizací n. medianus a okolních struktur v karpálním tunelu poskytuje ultrazvukové vyšetření užitečné informace pro určení etiologie SKT. V akutní fázi SKT byla studiemi prokázána vyšší senzitivita ultrazvukové diagnostiky než u elektromyografického vyšetření, které prokazuje lézi nervu až v subakutní a chronické fázi (Tai et al., 2012; Mondelli et al., 2008; Yurdakul et al., 2016). Z tohoto důvodu by mohlo být ultrazvukové vyšetření ideální screeningové vyšetření první linie u pacientů s anamnestickými a klinickými příznaky SKT.

Ultrazvuková diagnostika SKT je založena na zobrazení n. medianus v karpálním tunelu v B-obrazu, kdy zobrazujeme lokální rozšíření a změnu echogenity nervu. CSA měříme

v úrovni os pisiforme a v oblasti maximálního rozšíření nervu v karpálním tunelu. CSA menší než 8 mm² svědčí pro normální nálezu a prakticky diagnózu SKT vylučuje, CSA 9–11 mm² má 80% senzitivitu a 70% specificitu pro diagnózu SKT a CSA větší než 13 mm² má 100% senzitivitu pro diagnózu SKT. Jinou možností je hodnocení dle rozdílů CSA v oblasti karpálního tunelu a v oblasti předloktí – rozdíl větší než 2 mm² svědčí pro diagnózu SKT. Další možností v diagnostice SKT je použití barevného Dopplerova modu k zobrazení fokální hypervaskularizace kolem nervu, která může být známkou akutního postižení nervu ještě v době, kdy nedošlo k otoku nervu, které způsobuje jeho fokální rozšíření. Dle studií je přítomna u 87 % pacientů s SKT a jen u 11 % kontrol (Hobson-Webb, Padua et Martinoli, 2012; Hobson-Webb et Padua, 2016; Tai et al., 2012; Roll, Case-Smith et Evans, 2011; Mondelli et al., 2008; Yurdakul et al., 2016).

Tab. 1.

	Normální CSA; průměr ± SD (mm ²)	Patologická CSA (mm ²)*	Literární zdroj
n. medianus – canalis carpi	8,5 ± 1,3	> 13	6,8–12
n. ulnaris – kubitální kanál	6,6 ± 1,1	> 10	6,8,15
n. ulnaris – Guyonův kanál	5,9 ± 1,1	> 10	6,8,15
n. radialis – loket	9,3 ± 2,4	Data chybí	7
n. peroneus – hlavička fibuly	11,2 ± 3,3	Data chybí	7
n. tibialis – kotník	13,7 ± 4,3	Data chybí	7

CSA – cross section area, obsah průřezu nervu v příčném řezu B-obrazu; SD – směrodatná odchylka; * senzitivita pro fokální neuropatii > 90 %

Obr. 3. Syndrom karpálního tunelu – B-obraz, příčný řez; masivně prosáklý n. medianus (NM) v karpálním tunelu v příčném řezu, obsah průřezu nervu (CSA) je 33 mm²



Obr. 4. *N. medianus bifidus* (NM) zobrazený – B-obraz, příčný řez



diagnózu neuropatie (Hobson-Webb, Padua et Martinoli, 2012; Hobson-Webb et Padua, 2016; Beekman, Visse et Verhagen, 2011). Velmi užitečný může být ultrazvukový nález luxace *n. ulnaris* v kubitálním kanále při flexi lokte s návratem nervu do kanálu při extenzi, čímž dochází k opakovaným mikrotraumatům nervu, nebo nález trombózy ulnární arterie, která běží spolu s nervem v Guyonově kanále.

Neuropatie *n. ischiadicus* nebo jen *n. tibialis* (dle variability odstupu) může nastat v podkolenní jamce často v souvislosti s přítomností nebo intervencí Bakerovy cysty – zde si zobrazením anatomických poměrů můžeme ozřejmit anatomické souvislosti a zejména vztah cysty a nervu.

Neuropatie *n. peroneus* nejčastěji nastává kompresivně ischemickým inzultem v oblasti hlavičky fibuly, kde lze nerv ultrazvukem zobrazit. Ultrazvukové vyšetření zde využijeme zejména k vyloučení jiné lokální patologie.

Neuropatie *n. cutaneus femoris lateralis* (meralgia paresthetica) nastává nejčastěji při útlaku tohoto nervu v oblasti spina iliaca anterior superior, kde nerv běží v blízkosti inkuinálního ligamenta. Ultrazvukové vyšetření nervu provedeme se sondou orientovanou podél inkuinálního ligamenta s laterálním pólem sondy u spina iliaca anterior superior, mediální pól sondy směřuje k os pubis. Velmi důležité je zobrazení nervu při provádění lokálního obstríku z důvodu výrazné anatomické variability průběhu nervu, která vede k selhání „na slepo“

prováděné intervence až v 60 % (Klause et al., 2016).

Neuropatie *n. tibialis* (syndrom tarzálního tunelu) vzniká nejčastěji netraumatickým útlakem nervu v oblasti tarzálního tunelu. Příčinou zde jsou ganglia, varikózní cévy a talokalkaneární koalice. Ultrazvukové vyšetření *n. tibialis* v tarzálním tunelu se provádí sondou orientovanou kolmo na nerv mezi vnitřním kotníkem a kostí patní. *N. tibialis* zde typicky běží podél cév. Studie u pacientů se syndromem tarzálního tunelu prokázala četný výskyt ganglií jako příčiny útlaku nervu a zároveň senzitivita detekce ganglií ultrazvukem byla vyšší než při vyšetření MRI. Nálezy ultrazvukové zde byly plně konzistentní s perioperačním nálezem u všech pacientů (Nagaoka et Matsuzaki, 2005).

Mortonova neuralgie vzniká drážděním a až vznikem neuromu na nn. digitales plantares communes (konečné větve *n. tibialis*) v metatarzálních prostorech, vzhledem k malé velikosti těchto konečných větví a jejich uložení není zobrazení ultrazvukem jednoduché, výrazně se zlepšuje, pokud je na nervu již vytvořen neurom (nejčastěji v oblasti mezi hlavičkami metatarzů). Přímé zobrazení je možné pouze MR nebo UZ metodou (průkaznost 93 % u MR a 90 % u UZ metody) (Xu et al., 2015). Výhodou UZ metody je zde její využití v intervenci – obstríku postižené oblasti pod UZ kontrolou, kdy následné vymizení kliniky diagnózu potvrdí.

N. saphenus je zde zmíněn zejména v důsledku možnosti jeho léze při cévně-

-chirurgických výkonech v oblasti žil dolních končetin. Jde o čistě senzitivní větev *n. femoralis*, která od canalis adductorius běží distálně v těsném sousedství s vena saphena magna. Ultrazvukové zobrazení nervu saphenus a jeho anatomického vztahu k okolí může být při intervenci v oblasti vena saphena magna nápomocné v redukci rizika jeho poškození.

U většiny výše zmiňovaných úžinových syndromů, kromě syndromu karpálního tunelu, chybí dostatečně silná data ke stanovení patologických CSA hodnot a musíme si zde vystačit zejména se stranovým srovnáním a hodnotami normálních CSA (Hobson-Webb, Padua et Martinoli, 2012; Cartwright et al., 2008).

Hereditární demyelinizační polyneuropatie

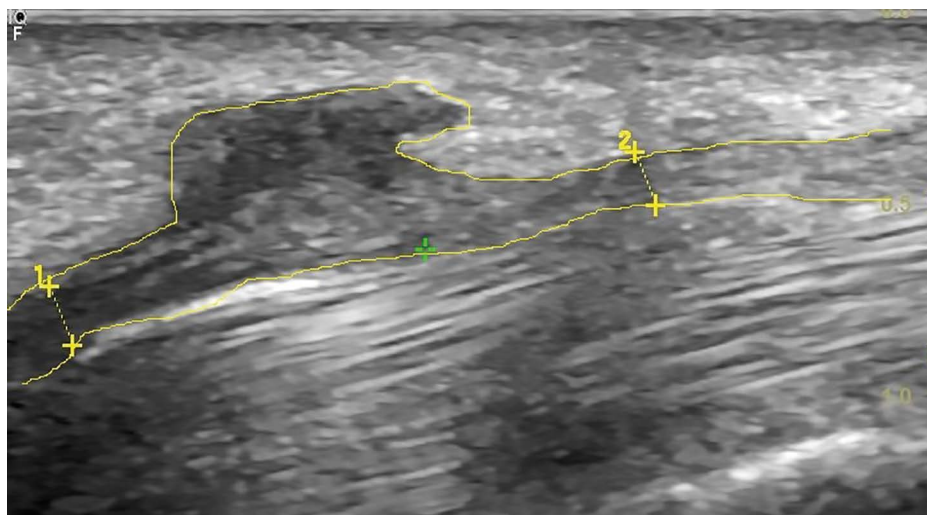
Vzhledem k difuznosti postižení periferního nervového systému u těchto onemocnění je výtěžnost ultrazvukového vyšetření menší než elektromyografie. U demyelinizačních forem onemocnění provedené studie ukázaly difúzní rozšíření periferních nervů. Studie u pacientů s nemocí Charcot-Marie-Tooth typu 1a prokázala trojnásobné rozšíření *n. medianus* (s průměrnou hodnotou CSA 18,4 mm²) oproti kontrolám (Hobson-Webb, Padua et Martinoli, 2012; Martinoli et al., 2002; Zaidman, El-Lozi et Pestonk, 2009). Axonální formy hereditárních demyelinizačních onemocnění mají výrazně heterogenní ultrazvukový nález.

Imunitně podmíněné polyneuropatie

Jak u akutní, tak u chronické idiopatické demyelinizační polyneuropatie prokázaly ultrazvukové studie difúzní rozšíření periferních nervů oproti kontrolám. Dat v této oblasti není mnoho, nicméně naznačují možnost využití ultrazvuku zejména v časných stádiích onemocnění, kdy může elektromyografické vyšetření prokazovat ještě normální nebo nespecifický nález (Hobson-Webb, Padua et Martinoli, 2012; Zaidman, Al-Lozi et Pestronk, 2009).

Traumata periferních nervů

U kompletní traumatické léze nervu je charakteristický nález diskontinuity nervu a ev. nález koncového rozšíření (stump neurom). Parciální léze nervu může být zobrazena jako hypoechogenní defekt v části nervu.

Obr. 5. Excentrický schwannom n. medianus v canalis carpi

V některých případech může být zobrazena i příčina traumatu nervu – kostní úlomek, cizí těleso, osteosyntetický materiál atd.

Tumory

V diagnostice tumorů periferních nervů, zejména pokud jsou uloženy povrchově, má ultrazvuk minimálně stejnou výtěžnost jako vyšetření magnetickou rezonancí, jelikož má výrazně lepší rozlišovací schopnost (až 40 µm) a je schopen diagnosticky výrazně doplnit informaci z elektromyografického nálezu. Tumor periferního nervu se v B-obrazu jeví jako hypoechogenní léze (nejčastěji kulovitá nebo ovoidní, ale i nepravidelná u excentrických schwannomů) nacházející se v přímé kontinuitě nervu (Obr. 5). Jednotlivé tumory mají podobný ultrazvukový nález, u většiny lze v barevném a dopplerovském modu zobrazit hypervaskularizaci. U neurofibromatózy typu I lze zobrazit mnohočetné fusiformní rozšíření nervu (neurofibromy) difúzně na periferních nervech.

Intervenční výkony pod ultrazvukovou kontrolou

Základními intervenčními výkony, kde lze ultrazvuk uplatnit, jsou regionální anestezie, biopsie a lokální podání léčebné látky. Výhodou ultrazvuku je, že jej lze použít v běžné ambulantní praxi, přímo u lůžka pacienta nebo na operačním sále.

Ultrazvuk při těchto intervencích můžeme využít dvěma základními přístupy – před samotnou intervencí si ultrazvukem zjistíme konkrétní anatomické poměry v intervenované

oblasti a výkon samotný již dále provádíme standardně bez ultrazvuku, čímž oproti výkonu „naslepo“ máme jasnou představu o lokální anatomii a její individuální variantě (cévy, interspinální prostory, anatomické varianty atd.). Druhou možností je kromě ujasnění si anatomických konkrétních poměrů před intervencí, provádět i samotnou intervenci pod přímou ultrazvukovou kontrolou, kdy kontinuálně sledujeme špičku jehly při průchodu tkání k cílové struktuře a ev. monitorujeme i depo lokálně podávané látky. První přístup využijeme u intervencí, kde by výkon s ultrazvukovou asistencí znamenal spíše komplikaci, ale naopak znalost konkrétních anatomických poměrů nám výrazně pomůže při výkonu samotném a zároveň nám umožní eliminovat případné komplikace (punkce některých cév, lumbální punkce). Druhý přístup je naopak nezbytný tehdy, potřebujeme-li se důsledně vyvarovat např. poranění periferního nervu při jeho obštriku či svodné anestezii, při punkci arterie při zajišťování centrálního žilního přístupu, potřebujeme-li podat léčebnou látku do konkrétní lokalizace (kloub, burza, okolí nervu atd.) nebo při ultrazvukem asistované biopsii např. nervu nebo svalu (Klauser et al., 2016; Tagliafico et al., 2010).

Nové trendy a výzkum v oblasti MSK ultrazvuku

V posledních desetiletích a zejména v poslední dekádě skokově narůstá množství publikací a studií v oblasti MSK ultrazvukového vyšetření. Jsou publikovány soubory pacientů

s konkrétními patologiemi a jejich koreláty v ultrazvukovém obraze, což pomáhá k výraznému rozšiřování indikací MSK ultrazvukového vyšetření. V oblasti periferních nervů je v posledních letech zkoumána vaskularizace nervů a měření jejich echogenity a elasticity pomocí nové ultrazvukové metody – elastografie (Tagliafico, 2016; Hobson-Webb, 2013; Boom et Visse, 2012; Brandenburg et al., 2014). Nález hypervaskularizace může být využit k hodnocení lokální patologie (nervu, šlachy, kosti) zejména v její časně fázi (Hobson-Webb, 2013).

Měření echogenity nervu, zejména kvantitativní (densita nervu), se dle publikovaných sdělení zdá být přínosná v diagnostice jak lokální, tak difúzní patologie nervů, zejména u hereditárních a zánětlivých polyneuropatií (Tagliafico, 2016; Hobson-Webb, 2013; Boom et Visser, 2012).

Ultrazvuková elastografie přináší důležité informace o tuhosti vyšetřované tkáně nebo o svalové mechanice, kdy je možno touto metodou měřit tuhost svalu v klidové fázi a při svalovém stahu, což umožňuje např. hodnotit efekt léčby u svalových onemocnění. Je popsáno více technik této metody, základem je však měření zpětného echa tkáňové deformace způsobené předchozím ultrazvukovým pulzem (Brandenburg et al., 2014). U periferních nervů se množí publikace hodnotící elastografický nález u jednotlivých patologií – tumory, neurofibromatóza, syndrom karpálního tunelu (Yoshii et al., 2020; Staber et al., 2022; Wee et Simon, 2020; Wee et Simon, 2019).

Závěr

Ultrazvukové vyšetření je rychlou, široce dostupnou, relativně levnou, neinvazivní a pro pacienta pohodlnou vyšetřovací metodou použitelnou při diagnostice a diferenciální diagnostice muskuloskeletálního aparátu včetně periferních nervů. Navíc umožňuje také dynamické vyšetření tkání. Je to vhodná diagnostická metoda první volby spolu s elektromyografií u pacientů s podezřením na patologii svalů či periferních nervů, kdy k informacím z elektromyografického vyšetření získáme také informace o strukturních patologiích. U některých patologií, např. syndromu karpálního tunelu, je již ultrazvuková diagnostika považována za metodu první volby (Level A).

LITERATURA

1. Beekman R, Visser LH, Verhagen WI. Ultrasonography in ulnar neuropathy at the elbow: a critical review. *Muscle Nerve*. 2011;43(5):627-35.
2. Bianchi S, Martinoli C, Bianchi-Zamorani M, et al. Ultrasound of the joints. *Eur Radiol*. 2002;12(1):56-61.
3. Boom J, Visser LH. Quantitative assessment of nerve echogenicity: comparison of methods for evaluating nerve echogenicity in ulnar neuropathy at the elbow. *Clin Neurophysiol*. 2012;123(7):1446-53.
4. Brandenburg JE, Eby SF, Song P, et al. Ultrasound elastography: the new frontier in direct measurement of muscle stiffness. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;95(11):2207-19.
5. Cartwright MS, Hobson-Webb LD, Boon AJ, et al.; American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine. Evidence-based guideline: neuromuscular ultrasound for the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*. 2012;46(2):287-93.
6. Cartwright MS, Passmore LV, Yoon JS, et al. Cross-sectional area reference values for nerve ultrasonography. *Muscle Nerve*. 2008;37(5):566-71.
7. Hobson-Webb LD. Neuromuscular ultrasound in polyneuropathies and motor neuron disease. *Muscle Nerve*. 2013;47(6):790-804.
8. Hobson-Webb LD, Padua L. Ultrasound of Focal Neuropathies. *J Clin Neurophysiol*. 2016;33(2):94-102.
9. Hobson-Webb LD, Padua L, Martinoli C. Ultrasonography in the diagnosis of peripheral nerve disease. *Expert Opin Med Diagn*. 2012;6(5):457-71.
10. Klausner AS, Abd Ellah MM, Halpern EJ, et al. Meralgia paraesthetica: Ultrasound-guided injection at multiple levels with 12-month follow-up. *Eur Radiol*. 2016;26(3):764-70.
11. Koppaka S, Shklyar I, Rutkove SB, et al. Quantitative Ultrasound Assessment of Duchenne Muscular Dystrophy Using Edge Detection Analysis. *J Ultrasound Med*. 2016;35(9):1889-97.
12. Martinoli C, Bianchi S, Dahmane M, et al. Ultrasound of tendons and nerves. *Eur Radiol*. 2002;12(1):44-55.
13. Martinoli C, Schenone A, Bianchi S, et al. Sonography of the median nerve in Charcot-Marie-Tooth disease. *AJR Am J Roentgenol*. 2002;178(6):1553-6.
14. Mondelli M, Filippou G, Gallo A, et al. Diagnostic utility of ultrasonography versus nerve conduction studies in mild carpal tunnel syndrome. *Arthritis Rheum*. 2008;59(3):357-66.
15. Nagaoka M, Matsuzaki H. Ultrasonography in tarsal tunnel syndrome. *J Ultrasound Med*. 2005;24(8):1035-40.
16. Padua L, Liotta G, Di Pasquale A, et al. Contribution of ultrasound in the assessment of nerve diseases. *Eur J Neurol*. 2012;19(1):47-54.
17. Puthucherry ZA, Phadke R, Rawal J, et al. Qualitative Ultrasound in Acute Critical Illness Muscle Wasting. *Crit Care Med*. 2015;43(8):1603-11.
18. Roll SC, Case-Smith J, Evans KD. Diagnostic accuracy of ultrasonography vs. electromyography in carpal tunnel syndrome: a systematic review of literature. *Ultrasound Med Biol*. 2011;37(10):1539-53.
19. Staber D, Oppold J, Grimm A, et al. Shear-Wave-Elastography in Neurofibromatosis Type I. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12(2):360.
20. Tagliafico A, Bodner G, Rosenberg I, et al. Peripheral nerves: ultrasound-guided interventional procedures. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2010;14(5):559-66.
21. Tagliafico AS. Peripheral nerve imaging: not only cross-sectional area. *World J Radiol*. 2016;8(8):726-8.
22. Tai TW, Wu CY, Su FC, et al. Ultrasonography for diagnosing carpal tunnel syndrome: a meta-analysis of diagnostic test accuracy. *Ultrasound Med Biol*. 2012;38(7):1121-8.
23. Walker FO. Imaging nerve and muscle with ultrasound. *Suppl Clin Neurophysiol*. 2004;57:243-54.
24. Wee TC, Simon NG. Shearwave Elastography in the Differentiation of Carpal Tunnel Syndrome Severity. *PMR*. 2020;12(11):1134-1139.
25. Wee TC, Simon NG. Ultrasound elastography for the evaluation of peripheral nerves: A systematic review. *Muscle Nerve*. 2019;60(5):501-512.
26. Xu Z, Duan X, Yu X, et al. The accuracy of ultrasonography and magnetic resonance imaging for the diagnosis of Morton's neuroma: a systematic review. *Clin Radiol*. 2015;70(4):351-358.
27. Yurdakul OV, Mesci N, Çetinkaya Y, et al. Diagnostic Significance of Ultrasonographic Measurements and Median-Ulnar Ratio in Carpal Tunnel Syndrome: Correlation with Nerve Conduction Studies. *J Clin Neurol*. 2016;12(3):289-94.
28. Yoshii Y, Zhao C, Amadio PC. Recent Advances in Ultrasound Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *Diagnostics (Basel)*. 2020;10(8):596.
29. Zaidman CM, Al-Lozi M, Pestronk A. Peripheral nerve size in normals and patients with polyneuropathy: an ultrasound study. *Muscle Nerve*. 2009;40(6):960-6.