



**Techniky
ultrasonografického
vyšetření palmárního
metacarpu a plantárního
metatarsu koně**

Erik Gábor

MVC. Adam Kraushúber

MVDr. Kristína Žuffová Ph.D.

Čestné prehlásenie

Čestne vyhlasujeme, že sme prácu vypracovali samostatne, na základe literatúry súvisiacej s danou témou a s pomocou konzultanta.

V Brne dňa: 13. 11 2023 ..:

..... Gábor*

Erik Gábor

..... Kraushüber*

Adam Kraushüber

Pod'akovanie

Touto cestou sa chceme pod'akovať našej školiteľke MVDr. Kristíne Žuffovej Ph.D. za vedenie tohoto projektu, cenné rady, prostriedky a čas, ktorý nám venovala pri riešení zadanej problematiky.

Ďalej sa chceme pod'akovať klinike chorôb koní VETUNI za sprístupnenie priestorov a vybavenia na vykonanie projektu. Ďalej sa chceme pod'akovať pani docentke Sedlinskej za možnosť vytvárania videomateriálov na jej koni.

Obsah

Skratky použité v texte:	4
Úvod.....	5
Vybavenie a nastavenie ultrasonografického prístroja	6
Anatómia	7
Hrudná končatina.....	7
Šľacha m. flexor digitalis superficialis (SDFT).....	7
Šľacha hlbokého ohýbača prstu (DDFT)	8
Medzikostný sval (SL).....	9
Ostatné štruktúry	10
Rozdiely na panvovej končatine.....	10
SDFT	10
DDFT	10
ALDDFT.....	11
SL.....	11
Celkový vzhľad šliach a väzov	12
Kvantitatívne hodnotenie veľkosti flexorových šliach a medzikostného svalu.....	12
Ultrasonografia palmárnej oblasti metacarpu	13
Príprava pacienta na vyšetrenie.....	13
Vlastné vyšetrenie.....	13
Zóna 1A (1).....	14
Zóna 1B (2).....	15
Zóna 2A (3).....	16
Zóna 2B (4).....	16
Zóna 3A (5).....	17
Zóna 3B (6).....	18
Zóna 3C (7).....	19
Ultrasonografia palmárnej oblasti metatarzu	20
Doporučená literatúra.....	21
Zdroje	22

Skratky použité v texte:

ALDDFT – prídavná hlava hlbokého ohýbača prstu

ALSDFT – prídavná hlava povrchového ohýbača prstu

CSA – plocha priečneho rezu šľachy

DDFT – šľacha hlbokého ohýbača prstu

ICL – prídavná hlava hlbokého ohýbača prstu

LDFT – šľacha laterálneho digitálneho ohýbača

MDFT – šľacha mediálneho digitálneho ohýbača

P1 – *proximal phalanx*/sponková kosť

P2 – *medial phalanx*/korunková kosť

P3 – *distal phalanx*/kopytná kosť

SDFT – šľacha povrchového ohýbača prstu

SDF – *musculus flexor digitalis superficialis*

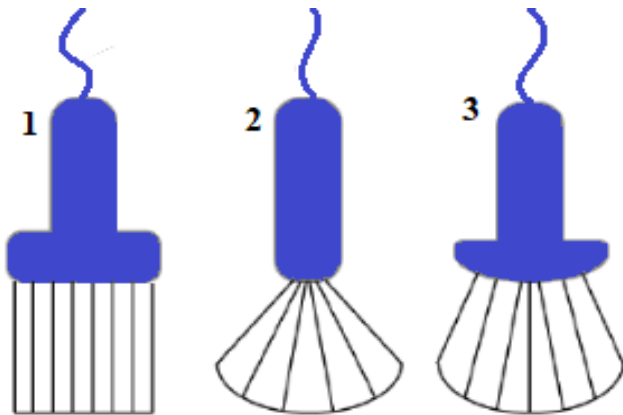
SL – medzikostný sval

Úvod

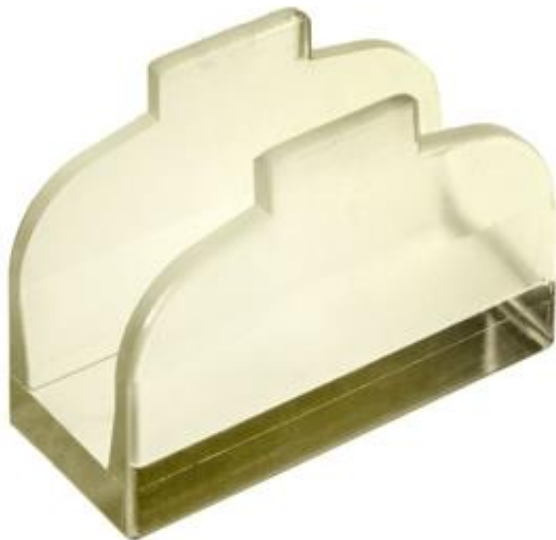
Ultrasonografické vyšetrenie pohybového aparátu koní patrí v dnešnej dobe k základným diagnostickým nástrojom pri diferenciálnej diagnostike krívania. Spolu s dôkladnou anamnézou a klinickým vyšetrením umožňuje správne identifikovať a diagnostikovať problém a následne navrhnúť patričnú terapiu a určiť prognózu.

Cieľom tohoto projektu je podať ucelený pohľad na postup vyšetrenia metakarpálnej a metatarzálnej oblasti končatiny koňa pomocou ultrasonografie a poukázať na všetky aspekty správneho postupu a zároveň ukázať anatomickejšiu štruktúru vo fyziologickej podobe. Text a videá sú zamerané na najčastejšie vyšetované štruktúry daných oblastí a tými sú povrchový ohýbač prstu, hlboký ohýbač prstu, prídavná hlava hlbokého ohýbača prstu, medzikostný sval, *manica flexoria* a proximálne intersezamské väzy.

Vybavenie a nastavenie ultrasonografického prístroja



Obrázok 1: Typy ultrasonografických sond. 1 lineárna T sonda, 2 sektorová sonda, 3 konvexná sonda.



Obrázok 2: Silikónová predsádka pre lineárne sondy (U-scan).

Na vyhodnocovanie palmárneho metakarpu alebo plantárneho metatarzu je vhodné používanie lineárnych sond v rozhraní 7 – 14 MHz (Obr. 1, schematické zobrazenie sond) ([Kidd, 2022](#)). Lineárne sondy umožňujú hodnotenie zobrazených štruktúr pozdĺž celej šírky obrazu. Táto vlastnosť dáva obrovskú výhodu pri hodnotení muskuloskeletálnych štruktúr oproti sektorovým sondám, ktoré umožňujú vyhodnocovanie štruktúry vlákien len v strede obrazu. Na hodnotenie šliach sa najviac doporučuje používať šľachové alebo „T“ lineárne sondy ([Whitcomb, 2004](#)). Umožňujú kvalitné priečne a pozdĺžne zobrazenia.

Na väčšinu vyšetrení v oblasti metakarpu a metatarzu by sa medzi sondu a kožu mala používať predsádka (Obr. 2). Využíva sa na lepšie zobrazenie povrchových štruktúr, zlepšuje kontakt medzi sondou a kožou tým, že sa prispôsobuje zakriveným povrchom.

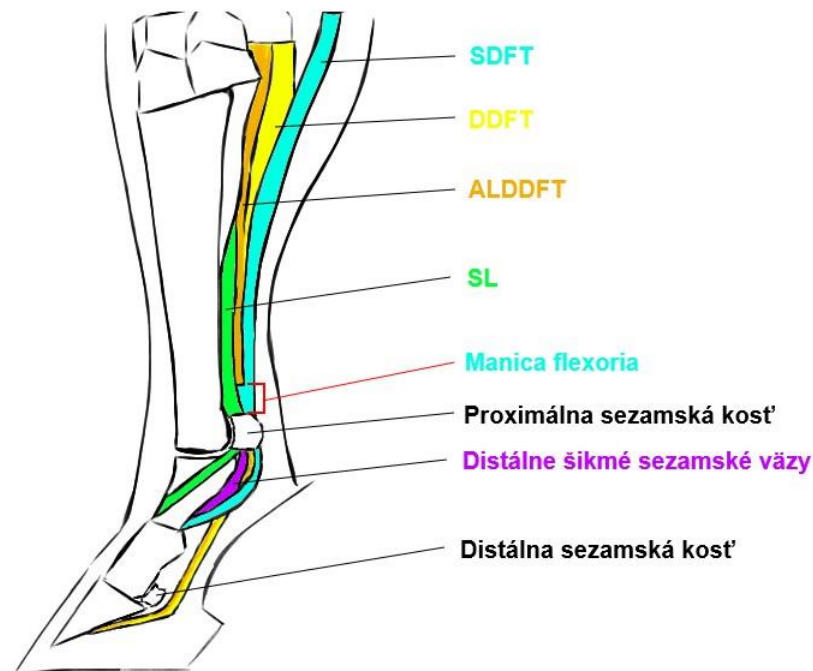
Je potrebné aby pri vyšetrení boli hodnotené všetky šľachy a väzy vyšetrovanej oblasti bez ohľadu na nález. Inými slovami nemalo by sa prerušiť vyšetovanie, ak sa zistí lézia medzikostného svalu (SL), ale mala by sa vyšetriť celá oblasť metakarpu aby sa neprehliadli lézie v iných štruktúrach, na iných miestach. U šliach sa hodnotí echogenita, veľkosť šľachy na priečných zobrazeniach. Na pozdĺžnom zobrazení sa hodnotí vzor vlákien. Pri každom vyšetrení by sa malo robiť priečne aj pozdĺžne zobrazenie, pri neistote o tom, či daný nález je patologický alebo nie je vhodné porovnanie s druhou končatinou v rovnakej výške.

Anatómia

Znalosti anatómie vyšetrovaných regiónov na hrudnej a panvovej končatine sú esenciálne pre ich ďalšie vyšetovanie.

Hrudná končatina

Na palmárnej strane metacarpu hrudnej končatiny sa nachádzajú 4 šľachy. Od povrchu (kože) smerom ku kosti (palmo-dorzálne) sú to šľacha *m. flexor digitalis superficialis* (SDFT - *superficial digital flexor tendon*), šľacha *m. flexor digitalis profundus* (DDFT – *deep digital flexor tendon*), prídavná hlava hlbokého ohýbača prstu (ALDDFT - *accessory ligament of the deep digital flexor tendon*, v literatúre označovaná aj ako ICL z anglického *inferior check ligament*) a medzikostný sval (SL – *suspensory ligament*).



Obrázok 3: Schematické zobrazenie anatomickej štruktúry na hrudnej končatine

Šľacha *m. flexor digitalis superficialis* (SDFT)

Šľacha povrchového ohýbača prstu je považovaná za najčastejšie poranenú štruktúru metacarpu ([Whitcomb, 2004](#)). Pri jeho poškodení často dochádza k zhrubnutiu šľachy (zväčšenie plochy prierezu šľachy, CSA – cross-section area), zmene echogenity šľachy (u akútnych poranení anechogénne oblasti). U subklinického poškodenia nemusí byť zjavná zmena echogenity a šľacha má len zväčšenú plochu prierezu (vhodné porovnať s kontralaterálnou nohou) ([Dyson, 2004](#)). Klinicky je šľacha teplejšia, má mierny až výrazný opuch, niekedy bez krívania prípadne s krívaním zväčšujúcim sa po záťaži, pri ťažkom poškodení je krívanie výrazné. Najčastejšie je šľacha poškodená v oblasti stredného metacarpu. V prípade, že lézie šľachy sú lokalizované proximálne, na úrovni *os carpi accessorium*, mal by byť

vyšetrený aj karpálny kanál. V karpálnom kanáli si treba dať pozor na to aby sa centrálna anechogénna oblasť svalovo-šľachového spojenia SDFT nesprávne interpretovala ako poranenie ([Whitcomb, 2004](#)).

SDFT je pokračovaním *m. flexor digitalis superficialis* (SDF), ktorý odstupuje približne 2 – 6 cm proximálne od prídátnej karpálnej kosti, konkrétne odstupuje z *epicondylus medialis humeri* ([König, 2003](#)). Svalovo-šľachové spojenie SDF a SDFT je lokalizované vo vnútri karpálneho kanálu, na kaudálnom antebráchiu v rozsahu od distálnej štvrtiny kaudálneho antebráčia až po proximálny okraj prídátnej karpálnej kosti. U mladých koní môžu svalové vlákna, ktoré sú hypoechogénne, zasahovať distálne až do karpálneho kanála. Sonografický vzhlad svalovo-šľachového spojenia sa líši od plemena a veku, je ale obojstranne symetrický ([Kidd, 2022](#)). Z toho dôvodu, je pri podozrení na jeho poškodenie vhodné porovnávať sonografické zobrazenie oboch končatín. Blízko svalovo-šľachového spojenia, dorzomediálne od SDFT sa nachádza prídátka hlava povrchového ohýbača prstov (ALSDFT - *accessory ligament of the superficial digital flexor tendon*). Táto väzivová štruktúra pochádza z atrofovej radiálnej hlavy a zosilňuje SDFT. Vnára sa do SDFT tesne nad antebrachiokarpálnym kĺbom ([Kidd, 2022](#)). Zhruba v distálnejšej polovici výšky proximálneho phalangu dochádza k rozdeleniu SDFT na dve vetvy (mediálna a laterálna), pričom každá vetva prebieha abaxiálne od scutum proximale (palmárna fibrokartilaginózna podložka na palmárnom aspekte proximálneho interfalangeálneho kĺbu) a upína sa na distálnu časť proximálneho phalangu a proximálnu časť korunkovej kosti (*tuberositas flexoria P2*) ([König, 2003](#)).

Ultrasonografický vzhlad SDFT sa mení v rámci metakarpálnej oblasti. Na USG zobrazení je šľacha homogénna a hyperechogénna, avšak fyziologicky je mierne hypoechogénna voči DDFT a ALDDFT. V lokalizácii karpálnych a proximálnych metakarpálnych kostí (zóna I) má elipsoidný až kruhovitý prierez, pričom sa nachádza palmaromediálne od DDFT. Smerom distálne dochádza k zmene tvaru šľachy. Jej dorzálny okraj sa stáva viacej konkávnym, čo jej dáva tvar polmesiaca. Stred šľachy je hrubší a smerom k jej okraju (laterálne a mediálne) sa stáva tenšou. V oblasti distálneho metacarpu, zóna 3, dochádza distálnym smerom k jeho postupnému dorzopalmárnemu stenčovaniu. V zóne 3b dochádza k vytvoreniu *manicae flexoriae*, ktorá vzniká z laterálnych a mediálnych okrajov SDFT. *Manica flexoria* je membránový prstenec okolo DDFT.

Šľacha hlbokého ohýbača prstu (DDFT)

V oblasti metacarpu je najmenej často poranenou šľachou. DDFT je najčastejšie poranená v digitálnej pošve. Na rozdiel od SDFT nie je bežné zväčšenie CSA ale lézie bývajú často anechogénne ([Whitcomb, 2004](#)).

DDFT pochádza zo spojenia troch hláv hlbokého ohýbača prstov (humerálnej, ulnárnej a prídátnej alebo radiálnej) na distálnom rádiu. Caput humerale odstupuje 8 až 10 cm nad antebrachiálnym kĺbom. V úrovni tohoto kĺbu sa k nej pridávajú caput ulnare a caput radiale. Caput radii môže niekedy chýbať. Svalovo-šľachové spojenie je na rovnakej úrovni ako u SDFT, čiže na kaudálnom antebráchiu v rozsahu od distálnej štvrtiny kaudálneho antebráčia až po proximálny okraj prídátnej

karpálnej kosti. V karpálnom regióne je DDFT lokalizovaná dorzolaterálne k SDFT a prebieha nad mediálnym povrchom prídátnej karpálnej kosti. V oblasti strednej a distálnej tretiny metakarpu DDFT leží dorzálne od SDFT. Je oválneho tvaru po celej svojej dĺžke, distálne v oblasti P1, P2 sa mierne sploštuje. Prebieha ponad navikulárnu kosť a upína sa na palmarodistálnu časť kopytnej kosti.

Prídátná hlava hlbokého ohýbača prstu (ALDDFT)

Prídátná hlava hlbokého ohýbača prstu (ALDDFT) vzniká na palmárnej strane karpu ako distálne pokračovanie palmárneho karpálneho väzu. V anglickej literatúre je niekedy označovaná aj skratkou ICL - *inferior check ligament*. Pripája sa k DDFT v strednej časti metakarpu, v zóne II. K spojeniu dochádza postupne od zóny 2B až po zónu 3A. Keďže vlákna ALDDFT prebiehajú šikmo vzhľadom na metakarpálne kosti dochádza k vytvoreniu hypoechogénneho artefaktu v oblasti 2A. Na ultrasonografickom zobrazení má ALDDFT pravouhlý prierez v zónach 1A a 1B. V zóne 1B dochádza postupne k jeho splošťovaniu a v zóne 2A už má tvar polmesiaca. Pričom je zakrivený okolo laterálneho aspektu DDFT ([Kidd, 2022](#)).

Medzi DDFT a ALDDFT je od zóny 1 až po ich spojenie hypoechogénny priestor vytvorený karpálnou šľachovou pošvou. Môže sa v ňom fyziologicky nachádzať malé množstvo anechogénnej tekutiny ([Kidd, 2022](#)).

Medzikostný sval (SL)

Medzikostný sval je tvorený atrofovaným III medzikostným svalom a jeho šľachou. Rozdeľuje sa na tri približne rovnaké časti, proximálna časť (odstup), telo a dve vetvy medzikostného svalu. Je rozdiel vo vyšetrení proximálnej časti a tela od vetiev. Proximálna časť a telo sa vyšetrujú z palmárneho aspektu nohy, zatiaľ čo vetvy sa vyšetrujú z mediálneho a laterálneho aspektu nohy.

SL odstupuje z palmárnej strany proximálnej časti tretej metakarpálnej kosti, má ešte ďalšiu komponentu siahajúcu proximálne ku karpu, ktorá prechádza do kĺbového puzdra karpometakarpálneho kĺbu a palmárneho karpálneho väzu. Distálne pokračuje SL medzi druhou a štvrtou metakarpálnou kosťou a v úrovni distálnej tretiny metakarpu sa rozdeľuje a vytvára dve vetvy, mediálnu a laterálnu. Vetvy SL sa upínajú na príslušnú abaxiálnu plochu proximálnych sezamských kostí. Mediálna vetva je mierne väčšia ako laterálna vetva a obe sú v tvare slzy alebo hrušky. V rámci priebehu sa ich tvar mení od trojuholníkového k tvaru polmesiaca. Mimo úponu na sezamské kosti časť vlákien pokračuje distodorzálne ako extenzorové vetvy, ktoré sa vnárajú do *m. extensor digitorum communis* a spolu s ním sa upínajú na *processus extensorius* kopytnej kosti ([Baxter, 2011](#)).

Je náročný na kvalitné USG zobrazenie a hodnotenie. Najdôležitejším faktorom je premenlivé množstvo svalových vlákien v tele SL, ktoré mu dávajú heterogénny vzhľad ([Wilson, 1991](#)). Heteroechogénne vzory SL sú bilaterálne symetrické na akejkoľvek úrovni ([Kidd, 2022](#)). Svalové vlákna sa nenachádzajú vo vetvách SL. Svalové vlákna majú hypoechogénny vzhľad vzhľadom k väzivu a dajú sa ľahko zamerať za léziu v medzikostnom svale. Svalové vlákna sa dajú od poranenia odlišiť meraním CSA, ktoré je pri poškodení zvýšené ([Whitcomb, 2004](#)). Ďalej sa na odlišenie dá využiť fakt,

že distribúcia svalových vlákien je symetrická na oboch hrudných končatinách. SL by sa mala hodnotiť ako tri samostatné štruktúry: (1) telo SL, (2) mediálna vetva a (3) laterálna vetva. Lézie bývajú v akútnej fáze anechogénne až hypoechogénne. Chronické poranenia často zostávajú hypoechogénne.

Ostatné štruktúry

Povrch hlavnej metakarpálnej kosti je hladký, okrúhly a tvorí ostrú, hyperechogénnu líniu v hĺbke. Povrch III. metakarpu hodnotíme najčastejšie pri pozdĺžnom zobrazení v mieste odstupu SL. Je to z dôvodu možnej avulzie odstupu SL, čo sa prejaví na USG zobrazení ako nerovný, nehladký povrch kosti.

V oblasti palmárneho metakarpu je možné zobrazit' neurovaskulárne zväzky, ktoré sú viditeľné pri priložení sondy na palmolaterálnu alebo palmomediálnu stranu metakarpu.

Na mediálnej strane proximálneho metakarpu prebieha tesne pod kožou, mediálne od DDFT *a. palmaris medialis* a *n. palmaris medialis*. Na laterálnej strane prebieha *n. palmaris lateralis* a *a. palmaris lateralis* viac v hĺbke, dorzálnejšie, laterálne od ALDDFT. V distálnej tretine metakarpu prechádzajú zväzky cez dorzoabaxiálny okraj DDFT (mediálne) alebo ALDDFT (laterálne). Distálnejšie sa stávajú povrchovejšími, pričom prechádzajú cez abaxiálny aspekt proximálnych sezamských kostí, palmárne k úponovým vetvám SL. Tepny sú vždy dorzálne k pridruženým nervom.

Rozdiely na panvovej končatine

Najvýznamnejšie anatomicke rozdiely medzi panvovou končatinou a hrudnou končatinou sú v proximálnej časti metatarzu. Distálne dve tretiny metatarzu majú rovnaké usporiadanie šliach ako na hrudnej končatine.

SDFT

Proximálne je SDFT o niečo plochejšia a nachádza sa plantarolaterálne k DDFT, pretože prechádza cez plantárny povrch *tuber calcis*. Nenachádza sa v tarzálnej šľachovej pošve, zatiaľ čo na hrudnej prechádza cez karpálnu šľachovú pošvu. Má slabo alebo vôbec nevyvinuté svalnaté telo. Poranenia SDFT sú na panvovej končatine relatívne zriedkavé ([O'Sullivan, 2007](#)). Poranenia bývajú fokálne bez výraznej proximálnej až distálnej extenzie. Hodnotenie šľachy je podobné ako na hrudnej končatine. Vždy sa robia pozdĺžne aj priečne zobrazenia.

DDFT

Na rozdiel od hrudnej končatiny prechádza cez tarzálnu šľachovú pošvu len DDFT, zatiaľ čo na hrudnej cez karpálnu šľachovú pošvu prechádza aj SDFT ([Whitcomb, 2004](#)). DDFT je zložená z 2 častí, ktorými sú laterálna šľacha digitálneho ohýbača (LDFT) a mediálna šľacha digitálneho ohýbača (MDFT). LDFT je hlavná a prechádza mediálne pri *tuber calcis*, cez *sustentaculum tali* k distálnym tarzálnym kostiam. MDFT je malá valcovitá šľacha prechádzajúca cez mediálnu časť tarzu a pripojí sa

k mediálnemu okraju LDFT v proximálnej štvrtine metatarzu za vzniku DDFT. Je možné ju vizualizovať pozdĺž mediálneho okraja DDFT až do jej spojenia s LDFT.

ALDDFT

ALDDFT existuje aj na panvovej končatine. Často je šľacha tenká a líši sa od aponeurotickej membrány až po plne vyvinuté väzivo. Vzniká z krátkeho plantárneho väzu tarzu ([Kidd, 2022](#)).

SL

Na panvovej končatine odstupuje SL z proximo-plantárneho aspektu tretej metatarzálnej kosti. Z plantárnej časti štvrtej tarzálnej kosti odstupuje prídavné väzivo medzikostného svalu. Medzikostný sval má na panvovej končatine na priečnom zobrazení viac zaoblený tvar ako na hrudnej končatine, kde má obdĺžnikový tvar.

Telo a vetvy SL sú identické ako na hrudnej končatine.

Celkový vzhľad šliach a väzov

Pri priečnom zobrazení majú šľachy nohy fascikulárny vzor charakterizovaný viacerými prerušovanými echami. Echogenita šľachy je popisovaná ako anechogénna, mierne hypoechogénna a stredne hypoechogénna. Na pozdĺžnych zobrazeniach majú šľachy pravidelný pruhovaný vzor. Fascikulárny vzor šliach je daný veľkosťami zoskupených zväzkov vlákien a rozlišovacou schopnosťou USG. Rozlišovacia schopnosť USG prístroja je daná typom sondy a jej frekvenciou. Štandardne je pre vysokofrekvenčné lineárne sondy (8 – 18 MHz) rozlišovacia schopnosť rádovo 0,5 – 1 mm ([Whitcomb, 2004](#)).

Tvorba ech závisí od rozdielov akustickej impedancie na rozhraniach, takže ozveny sa môžu vyskytnúť medzi typmi tkanív a môžu predstavovať povrch cievy, zväzok vlákien, spojivé tkanivo alebo akúkoľvek nepravidelnosť v parenchýme tkaniva. Endotendón, veľkosť zväzku vlákien a ich štruktúra sa podieľajú na heterogenite šľachového parenchýmu a čiastočne zodpovedajú za rozdielny vzhľad jednotlivých šliach.

Kvantitatívne hodnotenie veľkosti flexorových šliach a medzikostného svalu

Referenčné intervaly pre veľkosť SDFT nemajú praktický význam z dôvodu výraznej medziľahennej a individuálnej variability ([Kidd, 2022](#)). Pre niektoré plemená sú referenčné intervaly dostupné. Tak isto obsah prierezovej plochy SDFT sa mení podľa oblasti kde sa meria, veku a tréningovej záťaže ([Avella, 2009](#); [Kidd, 2022](#)). Preto je vhodné porovnávať túto hodnotu s kontralaterálnou končatinou.

Meranie obsahu prierezu šľachy (CSA, *cross-sectional area*) je náročné, ale je odporúčané na sledovanie priebehu liečby a rekonvalescencie ([Kidd, 2022](#)). Problémom pre jeho vykonávanie je aj to, že nie každý ultrasonografický prístroj umožňuje meranie plochy prierezu šľachy. Výhodou je to, že zdravé kone majú obojstranne symetrickú veľkosť šľachy, teda hodnotu CSA. Preto pri podozrení na zmenu veľkosti šľachy je možné porovnanie s kontralaterálnou končatinou.

Ultrasonografia palmárnej oblasti metakarpu

Ultrasonografia palmárnej oblasti metakarpu slúži k vyšetreniu lézií mäkkých tkanív lokalizovaných v tejto oblasti. Jedná sa o paraklinickú metódu, ktorej indikáciou je krívanie vychádzajúce z oblasti metakarpu (diagnostikované pomocou zvodnej anestézie), edém oblasti metakarpu, prípadne jednotlivých šliach, zranenia, prípadne sledovanie priebehu liečby. Tak ako u ostatných vyšetrovacích metód je dôležitá dôkladná anamnéza a klinické vyšetrenie, ktoré sú podstatné na hodnotenie nálezov, stanovenie diagnózy, stanovenie konkrétnej terapie a prognózy budúceho využitia koňa ([Beznáková, 2018](#)).

Príprava pacienta na vyšetrenie

Pacienta vyšetrujeme v kludom prostredí, ideálne s možnosťou zatemnenia. Na vyšetrenie pacienta nie je nutná sedacia, ale závisí to od temperamentu koňa. V prípade potreby je možné aplikovať analgosedáciu koňa – najčastejšie kombinácia opioidov s alfa-2 agonistami. Pred samotným vyšetrením je vhodné oholenie vyšetrovanej oblasti, jej umytie na odstránenie nečistôt a odmastenie. V prípade, že nie je možné končatinu oholiť je potrebné, aby srseť končatiny bola mechanicky zbavená nečistôt a bol aplikovaný lieh, odporúča sa nedrhnúť kožu mydlom pretože to vytvára vzduch medzi chlpkami. Niektorí lekári neodporúčajú používanie alkoholu z dôvodu, že môže znehodnotiť sondu a miesto toho, v prípade nemožnosti oholenia nohy, prikladajú na nohu vo vode namočenú bandáž, deku ([Whitcomb, 2004](#)). Sonografický gél sa pri neoholení končatiny nemusí dávať. Oblasť, ktorá sa musí oholiť závisí od toho, ktoré štruktúry chceme zobrazit'. V prípade, že chceme zobrazit' všetky štruktúry v oblasti metakarpu tak na hrudnej končatine holíme nohu v rozsahu od prídátnej karpálnej kosti smerom distálne až po sponkový kĺb (*articulatio metacarpophalangealis*). Metacarpus sa holí cez celý palmárny aspekt od palmaromediálneho po palmarolaterálny aspekt III. metakarpu.

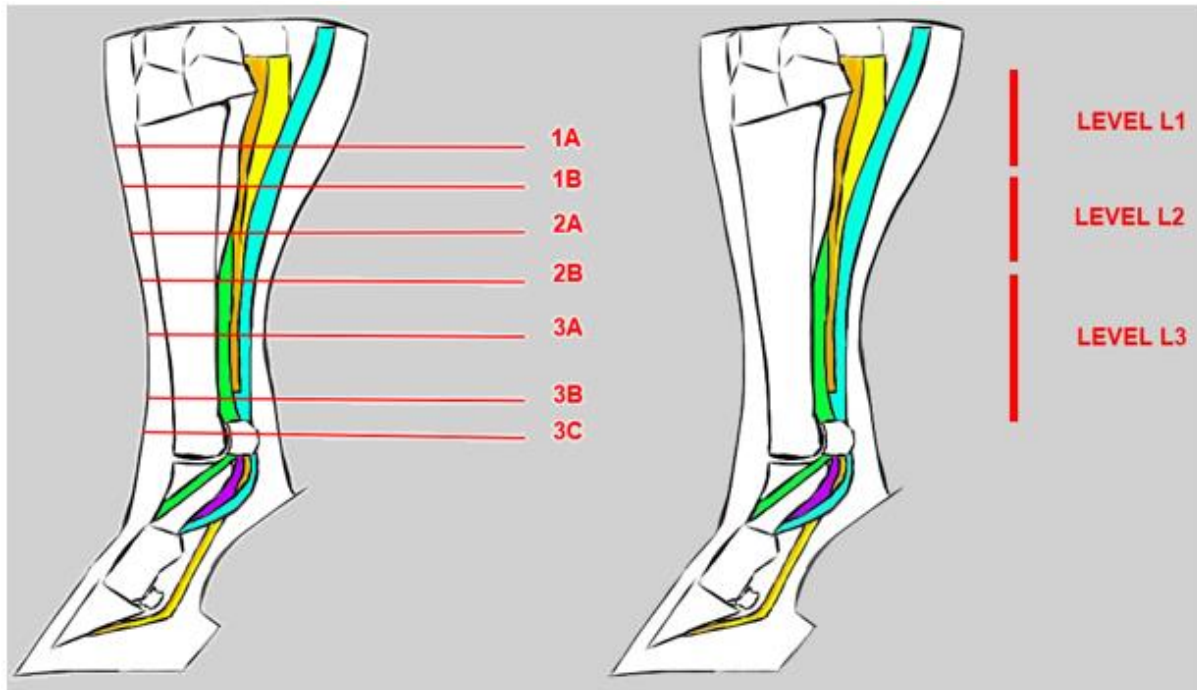
Odporúčajú sa vysokofrekvenčné lineárne sondy – 7 až 14 MHz. Pred sondou sa odporúča použiť silikónovú predzátku a to z dvoch hlavných dôvodov. Prvým je rozšírenie ultrazvukového okna, aby sa umožnilo zobrazenie celej šírky šliach na jednom obraze, druhým dôvodom je posunutie povrchových štruktúr preč od emisného artefaktu v hornej časti obrazovky. Silikónová predzátku chráni povrch sondy pred poškodením ([Whitcomb, 2004](#)). Na vonkajšiu a vnútornú stranu predzátky sa aplikuje sonografický gél na zlepšenie kvality obrazu. Snímky šliach by sa mali získavať v priečnej aj pozdĺžnej orientácii, v sagitálnej prípadne frontálnej rovine.

Vlastné vyšetrenie

SDFT a DDFT sa zobrazuje z palmárnej strany, v strede hrúbky a v celom rozsahu metakarpu. Vždy sa odporúča robiť pozdĺžne a priečne zobrazenie. ALDDFT je tiež hodnotený z palmárnej strany. Odstup a telo SL sa zobrazuje z palmárnej strany, zatiaľ čo vetvy SL sú hodnotené z mediálnej

a laterálnej strany. Pre ALDDFT a SL by sa mali ohniskové zóny na USG prístroji presunúť viacej distálne.

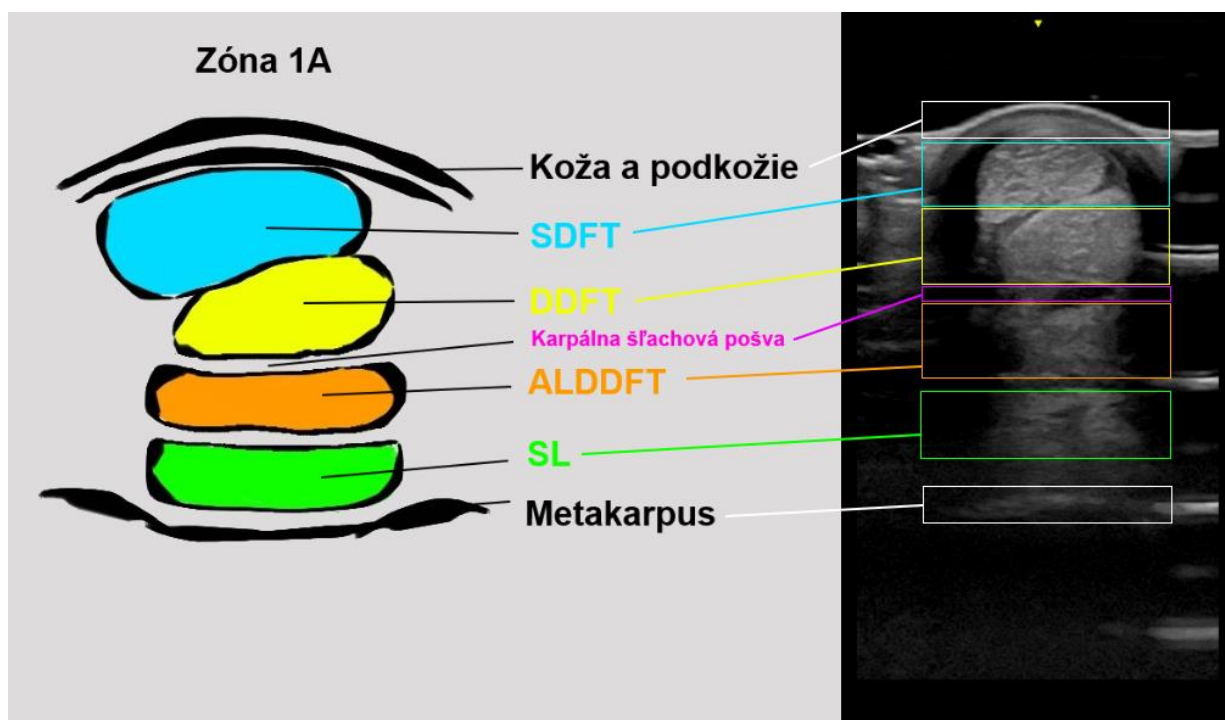
Bolo vytvorených niekoľko odlišných systémov na rozdelenie skenovanej oblasti. Najzaužívanejšie je delenie na 7 priečnych oblastí, pričom každá z nich sa delí na subzóny označované A a B, zóna 3 má ešte subzónu C ([Kidd, 2022](#)). Rozdelenie na zóny je ukázané na obrázku č. 4. Pri pozdĺžnom vyšetrení sa metakarpus delí na 3 zóny označené L1 až L3.



Obrázok 4: Schematické zobrazenie rozdelenia metakarpu na zóny 1A až 3C a na level L1 až L3.

Zóna 1A (1)

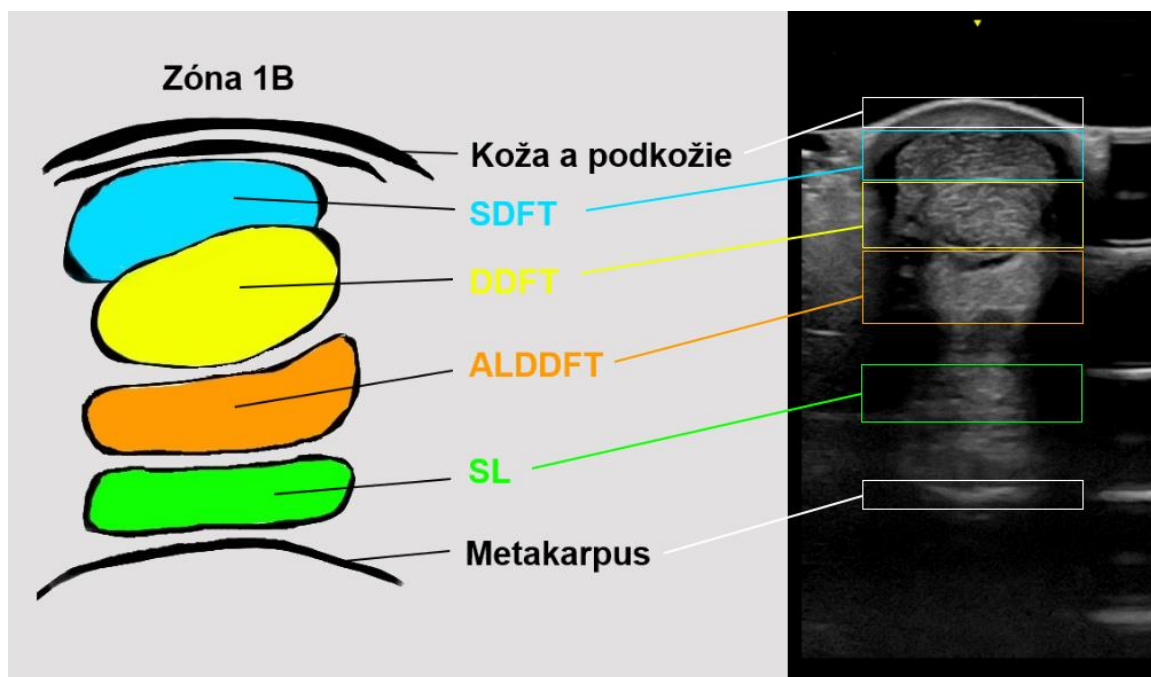
Je lokalizovaná proximálne, približne 2 až 3 cm pod *os carpi accessorium*. Na ultrasonografickom zobrazení je viditeľný SDFT, DDFT, ALDDFT a SL. SDFT je čiastočne posunutý mierne mediálne, je mierne hyperechogennejší v porovnaní s ostatnými štruktúrami. Medzi DDFT a ALDDFT je hypoechogénna oblasť, ktorá predstavuje karpálnu šľachovú pošvu a príležitostne obsahuje anechogénnu tekutinu. Karpálna šľachová pošva je viditeľná až po spojenie DDFT s ALDDFT (zóna 3A). ALDDFT je samostatná, na priereze obdĺžnikového tvaru. SL je tiež obdĺžnikový, sploštený. Na pozdĺžnom zobrazení je povrch metakarpálnych kostí hladký, mierne konkávny.



Obrázok 5: Naľavo schematické zobrazenie zóny 1A metacarpu koňa. Napravo ultrasonografický obrázok zóny 1A u koňa.

Zóna 1B (2)

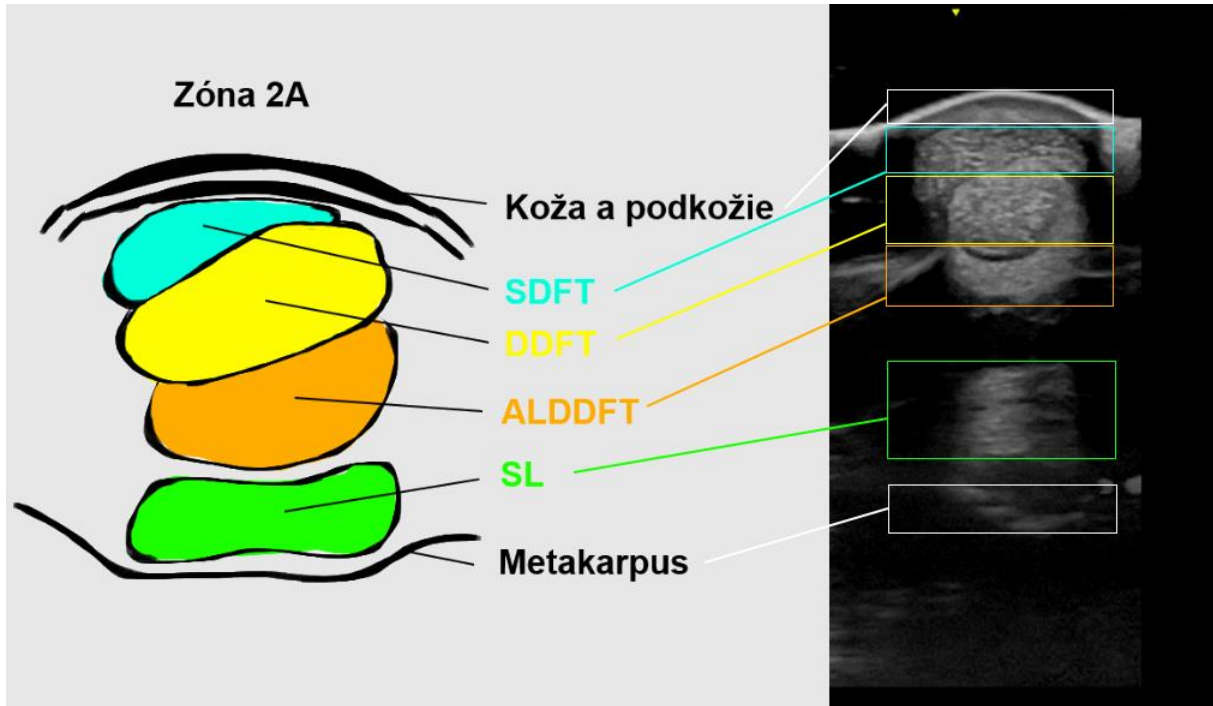
Je zhruba 4 až 7 cm pod os carpi accessorium. Sú viditeľné rovnaké štruktúry ako v zóne 1a (SDFT, DDFT, ALDDFT, SL). Postupne smerom distálne sa SDFT začína zužovať, stáva sa viacej plochým a rozširuje sa. DDFT je stále uloženie mierne mediálne vzhľadom na SDFT a je menší voči SDFT. ALDDFT je stále samostatný, na mediálnej strane dochádza k tvorbe „výbežku“ palmárnym smerom. Medzi SL a kosťou je fyziologický medzera, medzikostný sval je oddelený od kosti. Pri poškodení SL dochádza k zhrubnutiu šľachy, čím sa táto medzera stráca.



Obrázok 6: Schematické zobrazenie zóny 1B naľavo. Napravo ultrasonografický obrázok zóny 1B.

Zóna 2A (3)

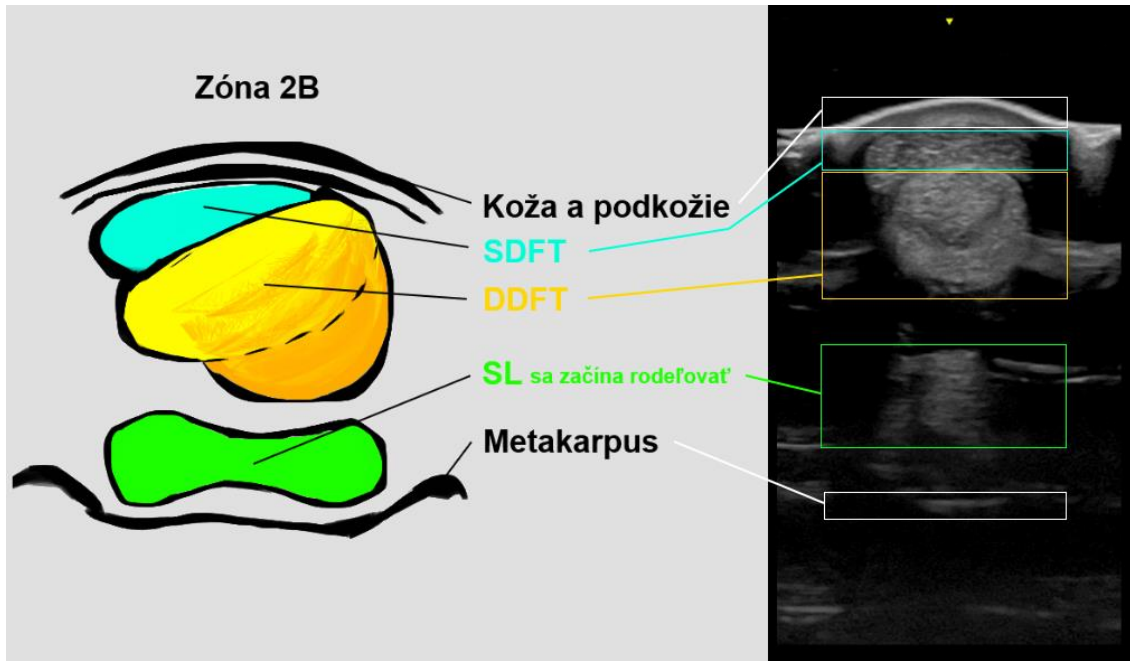
Je lokalizovaná približne 7 – 10 cm od *os carpi accessorium*, je to stredná časť zóny metacarpu. V zóne 2A sa dorzálny aspekt SDFT stáva konkávnym, čo mu dáva tvar polmesiaca s hrubšou strednou časťou a tenšími laterálnymi okrajmi. ALDDFT (ICL) sa postupne prikladá k DDFT, ale nedochádza ešte k ich spojeniu. ICL má na priereze v celej zóne 2 tvar polmesiaca (Obr. 7).



Obrázok 7: Schematické zobrazenie zóny 2A metacarpu koňa (ľavá časť obrázku). Napravo je ultrasonografické zobrazenie nohy koňa v tej istej zóne.

Zóna 2B (4)

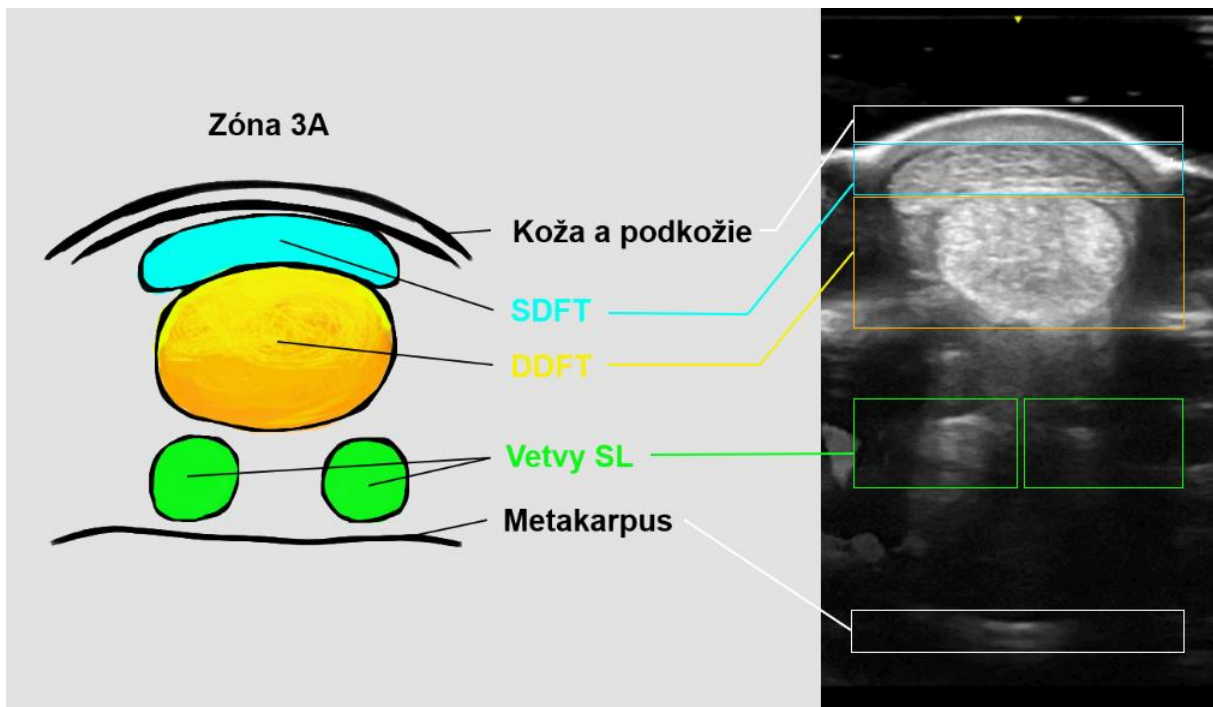
Nachádza sa mierne distálne od zóny 2A, čiže od stredu dĺžky metacarpu. V zóne 2B dochádza postupne k priloženiu ALDDFT s DDFT, ale ešte nesplývajú a dajú sa rozoznať. Dochádza postupne k naznačovaniu rozdelenia SL.



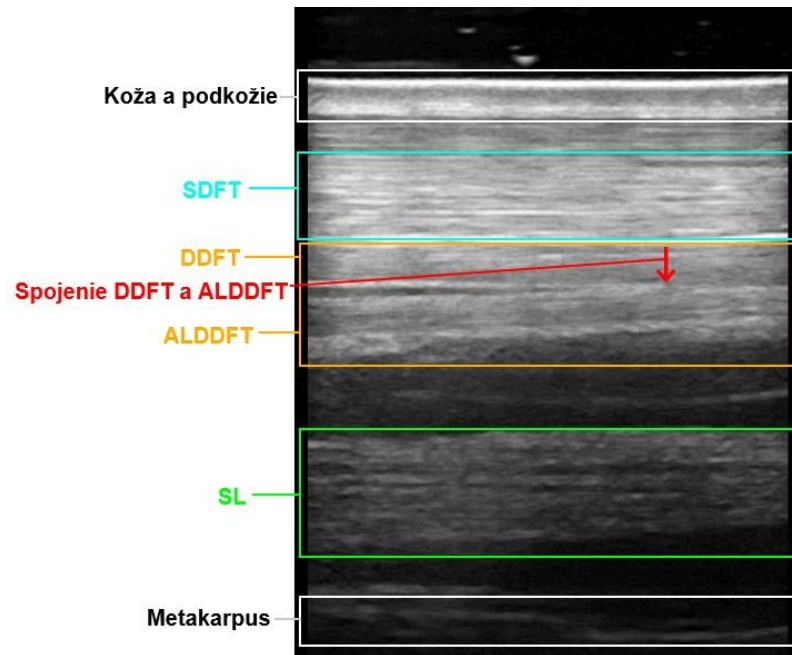
Obrázok 8: Naľavo schematické zobrazenie zóny 2B metakarpu koňa. Napravo ultrasonografický obrázok zóny 2B u koňa.

Zóna 3A (5)

Je lokalizovaná zhruba v 2/3 výške metakarpu. Dochádza k splynutiu ALDDFT s DDFT v jednu šľachu. Po ich spojení je viditeľná karpálna šľachová pošva, ktorá medzi nimi tvorí hypoechogénny priestor a príležitostne obsahuje anechogénnu tekutinu. SL sa začína rozdeľovať na dve vetvy. Anechogénna línia v strede, medzi vetvami SL je fyziologická. Pre zobrazenie rozdelenia SL je potrebná nižšia frekvencia a nastavenie fokusu do oblasti kde sa nachádza SL.



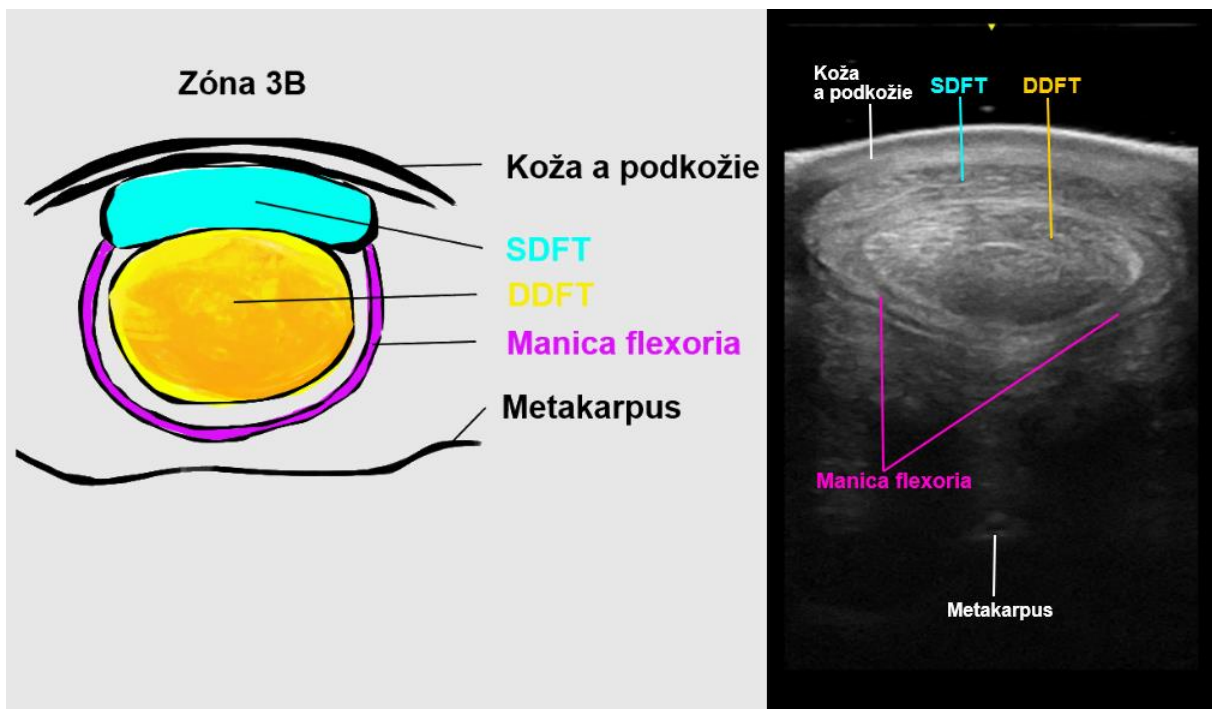
Obrázok 9: Naľavo schematické zobrazenie zóny 3A metakarpu koňa. Napravo ultrasonografický obrázok zóny 3A u koňa.



Obrázok 10: Zobrazenie spojenia ALDDFT s DDFT na longitudinálnom USG snímku hrudnej končatiny koňa.

Zóna 3B (6)

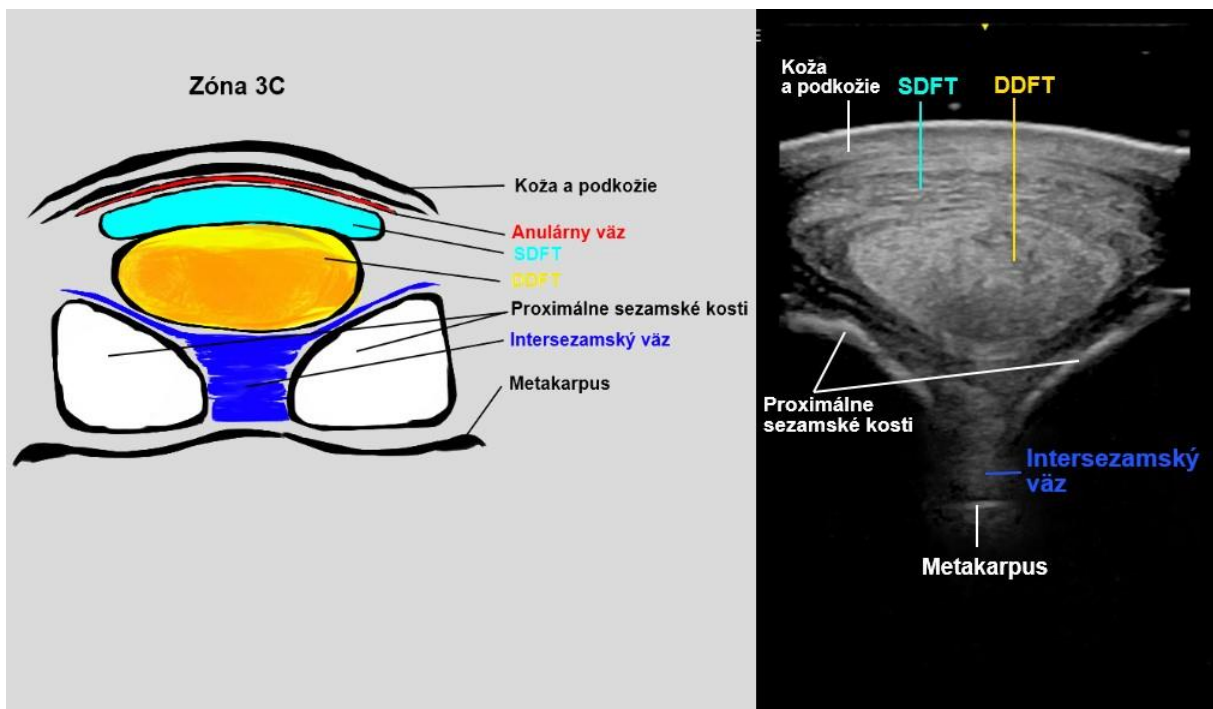
viac plošný a tvorí okolo DDFT tenký membranózny prstenec nazývaný *manica flexoria* vzniká z laterálnych a mediálnych okrajov SDFT. DDFT má ovoidný tvar. SL je už rozdelený na dve vetvy a pre jeho hodnotenie sa robí USG snímok z palmaromediálnej alebo palmarolaterálnej strany (záleží, či mediálna alebo laterálna vetva).



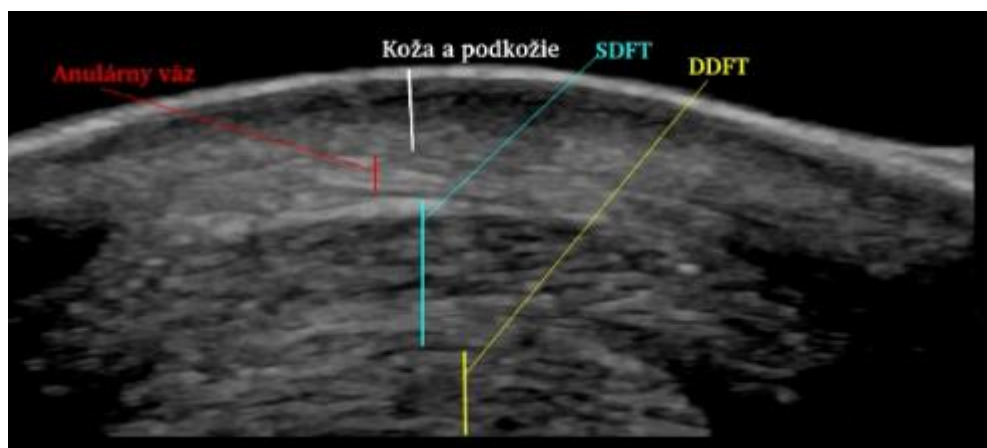
Obrázok 11: Naľavo schematické zobrazenie zóny 3B. Napravo USG zobrazenie, so zameraním na manicae flexoriae.

Zóna 3C (7)

V tejto zóne sú viditeľnými štruktúrami SDFT, DDFT, intersezamský väz, proximálne sezamské kosti a anulárny väz. Anulárny väz je lokalizovaný tesne pod kožou a je náročné jeho odlišenie od kože a podkožia. Z tohoto dôvodu sa meria jeho hrúbka od povrchu kože až po palmárny aspekt SDFT. Pre jeho zobrazenie je vhodné nastavenie čo najvyššej frekvencie (podľa toho ako to umožňuje USG prístroj a sonda), aby sa zobrazili čo najlepšie povrchové štruktúry (Obr. 13). SDFT je oploštený, DDFT je na priereze elipsoidný. SDFT je zložený z troch skupín odlišne prebiehajúcich vlákien (s odlišnou echogenitou) a preto môže vyzeráť ako viac šliach, pri kvalitnom zobrazení to nie je viditeľné. Hyperechogénne, konvexné línie sú povrchom proximálnych sezamských kostí. Medzi sezamskými kosťami sa nachádza intersezamský väz, ktorého porušenie je prognosticky negatívne.



Obrázok 12: Schematické zobrazenie zóny 3C naľavo. Napravo USG zobrazenie zóny 3C



Obrázok 13: Zobrazenie anulárneho väzu v zóne 3C

Ultrasonografia palmárnej oblasti metatarzu

Indikáciou pre ultrasonografické vyšetrenie metatarzu je krívanie na panvovej končatine lokalizované do oblasti metatarzu (lokalizované pomocou zvodnej anestézie). Pri vysokom 6-bodovom nervovom bloku, je riziko neúmyselnej anestézie tarzometatarzálneho kĺbu a preto by v prípade negatívneho ultrazvukového nálezu v oblasti metatarzu mal byť vykonaný aj ultrazvuk tarzometatarzálneho kĺbu ([Whitcomb, 2004](#)). Ďalšími indikáciami pre ultrazvuk metatarzu sú difúzny alebo lokalizovaný opuch metatarzálnych štruktúr, zlomeniny druhej alebo štvrtej metatarzálnej kosti, tržné rany na vyhodnotenie rozsahu súvisiaceho poškodenia šliach alebo väzov a hodnotenie progresu liečby.

Rozdiely v technike USG vyšetrenia sú v proximálnej časti metatarzu, stredná a distálna časť sa vyšetruje rovnakým spôsobom ako na metakarpe. Odlišná technika je potrebná v dôsledku významných anatomických rozdielov proximálnej časti SDFT, DDFT a odstupu SL, popísaných vyššie v texte.

SDFT sa hodnotí od tarzu až po úroveň sponkového kĺbu, z plantárnej strany, v strednej línii metatarzu. Je hodnotený ako pozdĺžne tak aj priečne.

Proximálna časť DDFT sa hodnotí výrazne odlišným spôsobom oproti hrudnej končatine. Sonda by mala byť priložená plantomediálne približne na úroveň gaštanu. DDFT je povrchovo umiestnený pozdĺž plantaromediálneho aspektu proximálneho metatarzu a vykazuje oválny tvar s homogénnou echogenitou a lineárnym vzorom vlákien. MDFT (mediálna hlava DDFT) je viditeľná v proximálnej časti metatarzu a nemala by sa zamieňať za ALDDFT. Je lokalizovaná pozdĺž mediálneho okraja LDFT až do jej splynutia s LDFT za vzniku DDFT. Od strednej oblasti metatarzu sa hodnotí už z plantárnej strany, v strednej línii metatarzu a má podobný vzhľad ako na prednej končatine.

ALDDFT sa na zadnej končatine veľmi ťažko vyhodnocuje a rozpoznáva ako samostatná štruktúra, pretože je úzko spojená s dorzálnym povrchom DDFT. Poranenia tejto šľachy sú zriedkavé.

Hodnotenie odstupu a proximálnej časti tela SL je na panvovej končatine najnáročnejšie. Hlavným faktorom, ktorý sťažuje vyhodnotenie SL je rôzne množstvo svalových vlákien, ktoré sú hypoechogénne. Distribúcia svalových vlákien má tendenciu byť obojstranne symetrická a na porovnanie je možné naskenovať kontralaterálnu končatinu ([Whitcomb, 2004](#)). Z dôvodu veľkej IV. metatarzálnej kosti sa nemôže odstup SL vyhodnocovať z plantárnej strany ako na hrudnej končatine. SL sa vyhodnocuje z plantaromediálneho prístupu. Odstup SL má lichobežníkový tvar a smerom distálne v tele SL má štvorcový až obdĺžnikový tvar, rovnako ako na hrudnej končatine. Fyziologicky sú v mieste odstupu hypoechogénne oblasti a odchýlky vo vzorci vlákien. Pri miernom poranení odstupu SL nie je výrazne viditeľný edém, z dôvodu, že SL je schovaný medzi bodcovými kosťami. Až pri vážnom poranení dochádza k viditeľnému opuchu v oblasti odstupu SL ([Baxter, 2011](#)). Na ultrazvuku je štandardne viditeľné zväčšenie šľachy, CSA (vhodné porovnávať s kontralaterálnou končatinou). Môžu byť viditeľné hypoechogénne lézie, lenže v dôsledku fyziologicky prítomných svalových vlákien

sú náročné na hodnotenie ([Dyson, 2006](#)). Hodnotenie tela SL a vetiev SL sa robí rovnakým spôsobom ako na hrudnej končatine.

Doporučená literatúra

Pre rozšírenie obzorov odporúčame sériu videí od IMV imaging Ultrasonography of the Distal Limb dostupných na youtube ([youtube IMV USG distalnej končatiny kona](#)). Z literatúry odporúčame štúdiu uvedenú v zdrojoch [Whitcomb 2004](#).

Zdroje

AVELLA, C. S., J. S. PRICE, E. R. ELY, J. L. N. WOOD, K. L. P. VERHEYEN a R. K. W. SMITH, 2009. Ultrasonographic assessment of the superficial digital flexor tendons of National Hunt racehorses in training over two racing seasons. *Equine Veterinary Journal*. **41**(5), 449-454. Doi: 10.2746/042516409x391042.

BAXTER, Gary M., ed., 2011. *Adams and Stashak's lameness in horses. - 6th ed.* 6th ed. Wiley. ISBN 9781119276685. DOI: 10.1002/9781119276715.

BEZNÁKOVÁ, Zina, Miriama ŠTEVOVE, Kristína ŽUFFOVÁ a Pavel PROKS, 2018. *Základy zobrazovací diagnostiky psa, mačky a koňa: Ultrasonografia koní* [online]. Veterinární univerzita Brno [cit. 2023-09-07]. Dostupné z: https://www.vfu.cz/files/1670_22_vystup7_Ultrasonograficke_vysetrenie_koni.pdf. IVA projekt. Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární medicíny.

DYSON, Sue., 2006 Diagnosis of proximal suspensory desmitis in the forelimb and hindlimb. *Management of lameness causes in sport horses: Muscle, tendon, joint and bone disorders*, 43.

DYSON, SJ., 2004. Medical management of superficial digital flexor tendonitis: a comparative study in 219 horses (1992-2000). *Equine Veterinary Journal*. **36**(5), 415 - 419. DOI: 10.2746/0425164044868422. PMID: 15253082.

KIDD, Jessica A., Kristina G. LU a Michele L. FRAZER, ed., 2022. *Atlas of Equine Ultrasonography*. 2nd ed. Wiley, 605 s. ISBN 9781119514725. ePub ISBN:9781119514688; ePDF ISBN:9781119514718; eBook ISBN: 9781119514671.

KÖNIG, H. E. a H. G. LIEBICH, 2003. *Anatómia domácich cicavcov I.* 1. Hajko a Hajková, 336 s. ISBN 8088700558.

O'SULLIVAN, Christopher B., 2007. Injuries of the Flexor Tendons: Focus on the Superficial Digital Flexor Tendon. *Clinical Techniques in Equine Practice*. **6**(3), 189-197. Dostupné také z: <https://doi.org/10.1053/j.ctep.2007.08.005>.

U-Scan. In: *Atomvet* [online]. [cit. 2023-11-10]. Dostupné z: <https://www.atomvet.cz/cs/detail/390-Predsadka-U-Scan.html>

WILSON, D. A., G. J. BAKER, G. J. PIJANOWSKI, M. J. BOERO a R. R. BADERTSCHER 2ND, 1991. Composition and morphologic features of the interosseous muscle in Standardbreds and Thoroughbreds. *American Journal of Veterinary Research*. **52**(1), 133 - 139. PMID: 2021241.

WHITCOMB, Mary Beth, 2004. Ultrasonographic Evaluation of the Metacarpus, Metatarsus, and Pastern. *Clinical Techniques in Equine Practice*. **3**(3), 238-255. Dostupné také z: <https://doi.org/10.1053/j.ctep.2005.02.002>

ŽERT, Zdeněk; MEZEROVÁ, Jana; SMITH, Roger K.W.; EDINGER, Johannes a OTTOVÁ, Lucie. *Nemoci šlach u koní : sborník referátů XI. odborného semináře ČHS*. Brno, 2003. ISBN 80-7305-459-0.