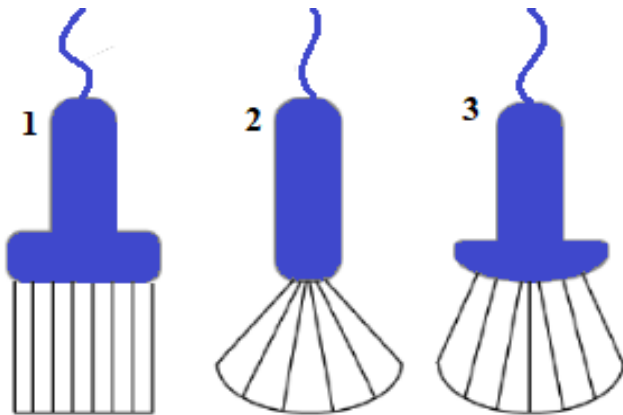


Úvod

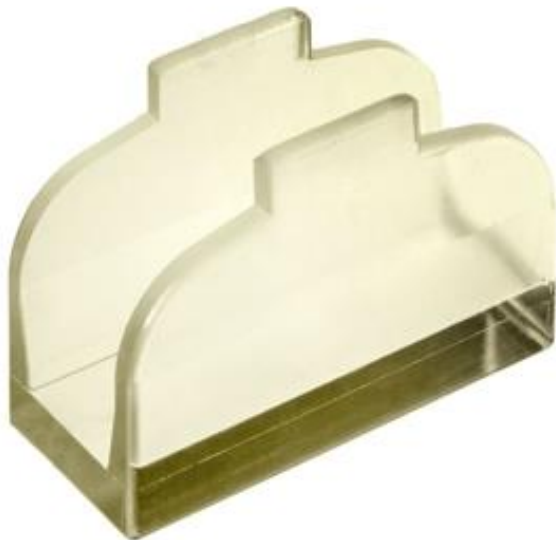
Ultrasonografické vyšetrenie pohybového aparátu koní patrí v dnešnej dobe k základným diagnostickým nástrojom pri diferenciálnej diagnostike krívania. Spolu s dôkladnou anamnézou a klinickým vyšetrením umožňuje správne identifikovať a diagnostikovať problém a následne navrhnúť patričnú terapiu a určiť 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 anatomickejštruktúru vo fyziologickej podobe. Text a videá sú zamerané na najčastejšie vyšetrované 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.

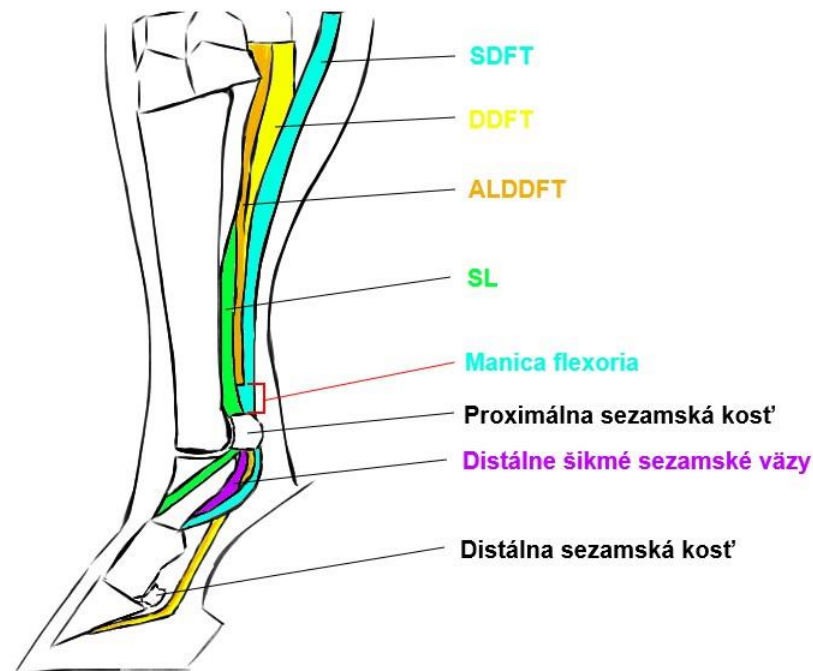
Je potrebné aby pri vyšetrení boli hodnotené všetky šľachy a väzy vyšetrovanej oblasti bez ohľadu na nález. Inými slovami nemalo by sa prerušiť vyšetovanie, ak sa zistí lézia medzikostného svalu (SL), ale mala by sa vyšetriť celá oblasť metakarpu aby sa neprehliadli lézie v iných štruktúrach, na iných 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 vyšetřovaných regiónov na hrudnej a panvovej končatine sú esenciálne pre ich ďalšie vyšetřovanie.

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 anatomických štruktúr 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 zväzňujúcim 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 vzhľad 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 vzhľad 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

karpální kosti. V karpálním regioně je DDFT lokalizovaná dorzolaterálně k SDFT a probíhá nad mediálním povrchem přídatné karpální kosti. V oblasti střední a distální třetiny metakarpu DDFT leží dorzálně od SDFT. Je oválného tvaru po celé své délce, distálně v oblasti P1, P2 se mírně splošťuje. Probíhá ponad navikulární kost' a upíná se na palmarodistální část kopytné kosti.

Přídatná hlava hlubokého ohýbače prstu (ALDDFT)

Přídatná hlava hlubokého ohýbače prstu (ALDDFT) vzniká na palmární straně karpu jako distálně pokračování palmárního karpálního vazu. V anglické literatuře je někdy označovaná aj skratkou ICL - *inferior check ligament*. Pripájá 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 vazu. 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 distodorzálně ako extenzorové vetvy, ktoré sa vnárajú do *m. extensor digitorum communis* a spolu s ním sa upínajú na *processus extensorius* kopytné 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 medziľahovej 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.