

TDK DOLGOZAT

Szabó Luca

2023

ÁLLATORVOSTUDOMÁNYI EGYETEM

Lógyógyászati Tanszék és Klinika



A pata hegyfalának és oldalfalának komputertomográfiás vizsgálata
sántaságmentes angol telivér versenylovakban és díjugratásban
versenyző sportlovakban

Készítette:

Szabó Luca

V. évfolyam, állatorvos szak

Témavezető:

Dr. Nagy-Schuller tot Peursum Annamária

Állatorvostudományi Egyetem, Lógyógyászati Tanszék és Klinika,
egyetemi docens

Budapest, 2023

Tartalomjegyzék

Rövidítések jegyzéke	4
Bevezetés	5
Irodalmi áttekintés	6
A pata szarutokján belül elhelyezkedő képletek.....	6
A szarutok és a hozzá kapcsolódó írha anatómiája	6
A szarutok és a hozzá kapcsolódó írha röntgenvizsgálata.....	9
A szarutok és a hozzá kapcsolódó írha komputertomográfiás vizsgálata	12
A szarutokat és az írhat érintő kórképek és azok vizsgálata képalkotó eljárásokkal	13
Laminitis	13
Egyéb kórképek	14
A dolgozat témájának indoklása	16
Célkitűzések	17
Anyag és módszer	18
A kutatás körülményei	18
A vizsgált lovak	18
A komputertomográfiás berendezés és vizsgálat menete	18
Felvételek értékelése, mérések	19
Adatok elemzése.....	25
Eredmények	26
Ismételhetőségi vizsgálat eredménye	26
Telivérek és ugrólovak eredményeinek leíró statisztikája.....	26
Telivérek és ugrólovak eredményeinek összehasonlítása.....	26
Medialis-lateralis oldal és jobb-bal végtag összehasonlítása.....	27
A teljes vastagság és a testsúly közti összefüggés.....	28
Eredmények értékelése	29
Limitációk.....	32
Konklúzió/Összegzés.....	32
További kutatási terveim	32
Összefoglaló.....	33
Summary	35
Irodalomjegyzék	37
Köszönetnyilvánítás	40

Rövidítések jegyzéke

mm	Milliméter
CT	Computed tomography
MRI	Magnetic resonance imaging
ml	Milliliter
ttkg	Testtömeg kilogramm
kV	Kilovolt
mA	Milliamper
mAs	Milliamper szekundum
min	Minimum
max	Maximum

Bevezetés

Kutatásunk a lovak szarutokjának és a hozzá kapcsolódó irhának komputertomográfiás elemzésével foglalkozik. A lovak elülső végtag sántasága leggyakrabban a lábvég tájékáról ered. A szarutokon belül található képletek, illetve maga a szaru és az irha hagyományos képalkotó módszerekkel csak korlátozottan vizsgálhatók. Számos kórkép (pl. laminitis, keratoma) érinti a pata hegyfalának és oldalfalának irha és szaru rétegét, melyek részletes vizsgálatára a komputertomográfia (CT) kifejezetten alkalmas. A patát érintő kórképekhez kapcsolódóan a szarutok és a hozzá kapcsolódó irha vastagsága jelentős mértékben megváltozhat, ezért különösen fontos adatot gyűjteni az egészséges lovak szarutokjának, illetve a CT felvételeken elkülöníthető rétegeknek a vastagságáról. Röntgen és mágneses rezonancia képalkotó eljárással már léteznek a szarutok és az irha vastagságára vonatkozó publikációk, azonban CT mérési eredményekről még nincs szakirodalmi adat.

Lovak végtagjának CT vizsgálatát álló helyzetben, csupán bódításban is el lehet végezni a carpus és a tarsus magasságáig. Általános anesztézia nélkül kisebb rizikóval és kevesebb idő alatt végrehajtható ez a képalkotó vizsgálat, amely ezért egyre szélesebb körben kezd elterjedni. A patáról készült CT felvételek megfelelő kiértékeléséhez szükséges adatot gyűjtenünk egészséges lovak végtagjainak komputertomográfiás megjelenéséről, ezt a célt szolgálja dolgozatom is.

Irodalmi áttekintés

A pata szarutokján belül elhelyezkedő képletek

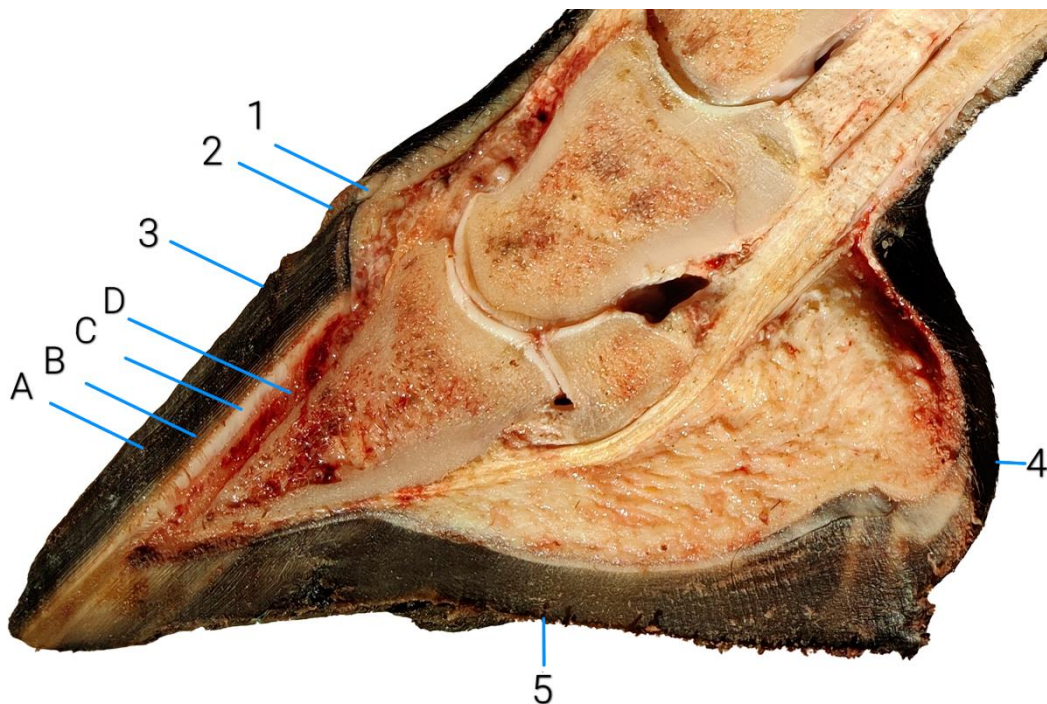
A pata szarutokján belül helyezkedik el a pártacsont distalis része, a patacsont, a nyírcsont, valamint a pataporcok. [1] A pataízület egy nyeregízület, amit a pártacsont, a nyírcsont és a patacsont épít fel. A hajlítás és a nyújtás a fő elmozdulási iránya, emellett kismértékű oldalkitérésre és rotációra képes. [1, 2] Két collateralis szalagja van, melyek a patacsont és a pártacsont szalaggödreit kötik össze a medialis és lateralis oldalon. [2, 3] A nyírcsontot a ligamentum sesamoideum distale impar és a ligamentum collaterale mediale és laterale rögzíti. Előbbi a nyírcsont distalis szélétől a patacsont facies flexoriájához tér, utóbbi a csüdcsontot, a pataporcot, a patacsontot és a nyírcsontot kapcsolja össze medialis és lateralis oldalon. [2, 3] A pataporcokat szalagok rögzítik a csüdcsonthoz, a pártacsonthoz, a patacsonthoz, valamint a nyírcsonthoz. [2, 4]

A közös ujjnyújtó (musculus extensor digitorum communis) ín a patacsont processus extensoriusán tapad. A mély ujjhajlító (musculus flexor digitorum profundus) ín a csüdhajlatban palmarisan fut a felületes ujjhajlító (musculus flexor digitorum superficialis) két szára között, és a patacsont facies flexoriájára tér. [5, 6] A nyírcsont palmaris felszínét rostos porc fedi, ami segíti a mély ujjhajlító ín nyírcsonton történő elmozdulását. A mély ujjhajlító ín és a nyírcsont között található a bursa podotrochlearis. [2, 5]

A szarutok és a hozzá kapcsolódó irha anatómiája

A pata fala epidermisből, dermisből és hypodermisből épül fel. Topográfiailag szegélyre (limbus), pártaszélre (corona), hegyfalra (paries), talpra (solea ungulae), nyírra (cuneus ungulae) és sarokvánkossra (torus ungulae) osztható. **(1. ábra)** A szegély átmenetet képez a bőr és a pártaszél között. Distalisan ezt követi a pártaszél, majd a hegyfal. A talpi felszínt alkotja a talp, a nyír és a sarokvánkoss. A nyír a két oldalsó nyírbarázda között helyezkedik el. [3]

A szarutoknak és az irhának ellen kell állnia a ló súlyából eredő rá háruló hatalmas erőknél. Ebből adódóan kell egy bizonyos szintű merevséggel bírniuk, ellenben szerkezetük nem lehet túl rigid sem, mert akkor túl könnyen repedne vagy törne. [7] A hegyfali szaru a külső rétegei felől befelé haladva fokozatosan egyre hidratáltabb, ezért a belső rétegekben rugalmasabb. A talpi felszín keményebb, a nyír puhább. [8]



1. ábra Egy félbevágott patán jól elkülöníthető egymástól oldalnézetben a szegély (1), a pártaszél (2), a hegyfal (3), a sarokvánkos (4) és a talp (5). A hegyfalat alkotó legkülső réteg a stratum externum és a pigmentált felületes stratum medium (A), alatta helyezkedik a nem pigmentált mély stratum medium (B), ez alatt a stratum internum (C), majd a patacsontig terjedően az irha (D) látható.

A szarutok három rétegből áll, ezeket stratum externumnak, stratum mediumnak és stratum internumnak nevezzük. [8] A pata folyamatosan nő a pártaszél felől, átlagosan 6,5 millimétert havonta, hogy pótolja a talp felől elkopott szarut. [9, 10] A pártaszél epidermalis rétegében, a bazális sejtek mitózisának eredményeként termelődnek leánysejtek, amik fokozatosan elkeratinizálódnak és ezáltal építik a szarutokat. A szarutok proximalis régiójában bazális sejtburjánzás zajlik, ami segíti a szarulemezek distalis elmozdulását. [9]

A stratum externum a pártaszélből indul, oszlopos (tubularis) és oszlopok közötti (intertubularis) szaru építi fel. [3] Kívülről fedi a stratum mediumot, és egy vízhatlan külső réteget képez. Nagyon vékony, szinte lehetetlen makroszkóposan elkülöníteni a stratum mediumtól. [4, 11] A stratum mediumot a stratum externumhoz hasonlóan tubularis és intertubularis szaru alkotja. A szarutok ezen része tölti be a legfontosabb szerepet a teherhordozásban. [4] A stratum internum lemezes szerkezetű, elsődleges és másodlagos epidermalis lemezek építik fel. A szerkezetét teljes terjedelmében nem pigmentált szaru alkotja. Proximalisan a sulcus coronalist, distalisan a hegyfalnak a talajjal érintkező felszínén a fehérvonalat hozza létre, amely a fal és a talp szaruját összekötő képlet. [3, 12, 13] Ennek a belső rétegnek a feladata, hogy biztosítsa a patacsont megfelelő felfüggesztését a szarutokon belül. [14, 15] A belső réteg elsődleges lemezei elszarusodnak, ami a másodlagos lemezekre kevésbé jellemző, ezeket főként bazális sejtek építik fel. [4] A másodlagos epidermalis lemezek

hatalmas felületet biztosítanak, így megfelelően tud csatlakozni a szarutok az irhához. Minden másodlagos lemezt az irhától egy alaphártya választ el. [12]

Az irha idegekkel és erekkel gazdagon átszőtt réteg, amely biztosítja a stratum internum tápanyagellátását. Az elsődleges irha (dermalis) és epidermalis lemezek összefonódnak és együttesen alakítják ki a pata függesztő készülékét. A másodlagos dermalis és epidermalis lemezek funkciója, hogy minél nagyobb felületet biztosítsanak, így egy nagyon erős kapcsolatot hoznak létre. A patacsont periosteumához ínszerű kötőszövetes képlettel csatlakozik, ami az alaphártyából indul és a patacsont falának a csontgerendáihoz tér. [4, 12, 14]

Goulet és munkatársai (2015) a szarutok és a hozzá kapcsolódó irha rétegeinek vastagságát vizsgálták 12 kadáver végtagon ügető és Quarter Horse lovakban, melyeken nem volt makroszkópos és/vagy röntgenvizsgálattal detektálható laminitisre utaló jel. [11] Makroszkóposan négy réteg volt elkülöníthető. A legkülső a stratum externum és a stratum mediumnak a felületes rétege, amely proximalisan átlagosan $6,8 \pm 1,5$ mm, középen $6,7 \pm 1,1$ mm és distalisan $6,8 \pm 1,2$ mm volt. A stratum medium mély rétege proximalisan és középen $3,5 \pm 1,1$ mm, distalisan $3,5 \pm 1,4$ mm volt. A harmadik réteg, a stratum internum proximalisan $3,4 \pm 0,6$ mm, középen $3,4 \pm 0,7$ mm, distalisan $3,5 \pm 0,8$ mm volt. A legbelső réteg, az irha vastagsága proximalisan $2,4 \pm 0,5$ mm, középen $2,8 \pm 0,7$ mm, distalisan $2,1 \pm 0,3$ mm volt. A kutatás során röntgenfelvételeken mért értékeket az **1. táblázat** ismerteti. Minden röntgenfelvételen végzett mérés nagyobbban bizonyult a makroszkóposan végzett mérésekhez képest. [11]

A szegélyt a szaru, a szegély irhája és a bőr alatti kötőszövet alkotja. [3] A pártaszél szaruja oszlopokat alkot, irhája a sulcus coronalisban fekszik. Az irha tápanyagokkal látja el a szaruoszlopokat, és fenntartja azok növekedését. [5, 12] A talp, a nyír és a sarokvánkóssok szintén oszlopos szaruból felépülő epidermalis réteggel rendelkeznek. A nyír és a sarokvánkóss bőr alatti kötőszövetének neve sejtes nyír és sejtes sarokvánkóss. [3, 12] A szegély, a pártaszél, a talp, a nyír és a sarokvánkóss irháját papillák építik fel, amik belenyúlnak az epidermalis rétegbe és kapcsolatot biztosítanak azzal. [3, 4]

A pata vérellátását a medialis és lateralis palmaris digitalis artériák biztosítják, melyek számos ágat adnak a pártacsonthoz, a patacsonthoz, a sarokvánkósshoz és a nyírhoz. Az artériák végágai a sulcus solearisban az arcus terminalist alkotják. Az ebből kilépő kapillárisok a margo solearis mentén alkotnak anasztomózisokat, létrehozva az arteria circumflexat. [2, 5, 16] A patában három vénás plexus van, a dorsalis, a palmaris és a pártaszéli, melyek a medialis és

lateralis digitalis vénákba futnak. [12] A pata beidegzését elsősorban a medialis és lateralis palmaris digitalis idegek biztosítják. Ágakat ad továbbá az irha proximalis részéhez a medialis és lateralis palmaris metacarpalis ideg. [4, 17]

A szarutok és a hozzá kapcsolódó irha röntgenvizsgálata

A röntgenvizsgálat elsősorban a csontos struktúrák leképezésére alkalmas, de megfelelő beállításokkal a szarutokról is értékes információkhoz juthatunk. [18] A szarutokról, illetve a szarutok és a patacsont kapcsolatáról a leghasznosabb információt a lateromedialis és a dorsopalmaris röntgenfelvételek szolgáltatják. [19] Egyes elváltozások (pl. keratoma) leképezését segíthetik a dorsoproximo-palmarodistalis (oxspring), illetve a srég felvételek. [20]

A lateromedialis röntgenfelvételen a szarutokon belül két réteg különíthető el. A felületes, dorsalis réteg magasabb opacitású és a stratum externumból és a stratum mediumból épül fel, melyeket nem lehet elkülöníteni a röntgenfelvételeken. A mély, palmaris réteget a stratum internum és az irha alkotja, ennek opacitása alacsonyabb a felületesnél. [11] Általánosan elfogadott, hogy egészséges lovakban a hegyfal és a patacsont dorsalis felszíne párhuzamos lateromedialis röntgenfelvételeken. [20] Ez a gyakorlatban sokszor egy-két fokkal eltérhet a párhuzamostól, ami általában nem jelez kóros eltérést és gyakran a 'lenőtt' szaru mennyiségére, az utolsó körmölés óta eltelt időtartamra vezethető vissza. Korábbi tanulmányok szerint a szarutok dorsalis szélének a talajjal bezárt szöge átlagosan $52,2 \pm 3,7^\circ$ lateromedialis röntgenfelvételen mérve egészséges lovak elülső végtagján, ennél a patacsont dorsalis felszíne $0-2^\circ$ -kal kisebb szöget zár be a vízszintes síkkal. [18, 20] Lateromedialis felvételen a patacsont talpi felszíne $3-8^\circ$ -os szöget zár be a vízszintessel. [18] A talp vastagsága egészséges lovakban általában legalább 15 mm a patacsont hegyénél mérve és fajtától, valamint a ló méretétől is függ (pl. angol telivérekben jellemzően vékonyabb). [18] A pártaszél és a processus extensorius közötti távolság egészséges lovakban 2-15 mm. [18]

A lateromedialis röntgenfelvételeken mért dorsalis szarutok és a hozzá kapcsolódó irha vastagságát egészséges melegvérű lovakban 14 és 22 mm között határozták meg. [18] A fajták között jelentős eltérések mutatkoznak, sportlovaknak vastagabb a szarutokjuk, mint angol telivéreknek. [11]. Több tanulmány készült a hegyfal és az irha vastagságának méréséről röntgenfelvételeken, különböző mérési pontokon. Ezek eredményeit az **1. táblázat** foglalja össze. Cripps és Eustace (1999) 25 sántaságmentes lovon vizsgálta fajtánként a szarutok és a hozzá kapcsolódó irha vastagságát lateromedialis röntgenfelvételeken a patacsont dorsalis felszínének proximalis és distalis pontja között félúton. Táblázatunkban az angol telivérekben,

hannoveri fajtában, pónikban és egyéb fajtákban (argentín ló, anglo-arab, cob, connemara) mért értékeket tüntettük fel. [21] Grundmann és munkatársai (2015) 25, nem sántasághoz kötődő okból elaltatott ló végtagjain végeztek méréseket a processus extensoriustól 5 mm-rel distalisan és a patacsont hegyétől 6 mm-rel proximalisan. Továbbá megmérték az oldalfalak vastagságát dorsopalmaris röntgenfelvételeken a patacsont legdistalisabb részénél a medialis és lateralis oldalon. [22] A csoport számos különböző fajtájú lóból tevődött össze: Quarter Horse, angol telivér, ügető, Paint Horse, American Paso Fino, American Saddlebred, arab telivér, pinto, Rocky Mountain Horse és Tennessee Walking Horse. [22] Tizenkét Quarter Horse és ügető ló kadáver elülső végtagjain készült felmérésben a szarutok és a hozzá kapcsolódó irha vastagságát mérték röntgenfelvételen a processus extensoriustól közvetlenül distalisan, a patacsont hegyénél és a kettő között félúton. [11]

A szarutok és a hozzá kapcsolódó irha vastagsága széles varianciát mutat különböző méretű és fajtájú lovakban. [23] A lovak különböző méreteiből adódó eltéréseit igyekszik figyelembe venni, illetve részben kiküszöbölni egy arány számítás: a szarutok és irha együttes dorsalis vastagságának a patacsont palmaris hosszának százalékában kifejezett aránya. Mullard és munkatársai (2020) 279 ló 415 elülső végtagját vizsgálták lateromedialis röntgenfelvételeken. Valamennyi ló elülső végtag sántaságot mutatott, amely a palmaris idegek érzéstelenítésére elmúlt és a lovak nem mutattak laminitisre utaló klinikai tüneteket. [23] A patacsont palmaris hosszát a csúcsától a nyíresonttal alkotott ízületéig mérték, a hegyfal vastagságát pedig a processus extensoriustól distalisan, a patacsont hegyénél és a kettő között félúton. Az arányt a középső mérésből számították, az átlag $0,25 \pm 0,03$ volt. Idősebb lovakban kisebb értéket mértek, mint fiatalabbakban. A magasság-testsúly arány és a szarutok és irha összevont dorsalis vastagságának a patacsont palmaris hosszának százalékában számított aránya egymáshoz viszonyítva fordított arányosságot mutatott. A cob fajtában nagyobb értéket mértek, mint sportlovakban. [24]

Mérési pontok		Átlag $\pm$ szórás (mm)		
		Grundmann és mtsai	Goulet és mtsai	Cripps és Eustace
Hegyfal	Teljes vastagság			
	Proximalis	18,3 $\pm$ 1,6	18,4 $\pm$ 2,4	Nincs adat
				*16,3 $\pm$ 1,75
				^18 $\pm$ 0,72
	Középső	Nincs adat	17,7 $\pm$ 2,2	†13,2 $\pm$ 1,93
				‡18,4 $\pm$ 1,36
	Distalis	17,9 $\pm$ 1,8	17,8 $\pm$ 2,3	Nincs adat
	Epidermalis			
	Proximalis	10,7 $\pm$ 1,3	11,4 $\pm$ 2	Nincs adat
	Középső	Nincs adat	11,1 $\pm$ 1,9	Nincs adat
	Distalis	10,7 $\pm$ 1,2	11,3 $\pm$ 1,9	Nincs adat
	Dermalis			
	Proximalis	7,6 $\pm$ 1	7 $\pm$ 0,7	Nincs adat
	Középső	Nincs adat	6,6 $\pm$ 1	Nincs adat
	Distalis	7,3 $\pm$ 1,3	6,5 $\pm$ 1,2	Nincs adat
Oldalfal	Teljes vastagság			
	Lateralis	19,3 $\pm$ 2,7	Nincs adat	Nincs adat
	Medialis	19,3 $\pm$ 2,3	Nincs adat	Nincs adat
	Epidermalis			
	Lateralis	10,1 $\pm$ 1,4	Nincs adat	Nincs adat
	Medialis	9,9 $\pm$ 1,5	Nincs adat	Nincs adat
	Dermalis			
	Lateralis	9,1 $\pm$ 1,9	Nincs adat	Nincs adat
	Medialis	9,3 $\pm$ 1,8	Nincs adat	Nincs adat

1. táblázat A szaru és az írha röntgenfelvételeken mért vastagsága három tanulmány alapján. [11, 21, 22] *Cripps és Eustace tanulmányában az egymás alatt feltüntetett értékek sorrendben az angol telivérek*, hannoveri sportló[^], pónik[†] és egyéb fajták[‡] (argentín ló, anglo-arab, cob, connemara) esetében mért értékek. [21]

A szarutok és a hozzá kapcsolódó irha komputertomográfias vizsgálata

A CT készülék röntgen generátorból és detektorokból áll. A vizsgálni kívánt testrész a vizsgálat során egy röntgensőrendszer közepén helyezkedik el. [24] A röntgensövek és a detektor(ok) az érintett testrész körül forognak, miközben számos keresztmetszeti képet készítenek. Ezeket egy szoftver dolgozza fel, mely képes többsíkú rekonstrukcióra és háromdimenziós kép létrehozására. [24, 25] A képet alkotó elemi egységek, a voxelek, a szürke különböző árnyalataiból épülnek fel. Az attenuitás a vizsgált szövetek röntgensugár áteresztő képességét jellemzi. Minél nagyobb a vizsgált objektum attenuitása, annál világosabb képet látunk a CT felvételen. A Hounsfield egység az attenuitás numerikus értéke. A víz Hounsfield egysége felel meg nullának. [24]

Komputertomográfiával nagyon jól leképezhetők a csontos struktúrák és a modern berendezések részletgazdag képet adnak a légyszöveti struktúrákról is. Előnye a röntgennel szemben, a bármely síkban kivitelezhető rekonstrukció, és hogy a képletek három dimenzióban vizsgálhatók. [26] Több CT berendezés is lehetővé teszi a végtagok álló helyzetben történő vizsgálatát, így elkerülhetők az általános anesztéziával járó kockázatok és költségek. [27] A légyszövetek leképezésében az MRI (magnetic resonance imaging, mágneses rezonanciás képalkotás) superior a CT-hez képest, viszont az MRI vizsgálat sokkal időigényesebb. Artériás vagy vénás radiodenz kontrasztanyag alkalmazásával növelhető a szarutokon belül elhelyezkedő légyszöveti képletekről nyert információ CT felvételeken. [26, 28, 29]

A szarutok különböző rétegei légyszöveti rekonstrukciót alkalmazva jól vizsgálhatóak. [26] A stratum externum és stratum medium hasonlóan a röntgenfelvételekhez nem különíthetők el, ennek a rétegnek magas az attenuitása. Ettől palmarisan helyezkedik el a stratum internum, ami elhatárolható mind a stratum externumtól, mind az irhától, és kicsit alacsonyabb az attenuitása, mint a legkülső rétegnek. Az irha jól kivehető, alacsony attenuitású réteggént képezhető le. A pártaszéli és a talpi irha is tanulmányozható. [26] Tudomásunk szerint eddig még nem készült tanulmány a szarutok egészének vagy rétegeinek CT felvételeken mért vastagságáról.

A szarutokat és az irhát érintő kórképek és azok vizsgálata képalkotó eljárásokkal

Laminitis

Laminitis során az epidermalis és dermalis lemezek közötti kapcsolat károsodik. [18, 30] Laminitisben szenvedő lovak röntgenvizsgálata hasznos információt nyújt a szarutokon belüli elváltozások súlyosságáról. Laminitis esetén a következő röntgenelváltozások alakulhatnak ki: a patacsont rotációja (nő a patacsont dorsalis és palmaris felszínének a vízszintes síkkal bezárt szöge), a patacsont süllyedése esetén a pártaszél és a processus extensorius közötti távolság megnövekedése és a talp vastagságának csökkenése a patacsont hegyénél, idült esetben a pata dorsalis falának a megvastagodása, illetve radiolucens vonalak a talpi és a hegyfali szaruban és radiolucens sáv a pártaszéli tájékon. [18]

A patacsont szarutokon belüli elmozdulásának leggyakoribb és legszembetűnőbb formája a rotáció. Ennek eredményeként a patacsont és a szarutok dorsalis felszínének párhuzamossága megszűnik, a patacsont distalis része palmarisan mozdul. [18]

A patacsont processus extensoriusa és a pártaszél közötti érték elbírálása nem mindig egyértelmű, egészséges lovak között is jelentős eltérések lehetnek. Erről a paraméterről megbízhatóbb eredményt kapunk, ha lehetőségünk van ugyanazon ló korábbi (laminitis előtti) és a laminitis során készült röntgenképeit összehasonlítani és ez alapján értékelni a distalis elmozdulást. [18, 20]

A hegyfallal párhuzamosan látható radiolucens sávok, amit a dermalis-epidermalis határfelület elválása okoz, az akut fázisban 20-40 órával a sántaság megjelenése után kialakulhatnak. [18, 31] Akut laminitis kialakulása után 2-18 nappal is kialakulhatnak a hegyfali és a talpi területen radiolucens sávok, melyek a laminaris szövet necrosisára vezethetők vissza. Idővel ahogy nő a szaru, ezek a sávok lenőnek és eltűnnek vagy befertőződhetnek és patatályoggá alakulhatnak. [18, 20]

Krónikus laminitisben a szarutok alakja megváltozhat, konkáv formát ölthet dorsalisan. A talp a nyír csúcsa előtt puhává válik és ellaposodik, a patacsont hegye által ránehezedő megnövekedett nyomás miatt. [32] A patacsont rotációja és süllyedése miatt a patacsontot az eddigihez képest eltérő erőhatások érik, ezért a talpi felszín elveszti a normális konkáv alakját, és mind a talp mind a parietalis felszín proximalis irányba megrövidül. A patacsont hegyénél csontproliferáció miatt csúcsosodás, a dorsalis felszínén pedig egyenetlen újsont képződés látható. [18, 20]

A hegyfal vizsgálatára a natív MRI nem alkalmas, ugyanis MRI-vel csak az élő szövetek képezhetők le, maga a szaru nem. Ezáltal MRI-vel nem a hegyfal elváltozásait, hanem a következményeket lehet látni a patacsontban, illetve az irharétegben. A szarutok felszíne kontrasztanyag nélkül nem detektálható, viszont MRI-vel leképezhető kontrasztanyaggal bevonva láthatóvá válik. [22]

Egy kadáver tanulmányban 28 akut laminitisben szenvedő ló patáját vizsgálták 4,7 Teslás high-field MRI-vel. [33] Az irhában megnövekedett szignálintenzitás, csökkent vaszkularitás és a normális szerkezet felbomlása volt detektálható. A lemezeken belül fokálisan megnövekedett vagy csökkent szignálintenzitású területek, valamint a lemezes szerkezet felbomlása volt megfigyelhető. Csökkent szignálintenzitású területként jelentek meg azok a területek, ahol az irha és a lemezek elváltak egymástól. [33, 34] Ilyen erős mágneses terű MRI készülék még nem érhető el élő lovak vizsgálatához, a klinikai körülmények között készíthető felvételek kevésbé részletgazdagok. Egy másik kadáver tanulmányban 10 krónikus (1-4 éve fennálló) laminitisben szenvedő ló patáját vizsgálták 1,5 Tesla high-field MRI-vel. [35]. Valamennyi, a röntgenfelvételeken észlelhető elváltozás MRI felvételeken is látható volt. A lemezek közti folyadékgyülem röntgenfelvételeken nem, MRI felvételeken azonban detektálható volt. Az irhai lemezekben megnövekedett szignálintenzitás és a normális szerkezet felbomlása volt látható T1 és T2 súlyozott felvételeken. A patacsont hegyénél a parietális és a talpi lemezeknek a szeparációja, irhai hyperplasia és a hegyfali és talpi irha kapcsolatának felbomlása volt detektálható. Folyadékgyülemre utaló szignálintenzitás változás volt a patacsontban, ami az ödémához, gyulladásához, necrosishoz és a trabecularis szerkezet károsodásához köthető. A pártaszéli irha megemelkedett szignálintenzitása a lokális ischaemia és a patacsont rotációja miatt kialakult kompresszió jele lehet. [35] Tudomásunk szerint még nincs szakirodalmi adat laminitises paták CT-vizsgálatáról.

Egyéb kórképek

A keratoma egy jóindulatú rendellenes szövetburjánzás, keratint tartalmazó lágyszöveti képlet, ami a patacsont és a szarutok között alakul ki. [36] Jellemzően a dorsoproximo-palmarodistalis ferde röntgenfelvételeken detektálható. A keratoma nyomást gyakorol a patacsontra, ennek következtében megkezdődik a patacsont oldódása, ami röntgenfelvételeken a csont szélének behúzódásaként látható. [20] Komputertomográfias felvételeken a szarutokkal

hasznosított térfigyelő képletként [37], MRI felvételeken csökkent intenzitású, körülhatárolt képletként jelenik meg. [34]

A szarurepedéseknek kétféle formája van. A gyakrabban előforduló hosszanti repedés, amit sokszor a pata rossz mediolateralis vagy dorsopalmaris egyensúlya okoz és a ritkábban előforduló horizontális repedés. [38] Röntgenvizsgálat segítségével a hegyfali és a talpi szaru vastagságát, a pata egyensúlyát és a patacsont helyzetét a szarutokon belül meg tudjuk határozni, melyek segítséget nyújtanak a megfelelő patkolás kiválasztásában. [20, 38, 39]

A fehérvonal betegség egy keratolitikus folyamat, amely során a stratum medium és a stratum internum elszeparálódik egymástól. [36] Röntgenfelvételek segítségével a szeparáció mértékét lehet megítélni, ami a talajfelszín felől kiinduló radiolucens területként fog megjelenni. [40]

A dolgozat témájának indoklása

Lovak álló helyzetű CT vizsgálata egyre szélesebb körben elérhető és gyakrabban használt diagnosztikai módszer. A végtagok sántaság által gyakran érintett régióiról el tudjuk készíteni a felvételeket általános anesztézia nélkül, csupán bódításban, így a vizsgálatok rövidebb idő alatt elvégezhetők altatási rizikó nélkül, amely hozzájárul az esetszám növekedéséhez. Ezen vizsgálat során a lábvég az egyik leggyakrabban tanulmányozott tájék és a CT-vel vizsgált klinikai betegek jelentős részében a szarutokat érintő elváltozást detektálunk. Ennek ellenére a szakirodalomban nincsen referencia adat a lovak szarutokjának és irhájának vastagságáról komputertomográfiás felvételeken. A klinikai esetekről készült felvételek minél magasabb szintű elbírálásához több információra lenne szükségünk. Ebből kifolyólag foglalkozik a dolgozat a lovak szarutokjának komputertomográfiás vizsgálatával, ezen belül is a szarutok és az irha részeknek a vastagságával.

Célkitűzések

A kutatás fő célja az volt, hogy mérésekkel referenciatartományt állítsunk fel sántaságmentes angol telivérekben és díjugratásban versenyző sportlovakban a szarutok és a hozzá kapcsolódó írha CT-vel mérhető vastagságáról, a pata különböző területein.

További célunk volt, hogy megállapítsuk, van-e szignifikáns különbség a telivérek és ugrólovak patáin mért értékek között, valamint a medialis és lateralis oldalon és az egyedek bal és jobb elülső végtagjain mért értékek között. Szintén célunk volt megvizsgálni, hogy van-e összefüggés a lovak szarutokjának és írhájának együttes vastagsága és a testsúlyuk között.

Hipotézisünk az volt, hogy angol telivérekben vékonyabb a szarutok és a hozzá kapcsolódó írha vastagsága, mint ugrólovakban. Feltételeztük továbbá, hogy a lateralis és medialis oldal, valamint a lovak jobb és bal végtagján mért értékek közt nem lesz szignifikáns különbség, és a testtömeg növekedésével nő a teljes vastagság is.

Anyag és módszer

A kutatás körülményei

A kutatás egy nagyobb kutatóprogram részeként valósult meg, melyben angol telivér versenylovak és díjugratásban versenyző sportlovak elülső csüdizületeinek összehasonlító mágneses rezonanciás, CT- és röntgenvizsgálatát végezzük több alkalommal. Egyes vizsgálatok során elvégeztük a paták CT vizsgálatát is.

A vizsgált lovak

Harminc sántaságmentes angol telivér versenyló és huszonkilenc díjugratásban versenyző sportló patájáról készültek CT felvételek. A vizsgálatban résztvevő lovak életkorát és testtömegét a **2. táblázat** szemlélteti.

	Életkor (év)	Testtömeg (kg)
	Átlag $\pm$ szórás (min-max)	Átlag $\pm$ szórás (min-max)
Telivérek	2 $\pm$ 0,6 (1-3)	437 $\pm$ 41,9 (365-540)
Ugrólovak	8 $\pm$ 3,0 (5-16)	569 $\pm$ 44,6 (490-660)

2. táblázat A kutatásban vizsgált lovak életkorának és testtömegének átlaga, szórása, minimum (min) és maximum (max) értéke a komputertomográfiai vizsgálat időpontjában.

A komputertomográfiai berendezés és vizsgálat menete

A kutatásban alkalmazott CT egy állatorvosi felhasználásra szabadalmaztatott berendezés (Qalibra CT berendezés, Canon Aquilion Large Bore helikális többszeletes CT készülékkel), melyben az asztal helyzete fix és a gantry mozgatható a megfelelő pozícióba egy speciális platform segítségével. [41] A gantry 90 centiméter átmérőjű és 70 centiméteres látómezővel rendelkezik. A berendezés egy rotáció alatt 16 darab 0,5 mm vastag szeletet készít, ezekből rekonstruálja a szoftver a CT felvételeket. [41]

A CT vizsgálatot álló helyzetben bódításban végeztük. A bódításhoz 0,1 ml/100 ttkg detomidint és 0,1 ml/100 ttkg butorphanolt használtunk intravénásan. Miután a ló elérte a megfelelő bódultsági állapotot, a vizsgálni kívánt lábvéget az asztalra helyeztük hasonló pozícióban, mint amikor a kovács a mellső lábat a bakra helyezi patkoláskor. Célunk volt, hogy

a végtag a gantryn belül a látómező közepén helyezkedjen el. (2. ábra) Minden CT vizsgálatot lefuttattunk a metacarpus distalis harmadától egészen a pata hegyéig. A felvételeket 135 kV, 350 mA és 186 effektív mAs beállításokkal készítettük, 0,5 másodperces rotációs idővel.

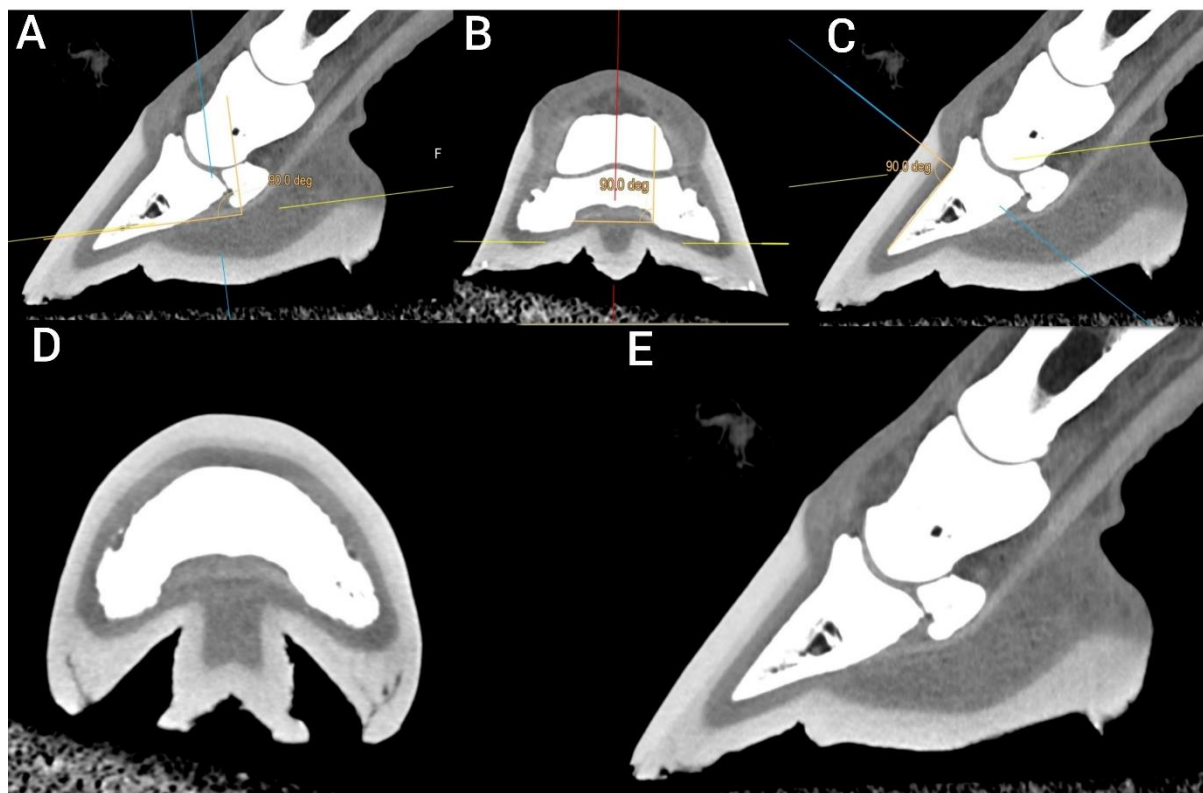


2. ábra A végtag pozicionálása a lábvég álló helyzetű CT vizsgálatához.

Felvételek értékelése, mérések

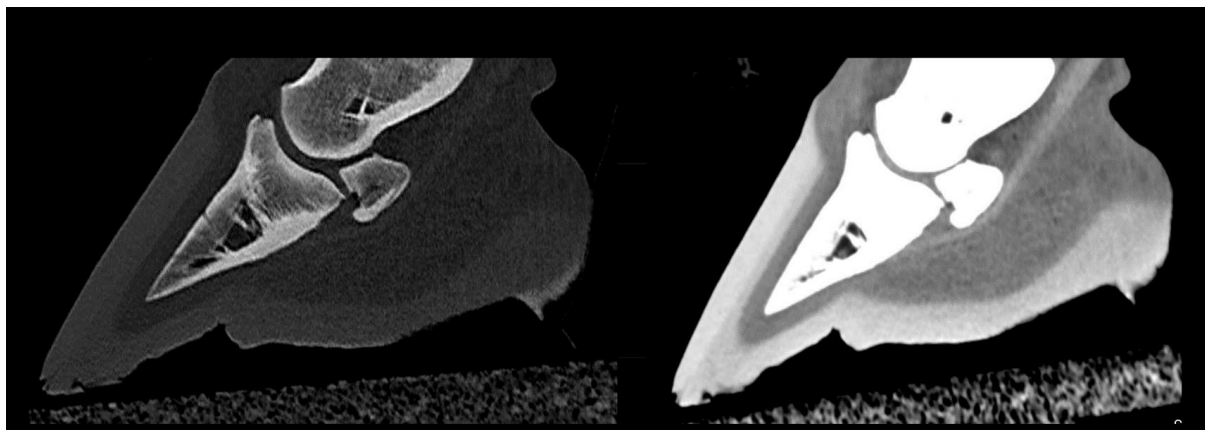
A felvételek értékeléséhez a JiveX diagnosztikai orvosi radiológiai megtekintő szoftvert használtuk. A méréseket anatómiai képletekhez igazított és azok alapján beállított standard szerint végeztük minden patán. A rekonstrukció során a voxel dimenzióját 0,3 mm-re konfiguráltuk, hogy a lehető legrészletesebb képet kapjuk a vizsgálni kívánt tájról. Második lépésként a dorsalis metszési síkot párhuzamosan állítottuk a mély ujjhajlító ín végső szakaszának lefutásával, majd erre merőlegesen pozicionáltuk a transversalis metszési síkot. Ezt követően a sagittalis metszési síkot a facies flexoria sagittalis tarajának magasságában a mély ujjhajlító ínra merőlegesen állítottuk úgy, hogy az pontosan kettészelje a facies flexoria sagittalis taraját. A transversalis metszési síkot a patacsont dorsalis felszínére merőlegesen állítottuk, abban a magasságban, ami a későbbi legfelső mérési pontunkat adta. (3. ábra)

A mérések ismételhetőségi vizsgálatát 10 patán végeztük el három alkalommal. Akkor tekintettük a beállítást ismételhetőnek, ha az ismételt mérések során a kapott értékek között maximum 2% eltérés volt.



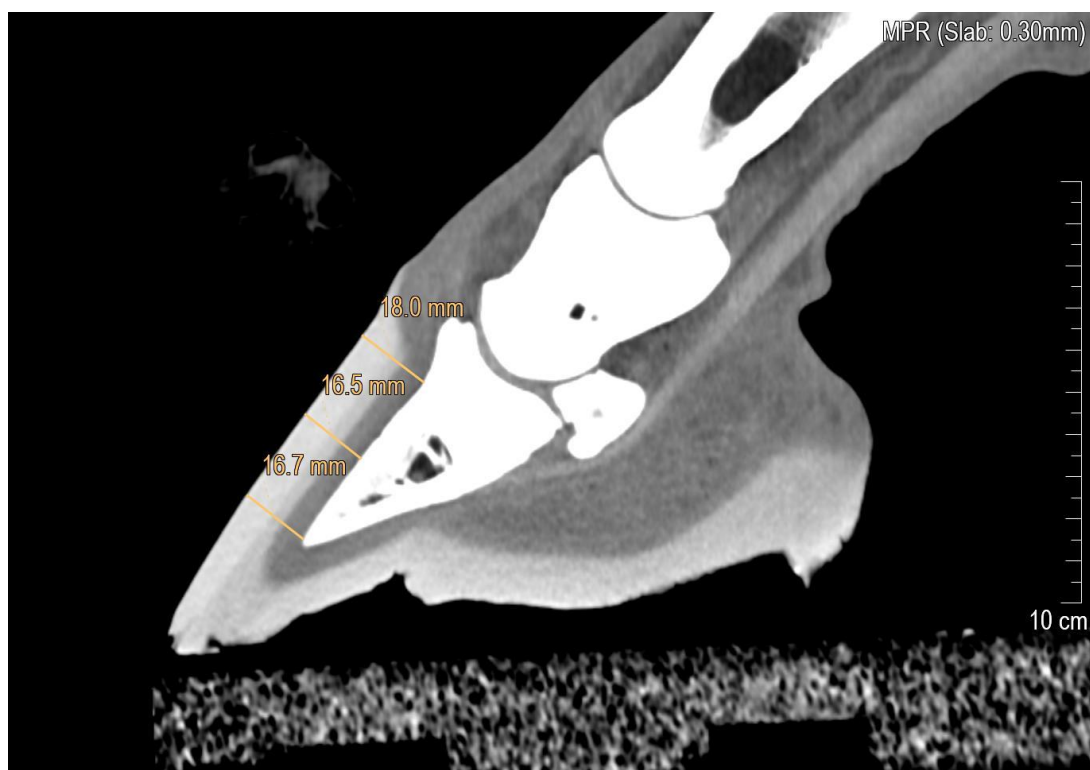
3. ábra Lágyszöveti ablakolással rekonstruált CT felvételek egy ugróló patájáról, mely a mérésekhez használt felvételek beállítását illusztrálja. A dorsalis metszési síkot párhuzamosan állítottuk a mély ujjhajlító ín végső szakaszának lefutásával, majd erre merőlegesen pozicionáltuk a transversalis metszési síkot (A). A sagittalis metszési síkot a facies flexoria sagittalis tarajának magasságában a mély ujjhajlító ínra merőlegesen állítottuk úgy, hogy az pontosan kettészelje a facies flexoria sagittalis taraját (B). A transversalis metszési síkot a patacsont dorsalis felszínére merőlegesen állítottuk, abban a magasságban, ami a későbbi legfelső mérési pontunkat adta (C). A D jelű képen a beállított transversalis irányú, az E jelű képen a beállított sagittalis irányú felvétel látható, melyeken méréseinket végeztük.

A méréseket lágyyszöveti ablakolással végeztük, ugyanis ezzel a rekonstrukciós beállítással a szarutok rétegei sokkal jobban elkülöníthetőek, mint csontszöveti ablakolásban. (4. ábra)

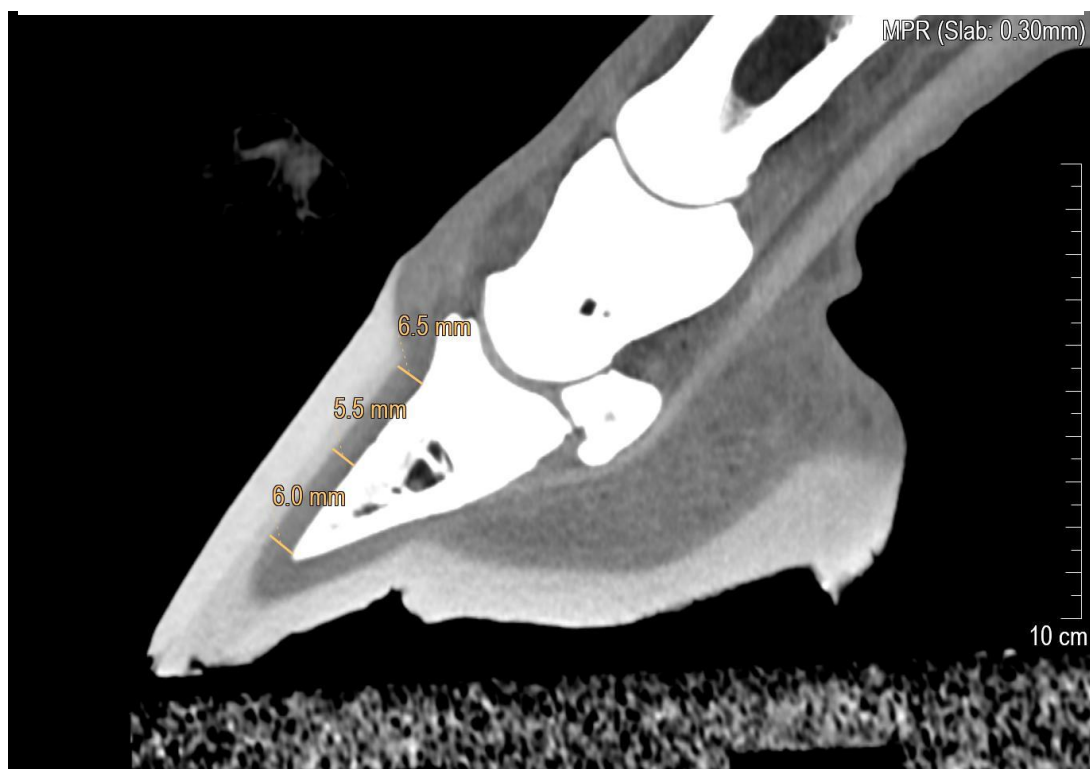


4. ábra Ugyanarról a patáról készült sagittális komputertomográfias rekonstrukció csontszöveti (bal oldali kép) és lágyyszöveti (jobb oldali kép) ablakolásban. Lágyszöveti ablakolásban a szarutok rétegei és az irha sokkal jobban elkülönülnek, mint csontszöveti ablakolásban.

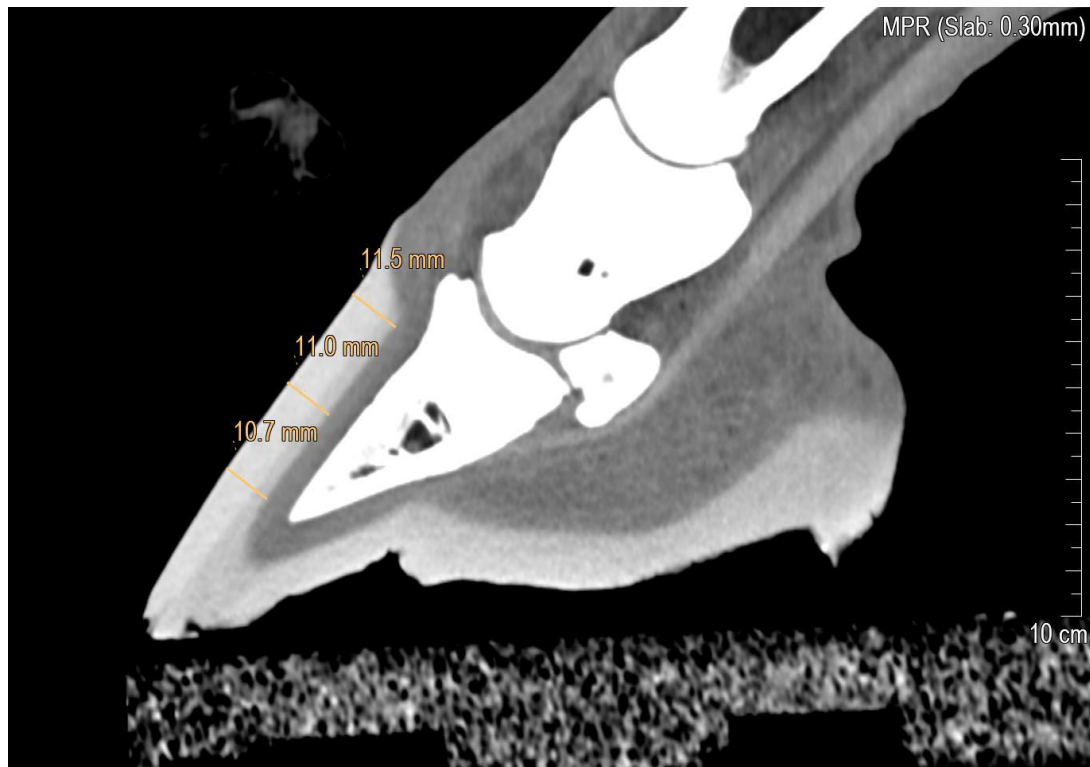
A dolgozat további részében a teljes vastagság a szarutok és a hozzá kapcsolódó irha összesített vastagságára utal. A sagittális metszési síkban ábrázolt képen a teljes vastagságot a processus extensoriustól közvetlenül distalisan, a patacsont hegyének legdistalisabb pontjánál és az előbbi két pontot összekötő szakasz felénél mértük. A méréseket a patacsont dorsalis felszínére merőlegesen végeztük. (5. ábra) Ezen felül a fent említett pontokon lemértük a szaru és az alatta fekvő irharéteg vastagságát. (6. és 7. ábra) Habár a stratum internum elkülönül lágyyszöveti ablakolásban a stratum medium és stratum externum alkotta külső rétegtől, nem mértük le a két réteget külön, mert előzetes vizsgálataink alapján a legtöbb lóban nincs akkora különbség az attenuitásukban, hogy megbízható méréseket lehessen kivitelezni.



5. ábra Sagittális nézetben a teljes vastagság mérése a három standardizált mérési ponton.

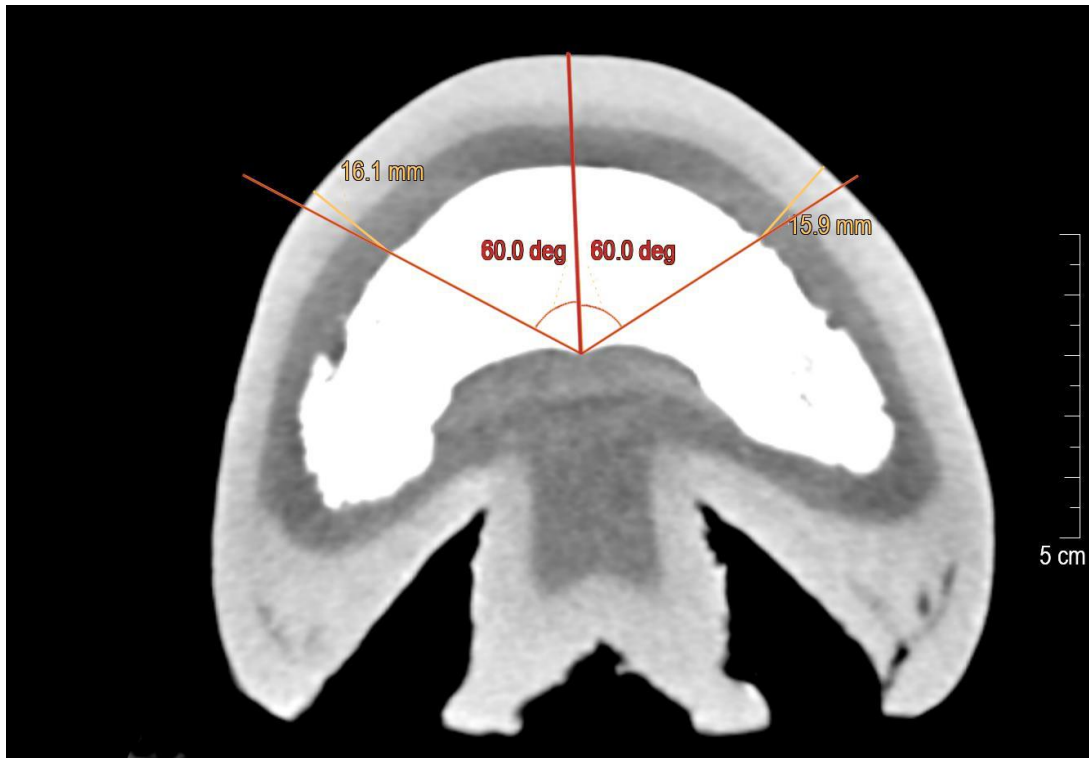


6. ábra Sagittális nézetben az irha vastagságának mérése a három standardizált mérési ponton.

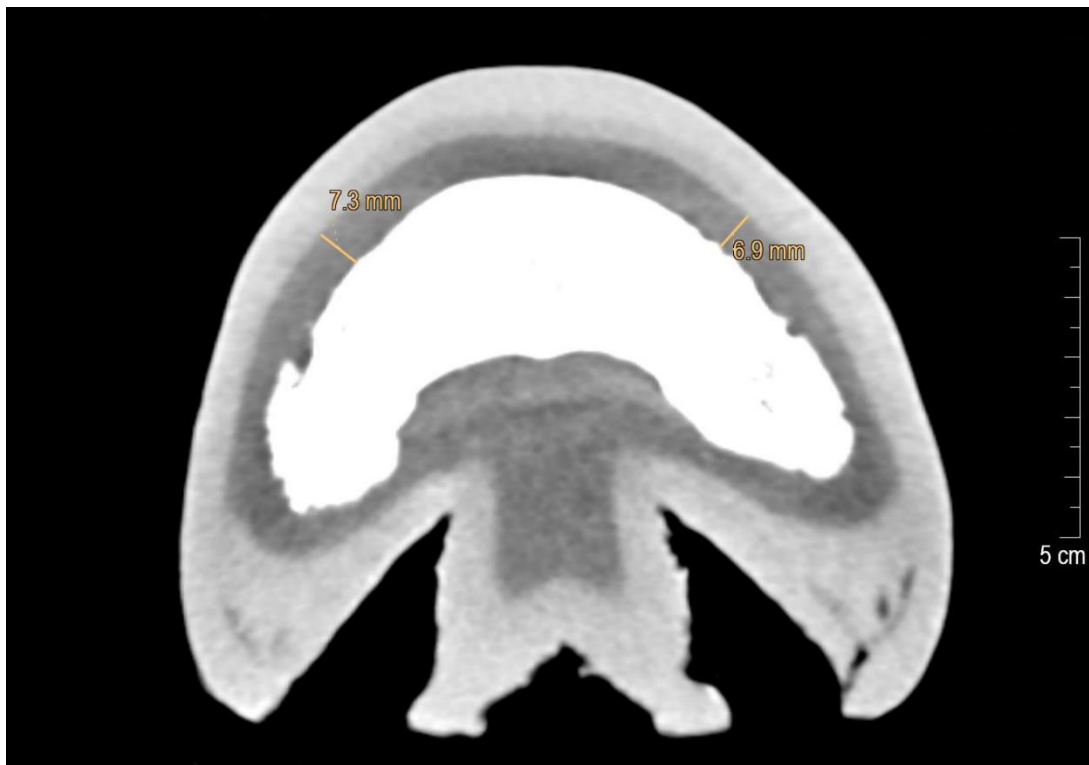


7. ábra Sagittális nézetben a szaru (stratum externum, stratum medium, stratum internum) vastagságának mérése a három standardizált mérési ponton.

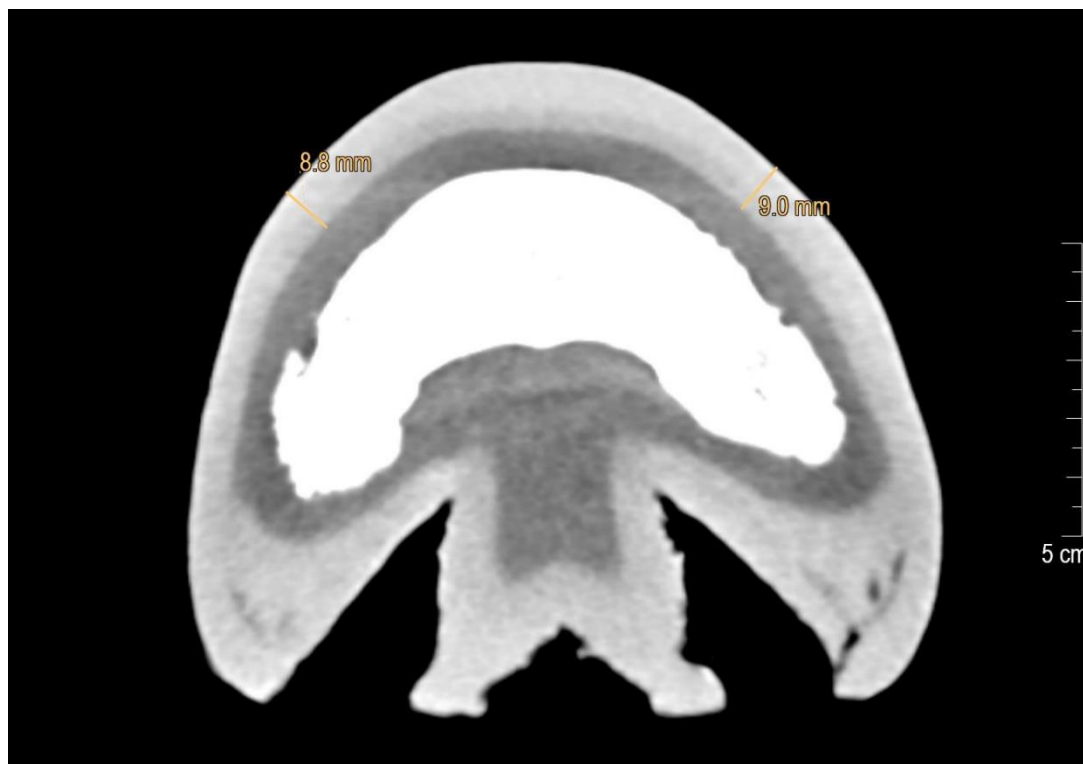
A transversalis metszési síkban ábrázolt képen az oldalfalak vastagságát mértük, abban a magasságban, ahol a processus extensorius distalisan végződik. A sagittális metszési síkra 60°-os szöget állítottunk medialisan és lateralisan is úgy, hogy a középpont a facies flexoria sagittális taraja volt. Ahol ez az egyenes metszette a patacsont felszínét abból a pontból megkerestük a legrövidebb távolságot a szarutok felszínére. A metszési ponttól számított legrövidebb távolság megközelítően merőleges a patacsont felszínére. Ezen szakaszon mértük le az oldalfal teljes vastagságát, a felületes és a mély rétegeket. (8. ábra, 9. ábra, 10. ábra)



8. ábra Transversalis metszési síkban piros színnel a méréseinkhez szükséges referencia vonalak vannak jelölve, amelyek a sagittalis síktól 60°-al térnek el úgy, hogy a középpont a facies flexoria sagittalis taraja. Sárga színnel a teljes vastagság mérése látható abból a pontból kiindulva, ahol a referencia vonalak metszik a patacsont felszínét.



9. ábra Transversalis nézetben az irha vastagságának mérése medialis és lateralis oldalon.



10. ábra Transversalis nézetben a szaru (startum externum, startum medium és stratum internum) vastagságának mérése medialis és lateralis oldalon.

Adatok elemzése

A vizsgált telivérekben és ugrólovakban a mért értékekből leíró statisztikával egy referenciatartományt határoztunk meg. A telivérekben és ugrólovakban dorsalisán a szaruban, az irhában és a teljes vastagságban számított értékeket átlagoltuk a három mérési pontban, majd kétmintás független t-próbával és Mann-Whitney próbával, függően az adatok normalitásától elemeztük, hogy van-e szignifikáns különbség a telivérek és ugrólovak átlagos szarutok, irha és teljes vastagságai között. Arra a kérdésre, hogy a paták medialis és lateralis oldala és az egyedek bal és jobb lába között van-e szignifikáns különbség páros t-próbával és Wilcoxon próbával kerestük a választ. A felhasznált adathalmazok normalitását Shapiro-Wilk-teszttel, illetve vizuálisan Q-Q diagramokkal ellenőriztük.

A teljes vastagság, mint függő változó és a súly és a két csoport (telivér, ugróló) mint magyarázó változók közötti összefüggést általánosított lineáris modellel vizsgáltuk olyan módon, hogy abban a lovak életkorával korrigáltuk a regressziós egyenest. [42]

A statisztikai elemzéseket az IBM SPSS Statistics program 27.0.1 verziójával végeztük. Vizsgálataink során statisztikailag szignifikánsnak a $p \leq 0.05$ értéket tekintettük.

Eredmények

Ismételhetőségi vizsgálat eredménye

Ismételhetőségi vizsgálatunk során a 10 pata mindegyikén háromszor kivitelezett méréseink nem mutattak 2%-nál nagyobb eltérést egyik esetben sem, így a standardizálási módszerünket ismételhetőnek tekintettük.

Telivérek és ugrólovak eredményeinek leíró statisztikája

A mérésekből létrehoztunk egy adatbázist, amiben 29 ugróló 57 patája, és 30 angol telivér 58 patája, összesen 115 pata szerepel. Két telivér és egy ugróló esetében csak egy patát tudtunk vizsgálni, mert az ellenoldali végtagon nem tekintettük megfelelő minőségűnek a felvételeket precíz mérésekhez, mozgás okozta műtermék miatt. A sagittalis nézetben proximalisan, középen és distalisan, a transversalis nézetben medialisán és lateralisan mért értékek átlagát, szórását, minimumát és maximumát a **3. táblázat** szemlélteti.

Telivérek és ugrólovak eredményeinek összehasonlítása

A számított átlagok alapján telivérekben a teljes vastagság átlagosan $14,03 \pm 1,17$ mm, míg ugyanez az érték ugrólovakban $15,94 \pm 1,29$ mm volt. Az írha telivérekben a három mérési pont átlagaként $5,54 \pm 0,69$ mm, ugrólovakban $5,79 \pm 0,54$ mm volt. A szaru vastagsága telivérekben átlagosan $8,48 \pm 0,83$ mm, ugrólovakban $10,16 \pm 1,15$ mm volt. Ugrólovakban szignifikánsan nagyobb volt a teljes vastagság ($p < 0,001$), az írha ($p = 0,037$) és a szaru ($p < 0,001$) vastagsága is, mint telivérekben, az összevont értékeket vizsgálva.

		Telivérek	Ugrólovak
		Átlag ± szórás (min-max)	Átlag ± szórás (min-max)
		(mm)	(mm)
Sagittalis nézet	Teljes vastagság		
	Proximalis	14,57 ± 1,43 (11,30-17,50)	16,77 ± 1,43 (13,80-21,30)
	Középső	13,87 ± 1,21 (11,00-16,00)	15,56 ± 1,20 (12,40-19,50)
	Distalis	13,65 ± 1,35 (11,30-17,70)	15,50*, 15,06-15,90* (11,70-20,60)
	Irha		
	Proximalis	5,72 ± 0,84 (3,70-7,20)	6,03 ± 0,65 (4,60-7,40)
	Középső	5,43 ± 0,73 (3,90-6,90)	5,47 ± 0,52 (4,20-6,30)
	Distalis	5,20*, 5,21-5,76* (4,20-8,60)	5,87 ± 0,85 (3,70-8,70)
	Szaru		
	Proximalis	8,85 ± 0,95 (7,00-11,10)	10,74 ± 1,28 (8,00-14,90)
	Középső	8,43 ± 0,85 (6,90-10,40)	10,10 ± 1,16 (6,90-13,90)
	Distalis	8,15 ± 0,88 (6,60-9,90)	9,90*, 9,32-9,96* (7,10-13,90)
Transversalis nézet	Teljes vastagság		
	Medialis	14,67 ± 1,74 (11,50-18,40)	17,04 ± 1,25 (15,00-20,30)
	Lateralis	14,31 ± 1,31 (11,50-17,40)	16,64 ± 0,99 (14,30-19,30)
	Irha		
	Medialis	6,79 ± 1,19 (4,50-10,00)	7,04 ± 1,07 (5,30-10,50)
	Lateralis	6,18 ± 0,81 (4,20-8,70)	6,48 ± 0,68 (5,10-7,90)
	Szaru		
	Medialis	7,90 ± 0,86 (6,30-10,00)	10,03 ± 0,82 (8,10-11,60)
	Lateralis	8,14 ± 0,72 (6,90-9,70)	10,21 ± 0,89 (8,60-11,80)

3. táblázat Telivérekben és ugrólovakban a meghatározott pontokon mért értékek átlaga és szórása, minimuma, maximuma mm-ben meghatározva. (* jelölt értékek esetében az adathalmaz nem követett normális eloszlást így ebben az esetben a mediánt és a 95%-os konfidencia intervallumot tüntettük fel).

Medialis-lateralis oldal és jobb-bal végtag összehasonlítása

A teljes vastagság és az irha vastagsága szignifikánsan nagyobb volt a medialis oldalon, mint lateralisán, telivéreket és az ugrólovakat külön csoportként, illetve összevontan vizsgálva is (teljes vastagság: ugrólovak $p=0,032$, telivérek $p=0,004$, összevonva $p<0,001$; irha: $p<0,001$ mindhárom vizsgálat esetén). Telivéreket és a két csoportot összevonva a szaru szignifikánsan vastagabb volt lateralis oldalon, mint medialisán ($p=0,003$; $p=0,001$). Ugrólovakban a szarut vizsgálva nem találtunk szignifikáns különbséget a medialis és lateralis oldal között ($p=0,059$).

Telivérekben és ugrólovakban sem volt szignifikáns különbség a bal és a jobb végtagon dorsalisán mért szaru ($p=0,736$; $p=0,694$), irha ($p=0,310$; $p=0,082$) és a teljes vastagság ($p=0,354$; $p=0,259$) átlagában. Ha a vizsgált két csoportot összevonva vizsgáltuk, a szaru ($p=1,00$) és a teljes vastagság átlagában ($p=0,145$) szintén nem találtunk szignifikáns különbséget, ellenben a jobb végtag irhája szignifikánsan ($p=0,050$) vastagabb volt a bal végtag irhájánál. A telivérek és ugrólovak jobb és bal végtagjain a teljes vastagságot, a szaru és az irha átlagos vastagságát a **4. táblázat** szemlélteti.

	Telivér		Ugróló	
	Jobb	Bal	Jobb	Bal
	Átlag $\pm$ szórás (mm)		Átlag $\pm$ szórás (mm)	
Teljes vastagság	14,07 $\pm$ 1,23	13,91 $\pm$ 1,14	15,94 $\pm$ 1,15	15,77 $\pm$ 1,17
Irha	5,59 $\pm$ 0,76	5,48 $\pm$ 0,62	5,87 $\pm$ 0,53	5,69 $\pm$ 0,54
Szaru	8,48 $\pm$ 0,84	8,44 $\pm$ 0,82	10,07 $\pm$ 0,97	10,11 $\pm$ 1,08

4. táblázat Telivérekben és ugrólovakban az irha, a szaru és a teljes vastagság átlagos vastagsága a jobb és bal lábakon.

A teljes vastagság és a testsúly közti összefüggés

A súlynak marginális hatása volt az összesített vastagságra, de annak szignifikáns voltát nem tudtuk igazolni ($p=0,099$).

Eredmények értékelése

Legjobb tudásunk szerint kutatásunkkal elsőként dokumentáljuk lovak szarutokjának CT felvételeken mért vastagságát. Korábbi publikációkban röntgen és MRI képalkotó vizsgálatokon alapuló eredményekről találunk információt eltérő fajtájú lovak szarutokjának és irhájának összesített vastagságáról, és a mért vastagságok összehasonlításairól különféle mérési pontokon. Kutatásunk során egy referenciatartományt állítottunk fel fiatal angol telivérekben és ugrólovakban a szarutok és a hozzá kapcsolódó irha vastagságára különböző mérési pontokon. Sántaságvizsgálat során egyre elterjedtebb az álló helyzetű CT vizsgálat használata a pata elváltozásainak leképezésére. Eredményeinkkel a klinikus állatorvosok számára értékes információt nyújtunk, és hozzájárulunk a sánta lovakról készült CT felvételek helyes kiértékeléshez.

A szakirodalmi adatok alapján feltételeztük, hogy angol telivérekben a pata rétegeinek vastagsága kisebb lesz az ugrólovakénál CT felvételeken is. Statisztikai próbáink alapján a hipotézisünket megtartottuk, ugyanis megközelítőleg 2 milliméterrel volt nagyobb az ugrólovak teljes vastagságának átlaga, mint a telivéréké. Komputertomográfias felvételeken egyértelműen elkülönül az irha- és a szaruréteg, így statisztikai próbáink során ezen mérések birtokában megállapíthatjuk, hogy egy bizonyos szignifikáns különbséget a szarutok és irha összevont vastagságában, az irha vagy a szaruréteg okoz. Az irha és a szaru tekintetében is szignifikáns különbség volt a telivérek és az ugrólovak között. Irha esetében kisebb mértékű volt a mért értékek közötti különbség, mint a szaru és a teljes vastagság esetében. Ebből arra következtettünk, hogy a két vizsgált csoport közti eltérést nagyrészen a szaru vastagságában jelentkező különbségek alakítják ki.

Dolgozatom részét képezte a paták medialis és lateralis oldalán, és a lovak jobb és bal végtagján végzett mérések összehasonlítása. Mindkét esetben az volt a hipotézisünk, hogy a két összehasonlított csoport között nincs szignifikáns különbség. A jobb és bal végtagon a dorsalis szaru és a teljes vastagság átlagában nem találtunk szignifikáns különbséget, amely alátámasztja a hipotézisünket. Az irha esetében a telivérek és ugrólovak összevonásakor detektáltunk szignifikáns különbséget, a jobb végtagon vastagabb volt az irha, mint a bal végtagon. Erre az eredményre nem tudunk biológia magyarázatot adni. További kutatásainkban meg fogjuk vizsgálni, hogy nagyobb esetszám esetén is ki tudunk-e mutatni jobb-bal aszimmetriát a két elülső végtag irharétege között.

A paták medialis és lateralis oldalának mérési eredményei között találtunk meglepő szignifikáns különbségeket. Az irha és a teljes vastagság esetében telivérekben, ugrólovakban és a két csoportot összevonva is szignifikánsan vastagabb volt a medialis oldal. Szaru esetében telivérekben és a két csoportot összevonva a lateralis oldalt találtuk szignifikánsan vastagabbnak, ugrólovakban pedig nem találtunk szignifikáns különbséget. Így a hipotézisünket elvetettük miszerint nincsen különbség a medialis és lateralis oldalak között. Egészséges lovakban a pata lateralis oldala fog talajt először, majd a medialis oldalon fordul át. [43, 44] A lépés során az alátámasztás fázisában a talaj irányából érkező maximális lábvégre kifejtett erő központja a pata középvonalától medialisan összpontosul. [43, 44] Ezen jelenségek szerepet játszhatnak az általunk talált mediolateralis különbségek kialakulásában, de további tanulmányok szükségesek ennek a feltételezésnek a megerősítésére. További kutatásokban érdemes lenne vizsgálni, hogy ez a mediolateralis aszimmetria sántaságmentes lovak nagyobb csoportjában is kimutatható-e, illetve hogyan alakul sánta lovakban.

Grundmann és munkatársai (2015) röntgenfelvételeken vizsgálták a medialis és lateralis oldalfalak vastagságát. Az oldalfalakat a patacsont legdistalisabb részénél mérték dorsopalmaris röntgenfelvételeken. A medialis és lateralis teljes oldalfal vastagsága közel azonos volt, míg az epidermalis és a dermalis réteg vastagságban találtak kis, nem szignifikáns különbséget. Az epidermalis réteg esetében a lateralis oldal, míg a dermalis réteg esetében a medialis oldal volt kismértékben vastagabb. [22] Mi a munkánk során a proximális mérési pont magasságában vizsgáltuk az oldalfalak vastagságát és statisztikailag szignifikáns különbséget tudtunk megállapítani a medialis és a lateralis oldalfalak között a szaru az irha és a teljes vastagság tekintetében is. Kutatásunk és Grundmann és munkatársai (2015) munkája között számos módszertani különbség van, ezen különbségek ellenére mégis mindkét tanulmányban a külső réteg a lateralis oldalon és a belső réteg a medialis oldalon vastagabb. Röntgenfelvételeken egy felületes (stratum externum, stratum medium) és egy mély réteget (stratum internum, irha) tudunk elkülöníteni. Ezzel szemben CT felvételeken a felületes réteget a stratum externum, stratum medium és stratum internum, a mély réteget az irha építi fel. Tehát a két kutatásban a teljes vastagság kivételével nem ugyanazok a rétegek, és nem ugyanazon mérési pontokon lettek mérve. A kétdimenziós röntgenfelvételeken a patacsont legszélesebb pontja vetül kívülre, így Grundmann és munkatársai (2015) ebben a pontban végezték méréseiket, de ez a mérési pont nem merőleges a patacsont felszínére, ha keresztmetszeti síkban vizsgálunk. A kutatásunkban a patacsontra merőlegesen végeztük a méréseket transversalis CT rekonstrukción.

A bal és a jobb végtag között egy korábbi tanulmányban nem találtak különbséget. Elemzéseinket más szempontok szerint végeztük, ugyanis Cripps és Eustace (1999) röntgenfelvételeken vizsgálták, hogy van-e szignifikáns különbség dorsalisán a pártaszél és a processus extensorius proximalis vége közti távolságban a bal és a jobb végtag között. [21] Ideális esetben sántaságmentes lovakban a jobb és bal elülső paták alakja és mérete megegyezik, kismértékű méretbeli különbség egyes lovakban normális lehet. A két szarutok méretbeli eltérését sántaságmentes lovakban okozhatja a korábbi sántaság, ami már nincs jelen és a csikókori lateralitás, amely során a csikó az egyik lábát preferálja, így az több terhelést kap. [45] Sánta lóban jelentkező pata aszimmetria esetén gondolnunk kell a sántaságnak a krónikus jelenlétére, ugyanis ilyen esetekben a pata a két lábon eltérő mértékben van terhelve, a kevésbé terhelt pata szűkebb, a jobban terhelt pata tágabb lesz. [44] Kutatásunk során nem vizsgáltuk az esetleges összefüggést a pata látható alakja és (a)szimmetriája és a mérések közt.

A súly és a teljes vastagság összefüggésének esetében hipotézisünk az volt, hogy a testsúly növekedésével nő a teljes vastagság is. A hipotézisünket elvetettük, ugyanis nem tudtuk a súlynak a teljes vastagságra a szignifikáns hatását bizonyítani. Megemlítenéd, hogy statisztikai elemzéssel a súly marginális hatását detektáltuk, így lehetséges, hogy nagyobb esetszám esetén a súly hatása szignifikánssá válna.

Huszonöt sántaságmentes lovon készített tanulmányban a lovak magassága és a hegyfal teljes vastagsága szignifikánsan korrelált egymással, magasabb lovakban vastagabb volt a hegyfal. A hegyfal teljes vastagságának és a testsúlynak a kapcsolatát nem vizsgálták ebben a tanulmányban. [21] Mi nem a lovak magassága, hanem a testsúlyuk és a hegyfal teljes vastagsága között kerestünk összefüggést, ugyanis nem minden lóról állt rendelkezésre adat a magasságot illetően. Azáltal, hogy a teljes testsúlyadatbázissal dolgoztunk, arra számítottunk, hogy megbízhatóbb eredményeket kapunk.

Korábbi, röntgenfelvételeken alapuló tanulmányok, ezen dolgozathoz hasonlóan azt dokumentálták, hogy telivérekben kisebb a dorsalis teljes vastagság, mint más melegvérű fajtákban (pl.: ügető, hannoveri sportló). [11, 18, 21] Az ugrólovak a telivérekkel ellentétben robosztusabb testalkatúak és ebből a különbségből származhat, hogy ugrólovakban vastagabb értékeket mértünk a szarutok és az írha vastagságára.

Limitációk

Dolgozatom egyik limitációja, hogy a vizsgált két csoportban résztvevő lovak életkorának átlaga közt jelentős különbség volt, ami a telivérek és ugrólovak közötti különbségek megjelenésére hatást gyakorolhatott. Első CT tanulmányként jelentős esetszámot dolgoztunk fel, azonban ez a szám részletes robosztus statisztikai elemzésre nem adott lehetőséget, amely befolyásolhatta eredményeinket. A szarutokon mért vastagságok értékét kismértékben befolyásolhatta az, hogy nem ismertük, hogy a lovak hány hete voltak utoljára körmölve.

Konklúzió/Összegzés

Referenciatartományt állítottunk fel fiatal angol telivérek és különböző korú ugrólovak szarutokjának és irhájának CT felvételeken mérhető vastagságáról, melyeket bármely CT-vizsgálatot használó állatorvos és kutató fel tud használni klinikai esetek vizsgálata és további kutatások során. Lovak CT vizsgálatánál számíthatunk a szarutok és a hozzá kapcsolódó irha vastagságában különbségekre angol telivérekben és ugrólovakban. Ez a vastagságbeli különbség viszont nem a lovak testsúlya közti eltérésből származtatható az általunk vizsgált populációban. Amennyiben mindkét végtagot vizsgáljuk, nem kell számottevő különbségekre számítani a két végtagon mért értékek között, viszont egy végtag medialis és lateralis oldala között lehet kis különbség egészséges lovakban is.

További kutatási terveim

A kutatás jövőbeli folytatásaként szeretném lemérni a talpi szaru vastagságát és tervezem vizsgálni az összefüggést a lovak patacsontjának mérete, a hegyfal vastagsága, a fajtáik és a testsúlyuk között. Továbbá a hegyfal teljes vastagságának és a patacsont méretének arányát szeretném elemezni. A sántaságmentes lovakon végzett mérések után kutatásomat ki fogjuk terjeszteni sántaságot és a patában elváltozást mutató lovakra is.

Összefoglaló

Napjainkban a lovak álló helyzetű komputertomográfiás (computed tomography, CT) vizsgálata egyre szélesebb körben elérhető és használt diagnosztikai módszer, melynek során a lábvég az egyik leggyakrabban vizsgált tájék. Számos olyan kórképet ismerünk, ami a lovak szarutokját és az alatta fekvő irharéteget érinti és jelentősen befolyásolhatja a vastagságukat, ezért fontos adatot gyűjteni egészséges lovakban a szarutok és az alatta fekvő irha vastagságáról. Röntgen és mágneses rezonancia képalkotó eljárással már van elérhető szakirodalmi forrás ezen képletek vastagságáról, de CT mérésekről még nem publikáltak hasonló eredményeket.

Dolgozatom fő célja az volt, hogy referenciatartományt állítsak fel angol telivér versenylovakban és díjugratásban versenyző sportlovakban a szarutok és a hozzá kapcsolódó irharéteg komputertomográfiás felvételeken mérhető vastagságáról különböző mérési pontokon. További célom volt megvizsgálni, hogy a lovak kora, fajtája és mérete hatással van-e a különböző mérési pontokon kapott eredményekre.

Kutatásunkban 30 angol telivér galopplovat és 29 díjugratásban versenyző sportlovat vizsgáltunk, melyek mindegyike sántaságmentes volt. Sagittális és transversális CT rekonstrukciókon külön mértem a szarut, az irhát és a teljes vastagságot. A sagittális síkban proximalis, középső és distalis mérési pontokon, a transversális síkban medialis és lateralis végeztem méréseket. A mért értékekből egy referenciatartományt állítottam fel a két csoportban. Kétmintás független t-próbával és Mann-Whitney próbával vizsgáltuk a telivérek és ugrólovak, páros t-próbával és Wilcoxon próbával a pata medialis és lateralis oldala és az egyedek bal és jobb lába közötti esetleges különbségeket. Általánosított lineáris modellel összefüggést kerestünk a lovak testtömege és a hegyfal teljes vastagsága között.

Az ugrólovak értékei szignifikánsan nagyobbak voltak a szaru, az irha és a teljes vastagság tekintetében is, mint telivérekben. A teljes vastagság és az irha esetében a medialis oldal szignifikánsan vastagabb volt, mint a laterális. A szaru esetében a laterális oldal volt vastagabb telivérekben és a két vizsgált csoportot összevonva. Ugrólovaknál nem volt a medialis és a laterális oldalon mért szaru vastagságában statisztikailag szignifikáns különbség. A bal és jobb láb között egyik csoportban sem találtunk statisztikailag szignifikáns különbséget.

A testtömegnek csak marginális hatását tudtuk bizonyítani, de szignifikáns hatása nem volt a teljes vastagságra.

A kutatás során létrehozott referenciatartomány és a dolgozat egyéb eredményei segítik a klinikai esetek komputertomográfiás felvételeinek kiértékelését és értelmezését, továbbá referenciaként szolgálnak további kutatásokhoz.

Summary

Standing computed tomography (CT) is becoming increasingly available and used in equine lameness diagnosis. The distal aspect of the limb is one of the most frequently examined regions. The hoof wall can be affected by several pathologies and diseases, it is therefore paramount that the CT appearance of the hoof wall in healthy horses is described. There is available literature on the thickness of the layers of the hoof wall measured on radiographs and magnetic resonance images, but similar results have not been published for CT measurements.

The main objective of this study was to establish a reference range in Thoroughbred racehorses and showjumper sports horses for the thickness of the hoof wall and its layers at different measurement sites on CT reconstructions. I also aimed to investigate any association between age, breed, and size of the horses and the results obtained at the different measurement sites.

Computed tomographic reconstructions of 30 Thoroughbred racehorses and 29 showjumpers, all free from lameness, were analysed. On sagittal and transverse CT reconstructions, the entire width of the hoof wall, and the corium and the keratinised layer were measured. In the sagittal plane, measurements were obtained at proximal, middle, and distal measurement sites. In the transversal plane, measurements were taken medially and laterally. We established a reference range from the measured values in the two groups. We used a two-sample independent t-test and Mann-Whitney test to explore possible differences between Thoroughbreds and showjumpers. Furthermore, we applied a paired t-test and a Wilcoxon test to examine differences between the medial and lateral sides of the hoof and between the left and right legs of individuals. In addition, we looked for a correlation between the horse's body weight and the hoof wall's full thickness using a generalized linear model.

Showjumpers had significantly higher values of keratinised layer, corium and hoof wall measurements. The medial side was significantly thicker for hoof wall and corium measurements. In the case of the keratinised layer, the lateral side was thicker in Thoroughbreds and also for the pooled data of Thoroughbreds and showjumpers. There was no statistically significant difference in the keratinised layer thickness measured on the medial and lateral sides in showjumpers. No statistically significant difference was detected between the left and right limbs. We could demonstrate only a marginal effect of bodyweight, but it did not have a significant effect on the total hoof wall thickness.

The reference ranges and other results established in our study will help evaluation and accurate interpretation of CT images of clinical cases and will serve as a reference for further research.

Irodalomjegyzék

1. Budras KD, Sack WO, Rock S, Horowitz A, Berg R (2012) Thoracic Limb. In: Anatomy of the Horse, Sixth Edition. Schluetersche, Hannover, pp 4–14
2. König HE, Liebich HG, Bragulla H (2007) Veterinary Anatomy of Domestic Mammals: Textbook and Colour Atlas. Schattauer GmbH, Stuttgart
3. Fehér G (2004) A háziállatok funkcionális anatómiája. Mezőgazda Kiadó, Budapest
4. Gerard MP (2021) Anatomy and Physiology of the Equine Foot. VET CLIN N AM-EQUINE 37:529–548. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2021.07.002>
5. Al-Agele R, Paul E, Dvojmc VK, Sturrock CJ, Rauch C, Rutland CS (2019) The Anatomy, Histology and Physiology of the Healthy and Lamé Equine Hoof. In: Rutland CS, Kubale V (eds) Veterinary Anatomy and Physiology. IntechOpen, Rijeka
6. Davies HMS, Philip C (2007) Gross Anatomy of the Equine Digit. In: Floyd AE, Mansmann RA (eds) Equine Podiatry. W.B. Saunders, Saint Louis, pp 1–24
7. McKittrick J, Chen P-Y, Bodde SG, Yang W, Novitskaya EE, Meyers MA (2012) The Structure, Functions, and Mechanical Properties of Keratin. JOM 64:449–468. <https://doi.org/10.1007/s11837-012-0302-8>
8. Parks AH (2012) Aspects of Functional Anatomy of the Distal Limb. AAEP 58: [https://aaep.org/sites/default/files/issues/proceedings-12proceedings-In-depth_the_Foot_from_Every_Angle-Parks%20\(1\).pdf](https://aaep.org/sites/default/files/issues/proceedings-12proceedings-In-depth_the_Foot_from_Every_Angle-Parks%20(1).pdf) Accessed 6 Jul 2023
9. Daradka M, Pollitt CC (2004) Epidermal cell proliferation in the equine hoof wall. Equine Veterinary Journal 36:236–241. <https://doi.org/10.2746/0425164044877198>
10. Faramarzi B, Thomason JJ, Sears WC (2009) Changes in growth of the hoof wall and hoof morphology in response to regular periods of trotting exercise in Standardbreds. American Journal of Veterinary Research 70:1354–1364. <https://doi.org/10.2460/ajvr.70.11.1354>
11. Goulet C, Olive J, Rossier Y, Beauchamp G (2015) RADIOGRAPHIC AND ANATOMIC CHARACTERISTICS OF DORSAL HOOF WALL LAYERS IN NONIAMINITIC HORSES. Veterinary Radiology & Ultrasound 56:589–594. <https://doi.org/10.1111/vru.12280>
12. Pollitt CC (2004) Anatomy and physiology of the inner hoof wall. Clinical Techniques in Equine Practice 3:3–21. <https://doi.org/10.1053/j.ctep.2004.07.001>
13. Habermehl K (1981) Skin and cutaneous organs. In: The Anatomy of the Domestic Animals: Volume 3, The Circulatory System, the Skin, and the Cutaneous Organs of the Domestic Mammals. Verlag Paul Parey, Hamburg, pp 441–555
14. Pollitt CC (2010) The Anatomy and Physiology of the Suspensory Apparatus of the Distal Phalanx. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice 26:29–49. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2010.01.005>
15. Bidwell LA, Bowker RM (2006) Evaluation of changes in architecture of the stratum internum of the hoof wall from fetal, newborn, and yearling horses. American Journal of Veterinary Research 67:1947–1955. <https://doi.org/10.2460/ajvr.67.12.1947>
16. Parks A (2003) Form and function of the equine digit. Veterinary Clinics: Equine Practice 19:285–307. [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(03\)00018-X](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(03)00018-X)
17. Wulfen KKV, Bowker RM (2002) Evaluation of tachykinins and their receptors to determine sensory innervation in the dorsal hoof wall and insertion of the distal sesamoidean impar ligament and deep digital

- flexor tendon on the distal phalanx in healthy feet of horses. *American Journal of Veterinary Research* 63:222–228. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2002.63.222>
18. Sherlock C, Parks A (2013) Radiographic and radiological assessment of laminitis. *Equine Veterinary Education* 25:524–535. <https://doi.org/10.1111/eve.12065>
 19. Redden RF (2003) Radiographic imaging of the equine foot. *Veterinary Clinics: Equine Practice* 19:379–392. [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(03\)00026-9](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(03)00026-9)
 20. Butler JA, Colles CM, Dyson SJ, Kold SE, Poulos PW (2017) The foot. In: *Clinical Radiology of the Horse*. John Wiley & Sons, Chichester, pp 55–148
 21. Cripps PJ, Eustace RA (1999) Radiological measurements from the feet of normal horses with relevance to laminitis. *Equine Veterinary Journal* 31:427–432. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb03844.x>
 22. Grundmann INM, Drost WT, Zekas LJ, Belknap JK, Garabed RB, Weisbrode SE, Parks AH, Knopp MV, Maierl J (2015) Quantitative assessment of the equine hoof using digital radiography and magnetic resonance imaging. *Equine Veterinary Journal* 47:542–547. <https://doi.org/10.1111/evj.12340>
 23. Mullard J, Ireland J, Dyson S (2020) Radiographic assessment of the ratio of the hoof wall distal phalanx distance to palmar length of the distal phalanx in 415 front feet of 279 horses. *Equine Veterinary Education* 32:2–10. <https://doi.org/10.1111/eve.13004>
 24. Puchalski SM (2012) Advances in Equine Computed Tomography and Use of Contrast Media. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 28:563–581. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2012.08.002>
 25. Saunders J, Ohlerth S (2011) CT Physics and Instrumentation – Mechanical Design. In: Schwarz T, Saunders J (eds) *Veterinary Computed Tomography*. John Wiley & Sons, Oxford, pp 43–62
 26. Claerhoudt S, Bergman EHJ, Saunders JH (2014) Computed Tomographic Anatomy of the Equine Foot. *Anatomia, Histologia, Embryologia* 43:395–402. <https://doi.org/10.1111/ahe.12091>
 27. Porter EG, Werpy NM (2014) New Concepts in Standing Advanced Diagnostic Equine Imaging. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 30:239–268. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2013.11.001>
 28. Gallastegui A (2021) Imaging the Equine Foot. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 37:563–579. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2021.07.003>
 29. Puchalski SM, Galuppo LD, Hornof WJ, Wisner ER (2007) Intraarterial Contrast-Enhanced Computed Tomography of the Equine Distal Extremity. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 48:21–29. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2007.00198.x>
 30. Marcato PS, Perillo A (2020) Equine laminitis, new insights into the pathogenesis: A review. *Large Animal Review* 26:353–363. <https://www.largeanimalreview.com/index.php/lar/article/view/155> Accessed 6 Jul 2023
 31. Morgan SJ, Grosenbaugh DA, Hood DM (1999) The Pathophysiology of Chronic Laminitis: Pain and Anatomic Pathology. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 15:395–417. [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30152-9](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30152-9)
 32. Belknap J, Parks A, Dern K (2020) Laminitis. In: Baxter GM (ed) *Adams and Stashak's lameness in horses*. John Wiley & Sons, Hoboken, pp 490–511
 33. Arble JB, Mattoon JS, Drost WmT, Weisbrode SE, Wassenaar PA, Pan X, Hunt RJ, Belknap JK (2009) Magnetic Resonance Imaging of the Initial Active Stage of Equine Laminitis at 4.7 T. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 50:3–12. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2008.01483.x>
 34. Dyson S, Murray R (2011) The foot and pastern. In: C. Murray R (ed) *Equine MRI*. John Wiley & Sons, Oxford, pp 271–314

35. Murray RC, Dyson SJ, Schramme MC, Branch M, Woods S (2003) Magnetic Resonance Imaging of the Equine Digit with Chronic Laminitis. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 44:609–617. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2003.tb00519.x>
36. Redding WR, O’Grady SE (2012) Nonseptic Diseases Associated with the Hoof Complex: Keratoma, White Line Disease, Canker, and Neoplasia. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 28:407–421. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2012.06.006>
37. Getman LM, Davidson EJ, Ross MW, Leitch M, Richardson DW (2011) Computed Tomography or Magnetic Resonance Imaging-Assisted Partial Hoof Wall Resection for Keratoma Removal. *Veterinary Surgery* 40:708–714. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00864.x>
38. Parks A (2011) The foot. In: Munroe GA, Weese JS (eds) *Equine Clinical Medicine, Surgery and Reproduction*. Manson Publishing Ltd, London, pp 62–101
39. Castelijns HH (2006) Pathogenesis and treatment of spontaneous quarter cracks-quantifying vertical mobility of the hoof capsule at the heels. *Pferdeheilkunde* 22:569. <https://scholar.archive.org/work/rnumvvcdfccxm6f2axxc2ispu/access/wayback/http://www.hippiatrika.com/download.htm?id=20060508> Accessed 21 Oct 2023
40. O’Grady SE, Burns TD (2021) White line disease: A review (1998–2018). *Equine Veterinary Education* 33:102–112. <https://doi.org/10.1111/eve.13201>
41. Qalibra Advantage. In: Qalibra. <https://www.qalibra.us/>. Accessed 9 Jul 2023
42. Bolker BM, Brooks ME, Clark CJ, Geange SW, Poulsen JR, Stevens MHH, White J-SS (2009) Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution* 24:127–135. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.10.008>
43. Nagy A, Dyson SJ, Murray RM (2008) Radiographic, scintigraphic and magnetic resonance imaging findings in the palmar processes of the distal phalanx. *Equine Vet J* 40:57–63. <https://doi.org/10.2746/042516407X223707>
44. Ross M, Dyson S (2011) *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. Elsevier, St. Louis
45. Van HEEL MCV, Van DIERENDONCK MC, Kroekenstoel AM, Back W (2010) Lateralised motor behaviour leads to increased unevenness in front feet and asymmetry in athletic performance in young mature Warmblood horses. *Equine Veterinary Journal* 42:444–450. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00064.x>

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek Dr. Nagy-Schuller tot Peursum Annamáriának, akitől a kutatás során és a dolgozat megírása alatt is mindvégig rengeteg segítséget és hasznos tanácsot kaptam. Továbbá szeretném megköszönni a Lógyógyászati Tanszék és Klinika összes munkatársának, kifejezetten Dr. Boros Koppánynak és Horváth–Lukics Gabriellának, hogy munkájukkal hozzájárultak a kutatás létrejöttéhez. Köszönettel tartozom Dr. Bodó Gábornak a Lógyógyászati Tanszék és Klinika vezetőjének, hogy lehetőségem nyílt bekapcsolódni a tanszéki kutatásba. Továbbá köszönöm Elek Zoltánnak a statisztikai elemzésben nyújtott segítségét.

Végül de nem utolsó sorban köszönettel tartozom a családomnak, páromnak és a barátaimnak, akik nélkül ez a dolgozat nem jöhetett volna létre.