

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

JÁMBOR PÉTER

**KAPOSVÁRI EGYETEM
ÁLLATTUDOMÁNYI KAR**

2012

KAPOSVÁRI EGYETEM
ÁLLATTUDOMÁNYI KAR
Nagyállat-tenyésztési és Termelés-technológiai Tanszék

A doktori iskola vezetője
DR. HORN PÉTER
MTA rendes tagja

Témavezető:
DR. STEFLER JÓZSEF
mezőgazdasági tudományok kandidátusa

**HIPPOTERÁPIÁRA ALKALMAS LÓ KIVÁLASZTÁSÁNAK
SZEMPONTJAI**

Készítette:

JÁMBOR PÉTER

KAPOSVÁR
2012

DOI: 10.17166/KE.2013.002

TARTALOMJEGYZÉK

Tartalomjegyzék.....	3
1. Bevezetés.....	5
2. Irodalmi áttekintés.....	9
2.1. A hippoterápia meghatározása és szerepe.....	9
2.2. A hippoterápiában használt lovaktól megkívánt fontosabb, nem paraméteres értékmérő tulajdonságok.....	11
2.3. Hippoterápiával kapcsolatos vizsgálatok.....	18
2.4. A lépés jármód jellemzése.....	23
2.5. A ló mozgásának hatásai a páciensre.....	26
2.6. Nevezéktan.....	29
3. Célkitűzések.....	33
4. Anyag és módszer.....	36
4.1. A módszertani vizsgálatok anyaga és módszere.....	36
4.2. Az időbeli változók vizsgálatának anyaga és módszere.....	46
4.3. A lineáris változók vizsgálatának anyaga és módszere.....	47
4.4. Az ízületi szögelfordulások vizsgálatának anyaga és módszere.....	52
4.5. A hippoterápiás szempontból fontos kinematikai változók vizsgálatának anyaga és módszere.....	54
4.5.1. Az ülőpontok horizontális mozgásainak vizsgálati módszere.....	55
4.5.2. Az ülőpontok vertikális mozgásainak vizsgálati módszere.....	57
4.6. Hippoterápiás szempontból végzett kinematikai vizsgálatok anyaga és módszere.....	59
5. Eredmények és értékelésük.....	64
5.1. A módszertani vizsgálatok eredményei.....	64
5.1.1. Markerezés.....	64

5.1.2. Az APAS szoftver alkalmazhatósága a hippoterápiás célú mozgáselemzésre.....	68
5.1.3. A módszer megbízhatóságára irányuló vizsgálat eredményei.....	69
5.2. Hippoterápiás szempontból meghatározó markerhelyek mozgásának leírása.....	74
5.2.1. Az ülőpontok kinematikai elemzése.....	75
5.2.2. A vállöv kinematikai elemzése.....	81
5.2.3. A medenceöv kinematikai elemzése.....	83
5.2.4. A medenceöv, vállöv és az ülőpontok kinematikai kapcsolata.....	84
5.3. Terápiás lovak hippoterápia szempontjából jelentős kinematikai paramétereinek meghatározása és összehasonlítása.....	87
5.3.1. Szabad lépés időbeli mozgásparaméterei.....	87
5.3.2. Szabad lépés lineáris mozgásparaméterei.....	90
5.3.3. Hippoterápia szempontjából lényeges kinematikai paraméterek.....	92
5.3.4. Testméretek és különböző kinematikai paraméterek összefüggései.....	97
6. Következtetések, javaslatok	100
7. Új tudományos eredmények.....	106
8. Összefoglalás.....	108
9. Summary.....	115
10. Köszönetnyilvánítás.....	121
11. Irodalomjegyzék.....	122
12. Az értekezés témakörében megjelent publikációk	132
13. Szakmai életrajz.....	134

1. BEVEZETÉS

A gazdasági állatfajok többségénél adott a lehetőség arra, hogy az előállított állati terméket, és az állat ezzel kifejezett teljesítményét kellő pontossággal mérjék. A ló sok tekintetben különbözik a legtöbb gazdasági haszonállattól. Amellett, hogy nagy egyedi értéket képvisel, nagyon nehéz az egyik legfontosabb „termelési paraméterének”, a mozgásminőségének objektív mérése. Ebből következik, hogy a klasszikus tenyésztési elvek precíz megvalósítása is nehézségekbe ütközik. A lovak küllem és mozgás alapján végzett szelekciója bíráló bizottságok döntéseire épül, mely mindig tartalmaz szubjektív elemeket. Egy tapasztalt bíráló is saját határaiba ütközik a mozgásfolyamat szubjektív megítélése során, mivel az emberi szem csak kb. 10 különálló képet képes felfogni másodpercenként ezért a mozgásképpen megjelenő apró elváltozás lehet, hogy rejtve marad.

Az utóbbi évtizedek számítástechnikai forradalmának köszönhetően kibővültek a lehetőségek a mozgás minőségének objektív elbírálására. A legújabb, és az egyik leggyakrabban alkalmazott módszer, a videofelvételen alapuló mozgáselemzés, ami a jármódok olyan apró részleteinek vizsgálatát is lehetővé teszi, amire az emberi szem már nem képes. A digitális videó grafikára alapozott elemzést a lótenyésztés gyakorlata még széleskörűen nem használja. Alap kutatás szinten, többnyire laboratóriumi körülmények között, futószalagon, a lovak különböző jármódjainak kinematikai leírása megtörtént. Arra is van példa, hogy a módszert a sántaság diagnosztikában alkalmazzák. (Wennerstrand és mtsai, 2004), illetve Hollandiában a mozgáselemzés lovak teljesítményvizsgálatainak a része. A módszer hasznosítása más állatfajokban is felmerült, így pl. szarvasmarhák testméretének értékelésére és a viselkedési minták (temperamentum teszt) jellemzésére is alkalmaztak videókép-analízist (Tózsér és mtsai, 2000).

Örvendetes módon hazánkban is vannak kezdeményezések a videó felvételekre alapozott mozgáselemzés módszerének tudományos igényű alkalmazására a lótenyésztésben (Jónás, 2008). Ezek a munkák elsősorban az ugróképesség anatómiai feltételeinek pontosítására és az erre alapozott szelekciónak kidolgozására irányult. Kézenfekvő, hogy ezek a külföldi és hazai tapasztalatok a ló- és lovassport egyéb ágaiban is hasznosíthatók.

A lovak hasznosítása a verseny, sport, illetve hobby célon túl, - a lovasterápia egyre népszerűbbé válásának következtében-, kibővíteni látszik.

A hazai lovasterápia tevékenység színvonala egyre gyorsuló ütemben fejlődik. Egyre több helyen az infrastruktúra lehetővé teszi az egész éven át folytatható munkát (fedett lovarda), megfelelően képzett szakemberek segítségével, tudatosan kiválasztott, a terápia igényeinek ténylegesen megfelelő lovakkal. A valós igények alapján jóval több intézményre lenne szükség, így a közeljövőben várható, hogy egyre több helyen az országban lovasterápia központokat alakítanak ki.

A hippoterápiás munka során a ló lépés jármódjának minél pontosabb ismerete szükséges, hiszen a ló hátán lévő ülőfelület mozgása határozza meg az adott ló által kifejtett lehetséges terápiás hatást. A hát longitudinális, vertikális és horizontális kilengéseinek összjátéka minden lónál egyedi mozgásminőséget alakít ki. A terapeuta igyekszik a páciens számára a legmegfelelőbb lovat kiválasztani, egyrészt az aktuális terápiás helyzethez alkalmazkodva (pl.: kisebb amplitúdóval lengő háton, ahol az oldalirányú mozgások minimálisak, hamarabb találja meg az egyensúlyát a kezdő lovas), másrészt igazodva a páciens testalkatához és járásmintázatához. Mindig az az ülőfelület mozgás-karakterisztika a legmegfelelőbb, mely az adott páciens testméreteinek megfelelő egészséges járás mintázathoz leginkább hasonlító medence-mozgást eredményezi.

Ezen cél elérését segítheti a mozgáselemzésben napjainkig

felhalmozott tapasztalat, melyet munkám során igyekszem adaptálni, lehetővé téve a terápiás célra használandó lovak hatékonyabb kiválasztását, illetve a tudatosabb és tervszerűbb hippoterápiás munkát.

Mindehhez szükség van a ló hátmozgásának karakterisztikus leírására és elemzésére, hogy célszerűen lehessen a hippoterápiában a lovat, mint terápiás „eszközt” használni (Janura és mtsai, 2010). A hát a ló lábainak mechanikája okozta reakciós terület, melynek pontos ismerete felbecsülhetetlen segítség a terapeutáknak ahhoz, hogy az adott pácienshez legmegfelelőbb típusú lovat választhassák ki és optimális sebességet használhassanak (Johnston és mtsai, 2004). Az ülőpontok kinematikai jellemzőire, - melyeknek kulcsfontosságú szerepe van a mozgásátvitelben -, mindeközéig csak a ló anatómiai sajátosságaiból és a lépés lábsorrendjéből lehetett következtetni és az esetek többségében a mozgás aprólékos megfigyelése, leírása sem történt meg. Az egyedek közötti különbségek feltárása hatékony segítség lenne a hippoterápiás munka számára.

Nagyobb állományok futószalagon történő vizsgálata nehezen kivitelezhető. Az is zavarja a megítélést, hogy a futószalagon mutatott mozgás nem tükrözi pontosan a terepen nyújtott teljesítményt. Erre utalnak Buchner és mtsai. (1994), akik különbségeket tapasztaltak lovak mozgásában a futószalagon és a normál kültéri körülmények között készített felvételek eredményeinek összehasonlítása során. A kültéri mintavételezési módszer, áttörést jelenthetne a szelekciós munkában. Vizsgálatunk e törekvések sorába is illeszkedik.

Agrármérnökként és, mint egy lovasterápiával foglalkozó egyesület koordinátoraként, fontosnak tartom, hogy a szomatopedagógiai oldalról egyre dinamikusabban fejlődő hippoterápiás tevékenységet és a lótenyésztést egymáshoz közelítsem és ezzel a közös cél elérését elősegítsem.

A lovak mozgáselemzésével kapcsolatos nemzetközi szakirodalom feldolgozása révén, a vélemények és tapasztalatok összegzésével, magyar nyelvű, egységes kinematikai nevezéktant szeretnék kidolgozni, mely egyértelművé és összehasonlíthatóvá teszi a későbbi, hasonló témában született biomechanikai tárgyú vizsgálatokat.

Vizsgálataim fő célkitűzései között szerepel a lépés jármódban haladó ló ülőfelület mozgását regisztráló mozgáselemző eljárás kidolgozása, mely alkalmas kültéri körülmények között történő objektív megfigyelésére. A módszer alkalmazásával a hippoterápiás szempontból fontos mozgásparaméterek nyomon követését tervezem, különböző testalakulású lovak vizsgálata esetén. Célom ezen mozgásparaméterek és az egyed anatómiai sajátosságaival kapcsolatos összefüggések feltárása, végső soron adott ló alkalmasságának elbírálása, meghatározott terápiás helyzetekhez, illetve különböző érintettségű páciensek számára.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A hippoterápia meghatározása és szerepe

A **lovasterápia**, intézményhez kötött, orvosi indikáció alapján terápiás céllal alkalmazott, kezelés jellegű egyéni, vagy csoportos foglalkozás. Célja a károsodás, sérülés, fogyatékoság ismeretében a ló és a lovaglás hatásainak felhasználása a minél gyorsabb, eredményesebb gyógyulás, képességfejlődés és rehabilitáció érdekében (Bozori, 2002).

A lovasterápia mozgássérültekkel foglalkozó ága a **hippoterápia**, mely orvosi javaslatra történő, neurofiziológiai alapokon nyugvó mozgásterápia lóval, illetve a lovon (Györgypál, 2002). A hippoterápia, a ló több dimenziós mozgását használja a mozgássérültek rehabilitációja érdekében (American Hippotherapy Association Inc., 2000). Célja a beteg egészségügyi állapotának javítása, vagy egy káros folyamat szinten tartása, illetve lassítása (Bozori, 2002).

A hippoterápia különleges fizioterápiás eljárás, amely a lépés jármód során jelentkező ritmikus mozgásokat használja fel (Wheeler, 2003). Eredményességét a neuromotoros, szenzomotoros és pszichomotoros hatásai magyarázzák. (Györgypál, 2002). Más megfogalmazásban a hippoterápia a mozgás- és idegrendszer-sérültek olyan fejlesztő módszere, ahol a lovat, terápiás eszközként használják (Engel, 2001). A hippoterápiát többnyire a propioceptív neuromuscularis facilitáció módszerhez sorolják (Benetinova, 2000; Engel, 2003; Holly és Hornacek, 2005; Künzle, 2000).

A ló lépés jármódja szenzoros ingert ad a mozgáson keresztül a páciensnek, mely változtatható, ritmikus és folyamatos. Az ebből eredő mozgásválasz a páciens részéről, hasonló, mint az emberi járás közbeni medencemozgás. A hippoterápiában a ló hat elsősorban a páciensre és nem fordítva. A terapeuta irányítja a ló mozgását, elemzi a páciens reakcióit és annak megfelelően alakítja a kezelést (American Hippotherapy Association

Inc., 2000). A ritmikusan ismétlődő hátmozgása a lónak főleg a törzskontroll (poszturális) reflexet stimulálja, az egyensúlyozás és a koordináció tréningjét eredményezve (Engel, 2003; Künzle, 2000, Rothaupt és mtsai, 1998; Strauss, 2000). Nincs más olyan gyógytorna módszer, amellyel hasonló fiziológias, összetett, előrehaladó mozgásimpulzusokat lehetne a páciensnek közvetíteni.

A lovon ülés reflexgátló alaphelyzet. Ebben a helyzetben a ló mozgása – mint kívülről jövő inger – a törzs és az idegrendszer emberi járásnak megfelelő tréningje. A ló hátának lengése lépésben a rajta megfelelően ülő páciensre az emberi járással azonos mozgásmintákat visz át a terapeuta közreműködésével. A ló lépés közbeni mozgása finoman koordinálja a nyak, a törzs és a derék izomzatát (Taufkirchen, 2000). A mozgásimpulzusok segítségével normalizálható az izomtónus, az ízületek apró, ismétlődő mozgásai (manipuláció) által az ízületek mozgékonyasága nő. A felegyenesedett tartás elérhető, korrigálható, a szimmetrikus helyzetben a mozgás ritmikus ismétlődésével a helyes mozgásminták automatizálhatók, az egyensúly, koordináció, testséma, térérzékelés fejleszthető (Györgypál, 2002).

A speciális szakirodalomban számos, a hippoterápiával kapcsolatos kutatás eredményről olvashatunk, melyekben jórészt a terápia hatékonyságát vizsgálták. Lechner és munkatársai (2007) a hippoterápia kezelésekre hatékonyságát vizsgálta központi idegrendszeri sérült pácienseknél, a spaszticitás (izom-feszesség) és a mentális jólét tekintetében. Más tanulmányok agyi eredetű mozgászavarral (cerebral paresis) küzdő gyermekek körében végeztek vizsgálatokat (Bertoti, 1988; Sterba, 2002; Shurtleff és mtsai., 2009). Sterba (2002) megállapította, hogy a hippoterápia javította a cerebral paresis-es (központi idegrendszeri bénulás, továbbiakban: CP) gyerekek nagy motoros funkcióját. CP-s betegeket

vizsgált Debuse (2005) is és megállapította, hogy a kezelések hatására az izomtónus normalizálódott, a fiziológiás testtartás javult és egyéb fiziológiai előnyök jelentkeztek a páciensek körében. Kuczynski (1999) vizsgálatai szerint a mesterséges rehabilitációs ló-gépen (Li, 2008) ülés során is javult a vizsgált CP-s gyerekek egyensúlya. Lechner (2007) központi idegrendszeri sérült pácienseket vizsgált és úgy találta, hogy a hippoterápia sokkal eredményesebb, mint a Bobath henger, vagy a hintaszék fejlesztő eszközök. A szerző kiemeli, hogy a hippoterápia rövid távú közérzetjavulást is eredményezett.

2.2. A hippoterápiában használt lovaktól megkívánt fontosabb, nem paraméteres értékmérő tulajdonságok

A hippoterápia, mint speciális hasznosítási irány, számos követelményt támaszt a lovakkal szemben. A terápiában dolgozó ló fokozott idegrendszeri és fizikai terhelésnek van kitéve. Ezen lovaknak megfelelő minőségű lépés jármódot kell produkálniuk, sokszor nagy súlyú, bizonytalan, rossz egyensúlyú lovasokkal a hátukon, menekülő ösztönüktől „megfeledkezve”, a lóvezető minden jelzésére reagálva.

A hippoterápiás kezelés hatékonysága azon múlik, hogy adott páciens számára a lehető legmegfelelőbb lovat válasszuk. A ló alkalmassága a testalakulás, lépés jármód-minőség, a vérmérséklet és egyéb tényezők függvénye (Hermannova, 2002).

Küllem

A ló külleme nemcsak esztétikai tényező, hanem a hasznosítási irányt befolyásoló fontos szempont. Háziállataink közül a lótenyésztésben lehet leginkább a külső formából következtetni a várható teljesítményre. A következőkben sorra veszem azokat az általános testalakulásbeli

sajátosságokat, melyeknek fontos szerepe van, elsősorban a mozgásminőség alakításában és előnyös lehet a hippoterápiában dolgozó lovak esetében.

Johnston és mtsai. (2002) rámutattak arra, hogy a lófajtak mozgásminősége közötti különbség azok eltérő testalakulásaikkal függ össze.

A marmagasság tekintetében ideális a 150 cm, de legfeljebb 160 cm-es bottal mért magasság. Mindez azért, hogy a terapeuta, vagy a segítő könnyebben tarthassa biztosító kezét a páciens mögött a ló hátán (Györgypál, 2002).

A fej legyen arányos, kifejezésteljes, nagy szemekkel. A nyak legyen széles alapú, magasan illesztett, hosszú, felfelé keskenyedő (a ló a nyakával egyensúlyoz). Tarkója legyen könnyű és hajlékony. A mar kifejezett, hosszan a hátba nyúló, széles és izmos legyen. Megfelelő a lapocka és a felkar, ha hosszú, dőlt és jól izmolt. A meredek lapockájú lovak lépése, kötöttebb, a dőlt lapockájú lovak elülső lábának mozgása szabadabb, gördülékenyebb, kényelmesebb (Bodó, 1992). Különösen fontos a lapocka és a felkar közötti 90 fokos szögellés. Az ennél kisebb szögellés mindig kedvezőtlen (Mihók, 2005).

Az alkar széles, hosszú, jól izmolt, a szár rövid, széles, erős legyen, a csüd középhosszú, rugalmas. A rövid, meredek csüd lépése kemény, bizonytalan talajfogást okoz, míg a hosszabb csüdűeké puhábbat. A túl hosszú csüdű lovak sérülésekre, megerőltetésre érzékenyebbek. Fontos a harmonikus nagyságú, szimmetrikus, egészséges pata. A hát középhosszú és izmos legyen. A mozgáskorlátozott lovasok tömegét nehezebben „viszi” a ló, a sokszor passzív, rossz egyensúlyú ülés miatt. A vállbúb és az ülőgumó távolsága legyen hosszabb, mint a marmagasság. A rövid hátú lovakat nehezebb ellazítani (fesz és rugalmatlan), a hosszú hát jobban leng, de nehezebb a súlypont alá lépés. A hát a rövid, széles, izmos ágyékon keresztül törés nélkül menjen át a farba. A far enyhén lejtős, hátulról nézve

széles, erősen izmolt legyen, a farizomzat mélyen húzódjon le. A térd terjedelme kellő figyelmet érdemel, mert minél nagyobb, annál előnyösebb a munkája. A csánknak hosszúnak, szélesnek és vastagnak kell lennie. Különös terjedelmességet várnak el tőle a hátulsó szárba való átmenetnél. Minél közelebb van a csánk (a lábtővel együtt) a talajhoz, annál kedvezőbb a ló küllemi felépítése (Mihók, 2005). Barrey és munkatársai (2002) Andalúz és német lovakat összehasonlítva arra a megállapításra jutott, hogy a kisebb marmagasságú és rövidebb Andalúz lovak vertikális kilengései kisebbek a német tenyésztésű lovakéhoz képest.

Mozgásminőség

A hippoterápiában kiemelt jelentőségű a lépés jármód minősége, hiszen az ülőfelület (a ló hátának lordosis pontjánál lévő, két széles hátizom felület) mozgáskarakterisztikája a mozgásátvitel kulcspontja.

A mozgás minősége az alkat, az öröklött ideg-, izom-, és mozgáskoordináció függvénye (Pongrácz, 2006). Mivel a hippoterápia mozgásterápia, kiemelt jelentőségű a lépés jármód minősége, különös tekintettel az ülőfelület (a ló hátának legmélyebb pontjánál lévő, két hosszú hátizom felület) mozgáskarakterisztikájára, hiszen a ló háta és a páciens medencéje a mozgásátvitel kulcspontja.

A folyamatos, ritmusos lépésjármóddal egyensúlyreakciók sorozatát provokáljuk, amelyek segítik a járás automatizmusaihoz szükséges idegi kapcsolatok kiépülését (Györgypál, 2002).

Az ülőfelület erőteljes előre-hátra mozgása, a páciens csípőízületében hajlítást és nyújtást eredményez, illetve a felsőtest felegyenesedését stimulálja. Ezen mozgás terjedelme feltehetőleg nagyban függ a ló lépéshosszától. Az ülőfelület két ülőpontja (jobb és bal) felváltva emelkedik és süllyed, ami a páciens medencéjének bal illetve jobb felének süllyedését

és emelkedését eredményezi. Az ülőfelület rotációja a páciens csípőízületének rotációját eredményezi (Györgypál, 2002).

Ideálisnak mondható az az ülőfelület mozgás, mely a páciens medencéjére olyan mozgásimpulzusokat közvetít, mely leginkább hasonlít a páciens egészséges járásképe esetén mozgó medenceöv mozgásmintázatához. Minden ember individuális mozgásmintázattal rendelkezik, ezért különböző mozgású lovakra van szükség. Nem lehet meghatározni egyetlen általános tökéletes ülőfelület mozgást. Ha több terápiás ló áll rendelkezésre, a lovat a páciens adottságai szerint kell megválasztani (Györgypál, 2002).

Akadnak olyan terápiás helyzetek, amikor egyazon páciens esetén is különböző lovakkal dolgoznak. Az első alkalmakra a terapeuták igyekeznek egy „kisebb mozgású” lovat választani, hogy könnyebb legyen a biztonságot, elengedettséget elérni a páciensnél, hiszen egy kisebb amplitúdóval lengő háton egyszerűbb az egyensúlyi ülést elérni. A későbbi foglalkozásokon már egy nagyobb mozgású ló által, hatékonyabb mozgásimpulzusok közvetíthetők.

Általánosságban elmondható, hogy a lépésnek szabályos négyüteműnek kell lennie az iramtól függetlenül, a hátulsó láb lépjen túl az elülső pata nyomán. A lónak tudnia kell a lépését nyújtania és rövidítenie, annak érdekében, hogy a páciensnek leginkább megfelelő mozgásimpulzusok közvetíthetők lehessenek.

A lépés jármód igényli a legkevesebb erő kifejtést, kevés természetes lendületet mutat, fejlesztésének lehetősége lovaglással minimális, ezért a ló kiválasztásánál különös gondot kell fordítani annak bírálatára (Monspart, 1978). A megfelelő lépésjármód minőség a hippoterápiára való alkalmasság egyik fontos előfeltétele.

Vérmérséklet / temperamentum

A vérmérsékletnek több definíciója is ismert. Stur (1987) megfogalmazása szerint az öröklött és szerzett viselkedési formák összességét jelenti. A vérmérséklet a lónak az adott szituációkra nyújtott reakcióinak összessége, következetes megjelenése. Ide soroljuk tágabb értelemben a szelídséget, ill. intelligenciát. A vérmérséklet genetikai paraméterként is felfogható, gyengén-közepesen öröklődik ($h^2=0,23-0,28$ Oki és mtsai, 2007), de a képzés, sőt a múltbéli tapasztalatok is formálják (Mihók, 2005). Az elmondottak alapján e tulajdonság esetében szóba jöhet a tudatos szelekció is. Valójában arról van szó, hogy ezek a tulajdonságok a hippoterápiás célú hasznosítás előfeltételei, ha úgy tetszik, szelekciós kritériumok.

A nyugodt, kiegyensúlyozott vérmérséklet alapfeltétel terápiában dolgozó lovak esetén (RDA, 1990). A terápiás lónak viselnie kell, hogy egyszerre többen kísérik, érintik munka közben. Jól kell túrnie a monotóniát, nyugodtnak és kiegyensúlyozottnak kell lennie a terápiával járó különleges ingerek (ugrálás, kiabálás, aszimmetrikus, görcsös lovas) ellenére.

A terápiás ló legyen érdeklődő. Az emberi hangra fogékony, engedelmes, környezete iránt érdeklődő ló valószínűleg képezhetőbb, mint a makacs, akaratos (Mihók, 2005). Az érdeklődő lovak esetén etológusok jobb tanulási képességet feltételeznek. A terápiás ló kiképzése során például fontos a habituációs képesség a stressz-tréning során, amikor a lovat hozzászoktatják a speciális eszközökhöz, illetve helyzetekhez.

Anderson és mtsai (1999) terápiás lovak vérmérsékletének objektív vizsgálatát dolgozták ki, mely a stressztréning alatti vérplazma kortizol szintek mérésén alapul.

A lovak használata során a legfontosabb személyiségvonás a reaktivitás (Gavalda, 2006). A terápiás lónak, munka közben, minden jellegű ingert túrníe kell menekülési reakció nélkül, miközben a segítségekre pontosan reagál.

A lovak számára nem nagyobb stressz a mozgássérültek, vagy a pszichésen érintett lovasokkal történő együttlét, mint egy rekreációs lovas, de nagyobb stresszel jár számukra a sajátos nevelési igényű gyermekekkel történő munka (Kaiser, 2006).

Idomíthatóság

Az idomíthatóság részalkotói közé sorolják az általános munkakészséget. Ezen a ló ama pszichológiai tulajdonságainak összességét értjük, amelynél fogva munkáját ellenszegülés nélkül, könnyen irányíthatóan, szívesen végzi (Mihók, 2005). A lovagolhatóság alkati, mozgásügyességi és idegrendszeri tényezők együttesének tekinthető.

A terápiás lónak hosszú száron történő vezetés közben, pácienssel a hátán is képesnek kell lennie arra, hogy lépését elengedetten, rövidítse, vagy nyújtsa, az ütem megmaradása mellett. További követelmény, hogy tetszőleges ívben meghajlítható legyen mindkét kézen és mindvégig a ló vezető minden apró jelzésére biztonsággal és megfelelő minőségben reagáljon. Be kell tudnia állni felszálló rámpához, esetenként hosszan állni egy helyben, míg a terapeuta lovasát igazítja.

A hippoterapeuta feladata a lehető leghamarabb optimális körülményeket biztosítani a mozgás dialógushoz. A ló-vezetőnek döntő szerepe van ebben, hiszen a végső mozgásminőség kialakításában kulcsfontosságú szerepet tölt be (Strauss, 1995). Minél idomítottabb a terápiára használt lovunk, annál nagyobb az esélye, hogy a pácienst számára a ló anatómiai lehetőségeihez képest legjobb minőségű mozgás váljon

közvetíthetővé. Emiatt kiemelt jelentőségű a megfelelő alapkiképzés és stressz-tréning, illetve a rendszeres lovas alatti munka a díjlovagló négyyszögben, illetve terepen a terápiás munka monotóniájának megtörése érdekében.

Lehetőség szerint több lovat célszerű a terápiára kiképezni, így a ló esetleges sérülése, betegsége esetén sem kényszerülünk szünetre, valamint ki tudjuk választani az adott betegnek leginkább megfelelő méretű és mozgású lovat (Rétháti, 2000). A hatékony terápia alapfeltétele, hogy a megfelelő lovat válasszuk adott páciens kezeléséhez (Janura, 2009).

A fent leírtakból kitűnik, hogy a hippoterápia komplex követelményeket támaszt a lovakkal szemben és téves nézet, hogy a kiöregedett, apátiás nem megfelelő lépésminőséggel bíró iskolalovak alkalmasak lehetnek a terápiás munkára. Nem lehet egyetlen fajtához kötni a terápiás munkára való alkalmasságot, mint ahogy hippoterápiás célra tenyésztetni sem lehet, hiszen minden fogyatékkal élő lovas számára más-más testalakulású, mozgású ló szükséges a pónitól a sportcélra tenyésztett félvérig. A legtöbb hippoterápiával foglalkozó helyen igyekeznek ezért heterogén lóállománnyal dolgozni, hogy a különböző érintettségű, testtömegű és magasságú páciensek szükségletei kielégíthetők legyenek. Úgy vélem, hogy a terápiában dolgozó állomány kialakításánál elengedhetetlen az adott állat lehetőség szerinti, minél objektívebb értékelése hippoterápiás szempontból. Ha úgy tetszik, legyen minél pontosabb leírásunk a hippoterápiára használt lóról. Minden további lépés – esetleg tudatos kiválogatás – csak ezt követően jöhet szóba. Nagyon fontos, hogy keressünk és találjunk olyan mérési (leíró) módszereket, melyek ezt lehetővé teszik.

2.3. Hippoterápiával kapcsolatos vizsgálatok

A hippoterápiában a leggyakrabban a ló mozgásának hatásait és annak a lovasra áttevődését vizsgálják. A klinikai hippoterápia elengedhetetlen alapja, hogy a különböző dinamikai paramétereket definiálják és nyomon kövessék a különböző kölcsönhatásokat az egymáson érintkező felületeken (lovas és a ló háta) (Janura és mtsai, 2009). A hippoterápia során a ló medencéjének mozgása motoros és szenzoros ingereket közvetít az emberi testre. Ezen mozgások meglehetősen komplexek és nehezen írhatók le biomechanikai paraméterekkel. Ezeket a mozgásokat igyekezett összesíteni Witte és mtsai. 2009-ben PCA (Principal Component Analysis) módszerrel. A lépésben haladó ló mozgása az emberi mozgáshoz nagyon hasonló mozgásmintázatot közvetít (Bertoti, 1988; Fleck, 1992; Potter és mtsai, 1994). Ezen hipotézist tanulmányozták Hidehiko és mtsai. (2011) gyorsulásmérő segítségével, 50 ember (21 férfi és 29 nő) és 11 ló vizsgálatával. A ló mozgásciklusának háromdimenziós gyorsulási adatait hasonlították össze az emberi járásával. A gyorsulási grafikonok egybe estek az emberi járás és a lovaglás esetén. Mérték a testmozgás intenzitását is és a pulzus és légzésszám nem különbözött járás és lovaglás során.

Különböző nyomásmérővel, biomechanikai tanulmányokat végeztek a ló hátán lévő nyergen fellépő erők tanulmányozása céljából (Harman, 1994; Jeffcott és mtsai, 1999; Fruehwirth és mtsai, 2004; Winkelmayr és mtsai, 2006; de Cocq és mtsai, 2006; Meschan és mtsai, 2007).

Janura és munkatársai (2009) a lovas és a ló háta között fellépő nyomásviszonyok mértékét és irányát vizsgálta, nyereg nélkül, kifejezetten hippoterápiás szempontból, 4 egészséges nő segítségével, akiknek semmilyen előzőleges lovas tapasztalata nem volt. A kísérlet során három héten keresztül összesen öt, 20 perces hippoterápiás kezelésben részesültek

a lovasok. A kezeléseket ugyanazzal a lóval biztosították, mely elasztikus nyomásérzékelővel volt felszerelve. A maximális nyomás értéke szignifikánsan ($p < 0,05$) növekedett az ötödik kezelés végére. A lovasra áttevődő nyomás nagyobb ($p < 0,01$) volt a hátsó lábak talajérintésekor, mint az elülső lábak esetén. A kezelések előrehaladtával a nyomás központok által meghatározott felület mérete csökkent ($p < 0,05$), mely a hippoterápia hatékonyságát támasztja alá, hiszen a lovasok jobban együttmozogva a lóval, kevésbé csúszkáltak. Összességében megállapítható, hogy a kezelések előrehaladtával a lovasok jobb egyensúllyal, stabilabban ültek a lovon.

A ló törzsének laterális (oldalirányú) mozgását követi a lovas medenceöve, mely a nyomásközéppontok eloszlását (méretét) a medio-laterális irányba tolja el. Ebben az irányban a lovas testének tömegközéppontja eltér a várt mozgástól. A nyomásközéppontok eloszlásának szórása ebben az irányban nagyobb, mint az előre-hátra (anteroposterior) mozgás esetén és a páciens mozgása így kisebb stabilitással jellemezhető (Jeffcott és mtsai, 1999).

Összefüggést találtak a lovas ügyessége és a lovagolt ló mozgásminősége között (Peham és mtsai, 2001). Köztudott, hogy a lovaglások kezdetén, hasonlóan minden új mozgásos tanuláshoz, egy velejáró fokozott izomtónus figyelhető meg, fiziológiai funkciók megváltozásával együtt. A lovaglás esetén a fokozott izomtónus főleg a törzs alsó részén, a medencében és a combokon figyelhető meg. Ezért az ülőcsontokon (ischium) kevesebb súly tevődik át, ami így egy kezdeti csökkent nyomás értékekben fejeződik ki. A fokozatos relaxáció hatására a lovas teljesen ültetetté válik a ló hátán. Ezen változások mértéke a lovastól függenek, hogy milyen szinten képes alkalmazkodni az adott mozgásos aktivitáshoz. A hippoterápia során, a lovas mozgás mintázatának változásai

korán észrevehetőek. Mivel a hippoterápia erős emocionális élménnyel jár, hatékony bevéődést is feltételezhetünk a pozitív érzelmi töltet miatt (Ionatamishvili és mtsai, 2001).

Adott lovas ügyességének fejlődése, a hippoterápiában fontos helyes ülés javulása a lovas ízületi és test szegmentumai közötti szögek mérésével nyomon követhetőek (Kang és mtsai, 2010).

A ló hátáról a lovasra a háromdimenziós mozgásimpulzusok 90-110 mozgásimpulzus/perc (1,5-1,8 Hz) frekvencián tevődnek át (Tauffkirchen, 2000).

Matsuura és mtsai (2008), különböző testalakulású hippoterápiás lovak mozgását vizsgálták, a lovas medencéjén rögzített gyorsulásmérővel. Megállapították, hogy a kilengések frekvenciája lépésben és ügésben is magasabb volt ($P<0,01$) az alacsonyabb ($1,91\pm0,121$ Hz lépésben, $3,02\pm0,186$ Hz ügésben), mint a magasabb marmagasságú lovak esetén ($1,68\pm0,081$ Hz lépésben, $2,66\pm0,160$ Hz ügésben). A függőleges kilengés, lépésben kisebbnek ($P<0,05$) bizonyult a szélesebb lovaknál ($14,4\pm2,20$ mm), mint a keskenyeknél ($18,8\pm4,48$ mm).

Buchner és mtsai (1994) szerint a sántaság hatással van a nyak és fej mozgásra. Lépés során a hátproblémás lovak esetén kisebb arányú medence rotációt tapasztaltak az egészséges egyedekhez képest (Wennerstrand és mtsai, 2004). A hát mozgására hatást gyakorol a fej és a nyak pozíciója (Rhodin és mtsai, 2005). Megállapították, hogy amikor a fej magas pozícióban volt a flexiós-extenziós mozgás, oldalirányú (laterális) elhajlás és a tengelyirányú (axiális) forgás (rotáció) mértéke csökkent lépésben a fej szabadon, vagy az alacsony pozícióban tartott állapotához képest. Johnston és mtsai (2004) megállapították, hogy a ló kora, neme és használata befolyásolja a hát kinematikáját.

A ló hosszú hátizmának ((longissimus dorsi)) izometrikus összehúzódása a felelős a gerincoszlop stabilitásáért a fellépő dinamikus erőkkel szemben, a lépés jármód során. Licka és mtsai. (2009) a hosszú hátizom aktivitását vizsgálta elektromiográfiás eljárással (EMG) lépés és ügetés jármódban futószalagon és megállapították, hogy a legnagyobb aktivitást a T12-es hátcsigolya, a legkisebbet pedig az L3-as ágyécsigolya területén mérték. A magas T12-es hátcsigolya pontjánál mért hosszú hátizom aktivitás okozza a többnyire innen kiinduló hátfájást lovaknál.

Groesel és mtsai. (2010) a ló gerincoszlopának laterálflexiója (oldal irányú elhajlása) közben fellépő hosszú hátizom aktivitást tanulmányozták reflektív markerek és EMG segítségével lépés és ügetés jármódokban. Megállapították, hogy lineáris kapcsolat van a hosszú hátizom rövidülési hossza és annak aktivitása között az alátámasztási fázis során ($r=0.95 \pm 0.07$ a bal és $r=0.91 \pm 0.07$ jobb oldali hosszú hátizom esetén). Ezen összefüggés segítséget nyújt a hosszú hátizom modellezésében, és bemutatja hogyan lesz az erőből mozgás.

A ló nyakmozgásának komoly jelentősége van a lovassportokban. Zsoldos és mtsai. (2010) a ló nyakcsigolyáinak különböző mozgásait tanulmányozták. Megállapították, hogy a legkisebb mozgásterjedelmű flexió-extenziót (hajlítás-nyújtás) a C5-C6-os ($2^\circ \pm 1^\circ$) és a legnagyobb a C3-C4-es nyakcsigolya közötti ízület ($11^\circ \pm 5^\circ$) produkálja. A legkisebb mozgásterjedelmű axiális rotációt (tengely irányú forgás) a C5-C6-os ($2^\circ \pm 1^\circ$) és a legnagyobb az atlantoaxiális nyakcsigolya ízülete ($7^\circ \pm 2^\circ$) esetén figyelték meg. A legkisebb oldalirányú elhajlást a C5-C6 ízület között ($2^\circ \pm 1^\circ$) a legnagyobbat a C7-T1 közötti ízületnél ($18^\circ \pm 5^\circ$) állapították meg.

A lábak mozgatásához szükséges erő nagy részét a váll- és medenceöv izomzata szolgáltatja. A lábak alsó részei passzívan követi a felső részeket (Back, 2002).

A ló sebességének változtatása hatékony eszköz a hát mozgásának befolyásolására (Künzle, 2000). Robert és mtsai (2001) a sebesség hátmechanikájára gyakorolt hatását vizsgálták. Megállapították, hogy a futószalag sebességének növekedésével, ügetésben csökkent a törzs vertikális kilengéseinek amplitúdója és a flexió maximális szögei, az extenzió mértéke változatlan maradt.

Janura (2010) a lépés sebességének hatását vizsgálta a ló hátán lévő pontok vertikális és horizontális elmozdulásainak összefüggésében. Feltételezésük szerint a lépés sebessége hatással van ezen elmozdulásokra. Félgömb alakú markereket helyeztek el 7 lovon, melyeket különböző sebességgel vezettek fel. A sebesség növekedésével a mozgásciklus hossz és a mozgásciklus frekvencia egyaránt növekedett. A hát középpontja (marteteje és a farbúb távolságának felénél) és a külső csípőszögleti pontjai esetében a sebesség növekedésével nőtt a vertikális elmozdulások mértéke, és a külsőcsípőszögleti pont esetén a horizontális (laterolaterális) kilengés is. A gerinc háti szakaszán elhelyezett markerek esetén a sebesség növekedésével csökkent a laterális mozgás és nőtt az axiális mozgás. A lépés hossza és a külső csípőszögleti pont vertikális elmozdulása és a mozgásciklus frekvencia magasabb volt a gyors lépés ($1,59 \pm 0,13$ m/s) esetén, összehasonlítva a lassú lépéssel ($1,07 \pm 0,08$ m/s). Ez a klinikai szempontból fontos megállapítás igazolja a terápiás hatását a hippoterápiának abban az esetben is, amikor a páciens hason fekszik a lovon és a könyökei a ló külső csípőszögleteinél helyeződnek.

A ló hátán elhelyezett különböző markerpontok függőleges irányú mozgása szinusz görbét formál (Matsuura és mtsai, 2003). A medence mozgott a legaktívabban, feltételezhetően a hátulsó lábak, aktív előrehajtó munkája következtében. A legkisebb mozgást a hátvonal (a mart és farbúbot összekötő egyenes) mar közeli negyed pontja produkálta, ahol a kilengés

korlátozott az elülső lábak ez ellen ható talajfogása. Licka és Peham (1998) szerint a laterolaterális mozgások 3,6-5,7 cm közöttiek. Mások szerint a belső csípőszöglet mozgások terjedelme 2,7 cm (Matsuura és mtsai, 2003). Janura méréseihez képest az eltérés oka, hogy a fent említett tanulmányokat futószalagon mintavételeztek. Kimutatták, hogy a paták függőleges kilengései nagyobbak aszfalt talajon a futószalaghoz képest.

A lassú lépés kisebb impulzusokat biztosít a hippoterápia során. Feltételezhetően a lépés sebességének és frekvenciájának csökkenése, segíti a koordinációt és csökkenti az izom tenziót (Hermannova, 2002).

2.4. A lépés jármód jellemzése

A sportlő teljesítménye a lovassportokban mutatkozik meg, ahol a teljesítmény nagyban a lő mozgására épül, annak függvénye. A sportra való alkalmasságot tehát elsősorban a mozgás dönti el. A mozgás minősége élettani szempontból az ideg-izom koordináció függvénye, és közepes mértékben öröklődő tulajdonság. Az egyes jármódok jellegzetességeinek örökölhetőségével kapcsolatban, a h^2 értékre vonatkozó szakirodalom különböző adatokat szolgáltat: lépés 0,23-0,55; ügetés 0,30-0,58; vágta 0,27-0,56 (Bowling-Ruvinsky, 2000).

A lépés jármódban rejlik a hippoterápia speciális hatásmechanizmusa is. Mivel a lépés fejlesztési lehetősége lovaglással minimális, ezért a lő kiválasztásakor különös gondot kell fordítani annak bírálatára (Györgypál Z, 2002). A lovak lépése természetes négyütemű jármód, ahol a lábsorrend: jobb hátulsó, jobb elülső, balhátulsó, bal elülső (Clayton, 1996). A lépés során legalább kettő, de a támasztási fázisok váltásakor három láb van a földön, nincs lebegési fázis, és a lábpárok mozgása fél fázissal eltolódik egymástól (Endrődi Á, 1998).

1. táblázat: Az összeszedett, közép, ill. nyújtott lépés egyes kinematikai paramétereinek átlagai és szórásértékei (Clayton, 1995, 1998 nyomán)

^{ab}: szignifikáns különbségek $P < 0,01$

	Összeszedett lépés	Közép lépés	Nyújtott lépés
Sebesség, m/s	1,37±0,17 ^a	1,73±0,15 _b	1,82±0,07 ^b
Mozgásciklushossz, cm	157±0,12 ^a	187±0,11 _b	193±0,09 ^b
Elülső láb lépéshossz, cm	78 ^a	93 ^b	97 ^b
Hátulsó láb lépéshossz, cm	79 ^a	93 ^b	96 ^b
Túllépés mértéke, cm	-7±8 ^a	19±12 ^b	27±7 ^b
Unilaterális lépéshossz, cm	158±13 ^a	167±11 ^a	166±9 ^a
Mozgásciklus időtartama, ms	1159 ^a	1081 ^{ab}	1064 ^b
Ütem, mozgásciklus/perc	52 ^a	55 ^{ab}	56 ^b
Elülső végtagok lendítési fázisainak időtartama, ms	568±53 ^a	550±35 ^a	530±32 ^b
Elülső végtagok alátámasztási fázisának időtartama, ms	774±81 ^a	715±52 ^a	698±40 ^a

Mivel a lépés szimmetrikus jármód, a bal és a jobb oldali időbeli változók is szimmetrikusak (Hildebrand, 1965). Megkülönböztetünk összeszedett lépést, középlépést, nyújtott lépést és szabad lépést. A négy lépéstípus közül az első három jelentős, ezek paramétereit vizsgáló kutatás (Clayton, 1995) eredményei láthatók az 1. táblázatban.

Az eredmények alapján a sebességet tekintve, a legnagyobb változásokat a lépés hossza eredményezi. Lépés jármódban a lépéshossz kifejezhető a hátulsó láb és az azonos oldali elülső láb talajérintése közötti távolság értékével és a túllépés mértékével. A lépéshossz növekedése ebben a jármódban szinte kizárólag a túllépés mértékének növekedése miatt következik be. Tehát a lovak jelentős túllépést produkálnak közép és

nyújtott lépésben. Az elülső lábközép- (metacarpus) és hátulsó lábközép (metatarsus) szegmentumok talajérintéskori szöge szignifikánsan nagyobb összeszedett lépésnél, mint közép- és nyújtott lépésnél, az elemelési szög pedig szignifikánsan kisebb ($P < 0,01$) összeszedett lépésnél, mint a nyújtottnál. Ezen szegmentumoknak tehát szélesebb mozgásterjedelme van az alátámasztási fázis alatt nyújtott lépésnél, az összeszedetthez képest. Az elülső és hátulsó lábtő talajérintési és elemelési szögei nem változtak a különböző lépéstípusoknál (Clayton, 1995).

A szabályos 4 ütemű lépés kritériumnak csak kevés vizsgált ló felelt meg közép és nyújtott lépésben (Clayton, 1995). Sok lónál rövidebb az idő a hátulsó és a azonos oldali elülső paták talajérintése között, mint az elülső és a diagonális hátulsó paták között. Erre a fajta ritmusra utal mikor a ló passzban jár (FEI, 2003; Clayton, 1998). Ez a jármód súlyos hibájának számít, és a díjlovagló versenyeken pl. a pontozás során a bírók szigorúan büntetik. Néhány lónál megfigyelhető, hogy a lépés ritmusa során az elülső pata és a diagonális hátulsó pata talajérintése között rövidebb idő telik el, mint a hátulsó és az unilaterális elülső pata talajérintése között. Vannak lovak amelyeknél az összeszedett lépés mutat inkább szabályos ritmust, más lovak nyújtott lépésben szabályosabbak.

Az előrehaladó mozgás lényegében nem más, mint ritmikus tömegközéppont-áthelyezési folyamat. A test stabilitása járás közben az alátámasztás biztonságától, vagyis az állásbiztonságtól függ (Horváth, 2001). A három lábbal történő alátámasztás esetén a stabilitás a három lábnak az állat tömegközéppontjához viszonyított pozíciójától függ (Gray, 1944). A két lábbal történő alátámasztáskor a diagonális alátámasztás eredményezi a nagyobb stabilitást a unilaterálishoz képest, mert ilyenkor az alátámasztási vonal keresztezi a törzs tengelyét és így az közelebb van a tömegközépponthoz (Hildebrand, 1978), továbbá keresztezi a

tömegközéppontot is (Benke, 1934). Általában az alátámasztás fordított arányban áll a sebességgel: alacsony sebességnél a lónak jobban kell az egyensúlyára hagyatkoznia a kisebb dinamikai stabilitás kompenzálása érdekében (Clayton, 1989). Ennek egyik legjobb példája a lépésben végrehajtott félpiruett elemzése. Összeszedett lépésben végrehajtott félpiruettek vizsgálatakor Clayton és mtsai (1999) az összeszedett lépéssel összehasonlítva azt állapították meg, hogy a háromlábas alátámasztás időtartama átlag 20 %-al növekedett lépésciklusok alatt. Az unilaterális és diagonális lépés időtartama közötti szignifikáns különbség ($P < 0,05$) tisztán mutatja, hogy – az FEI elvárásaival ellentétben – a félpiruettnek nincs meg az a szabályos ütemessége, mint az összeszedett lépésnek. A félpiruettnél, ahol nincs előre irányuló mozgás, a három lábbal történő alátámasztás meghosszabbodását figyelhetjük meg, időnkénti négy lábbal történő alátámasztással egyes lovak esetében. A lovak kisebb-nagyobb mértékben eltérően hajtják végre a félpiruettet, piruettet ami a különböző egyensúlyozási stratégiával függhet össze (Clayton és mtsai, 1999).

2.5. A ló mozgásának hatásai a páciensre

A hippoterápia azon a hipotézisen alapszik, hogy lépésben a ló hátán ülve olyan motoros és szenzoros ingereket kap a lovas, ami a tényleges emberi járás során érné. Ezt a feltételezést vizsgálták és igazolták 50 egészséges emberen, gyorsulásmérőt használva (Ren és mtsai, 2006). Az emberi járás gyorsulás görbéje megegyezett a ló lépése közben fellépő gyorsulás görbéjével, ugyanazon frekvenciával. A feladat intenzitásának felmérése érdekében vizsgálták a pulzust és a légzésszámot, mely során nem találtak szignifikáns különbséget a lovon ülés és a tényleges járás között. A vérnyomás valamivel magasabb volt a lovon ülés során, de mindkét esetben

alacsonyabb volt a normál körülményekhez képest (Hidehiko és mtsai, 2011).

A ló hátulsó lába által indított mozgás kicsit késleltetve – mivel a lovas nem a ló farán ül, hanem előbbre – tevődik át a lovasra. Figyelembe kell vennünk azt is, hogy a ló és a lovon ülő gerince egymással 90 fokos szöget zár be egymással. A ló hátulsó lábainak mozgása következtében, hol az egyik, hol a másik oldali csípője emelkedik, illetve süllyed, ez a lovas medencéjét jobbra-balra billenti, oldalhajlást eredményez. A hátulsó lábak lépésekor a ló medencéjének két oldala felváltva előre, illetve hátra mozog, ami a gerincén oldalhajlást eredményez, és ez, mint rotáció tevődik át a lovas medencéjére. Ehhez adódik a lábak előre hajtó (elrugaszkodáskori) és fékező (talajra érkezéskori) hatása következtében ható előre-hátra történő mozgás. Mivel a ló minden lépéssel előbbre halad, a gyorsító mozgás mindig nagyobb, mint a fékező. A ló lépése során, ahogy emeli és leteszi lábait, egy fel-le mozgás jön létre, ami szintén áttevődik a lovasra.

A medence rotációja a vállövre késleltetve tevődik át, ezáltal megvalósul a járással megegyező diagonális minta.

Az ember egy kis alátámasztott területen ül a nyeregben, vagy anélkül, közvetlenül a ló hátának legmélyebb pontján, és súlya eloszlik az ülepe és a felsőcomb hátsó középső részén. Ezen az alátámasztáson kell felépítenie és megtartania testhelyzetét, amikor elmozdul alatta a ló.

A lovaglás során a lovas ülése aktív, ezzel szemben a páciens ülése reaktív, befogadó, a ló által keltett impulzusokat felvevő, azokra reagáló. A passzív ülés nem megfelelő, ugyanis akkor a ló impulzusai nem váltanak ki reakciókat (Györgypál, 2000).

A ló ülöpontjainak mozgásai a következők:

- Flexió-extenzió (a lovas fel-le mozog, a felegyenesedést fejleszti)
- Laterálflexió (a lovas gerincére rotációként terjed át, a csípőízületben)

rotációt idéz elő, izomtónus oldó hatású)

- ülőpontok egymáshoz képesti vertikális billenése (a lovas gerincére mint laterálflexió terjed át, a csípőízületben ab-addukció irányú mozgás az eredmény)

A ló haladásából, lépéséből eredő mozgások:

– ellépés, elrugaszkodás talajfogás (a lovas medencéjét előre-hátra mozgatja, a csípőízületben flexió-extenzió jön létre, a gerincben a felegyenesedést stimulálja)

– a lábak váltott megterhelésének és tehermentesítésének oldalirányú kilengés az eredménye (a lovas is jobbra-balra leng a lóval együtt, esetleg az ülőcsontok terhelődése váltakozik)

– a támasztó láb nyújtása és a tehermentesített hajlítása (a lovas fel-le irányú mozgását okozza) (Györgypál, 2000).

Egyes kutatások szerint (Szepesi, 2001) azok a lovak, melyeknél a longitudinális kilengés a legerősebb, nagyobb biztonságérzetet adnak a betegnek. A paciens attól, hogy erősebb az előremozgás, úgy érzi, hogy jobban viszi a ló, miközben az előre-hátralengés a csípőmozgást és a gerincoszlop kiegyenesedését stimulálja.

Ha a ló mozgásának hangsúlya a horizontális szintnél van, erősebb lesz a csípő rotációs mozgása, ami a csípőízületet megnyújtja. A láb a süllyedő csípő oldalán hosszabb lesz, a lovas úgy érzi, hogy „zötyögős” a ló.

A vertikális szint dominanciájakor a fel-le mozgás a legerősebb. Ez hat a kiegyenesedésre, arra készíti a lovast tudat alatt, hogy koordinálja a mozgását a csípő és a felső combizomzat között (Wanzek-Blaul, 2001).

2.6. Nevezéktan

A lovak mozgáselemzésével kapcsolatos nemzetközi szakirodalom feldolgozása révén, a vélemények és tapasztalatok összegzésével, magyar nyelvű, egységes kinematikai nevezéktant állítottam össze mely egyértelművé és összehasonlíthatóvá teszi a későbbi, hasonló témában született biomechanikai tárgyú vizsgálatokat.

Alátámasztási időtartam: az az időtartam, mely során a láb a mozgáscikluson belül, érintkezik a talajjal.

Aszimmetrikus jármód: a lábak aszimmetrikusan lépnek időben, és a középsíkhöz képest (Barrey, 1999; Fehér, 1980).

Biomechanika: a biofizika egyik ága, mely élő rendszerek erő hatására bekövetkező mozgásait elemzi térben és időben (Barton, 1983).

Diagonális elemelés egyidejűsége (DAL): ügetés során a diagonális lábpárok egyidejű elemelésétől való eltérés mértéke, ms-ban kifejezve. Értéke pozitív, ha a hátulsó láb hamarabb, 0 ha egyidőben, illetve negatív, ha a hozzá tartozó elülső lábat követően hagyja el a talajt.

Diagonális lépés hossz: az elülső láb és az ellentétes oldali hátulsó láb talajérintése közötti távolság, lépésben, cm-ben kifejezve

Diagonális lépés időtartama: az elülső láb és az ellentétes oldali hátulsó láb talajérintése között eltelt idő, lépésben, másodpercben, vagy ezredmásodpercben kifejezve.

Diagonális talajérintés egyidejűsége (DAP): ügetés során a diagonális lábpárok egyidejű talajérintésétől való eltérés mértéke, ms-ban kifejezve. Értéke pozitív, ha a hátulsó láb hamarabb, 0 ha egyidőben, illetve negatív, ha a hozzá tartozó elülső lábat követően éri a talajt.

Elülső lépés időtartam: a két elülső láb, egymást követő talajérintései között eltelt idő másodpercben, vagy ezredmásodpercben kifejezve. Bal

elülső lépés időtartam: A bal elülsőtől -, a jobb elülső talajérintésig eltelt idő. Jobb elülső lépés időtartam: A jobb elülsőtől -, a bal elülső talajérintésig eltelt idő.

Hátulsó lépés időtartam: a két hátulsó láb, egymást követő talajérintései között eltelt idő másodpercben, vagy ezredmásodpercben kifejezve. Bal hátulsó lépés időtartam: A bal hátulsótól -, a jobb hátulsó talajérintésig eltelt idő. Jobb hátulsó lépés időtartam: A jobb hátulsótól -, a bal hátulsó talajérintésig eltelt idő.

Jármód: a lábak és az állat egész testének komplex és szigorúan koordinált, ritmikus és automatikus előrehaladó mozgása (Barrey, 1999)

Kinematika: a mozgási folyamatokat vizsgálja, az azokat okozó erőket figyelmen kívül hagyva. Csak tisztán mozgásgeometria, matematikai eszközökkel időben és térben ábrázolja a mozgásfolyamatot (szögelfordulási változók, sebesség, gyorsulás stb.)(Barrey, 1999; Barton, 1983)

Kinetika: a mozgási folyamatokat okozó erőket vizsgálja. A kinetika erővel, munkával, energiával számol, valamint összefüggésben van különböző kinematikai változókkal is (sebesség, gyorsulás stb.) (Barrey, 1999)

Laterális talajérintés egyidejűsége: az azonos oldali lábpárok egyidejű talajérintésétől való eltérés mértéke, ms-ban kifejezve. Értéke pozitív, ha a hátulsó láb hamarabb, 0 ha egyidőben, illetve negatív, ha a hozzá tartozó elülső lábat követően hagyja el a talajt.

Laterális elemelés egyidejűsége: az azonos oldali lábpárok egyidejű elemelésétől való eltérés mértéke, ms-ban kifejezve. Értéke pozitív, ha a hátulsó láb hamarabb, 0 ha egyidőben, illetve negatív, ha a hozzá tartozó elülső lábat követően hagyja el a talajt.

Lábsorrend: olyan összetett fogalom, amely a lépések rendezettségét, élénkségét és lendületét rejt magában (Endrődy, 1938).

Lebegő fázis: azon időtartam míg egyetlen pata sem érinti a talajt a mozgás során. A lebegés során, mind a négy láb egyszerre, a lendítési fázisban van.

Lebegő fázis hossza: a lebegő fázis időtartama alatt megtett távolság cm-ben.

Lebegő fázis időtartama: Az utolsó lendítő láb talajról elemelése pillanatától az első talajt érintő pata pillanatáig eltelt idő, másodpercben, vagy ezredmásodpercben kifejezve.

Lendítési időtartam: az az időtartam, másodpercben, vagy ezredmásodpercben kifejezve, mialatt a láb a talajjal a mozgáscikluson belül nem érintkezik.

Lineáris távolság: a test által megtett út hossza, figyelmen kívül hagyva a vizsgált kezdő és végpontot összekötő egyenes pontos irányát (Clayton, 2003).

Lineáris elmozdulás: olyan vektormennyiség, mely a test mozgásának kezdő és végpontja által meghatározott irányú egyenes hosszát jelenti (Clayton, 2003).

Lépéshossz: Az egymást követő két elülső, vagy hátulsó lábak patanyomai közötti távolság, centiméterben kifejezve.

Mozgásciklus: A jármódok egysége, a láb mozgásának egy teljes ciklusa, mely támaszkodási és lendítési fázisból tevődik össze. Az adott láb mozgásának valamelyik pillanatával kezdődik és a következő ciklus azonos pillanatáig tart (Clayton, 2003).

Mozgásciklus frekvencia: egységnyi idő alatti mozgásciklusok száma (mozgásciklus/s vagy Hz) (Barrey, 1999).

Mozgásciklus hossz: ugyanazon végtag két talajérintése közötti távolság a különböző jármódok esetén, centiméterben kifejezve (Barrey, 1999).

Mozgásciklus időtartam: ugyanazon végtag két talajérintése között eltelt idő hossza a különböző jármódok esetén, másodpercben, vagy ezredmásodpercben kifejezve.

Szimmetrikus jármód: a lábak szimmetrikusan lépnek időben, és a középsíkhöz képest (Barrey, 1999).

Túllépés mértéke: az elülső végtag patanyomának elülső felületének és az utána helyeződő azonos oldali hátulsó végtag patanyomának hátulsó része közötti távolság cm-ben. Ha a hátulsó pata, pontosan az elülső patanyomba lép, akkor 0, ha mögé, negatív, ha elé akkor pozitív előjelű a túllépés mértéke.

Unilateralis/azonos oldali lépés időtartama: a hátulsó láb és az azonos oldali elülső láb talajérintése között eltelt idő, lépésben, másodpercben kifejezve

Unilateralis/azonos oldali lépéshossz: a hátulsó láb és az azonos oldali elülső láb talajérintése közötti távolság, lépésben, cm-ben kifejezve

Ütem: a ló lábingahosszának megfelelő élénkségben végzett lépések vagy ugrások egyenletességét értjük rajta. Az egyes jármódokon belüli különbségeket a sebesség és az ütem határozza meg. Emellett alapvető szempont bármely jármódban a lábsorrend tisztasága és a megfelelő lendület fenntartása (Móczár, 1934; Magyar és Györffy-Villám, 1988).

3. CÉLKITŰZÉSEK

1. Kültéri viszonyok között is alkalmazható kinematikai tárgyú mozgáselemzés módszerének kidolgozása

1.1. Mintavételezési eljárás technikai feltételeinek kidolgozása

A vizsgálatokkal célom egy olyan, a **gyakorlat számára is használható** (laboratóriumi körülményeket nem igénylő, terepen is alkalmazható), **mintavételezési eljárás kidolgozása**, mely alkalmas megfelelő minőségű digitális videó anyag készítésére, amely felhasználható mozgáselemző szoftverrel történő kiértékelésre. A kifejleszteni szándékolt technikai feltételek a következők:

- **megfelelő markerezési módszer** kidolgozása, mely kellő láthatóságot biztosít, tartósan fennmarad, akár ügetés jármódban is és jelentősebb szórveszteség nélkül eltávolítható a lóról,

- **megfelelő kalibrálási módszer** kidolgozása, praktikus (szállítható és könnyen összerakható) kalibráló eszköz kialakítása, mely méretileg alkalmas legalább egy lépés mozgásciklus biztos rögzítésére,

- **optimális kamera beállítás** (képminőség, zársebesség, zoomolás, stb.), és pozicionálás (kamera magasság, elhelyezés és távolság a kalibrált mozgástértől) kidolgozása,

- illetve minden olyan **egyéb körülmény** meghatározása, mely segíti a megfelelő minőségű videó anyag elkészítését.

1.2. Felvételek APAS szoftverrel történő elemzésének kidolgozása

- lépés jármód vizsgálatához szükséges **lő-modell kialakítása**,

– hippoterápiára használt lovak **méreteinek, időbeli-, lineáris- és szögellési paramétereinek meghatározása.**

1.3. A mintavételezési eljárás ismételhetőségének vizsgálata

A kidolgozott mintavételezési eljárás, a ló-vezetés és a kalibrálásból eredő hibák becslése és hatása a módszer megbízhatóságára.

1.4. Hippoterápiás szempontból végzett speciális kinematikai vizsgálatok technikai feltételeinek kidolgozás a hatékony hippoterápiás munkát biztosító lovak kiválasztása céljából.

A mozgásátvitel kulcsfontosságú helyének, az **ülőpontoknak a pontos mintavételezése.**

- **medence modell** kialakítása speciális markerekkel
- **hippoterápiás ló-modell** kialakítása, az APAS szoftver adaptációjával
- a **hippoterápia szempontjából fontos** ülőfelületet leíró **mozgásparaméterek definiálása.**

2. Az ülőpontok mozgáselemzése

Célom, az **ülőpontok** és az azok mozgáskarakterisztikákat jelentősen befolyásoló **vállöv és medenceöv mozgásának** vizsgálata és lehetőség szerint, minél pontosabb **leírása.**

2.1. A hippoterápiás szempontból fontos mozgásparaméterek nyomonkövetése a vizsgálatba bevont, különböző testalakulású lovaknál.

2.2. Az ülőpontok és egyéb markerpontok, illetve a testalakulás kinematikai összefüggéseinek feltárása.

2.3. A lovak mozgásminőség szempontjából történő hippoterápiás jellemzése.

2.4. A lovak egyes mozgáskarakterinek ajánlása különböző érintettségű pácienseknek, illetve meghatározott terápiás helyzetekre.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. A módszertani vizsgálatok anyaga és módszere

A felvételeket az előtanulmányok során a Lovasterápia a Fogyatékkal Élőkért Egyesület lovas helyszínén készítettük, fedett lovarda használata nélkül, kültéri környezetben, egyenletes, kemény talajon, hiszen célunk az volt, hogy olyan mintavételezési eljárást dolgozzunk ki, mely átlagos lovasiskolai körülmények között is megfelelőnek bizonyul. A felvételeket különböző markertípusokkal jelölt lovakról készítettük, más-más kamera beállítási paraméterekkel.

Lovak

Vizsgálatainkat 5, hippoterápiára rendszeresen használt lóval végeztük. A lovak jellemzőit és testméreteit a 2. és 3. táblázatban foglaltuk össze. Átlag életkoruk 14 év (8 és 19 év között), mindegyik állat minimum két éve aktívan részt vesz hippoterápiás munkában, a felvételek készítése alatti procedúrához (markerezés, futófolyosóban mozgás) kellően hozzászoktak. A mintavételezés alkalmával a lovasterápia munkacsoport lovas szakembere a vizsgálatba bevont egyedeket egészségesnek és sántaságmentesnek állapította meg.

2. táblázat: Vizsgálatban szereplő lovak jellemzői

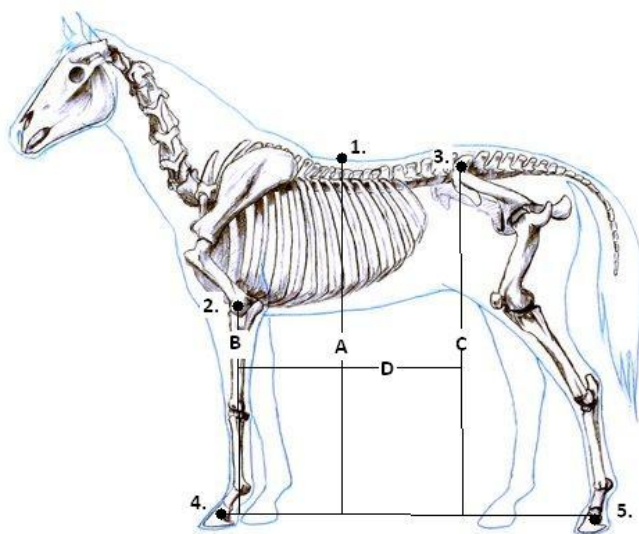
Ló sorszáma	Ivar	Fajta	Kor (év)	Hippoterápiában töltött idő (év)
1.	herélt	Angol telivér	8	2
2.	kanca	Magyar félvér	12	6
3.	herélt	Gidrán	19	6
4.	herélt	Magyar sportló	12	5
5.	herélt	Magyar félvér	19	6

A vizsgált lovak testméretei közül azokat a méreteket vettük figyelembe, melyek a hippoterápia szempontjából indokoltak és az adott kinematikai rendszerben, a vizsgált markerek segítségével könnyedén meghatározhatóak voltak. A méreteket az elkészített felvételekről – az elemzés többi fázisában is használt – APAS (Ariel Performance Analysis System, 1998, SOTE, Testnevelési és Sporttudományi Kar, Biomechanikai Tanszék, Budapest) mozgáselemző program segítségével határoztuk meg. A lótenyésztésben hagyományosan használt marmagasság, övméret, szárkörméret, (Bodó és Hecker, 1998) helyett olyan méreteket használtunk, melyek a hippoterápia szempontjából indokoltak és az adott kinematikai rendszerben, a vizsgált markerek segítségével könnyedén meghatározhatóak. A testméreteket azon a képkockán mértük, amin a bal elsülő és hátulsó paták alátámasztási fázisban vannak (1. ábra). A méretek a következők voltak:

1. **ülőpont magasság:** a bal ülöpont (a hát legmélyebb része) és a bal elülső pata szegélyének felezőpontja között mért vertikális távolság, cm-ben kifejezve.
2. **könyök magasság:** a bal könyök és a bal elülső pata szegélyének felezőpontja között mért vertikális távolság, cm-ben kifejezve.
3. **külső csípőszöglet magasság:** bal külső csípőszöglet és a bal elülső pata szegélyének felezőpontja között mért vertikális távolság, cm-ben kifejezve.
4. **könyök – külső csípőszöglet horizontális távolsága:** a bal könyök és a bal külső csípőszöglet között mért horizontális távolság, cm-ben kifejezve.

3. táblázat: Vizsgálatban szereplő lovak testméretei

Ló sorszáma	Ülőpont magasság (cm)	Könyök magasság (cm)	Külső csípőszöglet magasság (cm)	Könyök-külső csípőszöglet horizontális távolsága (cm)
1.	152,8	91,1	141,3	87,9
2.	149,2	91,0	128,4	88,5
3.	153,6	87,0	136,7	98,9
4.	157,9	93,6	136,1	93,0
5.	148,5	81,6	133,7	99,5



1. ábra: Testméretek és markerhelyek

1. bal ülőpont, 2. könyök, 3. külső csípőszöglet legalsó pontja, 4-5. a paták szegélyének felezőpontja oldalnézetben.

Ülőpont magasság (A), könyök magasság (B), külső csípőszöglet magasság (C), könyök-külső csípőszöglet távolsága (D). 1. bal ülőpont, 2. könyök, 3. külső csípőszöglet legalsó pontja, 4-5. a paták szegélyének felezőpontja oldalnézetben.

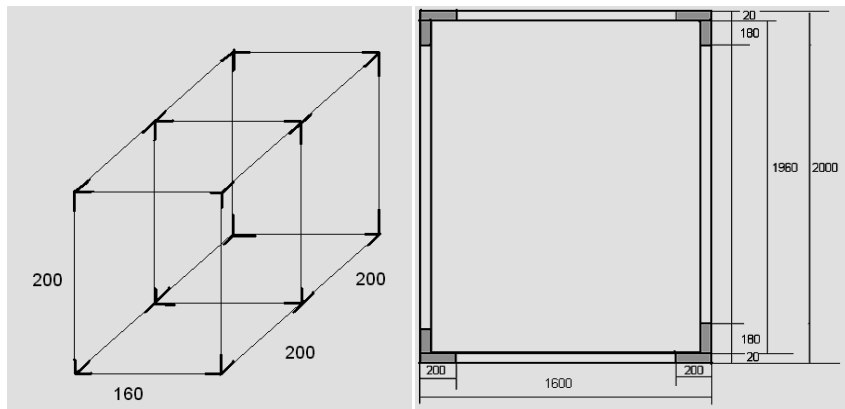
Bemelegítés

A vizsgálat megkezdése előtt a lovakat bemelegítették 30 perc nyereg alatti munkával, a lovak markerezése csak ezután következett. A felmarkerezett lovakat több ízben, a felvételek készítése nélkül felvezették a kialakított villanypásztor szalaggal határolt mozgástérben, hogy a lovak hozzászokhassanak a vizsgálati körülményekhez. A felvételek elkészítésekor a lovakat, megszokott vezetőjük (az a személy, aki a terápiás foglalkozásokon vezeti a lovat) vezette fel szabad lépésben.

Kalibráció, kamerák pozícionálása, beállítása

A felvételek készítése előtt a futófolyosót kalibráltuk, hogy a későbbi szoftveres elemzés során a program a kalibrált mozgástérben belül lévő markerpontok aktuális elmozdulásait számértékkel, mértékegységgel bíró paraméterként fejezhesse ki. A kalibráló eszközön lévő pontok ismert távolságai koordináta rendszerként funkcionálnak a későbbiekben.

A kalibráció során a futófolyosónak szánt területen kalibráló ketrecet állítottunk fel, melynek segítségével 160X200X400 cm méretű mozgástér alakítható ki (készült a KE, Állattudományi Kar, Nagyállat-tenyésztési és Termelés-technológiai Tanszék műhelyében, 2007).





2., 3. ábra, 1., 2. kép: 15 perc alatt összeállítható kalibráló ketrec

A kalibrációs ketrec 400 cm-es hossza mindenképpen elegendő akár mindig ugyanazon mozgásciklus vizsgálatához, hiszen még a díjlovak nyújtott lépésének mozgásciklus hossza is 200 cm alatt van (193 cm, Clayton, 1995), így két teljes lépés ciklus belefér (2., 3. ábra, 1., 2. kép).

A 200 cm-es magasság elegendő lehet, hiszen a vizsgálni kívánt lovak marmagassága lényegesen alacsonyabb ennél, így még a medencemodell is bőven belefér ezen magasságig kalibrált térbe.

A 160 cm-es szélesség elegendő, hogy egyenes vonalban oldalról, vagy szemből felvezethessük a vizsgált lovat.

A pozicionálás során a lovak mozgássíkjától 30 m-re, két álló DV kamerát (Sony, DCR TRV 30E) helyeztem oly módon, hogy a kamerák és a mintavételi hely síkja egy háromszöget alkotott úgy, hogy a megvilágítási feltételeket és a háttérrel figyelembe véve, a kedvezőbb oldalról a két kamera optimális látószögből rögzíthesse a lovak mozgását.

A 160 cm magasságú állványokra (Hama) helyezett kamerákat manual focus üzemmódban egyenként kézzel élesítettem a kalibrációs ketrec által határolt mozgástérre úgy, hogy a zoomolás során a kamera látómezőjében a kalibrált mozgástér előtt és után egy-egy méter látható legyen.

A felállított kalibráló ketrecről - mely egyúttal kijelöli a futófolyosó helyét - a már pozicionált DV- kamerákkal 3 másodperces felvételeket

készítettem, ügyelve, hogy a vizsgálat végéig a kamerák helyzete változatlan maradjon. A kalibráló ketrec elmozdítása előtt, a talajon megjelöltem a ketrec oldalvonalait, hogy a futófolyosót pontosan a kalibrált mozgástérrel megegyező területen alakíthassuk ki. A 160 cm széles és 400 cm hosszúságú futófolyosót úgy alakítottam ki, hogy oldalanként két-két földbe szúrható, tüskés hegyű, műanyag karó segítségével, egy-egy villanypásztor szalagot feszítettem ki.

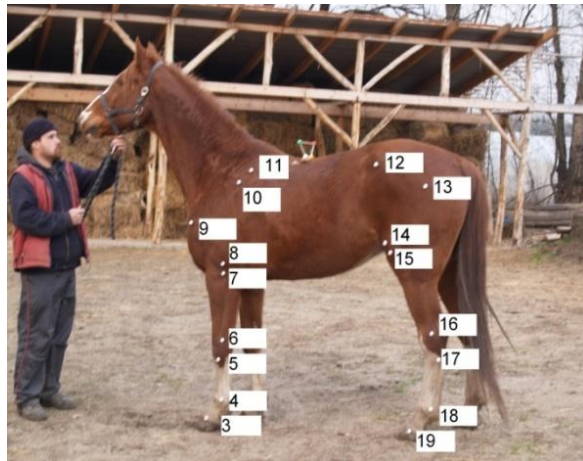
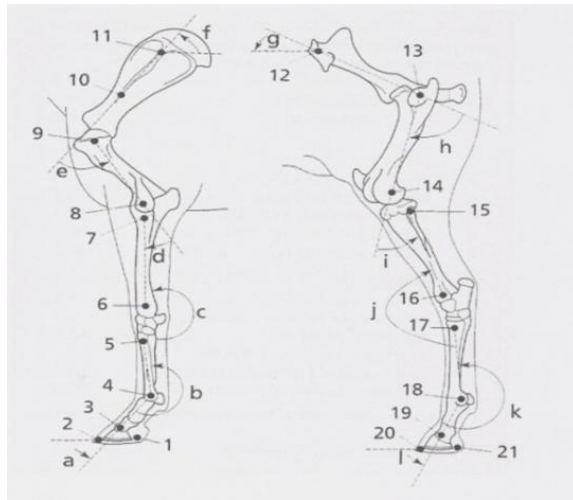
Markerezés

A bemelegített lovakat, négy lábra állítva, mind a négy lábat egyenletesen terhelve, mindig ugyanazon személy markerezte fel, jelölve a mozgás szempontjából jelentős ízületi pontokat, egymás után. Különböző markertípusok használatával vizsgáltam, hogy melyik markerezési módszer esetén kapjuk a mozgáselemző szoftverrel végzett munkához a legjobb marker pont láthatóságot (élesség, kontrasztosság).

A módszertani vizsgálatok során az alábbi markertípusok kerültek kipróbálásra:

- 2 cm átmérőjű, kör alakú fehér öntapadós lap,
- viaszosvászonra ragasztott pingpong labda, kétoldali ragasztócsíkkal ellátva (4. kép),
- 2 cm átmérőjű dekor hungarocel golyó, kétoldalú öntapadós ragasztóval.

Az ízületi markerpontokat Barrey és munkatársai (1999) nyomán jelöltem ki (4. ábra, 3. kép).



4. ábra, 3. kép: Kinematikai vizsgálatokhoz általánosan használt markerhelyek az elülső ill. a hátulsó végtagokon (Barrey, 1999)

1. sarokfal a bal elülső lábon
2. hegyfal a bal elülső lábon
3. a szegély felezőpontja oldalnézetben a bal elülső lábon
4. a harmadik lábközépcsont distalis része (metacarpus et distalis)
5. a harmadik lábközépcsont proximalis vége (metacarpus et proximalis)
6. szalagdudor (processus styloideus lateralis)
7. könyökbúb (tuber olecrani)
8. a karcsont külső gumója (epicondylus lateralis)
9. az oldalsó karcsonti gumó hátulsó vége (tuberculum majus pars caudalis)
10. a lapocka tövisének distalis része (spina scapulae)
11. a lapocka tövisének proximalis vége (spina scapulae)

12. külső csípőszöglet (tuber coxae)
13. a nagyforgató elülső vége (trochantar majorpars cranialis)
14. a combcsont bütyke (epicondylus lateralis)
15. a sípcsont bütykén lévő lapos ízületi felület (lig. collaterale lat. tapadása a tibián)
16. külsőboka (malleolus lateralis)
17. a hátulsó lábközép proximalis vége (metatarsus et proximalis)
18. a hátulsó lábközép distalis része (metatarsus et distalis)
19. a szegély felezőpontja oldalnézetben a bal hátulsó lábon
20. hegyfal a bal hátulsó lábon
21. sarokfal a bal hátulsó lábon

A 21 markerponton túl, a hippoterápia szempontjából kulcsfontosságú ülőpontokat is jelöltük a mar mögötti hosszú hátizomra helyezett markerekkel, a hát legmélyebb pontján, a 8.-12. hát csigolya közötti legalacsonyabb ponton a középvonaltól balra és jobbra 60-60 mm-re, úgy, hogy a két ülőpontot összekötő egyenes vonala merőleges legyen a ló gerincoszlopára.



4. kép: ülőpontot jelölő pingpong labda marker használata az előtanulmányok során

Mintavételezés

A mintavételezés során a felmarkerezett öt lóról, kézből vezetve, lépés jármódban, mindhárom markertípus használata alkalmával, három ismétléssel készítettem a felvételeket különböző zársebességek alkalmazása

mellett (1/50 s, 1/250 s, 1/500 s). A felvezető mindig a ló előtt haladt, hogy ne takarja egyik markert sem és igyekezett a ló által felkínált, szabad lépést elősegíteni, nem rángatva a felvezető szarát.

A felvételek készítésének megkezdése előtt nagyon fontos, hogy a lovakat kellőképpen a futófolyosóhoz és a benne végzett természetes, zavaró hatásoktól mentes mozgáshoz szoktassuk. A felvételeket abban az esetben lehet elkezdni, ha a lovat jól ismerő felvezető jelzi, hogy a vezetett ló elengedetten, rá jellemző, ütemes lépés jármódot produkál.

Videó felvételek elemzése

A felvételek elemzését a SOTE, Testnevelési és Sporttudományi Kar, Biomechanika Tanszékén végeztem Ariel Performance Analyse System (APAS, 1998) típusú mozgáselemző szoftverrel. A felvételeket elsőként digitalizáltam (fire wire port) és avi videó file-formátumban elmentettem kalibrációnkénti könyvtárakba, illetve lovankénti alkönyvtárakba.

Ezután az összetartozó videó file-okat (egy időben készített három felvétel, melyet a három kamera ugyanazon ló adott ismétlésű lépés jármód sorozatáról rögzített) pontosan azonos hosszúságúra megvágtam (APAS, Trimmer modul), úgy hogy mindhárom videófelvétel az azonos időpillanatban készített képkockával induljon, illetve fejeződjön be. Így elegendő csak a „hasznos” és rövidített hosszúságú videókkal foglalkoznunk az elemző munka során, illetve minden egyes képkocka hármas kétdimenziós képeiből háromdimenziós információ transzformálható. A szinkronizálás során jellemző kiinduló képkockának általában valamelyik láb talajfogását választottam, olyan időpillanatban, amikor a ló testének teljes terjedelme a kalibrált mozgástéren belül van. A kilépő képkockát hasonló módon határoztam meg, ügyelve arra, hogy több mint egy teljes

mozgásciklusról információt nyerhessek. A felvételek hosszúságát minimum egy mozgásciklus $\pm$ öt képkocka hosszúságúvá alakítottam. Az ily módon megvágott összetartozó felvételeket mindig ellenőrizni szükséges, hogy valóban azonos mennyiségű képkockából állnak-e, hiszen ez alapfeltétele, hogy a későbbiekben a két kamera felvételeit precízen transzformálhassam a pontos információnyerés céljából.

Ezután a markerpontok, illetve a kalibrációs felvételek kontrolpontjainak képkockánkénti markerazonosítása (APAS, Digitize) következett, melyhez az általam előzőleg meghatározott és beprogramozott ló-modell segítségével végeztem. A ló-modell kialakításánál a vizsgálni kívánt markerpontokat az általam megadott sorrendben megnevezhetem, illetve szegmentumokat alakíthatok ki belőlük, melyeket a kézi markerazonosítás során a szoftver képkockánként azonos sorrendben kéri, a kurzort mindig az előző képkocka megfelelő marker-helyéhez igazítva. Itt van lehetőség a kontroll pontok számának és egymáshoz képesti távolságának megadására is. Ezek után az összetartozó felvételek és kalibrációik fél-automatikus markerazonosítása szükséges.

A markerpontok azonosításán kívül, minden képkockán egy fix pontot kell megjelölni, melyet mindvégig ugyanoda szükséges jelölni az összetartozó felvételeken. Erre a célra a futófolyosó bal oldali, a két kamerához közelebb eső villanypásztor pálcájának tetejét választottam, mely az alábbi képen, mindkét felvételen, négyzet keretben.

Az összetartozó videó-felvételeket transzformáltam (Direkt Lineáris Transzformáció, APAS, Transform modul), mely eljárás után háromdimenziós információt (távolságok, szögek) kaphatok bármely markerpontról, illetve az általuk meghatározott szegmentumokról.

Az transzformált felvételek információ tartalmát ezután szűrni szükséges (APAS, Filter modul) a kézi digitalizáció adta hibáktól, mely

torzíthatja a kapott eredményeket. Markerpontonként különböző frekvenciájú zajok szűrhetők a modul segítségével, úgy, hogy a szűrés frekvenciájának változtatása közben láthatóak folyamatosan a tér három irányába az adott markerpont elmozdulás, sebesség, illetve gyorsulási változásai.

A megszűrt kinematikai információt ezután az APAS Display modulja segítségével feldolgoztam.

4.2. Az időbeli változók vizsgálatának anyaga és módszere

A különböző időbeli változók (4. táblázat) a képkockák mennyiségi elemzésével követhetők. Az időtartam másodpercben is kifejezhető a képkockák mennyisége és a kamera mintavételezési frekvenciájának ($25 \text{ frame/s} = 25 \text{ Hz}$) hányadosával (Európa PAL rsz., mely 25 Hz-es). A képkockák mennyiségi elemzése során attól a képkockától kezdtem számítani az alátámasztási fázist, amint a pata először érintkezett a talajjal, illetve addig a képkockáig amikor az adott pata már semmilyen részével nem érintkezett a talajjal. Ettől a képkockától a lendítési fázis kezdetét számoltam. A megfelelő fázisokban, meghatároztam képkockák mennyiségét. Vizsgáltam mindegyik lónál, külön-külön az egyes lábak lendítési, illetve alátámasztási időtartamát is, melyek összeadásával a mozgásciklusok időtartama kiszámítható.

Miután kiszámoltuk lábanként a mozgásciklusok időtartamát, meghatároztuk a vezetett ló által felkínált lépés frekvenciáját, azaz a percenkénti mozgásciklusok számát (lépés frekvencia = $60\text{s}/\text{mozgásciklus időtartama}$).

4. táblázat: A vizsgált időbeli változók

Időbeli változók	Meghatározásuk	Mértékegység
Alátámasztási időtartam	Az, az időtartam, amíg a pata a talajjal érintkezik.	Db képkocka, vagy ms.
Lendítési időtartam	Az, az időtartam, amíg a pata a talajjal nem érintkezik.	db képkocka, vagy ms.
Mozgásciklus időtartam	Támaszkodási időtartam + lendítési időtartam.	db képkocka, vagy ms.
Mozgásciklus frekvencia	Adott időegység alatti mozgásciklusok száma.	mozgásciklus/perc (percenkénti)

4.3. A lineáris változók vizsgálatának anyaga és módszere

A vizsgálatok során a markerpontok elmozdulásainak megfigyelésére és leírására törekedtem. A lineáris változókat, azaz a különböző markerpontok cm-ben mért elmozdulásait, az APAS Display modul segítségével számítottam ki.

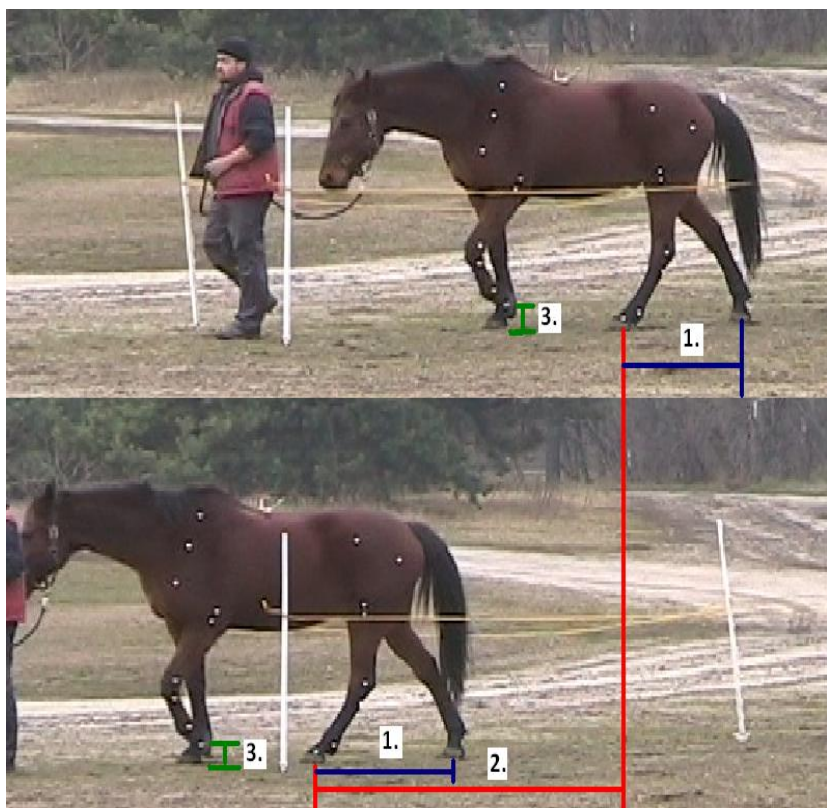
A lineáris változók (5. táblázat) közül mértem a lépéshosszokat az elülső és hátulsó paták kontralaterális helyeződései között (BH-JH, JH-BH, BE-JE, JE-BE), a mozgásciklus hosszokat, pataemelési magasságát és a túllépés mértékét. A túllépés értéke negatív előjelű volt, ha a hátulsó pata, az elülső patanyom mögött volt, nulla, ha a hátulsó láb pont az elülső patanyomba lépett és pozitív, ha a hátulsó láb az elülső láb patanyoma elé lépett.

5. táblázat: A vizsgált lineáris változók

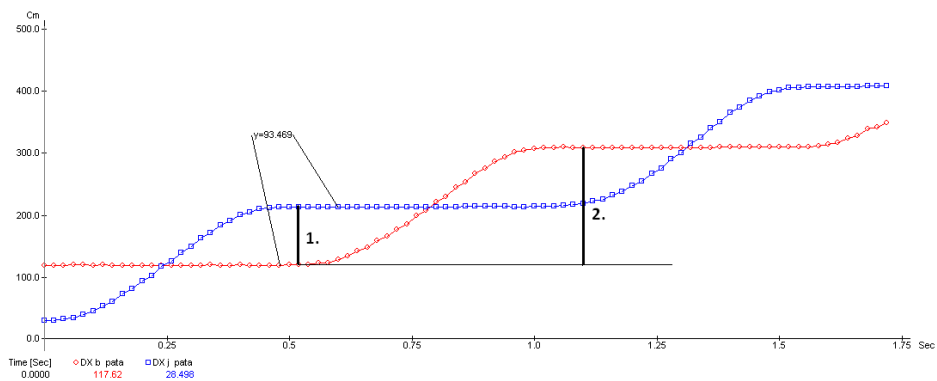
Lineáris változók	Meghatározásuk	Mérték-egység
Lépéshossz	Az egymást követő két elülső, vagy hátulsó lábak patanyomai közötti távolság.	cm
Mozgásciklus hossz	Ugyanazon láb egymás után következő patanyomai közötti távolság.	cm
Pataemelés magassága	Adott pata pályagörbéjének legmagasabb pontja és alátámasztási fázisa között mért vertikális távolság.	cm
Túllépés mértéke	Az elülső patanyom és az azt követő azonos oldali hátulsó láb patanyomai közötti távolság.	cm

Az APAS Display modullal mindegyik markerpont X (anteroposterior), illetve Y (dorsoventrális) tengely mentén történő elmozdulásáról, külön-külön, vagy akár a kinematikailag összetartozókról együtt is, diagramok készíthetők. A létrejött diagramokon ezután a vizsgálni kívánt szélsőértékek között, a pontokra klikkelve, könnyedén, meghatározhatók a távolságok.

A 5. kép a hátulsó lábak lépéshosszát és mozgásciklushosszát, illetve az elülső lábak pataemelési magasságát szemlélteti, melynek vizsgálata akkor lehetséges, amikor mindkét hátulsó láb alátámasztási fázisban van.



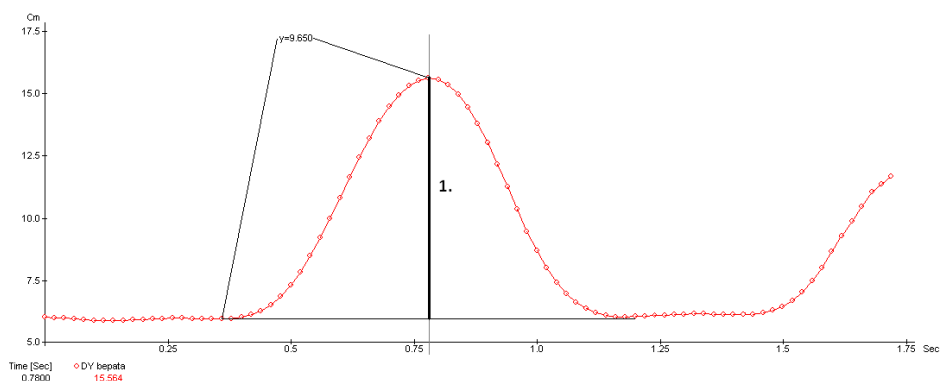
5. kép: Vizsgálni kívánt hátulsó láb lépéshossza (1.), mozgásciklus hossza (2.), pataemelési magassága (3.)



5. ábra: bal (kör) és jobb (négyzet) hátulsó pata anterior irányú elmozdulása az idő függvényében, melyről megállapítható a bal hátulsó láb lépéshossza (1.), illetve mozgásciklus hossza (2.)

Az 5. ábrán a bal (körrel jelölt) és a jobb elülső pata (négyzettel jelölt) markerpontjának anterior irányú elmozdulása látható (Y-tengely), az idő függvényében (X-tengely). A diagram görbéjének segítségével az aktuális ismétlés során a bal hátulsó pata lépéshossza és mozgásciklus hossza határozható meg, cm-ben kifejezve. A diagramgörbék vertikális távolságát ott határoztam meg, ahol a paták biztosan alátámasztási fázisban vannak, azaz a kiválasztott pontok szomszédos értékei is azonosak.

A 6. ábrán a bal elülső pata pályagörbéje látható, azaz a pata markerpontjának dorsoventralis tengely mentén történő (továbbiakban: függőleges irányú) (Y) elmozdulása, az idő függvényében. A diagramgörbe segítségével az aktuális ismétlés során a bal elülső pataemelési magassága határozható meg, cm-ben kifejezve.



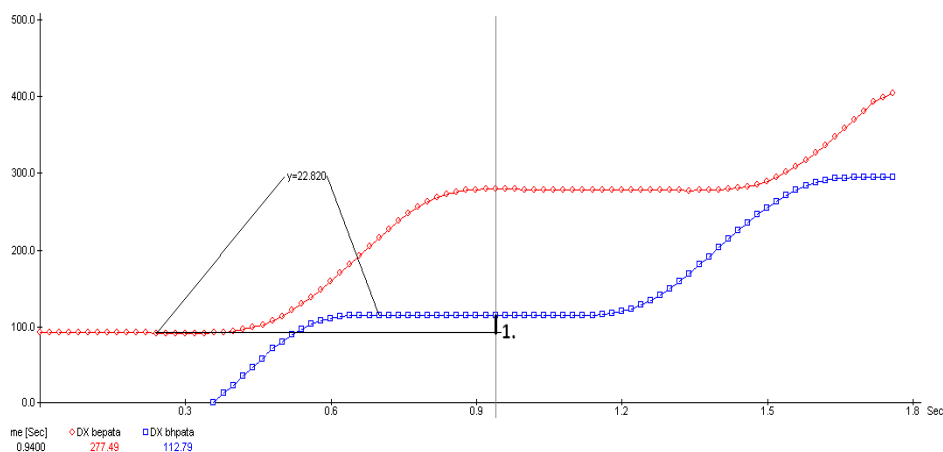
6. ábra: bal elülső pata függőleges irányú elmozdulása (pályagörbéje) az idő függvényében, melyről megállapítható a pataemelési magassága (1.)

A 6. kép a túllépés mértékét szemlélteti, melynek vizsgálata akkor lehetséges, amikor az azonos oldali elülső és hátulsó láb alátámasztási fázisban van.



6. kép: Vizsgálni kívánt hátulsó láb túllépésének mértéke (1.)

A 7. ábrán a bal elülső (piros) és bal hátulsó (kék) pata markerpontjának anterior irányú (X) elmozdulása látható, az idő függvényében. A diagram görbe segítségével az aktuális ismétlés során a bal hátulsó pata túllépésének mértéke határozható meg.



7. ábra: A bal elülső (kör) és bal hátulsó

(négyzet) paták vízszintes irányú elmozdulása az idő függvényében, melyről túllépés mértéke határozható meg

Mindkét hátulsó lábra a diagram görbájén látható módon, az azonos oldali elülső és az azután következő hátulsó láb alátámasztási fázisa alatti helyzetek között meghatároztam a vertikális távolságot. A két hátulsó láb túllépésének értékét ismétlésenként átlagoltam, majd az így kapott ismétlésenkénti értékeket újra átlagoltam.

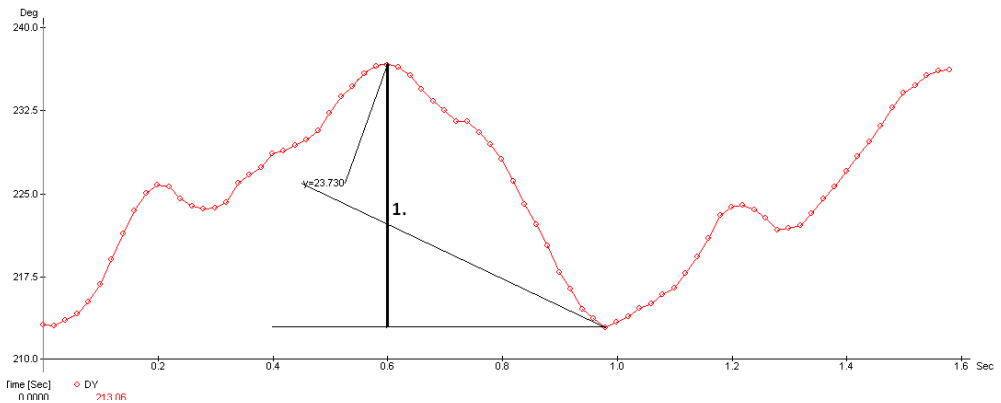
A lábak lépés-, mozgásciklushosszát, pataemelés magasságát és a túllépés mértékét ismétlésenként és lábanként meghatároztam. Egy ismétlésen belül a négy láb értékeit átlagoltam és az így kapott értékeket átlagoltam újra ismétlésenként.

4.4. Az ízületi szögellődések vizsgálatának anyaga és módszere

A különböző szögellődési változókat az APAS display modulja segítségével végeztem. A különböző ízületek szögellődési vizsgálatához az adott ízületet meghatározó szegmentumok által alkotott egyenesek, egymással bezárt szögeit vizsgáltam. Esetünkben egy szegmentumot mindig két pont határoz meg, így az ízületek középpontját nem szükséges

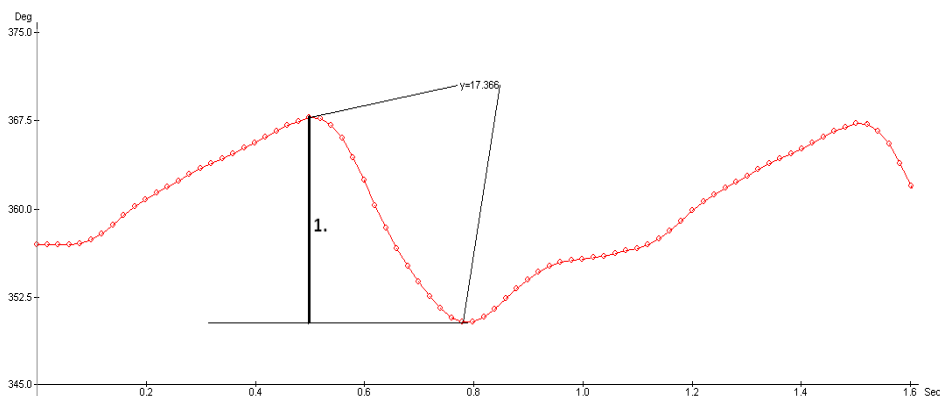
meghatározni, hanem elegendő a két szegmentumot alkotó négy markerpont helyzetének ismerete.

A 8. ábrán a bal oldali vállízület szögelődési változásai vizsgálhatók egy mozgáscikluson belül, lépés jármódban. A vállízület vizsgálatához a lapocka szegmentum, illetve a karcsont szegmentum által bezárt egyenesek szögváltozásait követtem nyomon. A legkisebb és legnagyobb értékek közötti függőleges irányú távolsága, a vállízület mozgásterjedelmét mutatja szabad lépésben.



8. ábra: bal oldali vállízület szögváltozásai lépés jármódban, melyen meghatározható a vállízület mozgásterjedelme (1)

A 9. ábrán a bal oldali csípőízület szögelődési változásai vizsgálhatók egy mozgáscikluson belül, lépés jármódban. A csípőízület vizsgálatához a medence szegmentum, illetve a combcsont szegmentum által bezárt egyenesek szögváltozásait követtem nyomon.



9. ábra: bal oldali csípőízület szögváltozásai lépés jármódban, melyen meghatározható a csípő ízület mozgásterjedelme (1)

4.5. A hippoterápiás szempontból fontos kinematikai változók vizsgálatának anyaga és módszere

A hippoterápiás szempontból fontos változók vizsgálatakor, a terápia kulcspontjai alatt az ülőpontoknak a kinematikai követését értjük. Ezen vizsgálatok által meghatározott ülőpont mozgáskarakterisztika megmutatja az adott ló hippoterápiás jellegét. A vizsgálat során a medence modell kinagyított ülőpontjainak (továbbiakban: ülőpontok) mozgásai közül a 6. táblázatban összefoglalt paramétereket követtem.

6. táblázat: Az ülőpontok vizsgálat során mért mozgásparaméterei, lépés jármódban

Hippoterépiás változók	Ló mozgásai	Páciensre áttevődő mozgások
HT1, adott ülőpont anterior irányú sebességkülönbsége (cm/s)	a ló lábainak lendítési és alátámasztási fázisainak váltakozására bekövetkező, az ülőpontokat előre irányba gyorsító-lassító mozgása	a csípőízületben flexiót- extenziót hoz létre, a felegyenesedést serkenti, törzstréning
HT2, az ülőpontok közötti anterior irányú sebességkülönbség (cm/s)	a ló gerincoszlopának laterálflexiója okozta mozgás	a páciens gerincoszlopának rotációja
HT3, adott ülőpont maximális dorsoventralis elmozdulása (cm)	az ülőpontok dorsoventralis irányú elmozdulásai okozta mozgás	a páciens fel-le mozog, a felegyenesedést serkenti
HT4, ülőpontok dorsoventralis kilengése közötti különbség (cm)	az ülőpontok egymáshoz képesti vertikális eltávolodása okozta mozgás	a páciens gerincoszlopának laterálflexiója

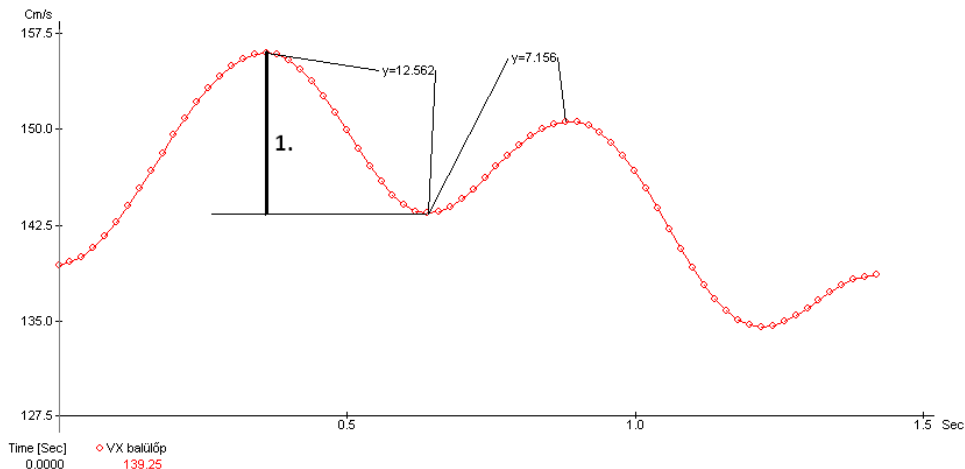
4.5.1. Az ülőpontok horizontális mozgásainak vizsgálati módszere

- HT1 (ülőpont anterior irányú sebességkülönbsége (cm/s))

Az ülőpont anterior irányú követése, az elmozdulást leíró függvénygörbe alapján nem lehetséges, hiszen 200 cm-es nagyságrendben (egy mozgásciklus vizsgálatához szükséges hossz), az, gyakorlatilag, egy egyenest alkot, a ló ugyanis lépés közben folyamatosan halad előre. A függvény meredekségének változásai, mely az elmozdulás mértékére utalhatnak, ebben az esetben nem mérhető kellő pontossággal.

A horizontális követésre sokkal inkább az ülőpontok anterior irányú aktuális sebességét leíró függvények alkalmasak (egységnyi idő alatt, x tengely irányba megtett elmozdulás, cm/s). A 10. ábrán jól látható, hogy az adott ülőpont hol gyorsul, hol pedig lassul, miközben alapvetően

folyamatosan halad előre. A lassító-gyorsító hatás mértékét, az ülőpont sebességgörbéje által leírt maximális kilengése, amplitúdója határozza meg.



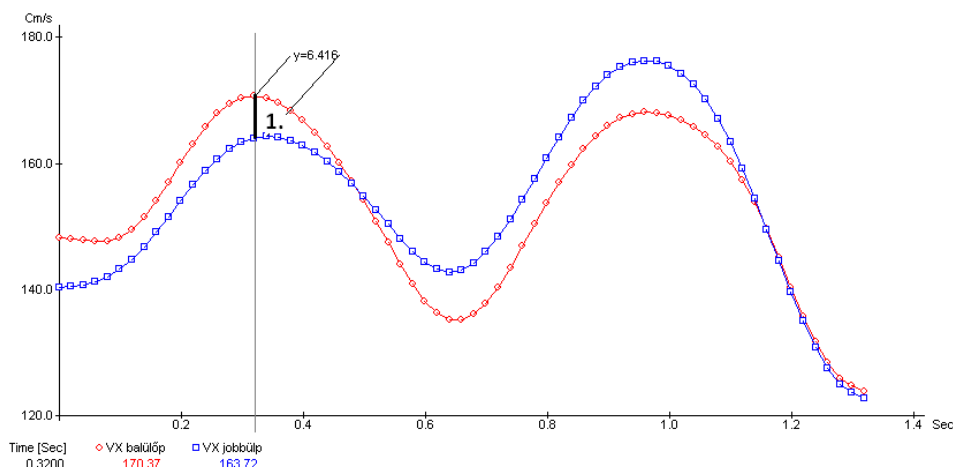
10. ábra: Bal ülőpont anterior irányú sebesség kilengései (HT1) (1.), az idő függvényében, lépés jármódban

A maximális kilengéseket ismétlésenként meghatároztam, majd átlagot számítottam a kapott értékekből. Minél nagyobb az adott ülőpontok között a görbe legmagasabb, illetve legalacsonyabb pontja közötti távolság, azaz a sebességváltozás, annál inkább intenzívebb a páciens medencéjére ható előre-hátra mozgás.

- HT2 (ülőpontok közötti anterior irányú sebességkülönbség, cm/s)

A ló gerincének laterálflexiójának (oldal irányú elhajlás) mértékét, az határozza meg, hogy az egyik ülőpont mennyivel kerül előrébb a másik ülőpontnál. Az ülőpontok egymáshoz viszonyított anteroposterior (x) tengely mentén mért távolságának vizsgálata nem kivitelezhető, mert a különbség arányaiban sokkal kisebb, mintsem az vizsgálható lenne egy 200 cm, vízszintes irányú haladó mozgást leíró görbén. Ennek mértéke viszont jól becsülhető egyrészt a hátulsó lábak lépéshosszával, illetve az ezzel

összefüggő, az ülőpontok anterior irányú sebességét leíró függvénygörbe maximum pontjainál mért görbék közti sebességkülönbséggel (cm/s). A 11. ábráról leolvasható, hogy a bal oldali ülőpont 6,4 cm/s-al nagyobb sebességet ér el a jobb oldali ülőpontnál, azok leggyorsabb pillanatában.



11. ábra: bal és a jobb ülőpont x tengely irányú sebességét leíró függvénygörbe maximum pontjainál mért görbék közötti sebességkülönbség (HT2) (1.), az idő függvényében, lépés jármódban

Az összetartozó görbék közötti sebességkülönbségeket ismétlésenként meghatároztam, majd átlagot számítottam a kapott értékekből.

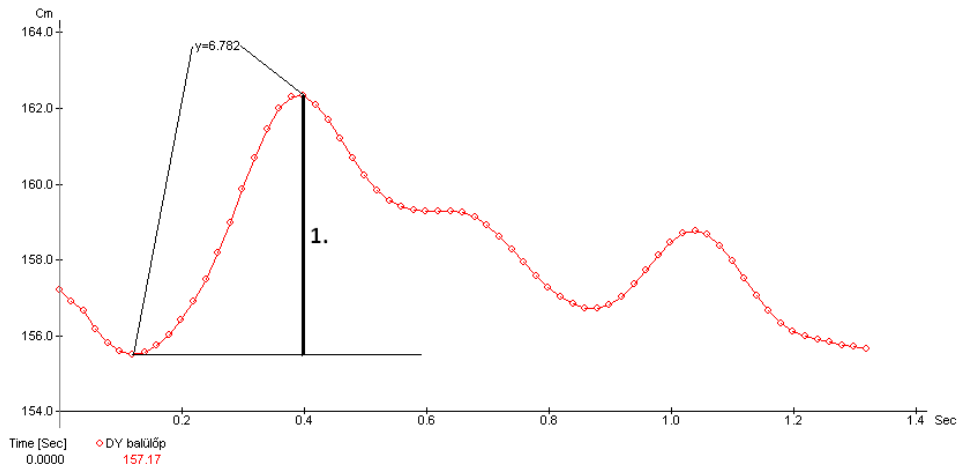
4.5.2. Az ülőpontok vertikális mozgásainak vizsgálati módszere

- HT3 (ülőpont maximális dorsoventralis elmozdulása, cm)

A ló gerincoszlopának, a lépés jármód hatására kialakuló, fel-le mozgásának következtében a rajta ülő páciens fel-le mozog, mely a felegyenesedést fejleszti. Ezen vertikális mozgások követése a hippoterápia szempontjából fontos.

A 12. ábrán a bal ülőpont pályagörbéje látható, azaz az ülőpont markerpontjának dorsoventralis (Y tengely) elmozdulása, az idő függvényében. A függvénygörbe segítségével meghatározható a

legmagasabb és legalacsonyabb helyzet közötti távolság, az amplitúdó mértéke, cm-ben kifejezve.

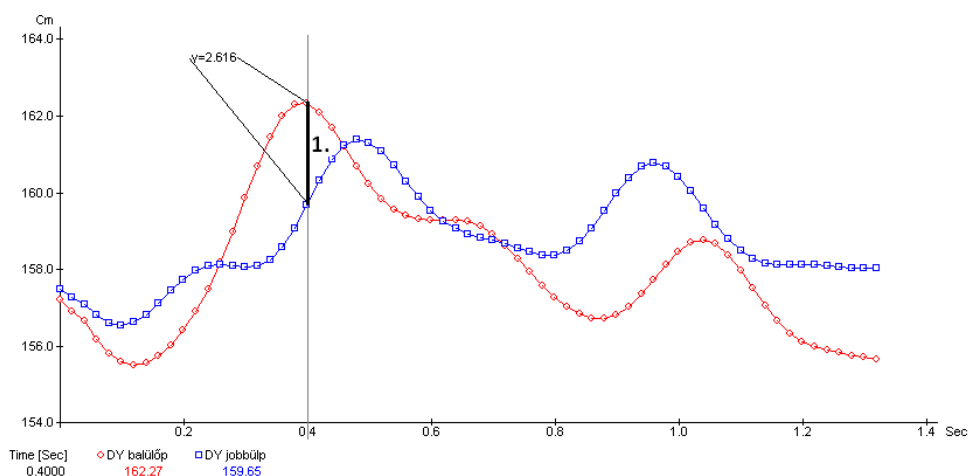


12. ábra: bal ülőpont vertikális kilengései az idő függvényében, lépés járműben (1.)

Az ülőpontok maximális dorsoventrális kilengéseket, ismétlésenként meghatároztam, majd átlagot számítottam a kapott értékekből.

- HT4 (ülőpontok dorsoventrális kilengése közötti különbség, cm)

Az ülőpontok egymáshoz képesti vertikális eltávolodása okozta mozgás a páciens gerincoszlopának laterálflexióját okozza, melynek mértéke az ülőpontok függőleges irányú elmozdulásainak különbsége alapján határozható meg. Ilyen különbség mérhető a magasabban lévő ülőpont maximumánál a két görbe között. Ezen érték nagysága arányos az ülőpontok vertikális elmozdulásának maximális értékével. A 13. ábra szerint a maximumnál mért ülőpontok közötti különbség 2,6 cm.



13. ábra: Bal és jobb oldali ülőpontok dorsoventralis kilengése közötti legnagyobb különbség (1.), az idő függvényében vezetett lovon, lépésben

Az ülőpontok kilengései közötti maximum helyzetnél mért görbék közötti vertikális távolságot ismétlésenként meghatároztam, majd átlagot számítottam a kapott értékekből.

4.6. Hippoterápiás szempontból végzett kinematikai vizsgálatok anyaga és módszere

A mintavételezési eljárást és a későbbi szoftveres feldolgozást az előtanulmányok tapasztalatai alapján végeztem. A procedura során, kizárólag a hippoterápia szempontjából lényeges markerpontok, illetve paraméterek vizsgálatára törekedtem, hogy a lehető legrövidebb és legegyszerűbb módon juthassak a szükséges információhoz.

• Mintavételezési helyszínek

A felvételeket az alábbi hippoterápiával foglalkozó szervezetek lovas helyszínein készítettük:

–Unicornis Egészségforrás Alapítvány, Balogunyom. Hippoterapeuta: Györgypál Éva

–Lovasterápia a Fogyatékkal Élőkért Egyesület, Budapest.
Hippoterapeuta: Darvas Cecília

• Lovak

A vizsgálatba 14 lovat vontam be. Kiválasztásuk során kizárólag arra törekedtem, hogy mindegyik egyed legalább egy éve már rendszeresen dolgozott hippoterápiás munkában a felvételek készítése előtt. Nem volt szempont az azonos testalakulás, vagy hasonló szemlélet, éppen ellenkezőleg, miután vizsgálatom az egyedek közötti különbségeket vizsgálta, kifejezetten előnyös volt a heterogén testalakulású és mozgású állomány. A mintavételezés alkalmával a lovasterápia munkacsoport lovas szakembere a vizsgálatba bevont egyedeket egészségesnek és sántaságmentesnek állapította meg.

A 7. táblázat ezen egyedek fontosabb adatait mutatja be.

7. táblázat: A vizsgálatba bevont lovak fontosabb adatai

Testmé- ret	bal ülőpont magasság (cm)	külső csípőszöglet magasság (cm)	Könyök magasság (cm)	könyök- külső csípőszöglet horizontális távolsága (cm)	könyök-bal ülőpont horizontális távolsága (cm)	bal ülőpont- külső csípőszöglet horizontális távolsága (cm)
Ló						
1.	152,8	141,3	91,1	87,9	42,5	45,4
2.	149,2	128,4	91,0	88,5	39,4	49,1
3.	153,6	136,7	87,0	98,9	50,4	48,4
4.	157,9	136,1	93,6	93,0	47,8	48,3
5.	148,5	133,7	81,6	99,5	47,3	52,2
6.	123,6	104,9	57,5	80,3	41,8	38,5
7.	152,5	141,5	79,0	100,7	47,2	53,5
8.	150,6	135,8	75,3	102,8	57,9	44,8
9.	140,3	123,9	68,3	79,0	33,1	45,8
10.	137,6	124,4	77,6	88,6	48,6	39,9
11.	149,0	133,5	75,1	101,6	49,4	52,2
12.	156,0	136,4	82,0	108,2	54,2	54,0
13.	131,5	120,2	64,6	85,0	38,8	46,2
14.	122,1	108,7	59,9	85,4	43,0	42,4

- **Bemelegítés**

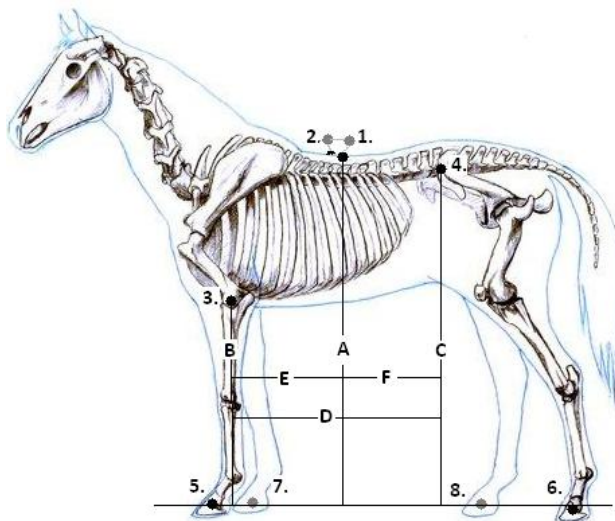
A módszertani vizsgálatokhoz hasonlóan végeztük (39.o.).

- **Kalibráció, kamerák pozícionálása, beállítása**

A kalibrációt a módszertani vizsgálatokhoz hasonlóan végeztük (45.o.). A két DV kamerát 1/250 s zársebességgel állítottuk be, 30 m-re a mozgástértől, úgy hogy azzal együtt, egy háromszöget alkossanak. A mozgástérre manual focus üzemmóddal fókuszáltuk a mozgástérre. A kalibrációs kockáról pár másodperces felvételt készítettünk, majd a kocka segítségével kijelöltük a villanypásztor karokkal a mozgásteret.

- **Markerezés**

Markerként az előtanulmányok tapasztalatai alapján 2 cm átmérőjű dekor hungarocell golyókat használtunk, melyet kétoldalú öntapadós ragasztó lappal rögzítettük a paták szegélyének felező pontjára, illetve a könyök ízületre és a külső csípőszögletre. Az ülőpontokat (8.-12. hát csigolya közötti legalacsonyabb pont a középvonaltól balra és jobbra 60-60 mm, úgy, hogy a két ülőpontot összekötő vonal merőleges legyen a ló gerincoszlopára) az előtanulmányok során kifejlesztett „medence-modell” segítségével jelöltük (Lásd: 64. o.). Így összesen 8 markert használtunk a 14. ábrán látható módon.



14. ábra: Markerpontok és felvett testmérések a lovon: 1. bal oldali ülőpont kinagyított pontjai (bal ülőpont); 2. jobb oldali ülőpont kinagyított pontja (jobb ülőpont); 3. a karcsont lateralis epicondylusa (könyök); 4. tuber coxae disztális része (külső csípőszöglet); 5.-8. a négy pata szegélyének felezőpontja oldalnézetben (pata). Ülőpont magasság (A), könyök magasság (B), külső csípőszöglet magasság (C), könyök-külső csípőszöglet távolsága (D), könyök-ülőpont távolsága (E), ülőpont-külső csípőszöglet távolsága (F)

A markerezést mindegyik helyszínen ugyanaz a személy végezte.

• Mintavételezés

A felmarkerezett lovakról, tíz ismétléssel felvételeket készítettünk, lépés jármódban, úgy, hogy a lóvezető a ló előtt haladva igyekezett, a ló által felkínált iramú lépésben egyenletesen felvezetni a lovat.

• Videó felvételek elemzése

A felvételek elemzését APAS mozgáselemző és a 8 pontos „hippoterápia-modellt”, mely jelentősen lerövidítette a kézi markerbevitelhez szükséges időt. A trim modul segítségével a 4. táblázatban (47. o.) összefoglalt időbeli mozgásparamétereket vizsgáltuk.

Mivel a vizsgálatok során a lovakat csak az egyik oldaláról készítettem felvételeket, a nem mintavételezett oldalról csak a paták

követhetők kellő pontossággal. Ezek talajérintéseinek és elrugaszkodásainak időpillanatai pontosan meghatározhatók.

Adott ló ütemességének mértékét ismétlésenként úgy vizsgáljuk, hogy a négy láb támaszkodási és lendítési fázisok időtartamainak értékei milyen szórást mutatnak egymáshoz képest. Minél kisebb a szórás, annál ütemesebb az adott ló lépés jármódja.

A szimmetria vizsgálatakor a különböző oldali lábak elülső és hátulsó lábainak, lendítési és alátámasztási fázisok időtartamait hasonlítjuk össze. Ezen értékek minél kisebb szórást mutatnak egymáshoz viszonyítva, annál szimmetrikusabb lépésnek tekinthető a vizsgált jármód.

Ezután APAS Display modul segítségével lovanként meghatároztuk a lineáris és a hippoterápiás változókat.

- **Adatok elemzése**

A lovanként meghatározott 10 mozgásciklus adataiból leíró statisztikákat (átlag, szórás) készítettem, majd ezt az időbeli, lineáris és a hippoterápia szempontjából fontos változók esetében is kiszámoltam. Mivel az adatok normál eloszlást mutattak, többváltozós variancia analízissel a lovak közötti különbségeket vizsgáltam. A próbákhoz $P \leq 0,01$ -es valószínűségi értéket választottam, az értékelést SAS 9.1 (2004) szoftverrel végeztem.

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5. 1. A módszertani vizsgálatok eredményei

5.1.1. Markerezés

A korrekt markerezésre irányuló vizsgálatok azt mutatták, hogy a 2 cm átmérőjű, kör alakú fehér öntapadós lap, erre a célra kevésbé alkalmas, gyakran leesett a mintavételezés során, illetve nem minden szögből látszódtott a szoftveres feldolgozás alatt. A viaszosvászonra ragasztott ping-pong labda, kétoldali ragasztócsíkkal ellátva kevésbé pontos markerfelhelyezést tett lehetővé, de jól látható volt a szoftveres feldolgozás alatt. Ennél lényegesen jobb volt a 2 cm átmérőjű dekor hungarocel golyó, kétoldalú öntapadós ragasztóval.

A tapasztalatok alapján az utóbbi tűnik a legalkalmasabb módszernek a tartós és pontos jelölésre. A felvételeken egységes kör felületnek látszódtak, illetve a mozgás során is tartósan a lovakon maradtak és könnyedén, jelentős szörvesztés nélkül eltávolíthatónak bizonyultak. Hasonló marker típust használtak Schamhardt és mtsai (1993).

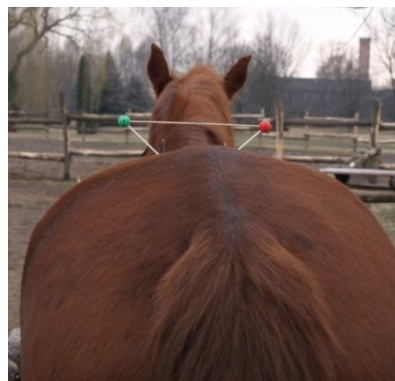
Barrey-vel (1999) ellentétben a patákat mindössze egy-egy markerponttal jelöltem a szegély felezőpontján, mert a sarok és hegyfalon elhelyezett marker gyakran leesett.

A felvételek elemzése során kiderült, hogy a közvetlenül az ülőpontokra ragasztott markerek nem mozognak kellő kilengéssel megfelelő „láthatósággal” ahhoz, hogy azok biztonsággal követhetők legyenek.

Annak érdekében, hogy ezeket a mozgáskarakterisztikákat megfigyelhessem, az ülőpontok mozgásának amplitúdóját meg kellett növelnem úgy, hogy azok iránya, illetve a kilengések egymáshoz viszonyított aránya változatlan maradjon. Ennek érdekében a 7. képen látható módon egy „medence modellt” szerkesztettem. A kivitelezés során

egy 5X5 cm-es polyfoam négyzeten átszúrtam egy-egy 60 mm hosszú szöget és a polyfoamot kétoldalú öntapadós ragasztócsíkkal láttam el a szög feje felőli oldalon, majd az ülőpontokra illesztettem azokat meghatározott távolságra egymástól. A trapéz alakú markerkeretet egy képességfejlesztő játék alkatrészeiből, illetve hurkapálcából készítettem. A golyók közti távolság alul, illetve az azonos oldali fenti és lenti golyók között 120 mm, felül pedig 300 mm. Ez utóbbi fenn helyezkedő golyópár egyben az ülőpontok mozgásának „nagyításai”, illetve egy átlag lovas bal és jobb külső csípőszögletének markerpontjai.

A markerkeretet úgy rögzítettem a ló hátán, hogy az ülőpontokat jelölő golyók furatain keresztül a szögekre illesztettem azokat, úgy hogy a golyók a polyfoam négyzeten helyezkedjenek el. A furatok miatt az ülőpontokat jelölő golyók szabadon elfordulhatnak a szögek által kijelölt tengely körül, illetve fel-le csúszhatnak azokon, úgy, hogy a négy markerpont közötti távolság állandó maradhat. Így 4 pont vizsgálható a marker kereten, melyek merev összeköttetésben vannak, mint egy tényleges emberi medence (7. kép).



7. kép: A vizsgálatban használt „medence modell”

Mindhárom markertípus használata esetén három ismétléssel

készítettem a felvételeket különböző zársebességek alkalmazása mellett (1/50 s, 1/250 s, 1/500 s). Az 1/250 s zársebességű beállítás tűnt a legalkalmasabbnak a lépés jármód vizsgálatához, természetes megvilágítás mellett, mert így még kellően világos képet készítettek a DV kamerák és a markerek sem mosódtak el. A megvilágítás szempontjából a szórt fény bizonyult a legkedvezőbbnek, mely kültéri mintavételezéskor a felhős időjárás esetén valósulhat meg. A csökkenő zársebesség mellett gondoskodni kell a megfelelő megvilágításról.

Fontos paraméterek a kamerák hatékonysága szempontjából

A mintavételezést Clayton és Schamhardt (2000) nyomán, 50 Hz-en végeztük, mely mintavételezési frekvencia elegendőnek bizonyult.

A kamerák hatékonysága szempontjából a fontos paraméterek a következők:

- képképzés minősége (min. 1 Mpix.): a későbbi videóanyag feldolgozása szempontjából kiemelt fontosságú, hogy a markerpontok kézi markerazonosítása során milyen a képkockák minősége, azok minél élesebbek, annál könnyebbé és pontosabbá válik a munka.

- optikai zoom nagysága (min. 20 szoros): a nagy optikai zoom azért fontos, hogy a kamerákat minél távolabb pozícionálhassuk a kalibrált mozgástérrel, képminőség romlása nélkül (a digitális zoom rontja a képfelbontást), annak érdekében, hogy a torzító hatásokat minimalizálhassuk.

- állítható zársebesség (min.: 1/6-1/2000): gyorsabb jármódok esetén szükségessé válik a nagyobb zársebesség használata, hogy a különösképpen a patákon elhelyezett markerek is elmosódás nélkül követhetők legyenek a kézi markerbevitel során.

A kamerák elektromos ellátása céljából az akkumlátorral történő ellátás nem tűnik elég megbízhatónak, különösen hideg időben, ezért indokolt a lehetőség szerinti hosszabbítóval megoldható közvetlen elektromos ellátás.

A kamerák pozicionálásánál fontos követelmény, hogy a mozgástér egyik oldalát rögzítő két kamerának kellően **sötét háttér**et biztosítsunk a kedvezőbb marker-háttér kontrasztkülönbség érdekében, illetve praktikus lehet a **skalázott sáv** használata a patanyom előtt.

A **futófolyosó kialakításánál** elegendőnek bizonyult az oldalanként egy-egy szalag kifeszítése a villanypásztor karók közé, melyet a még el nem mozdított kalibrációs ketrec köré érdemes állítani. A lovak többnyire ismerik a villanypásztor, ha nem, indokolt lehet a lovak előzőleges futófolyosóhoz szoktatását már korábbi alkalmakkor elvégezni, a zavartalan mintavételezés érdekében.

A kamerákhoz a beállítások után már kézzel nem érhettem, távirányító használata indokolt, mert a kézzel történő felvételindítás kamera-elmozdulást eredményezhet.

A felvételek készítése előtt **szükséges a lovak farkát felkötni**, hogy az elemzésekkor az ne takarhassa el a hátulsó lábon lévő marker pontokat.

A felvételek készítésekor, az ismétlések előtt egy személynek sorszámot kell felmutatni, mindhárom kamerának, annak érdekében, hogy a felvételek markerazonosítása során könnyebben eligazodhassunk.

A mintavételezés során nem szükséges szinkronjel beiktatása, mert a felvételek vágása során szinkron pontnak választható az a képkocka, amikor a ló tisztán érinti a talajt, valamelyik patájával és az állat már a kalibrált mozgástérben tartózkodik.

5.1.2. Az APAS szoftver alkalmazhatósága a hippoterápiás célú mozgáselemzésre

Az APAS szoftver használata során, az automatikus markerazonosítás adta lehetőségről a kültéri mintavételezés szerényebb minőségi körülményei következtében le kellett mondanom, így képkockánként az összes markerpontot „kézzel”, félautomata módon kényszerültem azonosítani. Így a kb.: 1,5-2 s hosszúságú videó anyagot (3 kamera X 75-100 képkocka X 21 markerpont), egy gyakorlott szoftver felhasználó kb.: 2,5-3 óra alatt képes feldolgozni, mely meglehetősen hosszú idő, nagyobb állományok, nagyobb ismétlés számú vizsgálatához. Ennek ellenére javasolható a minél nagyobb számú ismétlés (minél több felvételsorozat) készítése, annak érdekében, hogy az ismétlések közötti sebességkülönbségek ellenére a lóra leginkább jellemző mozgáskarakterisztikát nyerhessük.

A markerazonosított felvételek összetranszformálását és szűrését követően különböző markerpontok időbeli, térbeli helyzetéről számszerű eredményeket kaphatunk, melyekből könnyedén készíthetők grafikonok, táblázatok a szoftver segítségével. Az elemzés során a markerpontok karakterisztikáját leíró grafikonokat úgy is rendezhettem egymás mellé, hogy az összefüggő markerhelyek elmozdulásának változásai egy időben vizsgálhatók legyenek, miközben minden egyes időpillanat nyomon követhető a megfelelő videó felvétel képkockáján.

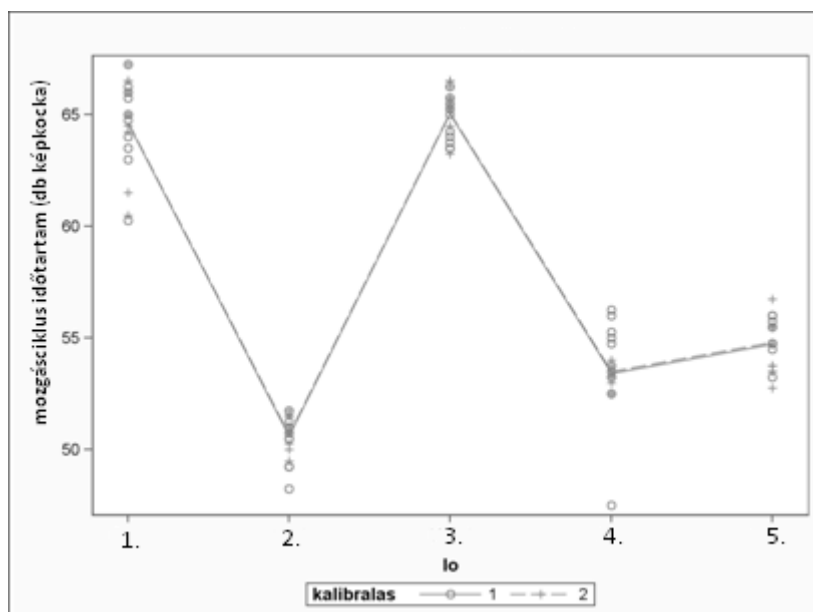
Pontatlanságot és aránytalanságot tapasztaltam a laterális irányban történő elmozdulások tekintetében, de mivel a lovak végtagjainak (könyöktől és térdtől lefelé) ízületei alapvetően kétdimenziós működést tesznek lehetővé, elegendőnek bizonyulhat csak a medián (közép) sík vizsgálata. A markerpontok elmozdulása anteroposterior (x) és dorsoventralis (y) tengelyek mentén cm-es pontossággal követhetőnek bizonyult.

Adatok elemzése

Az adatokat eloszlását SAS 9.1 (2004) statisztikai programcsomag segítségével elemeztük. Általános lineáris modell (GLM) felhasználásával vizsgáltuk a lovak ismételt felvett mozgásciklusainak különbségét, illetve az egyedek közötti különbségeket. Mivel néhány ló esetében nem állt rendelkezésre minden ismétlésben minden adat, ezért korrigált átlagokat (legkisebb négyzetek elve) használtunk az elemzés során. A modellben függő változóként szerepelt a vizsgált mozgásciklus, függetlenként pedig az egyed, illetve a kalibrálás kódszáma. A modellek futtatása előtt a függő változók normalitásvizsgálatát Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Cramer-von Mises és Anderson-Darling teszttel végeztük. Nem minden esetben jelzett normál eloszlást mind a négy teszt eredménye, azonban legalább az egyik minden esetben igazolta azt.

5.1.3. A módszer megbízhatóságára irányuló vizsgálat eredményei

A két kalibrálás alkalmával, lovanként az 5-5 mozgásciklus adataiból meghatároztuk az időbeni, lineáris és a hippoterápiás szempontból lényeges változókat leíró statisztikát (átlag, szórás). Ezután a kétszeri kalibrálás során kapott időbeni és lineáris kinematikai változókat összehasonlítottuk, minden egyes lónál, külön-külön. A 15. ábrán a mozgásciklus időtartamok alakulása látható, kalibrálásonkénti és lovankénti összehasonlításban.



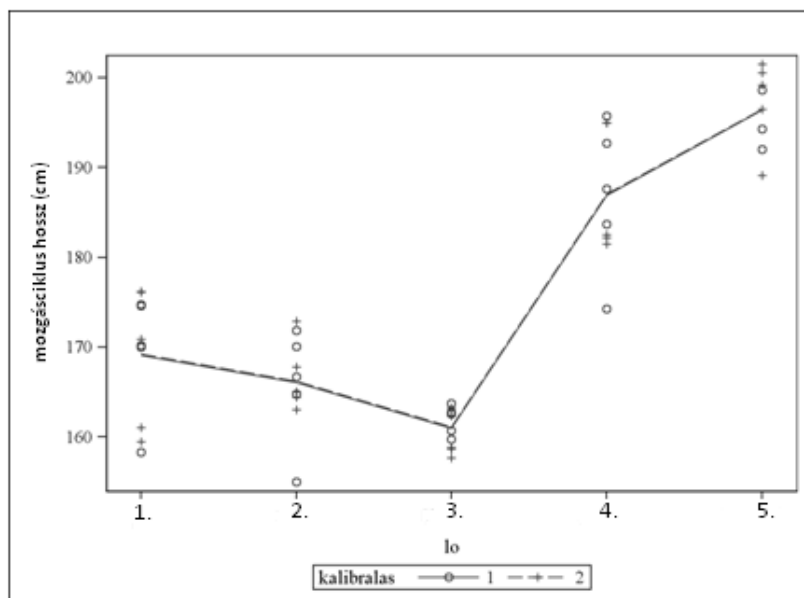
15. ábra: Két kalibrálás alkalmával mért átlag mozgásciklus időtartamok (db képkocka) alakulása lovanként

A 15. ábrán látható, hogy bár az öt ló mozgásciklus időtartamainak átlagai lovanként, egyes esetekben jelentősen eltérnek egymástól, de a két felvezetés-sorozat alkalmával mért átlagokat összekötő egyenesek (folytonos és szaggatott) egybe esnek. Hasonló tendenciát figyeltem meg a többi időbeni változó esetén is, melyek további összefüggéseit az 8. táblázat szemlélteti. A 8. táblázaton látható, hogy a két felvezetés-sorozat (kalibrálás) alkalmával meghatározott időbeli változók átlagai, szignifikánsan nem különböztek egymástól ($P \leq 0,54-0,90$) és emellett magas determinációs együtthatókat ($R^2 = 0,93-0,95$) becsültem.

8. táblázat: Ismételt kalibrálás hatása a vizsgált öt ló időbeli kinematikai mozgás paramétereire, szabad lépésben

Kinematikai paraméter	<u>N</u>	<u>R</u> ²	<u>P</u> _{value}
Alátámasztási időtartam	50	0,94	0,54
Lendítés időtartam	50	0,93	0,90
Mozgásciklus időtartam	50	0,95	0,80
Lépésfrekvencia	50	0,94	0,86

Ezután a kétszeri kalibrálás során kapott lineáris kinematikai változók átlagait is összehasonlítottam, minden egyes lónál, külön-külön. A 16. ábrán a mozgásciklus hosszok alakulása látható, kalibrálásonkénti és lovankénti összehasonlításban.



16. ábra: két kalibrálás alkalmával mért átlag mozgásciklus hosszok (cm) alakulása lovanként

Itt is megfigyelhető, hogy bár az öt ló mozgásciklus hosszainak átlagai lovanként, egyes esetekben jelentősen eltérnek egymástól, de a két felvezetés-sorozat (kalibrálás) alkalmával mért átlagokat összekötő egyenesek (folytonos és szaggatott) egybe esnek, azaz a vizsgált lovak mozgásciklus hosszai minden ismételtsben jelentősen eltérnek egymástól. Ezt a megállapítást támasztják alá a 9. táblázat adatai is.

9. táblázat: ugyanazon öt ló két kalibrálás alkalmával mért lineáris kinematikai paramétereinek eredményei

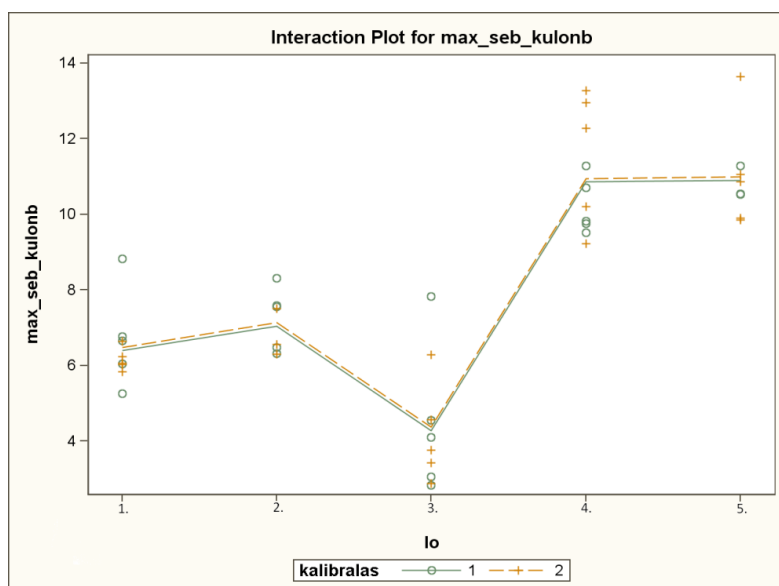
Kinematikai változó	<u>n</u>	R ²	P _{value}
Lépéshossz	48	0,87	0,83
Mozgásciklus hossz	48	0,86	0,94
Túllépés	48	0,85	0,60

A 9. táblázaton jól látható, hogy a két kalibrálás alkalmával meghatározott lineáris változók átlagai, szignifikánsan nem különböztek egymástól ($P \leq 0,60-0,94$) és magas determinációs együtthatókat ($R^2 = 0,85-0,87$) becsültem.

Megjegyzem, hogy csak 48 mozgásciklust tudtam statisztikailag elemezni, mert az 5. ló, a 2. felvezetés-sorozat alkalmával elsietett, ami csak az elemzéskor derült ki, így csak 4 értékelhető felvezetést nyertem (2 kalibrálás $\times$ (4 $\times$ 5 + 1 $\times$ 4) = 48).

Mivel ugyanazon lovakat összehasonlítva, a vizsgált kinematikai változók, kalibrálásonkénti átlagai között, nem tapasztaltam szignifikáns különbséget, feltételezem, hogy az ismételt kalibrálás nem befolyásolja a mért kinematikai változókat.

Mindez erős érv mellett, hogy a terepen történő videófelvétel-készítés kellően megbízható információkkal szolgál egy-egy ló mozgásminőségének rögzítése céljából. Más oldalról ígéretes az is, hogy a lovak közötti különbségek is kellő pontossággal kiszámíthatóak. A kifejlesztett adatfeldolgozási módszer hippoterápiás célú alkalmazhatóságának további elemzése céljából összehasonlítottam a kétszeri kalibrálás során kapott felvételek APAS elemzésével nyert hippoterápiában fontosnak ítélt kinematikai változókat (9. táblázat), minden egyes lónál, külön-külön (17. ábra).



17. ábra: két kalibrálás alkalmával mért átlag HT2 (cm/s) alakulása lovanként

Jól látható a 17. ábrán is, hogy a vizsgált lovak a paraméterek többségénél jelentősen eltérnek egymástól, ugyanakkor a két felvezetés-sorozat alkalmával mért átlagokat összekötő egyenesek (folyamatos, szaggatott) egybeesnek. Ezt a megállapítást támasztják alá a 10. táblázat adatai is.

10. táblázat: ugyanazon öt ló két kalibrálás alkalmával mért hippoterápiás kinematikai paramétereinek eredményei

Tulajdonság	n	R ²	P
HT1	48	0,74	0,46
HT2	48	0,83	0,82
HT3	48	0,68	0,45
HT4	48	0,3	0,95

A 10. táblázaton jól látható, hogy a két kalibrálás alkalmával meghatározott hippoterápiás változók átlagai, szignifikánsan nem különböztek egymástól ($P = 0,46-0,95$) és jelentősen eltérő determinációs együtthatókat ($R^2 = 0,3-0,83$) becsültem.

5.2. Hippoterápiás szempontból meghatározó markerhelyek mozgásának leírása

Az értékelő munka gyorsabbá tehető, ha csak két kamera felvételeit dolgozzuk fel, mert alapvetően a lovak ízületei kétdimenziós mozgást tesznek lehetővé és elegendő a medián sík vizsgálata (X, anteroposterior és Y, dorsoventrális tengelyek), a laterális (Z) irány elmozdulásairól, a harmadik DV kamera felvételeivel sem nyertünk hasznosabb információt. Ezen irány vizsgálatáról lemondva a harmadik DV kamera használata fölöslegesnek bizonyul, mert nem pontosítja jelentősen az adott markerpontokra vonatkozó kétdimenziós kinematikai információt.

További fontos tapasztalat, hogy a mintavételezés során szűkíthető a markerek száma. Elegendő az ülőpontok mozgását alapvetően befolyásoló medenceöv és vállöv követése, a paták mellett. Így nyolc marker feldolgozására redukálódhat a túlságosan időigényesnek bizonyult

félautomata markerazonosítás. A 14. ábrán már bemutatott nyolc marker a következő:

- bal és jobb oldali ülőpont kinagyított pontjai a medencemodellen
- külső csípőszöglet
- a karcsont lateralis epicondylusa (könyök)
- a négy pata szegélyének felezőpontja oldalnézetben.

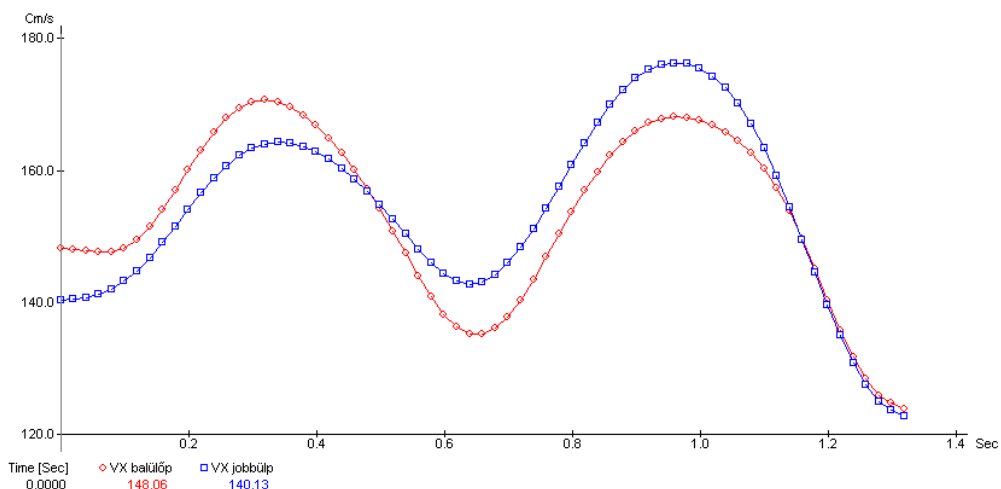
5.2.1. Az ülőpontok kinematikai elemzése

Az ülőpontok horizontális mozgásai

Hippoterápiás szempontból a leginformatívabb mozgásparaméter egyike, a ló lábainak lendítési és alátámasztási fázisainak váltakozása okozta folyamatosan előre haladó (anterior irányú) gyorsítás-lassítás, mely sebességkülönbség a páciens medencéjét előre-hátra mozgatja, a csípőízületben flexiót-extenziót hoz létre, a gerincben pedig a felegyenesedést stimulálja. Az ülőpontok folyamatos és váltakozó gyorsulása és lassulása következtében a páciens medenceöve előre-hátra lendül, mely stimulálja a gerinc felegyenesedését és nagymértékben befolyásolja, hogy hogyan találja meg a páciens az egyensúlyát.

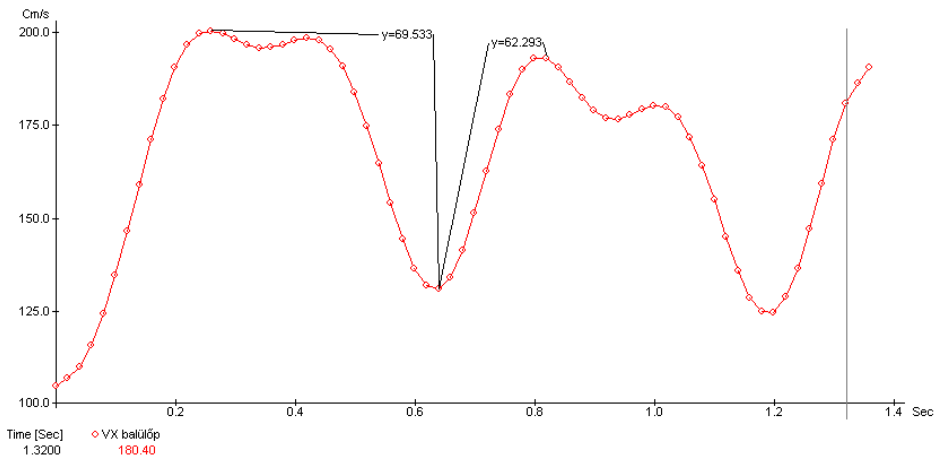
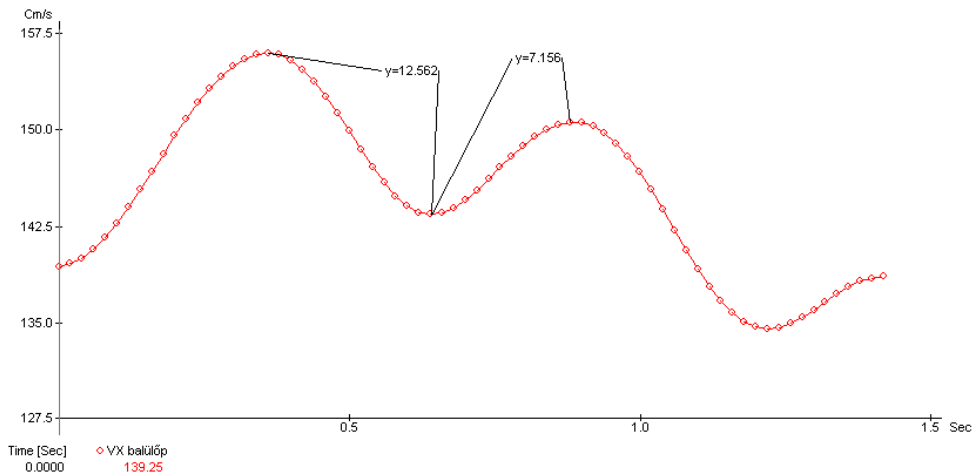
Az ülőpontok anterior mozgásai az ülőpontok sebességének követésével vizsgálhatók. Mindkét ülőpont sebessége akkor kezd el nőni, amikor a hátulsó lábak között megtörténik a súlyáthelyezés. A sebesség növekedése, majd szinten maradása addig tart, míg az elülső láb talajt fog, mely lassítani kezdi az ülőpontok mozgását. Az újabb sebesség növekedés a hátulsó lábak következő súlyáthelyezésekor következik be. Ez a folyamat a digitalizált felvételek számítógépes feldolgozása (APAS) révén rendkívül szemléletes és jól elemezhető (18-22. ábrák). Az ábrák két eltérő mozgásminőségű ló felvételeinek kiértékelését mutatják be.

Mindig az az ülőpont a gyorsabb, amelyiket az azonos oldali hátulsó láb támaszt épen alá, súlyáthelyezés után, de a lassuló fázisban, az azonos oldali elülső láb nagyobb mértékben fékezi az előzőekben gyorsabb ülőpontot, így a lassuló ágban a görbék kereszteződnek és a felülre került görbe, miután a súlyáthelyezéskor a hozzá tartozó hátulsó láb kezdte a támaszkodást, az nagyobb mértékben is növeli sebességét. A 18. ábrán megfigyelhető, hogy az ülőpontok sebességgörbéi hasonló ütemben változnak, de váltakozva, valamelyik mindig gyorsabb a másikinál.



18. ábra: bal és jobb ülőpontok anterior irányú sebesség kilengései, az idő függvényében, lépés jármódban

Minél nagyobb az adott ülőpontok között a görbe legmagasabb, illetve legalacsonyabb pontja közötti távolság, azaz a sebességváltozás, annál inkább intenzívebb a páciens medencéjére ható előre-hátra mozgás. A 19. és 20. ábrákon jól érzékelhető, hogy különböző lovak között milyen mértékű különbségek detektálhatók a vizsgált mozgásparaméter tekintetében.

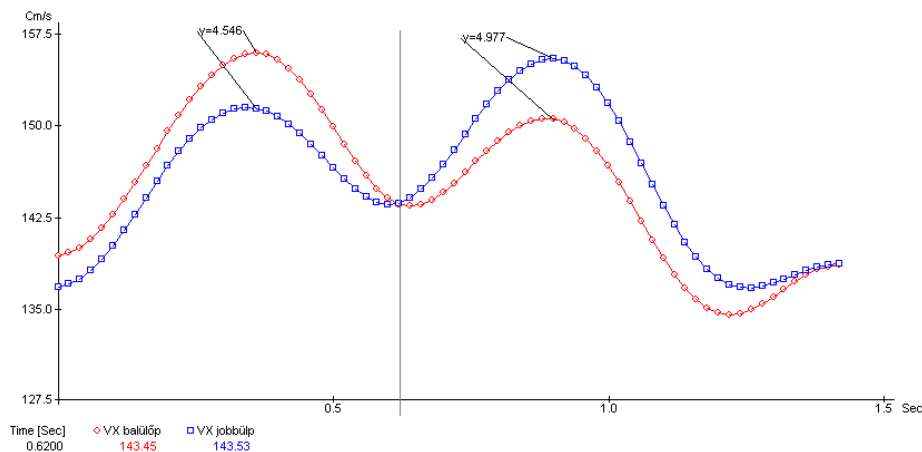


A 19. ábrán bemutatott markerpont sebességkülönbsége 12,6 cm/s, míg a nagyobb 69,5 cm/s-os sebességkülönbséggel halad, mely több, mint az ötszöröse (20. ábra).

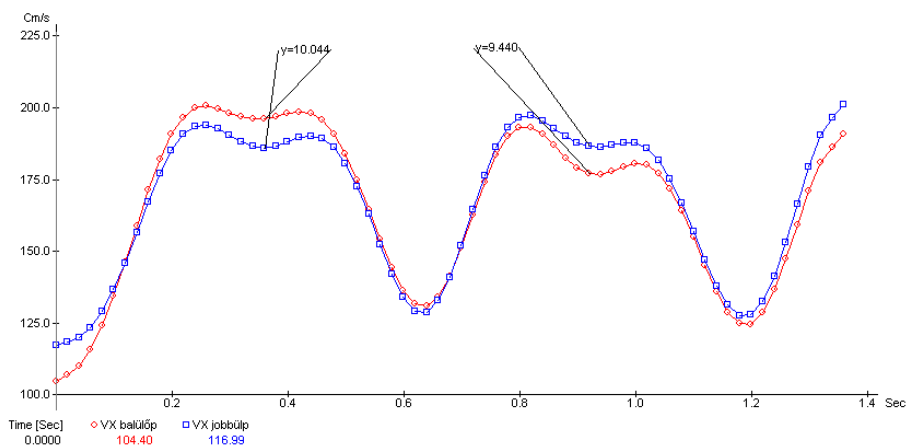
A ló gerincoszlopának laterálflexiója akkor a legnagyobb, amikor a hátsó lábak közötti súlyátadás történik. Méréseim szerint a bal oldali

ülőpont akkor van leginkább előrébb a jobb oldalnál, amikor a bal hátulsó láb a lendítés után, talajt fog. A sebességkülönbség a görbék maximális sebesség csúcsánál a legszembetűnőbb, mérése ott indokolt elsősorban. Ez a sebességkülönbség persze időben később következik be, mint a tényleges laterálflexió maximuma, mert az adott oldali hátulsó láb nagyobb arányú gyorsító hatása az azonos oldali ülőpontra, csak az alátámasztási fázis közepére teljeseedik ki, de mértéke azzal feltehetőleg arányos.

A 21. ábrán látható ló hátulsó lábának lépéshossza átlag 82 cm, túllépése mindössze átlag 8,5-9 cm és az ülőpontok sebességgörbéi közötti legnagyobb különbség, mindössze 4,5-5 cm/s, míg az átlagosan 98 cm hátulsó láb lépéshosszal, 26 cm-es túllépéssel haladó ló sebességgörbéi közötti legnagyobb különbség 9,4-10 cm/s (22. ábra).



21. ábra: bal és a jobb ülőpont anterior irányú sebességét leíró függvénygörbe maximum pontjainál mért görbék közti sebességkülönbség (cm/s), az idő függvényében, kisebb lépéshosszú ló esetén



22. ábra: bal és jobb ülőpont anterior irányú sebességét leíró függvénygörbe maximum pontjainál mért görbék közti sebességkülönbség (cm/s), az idő függvényében, nagyobb lépéshosszú ló esetén

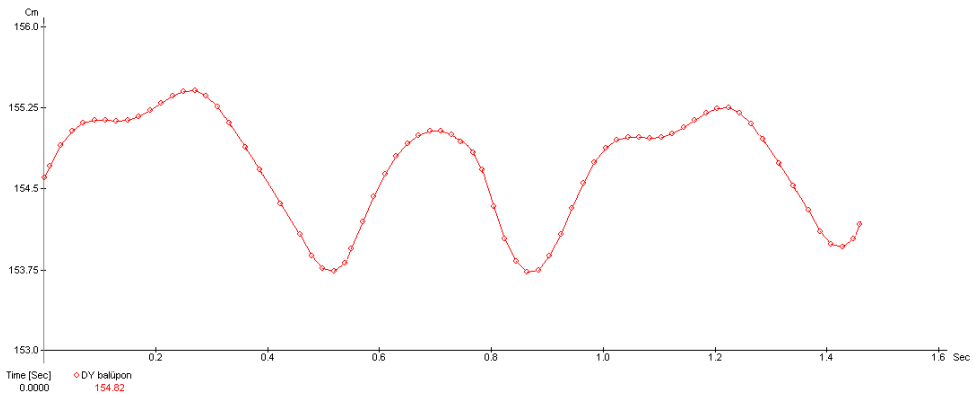
Az ülőpontok vertikális mozgásai

Matsuura és mtsai. (2003) vizsgálatához hasonlóan, az ülőpontok elmozdulásai közül, a dorsoventrális (Y) tengely menti sinusgörbét formáló mozgás, jól követhetőnek bizonyult (23. ábra). Meghatározhatók cm-es nagyságrendben az egyes ülőpontok maximum, illetve minimum helyzetei, egyúttal a kilengés terjedelme is. A vizsgálatok során, igyekeztem ezen mozgás kinematikai összefüggéseit feltárni, ennek érdekében vizsgáltam a lábak aktuális alátámasztási, illetve lendítési fázisait.

Egy-egy ülőpont legmagasabb pontot elérő helyzetét, akkor tapasztaltam, amikor az adott ülőpont oldalán mind az elülső, mind a hátulsó láb támaszkodott (laterális alátámasztás fázisa), az ellen oldali hátulsó a talajfogáshoz közelített, az elülső a lendítési fázis felfelé szálló ágában volt.

Egy-egy ülőpont legalacsonyabb pontot elérő helyzetét, akkor tapasztaltam, amikor az adott ülőpont oldalán az elülső láb, még éppen támaszkodik, a hátulsó, már előre lendül, az ellen oldali hátulsó támaszkodik, az elülső a

talajfogáshoz közelít (diagonális alátámasztási fázis vége).

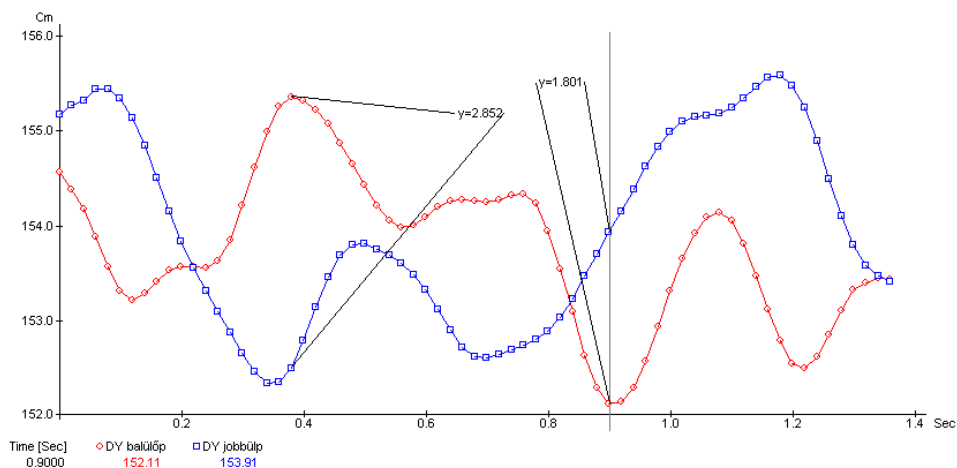


23. ábra: bal ülőpont dorsoventrális kilengései az idő függvényében, lépés jármódban

A 23. ábrán látható, hogy amikor az ülőpont a legmagasabb pontjához közelít, akkor „platóssá” válik, egy kisebb és egy nagyobb csúccsal. Az első akkor éri el, amikor az ülőpont oldalán lévő laterális alátámasztás során, a hátsó láb függőleges pozícióba kerül. A legmagasabb pontját, az első láb függőleges helyzetében éri el, ami még felfelé tolja az ülőpontot. Lovanként változónak bizonyult, hogy melyik csúcs esetén éri el a legmagasabb helyzetét az adott ülőpont. Amikor az adott ülőpont a második kisebb hullámban, az ellentétes oldali külső csípőszögleti pont emelkedése miatt emelkedik, akkor az ellentétes oldali első láb függőleges pozíciója nem okoz platósságot, illetve a hullámon belüli második csúcsot. Ennek magyarázata, hogy lónál a vállöv kötése laza.

Az ülőpontok függőleges mozgásait leíró görbéi mindig, időben valamivel eltolódva, egyszerre emelkednek és süllyednek, de amelyik oldali laterális alátámasztás zajlik, az az oldali ülőpont emelkedik magasabbra. A görbék, ahogy a 24. ábrán is látható, keresztezik egymást a három lábas

alátámasztást követő súlypontáthelyezéskor: a laterális két lábas alátámasztást követően talajt fog a diagonális hátulsó láb, majd a laterális hátulsó kezd lendülni.



24. ábra: bal és jobb oldali ülőpontok dorsoventrális kilengése, az idő függvényében vezetett lovon, lépésben

5.2.2. A vállöv kinematikai elemzése

A vállöv vizsgálata indokolt, mivel kinematikai szempontból jelentős hatással bír az ülőpontok elmozdulásaira. Miután elmozdítható kötőszövet van a vizsgált terület bőre alatt, igyekeztem a vállövhöz lehető legközelebb eső, de azzal nagyjából azonos, objektíven vizsgálható markerpontot keresni.

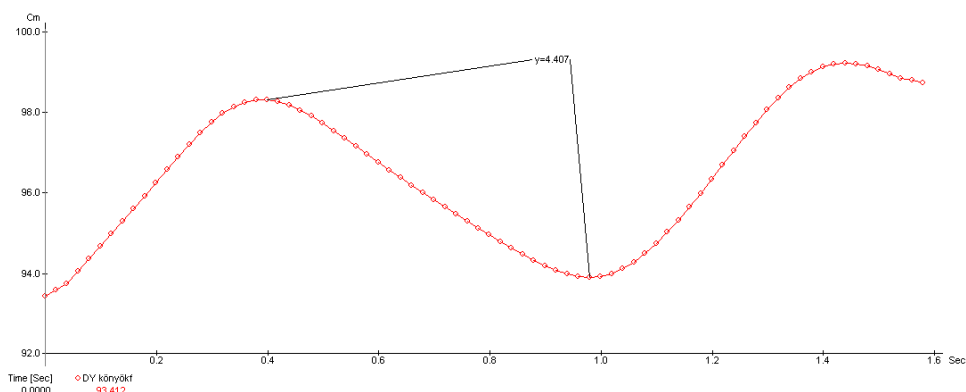
A lapocka tövisének proximalis és distalis vége, illetve az oldalsó karcsonti gumó (tuberculum majus) caudalis vége nem felelt meg a fent leírt követelményeknek, mert elmozduló kötőszövet van ezen markerhelyek alatt.

A karcsont lateralis epicondylusa (továbbiakban könyök) markerpont tűnik a legalkalmasabbnak a célra, melynek dorsoventrális elmozdulásait, a 25. ábra írja le. A görbén jól látszik, hogy az ülőpontok mozgáscikluson belüli két hullámával szemben, a könyök, mindössze egyszer éri el a

legmagasabb, illetve a legalacsonyabb helyzetét. Minden vizsgált lónál szabályos, jól követhető, különböző zajoktól mentes görbéket tapasztaltam.

A kapcsolóöv csontjaiból lóban, csak a lapocka fejlődött ki, a törzs az izmok között a lapockához erősítve függ (Bodó, 1998), így a lazább összeköttetésű vállöv miatt a másik oldali elülső láb mozgásának hatásai kevésbé érvényesülnek.

A mozgás terjedelme a dorsoventrális tengely mentén kb.: 3-5 cm, mely megfelelő amplitúdót jelent, az objektív vizsgálatok lefolytatásához (25. ábra).



25. ábra: a bal oldali könyökízület dorsoventrális kilengése, az idő függvényében, lépés jármódban

A könyök a legmagasabb pontját három lábas alátámasztás esetén éri el, mikor is az azonos oldali lábak, illetve az ellenoldali hátulsó láb alátámasztási fázisban van és az azonos oldali elülső láb a függőleges pozíciót éri el.

Legalacsonyabb pontját szintén három lábas alátámasztásnál éri el, amikor az azonos oldali elülső láb az egyedüli, mely lendítő fázisban van.

5.2.3. A medenceöv kinematikai elemzése

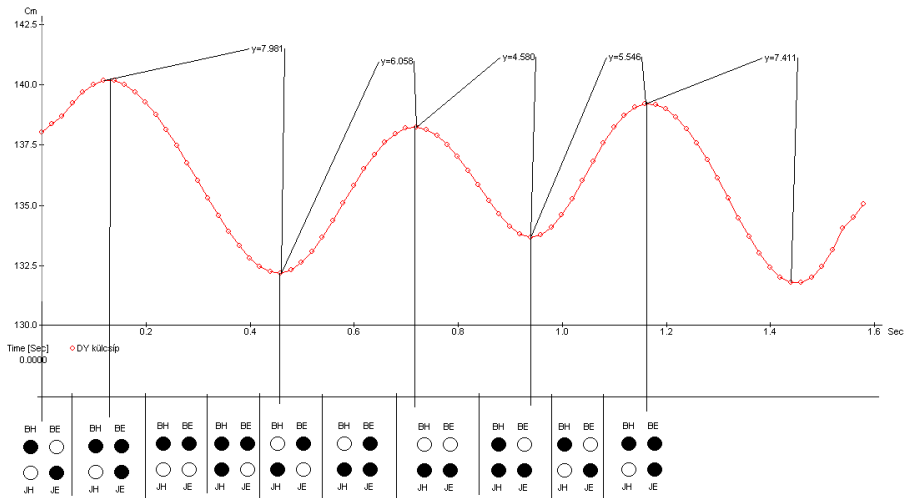
A hátulsó végtagot a törzzsel a medenceöv köti össze, a kapcsolóövet a medencecsont alkotja. A hátulsó végtagok a törzzsel szorosabban kapcsolódnak össze, mint az elülső végtagok, mert a combcsont a medencecsonttal a csípőízület útján függ össze. A külső csípőszögleti pont, része a csontos medencének, melyet a hátulsó lábak közvetlenül támasztanak alá, éppen ezért az elülső lábak mozgáscikluson belüli fázisai kevésbé vannak hatással annak mozgására.

A bal oldali külső csípőszöglet dorsoventrális kilengésének, mozgáscikluson belüli legmagasabb helyzetét akkor éri el, amikor a három lábas alátámasztás során, egyedül a jobb hátulsó láb van a levegőben, a bal oldali külső csípőszöglet és a bal hátulsó pata felezőpontját összekötő egyenes a talajjal 90° -ot zár be, miáltal a legmagasabbra emeli a külső csípőszögleti pontot.

Az ülpontokkal ellentétben nem figyelhető meg a legmagasabb pont felé haladó görbe platós és két csúccsal rendelkező íve, ugyanis az elülső láb alátámasztásánál, a láb függőleges irányú helyzetéből adódó emelő hatás nem érvényesül a külső csípőszögleten. Ennek valószínűsíthető oka, hogy a kinematikai láncon belül távol esik a vállövre jelentősen ható elülső lábak tevékenysége, és a gerincoszlop tompítja a függőleges irányú mozgást, mire az a medenceövre átkerülhetne.

Minimumát akkor éri el, amikor az alátámasztó hátulsó láb „kigördül” alóla és a másik oldali hátulsó láb már talajt is fogott (diagonális alátámasztás). Ezután ismételten, de valamivel alacsonyabbra, emelkedni kezd, melynek oka, hogy a másik oldali hátulsó láb a lehető legmagasabbra emeli az egész medencét, így magát a vizsgált oldali külső csípőpontot is. Ezen mozgáscikluson belüli kisebb emelkedés csúcsa a másik oldali laterális-kétlábás alátámasztás esetén figyelhető meg.

A mozgás terjedelme, a dorsoventrális tengely mentén kb.: 6-10 cm, mely megfelelő amplitúdót jelent, az objektív vizsgálatok lefolytatásához (26. ábra).



26. ábra: bal külső csípőszöglet vertikális kilengése és annak patadiagramjai lépésben

5.2.4. A medenceöv, vállöv és az ülőpontok kinematikai kapcsolata

A ló helyváltoztató mozgásának motorja a far és a hátulsó lábak, innen indul ki minden jármód, az elülső lábak, gyakorlatilag csak alátámasztják a test elülső felét.

A külső csípőszöglet és az ülőpontok dorsoventrális mozgásai nagyon hasonlítanak egymásra. A hátulsó lábak közvetlenül támasztják alá a medenceövet, ezért a külső csípőszögletre hamarabb, míg az ülőpontokra valamivel később terjednek át a hátulsó lábak mozgása okozta vertikális elmozdulások.

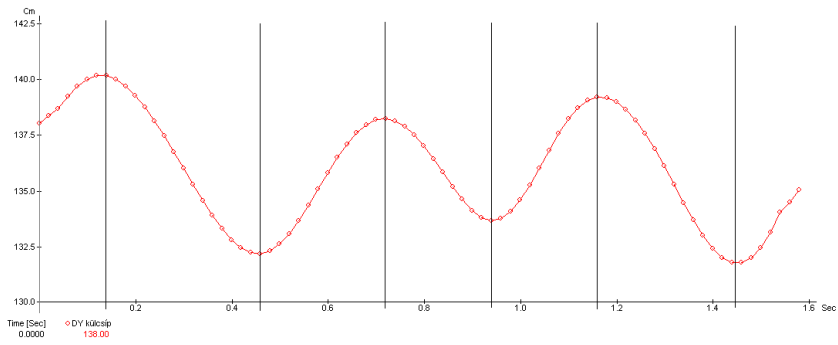
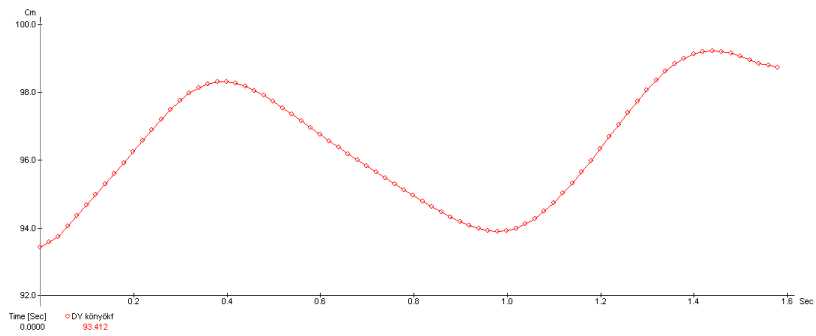
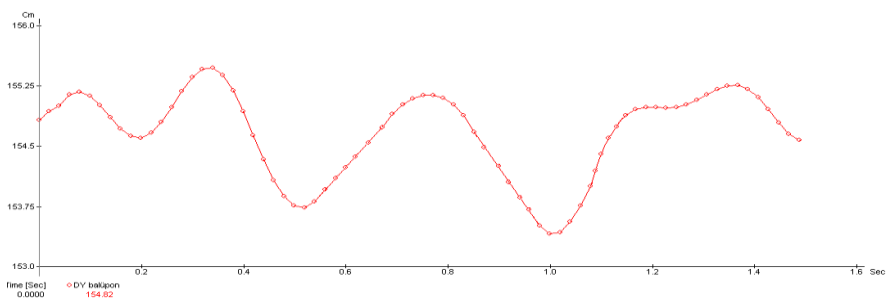
Az elülső láb mozgása ugyancsak jelentős hatással bír. A medencéről áttevődő késleltetett mozgáskaraktert ugyanis megváltoztatja és az ülőpont

magasságának tényleges maximumát akkor éri el, amikor a függőleges helyzetbe kerülő elülső láb a könyökízületen keresztül, a vállövet megemeli, mely továbbterjed az azonos oldali ülőpontra is. A második hullámon a platósság nem figyelhető meg, mert az ellentétes oldali könyökízület emelkedő hatása, a lónál laza vállöv kapcsolat miatt, kevésbé terjed át, mint az ellentétes oldali külső csípőpont emelkedése, mely a második hullámot okozza.

A 27. ábrán jól látható, hogy a külső csípőszögleti pont dorsoventrális elmozdulásai hogyan tevődnek át a medence modell ülőpontjaira és azt miként befolyásolja az elülső lábak tevékenysége.

A külső csípőszöglet dorsoventrális elmozdulásainak mértéke megközelítőleg négyszerese, a könyök ízület markerpontja pedig kétszerese a medencemodell ülőpontjaihoz képest.

A külső csípőszöglet legalacsonyabb helyzeténél „cseréli meg” egymást a két ülőpont függőleges irányú mozgását leíró görbe.

A**B****C**

27. ábra: bal oldali külső csípőszöglet (A), könyök (B) és ülőpont (C) dorsoventrális kilengései, az időfüggvényében, lépés jármódban

Miután a külső csípőszöglet és az ülőpontok dorsoventrális elmozdulásai arányaiban megegyeznek, célszerű lehet ebből a szempontból a külső csípőszögleti, illetve a könyök marker pontokat vizsgálni. Ezen pontok jóval könnyebben markerezhetők, illetve mozgásuk amplitúdója sokkal biztosabban nyomon követhető.

A külső csípőszögleti és a könyök markerhelyén, a bőr alatt minimális a kötőszövet, ezért a bőrelmozdulás okozta torzulásoktól mentes azok vizsgálata.

5.3. Terápiás lovak hippoterápia szempontjából jelentős kinematikai paramétereinek meghatározása és összehasonlítása

A módszertani vizsgálatok alapján kifejlesztett és az 5.1. pontban leírt felvételkedészítő és elemző módszer gyakorlati alkalmazása céljából elvégeztem egy terápiás munkában használt ló-populáció mozgáselemzését. Így összesen 14 ló mozgáselemzésére került sor, a módszertani fejezetben (64. oldal) leírt körülmények között.

5.3.1. Szabad lépés időbeli mozgásparaméterei

A 11. táblázat az átlag alátámasztási és lendítési fázis, és mozgásciklus időtartam, illetve a mozgásciklus frekvencia értékeit mutatja be a vizsgált populációban.

11. táblázat: A vizsgálatba bevont terápiás lovak szabad lépésének időbeli változói
(n=14)

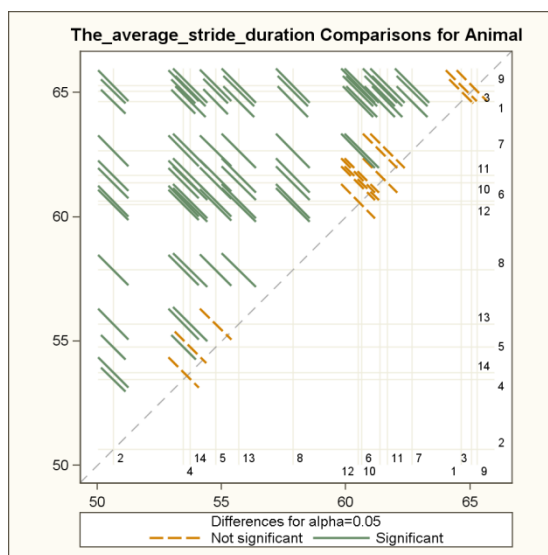
Változó	Alátámasztás	Lendítés	Mozgásciklus	Mozgásciklus
	időtartama	időtartam	időtartam átlag	frekvencia
Ló	átlag (ms) ±	átlag (ms) ±	(ms) ± szórás	db/perc ± szórás
sorszáma	szórás	szórás		
1.	781 ± 67	512 ± 21	1239 ± 88	46,5 ± 1,5
2.	603 ± 14	409 ± 10	1013 ± 19	59,3 ± 1,2
3.	814 ± 12	487 ± 10	1301 ± 21	46,1 ± 0,7
4.	633 ± 26	435 ± 10	1069 ± 36	56,2 ± 2
5.	655 ± 16	439 ± 10	1094 ± 24	54,8 ± 1,1
6.	808 ± 27	416 ± 7	1223 ± 31	49,6 ± 1,6
7.	773 ± 17	471 ± 9	1244 ± 19	47,9 ± 0,9
8.	726 ± 13	418 ± 7	1144 ± 13	51,9 ± 1,3
9.	858 ± 14	459 ± 8	1318 ± 17	46 ± 1,2
10.	804 ± 13	431 ± 10	1236 ± 18	48,9 ± 1
11.	794 ± 20	434 ± 7	1230 ± 23	48,7 ± 1,4
12.	775 ± 14	437 ± 11	1212 ± 23	49,7 ± 0,9
13.	694 ± 26	426 ± 10	1120 ± 34	54 ± 2
14.	687 ± 36	392 ± 11	1079 ± 45	56 ± 2,2
Átlag±SD	743 ± 77	440 ± 32	1180 ± 93	51 ± 4

Az átlag alátámasztási időtartam 743 ms volt jelentős szórással, ami érthető, hiszen a vizsgált populáció egyedei jelentősen eltérő testalakulásúak. Clayton (1995) hasonló időtartamot (774 – 715 ms) állapított meg díjlovak lovas alatt produkált összeszedett és közép lépésének alátámasztási fázisának vizsgálatakor. Az átlag lendítési időtartam 440 ms, mely lényegesen elmarad Clayton méréseitől, mely nyújtott lépés esetén is 530 ms. Az eltérés érthető, hiszen Clayton vizsgálata esetén olimpián résztvevő díjlovakat vizsgált, melyek kiváló lépésminőséggel bírtak. Clayton (1998) hasonló ütemet (52 és 56 mozgásciklus/perc) állapított meg

díjlovak esetén összeszedett és nyújtott lépés során, mely az általam vizsgált populáció átlagához képest (51 mozgásütem/perc) valamivel több. Tauffkirchen (2000) szerint a ló hátáról a lovasra a háromdimenziós mozgásimpulzusok 90-110 mozgásimpulzus/perc (1,5-1,8 Hz) frekvencián tevődnek át, mely megegyezik méréseimmel (51 mozgásciklus/perc $\times 2 = 102$), hiszen minden mozgáscikluson belül két szélsőséget (mozgásimpulzust) produkál a ló, lépés jármódban.

Vizsgálatomban a 9. ló produkálta a leghosszabb átlag alátámasztási- és mozgásciklus időtartamokat, illetve leglassabb mozgásciklus frekvenciát. A 2. ló produkálta a legrövidebb átlag alátámasztási- és mozgásciklus időtartamokat és a leggyorsabb átlag tempót. A 14. ló produkálta a legrövidebb átlag lendítési időtartamot.

A 28. ábrán az átlagos mozgásciklus időtartamban az egyed lovak közötti szignifikáns különbségeket szemléltetem.



28. ábra: Terápiás lovak szabad lépésének vizsgálata során mért átlag mozgásciklus időtartamok, lovak közti különbségei. A folytonos vonalak a szignifikáns különbségeket jelölik ($P < 0,05$)

A 28. ábrán jól látható, hogy a vizsgált populáción belül a mozgásciklusok tekintetében jelentős egyedi különbségeket tapasztaltam.

5.3.2. Szabad lépés lineáris mozgásparaméterei

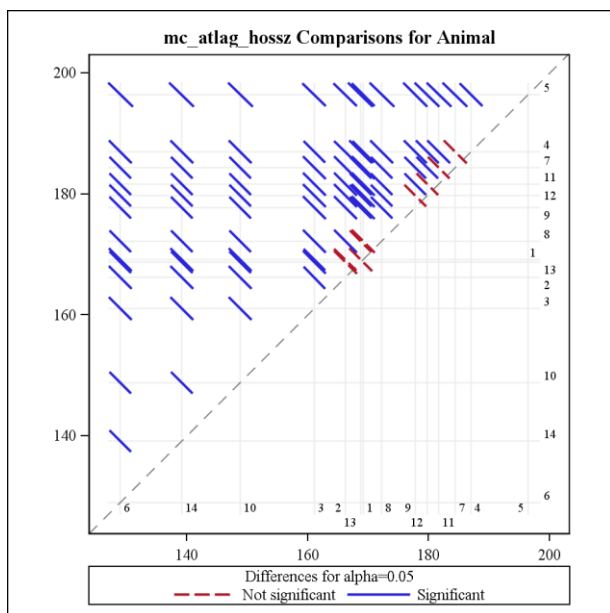
A lineáris kinematikai változók tekintetében is jelentős egyedi különbségeket kaptam (12. táblázat), ami arra utal, hogy az adat felvételezés és –feldolgozás rendszere alkalmas az állatra jellemző küllemi és mozgásbeli sajátosságok kimutatására. Szignifikáns különbségeket tapasztaltam szinte minden ló között, minden egyes lineáris változó tekintetében.

12. táblázat: Terápiás lovak szabad lépésének lineáris jellemzői (n=14)

Változó	Átlag lépéshossz (cm) ± szórás	Átlag mozgásciklus hossz (cm) ± szórás	Átlag túllépés (cm) ± szórás	Átlag pataemelés (cm) ± szórás
Ló sorszám				
1.	85,9± 3	169,2 ± 7,0	8,5 ± 2,6	9,3 ± 0,9
2.	84,7± 2,1	166,2 ± 10,3	7,7 ± 3,7	8 ± 0,6
3.	83 ± 2	161 ± 2,2	9 ± 3,1	7,9 ± 0,8
4.	95,5 ± 2,4	187 ± 7,3	19,9 ± 4,2	9,7 ± 1
5.	98,1 ± 2,8	196,4 ± 4,3	27,2 ± 2,7	9,6 ± 0,8
6.	65,3 ± 1,3	128,9 ± 2	3,8 ± 1,8	4,9 ± 0,7
7.	91,9 ± 1,7	184,3 ± 4	26,8 ± 3	6,5 ± 0,3
8.	84,8 ± 1,6	172,2 ± 3	10,8 ± 1	9 ± 0,7
9.	89,8 ± 1,7	177,7 ± 3,4	18,4 ± 2,5	6,7 ± 1,4
10.	74,5 ± 1	148,8 ± 2	3,6 ± 0,5	5,5 ± 0,6
11.	91,1 ± 1,1	181,6 ± 1,8	17,8 ± 3,1	5,7 ± 2
12.	89,5 ± 1,8	179,7 ± 2,7	11,1 ± 3,6	6,7 ± 1,5
13.	84,6 ± 1,6	168,7 ± 3,5	25,8 ± 3,4	7,3 ± 1
14.	70 ± 2,5	139,1 ± 3,2	13,7 ± 2,9	5,3 ± 1,1
Átlag±SD	84,9 ± 9,4	168,6 ± 18,9	14,6 ± 8,2	7,3 ± 1,7

A vizsgált populáció átlag lépés- és mozgásciklus hossza (84,9 cm és 168,6 cm) Clayton (1995) által vizsgált díjlovak hasonló átlagait, csak összeszedett lépésben (78 cm és 157 cm) haladta meg. A díjlovak nyújtott lépés során márt átlag lépéshossza 97 cm, mozgásciklus hossza pedig 193 cm). A túllépés mértéke átlag 14,6 cm.

A 29. ábra az átlag mozgásciklus hosszlovak közötti szignifikáns különbségeit szemlélteti.



29. ábra: 14 ló szabad lépésének vizsgálata során mért átlag mozgásciklus hosszok,lovak közti különbségei. A folytonos vonalak a szignifikáns különbségeket jelölik ($P < 0,05$)

Az 5. ló produkálta a leghosszabb átlag lépés- és mozgásciklus hosszokat, illetve legnagyobb túllépést. A 6. ló produkálta a legrövidebb átlag lépés- és mozgásciklus hosszokat, illetve a legalacsonyabb átlag pataemelést. A 10. ló produkálta a legrövidebb átlag túllépését.

Nagyobb arányú mozgásciklushossz esetén a lépéshossz és a túllépés növekszik.

5.3.3. Hippoterápia szempontjából lényeges kinematikai paraméterek

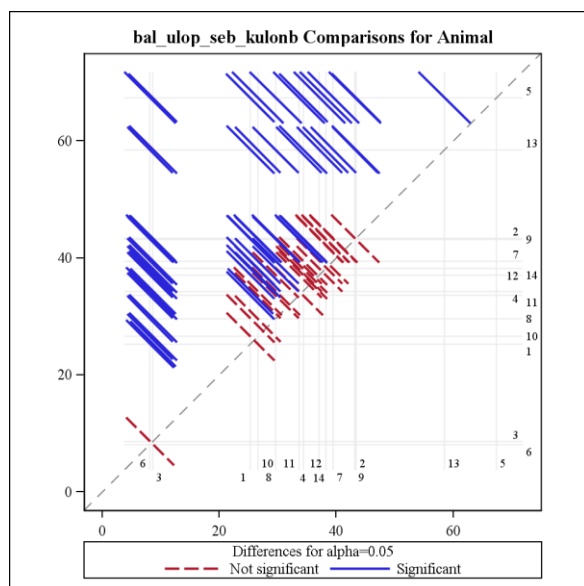
A 13. táblázat a vizsgált lovak hippoterápiás szempontjából lényeges változóinak átlagait mutatja be.

13. táblázat: Terápiás lovak szabad lépésének hippoterápiás szempontból lényeges változói (n=14)

Változó	Átlag HT1	Átlag HT2	Átlag HT3	Átlag HT4
	(cm/s) ±	(cm/s) ±	(cm) ± szórás	(cm) ± szórás
Ló sorszáma	szórás	szórás		
1.	25,3± 7,3	6,4± 1,0	4,6± 1,2	1,6± 0,7
2.	43,3± 7,4	7,1± 0,8	1,6± 0,3	1,5± 0,6
3.	8,6± 6,1	4,3± 1,6	3,5± 0,7	2,2± 0,4
4.	3,3± 11,9	10,9± 1,5	3,8± 0,7	1,4± 0,8
5.	67,7± 15,0	11± 1,2	3,2± 0,4	2,3± 0,4
6.	6,8± 2,1	2,8± 1,4	2,9± 0,3	2,3± 0,6
7.	38,2± 2,9	2,7± 1,1	3,3± 0,4	1,3± 0,4
8.	28,3± 5,1	6± 1,2	3,4± 0,6	2,9± 0,7
9.	41,9± 5,0	3,2± 1,8	3,9± 0,6	2,2± 0,5
10.	25,2± 5,6	3,6± 0,8	2,3± 0,5	2± 0,5
11.	32,3± 4,1	3± 1,0	4,6± 0,4	4± 0,4
12.	36,9± 8,4	8,3± 2,1	3,8± 0,6	2,2± 0,7
13.	57,2± 11,1	7,7± 1,7	2,7± 0,5	3,4± 1,0
14.	35,8± 8,4	10± 2,2	4,1± 0,4	2,1± 0,7
Átlag±SD	34±16	6±3	3±1	2±1

- **HT1** (ülőpont anterior irányú sebességkülönbsége, cm/s)

A HT1 mozgásparaméter lovankénti meghatározásával az anterior irányú, a páciens medencéjére gyorsító-lassító hatással bíró ülőpont mozgásokat hasonlíthatjuk össze. A 30. ábra az átlag HT1 lovak közötti szignifikáns különbségeit szemlélteti.



30. ábra: 14 ló szabad lépésének vizsgálata során mért átlag HT1, lovak közti különbségei. A folytonos vonalak a szignifikáns különbségeket jelölik ($P < 0,05$)

A 30. ábrán jól látszik, hogy az 5. és a 13. lónak a legintenzívebb anterior irányú gyorsítása-lassítása, azaz a maximum és minimum sebességei között mért különbség. Ezzel a lóval dolgozó hippoterapeutának, az a tapasztalata, hogy ezen lovak használatakor, a lóvezető közreműködésével kiválóan adagolható ez az impulzus erősség, mely elsősorban a felegyenesedést stimulálja. Ezeket a lovakat a lóvezető elmondásai alapján könnyedén lehet a földről is nyújtani.

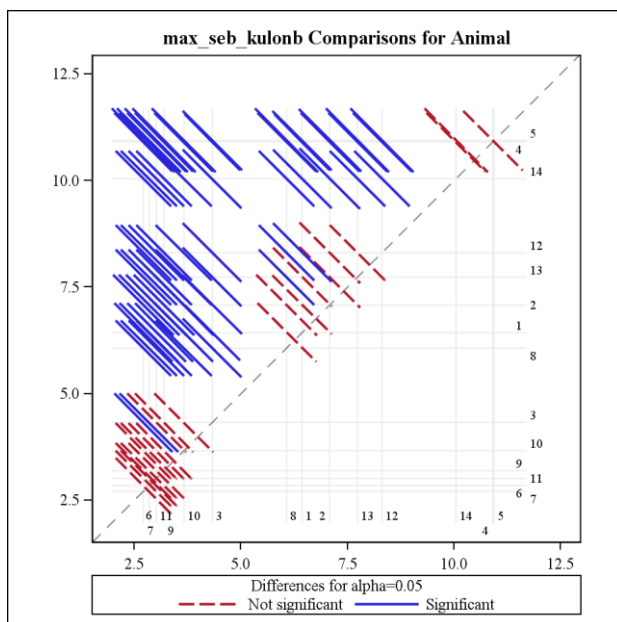
A 30. ábrán az is jól érzékelhető, hogy a 6. ló sebességkülönbségei a legkisebbek. Ezzel a lóval dolgozó hippoterapeuta, azt tapasztalta, hogy az első hippoterápiás kezelések alkalmával az ezen a lovon ülő páciensek, könnyedén és gyorsabban megtalálják az egyensúlyukat.

Érdekes tapasztalat, hogy a nagy sebességkülönbségeket, nem feltétlenül a nagy iramban (nagy sebességgel) haladó lovak esetén tapasztalták, hiszen a nagyobb sebesség, nem feltétlenül jár együtt nagyobb

arányú lassítással, melyet az elülső lábak tevékenysége határoz meg elsősorban.

- **HT2** (ülőpontok közötti anterior irányú sebességkülönbség, cm/s)

A HT2 mozgásparaméter lovankénti meghatározásával, a ló gerincoszlopának laterálflexiós mozgásait leíró ülőpont mozgások összehasonlítása válik lehetségessé, mely a páciens gerincoszlopára rotációs hatással bír. A 31. ábra az átlag HT2 lovak közötti különbségeit szemlélteti.



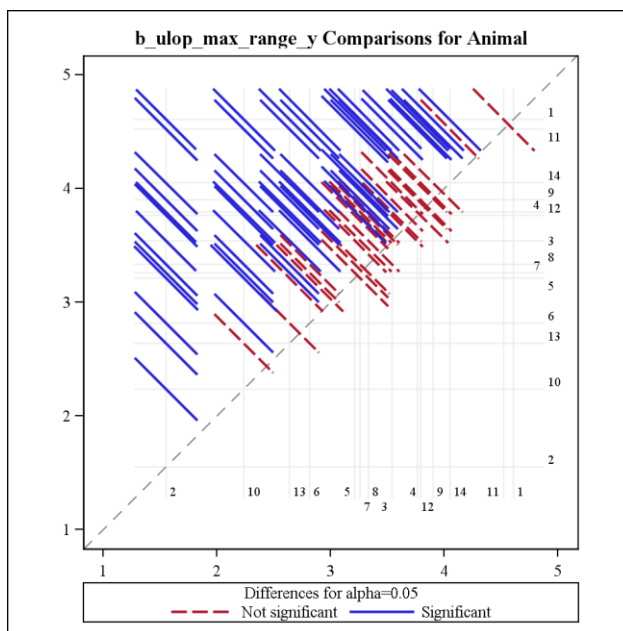
31. ábra: 14 ló szabad lépésének vizsgálata során mért átlag HT2, lovak közti különbségei. A folytonos vonalak a szignifikáns különbségeket jelölik ($P < 0,05$)

A 31. ábrán jól látszik, hogy a 4. és az 5. ló gerincoszlopának laterálflexiós mozgásai a legnagyobb mértékűek. Ezen lovaknál tapasztalható a legnagyobb lépéshossz, illetve a legnagyobb túllépés is, hiszen a hátulsó láb lépéshossza határozza meg elsősorban a gerincoszlop oldalirányú mozgását. Nagyságuk sorrendjét tekintve a fenti ábrához

hasonlóan, a sebességkülönbségek sorrendje szerint alakul, de a különbségek kevésbé markánsak, ebben az esetben.

- **HT3** (ülőpont maximális dorsoventrális elmozdulása, cm)

A HT3 mozgásparaméter lovankénti meghatározásával, az ülőpontok dorsoventrális tengely menti elmozdulásai okozta mozgás válik összehasonlíthatóvá, mely a páciens fel-le mozgatja. A 32. ábra az átlag HT3 lovak közötti különbségeit szemlélteti.

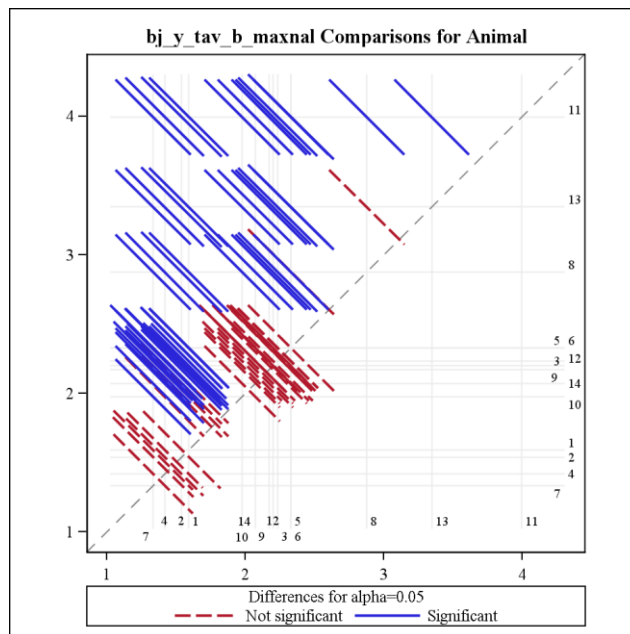


32. ábra: 14 ló szabad lépésének vizsgálata során mért átlag HT3, lovak közti különbségei. A folytonos vonalak a szignifikáns különbségeket jelölik ($P < 0,05$)

Az 1. és a 11. ló kilengései a legnagyobbak, az ülőpont legmagasabb és legalacsonyabb helyzete között.

- **HT4** (ülőpontok dorsoventrális kilengése közötti különbség, cm)

A HT4 mozgásparaméter lovankénti meghatározásával, a lovak ülőpontjainak egymáshoz képesti vertikális eltávolodásának mértéke válik összehasonlíthatóvá, mely a páciens gerincoszlopára laterálflexiós hatással bír. A 33. ábra az átlag HT3 lovak közötti különbségeit szemlélteti.



33. ábra: 14 ló szabad lépésének vizsgálata során mért átlag HT3, lovak közti különbségei. A folytonos vonalak a szignifikáns különbségeket jelölik ($P < 0,05$)

Az ülőpontok közötti maximumnál mért helyzeti magasságátlagok értékeinek követése lényeges, pontosságának növelése érdekében az ismétlések számát ajánlatos növelni.

Az 5. ló produkálta az átlag leghosszabb lépést, mozgásciklust, illetve túllépést. Ugyanezen lónál mértük a legnagyobb HT1 és HT2 átlagokat.

A 6. ló produkálta az átlag legrövidebb lépést, mozgásciklust és a legkisebb átlag pataemelést. Ugyanezen lónál mértük a legkisebb HT1 és a második legkisebb HT2 átlagokat.

Ennél a lónál mértük a legalacsonyabb könyökmagasságot, illetve ülőpont-külső csípőszöglet távolságot.

A 11. ló produkálta a legnagyobb HT3 és HT4 átlagokat, tehát ennél a lónál volt megfigyelhető az ülőpontok legnagyobb függőleges irányú kilengéseit.

A 7. ló produkálta a legkisebb HT2 és HT4 átlagokat. Ennek a lónak van a külső csípőszöglete a legmagasabban.

A 9. ló produkálta az átlag leghosszabb alátámasztási fázis időtartamot, mozgásciklus időtartamot és a leglassabb tempót. Ennek a lónak a legkisebb könyök-külső csípőszöglet horizontális távolsága, illetve könyök-bal ülőpont horizontális távolsága.

5.3.4. Testméretek és különböző kinematikai paraméterek összefüggései

A különböző kinematikai változók és a testméretek kapcsolatát korrelációs számítással vizsgáltuk. A 14. táblázat a statisztikailag is kimutatható változók közötti lineáris kapcsolatok szorosságát szemlélteti.

14. táblázat: Testméretek és kinematikai változók összefüggését bemutató
korrelációs együtthatók ($P < 0,01$)

mozgás paraméterek	ülőpont magasság	könyök magasság	külső csípőszöglet magasság	ülőpont- külső csípőszöglet távolsága
lépéshossz	r=0,77	r=0,59	r=0,77	r=0,81
mozgásciklus hossz	r=0,75	r=0,54	r=0,77	r=0,81
túllépés mértéke	r=0,15	r=-0,04	r=0,23	r=0,54
HT1	r=0,05	r=0,02	r=0,1	r=0,4
HT2	r=0,09	r=0,22	r=0,03	r=0,15
HT3	r=0,17	r=0,01	r=0,21	r=0,19
HT4	r=-0,17	r=-0,35	r=-0,14	r=0,03
ülőpont maximális sebessége	r=0,71	r=0,75	r=0,68	r=0,32
külső csípőszöglet vertikális kilengése	r=0,72	r=0,76	r=0,68	r=0,58

A vizsgálatba bevont lovak esetén a nagyobb méretű lovak (magasabb és hosszabb) testméretei és lineáris paraméterei között erős korrelációt tapasztaltunk. Minél magasabban vannak az ülöpontok és a külső csípőszöglet, illetve minél nagyobb a távolság az ülöpont és a külső csípőszöglet között, annál hosszabb a lépés és a mozgásciklus. Erős korrelációt tapasztaltunk a külső csípőszöglet vertikális kilengése és a ló magassága között. Minél magasabban helyezkednek el az ülöpontok, illetve a könyök és a külső csípőszöglet annál nagyobb a külső csípőszöglet vertikális kilengése. Hasonlóan a ló magassága szoros kapcsolatban van az ülöpont maximális sebességével.

A hippoterápia szempontjából lényeges paraméterek esetén nem találtunk szorosabb kapcsolatot a testméretekkel.

A 15. táblázat a kinematikai változók összefüggéseit mutatja be.

15. táblázat: Kinematikai változók összefüggéseit bemutató korrelációs együtthatók

	lépés- hossz	mozgás ciklus hossz	túllépés mértéke	HT1	HT2	HT3	HT4
lépéshossz	r=1,00	r=0,98	r=0,66	r=0,50	r=0,24	r=0,20	r=0,01
mozgásciklus hossz	r=0,98	r=1,00	r=0,67	r=0,53	r=0,23	r=0,22	r=0,04
túllépés mértéke	r=0,66	r=0,67	r=1,00	r=0,65	r=0,25	r=0,17	r=0,12
HT1	r=0,50	r=0,53	r=0,65	r=-1,00	r=0,47	r=-0,10	r=0,13
HT2	r=0,24	r=0,23	r=0,25	r=0,47	r=1,00	r=0,05	r=-0,06
HT3	r=0,20	r=0,22	r=0,17	r=-0,10	r=0,05	r=1,00	r=0,18
HT4	r=0,01	r=0,04	r=0,12	r=0,13	r=-0,06	r=0,18	r=1,00

($P < 0,01$).

Erős korrelációt tapasztaltam a lépéshossz és a mozgásciklus között ($r=0,98$) és közepeset a túllépés mértéke és a mozgásciklus és lépéshossz között ($r=0,67$ és $r=0,66$). Figyelemre méltó közepes erősségű összefüggést találtam a HT1 és a túllépés mértéke között ($r=0,65$). Ezek szerint a nagyobb mértékű túllépést produkáló lovak ülőpontjainak gyorsulása és lassulása következtében fellépő sebességkülönbség is nagyobb, azaz erősebb törzstréning várható az adott állattól. Szintén közepes korrelációt ($r=0,47$) tapasztaltam a horizontális hippoterápiás változók között. Ezek szerint, azon lovaknál, amelyeknél erősebb a törzstréning (HT1), ott erősebb rotációs (HT2) hatásra is számíthatunk.

6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A ló szabad lépésének kinematikai szempontból történő mintavételezése, laboratóriumi körülmények nélkül, terep viszonyok között is kivitelezhető, de nem készíthető olyan minőségű videógrafika, mely alkalmas volna az automata markerazonosításra. A markerazonosítás az APAS mozgáselemző szoftver segítségével fél-automata módon kivitelezhető, mely meglehetősen időigényes folyamat, de kiválóan alkalmas a bevitt markerpontok későbbi követésére. Ugyanazon lovat összehasonlítva egyetlen változó esetén sem tapasztaltunk szignifikáns különbséget a megismételt két kalibrálás között, illetve magas determinációs együtthatókat (időbeli változók: $R^2 = 0,93-0,95$, lineáris változók: $R^2 = 0,85-0,87$) kaptunk, tehát a helyszíni mérésekre –kellő ismételtes – esetén bátran támaszkodhatunk.

A digitalizált felvételek alapján az időbeli kinematikai változók nagy pontossággal követhetők, ez lehetővé teszi az alátámasztási és lendítési időtartamok lábankénti pontos követését. Ennek köszönhetően szimmetria-vizsgálatokat végezhetünk, illetve megállapíthatjuk az ütemet, melyet a ló szabad lépésben kínál fel. Ennek ismerete lényeges a hippoterapeuták szempontjából, hiszen más-más ütemű lépést kívánnak meg a páciensek.

A lineáris változók követése lehetőséget ad a lépéshossz, a mozgásciklus hossz, a túllépés és a pataemelések mértékének meghatározására.

Bár ilyen irányú vizsgálatokat nem végeztünk, úgy vélem, hogy az időbeli és lineáris változók követése a lovak sántaságdiagnosztikájában is hasznos segítségnek bizonyulhat az állatorvosok számára. A kifejlesztett módszer tehát egyéb szakterületek számára is jó lehet.

A hippoterápiás szempontból végzett kinematikai vizsgálatok eredményei hasznosnak bizonyul a hippoterápiás munkára használt lovak

tudatosabb kiválasztásához. Ezt támasztja alá az az eredmény, hogy azon lovakon, melyek ülőpontjainak sebességkülönbségei előre irányban (HT1) csekélyek, könnyebben egyensúlyoznak a rajta ülő lovasok, ezért első alkalmakkor, bizonytalanul ülő páciensek esetén kifejezetten előnyösnek bizonyulnak. Sok esetben viszont, miután előnyös a törzstréning szempontjából ezen mozgás, kifejezetten hatékonyabb, egy nagyobb arányú x tengely irányú sebességkülönbséggel haladó ló mozgása. Az ilyen lovak előnye az is, hogy miután saját maguk által felkínált természetes lépés jármódjuk közben produkálják a nagyobb sebességkülönbséget, a hippoterápiás munka során, a lóvezető munkája egyszerűbb lesz, illetve könnyebben tudja a páciens igényeihez legjobban illeszthető mozgásformát produkálni.

Amennyiben ez a nagyobb sebességkülönbség, rövidebb mozgásciklussal társul, az kifejezetten jótékony a hipotón (tónus nélküli izomzattal rendelkező) páciensek számára. Spasztikus (túlzott izomtónusú) lovasoknak kedvezőbb a lazító hatású kisebb mértékű sebességkülönbségekkel haladó, hosszú mozgásciklussal rendelkező ló.

A ló gerincén létrejött laterálflexió, mely a különböző oldali ülőpontok egymás megelőzésében nyilvánul meg, nagyon értékes rotációként tevődik át a páciens gerincére, mely a leginkább lazító hatású, és csökkenthető a „tömbösség” a páciensben. A magas HT2 átlag értékű egyedeknél tapasztalható a legnagyobb lépéshossz, illetve a legnagyobb túllépés is, hiszen a hátulsó láb lépéshossza határozza meg elsősorban a gerincoszlop oldalirányú mozgását.

Kíváncos az ülőpontok minél nagyobb, függőleges y tengely irányú elmozdulásai (HT3), melynek következtében a páciens fel-le mozog, mely a terápia hatékonysága szempontjából nagyon fontos felegyenesedést serkenti.

Szintén kedvező a nagyobb mértékű HT4, mely a lovasra laterálflexióként terjed át, mely lazító hatású, a „tömbösség” csökkenthető a páciensben.

Különböző mozgáskarakterű lovak ajánlása meghatározott terápiás helyzetekre

A hippoterápiás lovak osztályozásához a hippoterápiás szempontból lényeges paramétereket osztályoznunk kellett (16. táblázat).

16. táblázat: Hippoterápiás változók hatásainak osztályozása

Hippoterápiás változók	Terápiás hatásuk	Terápiás hatás mértéke		
		lágý	közepes	erős
HT1	törzstréning	HT1 < 10 cm/s	10-40 cm/s	HT2 >40 cm/s
HT2	rotációs hatás	HT2 < 5 cm/s	5-10 cm/s	HT2 >10 cm/s
HT3	felegyenesedést serkentő hatás	HT3 < 2 cm	2-4 cm	HT3 >4 cm
HT4	laterálflexiós hatás	HT4 < 2 cm	2-3 cm	HT3 >3 cm

Lágý törzstréning hatásúnak tekintettük a 10 cm/s-nál alacsonyabb, közepesnek a 10-40 cm/s közötti és erősnek a 40 cm/s-nál nagyobb HT1 átlag értékű egyedeket. Lágý rotációs hatásúnak tekintettük az 5 cm/s-nál alacsonyabb, közepesnek az 5-10 cm/s közötti és erősnek a 10 cm/s-nál nagyobb HT2 átlag értékű egyedeket. Lágý felegyenesedést serkentő hatásúnak tekintettük a 2 cm-nél alacsonyabb, közepesnek az 2-4 cm közötti és erősnek a 4 cm-nél nagyobb HT3 átlag értékű egyedeket. Lágý

laterálflexiós hatásúnak tekintettük a 2 cm-nél alacsonyabb, közepesnek a 2-3 cm közötti és erősnek a 3 cm-nél nagyobb HT4 átlag értékű egyedeket.

A kísérletbe bevont hippoterápiás lovak hippoterápiás szempontból fontos mozgáskarakterisztikáit, illetve a különböző terápiás hatások jellegét a 17. táblázatban foglaltam össze.

17. táblázat: A vizsgálatba bevont hippoterápiás lovak mozgáskarakterisztikája

Ló	HT1	HT2	HT3	HT4	terápiás hatás jellege
1.	25,3	6,4	4,6	1,6	közepes törzstréning, közepes rotációs hatás, felegyenesedést nagyon erősen serkenti, közepes laterálflexiós hatás.
2.	43,3	7,1	1,6	1,5	erős törzstréning, közepes rotációs hatás, felegyenesedést nagyon lágyan serkenti, közepes laterálflexiós hatás hipotón páciensek számára kifejezetten ajánlott!
3.	8,6	4,3	3,5	2,2	gyenge törzstréning, enyhe rotációs hatás, felegyenesedést közepesen serkenti, erős laterálflexiós hatás, spasztikus, illetve kezdő páciensek számára kifejezetten ajánlott!
4.	34,3	10,9	3,8	1,4	közepes törzstréning, kiváló rotációs hatás, felegyenesedést közepesen serkenti, közepes laterálflexiós hatás.
5.	67,7	11	3,2	2,3	erős törzstréning, kiváló rotációs hatás, felegyenesedést közepesen serkenti, erős laterálflexiós hatás, hipotón páciensek számára kifejezetten ajánlott!
6.	6,8	2,8	2,9	2,3	gyenge törzstréning, nagyon enyhe rotációs hatás, felegyenesedést közepesen serkenti, erős laterálflexiós hatás, spasztikus páciensek számára kifejezetten ajánlott!

7.	38,2	2,7	3,3	1,3	középes törzstréning, nagyon enyhe rotációs hatás, felegyenesedést közepesen serkenti, gyenge laterálflexiós hatás.
8.	28,3	6	3,4	2,9	középes törzstréning, közepes rotációs hatás, felegyenesedést közepesen serkenti, erős laterálflexiós hatás.
9.	41,9	3,2	3,9	2,2	erős törzstréning, enyhe rotációs hatás, felegyenesedést közepesen serkenti, erős laterálflexiós hatás.
10.	25,2	3,6	2,3	2	középes törzstréning, enyhe rotációs hatás, felegyenesedést közepesen serkenti, közepes laterálflexiós hatás.
11.	32,3	3	4,6	4	középes törzstréning, enyhe rotációs hatás, felegyenesedést erősen serkenti, nagyon erős laterálflexiós hatás.
12.	36,9	8,3	3,8	2,2	középes törzstréning, erős rotációs hatás, felegyenesedést közepesen serkenti, erős laterálflexiós hatás.
13.	57,2	7,7	2,7	3,4	erős törzstréning, közepes rotációs hatás, felegyenesedést erősen serkenti, erős laterálflexiós hatás, haladó pácienseknek kifejezetten ajánlott!
14.	35,8	10	4,1	2,1	középes törzstréning, enyhe rotációs hatás, felegyenesedést erősen serkenti, erős laterálflexiós hatás.

A 17. táblázat alapján a hippoterapeuták tudatosabban választhatják ki adott pácienshez a leginkább megfelelő lovat. A 3. ló ideális az első hippoterápiás foglalkozások megtartására, a rendkívül alacsony x tengely irányú sebességkülönbségeinek köszönhetően, a rajta ülő lovas könnyedén találja meg egyensúlyát, továbbá ideális a spasztikus (fokozott izomtónussal rendelkező) páciensek számára. A 4. és 5. ló kiváló rotációs hatást gyakorol a rajta helyesen ülő és már tapasztalt lovas számára, mely a leginkább lazító

hatást okozza a páciens törzsizmaiba. Az 1. és 2. ló kifejezetten előnyös hippoterápiás lónak mutatkozik, mozgáskarakterisztikája tekintetében, mert közepes értékeket produkálva különböző módon érintett páciens alá is ajánlhatók.

Javaslom, hogy a lovak hippoterápiás célú kiválasztásánál a küllem, vérmérséklet és az idomíthatóság mellett az állatok videófelvételeken alapuló mozgáskarakterisztikáit is vegyék figyelembe. A kiválasztás így tudatos, a hasznosítási célnak megfelelő lesz.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A dolgozatban elvégzett elemzések eredményeiből az alábbi új tudományos eredmények állapíthatók meg:

1. Kültéri viszonyok között is alkalmazható, helyszíntre telepíthető (mobil) adatfelvételi módszert dolgoztam ki, amely alkalmas az APAS szoftver adaptációval az épen aktuális iramban haladó ló lépés jármódjának lineáris, időbeli- és szögellési mozgásparamétereinek meghatározására.

2. Az általam kifejlesztett módszerrel („medence –modell”) meghatároztam a hippoterápiás szempontból lényeges mozgásparamétereket. Ezek a következők:

- HT1, adott ülőpont anterior irányú sebességkülönbsége (cm/s): a ló lábainak lendítési és alátámasztási fázisainak váltakozására bekövetkező, az ülőpontokat előre irányba gyorsító-lassító mozgása.

- HT2, az ülőpontok közötti anterior irányú sebességkülönbség (cm/s): a ló gerincoszlopának laterálflexiója okozta mozgás.

- HT3, adott ülőpont függőleges irányú maximális elmozdulása (cm): az ülőpontok függőleges y tengely irányú elmozdulásai okozta mozgás.

- HT4, ülőpontok függőleges irányú kilengése közötti különbség (cm): az ülőpontok egymáshoz képesti vertikális eltávolodása okozta mozgás.

3. Megállapítottam, hogy az egyes állatok kinematikai jellemzői egyedspecifikusak, erősen determináltak (determinációs együtthatók $R^2 = 0,51-0,87$). Ez reménykeltő abban a tekintetben, hogy a módszer

segítségével a populáció egyedei a kívánatos cél tekintetében objektíven kategorizálhatóak.

4. Összefüggést állapítottam meg a lovak mozgásparaméterei és testméretei között. Ezek a következők: lépéshossz-ülőpont magasság ($r=0,77$), lépéshossz-külső csípőszöglet magasság ($r=0,77$), lépéshossz-ülőpont-külső csípőszöglet távolsága ($r=0,81$), mozgásciklus hossz-ülőpont magasság ($r=0,75$), mozgásciklus hossz-külső csípőszöglet magasság ($r=0,77$), mozgásciklus hossz-ülőpont-külső csípőszöglet távolsága ($r=0,81$), ülöpont maximális sebessége-ülőpont magasság ($r=0,71$), ülöpont maximális sebessége-könyök magasság ($r=0,75$), külső csípőszöglet vertikális kilengése-ülőpont magasság ($r=0,72$), külső csípőszöglet vertikális kilengése-könyök magasság ($r=0,76$), külső csípőszöglet vertikális kilengése-külső csípőszöglet magasság ($r=0,68$), lépéshossz- mozgásciklus hossz ($r=0,98$), lépéshossz-túllépés mértéke ($r=0,66$), mozgásciklus hossz-túllépés mértéke ($r=0,67$), HT1-túllépés mértéke ($r=0,65$).

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A lovak hasznosítása a verseny, sport, illetve hobby célon túl, - a lovasterápia egyre népszerűbbé válásának következtében-, kibővíteni látszik. A hippoterápia, a ló több dimenziós mozgását használja a mozgássérültek rehabilitációja érdekében. A hippoterápia, mint speciális hasznosítási irány, számos követelményt támaszt a lovakkal szemben. Ezen lovaknak megfelelő minőségű lépés jármódot kell produkálniuk, sokszor nagy súlyú, bizonytalan, rossz egyensúlyú lovasokkal a hátukon. Követelmény az is, hogy menekülő ösztönüktől „megfeledkezve”, a lóvezető minden jelzésére reagáljanak.

Munkánk célja néhány, a hippoterápiában használatos ló egyed szintű felmérése és összehasonlítása, annak meghatározása, hogy melyik ló milyen terápiás helyzetekhez javasolható.

A vizsgálatban 14, hippoterápiára rendszeresen használt ló vett részt. Mindegyik egyed minimum egy éve aktívan részt vesz hippoterápiás munkában, a felvételek készítése alatti procedúrához (markerezés, futófolyosóban mozgás) kellően hozzászoktak. A lovakat, megszokott lóvezetőjük (az a személy, aki a terápiás foglalkozásokon vezeti a lovat) vezette fel szabad lépésben, miután azokat előzőleg bemelegítették.

A vizsgált lovak testméreteit az APAS Display modulja segítségével határoztam meg.

A lovakon 8 db 2 cm átmérőjű, hungarocell golyóból kialakított passzív markert helyeztünk el. A bemelegített lovakat, négy lábra állítva, mindig ugyanazon személy markerezte fel, jelölve a hippoterápia szempontjából jelentős ízületi pontokat:

- bal és jobb oldali ülőpont
- külső csípőszöglet

- a karcsont lateralis epicondylusa (könyök)
- a négy pata szegélyének felezőpontja oldalnézetben.

Az előtanulmányok során kiderült, hogy a közvetlenül az ülőpontokra ragasztott markerek nem mozognak kellő kilengéssel megfelelő „láthatósággal” ahhoz, hogy azok biztonsággal követhetők legyenek. A biztosabb megfigyelhetőség érdekében a mozgás amplitúdóját meg kellett növelni, kialakítva egy emberi medencemodellt. A trapéz alakú keret merev összeköttetést biztosít a markerek között.

12, állandó és ismert távolságban lévő kontrolpontot tartalmazó kalibrációs kockát (160 cm × 200 cm × 400 cm) filmeztünk le a mozgástérbe, annak érdekében, hogy a későbbi elemzés során számértékkel ellátott koordináta rendszerben dolgozhassunk. A kalibrációs eszköz méretét a Clayton (1995) által mért díjlovak nyújtott lépés mozgásciklusához (193 cm) igazítottuk.

Két álló kamerát (Sony, DCR TRV 30E) állítottunk fel a mozgás síkjától 30 m-re. A kamerák 160 cm-es magasságú állványokon voltak és látószögük 6 m szélesre volt beállítva. A mintavételezés 25 frame/s-on történt 1/250s-os zársebesség mellett, lovanként 10 ismétléssel.

A felvételeket APAS szoftverrel elemeztük. A markerbevitel félautomata volt.

Lovanként tíz mozgásciklust elemeztünk. A talajérintés kezdetét, attól a képkockától számítottuk, amikor a pata bármely része érintkezésbe kerül a talajjal. Az elemelést attól a képkockától számítottuk, amikor a pata tisztán láthatóan semmilyen részével már nem érintkezik a talajjal.

A lineáris változók közül mértük a lépés-, a mozgásciklus hosszokat és a túllépés nagyságát. A időbeli változók közül mértük minden egyes pata esetén, a alátámasztási és a lendítési fázisok időtartamait, a mozgásciklus időtartamot és a mozgásciklus frekvenciát.

A hippoterápiás szempontból fontos változók vizsgálatakor, a terápia kulcspontjainak, az ülőpontoknak a kinematikai követését értjük. Ezen vizsgálatok által meghatározott ülőpont mozgás-karakterisztika megmutatja az adott ló hippoterápiás jellegét.

HT1, adott ülőpont anterior irányú sebességkülönbsége (cm/s)

Hippoterápiás szempontból a leginformatívabb mozgásparaméterek egyike, a ló lábainak lendítési és alátámasztási fázisainak váltakozása okozta folyamatosan előre haladó (x tengely irányú) gyorsítás-lassítás, mely sebességkülönbség a páciens medencéjét előre-hátra mozgatja, a csípő- és csípő-keresztcsonti ízületben flexiót-extenziót hoz létre, a gerincben pedig a felegyenesedést stimulálja.

Az ülőpontok vízszintes irányú követése, az elmozdulást leíró görbe alapján nem lehetséges. A horizontális követésre sokkal inkább az ülőpontok vízszintes irányú aktuális sebességét leíró görbék alkalmasak (egységnyi idő alatt, anterior irányba megtett elmozdulás, cm/s). Az adott ülőpont hol gyorsul, hol pedig lassul a végtagok előreviteli és alátámasztási szakaszainak megfelelően, miközben alapvetően folyamatosan halad előre. A az előre irányuló lassító-gyorsító hatás mértékét, az ülőpont sebességgörbéje által leírt maximális kilengése, amplitúdója határozza meg.

A maximális kilengéseket ismétlésenként meghatároztuk, majd átlagot számítottunk a kapott értékekből. Minél nagyobb az adott ülőpontok között a görbe legmagasabb, illetve legalacsonyabb pontja közötti távolság, azaz a sebességváltozás, annál inkább intenzívebb a páciens medencéjére ható előre-hátra mozgás.

HT2, az ülőpontok közötti anterior irányú sebességkülönbség (cm/s)

A ló gerincének laterálflexiójának (oldal irányú elhajlás) mértékét, az határozza meg, hogy az egyik ülőpont mennyivel kerül előrébb a másik

ülőpontnál. Az ülőpontok egymáshoz viszonyított anterioposterior (x) tengely mentén mért távolságának vizsgálata nem kivitelezhető. Ennek mértéke viszont jól becsülhető egyrészt a hátulsó lábak lépéshosszával, illetve az ezzel összefüggő, az ülőpontok x tengely irányú sebességét leíró görbe maximum pontjainál mért görbék közti sebességkülönbséggel (cm/s). Mindkét ülőpont sebessége akkor kezd el nőni, amikor a hátulsó lábak között megtörténik a súlyáthelyezés. A sebesség növekedése, majd szinten maradása addig tart, míg az elülső láb talajt fog, mely lassítani kezdi az ülőpontok mozgását. Az újabb sebesség növekedés a hátulsó lábak következő súlyáthelyezésekor következik be.

Az összetartozó görbék közötti sebességkülönbségeket ismétlésenként meghatároztam.

HT3, adott ülőpont maximális dorsoventrális elmozdulása (cm)

A ló gerincoszlopának, a lépés jármód hatására kialakuló, fel-le mozgásának következtében a rajta ülő páciens fel-le mozog, mely a felegyenesedést serkenti. Ez a hatás arra készíti a lovat tudat alatt, hogy koordinálja a mozgását a csípő és a felső combizomzat között. Ezen vertikális mozgások követése a hippoterápia szempontjából fontos.

A bal ülőpont pályagörbéjén az ülőpont markerpontjának függőleges irányú elmozdulása követhető az idő függvényében. A függvénygörbe segítségével meghatározható a legmagasabb és legalacsonyabb helyzet közötti távolság, az amplitúdó mértéke, cm-ben kifejezve.

HT4, ülőpontok dorsoventrális kilengése közötti különbség (cm)

Az ülőpontok függőleges irányú elmozdulásainak különbsége alapján határozható meg cm-ben. Ilyen különbség mérhető a magasabban lévő ülőpont maximumánál a két görbe között. Ezen érték nagysága arányos a ló

gerincoszlopának maximális rotációs elmozdulásával. Az ülőpontok kilengései közötti maximum helyzetnél mért görbék közötti vertikális távolságot ismétlésenként meghatároztam.

A leíró statisztikákat (átlag, szórás) az időbeli, lineáris és a hippoterápia szempontjából fontos változók esetében lovanként kiszámoltuk. A lovak között a kinematikai változók tekintetében szignifikáns különbségeket találtunk. A mozgáselemző rendszer alkalmas lovak egyedi kinematikai karakterének jellemzésére.

A lineáris kinematikai változók tekintetében jelentős egyedi különbségeket kaptunk, ami arra utal, hogy az adat felvételezés és – feldolgozás rendszere alkalmas az állatra jellemző küllemi és mozgásbeli sajátosságok kimutatására.

A méréseinkből levonható legfontosabb megállapítások a következők:

- Az 5. ló produkálta az átlag leghosszabb lépést ($98,1 \pm 2,8$ cm), mozgásciklust ($196,4 \pm 4,3$ cm), illetve túllépést ($27,2 \pm 2,7$ cm). Ugyanezen lónál mértük a legnagyobb HT1 ($67,7 \pm 15,0$ cm/s) és HT2 átlagokat ($11 \pm 1,2$ cm/s).

- A 6. ló produkálta az átlag legrövidebb lépést ($65,3 \pm 1,3$ cm), mozgásciklust ($128,9 \pm 2,0$ cm) és a legkisebb átlag pataemelést ($4,9 \pm 0,7$ cm). Ugyanezen lónál mértük a legkisebb HT1 ($6,8 \pm 2,1$ cm/s) és a második legkisebb HT2 ($2,8 \pm 15,4$ cm/s) átlagokat.

Ennél a lónál mértük a legalacsonyabb könyökmagasságot ($57,5$ cm), illetve ülőpont-külső csípőszöglet távolságot ($38,5$ cm).

- A 11. ló produkálta a legnagyobb HT3 ($4,6 \pm 0,4$ cm) és HT4 ($4 \pm 0,4$ cm) átlagokat, tehát ennél a lónál volt megfigyelhető az ülőpontok legnagyobb függőleges irányú kilengéseit.

- A 7. ló produkálta a legkisebb HT2 ($2,7 \pm 1,1$ cm/s) és HT4 ($1,3 \pm 0,4$ cm) átlagokat. Ennek a lónak van a külső csípőszöglete a legmagasabban.

- A 9. ló produkálta az átlag leghosszabb alátámasztási fázis időtartamot (858 ± 14 ms), mozgásciklus időtartamot (1318 ± 17 ms) és a leglassabb mozgásciklus frekvenciát ($46 \pm 1,2$ db/perc). Ennek a lónak a legkisebb könyök-külső csípőszöglet horizontális távolsága, illetve könyökből ülőpont horizontális távolsága.

A különböző kinematikai változók és a testméretek kapcsolatát korrelációs számítással vizsgáltuk. Erős korrelációt tapasztaltunk az ülőpont magassága és a lépés- ($r=0,77$) és mozgásciklus hossz ($r=0,75$) között, csakúgy, mint az ülőpont- külső csípőszöglet távolsággal kapcsolatosan ($r=0,77$ és $r=0,81$). Úgy tűnik minél magasabb és hosszabb egy ló, annál nagyobb a lépés- és mozgásciklus hossza.

A hippoterápia szempontjából lényeges paraméterek esetén nem találtunk szorosabb kapcsolatot a testméretekkel. Azt gondolom, hogy túl sok faktor (testméret) befolyásolja az ülőpontok mozgását.

Erős korrelációt tapasztaltam minden lineáris változó között. Figyelemre méltó közepes erősségű összefüggést találtam a HT1 és a túllépés mértéke között ($r=0,65$).

A hippoterápia szempontjából lényeges mozgáskaraktereket meghatároztuk és a terápiás hatásait összegyűjtöttük. A 3. ló ideális az első hippoterápiás foglalkozások megtartására, a rendkívül alacsony x tengely irányú sebességkülönbségeinek köszönhetően, a rajta ülő lovas könnyedén találja meg egyensúlyát, továbbá ideális a spasztikus (fokozott izomtónussal rendelkező) páciensek számára. A 4. és 5. ló kiváló rotációs hatást gyakorol a rajta helyesen ülő és már tapasztalt lovas számára, mely a leginkább lazító hatást okozza a páciens törzsizmaiba. Az 1. és 2. ló kifejezetten előnyös hippoterápiás lónak mutatkozik, mozgáskarakterisztikája tekintetében, mert közepes értékeket produkálva különböző módon érintett páciens alá is ajánlhatók.

Véleményünk szerint a hippoterapeuták videóelemzés segítségével, objektíven választhatják ki a legmegfelelőbb lovat. A fent leírt módszer alkalmas lovak összehasonlítására és a lovak különböző terápiás helyzetekhez történő ajánlására.

9. SUMMARY

The exploitation of horses seems to be expanding, besides racing, sport and hobby, due to the recent popularity of hippotherapy. Hippotherapy is a treatment that uses the multidimensional movement of the horse for clients who have movement dysfunction. Hippotherapy as a special utilisation makes several great demands of horses. These horses have to provide an adequate walk, as they carry heavy, unstable, imbalanced clients. Hippotherapy also requires a horse to overcome its basic instinct to run away and obey every command from the horse leader.

The goal of our research is to assess and compare individual horses, used in hippotherapy and to allocate them to certain therapy methods.

In the research we used 14 horses, trained and used for hippotherapy. All horses had a minimum of 1 year experience of hippotherapeutic work and they were all used to the testing procedure (placing on markers, moving in the experimental track). The horses were led in free walk by their usual horse handlers (the person who is in charge of the handling of the hippotherapy horse during the treatment session.), and were thoroughly warmed up prior to the start of the study.

APAS Display modul was used to determine the significant proportions.

Eight non-active 2 cm in diameter, spherical polystyrene markers were placed on each horse. After thorough warm up, the markers were placed on the horses standing with four hoofs on the ground. Markers were placed to hippotherapeutically significant locations by the same person each time.

The marker points used for the research are:

- Sitting points (left and right),
- Proximal femur at cranial greater trochanter (hip),
- Distal humerus at lateral epicondyle,
- Hooves at coronary band.

Preliminary studies showed that markers precisely placed on the sitting points did not show enough movement for the camera to follow. For better observation of the motion characteristics of the sitting points the amplitude was expanded reproducing the human pelvis. The trapezoid frame provided a rigid connection between the markers.

A calibration frame with 12 non-coplanar control points (160 cm × 200 cm × 400 cm) was recorded in the total field of view of the camera to scale the coordinate rate. The dimensions were set considering the average stride length (193 cm) of extended walk in dressage (Clayton, 1995).

Two stationary cameras (Sony, DCR TRV 30E) were set up at a distance of 30 m from the plane of motion. The optics of the cameras were at 160 cm height and the zoom was adjusted to the field of view as 6 m wide. Recordings were taken at 25 frames/s and the shutter speed was set to 1/250s. The horses were recorded as they walked along the same track. Each horse performed 10 strides at free walk.

Recordings were analyzed with APAS. The marker identification was semi-automated. Ten strides per horse were analyzed. Initial contact of the hoof with the ground was taken as the first video frame in which any part of the toe made contact with the sand. Toe off was the first video frame in which the toe was clear off the sand.

The spatial variables measured were the *step*-, the *stride length* and the *over-tracking distance*. The temporal variables measured were *stance phase duration* (ms) of each limb, *swing phase duration* (or *step duration*), the *stride duration* and the *stride frequency* (or *cyclic velocity*).

The hippotherapeutical variables are described the kinematics of sitting points which are the clue of the therapy. Measured sitting point motion characteristic show the character of the therapeutical effect of each horse.

HT1 (sitting point velocity differences, cm/s)

From the aspect of hippotherapy, HT1 is one of the most informative kinematic parameter. The continuous forward fluctuation in acceleration and deceleration (in the direction of the movement) caused by changing the swing and stance phases of limbs of the horse enhances the forward and backward movement of the human pelvis, flexion-extension the hip and sacral pelvic joint and erection of the vertebral column.

Following the horizontal forward movement of sitting point by its displacement graph is not possible. The actual velocity (cm/s) graph of the sitting point is able to follow the horizontal forward movement. The sitting point fluctuates in velocity according to the protraction and support phases of the limb, while the horse is going forward. The rate of forward fluctuation in acceleration and deceleration is allocated by the maximum amplitude of the velocity graph of the sitting point.

The maximum amplitude of the horizontal velocity were determined and the means of ten stride were measured horse by horse. The bigger amplitude of the velocity graph of the sitting point, the more enhances the forward and backward movement of the pelvis of the patient.

HT2 (velocity difference between the left and right sitting points at maximum speed of left sitting point, cm/s)

The rate (degree) of lateral flexion of the vertebral column of the horse determines the rate of the sitting point gets into ahead the other in the transversal plane. Examination the horizontal distance of sitting points is not

possible. However this rate is measured quite accurately by step length of rear limbs or rather the velocity difference between sittingpoints (cm/s) at maximum speed of one of the sitting points, on the graph, which describe the forward speed of sittingpoints. The velocity of both sittingpoints start to increase at the time the weight transfer between rear limbs occurs. The velocity increases and remains till the front hoof starts to contact with the ground, which decelerates the movement of sittingpoints. The next velocity increase when the weight transfers occur again between rear limbs.

The differences of coherent velocity diagrams were determined and the means of ten stride were measured horse by horse.

HT3 (The common vertical displacements of the sittingpoints, cm)

Due to the phase changes of walk, the up and down movement of the flexible vertebral column of the horse moves the patient up and down, which takes the upright position. This effect inclines the rider to coordinate the moving between the muscles of the hip and upper part of the thigh. Following these vertical movements is important respect in hippotherapy.

The trajectory of left sittingpoint is the vertical displacement of the marker point of the left sittingpoint in time. The amplitude (the distance between the lowest and highest position in cm) is determinable.

The maximum vertical amplitudes of sittingpoint were determined and the means of ten stride were measured horse by horse.

HT4 (maximum distance difference between vertical amplitude of sitting points, cm)

HT4 is determinable by the vertical displacement differences of sitting points. This difference is measurable between the two graphs at highest position of one of the sitting points. The maximum distance

difference between vertical amplitude of sitting points were determined and the means of ten stride were measured horse by horse.

Descriptive statistics for the linear, temporal and hippoterapeutic stride variables in the free walk were determined. Results of ANOVA and Duncan`s multiple range test indicate that the kinematics variables of horses were significantly different. The system we used to record and process data is sufficient to determine individual kinematic character.

Here we summerize the most significant observations on the numeric data as follows.

- Horse nr. 5 had the longest stance length (98.1 ± 2.8 cm), stride length (196.4 ± 4.3 cm) and over-tracking distance (27.2 ± 2.7 cm). This horse showed the highest HT1 (67.7 ± 15.0 cm/s) and HT2 (11 ± 1.2 cm/s), too.

- Horse nr. 6 had the shortest stance length (65.3 ± 1.3 cm), stride length (128.9 ± 2.0 cm) and lowest maximum hoof height (4.9 ± 0.7 cm) as well as the lowest HT1 (6.8 ± 2.1 cm/s) and second lowest HT2 (2.8 ± 15.4 cm/s). This horse had the shortest distal humerus at lateral epicondyle height (57.5 cm) and sitting point - proximal femur at cranial greater trochanter distance (38.5 cm).

- Horse nr. 11 had the highest HT3 (4.6 ± 0.4 cm) and HT4 (4 ± 0.4 cm), therefore the longest vertical amplitude of the sitting points.

- Horse nr. 7 had the lowest HT2 (2.7 ± 1.1 cm/s) and HT4 (1.3 ± 0.4 cm). This horse had the highest hip.

- Horse nr. 9 had the longest stance duration (858 ± 14 ms), stride duration (1318 ± 17 ms) and the slowest stride frequency (46 ± 1.2 stride/min). This horse had the highest back rate.

Correlation coefficients between the equine conformation and kinematic variables were measured. Significant correlations were observed

between sitting point height and step- ($r=0.77$) and stride length ($r=0.75$) and we found the same correlation with sitting point – tuber coxae distance ($r=0.77$ and $r=0.81$). It shows that taller and longer horses have longer step and stride length.

Significant correlations were not observed between hippotherapeutical measurements and body parameters. We suppose that there are too many factors (body parameter) effect the movement of the sitting point of the horse.

Significant correlations were observed between all linear stride variables. We also find medium correlation between HT1 and the over tracking distance ($r=0.65$).

The hippotherapeutically important motion characteristics were measured and their therapeutical effects were collected. Horse nr.3 is ideal for the first hippotherapeutic training, due to the extremely low speed differences the riders can find their balance much easier, furthermore, it is also ideal choice for spastic patients. Horses nr.4 and nr.5 have excellent axial rotation effects on an experienced well-postured rider, this also results the most effective muscle relaxation. Horses nr.1 and nr.2 are ideal as hippotherapeutic horses as in motion characteristics they provided medium results suitable for patients multiple impairments.

In our opinion hippotherapeutists can objectively choose the most suitable horse for their patients based on video analysis. This method described above is suitable for assessing and comparing horses used in hippotherapy and to associate them to individual therapies.

10. KÖSZÖNETNYILVÉNTÁS

Köszönöm **Dr. Stefler József** egyetemi tanárnak, témavezetőmnek, a szakmai támogatását és a disszertációm elkészítésében nyújtott segítségét.

Köszönettel tartozom **Dr. Horn Péter** Akadémikus Úrnak, a Doktori Iskola vezetőjének, a kutatási feltételek biztosításáért.

Külön köszönet **Dr. Tihanyi József** egyetemi tanárnak, **Szilágyi Tibor** tudományos munkatársnak és a **SOTE, Testneveléstudományi Kar, Biomechanikai Tanszékének**, hogy módomban állt az APAS mozgáselemző szoftvert megismerni és használni vizsgálataimhoz.

Hálás köszönet a **Nagyállat-tenyésztési és Termelés-technológiai Tanszék gépműhelyének**, a kalibrációs ketrec elkészítésében nyújtott segítségéért.

Köszönöm **Dr. Bokor Árpád** és **Dr. Szalay Ferenc** egyetemi docenseknek, a folyamatos konzultációk révén nyújtott szakmai segítségét.

Köszönettel tartozom **Györgypál Éva, Darvas Cecília, Németh Klára, Dr. Wagner Kinga** és **Bozori Gabriella** lovasterapeutáknak és a **Magyar Lovasterápia Szövetség Alapítványnak** a szakmai segítségéért.

Köszönet az **Unicornis Egészségforrás Alapítvány** és a **Lovasterápia a Fogyatékkal Élőkért Egyesületnek**, hogy a méréseimhez szükséges lovakat biztosították.

Külön köszönet **Csipán Ágnes** lovas-edzőnek, az önzetlen szakmai támogatásért, valamint a mintavételezés során nyújtott hatékony segítségért.

Köszönöm **Ács-Kurucz Klárának** és **Kapitány Erikának** és a **Nagyállat-tenyésztési és Termelés-technológiai Tanszék** valamennyi munkatársának a kutatásaim során nyújtott segítségét.

Hálásan köszönöm **Családomnak és barátaimnak** a teljes mértékben támogató hozzáállásukat, önzetlen segítségüket.

11. IRODALOMJEGYZÉK

1. American Hippotherapy Association Inc. (AHA, Inc.) (2000). Denver, Co: The North American Riding for the Handicapped Association. Retrieved Jan 17 2010, from <http://www.americanhippotherapyassociation.org/>
2. Anderson, M. K., Friend, T. H., Evans, J. W., Bushong, D. M. (1999): Behavioral assessment of horses in therapeutic riding programs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 63: 11-24.
3. APAS (Ariel Performance Analysis System) (1998): SOTE, Testnevelési és Sporttudományi Kar, Biomechanikai Tanszék, Budapest.
4. Back, W. (2002): Intra-limb coordination: the forelimb and the hindlimb. In: Back, W, Clayton, H. M. (eds.): *Equine locomotion*, Saunders, London, 95-133.
5. Barrey, E. (1999): Methods, Applications and Limitations of Gait Analysis in Horses. *The Veterinary Journal.* 157, 7–22.
6. Barrey, E., Desliens, F., Poirel, D., Biau, S., Lemaire, S., Rivero, J. L. L., Langlois, B. (2002): Early evaluation of dressage ability in different breeds. *Equine Vet. Journal. Suppl.* 34, 319-324.
7. Barton, J. (1983): *Biomechanika*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
8. Benetinova, J. (2000): Hypotherapy and its importance in the treatment of the patients with consequences after craniocerebral and spinal cord injuries. *Rehabilitacia* 2, 99-105.
9. Benke, Gy. (1934): *Vizsgálatok különböző fajtajellegű és hasznosítású lovak súlypontjának meghatározásáról és változásáról*. Tézis, Budapest.

10. Bertoti, D. B. (1988): Effect of therapeutic horseback riding on posture in children with cerebral palsy. *Physical Therapy* 68, 1505-1512.
11. Bodó I., Hecker W. (1992): *Lótenyésztők kézikönyve*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 430.
12. Bozori G. (2002): Lovasterápia, Gondolatok és vázlatok a gyógypedagógiai lovaglás és a lovastorna témaköréből.
13. Bowling, A. T., Ruvinsky, A. (2000): *The Genetics of the Horse*. CABI Publishing, Cambridge.
14. Buchner, H. H. F., Savelberg, H. H. C. M., Schamhardt, H. C., Merkens, H. V., Barneveld, A. (1994): Kinematics of treadmill versus overground locomotion in horses. *Veterinary Quarterly* 16. 87-90.
15. Clayton, H.M. (1989): Locomotion. In: Jones, W.E. (Ed.), *Equine Sports Medicine*, Lea and Febiger, Philadelphia, 149–187.
16. Clayton H. M. (1995): Comparison of the stride kinematics of the collected, medium, and extended walk in horses. *American J. Vet. Res.*, 56. 849-852 p.
17. Clayton, H.M. (1996): Time-motion analysis in the sport of dressage. *Pferdeheilkunde*, 12. 4. 671–678.
18. Clayton, H.M. (1998): *Gait Analysis of Dressage Performance*. CESMAS Equine Sports Medicine Conference. Cordova, Spain.
19. Clayton, H.M., Hodson, E.F., Lanovaz, J.L. (1999): Temporal analysis of walk movements in the Grand Prix dressage test at the 1996 Olympic Games. *Anim. Behaviour Sci.*, 62. 89–97.
20. Clayton H.M. (2003): *The dynamic horse. A biomechanical guide to equine movement and performance*.

21. Debuse, D., Chandler, C., Glib, C. (2005): An explorationl of German and British physiotherapists' views on the effects of hippotherapy and their measurement. *Physiotherapy Theory and Practice* 21, 219-242.
22. de Cocq, P., van Weren, P. R., Back, W. (2006): Saddle pressure measuring: Validity, reliability and power to discriminate between different saddle-fits. *Veterinary Journal* 172, 265-273.
23. Endrődy, Á.(1938): A könnyen vezethetőségnek alapja a helyes lábsorrend. *Szent György*, XIV. 5–6. In: *Gondolatok a lovaglásról* (2001). Szerk.: Ernst J., Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 86–98.
24. Endrődi Á. (1998): A militaryló kiképzése. *Lovasakadémia* 5. Mezőgazda kiadó, Budapest.
25. Engel, B. T. (2001): Glossary of terms used in therapeutic riding. In: Engel, B. T. (ed.): *Therapeutic riding I. Strategies for instruction*. 3. kiadás. Durango, CO: Barbara Engel Therapy Services.
26. Engel, B. T. (2003): *Therapeutic riding II. Strategies for rehabilitation*. Durango, CO: Barbara Engel Therapy Services.
27. Fehér, Gy. (1980): *A háziállatok funkcionális anatómiája I*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 251–259.
28. FEI (2003): *Fédération Equestre Internationale, Nemzetközi Díjlovagló Szabályzat*, <http://www.fei.org/disciplines/dressage/rules>
29. Fleck, C. A. (1992): *Hippotherapy: Mechanics of Human Walking and Horseback Riding. Rehabilitation with the Aid of Horse: A Collection of Studies*, vol. 15. Barbara Engel Therapy Services, Durango, Co, pp. 153-176.
30. Fruehwirth, B., Peham, C., Scheidl, M., Schobesberger, H. (2004): Evaluation of pressure distribution under an English saddle at walk, trot and canter. *Equine Veterinary Journal* 36, 754-757.

31. Gavalda, K. (2006): Lovak reaktivitásának vizsgálata. Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Tudományos Diákköri Konferencia.
32. Gray, J. (1944): Studies in the mechanics of the tetrapod skeleton. *J. Exp. Biol.*, 20. 88–116.
33. Groesel, M., Zsoldos, R., R., Kotschwar, A., Gfoehler, M., Peham, C.(2010): A preliminary model study of the equine back including activity of longissimus dorsi muscle. *Equine Vet J.* 42, 401-6.
34. Györgypál, Z.(2000): Hippoterápia, Főiskolai jegyzet, Magyar Lovasterápia Szövetség Alapítványa, Balogunyom.
35. Györgypál, Z. (2002): Hippoterápia, Balogunyom.
36. Harman, J. C. (1994): Practical use of a computerized saddle pressure measuring device to determine the effects of saddle pads on the horse's back. *Journal of Equine Veterinary Science* 14, 606-611.
37. Hermannova, H. (2002): From enthusiasm to the professionalism or from carting to the methodology. *Sbornik praci z hiporehabilitacihó seminare* 24, 1-9.
38. Hidehiko, U., Nobuyo, O., Mitsuaki, O. (2011): Three-dimensional analysis of horse and human gaits in therapeutic riding. *Applied Animal Behaviour Science* 135, 271-276.
39. Hildebrand, M.(1965): Symmetrical gaits of horses. *Sci.*, 150. 701–708.
40. Hildebrand, M.(1978): The adaptive significance of tetrapod gait selection. *Ann. Meet. American Society of Zoologists*, Richmond, VA, 255–267.
41. Holly, K., Hornacek, K. (2005): Hippotherapy. The treatment by means of equine. Ostrava: Montanex.

42. Horváth, G. (2001): A mechanika biológiai alkalmazása. Egyetemi tankönyv. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
43. Ionatamishvili, N., Tsverava, D., Avaliani, L. (2001): Riding therapy rehabilitation methods of child cerebral palsy. Scientific Educational Journal of Therapeutic Riding 7, 7-14.
44. Janura M., Peham C., Dvorakova T., Elfmark M. (2009): An assesment of the pressure distribution exerted by a rider on the back of a horse during hippotherapy. Human Movement Science 28, 387-393.
45. Janura M., Dvorakova T., Peham C., Svoboda, Z., Elfmark M. (2010): The influence of walking speed on equine back motion in relation to hippotherapy. Vet. Med. Austria 97, 87-91.
46. Jeffcott, L. B., Holmes, M. A., Townsend, H. G. (1999): Validity of saddle pressure measurement using force-sensing array technology – preliminary studies. Veterinary Journal 158, 113-119.
47. Johnston, C., Holm, K., Faber, M., Erichsen, C., Eksell, P., Drevemo, S. (2002): Effect of conformational aspect on the movement of the equine back. Equine Veterinary Journal 34, 314-318.
48. Johnston, C., Roethlisberger Holm, K., Erichsen, C., Eksell, P., Drevemo, S. (2004): Kinematic evaluation of the back in fully functioning riding horses. Equine Veterinary Journal 36, 495-498.
49. Jónás, S. (2008): Mozgáselemzés módszerének kidolgozása gidrán csikók ugróképességének előrejelzésére. (Az ugróstílus és ugróképesség összefüggései a csikók 1 és 3 éves korában.) Doktori értekezés, Kaposvár.
50. Kaiser, L., Helesky, C. R., Siegford, J., Smith, K. A. (2006): Stress-related behaviors among horses used in a therapeutic riding program. Journal of the American Veterinary Medical Association 228, 39-45.

51. Kang, O. D., Ryu, Y. C., Ryew, C. C., Oh, W. Y., Lee, C. E., Kang, M. S. (2010): Comparative analyses of rider position according to skill levels during walk and trot in Jeju horse. *Human Movement Science*, 29, 956–963.
52. Kuczynski, M., Slonka, K. (1999): Influence of artificial saddle riding on postural stability in children with cerebral palsy. *Gait and Posture* 10, 154-160.
53. Künzle, U. (2000): *Hippotherapie auf den Grundlagen der funktionellen Bewegungslehre* Klein-Vogelbach. Berlin: Springer.
54. Lechner, H. E., Kakebeeke, T. H., Hegeman, D., Baumberger, M. (2007): The effect of hippotherapy on spasticity and on mental well-being of persons with spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 88, 1241-1248.
55. Li, C. Y., Gao, H. T., Ma, Y. B., Liu, C., Wang, H. (2008): Artificial Horse for Rehabilitation. *APCMBE 2008, IFMBE Proceedings* 19, 497-499.
56. Licka T., Peham C. (1998). An objective method for evaluating the flexibility of the back of standing horses. *Equine Vet. J.* 30, 412–415.
57. Licka, T., Frey, A., Peham, C. (2009): Electromyographic activity of the longissimus dorsi muscles in horses when walking on a treadmill. *Vet J.* 2009 Apr; 180 (1):71-6.
58. Magyar, I., Györffy-Villám, A.(1988): *Iskolalovaglás – Spanyol Lovasiskola Magyarországon. Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Debrecen*, 43–44.
59. Matsuura, A., Takita, N., Shingu, Y., Kondo, S., Matsui, A., Hiraga, A., Asai, Y., Hata, H., Okubo, M. (2003): Rhythm analysis for

movements of horse and rider on a treadmill by sequential still VTR pictures. *Journal of Equine Science* 14, 125-131.

60. Matsuura, A., Ohta, E., Ueda, K., Nakatsuji, H., Kondo, S. (2008): Influence of Equine Conformation on Rider Oscillation and Evaluation of Horses for Therapeutic Riding. *J. Equine Sci.*, 19.1.9-18.

61. Meschan, E. M., Peham, C., Schobesberger, H., Licka, T. F. (2007): The influence of the width of the saddle tree on the forces and the pressure distribution under the saddle. *Veterinary Journal* 173, 578-584.

62. Mihók, S. (2005): A sport- és a versenyló szelekciója, Debrecen, Agrártudományi Közlemények, 2005/18.

63. Monspart, G. (1978/1-4): Az eredményesség és a testalakulás összefüggése a lovassportban. *Lovassport-Lótenyésztés*.

64. Móczár, Gy. (1934): A ritmus, az ütem és a tempó. *Magyar Katonai Szemle*, IV. 8. In: *Gondolatok a lovaglásról* (2001): Szerk.: Ernst J., Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 32–38.

65. Oki, H., Kusunose, R., Nakaoka, H., Nishiura, A., Miyake, T., Sasaki, Y. (2007): Estimation of heritability and genetic correlation for behavioural responses by Gibbs sampling in the Thoroughbred racehorse. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, Vol. 124, Issue 4, 185–191.

66. Peham, C., Licka, T., Girtler, D., Scheidl, M. (2001): The influence of lameness on equine stride length consistency. *Veterinary Journal* 162, 153-157.

67. Pongrácz, L. (2006): *A mesterlovász könyve*.

68. Potter, J. T., Evans, J. W., Nolt, B. H. (1994): Therapeutic horseback riding. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 204, 131-133.

69. RDA (The Riding for the Disabled Association) (1990): *Horses, Ponies and Donkeys*. In: *The RDA official manual*, The Kenilworth Press, London. pp 43-50.

70. Ren, L., Howard, D., Kenney, L. (2006): Computational Models to Synthesize Human Walking. *Journal of Bionic Engineering* 3, 127-138.
71. Rétháti Gy. (2000): Milyen lovak alkalmasak lovasterápiára? *Lovasélet*, 2000/8, 20-21.o.
72. Rhodin, M, Johnston, C., Roethlisberger Holm, K., Wennerstrand, J., Drevemo, S. (2005): The influence of head and neck position on kinematics of the back in riding horses at the walk and trot. *Equine Veterinary Journal* 37, 7-11.
73. Robert, C., Audigié, F., Valette, J. P., Pourcelot, P., Denoix, J. M. (2001): Effect of treadmill speed on the mechanics of the back in the trotting saddlehorse. *Equine Veterinary Journal (Suppl 33)*, 154-159.
74. Routhaupt, D., Laser, T., Ziegler, H. (1998): Hippotherapy and its position in rehabilitation. *Rehabilitacia*, 1, 34-37.
75. SAS Institute Inc., (2004): SAS/STAT® User's Guide, Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
76. Schamhardt, H. C., van den Bogert, A. J., Hartman, W.(1993) : Measurement techniques in animal locomotion analysis *Acta Anat.*, 164. 123-129 p.
77. Shurtleff, T. L., Standeven, J. W., Engsberg, J. R. (2009): Changes in dynamic trunk/head stability and functional reach after hippotherapy. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 90, 1185-1195.
78. Sterba, J. A., Rogers, B. T., France, A. P., Vokes, D. A. (2002): Horseback riding in children with cerebral palsy. Effect on gross motor function. *Developmental Medicine and Child Neurology* 44, 301-308.
79. Strauss, I. (1995): Das Therapiepferd. *Therapeutisches Reiten*, 4, 14-18.

80. Strauss, I. (2000): Hippotherapie, neurophysiologische Behandlung mit und auf dem Pferd. Stuttgart (3. kiadás): Hippokrates.
81. Stur I. (1987): Genetic aspects of temperament and behaviour in dogs., J. Semin. Pract. 28 (11): 957-964. o.
82. Szepesi E.(2001): A lovasterápiára alkalmas lóval szembeni követelmények, annak kiválasztása és kiképzése. Diplomadolgozat Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar
83. Tauffkirchen, E. (2000): Kinder-Hippotherapie. In I. Strauss (Ed.): Hippotherapie, neurophysiologische Behandlung mit und auf dem Pferd. 107-166.
84. Tőzsér J. – Sutta J. – Bedő S. (2000): Videókép-analízis alkalmazása a szarvasmarhák testméretének értékelésében. Állattenyésztés és Takarmányozás, 49.5.385-392.
85. Wanzek, Blaul, D. Conze (2001): Auswahl, Ausbildung and Einsatz des Pferdes in der Hippotherapie.
86. Wennerstrand, J., Johnston, C., Roethlisbergerholm, K., Erichsen, C., Eksell, P., Drevemo, S.(2004): Kinematics evaluation of the back in the sport horse with back pain. Equine Veterinary Journal 36, 707-711.
87. Wheeler, A. (2003): Hippotherapy as a specific treatment: a review of current literature. In: Engel, B. T.: Therapeutic riding. II: Strategies for rehabilitation. 3rd ed. Barbara Engel Therapy Services, Durango, 25-30.
88. Winkelmayr, B., Peham, C., Freuwirth, B., Licka, T., Scheidl, M. (2006): Evaluation of the force acting on the back of the horse with an English saddle and a side saddle at walk, trot and canter. Equine Veterinary Journal 36, 406-410.

89. Witte, K., Schobesberger, H., Peham, C. (2009): Motion pattern analysis of gait in horseback riding by means of Principal Component Analysis. *Human Movement Science* 28, 394-405.

90. Zsoldos RR, Groesel M, Kotschwar A, Kotschwar AB, Licka T, Peham C.(2010): A preliminary modelling study on the equine cervical spine with inverse kinematics at walk. *Equine Vet J.* 42, 516-22.

12. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

Tudományos közlemények

Idegen nyelvű közlemények

P. Jámbor, Á. Bokor, J. Stefler (2012): Influence of equine conformation on linear and hippotherapeutical kinematic variables in free walk. Acta Agraria Kaposvariensis, (in press.)

Magyar nyelvű közlemények

Jámbor P., dr. **Bokor Á.**, dr. **Stefler J.** (2011): Hippoterápiás lovak lépés jármódjának kinematikai vizsgálata kültéri körülmények között, Állattenyésztés és Takarmányozás 60. 4., 337-353.

Petrovics E., Jámbor P., Bokor Á., Hecker W., Stefler J(2006).: A ló mozgásának objektív elemzési lehetősége, és főbb kinematikai jellemzői, Állattenyésztés és Takarmányozás, .55.5. 431-449. p.

Proccedingsben teljes terjedelemben megjelent közlemények

P. Jámbor, Á. Bokor, F. Szalay, J. Stefler (2012): Kinematic assessment of the free walk in different hippotherapeutic horses. XIV. Congress of Therapeutic Horse Riding, Athén, 2012. április 24-27. CD-ROM

Proccedingsben megjelent abstractok

P. Jámbor, Á. Bokor, F. Szalay, J. Stefler (2011): Comparison of the stride kinematics of the free walk in different hippotherapeutic horses. Arttherapy Worldcongress, Budapest, 2011. augusztus 28-31. p. 65.

Előadások

Jámbor P. (2009): A hippoterápiára alkalmas ló értékmérő tulajdonságai. „Lovakkal az egészségért”. Hippoterápia konferencia, Körmend, 2009. szept. 19-20.

P. Jámber (2008): Kinematic of dressage horse. Para Equestrian Development Course. Kaposvár, 2008. aug. 12.

Jámber P. (2007): Lovasterápia. „A módszertani intézmény szerepe az együtt nevelés megvalósításában” című konferencia. Benedek Elek Egységes Gyógypedagógiai Módszertani Intézet. Budapest, 2007. május 3.

Jámber P. (2006): A hippoterápiára alkalmas lovak mozgáselemzése. „Lovak gyógyításban” című konferencia. Szombathely, 2006. április 29.

Jámber P. (2005): A hippoterápiára alkalmas ló kiválasztásának lehetősége mozgáselemzés módszerével. Magyar Lovasterápia Kongresszus. Székesfehérvár, 2005. április 30.

Jámber P. (2004): A lovasterápia tevékenység feltételrendszere Magyarországon. Pannon Állattenyésztési Napok. Kaposvár, 2004. szeptember 24.

Szakcikkek

Jámber P., Bokor Á., Györgypál Z., Németh K., Rétháti Gy., Darvas C., Stefler J. (2009): A hippoterápiára alkalmas ló értékmérő tulajdonságai, Lovas Nemzet, XV. évf., 4. sz., 34-36.

Bokor Á., Olasz I., **Jámber P.** (2007) Egység és szigor - Teljesítményvizsgálati rendszerek a Bábolnai (Shagya) arab fajtában– Lovas Nemzet, XIII. évf., 1. szám, 40-41.

Petrovics E., **Jámber P.** (2006) A lovak és a biomechanika, Lovas Nemzet, II. évf. 8 szám, 36-37.

Jámber P., Petrovics E., Bokor Á., Stefler J.(2006): Digitális mozgáselemzés adta lehetőségek a lótenyésztésben, Lovas Nemzet, XII. évf. 7. szám, 50-51.

13. SZAKMAI ÉLETRAJZ

Név: Jámbor Péter

Születési adatok:

1980. 03. 31. Budapest

Iskolák, szakképzés:

1998. gimnáziumi érettségi
Budapest, Vörösmarty Mihály Gimnázium

2001. lovasterápia-segítő tanfolyam
Sarlóspuszta, Magyar Lovasterápia Szövetség

2002. terápiás-lóképző tanfolyam
Sarlóspuszta, Magyar Lovasterápia Szövetség

2003. agrármérnök diploma
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

2004. agrármérnök-tanár diploma
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

Nyelvismeret: angol középfok, német alapfok

Munkahely: Lovasterápia a Fogyatékkal Élőkért Egyesület

Tagság szakmai-tudományos szervezetekben:

Magyar Lovasterápia Szövetség