

# **DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

**KAPOSVÁRI EGYETEM**

**ÁLLATTUDOMÁNYI KAR**

Nagyállat-tenyésztési és Termelés-technológiai Tanszék

A doktori iskola vezetője:

**DR. HORN PÉTER**

az MTA rendes tagja

Témavezető:

**DR. STEFLER JÓZSEF**

egyetemi tanár, mezőgazdasági tudományok kandidátusa

## **HIPPOTERÁPIÁRA ALKALMAS LÓ KIVÁLASZTÁSÁNAK SZEMPONTJAI**

Készítette:

**JÁMBOR PÉTER**

**KAPOSVÁR**

**2012**

# 1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉS

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 szelekciója bíráló bizottságok döntéseire épül, mely mindig tartalmaz szubjektív elemeket. A számítástechnikai forradalmának köszönhetően kibővültek a lehetőségek napjainkra 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 (Clayton, 1995).

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 (American Hippotherapy Association Inc., 2010).

A ló lépés jármódja szenzoros ingert ad a mozgáson keresztül a páciensnek, mely változtatható, ritmikus és folyamatos (Trauffkirchen, 2000). 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 hippoterápia, mint speciális hasznosítási irány, számos követelményt támaszt a lovakkal szemben (Györgypál Z., 2002). 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. Lovak hippoterápiára való alkalmassága a testalakulás, a lépés jármód mozgás karaktere, vérmérséklete és egyéb paraméterek függvénye (Hermannova, 2002).

A hippoterápiás munka hatékonysága attól függ, hogy adott páciens számára ideális lovat válasszunk ki (Janura és mtsai., 2009). Munkánk célja néhány, a hippoterápiában használatos ló egyed szintű felmérése és összehasonlítása, annak meghatározása, hogy melyik ló milyen terápiás helyzetekhez javasolható. A testalakulás hatását a lovas medenceövének mozgására ismernünk kell, annak érdekében, hogy megfelelő lovat válasszunk a hippoterápiás munkára. Másik célja munkánknak, hogy a testalakulás lineáris és hippoterápiás szempontból fontos kinematikai változókra gyakorolt hatását és összefüggéseit meghatározzuk.

Célkitűzéseim a fent leírtak alapján a következők:

## **1. Kültéri viszonyok között is alkalmazható kinematikai tárgyú mozgáselemzés módszerének kidolgozása. Ezen belül:**

### **1.1. Videófelvétel-készítés technikai feltételeinek kidolgozása**

A vizsgálatokkal célom egy olyan, a **gyakorlati lótenyésztésben is használható** (laboratóriumi körülményeket nem igénylő, terepen is alkalmazható), **mintavételezési eljárás kidolgozása volt**, mely segítségével megfelelő minőségű digitális videó anyag készíthető, amely később alkalmas mozgáselemző szoftverrel történő kiértékelésre. A kifejleszteni szándékolt technikai feltételek a következők voltak:

- **megfelelő markerezési módszer** kidolgozása, mely kellő láthatóságot biztosít, tartósan fennmarad, akár ügetés jármódban is,

és jelentősebb szőrvesztés 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 **ló-modell kialakítása**,

– hippoterápiára használt lovak **méreteinek, időbeli-, lineáris- és szögelfordulási 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 kidolgozása**

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. Ülőpontok kinematikai tárgyú mozgáselemzése**

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

**2.1. A hippoterápiás szempontból fontos mozgásparaméterek nyomon követése** 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 mozgáskarakterjeinek ajánlása** különböző érintettségű pácienseknek, illetve meghatározott terápiás helyzetekre.

## **2. ANYAG ÉS MÓDSZER**

### **2.1.Lovak**

A vizsgálatba 14, magyar tenyésztésű, hippoterápiás lovat vontam be, melyek átlag életkora 12 (9-19 éves). Átlag ülőpont magasságuk 145 cm (122-158 cm). Mindegyik egyed legalább egy éve már rendszeresen dolgozott hippoterápiás munkában a felvételek készítése előtt és mindegyik egyedet hozzászoktattuk a mérési procedúrához (markerezés, felvezetés a kalibrált mozgástérben). A lovakat előzőleg bemelegítették, majd megszokott lóvezetőjük laza száron vezette fel. A vizsgált állomány egészséges és sántaságmentes volt a vizsgálatok ideje alatt, melyet a helyi lovas szakember állapított meg.

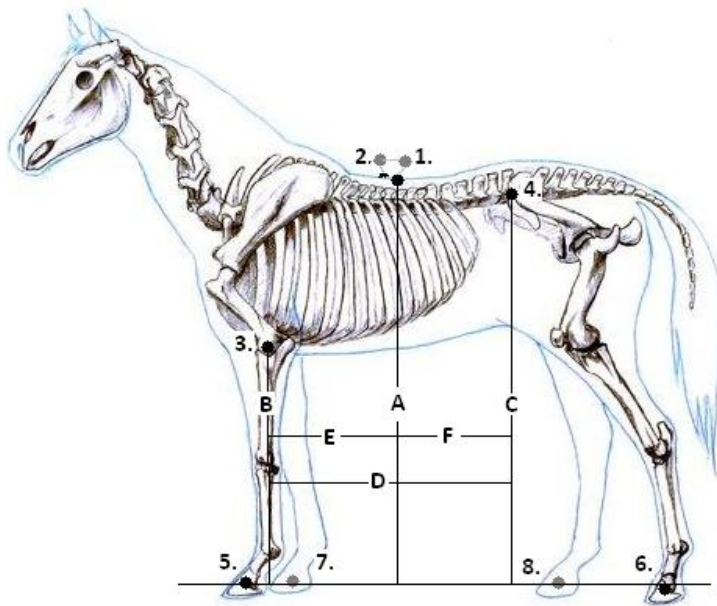
A lovak testméreteit APAS (Ariel Performance Analysis System, 1998, SOTE, Testnevelési és Sporttudományi Kar, Biomechanikai Tanszék, Budapest) Display modulja segítségével határoztuk meg (1. táblázat). A vizsgált lovak testméretei közül azokat a méreteket vettük figyelembe, melyek a hippoterápia szempontjából indokoltak és az adott kinematikai rendszerben, a vizsgált markerek segítségével könnyedén meghatározhatóak voltak (1. ábra).

1. táblázat: A vizsgálatba bevont lovak fontosabb adatai.

Test- méret Ló	bal ülőpont magasság (cm)	külső csípő- szöglet magasság (cm)	könyök magasság (cm)	könyök- külső csípő- szöglet horizon- tális távolsága (cm)	könyök- bal ülőpont horizontáli s távolsága (cm)	bal ülőpont- külső csípő- szöglet horizon- tális távolsága (cm)
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

## 2.2.Markerezés

Markerként az előtanulmányok tapasztalatai alapján 2 cm átmérőjű dekor hungarocell golyókat használtunk. A markereket a bemelegítés után, mindig ugyanazon személy helyezte fel a hippoterápia szempontjából lényeges anatómiai pontokra (1. ábra).

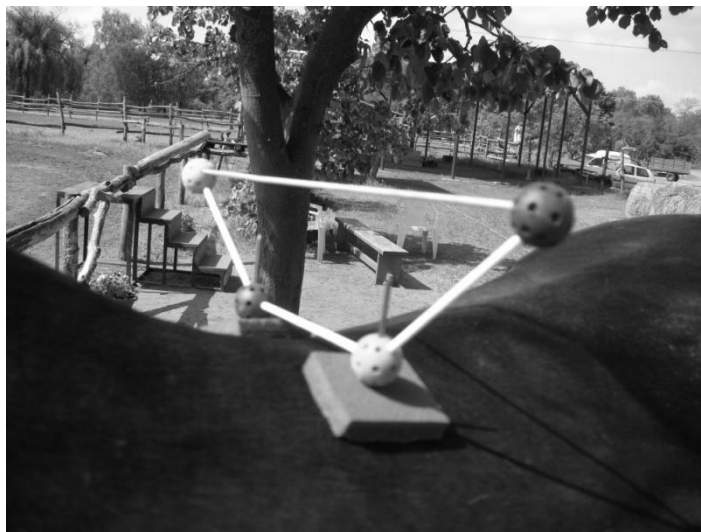


1. ábra: Markerpontok és felvett testmérétek a lovon: 1. bal oldali ülőpont kinagyított pontjai (bal ülőpont); 2. jobb oldali ülőpont kinagyított pontja (jobb ülőpont); 3. a karcsonat lateralis epicondylusa (könyök); 4. tuber coxae disztális része (külső csípőszöglet); 5.-8. a négy pata szegélyének felezőpontja 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 felvételek elemzése során kiderült, hogy a közvetlenül az ülőpontokra (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) 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, kialakítva egy tényleges emberi medencét (1. kép). A golyók közti távolság alul, illetve az azonos oldali



fenti és lenti golyók között 120 mm, felül pedig 300 mm. A trapéz alakú keret merev összeköttetést biztosít a markerpontok között.



1. kép: A vizsgálatban használt „medence modell”

### **2.3. Kalibráció, kamerák pozicionálása, beállítása, mintavételezés**

A felvételek készítése előtt a futófolyosót kalibráltam. A kalibráció során a futófolyosónak szánt területen kalibráló ketrecet állítottam fel, melynek segítségével 160x200x400 cm méretű mozgástér alakítható ki (készült a KE, Állattudományi Kar, Nagyállat-tenyésztési és Termelés technológiai Tanszék műhelyében, 2007).

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 két DV kamerát 1/250 s zársebességgel állítottam be. A kalibrációs ketrecrel pár másodperces felvételt készítettem, hogy a későbbi elemzés során a markerpontok elmozdulásai számszerűsíthetők legyenek.

A felmarkerezett lovakról, tíz ismétléssel felvételeket készítettünk, lépés jármódban.

#### **2.4. Videó felvételek elemzése**

A felvételek elemzését APAS típusú mozgáselemző szoftverrel végeztem. A markerazonosítás fél-automata módon történt.

#### **2.5. Adatok feldolgozása**

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  $P \leq 0.05$ -ös valószínűségi értéket választottam, az értékelést SAS 9.1 (2004) szoftverrel végeztem.

#### **2.6. Vizsgált változók**

Lovanként 10 mozgásciklust elemeztünk. Talajérintésnek azt a képkockát tekintettük, ahol a pata érintkezésbe kerül a talajjal, innen számítottuk az alátámasztási fázist. A lendítési fázist a pata elemelkedésétől számítottuk.

##### **2.6.1. Lineáris változók**

A lineáris változók közül mértük a lépéshosszokat az elülső és hátulsó paták kontralaterális helyeződései között (BH-JH, JH-BH, BE-JE, JE-BE), a mozgásciklus hosszokat és a túllépés nagyságát. 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.

##### **2.6.2. Időbeli változók**

Az időbeli változók közül mértük az alátámasztási fázis időtartamát (ms) minden egyes láb esetén; lendítési fázis időtartamát (ms); a

mozgásciklus időtartamot (ms) az egymás után következő ugyanazon pata talajérintése között eltelt idő mérésével és a mozgásciklus frekvenciát (mozgásciklus db/perc), mely az egy perc alatti mozgásciklusok számával határozható meg.

### 2.6.3. Hippoterápiás szempontból lényeges változók

A hippoterápiás szempontból fontos változók vizsgálatakor, a terápia kulcspontjai alatt, az ülőpontoknak a kinematikai követését értem. Ezen vizsgálatok által meghatározott ülőpont mozgás-karakterisztika megmutatja az adott ló hippoterápiás jellegét. A vizsgálat során az ülőpontok mozgásai közül a 2. táblázatban összefoglalt paramétereket határoztam meg.

2. táblázat: Az ülőpontok vizsgálat során mért mozgásparmétereit, lépés jármódban.

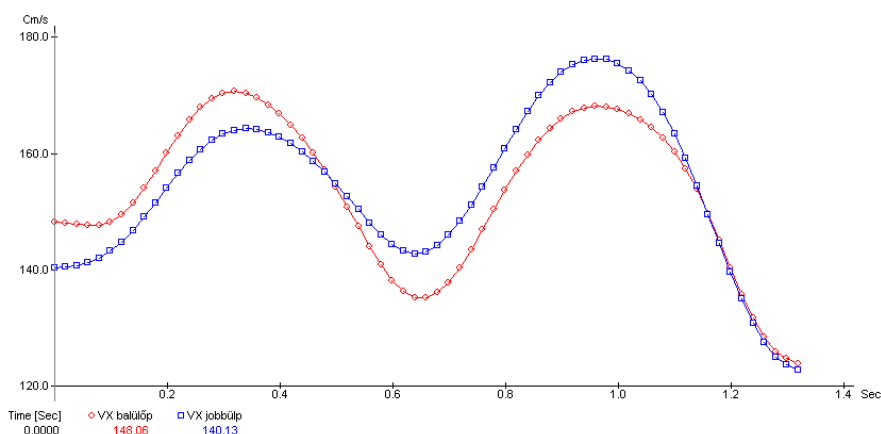
<b>ló mozgásai</b>	<b>páciensre mozgások</b>	<b>áttevődő</b>	<b>mért mozgásparméter a lovon</b>
a ló lábainak lendítési és alátámasztási fázisainak váltakozására bekövetkező, az ülőpontokat előre irányba gyorsító-lassító mozgása	a csípőízületben extenziót gerincben felegyenesedést	flexiót hoz létre, pedig a	HT1, adott ülőpont x irányú sebességkülönbsége (cm/s)
a ló gerincoszlopának laterálflexiója okozta mozgás	a páciens gerincoszlopának rotációja		HT2, az ülőpontok közötti x irányú sebességkülönbség (cm/s)
az ülőpontok függőleges y irányú elmozdulásai okozta mozgás	a páciens fel-le mozog		HT3, adott ülőpont függőleges irányú maximális elmozdulása (cm)
a ló gerincoszlopának rotációja okozta mozgás	a páciens gerincoszlopának laterálflexiója		HT4, ülőpontok függőleges irányú kilengése közötti különbség (cm)

### 3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

#### 3.1. Az ülőpontok horizontális mozgásai (HT1, HT2)

Az ülőpontok anterior mozgását az ülőpontok sebességének követésével vizsgálható. Mindkét ülőpont sebessége akkor kezd el nőni, amikor a hátsó 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 hátsó lábak következő súlyáthelyezésekor következik be.

Mindig az az ülőpont a gyorsabb, amelyiket az azonos oldali hátsó 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 helyet cserélnek és a felülre került görbe, miután a súlyáthelyezéskor a hozzá tartozó hátsó láb kezdte a támaszkodást, az nagyobb mértékben is növeli sebességét. Megfigyelhető, hogy az ülőpontok sebességgörbéi hasonló ütemben változnak, de váltakozva, valamelyik mindig gyorsabb a másikonál (2. ábra).



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

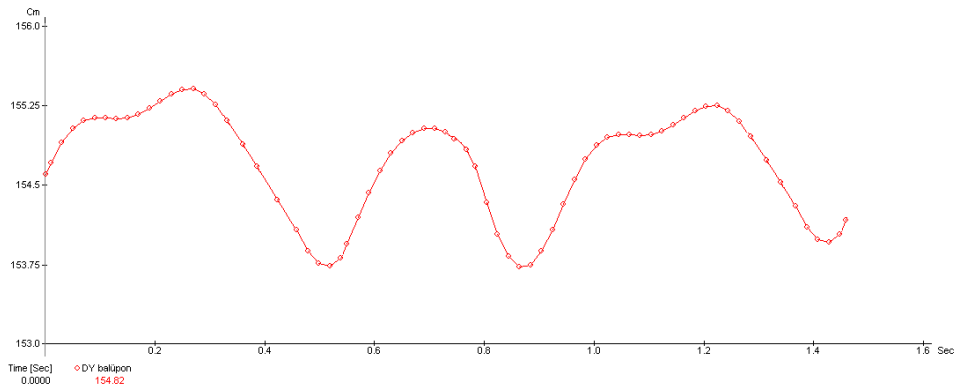
Minél nagyobb az adott ülőpontok között a görbe legmagasabb, illetve legalacsonyabb pontja közötti távolság, azaz a sebességváltozás, annál inkább intenzívebb a páciens medencéjére ható előre-hátra mozgás.

A ló gerincoszlopának laterálflexiója akkor a legnagyobb, amikor a hátulsó 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 teljesedik ki, de mértéke azzal feltehetőleg arányos.

### **3.2. Az ülőpontok vertikális mozgásai (HT3, HT4)**

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).



3. ábra: bal ülőpont vertikális kilengései az idő függvényében, lépés jármódban.

A 3. ábrán látható, hogy amikor az ülőpont a legmagasabb pontjához közelít, akkor „platóssá” válik, egy kisebb és egy nagyobb csúccsal. Az elsőt akkor éri el, amikor az ülőpont oldalán lévő laterális alátámasztás során, a hátsó láb függőleges pozícióba kerül. A legmagasabb pontját, az elülső 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 elülső 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 keresztezik egymást a három lábas alátámasztást követő súlypontáthelyezéskor: a laterális két lábas alátámasztást követően talajt fog a diagonális hátsó láb, majd a laterális hátsó kezd lendülni.

### 3.3. Szabad lépés mozgásparaméterei

A szabad lépés lineáris, időbeli és hippoterápiás változóit kiszámoltuk (3., 4., 5., táblázat). Többváltozós variancia analízis alapján a lovak között szignifikáns különbségeket tapasztaltunk (4., 5., 6., ábra).

#### 3.3.1. Lineáris mozgásparaméterek

A lineáris változók lovankénti átlagait és szórásait a 3. táblázat szemlélteti.

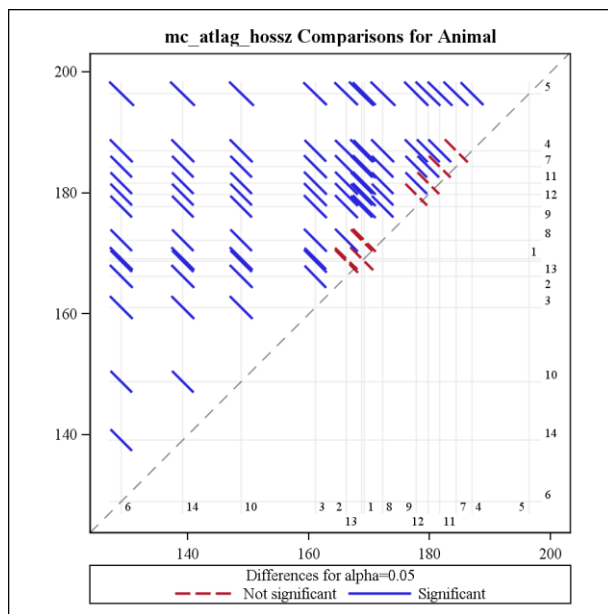
3. táblázat: Terápiás lovak szabad lépésének lineáris jellemzői (n=14)

Változó	Átlag lépéshossz (cm) ± szórás	Átlag mozgásciklus hossz (cm) ± szórás	Átlag túllépés (cm) ± szórás	Átlag pataemelés (cm) ± szórás
<b>Ló sorszama</b>				
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	<b>9,7 ± 1</b>
5.	<b>98,1 ± 2,8</b>	<b>196,4 ± 4,3</b>	<b>27,2 ± 2,7</b>	9,6 ± 0,8
6.	<b>65,3 ± 1,3</b>	<b>128,9 ± 2</b>	3,8 ± 1,8	<b>4,9 ± 0,7</b>
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	<b>3,6 ± 0,5</b>	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
<b>Átlag ± SD</b>	84,9 ± 9,4	168,6 ± 18,9	14,6 ± 8,2	7,3 ± 1,7

A lineáris változók tekintetében a lovak között szignifikáns különbségeket tapasztaltunk (4. ábra).

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.

A 4. ábra az átlag mozgásciklus hossz lovak közötti szignifikáns különbségeit szemlélteti.



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

### 3.3.2. Időbeli mozgásparaméterek

Az időbeli változók lovankénti átlagait és szórásait a 4. táblázat szemlélteti.

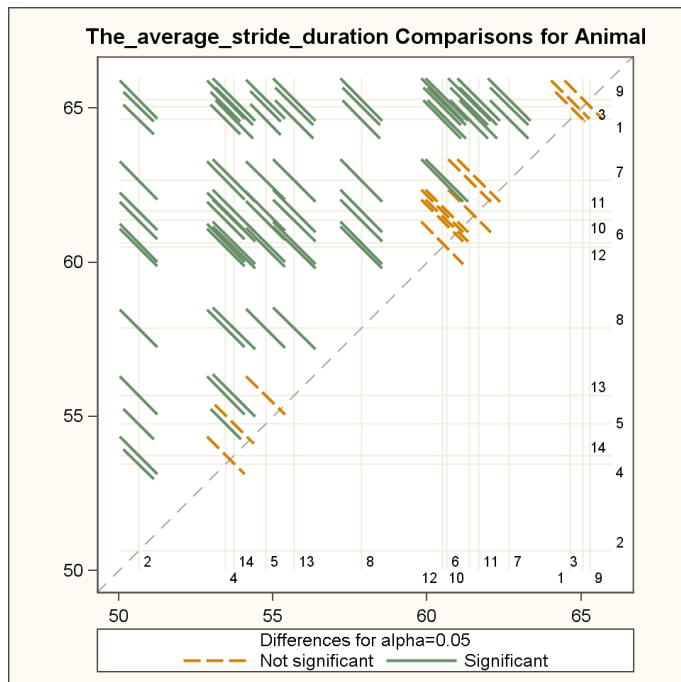


4. táblázat: A vizsgálatba bevont terápiás lovak szabad lépésének időbeli változói (n=14).

Változó	Alátámasztás időtartama	Lendítés időtartam	Mozgásciklus időtartam átlag	Mozgásciklus frekvencia
Ló sorszáma	átlag (ms) ± szórás	átlag (ms) ± szórás	(ms) ± szórás	db/perc ± szórás
1.	781 ± 67	<b>512</b> ± 21	1239 ± 88	46,5 ± 1,5
2.	<b>603</b> ± 14	409 ± 10	<b>1013 ± 19</b>	<b>59,3</b> ± 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.	<b>858</b> ± 14	459 ± 8	<b>1318</b> ± 17	<b>46</b> ± 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	<b>392</b> ± 11	1079 ± 45	56 ± 2,2
<b>Átlag±SD</b>	743 ± 77	440 ± 32	1180 ± 93	51 ± 4

Vizsgálatomban a 9. ló produkálta a leghosszabb átlag alátámasztási- és mozgásciklus időtartamokat, illetve leglassabb tempót. 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 5. ábrán az átlagos mozgásciklus időtartamban az egyed lovak közötti szignifikáns különbségeiket szemléltetem.



5. ábra: Terápiás lovak szabad lépésének vizsgálata során mért átlag mozgásciklus időtartamok, lovak közti különbségei. A folytonos vonalak a szignifikáns különbségeket jelölik ( $P < 0.05$ ).

### 3.3.3. Hippoterápia szempontjából lényeges mozgás paraméterek

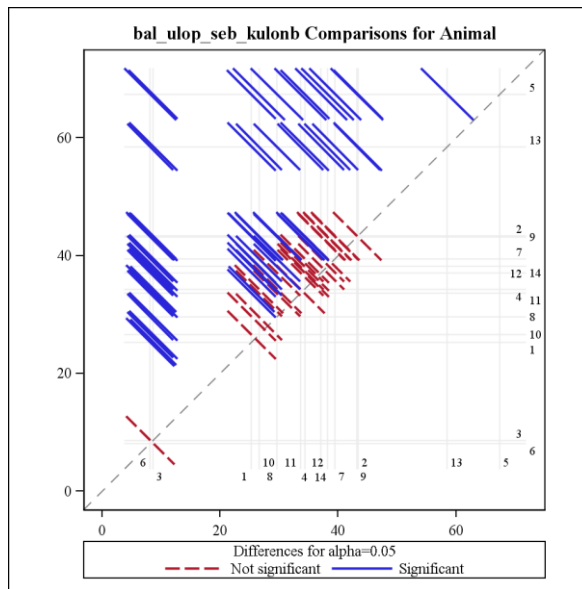
A hippoterápiás szempontból lényeges változók lovankénti átlagait és szórásait az 5. táblázat szemlélteti.

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

Változó	Átlag HT1 (cm/s) ± szórás	Átlag HT2 (cm/s) ± szórás	Átlag HT3 (cm) ± szórás	Átlag HT4 (cm) ± szórás
Ló sorszáma				
1.	25,3± 7,3	6,4± 1,0	<b>4,6± 1,2</b>	1,6± 0,7
2.	43,3± 7,4	7,1± 0,8	<b>1,6± 0,3</b>	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.	<b>67,7± 15,0</b>	<b>11± 1,2</b>	3,2± 0,4	2,3± 0,4
6.	<b>6,8± 2,1</b>	<b>2,8± 1,4</b>	2,9± 0,3	2,3± 0,6
7.	38,2± 2,9	<b>2,7± 1,1</b>	3,3± 0,4	<b>1,3± 0,4</b>
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	<b>4,6± 0,4</b>	<b>4± 0,4</b>
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

Az 5. ló produkálta a legnagyobb HT1 és HT2 átlagokat. A 11. ló produkálta a legnagyobb HT3 és HT4 átlagokat. A 6. ló produkálta a legkisebb HT1 és a második legkisebb HT2 átlagokat. A 7. ló produkálta a legkisebb HT2 és HT4 átlagokat.

A 6. ábra az átlag HT1 lovak közötti szignifikáns különbségeit szemlélteti.



6.ábra: 14 ló szabad lépésének vizsgálata során mért átlag HT1, lovak közti különbségei. A folytonos vonalak a szignifikáns különbségeket jelölik ( $P < 0.05$ ).

A legfontosabb észrevételeket az alábbiakban foglalom össze:

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.

### 3.4. Testméretek és különböző kinematikai paraméterek összefüggései

A 6. táblázat a statisztikailag is kimutatható változók közötti lineáris kapcsolatok szorosságát szemlélteti.

6. 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
<b>lépéshossz</b>	<b>r=0,77</b>	r=0,59	<b>r=0,77</b>	<b>r=0,81</b>
<b>mozgásciklus hossz</b>	<b>r=0,75</b>	r=0,54	<b>r=0,77</b>	<b>r=0,81</b>
<b>túllépés mértéke</b>	r=0,15	r=-0,04	r=0,23	r=0,54
<b>HT1</b>	r=0,05	r=0,02	r=0,1	r=0,4
<b>HT2</b>	r=0,09	r=0,22	r=0,03	r=0,15
<b>HT3</b>	r=0,17	r=0,01	r=0,21	r=0,19
<b>HT4</b>	r=-0,17	r=-0,35	r=-0,14	r=0,03
<b>ülőpont maximális sebessége</b>	<b>r=0,71</b>	<b>r=0,75</b>	r=0,68	r=0,32
<b>külső csípőszöglet vertikális kilengése</b>	<b>r=0,72</b>	<b>r=0,76</b>	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 ülőpontok és a

külső csípőszöglet, illetve minél nagyobb a távolság az ülőpont és a külső csípőszöglet között, annál hosszabb a lépés és a mozgásciklus.

Nem találtunk összefüggést a hippoterápiás változók és a testméretek között.

Erős korrelációt tapasztaltunk a külső csípőszöglet vertikális kilengése és a ló magassága között. Minél magasabban helyezkednek el az ülőpontok, illetve a könyök és a külső csípőszöglet annál nagyobb a külső csípőszöglet vertikális kilengése. Hasonlóan a ló magassága szoros kapcsolatban van az ülőpont maximális sebességével.

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

A 7. táblázat a kinematikai változók összefüggéseit mutatja be.

7. táblázat: Kinematikai változók összefüggéseit bemutató korrelációs együtthatók ( $P < 0,01$ ).

	<b>lépésho ssz</b>	<b>mozgás ciklus hossz</b>	<b>túllépés mérté- ke</b>	<b>HT1</b>	<b>HT2</b>	<b>HT3</b>	<b>HT4</b>
<b>lépéshossz</b>	r=1,00	<b>r=0,98</b>	<b>r=0,66</b>	r=0,50	r=0,24	r=0,20	r=0,01
<b>mozgáscik- lus hossz</b>	<b>r=0,98</b>	r=1,00	<b>r=0,67</b>	r=0,53	r=0,23	r=0,22	r=0,04
<b>túllépés mértéke</b>	<b>r=0,66</b>	<b>r=0,67</b>	r=1,00	<b>r=0,65</b>	r=0,25	r=0,17	r=0,12
<b>HT1</b>	r=0,50	r=0,53	<b>r=0,65</b>	r=-1,00	<b>r=0,47</b>	r=-0,10	r=0,13
<b>HT2</b>	r=0,24	r=0,23	r=0,25	r=0,47	r=1,00	r=0,05	r=-0,06
<b>HT3</b>	r=0,20	r=0,22	r=0,17	r=-0,10	r=0,05	r=1,00	r=0,18
<b>HT4</b>	r=0,01	r=0,04	r=0,12	r=0,13	r=-0,06	r=0,18	r=1,00

Erős korrelációt tapasztaltam a különböző lineárisváltozók között. Figyelemre méltó közepes erősségű összefüggést találtam a HT1 és a

túllépés mértéke között ( $r=0,65$ ). Szintén közepes korrelációt ( $r=0,47$ ) tapasztaltam a horizontális hippoterápiás változók között (HT1 és HT2).

## 4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A ló szabad lépésének kinematikai szempontból történő mintavételezése, laboratóriumi körülmények nélkül, terep viszonyok között is kivitelezhető. 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 ismétlés 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 pataemelés mértékének meghatározására.

Bár ilyen irányú vizsgálatokat nem végeztünk, úgy vélem, hogy az időbeli és lineáris változók követése a sántaságdiagnosztikában 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 anterior 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 anterior 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 ló-vezető 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.

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

Szintén kedvező az ülőpontok dorsoventrális kilengése közötti minél nagyobb különbség (HT4), mely a lovasra laterálflexióként terjed át, mely lazító hatású, a „tömbösség” csökkenthető a páciensben.

Javaslom, hogy a lovak hippoterápiás célú kiválasztásánál a küllem, vérmérséklet és az idomítottság mellett az állatok videó-

felvételeken alapuló mozgáskarakterisztikáit is vegyék figyelembe. A kiválasztás így tudatos, a hasznosítási célnak megfelelő lesz.

## 5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Vizsgálataim alapján 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 ( $r=0,81$ ), ülőpont maximális sebessége-ülőpont magasság ( $r=0,71$ ), ülőpont 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 ( $r=0,65$ ).

## 6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

### Tudományos közlemények

#### Idegen nyelvű közlemények

**P. Jámбор**, 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

**Jámбор 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., **Jámбор 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.

#### Procedingsben teljes terjedelemben megjelent közlemények

**P. Jámбор**, 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

#### Procedingsben megjelent abstractok

**P. Jámбор**, 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

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

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

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

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

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

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

### **Szaccikkcek**

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

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

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