



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Biomechanikai Kooperációs Kutatóközpont
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem



Különböző kutyahámok mozgásra gyakorolt hatásának biomechanikai vizsgálata - Kutatási jelentés -

Témavezető:

Dr. Kiss Rita
egyetemi tanár, MTA doktora

Kutatás vezetője:

Nagymáté Gergely
Tudományos segédmunkatárs

A kutyákat és hámok biztosította:

Julius-K9 Zrt.

Független tanácsadó:

Dr. Biksi Otília
Magyar Kisállat Fizioerápiás Társaság elnöke

2018. október

Kivonat

A vizsgálat célja megállapítani, hogy a megrendelő cég különböző hámjainak viselése hogyan változtatja meg a kutyák járáskinematikáját a szabadon történő (póráz nélküli) mozgáshoz képest. A laboratórium korlátozott méretei miatt a vizsgálat egy része futópadon történt. A kényszerített sebesség és szabad járás okozta különbség a vizsgálat korlátja, ennek kiküszöbölésére néhány lépéses szabadon történő mozgás, mint kontrollmozgás is rögzítésre került. A mozgást távolság- és szögjellegű paraméterekkel (lépésszélesség, lépés magassága és hossza, gerinc és végtag szegmensek közötti szögek) jellemeztük. A vizsgálatban 5, futópadon történő járásra is idomított kutya vett részt. A vizsgálatokat a következő tényezők minden kombinációjában elvégeztük: a különböző hámokban és hámok nélkül, pórázzal visszatartva és póráz nélkül, futópadon és talajon. A mozgást leírásához szükséges mozgásparemetereket kijelölt pontok térbeli koordinátájából számítottuk, amelyet 3 dimenziós optikai mozgásrögzítő rendszerrel (motion capture) rögzítettünk. A kutyák mozgását leíró paraméterek szignifikánsan eltérnek futópadon és talajon. Ennek oka vélhetően a kényszerített sebesség és a szabad járás okozta különbségből származó járásmód. A különböző hámok viselése nem befolyásolta a járásképet, mivel egyik paraméter esetén sem találtunk szignifikáns eltérést. Pórázzal visszatartott esetekben mindegyik hám esetén a járásképet változása hasonló. Feltételezhetően a póráz húzására reagálva a kutya lassabb járásmódra tért át (ügetésből séta). Az azonos kényszersebességű futószalagos járások során a póráz húzása sem befolyásolta a kutyák járását az alkalmazott hámokban, mivel a paraméterek között nem tudtunk szignifikáns különbséget kimutatni. Összefoglalva, a vizsgált hámok viselése és pórázzal húzása nem befolyásolja a járás kinematikáját, csak a kutya különböző sebességű természetes járásmódjai között okozhat váltást - nevelés eredményeként - a póráz használata.

Bevezetés

A vizsgálat célja kimutatni, hogy a megrendelő cég különböző hámjainak viselése hogyan változtatja meg a kutyák járáskinematikáját a szabadon történő (póráz nélküli) mozgáshoz képest. A vizsgálati módszerek kialakítása a vonatkozó szakirodalom alapján történt. Elérhetőek tanulmányok ahol a kutya mozgását csak 2 dimenzióban a szagittális síkban vizsgálják¹. A kutya mozgása vizsgálható kinetikailag és kinematikailag is²⁻⁴, illetve izomműködés szempontjából EMG-vel⁵. Kinematikai elemzés során a kutya mozgásmintázatát vizsgáljuk, mely pontosabb eredményeket adhat 3D mozgásrögzítés során^{6,7}. A jelen vizsgálat során is 3D kinematikai mozgásanalízist végeztünk a szakirodalomban gyakran használt markerelrendezés szerint⁸.

Módszerek

Vizsgált kutyák

A vizsgálat során öt egészséges kutyát vizsgáltunk, melyek adatait az 1. táblázat tartalmazza. A kutyák a mérések előtti hetekben futópadon történő járásra lettek szoktatva, ezáltal a méréseken rutinosan tudtak futópadon járni.

1. táblázat. Vizsgált kutyák

Sorszám	Fajta	Tömeg (kg)
1	Cane Corso	50
2	Bullterrier	26
3	Bullterrier	16
4	Yorkshire terrier	3
5	Vizslador (vizsla-labrador keverék)	26

Vizsgált hákok

A Megbízó (Julius-K9 Zrt.) által gyártott hákok közül a következő három típust vizsgáltuk:

- K9®
- Duo-Flex®
- IDC®

Az egyik kutya (5. sorszámú vizslador) mozgásvizsgálatát más gyártó hákjában is elvégeztük. A mérési eredményekből számított mozgásjellemzőket a 2. melléklet tartalmazza, de egyedüli minta lévén statisztikai elemzés nem történhetett.

Mérési procedúra

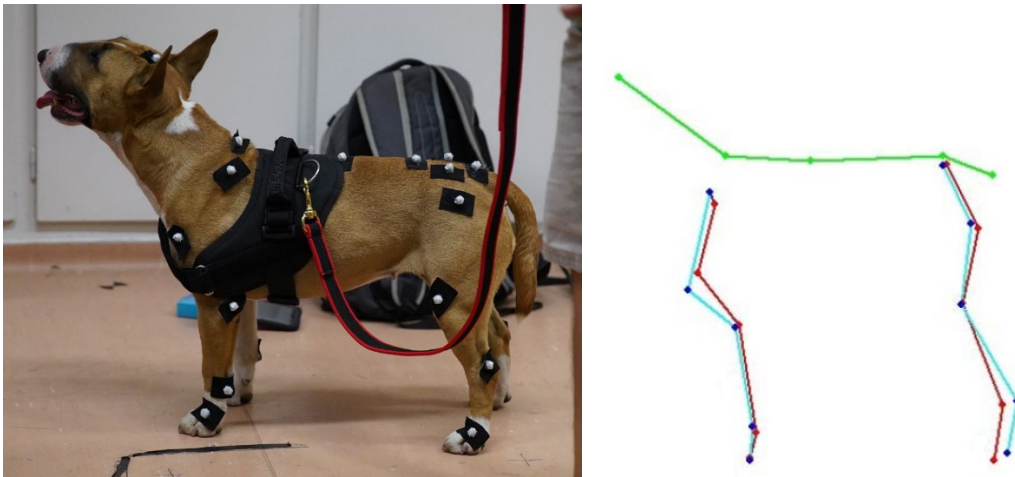
A vizsgált tesztesetek a hák nélküli járás, járás a vizsgált hákokat viselve és járás a vizsgált hákokban pórázal visszatartva. A futópadon történő járás során a gazda a futópad előtt guggolva, időnként jutalom falatokat adva a kutyának, tartotta fent az állat figyelmét (1. ábra). A feldolgozott mérés két etetés közötti homogén járási szakasz. A talajon végzett járás során a kutya a termen haladt keresztül, egyenes vonalban, a terem másik sarkában őt hívó gazdája felé. A talajon és futópadon végzett járások vizsgálata külön történt, ezeken belül a vizsgált tesztesetek a különböző hákokban végzett és hák nélküli járások.



1. ábra: Futópadon végzett járásvizsgálat

Járáskinematika mérése

A járáskinematika mérése egy 18 kamerás OptiTrack Flex13 mozgásrögzítő rendszer (NaturalPoint, Corvallis, Oregon, USA) segítségével valósult meg. Ehhez a kutyák meghatározott anatómiai pontjaira retroreflexív markerek lettek rögzítve az 2. ábrának megfelelően. A mellső végtagokon a markerek az ötödik középcsont külső távoli pontjára, a singcsont külső pontjára, a humerus laterális epikondilusára, a mellső végtag gömbízületének közepére és a lapocka felső övének gerinc felőli pontjára kerültek. A hátsó végtagokon a markerek az ötödik középcsont külső oldali távoli végén, a fibula laterális végén, a külső oldali combcsonti bütykén, a combcsont nagyobb trochanterén és a csípőtövisen helyezkedtek el. A gerincen a markereket a keresztcsont legkiemelkedőbb pontjára, az L7, a T13 és a T1 csigolyák hátsó nyúlványaira és nyakszirte helyezettük. A markereket kineziotape-re rögzítettük és azzal ragasztottuk a kutyákra. Mindegyik kutya rövid szőrű volt, így a szőrré ragasztás nem okozott nehézséget és fölösleges markermozgást.



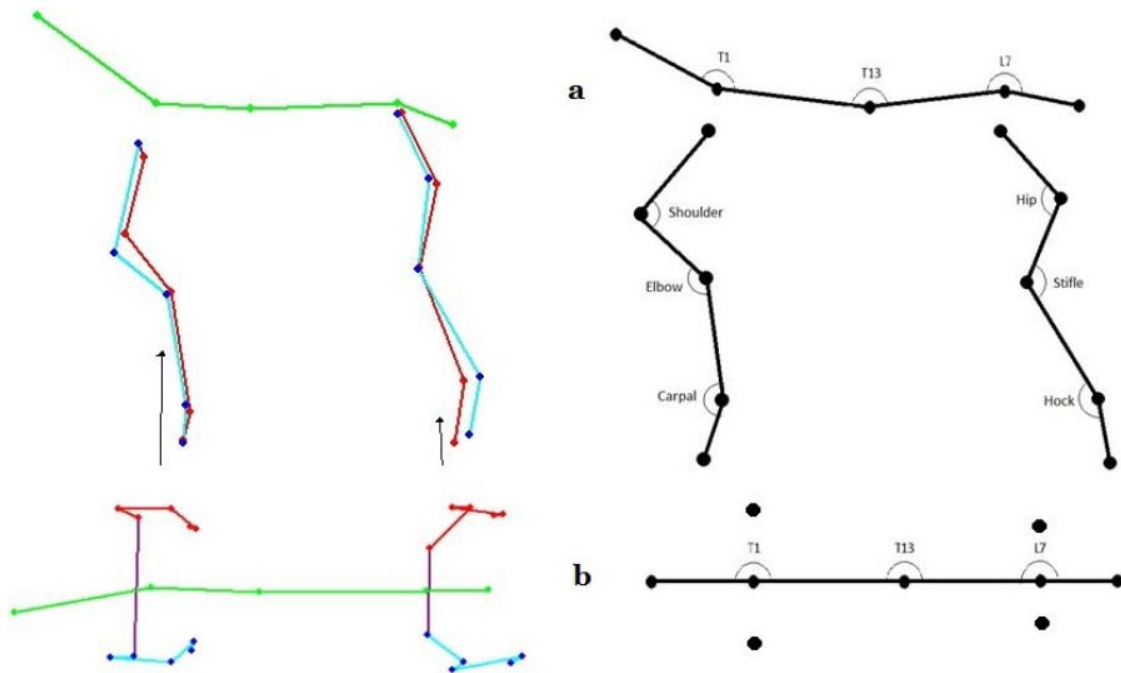
2. ábra: Markerek elhelyezése a kutyákon és az azokon alapuló kinematikai modell⁸

Számított járásparaméterek

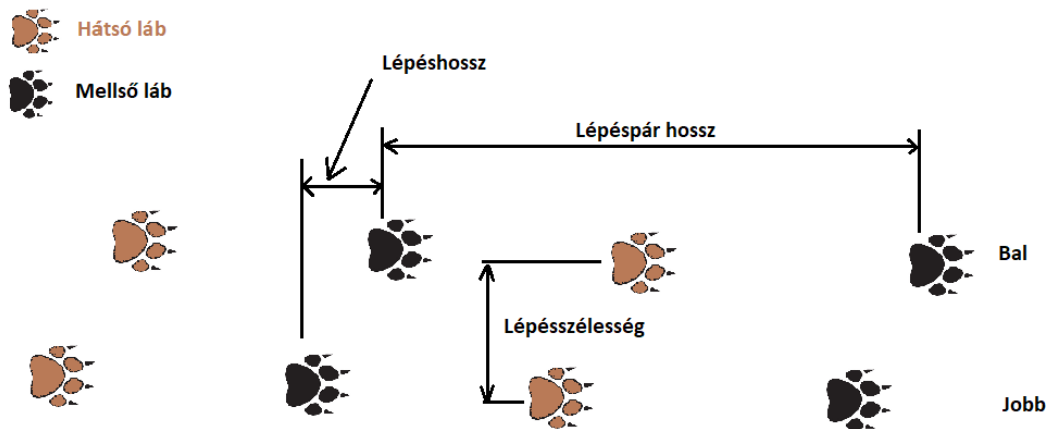
A szögjellegű járásparamétereket a 3. ábra mutatja be sagittális (a) és vízszintes (b) síkra vetítve. A lábakon definiált szögek az adott láb lépésciklusa szerint kerülnek ábrázolásra, míg a lábakhoz nem tartozó szögek (gerinc) egy kiválasztott láb szerinti bontásban kerülnek darabolásra. Ez nem befolyásolja a mozgástartomány paraméter értékét.

A következő távolságjellegű paramétereket számítottunk (4. ábra):

- lépéspár hossz,
- lépéshossz,
- lépés szélessége a mellső lábaknál,
- lépés szélessége a hátsó lábaknál,
- lépés magassága az első lábaknál (milyen magasra emeli a mancsát lépés közben),
- lépés magassága a hátsó lábaknál.



3. ábra: Számított szögjellegű járásparaméterek (a. szagittális sík, b. vízszintes sík)⁸



4. ábra: Távolság jellegű paraméterek

Pórázoló mérés

A pórázalóval való visszahúzást alkalmazó tesztesetekben a pórázban ébredő erőt egy erőmérő cella mérte. A pórázba közbe ékelte nyúlásmérő bélyeges mérőhidat egy HX711 mérő analóg-digitális átalakító segítségével egy ATmega328 mikrokontroller mérte, amely a 10 Hz-en rögzített adatokat UART-on a számítógépen futó adatrögzítő programba továbbította. Az erőmérés és a kamerarendszer közötti szinkronizáció megoldásához a mikrokontroller által mérés megkezdésekor felkapcsolt infra LED segítette, így a mozgásrögzítő programban az erőmérés megkezdésének relatív időpontja a felvételen fellelhető. A pórázoló vizsgálata során a mért átlagos kötélterők a kutya tömegével normálva kerülnek elemzésre aszerint, hogy a kutya saját tömegének hány százalékának megfelelő tömeget húzna el.

Statisztikai összehasonlítás

Az ízületi szögek időfüggvénye megállapításra került minden lépésciklusra, és ezekből átlag és 95% konfidencia tartomány került ábrázolásra a mellékletekben. Az alkalmazott statisztikai összehasonlítás alapját a távolság alapú paraméterek képezik.

A statisztikai összehasonlítást ismételt mérésekre végzett többváltozós és egyváltozós variancia analízis segítségével végeztük. A többváltozós variancia analízis megmondja, hogy az összes járásparaméter (a vizsgált távolság alapú paraméterek) figyelembevételével mellett a vizsgált tesztesetek szignifikánsan eltérnek-e egymástól. Az egyváltozós variancia analízis megmondja, hogy egyetlen járásparaméter alapján a tesztesetek eltérnek-e egymástól. Az eredmények további vizsgálatával páronkénti összehasonlításra van mód, mely konkrétan megállapítja, mely tesztesetek között mutatható ki a különbség. A statisztikai összehasonlítás során a szignifikancia szintet $p = 0,05$ -ben állapítjuk meg 95%-os konfidenciaszint mellett. Ez azt jelenti, hogy ha p értéke 0,05-nél kisebb, akkor 95%-os biztonsággal jelenthető ki, hogy az eltérés szignifikáns.

Eredmények és megbeszélés

Futópadon és talajon végzett járáskép összehasonlítása

A talajon és futópadon végzett járást leíró mozgásparaméter összehasonlítása során a faktor a futópad vagy talaj használata volt és hám nélküli méréseket hasonlítottuk össze. Az összehasonlítás (3. melléklet) szignifikáns eltérést mutat: lépéspár hossz ($p=0,013$), lépés hossz ($p=0,016$), mellső lábak lépésszélessége ($p=0,009$) és hátsó lábak lépésszélessége ($p=0,004$). A lépés magassága azonban az első végtag esetén szignifikáns ($p=0,03$) de a hátsó végtagok ($p=0,144$) esetén nem mutat szignifikáns eltérést. A többi paraméter eltérései egyértelműen a különböző járási sebességre vezethetőek vissza. A futópadon a kutyák gazdái által beállított biztonságos sebességen végeztek járást (walk) vagy gyors járást (amble) a kutyák, míg a talajon végzett járás során többnyire ügető haladást (trot) alkalmaztak az állatok. A hámok összehasonlítását így külön célszerű elvégezni a talajon és a futópadon végzett járásokra.

Különböző hámok összehasonlítása futópadon mért járáskép alapján

A statisztikai vizsgálatok táblázatos eredményeit az 4. melléklet tartalmazza. A többváltozós variancia analízis alapján (minden távolság alapú paraméter figyelembe vételével) a kutyák futópadon végzett mozgása nem mutat szignifikáns eltérést hám nélkül és a vizsgált hámokban ($p=0,939$). Az egyváltozós összehasonlítás esetén sem találtunk szignifikáns eltérést a különböző hámok és hám nélküli járás esetén ($p \geq 0,361$). A páronkénti összehasonlítás során sem tért el egyik hámmal végzett járás sem a hám nélküli járástól ($p \geq 0,408$).

Különböző hámok összehasonlítása talajon mért járáskép alapján

A statisztikai vizsgálatok táblázatos eredményeit az 5. melléklet tartalmazza. A többváltozós variancia analízis alapján a kutyák talajon végzett járásképe hám nélkül és a vizsgált hámokban szignifikánsan nem térnek el egymástól ($p=0,891$). Az egyváltozós összehasonlítás sem mutat szignifikáns eltérést egyik paraméter esetén sem a különböző hámok és hám nélküli járás esetén ($p \geq 0,441$). A páronkénti összehasonlításban sem mutat egyik paraméter sem szignifikáns eltérést ($p \geq 0,144$) a hám nélküli járáshoz képest.

Futópádon történt járás pórázzal, visszatartó erőt alkalmazva

A statisztikai vizsgálatok táblázatos eredményeit az 6. melléklet tartalmazza. A többváltozós és az egyváltozós variancia analízis sem mutatott ki szignifikáns eltérést. A páronkénti összehasonlításban a vizsgált paraméterek közül a hátsó láb lépésszélessége a hám nélküli esethez képest csökkent: IDC® póráz esetén a csökkenés < 2 cm és szignifikáns ($p = 0,01$), míg Duo-Flex® esetén az átlagos csökkenés 2,2 cm ($p = 0,052$), a K9® hám esetén 2,3 cm ($p = 0,94$). A hátsó lépésszélesség csökkenésének vélhető oka a hatékonyabb erő kifejtés, mivel a póráz nélküli járások során hasonló eltérés nem volt megfigyelhető. A többi távolság alapú paraméter (lépés és lépéspár hossz) értéke nem változott, mivel a kutyának a futópáda sebességét tartani kellett a leesés elkerülése miatt.

A mért fajlagosított pórázerő a futószalagos mérések során $0,105 \pm 0,033$.

Talajon végzett, pórázzal visszafogott járások elemzése

A statisztikai vizsgálatok táblázatos eredményeit az 7. melléklet tartalmazza. Talajon végzett pórázzal visszafogott járás jellemzői többváltozós variancia analízisben nem, míg egyváltozós variancia analízis alapján több paraméter esetén szignifikáns csökkenést mutattak a hám nélküli mozgás jellemzőihez képest: a lépéspár hossz ($p < 0,001$), a lépéshossz ($p < 0,001$), a hátsó lépésszélesség ($p = 0,028$) egyaránt szignifikánsan csökkent. A páronkénti összehasonlítás hasonló eltérést mutat, míg az is kiderül, hogy a húzott hámok között viszont nincs különbség. A szignifikáns eltérés oka vélhetően a sebességcsökkenés, mivel a gazdája felé ügetve haladó kutya mozgása pórázzal visszatartva, az idomítás következtében (azaz, hogy a kutyák a póráz húzásának megfelelően lassuljanak) lelassul. A legtöbb kutya járása a póráz húzására ügetésből gyors járásra, lassú járásra változott: Kivétel a legkisebb testű Yorkshire terrier mozgása, aki póráz húzására is ügetve haladt. A mért fajlagosított pórázerő a talajon végzett mérések során $0,151 \pm 0,059$. Ebből következik, hogy a talajon végzett pórázos mozgás során nagyjából másfélszer nagyobb erővel húz a kutya, miközben járásképe egy lassabb járásformára vált át.

Következtetés

Habár a kutyák mozgása eltér futópádon és talajon, de ezért a kényszerített sebesség és a szabad járás okozta különbségből származó járásmód váltás felel (séta, ügetés). A különböző hámok viselése nem befolyásolta a járásképet. Pórázzal visszatartott esetekben mindegyik hám esetén hasonlóan változott a járásképe, de ott is inkább a talajon végzett járás során, ahol a póráz húzására reagálva a kutya lassabb járásmódra tért át. Az azonos kényszersebességű futószalagos járások során a póráz húzása sem befolyásolta a kutyák járását az alkalmazott hámokban.

Mellékletek:

1. Elfogadott, eredeti kutatási terv, paramétereket feldolgozó program specifikációja (JULIUS_K9_MOGI_jarasvizsgalo_szoftver_specifikacio.pdf)
2. Feldolgozott mérési eredmények, paraméterek táblázatosan a különböző esetekben (results.xlsx)
3. Talajon és futópádon végzett háms nélküli járás statisztikai összehasonlítása (stat_ground-treadmill.pdf)
4. Futópádon végzett járások statisztikai összehasonlítása a különböző hámsokban és nélkül (stat_treadmill.pdf)
5. Talajon végzett járások statisztikai összehasonlítása a különböző hámsokban és nélkül (stat_ground.pdf)
6. Futópádon végzett pórázos mérések statisztikai összehasonlítása (stat_treadmill_leash.pdf)
7. Talajon végzett pórázos mérések statisztikai összehasonlítása (stat_ground_leash.pdf)
8. Feldolgozott mérési fájlok (csv, és ábrás pdf) tömörített állománya

Irodalomjegyzék

1. Klinhom S, Chaichit T, Nganvongpanit K. A comparative study of range of motion of forelimb and hind limb in walk pattern and trot pattern of Chihuahua dogs affected and non-affected with Patellar Luxation. *Asian J Anim Vet Adv.* 2015;10(6):247–59.
2. Cereatti A, Surer E, Evangelisti MA, Manunta L, Paolini G, Croce U Della. A canine gait analysis protocol for the analysis of the back movement: assessment of kinematic and kinetic variables in german shepherd dogs. 2015;(July).
3. DeCamp CE. Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1997;27(4):825–40.
4. Carr BJ, Dycus DL. Canine Gait Analysis. *Today Vet Pract.* 2016;6(April):93–100.
5. Garcia TC, Sturges BK, Stover SM, Aoki K, Liang JM, Reinhardt KB, et al. Forelimb brachial muscle activation patterns using surface electromyography and their relationship to kinematics in normal dogs walking and trotting. *Comp Exerc Physiol.* 2014;10(1):13–22.
6. Foss K, da Costa RC, Moore S. Three-dimensional kinematic gait analysis of Doberman Pinschers with and without cervical spondylomyelopathy. *J Vet Intern Med.* 2012;27(1):112–9.
7. Fischer MS, Lauströer J, Lilje KE. *Hunde in Bewegung.* Franckh Kosmos Verlag; 2011. 207. Robledo. QL737.C22/F5.
8. Hogy S. KINEMATIC AND KINETIC ANALYSIS OF CANINE PELVIC LIMB AMPUTEES AT A TROT. Colorado State University, Fort Collins, Colorado; 2011.