

XXXII. OTDK Testnevelés- és Sporttudományi Szekció



Válogatott szintű kardozók, és kendősok láb munkájának összetett biomechanikai elemzése, és összehasonlítása

Készítették:

Schandl Gábor

**Testnevelési Egyetem
Humánkineziológia MSc I.**

Tóth Balázs

**Testnevelési Egyetem
Testnevelő- Gyógytestnevelő MA I.**

Bevezetés:

Kutatásunkban a kardvívás és kendő sportágak mozgásanyagának összehasonlítását céloztuk meg. A két egy-egy elleni kontakt küzdősport; habár eltérő kulturális gyökerekkel rendelkezik, rengeteg hasonlóságot mutat. Ilyen például a küzdelmek céljának meghatározása, mely az ellenfél legyőzését karddal történő találatszerzéssel követeli meg; de ide sorolhatjuk a mindkét sportágra jellemző aszimmetrikus alapállást is, melyből az akciók indulnak. Az első pillantásra is hasonlóknak tűnő sportágak azonban különbözőségeket is mutatnak; erre példa, hogy az érvényes találat meghatározása nagyban eltér a két sportág szabályrendszerében. Ennek értelmében mozgásanyagaiknak is különbözőnek kell lenniük, hiszen ha az érvényes találatszerzés meghatározása más; az erre speciálisan leghatékonyabb mozgásnak is másnak kell lennie. Észrevettük tehát a két sport közti analógiát, de nem siklottunk el a különbözőségeik felett sem. Ezt a különbséget szeretnénk volna mélyebben feltárni, hogy megérthessük a két sportághoz tartozó mozgásanyag dinamikai különbözőségeit és az esetleges rizikófaktorokat. S minthogy a szakirodalomban oly kevés e két vívósportot összehasonlító tanulmány íródott; szeretnénk volna ezt az új kutatásunkkal valamelyest csökkenteni.

Célkitűzés:

A fentiek értelmében célul a két sportág mozgásanyaga közti analógia vagy esetleges eltérés feltárását tűztük ki, valamint annak meghatározását, hogy mely sportág veszélyeztetettebb a féloldaliságából adódóan; hiszen a féloldali dominanciát mutató sportágak esetében az, ha a sportoló egyik oldala jóval erősebb, mint a másik, veszélyforrásként jelentkezhet. A sportági technikák jobb biomechanikai megértéséhez erőplátós talajreakció-erő elemzést választottunk, mely biztosította az objektív adatokat a két mozgás összehasonlításához. Első hipotézisünk szerint szignifikáns eltérést vártunk a kardvívók és kendősök kitöréskori láb munkájának talajreakció-erői között. Az esetleges egyoldali dominancia feltérképezéséhez dinamometriás méréseket végeztünk, amellyel a sportolók lábizomerejét rögzítettük; ebből következően második hipotézisünk szerint szignifikáns eltérést vártunk a kitöréskor a domináns és nem-domináns lábak egymáshoz viszonyított statikus és dinamikus erő kifejtése közt.

Anyagok és módszerek:

Vizsgálatunkban 9 válogatott szintű felnőtt férfi kendőst ($27,33 \pm 5,66$ év életkorú, $77,90 \pm 14,51$ kg testsúlyú, $15,44 \pm 6,75$ év edzéséletkorú), és 5 ugyancsak válogatott szintű felnőtt

férfi kardvívót ($26,4 \pm 4,50$ év életkorú, : $76,1 \pm 1,85$ kg testsúlyú, $17,20 \pm 4,60$ év edzéséletkorú) mértünk fel. A vizsgálatokat azonos napszakban végeztük el, azonos feltételeket teremtve a sportolóknak. A mérések megkezdése előtt a sportolók 5 percig melegítettek szobakerékpáron folyamatosan növekvő ellenállással szemben, majd 5 perc sportágukhoz kapcsolódó gimnasztikát végeztek egyénileg. Mérésünk első felében a kitöréskor fellépő talajreakció-erőket regisztráltuk Kistler erőplatóval (BioWare Software Version 4.0.x Type 2812A, 2011); mind a kitöréskor elől lévő (domináns), mind pedig a hátul lévő (nem-domináns - elrugaszkodó) lábat vizsgálva. Ennek során alanyaink 2 bemelegítő kitörést végeztek, melyek alkalmával kimértük a kitörésben elől lévő lábuk pontos erőplatóra érkezését. Ezt követte három mérés, amikor három térbeli tengely mentén rögzítettük az adott a lábra ható talajreakció-erőket. Ezután alanyaink 2 olyan bemelegítő kitörést végeztek, amikor az elrugaszkodó lábukat pozicionáltuk az erőplatóra, és így mértük ki kitörésük távolságát. Ezt is három mérés követte, mely során három térbeli tengely mentén rögzítettük, az ez esetben a hátul lévő lábnál jelentkező talajreakció-erőket. (1. ábra; 2. ábra) Ezt követte Multicont rendszeres (Multicont Tihanyi Dinamometric System, Budapest, Hungary, 2008) mérésünk, amely segítségével a sportolók alsó végtagi izomerejét térképeztük fel több térdízületi szöghelyzetben, többféle kontrakciótípust vizsgálva. Ennek során alanyainkat ülő helyzetben rögzítettük, hogy minél minimálisabbra csökkentsük annak lehetőségét, hogy felsőtestük izomzata is bekapcsolódjon a mérésbe, mely során az alsó végtagok izomerejét mértük. (3. ábra) Először vizsgálati személyeink bal lábának izomerejét mértük fel izometriás kontrakciót vizsgálva; mind a térdízületi feszítőket nézve; mind pedig a térdízületi hajlítókat. Protokollunk szerint 3 különböző szöghelyzetben tettük ezt meg; - kezdve a térdízületi feszítővel- 40° ; 50° és 60° -os szöghelyzetben. Alanyaink minden szöghelyzetben háromszor fejtettek ki nyomást a karra, melyeknél az első kis erő kifejtés volt; a második közepes erősségű, a harmadik pedig maximális erősségű. Azonos szöghelyzetekben, és azonos erő kifejtési mintázattal mértük fel ugyanezen láb térdízületi hajlítóit is. Ezt követően az előbb ismertettek szerint mértük a jobb láb izometriás izomerejét is. Miután az izometriás erő kifejtést mindkét láb esetében megmértük; következett a koncentrikus kontrakciónál kifejtett erő felmérése. Csakúgy, mint az előző esetben; ezt is a bal láb térdízületi feszítőinek felmérésével kezdtük. Protokollunk szerint kétszer mozgott a dinamométer karja 80° -tól 40° -ig $80^\circ/s$ sebességgel, majd pedig kétszer ugyanezen szögek között $160^\circ/s$ sebességgel. A dinamométer karjának mozgása 20Nm forgatónyomatéknak megfelelő előfeszítésre indult el. Ezt követték az ugyancsak bal lábra, azonban térdízületi hajlítókra vonatkozó mérések, amelyek 40° -tól 80° -ig terjedtek, és szintén két mérést

tartalmaztak $80^\circ/\text{s}$ -al, és kettőt $160^\circ/\text{s}$ -al, mely szintén 20 Nm értékű előfeszítéssel indult. Azonos protokoll szerint mértük fel a jobb láb koncentrikus kontrakciónál fellépő izomerejét is.

A rögzített talajreakció-erők közül kutatásunk céljának legmegfelelőbbnek a vertikális irányú erőket valamint az anterior-poszterior irányú erőket találtuk; így ezeket értékeltük ki. Kistler erőplaton rögzített adatainkat testsúlyra normalizáltuk. A kiértékeléséhez StatSoft Statistica 10 (StatSoft Inc. AR, USA, 2012) programot használtunk. Ennek során kétmintás t-próbával hasonlítottuk össze a kardvívók és kendósok függőleges és vízszintes talajreakció-erőinek maximális értékeit.

Muticont rendszeren kapott adatainkat szintén Statistica programmal elemeztük; ez alatt az azonos sportot végző sportolók domináns lábának általunk mért erőértékeinek maximumait hasonlítottuk össze a nem domináns lábukéval; kétmintás t-próbát használva. Ez utóbbi összehasonlításokhoz az izometriás kontrakciókor a maximális erő kifejtésnél mért értékeket, és a koncentrikus erő kifejtéskor második próbálkozásra produkált maximális erőértékeket használtuk. A szignifikanciaszintet minden összehasonlításnál $p=0,05$ -ben határoztuk meg.

Eredmények:

A vívók és kendósok testsúlyra normalizált talajreakció-erő értékeit vizsgálva, a talajreakció-erők t-próbás összehasonlítása során mind a függőleges, mind a vízszintes komponensek közt szignifikáns eltérést találtunk a domináns láb tekintetében is, és a nem domináns láb tekintetében is. (1. táblázat) (1. diagram; 2. diagram) A kendósok domináns és nem-domináns lábára vonatkozó függőleges talajreakció-erőket szignifikánsan nagyobbak találtuk a vívókénál. Azonban a vívók vízszintes talajreakció-erői nagyobbak voltak a kendósoknál mértéknél, mind a domináns mind a nem-domináns láb esetében. Multicontos izomerőre vonatkozó forgatónyomaték értékeink t-próbás összehasonlításakor külön vizsgáltuk a kardvívókat és kendósokat. Kardvívók és kendósok esetében is összehasonlítottuk a domináns, és nem domináns láb izomerejét, mindkét esetben kétmintás t-próbát használva. A tíz összehasonlításból (3 izometriás, 2 koncentrikus kontrakció; mind térdízületi feszítőkre, mind térdízületi hajlítókra nézve) kardvívóknál négy esetben találtunk szignifikáns eltérést a két láb izomereje közt. Ezen eltéréseket izometriás erő kifejtésnél térdízületi hajlítónál 40° , 50° és 60° -nál, és koncentrikus kontrakciónál, $80^\circ/\text{s}$ -os szögsebességnél; a térdízületi feszítők esetében találtuk. Kendósoknál nem találtunk szignifikáns eltérést a domináns és nem-domináns láb izomereje közt. (2. táblázat; 3. táblázat) Első hipotézisünket, miszerint feltételeztük, hogy szignifikáns eltérést fogunk találni

a kardvívók és kendósok kitöréskori lábmunkájának talajreakció-erői közt; elfogadtuk. Második hipotézisünket miszerint feltételeztük, hogy szignifikáns eltérést fogunk találni a kitöréskor domináns és nem-domináns lábak egymáshoz viszonyított statikus és dinamikus erő kifejtése közt; kardvívókra vonatkozóan elfogadtuk; míg kendósokra vonatkozóan nem fogadtuk el.

Megbeszélés:

Mint hogy a két sport alapvető kitörési technikája a talajreakció-erők általunk vizsgált összes komponensében szignifikáns eltérést mutatott egymástól, megállapítottuk, hogy ezen technikák alapjaikban eltérőek. A technikák bizonyíthatóan más módon hivatottak a sportolók tömegközéppontjára hatni; míg a kardvívók vízszintesen előre gyorsan mozgatják súlypontjukat (nagyobb vízszintes talajreakció-erő komponensek), mely mozgást hirtelen meg is állítanak, és melynek végén súlypontjuk alacsonyabban helyezkedik el mint a kiindulási helyzetkor; addig a kendósok súlypontjukat előre felfelé mozgatják (nagyobb függőleges irányú talajreakció-erő komponensek), hisz ők nem állítják meg a mozgásukat; és a továbbhaladásukhoz optimálisan a kiindulóhelyezethez képest magasabban kívánják tartani súlypontjukat. Ezen ismeretek felhasználhatók a további specifikus képzésben, hiszen rávilágítanak a technikával elérni kívánt mozgásirányokra és a mozgásrészek hatásmechanizmusára. Ennek értelmében továbbá kijelenthető, hogy a két sport általunk vizsgált technikája nem tudna profitálni, ha a másik sport alaptechnikájával kívánna kiegészíteni az edzést; annak hatását fokozni, hisz ha a talajreakció-erők mások, s a súlypont pályája más, akkor az azt létrehozó izommunkának is másnak kell lennie, tehát edzéshatásukban is különbözőek ezen technikák. Multicontos izomerő méréseink eredményeinek kiértékelése során az általunk vizsgált tíz eset közül négyenél eltérést találtunk a kardvívók domináns és nem domináns lábainak erőértékei közt, míg kendósoknál a szintén tíz eset közül egynél sem találtunk szignifikáns izomerő-eltérést a domináns és nem domináns lábak közt. Kendósokat tekintve nem találtunk ezzel foglalkozó irodalmat, kardvívókra nézve viszont eredményeink összhangban állnak az irodalomban szereplő eredményekkel. Ezek értelmében megállapítottuk, hogy a kardvívók veszélyeztetettebb helyzetben vannak az alsó végtagi unilaterális dominancia káros hatásait tekintve. Ezen káros hatások általában a lumbális gerincszakasznál összpontosulhatnak, ahol a két oldal által kifejtett izomtónusbeli különbség a tömegközéppontra hat – sportolók esetében az alsó végtagok az őket ért terheléshez alkalmazkodtak, ezért feltehetően ott nem várható a féloldali dominanciából adódó veszélyeztetettség. A lumbális gerincszakasz

veszélyeztettségét kiküszöbölendő javasoljuk, hogy sportolók rendszeres törzsizom erősítő gyakorlatok végzésével előzzék meg az egyoldali dominancia káros hatásainak kialakulását.

Összefoglalás:

Kutatásunkban a kardvívás és a kendő mozgásanyagának egyes elemeit hasonlítottuk össze. Célunk a kivitelezésnél mérhető dinamikus eltérések feltárása és az esetleges rizikófaktorok kiemelése volt. Kutatásunkban egyrészt vizsgáltuk kitörés végrehajtásánál a kardozók, és kendősök vízszintes és függőleges talajreakció-erő értékei közötti eltéréseket; másrészt a két sportág esetében az eltéréseket a jobb és bal lábak maximális izometriás és koncentrikus erő kifejtésében; külön a térd fesztők és hajlítóknak szempontjából. Vizsgálatunkban 5 válogatott szintű férfi kardvívót és 9 válogatott szintű férfi kendőst mértünk. Méréseink során Kistler erőplattóval mértük a kitörés mozdulatánál fellépő vízszintes, és függőleges talajreakció-erőket a kitöréskor elöl lévő (domináns) és a kitöréskor hátul lévő (nem-domináns - elrugaszzkodó) lábra vonatkozóan, és Multicont rendszerrel mértük a sportolók térdízületi hajlító, és fesztítő izomerejét izometriásan három szög helyzetben (40° , 50° , 60°); majd $80^\circ/s$ és $160^\circ/s$ szögsebességgel koncentrikus kontrakciót végrehajtva. Vizsgálatunk eredményeként a kendősök domináns, és nem-domináns lábára vonatkozó függőleges talajreakció-erő értékét szignifikánsan nagyobbak találtuk a vívókénál ($p < 0,05$). Azonban a vívók vízszintes talajreakció-erői nagyobbak voltak, mint a kendősokéi mind a domináns mind a nem-domináns láb esetében ($p < 0,05$). Vívóknál tíz összehasonlított eredményünk közül négyenél lényeges eltérést találtunk a domináns és nem-domináns láb izomereje között. Kutatásunkkal dinamikailag mérhető eltérést tapasztaltunk a két sportág kitörési technikája között. A talajreakció-erőben regisztrált eltéréseket összefüggésbe tudtuk hozni az elrugaszkodásnál alkalmazott technikai eltérésekkel. Ilyen eltérés például, hogy a kendősök a súlypontjuk előre-felfelé történő fékezetlen mozgására törekszenek, míg a kardvívók dinamikus előre-felé kell, hogy törjenek. Ezen technikák egyértelműen a leghatékonyabb érvényes találat szerzés érdekében alakultak ki, melyek meghatározása pedig különböző a vizsgált sportágak esetében. Eme ismeretek felhasználhatók a további specifikus képzésben, hiszen rávilágítanak a technikával elérni kívánt mozgásirányokra és a mozgásrészek hatásmechanizmusára. A két láb ereje közötti eltérés pedig felhívja a figyelmet az esetleges sérülések elkerülése szempontjából lényeges rizikófaktorokra.

Irodalomjegyzék:

- Lukovich I.: A vívás elmélete; 1972; Budapest: Tankönyvkiadó; 315p.
- Lukovich I. és mtsai.: Vívás, vívómesterség; 1986; Budapest: Sport; 282p.
- Guilhem és mtsai.: Mechanical and muscular coordination patterns during a high-level fencing assault; 2014; Med Sci Sports Exerc; 46(2); 341-50p.
- Harmer: Getting to the point: injury patterns and medical care in competitive fencing; 2008; Curr Sports Med Rep; Sep-Oct; 7(5); 303-7p
- Nihon és mtsai.: Kendou wo shiru jiten. Toukyou: Matsumura Takashi; 2009; 297p.
- Roi és mtsai.: The science of fencing: implications for performance and injury prevention; 2008; Sports Med.; 38(6); 465-81p.
- Tanaka M.: Kendou no rekishi to sono seishin. In: Uozumi T.: Budou no rekishi to sono seishin; 2010; Toukyou: Kokusai Budou Daigaku; p. 25-38.
- Turner A. és mtsai.: Determinants of olympic fencing performance and implications for strength and conditioning training; 2014; Oct;28(10); 3001-11p.
- Williams LR és mtsai.: Response timing and muscular coordination in fencing: a comparison of elite and novice fencers; 2000; J Sci Med Sport; Dec;3(4); 460-75p.

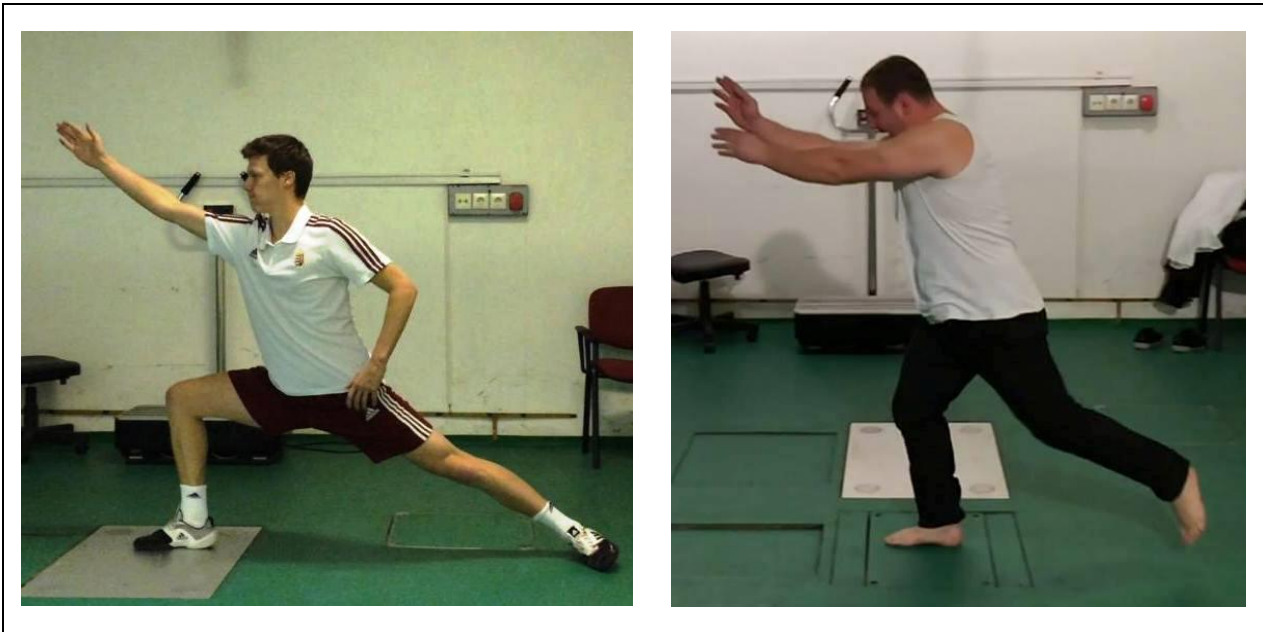
Köszönetnyilvánítás:

Ezúton szeretnénk köszönetünket kifejezni Dr. Kopper Bencének és Patócs Ákosnak, akik rendületlenül segítették kutatásunk jó irányba haladását.

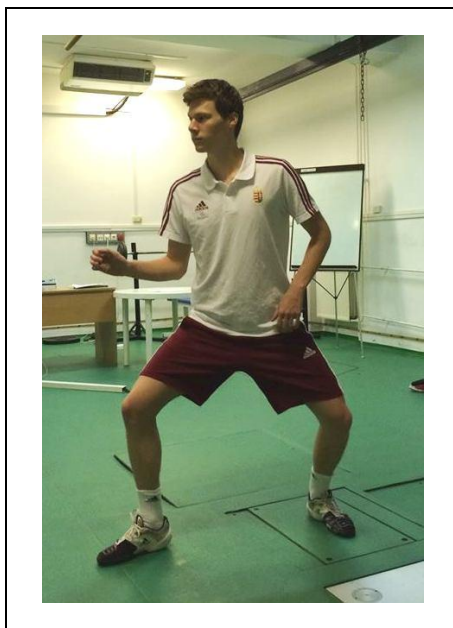
Köszönjük továbbá méréseink alanyainak; magyar válogatott kardvívóinknak, és kendősainknak, hogy időt szántak a mérések elvégzésére, ezzel segítve kutatásunkat.

Nélkülük e tanulmány nem jöhetett volna létre.

Melléklet:



1. ábra: A kitöréskor elől lévő láb talajreakció-erő mérése kardvívó és kendós esetében



2. ábra: Vívó alapállásban a hátul lévő láb erőplatóra pozícionálása



3. ábra: Multicont rendszeres láb izomerő-mérés

1. táblázat: V ívók és kendósok függőleges és vízszintes legnagyobb talajreakció-erő értékeinek átlaga, és az azok összehasonlításakor kapott p-értékek

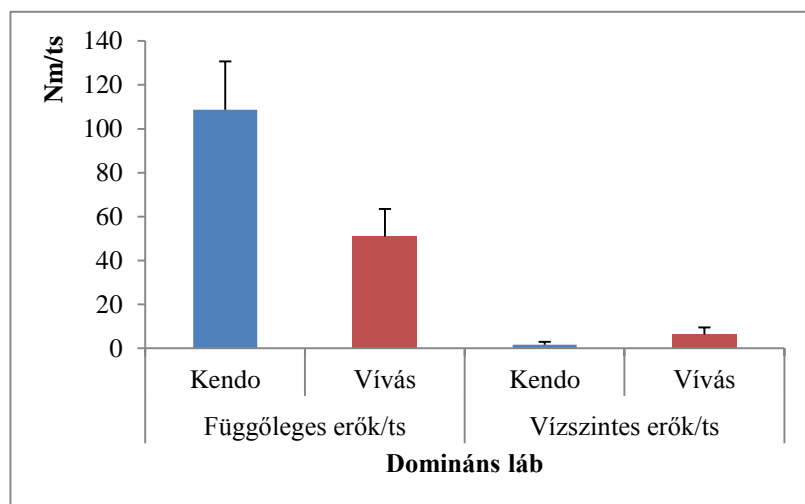
Domináns láb erőérték átlagai

Függőleges erők/ts (N)		Vízszintes erők/ts (N)	
Kendo	Vívás	Kendo	Vívás
108,7	51	1,7	6,4

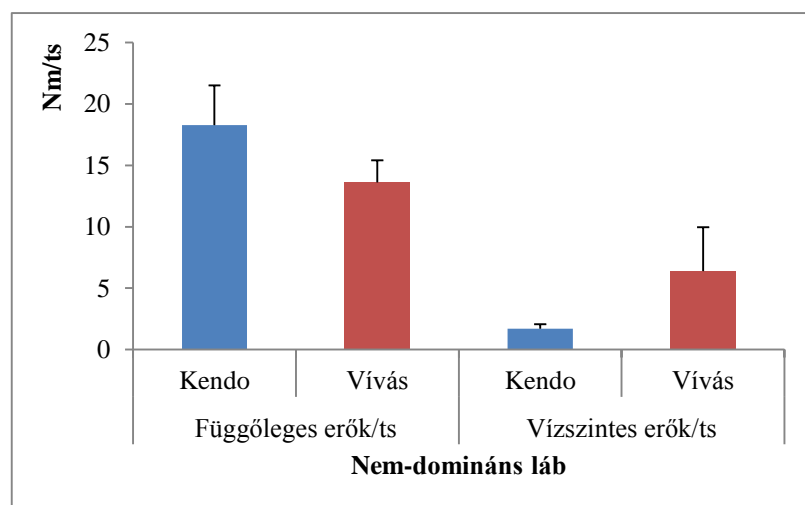
Nem-domináns láb erőérték átlagai

Függőleges erők/ts (N)		Vízszintes erők/ts (N)	
Kendo	Vívás	Kendo	Vívás
18,27	13,6	1,7	6,4

Testsúlyra normalizált erőértékek összehasonlítása	p-értékek
Domináns láb függőleges Fm/ts	0,000000
Nem domináns láb függőleges Fm/ts	0,000007
Domináns láb vízszintes Fm/ts	0,000000
Nem domináns láb vízszintes Fm/ts	0,000000



1. diagram: Kardvívók, és kendósok domináns lábának testsúlyra normalizált talajreakció-erői



2. diagram: Kardvívók, és kendósok nem-domináns lábának testsúlyra normalizált talajreakció-erői

2. táblázat: Kardvívók és kendósok Multicont rendszeren mért statikus és dinamikus forgatónyomaték értékei térdizületi hajlító és térdizületi feszítő esetében domináns és nem-domináns lábra nézve

Vívás

Izometriás kontrakció (Nm)			Koncentrikus kontrakció (Nm)		
<u>hajlító</u>	Nem domináns	Domináns	<u>hajlító</u>	Nem domináns	Domináns
40°	112,07	123,12	80°/s	89,31	102,92
50°	103,56	117,37	160°/s	100,87	100,74
60°	94,60	116,06			
<u>feszítő</u>	Nem domináns	Domináns	<u>feszítő</u>	Nem domináns	Domináns
40°	124,64	149,27	80°/s	138,47	163,02
50°	162,68	179,21	160°/s	134,55	160,71
60°	206,32	223,35			

Kendo

Izometriás kontrakció (Nm)			Koncentrikus kontrakció (Nm)		
<u>hajlító</u>	Nem domináns	Domináns	<u>hajlító</u>	Nem domináns	Domináns
40°	116,26	120,34	80°/s	105,49	112,30
50°	104,22	115,50	160°/s	109,07	117,16
60°	102,76	111,37			
<u>feszítő</u>	Nem domináns	Domináns	<u>feszítő</u>	Nem domináns	Domináns
40°	151,87	157,84	80°/s	174,84	176,45
50°	198,05	201,20	160°/s	157,97	163,79
60°	228,39	242,00			

3. táblázat: Kardvívók és kendósok Multicont rendszeren mért statikus és dinamikus forgatónyomaték értékeinek összehasonlításakor kapott p-értékek

Vívás

Izometriás kontrakció (Nm)		Koncentrikus kontrakció (Nm)	
<u>hajlító</u>	p-érték	<u>hajlító</u>	p-érték
40°	0,032471	80°/s	0,057067
50°	0,025346	160°/s	0,989894
60°	0,007777		
<u>feszítő</u>	p-érték	<u>feszítő</u>	p-érték
40°	0,137577	80°/s	0,044561
50°	0,160357	160°/s	0,065017
60°	0,066241		

Kendo

Izometriás kontrakció (Nm)		Koncentrikus kontrakció (Nm)	
<u>hajlító</u>	p-érték	<u>hajlító</u>	p-érték
40°	0,529108	80°/s	0,353448
50°	0,156793	160°/s	0,079499
60°	0,299907		
<u>feszítő</u>	p-érték	<u>feszítő</u>	p-érték
40°	0,639738	80°/s	0,913045
50°	0,725012	160°/s	0,505125
60°	0,353045		

NYILATKOZAT

Büntetőjogi felelősségünk tudatában nyilatkozunk, hogy a 2014/15-ös tanév Országos Diákköri Konferenciára beadott pályamunka nem azonos a már korábban (a 2013/14-es tanévben) megvédett szakdolgozatunk tárgyával, tartalmával. Teljes egészében a saját szellemi termékünk, a méréseket magunk végeztük el, a nyert adatok saját kutatómunka eredményei. A dolgozat eredményeit eddig semmilyen formában nem tettük közzé.

Budapest, 2015. január 7.

OTDK pályamunka címe:

Válogatott szintű kardozók, és kendósok lábmunkájának összetett biomechanikai elemzése, és összehasonlítása



Schandl Gábor

Okleveles testnevelő-edző

Humánkineziológia

MSc szakos hallgató



Tóth Balázs

Okleveles testnevelő-edző

Testnevelő- gyógytestnevelő tanár

MA szakos hallgató



Dr. Kopper Bence

Egyetemi adjunktus

Témavezető