

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM

Biológiai és Sportbiológiai Doktori Iskola

Medence- és combizmok ízületet stabilizáló és teljesítményt meghatározó szerepe unilaterális felugrásoknál

PhD értekezés tézisei

Vadász Kitty

Témavezető:

Dr. Váczai Márk

habilitált egyetemi docens

PÉCS, 2023

BEVEZETÉS

A talajon végzett sportmozgásoknál bekövetkező, ízületi instabilitásból származó, alsó végtagot érintő sérülések száma az utóbbi évtizedekben drámai módon megnőtt. Ennek számos oka lehet, mint például a sportágakban megjelenő fokozottabb teljesítménykényszer, a sportolók magasabb terhelése és csökkenő regenerációs ideje, vagy a korai specializációból származó sokoldalú képességfejlesztés elmaradása. Az ízületi instabilitásból származó sérülések – melyek igen gyakran súlyos kimenetelűek – kezelése hatalmas anyagi terhet ró az egészségügyre, és a sportolók esélye a sportba való teljes értékű visszatérésre minimális. Az ízületi instabilitás okainak és mechanizmusainak feltárása a biomechanika egyik fiatal kutatási területe. A emberi mozgások nagyon összetettek, egy mozgás kivitelezése számos izom együttesen végzett, pontosan szabályozott és meghatározott időben fellépő aktivitásnak az eredménye. Ennek eredményeképpen a mozgások minél pontosabb feltárása érdekében a kutatások során egyre több paramétert kell szem előtt tartani, ha egy vagy egyszerre akár több ízület stabilitását szeretnénk kvantitatívan kifejezni. Rendkívül meghatározó továbbá a korábbi sérülésekből, dekoncionálásból származó állapotok – mint például az ízületi instabilitás – tanulmányozása, így az egészségre veszélyes helyzetek könnyebben elkerülhetők.

Sporttevékenység végzése során (edzés, mérkőzés, verseny stb.) a leggyakrabban a térdízületi instabilitás mértékével összefüggésben léphetnek fel különböző sérülések, amelyekben elsősorban a térdízület érintett (Shultz et al., 2004). A térd-sérülések többsége leggyakrabban a felugrások, leérkezések, irányváltások, kitérőmozgások vagy futás közbeni oldalirányú forgások végrehajtása közben keletkezik. Fontos kérdése a kutatásoknak, hogy a sportsérülések száma mi módon csökkenthető, valamint melyek azok a preventív módszerek, amelyek alkalmazásával megelőzhető az esetlegesen bekövetkező sérülések. Ezen sérülések egyes esetekben maradandó, vagy nehezen visszafordítható károsodáshoz vezethetnek.

A sérülések kockázatának mértéke sok esetben magától a tevékenység jellegétől függ, de a sportoló személy kondicionális állapota is jelentős mértékben befolyásolja (Taimela et al., 1990). Az időben feltárt hiányosságok még a problémák jelentkezése előtt kezelhetők, megfelelő edzésmódszerrel, terápiával, gyakorlatokkal javíthatók. Sok kutatót foglalkoztat az a kérdés, hogy a mozgások kivitelezése során hogyan lehet nagyobb teljesítményt elérni, nagyobb erőt kifejteni, melyek azok az izomcsoportok, amelyeknek aktivációja hozzájárul a jobb eredmény eléréséhez. Igencsak releváns feltérképezni azt a mozgásmintázatot, amelynek végrehajtásával a sportmozgásokban maximális teljesítmény érhető el. Ezért fontos lenne meghatározni azt is, hogy az ízületi instabilitás összefüggésben van-e a teljesítménnyel, illetve

milyen hatással van a mozgás közbeni teljesítményre. Továbbá lényeges azt is megállapítani, melyek azok az izomcsoportok, amelyek a leginkább befolyásolják az ízületi stabilitást.

Vizsgálataink eredményei nagy segítséget nyújthatnak a jövőbeli hatékony edzéstervezésben, és egyben hozzájárulhatnak a térsérülések elkerüléséhez.

CÉLKITŰZÉSEK

Vizsgálatainkban célul tűztük ki meghatározni, hogy a térdízület, a medence- és a lumbális gerincszakasz stabilizációjában milyen neuromechanikai mechanizmusok játszanak szerepet az unilaterális felugrás során. Ezen kívül további célunk volt meghatározni, hogy az egyes comb és medenceövi izmok maximális ereje mekkora mértékben befolyásolja az unilaterális felugrások eredményességét.

Mindezek alapján a következő hipotéziseket fogalmaztuk meg, melyeket két különálló vizsgálatban vizsgáltunk.

Az 1. vizsgálat hipotézisei:

1. A gluteus medius (GM), erector spinae (ES) és quadratus lumborum (QL) aktiváció, valamint a maximális akaratlagos csípőízületi abdukciós izometriás erő összefügg a medence billenésének mértékével unilaterális előzetes lendületvétellel végrehajtott függőleges felugrás (CMJ) során.
2. A maximális akaratlagos csípőízületi abdukciós izometriás erő és az unilaterális CMJ alatt mért GM aktivitás összefügg a térdízületben bekövetkező dinamikus térd valgus (DTV) mértékével.
3. Az unilaterális CMJ alatt mért, de maximális izometriás erő kifejtés alatti elektromyográfia (EMG) adatokhoz normalizált EMG aktivitás mértéke különbözik a vizsgált izmokban.
4. A maximális akaratlagos csípőízületi abdukciós izometriás erő összefügg az unilaterális CMJ alatt mért propulziós impulzussal.

A 2. vizsgálat hipotézisei:

1. Unilaterális CMJ alatt mért propulziós impulzus összefügg a térdfeszítő és térdhajlító izmok maximális akaratlagos forgatónyomatékával, valamint a maximális akaratlagos csípőízületi abdukciós izometriás erővel.
2. A fentiekben vizsgált korrelációk mértéke statisztikailag különbözik.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Medenceövi izmok frontális síkú térd- és medence-stabilizáló mechanizmusai unilaterális felugrásnál

Vizsgálati személyek

25 fő egészséges, sportszakos férfi hallgatót vontunk be a vizsgálatba (életkor: $21,2 \pm 1,3$ év, testmagasság: $182,4 \pm 7,3$ cm, testtömeg: $76,5 \pm 10$ kg, edzéssel eltöltött évek száma: $9,7 \pm 2,6$ év). A vizsgálati személyek a tantervi gyakorlati kurzusok mellett átlagosan heti 2,9 alkalommal vettek részt saját sportági edzésen az alábbi sportágakban: atlétika, labdarúgás, kosárlabdázás, úszás, küzdősportok, triatlon, tánc. A vizsgálat idejében egyikük sem volt válogatott vagy élvonalbeli sportoló. Beválasztási kritérium volt, hogy a vizsgálati személyeknek legyen legalább egy évnyi pylometrikus edzéstapasztalata. Kizáró oknak számított bármiféle akut vagy krónikus gerinc, medenceövi vagy térd sérülés, fájdalom, vagy korábbi műtét.

Vizsgálati beállítás

A mérésekre való felkészülést a vizsgálati személyek egy öt perces, tetszőleges sebességgel végzett kerékpár-ergometriás bemelegítéssel kezdték. Ezt követően egy egyéni tempóban és mértékben végrehajtott nyújtó hatású gimnasztika következett, mellyel a vizsgálati személyek bemelegítették elsősorban a törzs és az alsó végtagok izmait. A bemelegítést követően dynamométerrel felmértük a vizsgált izmok erőkifejtő képességét és EMG aktivitását maximális akaratlagos izometriás kontrakciókkal (MVC), melyet unilaterális felugrás tesztek követtek. A felugrás tesztek során a vizsgált izmok EMG aktivitása mellett a térdízület és a medence kinematikáját is vizsgáltuk mozgáskövető szenzorokkal, melyeket az EMG-vel szinkronizáltunk.

Elektromyográfia

A vizsgálati személyek ugrólábbal ellenoldali ES és QL-re, valamint az ugróláb oldalára a GM-re bipoláris felületi Ag/AgCl elektródákat helyeztünk fel az EMG mérések elvégzéséhez. Az elektródákhoz tartozó szenzorokat is a bőrfelületre rögzítettük és valamennyi MVC és felugrás teszt során mért elektromos jelet a szenzorok telemetrikusan közvetítették az erősítőhöz (Noraxon, Scottsdale, USA, mintavételi frekvencia: 2000 Hz). Valamennyi izomnál az EMG aktivitás csúcsát vettük figyelembe az adatelemzésnél.

MVC mérésre szolgáló tesztek és unilaterális felugrás teszt

Az MVC tesztekkel meghatároztuk a vizsgált izmok maximális akaratlagos izometriás kontrakció alatti EMG aktivitását, amelyhez a felugrás tesztekénél mért EMG értékeket

normalizáltuk. Az unilaterális felugrás teszteket végrehajtó lábbal (ugrólábbal) ellenoldali ES és QL maximális EMG aktivitásának meghatározására, a vizsgálati személyek oldalfekvésben helyezkedtek el és maximális erővel törzs laterál flexiót hajtottak végre.

A második MVC teszt a csípőízületi abdukción volt, melynél a ugrólábbnak megfelelő oldalon vizsgáltuk a GM maximális EMG aktivitását. A vizsgálati személyek itt is oldalfekvésben helyezkedtek el, a vizsgált lábukat kellett a talajtól maximális erővel távolítaniuk, ellentartás mellett. Ennél a tesztnél a csípőízületi abduktorok erejének csúcserőértékét is meghatároztuk kézzel tartott dynamométer segítségével. Mindkét MVC teszt esetében két szubmaximális bemelegítő jellegű próbát követően két maximális erejű kísérletet hajtottak végre a vizsgálati személyek, két perc pihenővel az ismétlések között.

Az MVC teszteket követően a vizsgálati személyek a domináns végtaggal az erőplaton állva unilaterális CMJ tesztet hajtottak végre. A felugrást csípőretartással kellett elvégezni, és az egyetlen instrukció az volt, hogy a vizsgálati személyek a lehető legmagasabb felugrásra törekedjenek. Két próbát és három maximális erejű ismétlést hajtottak végre, egy perc pihenővel az ismétlések között.

Adatfeldolgozás és adatelemzés

Erőplató segítségével rögzített talajreakció-erőt az idő függvényében meghatároztuk, kiszámoltuk a propulziós impulzust, ami a felugrási képesség kvantitatív jellemzője, melyet a vizsgálati személy kilogrammban kifejezett testtömegéhez normalizáltunk. Valamennyi mért kinematikai és EMG adatot myoResearch 3.18 szoftver segítségével szinkronizáltuk, feldolgoztuk. Minden unilaterális CMJ EMG adatot a csípőízületi abdukción MVC vagy törzs laterál flexión MVC során miért EMG aktivitás értékekhez normalizáltuk. A statisztikai elemzéseknél átlagot, szórást, egyszempontos varianciaanalízist (ANOVA), Shapiro-Wilk normalitás tesztet és Pearson féle korrelációs együtthatót számoltunk. A statisztikai szignifikanciát $p \leq 0.05$ -nél állapítottuk meg.

Combizmok és csípőízületi abduktorok maximális erejének hatása a felugrási teljesítményre unilaterális felugrásnál

Vizsgálati személyek

A vizsgálatban huszonöt fő egészséges, testnevelés szakos, férfi, egyetemi hallgató (életkor: $20,4 \pm 1,9$ év, testtömeg: $78,6 \pm 7,7$ kg, testmagasság: $182,7 \pm 5,6$ cm) vett részt. Kizáró oknak számított bármiféle akut vagy krónikus gerinc, medenceövi vagy térd sérülés, fájdalom, vagy korábbi műtét, vagy ortopédiai rendellenességből eredő akut fájdalom, amely megakadályozhatta volna a résztvevőt a maximális alsó végtagi erőterhelésben.

Vizsgálati beállítás

A vizsgálat napján a mérésekre való felkészülést a vizsgálati személyek egy öt perces, tetszőleges sebességgel végzett kerékpár-ergometriás bemelegítéssel kezdték. Ezt követően egyéni tempóban és mértékben végrehajtott nyújtó hatású gimnasztikát végeztek, mellyel a vizsgálati személyek elsősorban a törzs és az alsó végtagok izmait melegítették be. Ezt követte az MVC mérése térdízületi extenzió, térdízületi flexió és csípőízületi abdukció esetén. Majd unilaterális CMJ típusú függőleges felugrásokat végeztünk a vizsgálati személyekkel. Minden vizsgálati személynél csak a domináns lábat vizsgáltuk.

MVC mérésére szolgáló tesztek és unilaterális felugrás teszt

A térdízületi extenzorok és térdízületi flexorok maximális erő kifejtő képességének meghatározásához Multicont II-es típusú számítógép vezérlésű dynamométert használtunk. A vizsgálati személyek 70 fokos térdízületi szöghelyzetben MVC térdfeszítést, és 20 fokos térdízületi szöghelyzetben MVC térdhajlítást végeztek. Mindkét fenti MVC teszt esetén meghatároztuk a forgatónyomatékok maximumát.

A csípőízületi abdukció MVC teszt megegyezik az első vizsgálatnál leírtakkal. Valamennyi MVC tesztnél a vizsgálati személyek három ismétlést végeztek el, melyek között két perces pihenőidőt engedélyeztünk.

Az MVC tesztekét követően a vizsgálati személyek a domináns végtaggal az erőplaton állva unilaterális CMJ tesztet hajtottak végre. A vizsgálat menete megegyezik az első vizsgálatnál leírtakkal.

Adatfeldolgozás és adatelemzés

Az adatfeldolgozásnál a propulziós impulzust az előző vizsgálatnál ismertetett módon határoztuk meg. A statisztikai elemzést is hasonlóan végeztük, de használtuk még a Fisher-féle egzakt próbát, a korrelációk közötti összefüggések meghatározására. A statisztikai szignifikanciát $p \leq 0.05$ -nél állapítottuk meg.

EREDMÉNYEK

Medenceövi izmok frontális síkú térd- és medence-stabilizáló mechanizmusai unilaterális felugrásnál

Az első vizsgálat eredményeit áttekintve az unilaterális CMJ alatt az ES mutatta a legmagasabb normalizált aktivitást, szignifikáns különbség az ES és a GM, valamint az ES és QL között volt kimutatható.

A Pearson-féle korrelációs eredmények azt mutatják, hogy a DTV mértéke nem korrelált a csípőízületi abduktorok erejével, de negatívan korrelált az unilaterális CMJ során mért GM aktivitással. Tehát kijelenthetjük, hogy minél magasabb a GM relatív aktivitása, a DTV annál kisebb lesz.

Ez a korreláció erősebbé vált, amikor az unilaterális CMJ alatt mért DTV mértékét és a GM-aktivitás/csípőízületi abdukció aránya közötti kapcsolatot vizsgáltuk meg. Önmagában tehát a nagy abdukciós erő nem elég, a GM-t unilaterális felugrásnál megfelelően aktiválni is kell, így csökkenthető a DTV mértéke.

Az 1. táblázat szemlélteti valamennyi miéért és számított neurokinematikai és kinetikai változó közötti korrelációs együtthatót. A korrelációs számítások azt mutatják, hogy a medencebillenés nem korrelált a csípőízületi abduktorok izomerejével és semmilyen izomaktivitással az unilaterális CMJ során. Az unilaterális CMJ propulziós impulzus korrelált mind az ES, mind a QL aktivitással ($p < 0,05$), de nem korrelált sem a GM aktivitással, sem a medencebillenéssel és a DTV-vel.

1. táblázat: Pearson-féle korrelációs együtthatók és Spearman-féle rangkorrelációk a neurokinematikai és kinetikai adatok között ($n = 25$).

	I	DTV	MB	F _{abd}	EMG GM/F _{abd}	EMG GM	EMG ES
DTV	0,01						
MB	0,10	0,31					
F _{abd}	0,16	0,46	-0,33				
EMG GM/F _{abd}	-0,07	-0,71*	-0,23	-0,17			
EMG GM	0,13	-0,44*	-0,10	0,10	0,85		
EMG ES	0,43*	-0,25	-0,13	-0,04	0,36	0,45*	
EMG QL	0,42*	0,00	-0,13	0,12	-0,14	0,11	0,46*

I = propulziós impulzus; DTV = dinamikus térd valgus; MB = medencebillenés; F_{abd} = csípőízületi abduktorok ereje; EMG GM/F_{abd} = relatív gluteus medius izomaktivitás/csípőízületi abduktorok erejének aránya; GM = gluteus medius normalizált izomaktivitás; ES = erector spinae normalizált izomaktivitás; QL = quadratus lumborum normalizált izomaktivitás; * Szignifikancia szint $p < 0,05$.

Combizmok és csípőízületi abduktorok maximális erejének hatása a felugrási teljesítményre unilaterális felugrásnál

Második vizsgálatunk eredményei a 2. táblázatban láthatók. Megállapíthatjuk, hogy a propulziós impulzus korrelál mind a térdízületi extenzorok és flexorok csúcsforgatónyomatékával, mind a csípőízületi abduktorok maximális erejével.

2. táblázat: A dinamikai változók Pearson-féle korrelációs együtthatói ($n = 25$). * Szignifikáns $p \leq 0,05$
**Szignifikáns $p \leq 0,005$.

	I	M _{ext}	M _{flex}
M _{ext}	0,51**		
M _{flex}	0,48*	0,59**	
F _{abd}	0,63**	0,23	0,33

I = testtömeghez normalizált propulziós impulzus; M_{ext} = térdízületi extenzorok testtömeghez normalizált csúcsnyomatéka; M_{flex} = térdízületi flexorok testtömeghez normalizált csúcsnyomatéka; F_{abd} = csípőízületi abduktorok testtömeghez normalizált maximális ereje.

Megvizsgálva, hogy melyik az az izomcsoport, amelynek a nyomatéka vagy ereje a leginkább összefüggésben van a propulziós impulzussal azt az eredményt kaptuk, hogy nincs különbség (3. táblázat). Mind a térdízületi extenzorok és térdízületi flexorok forgatónyomatéka, mind a csípőízületi abduktorok ereje egyformán befolyásolják a propulziós impulzust.

3. táblázat: Fisher-féle egzakt próba a propulziós impulzus vonatkozásában ($n = 25$)

	j = I k = M _{ext} h = M _{flex}	j = I k = M _{ext} h = F _{abd}	j = I k = M _{flex} h = F _{abd}
rjk	0,51	0,51	0,48
rjh	0,48	0,63	0,63
rkh	0,59	0,23	0,33
p	0,42	0,26	0,21

I = propulziós impulzus; M_{ext} = térdízületi extenzorok csúcsnyomatéka; M_{flex} = térdízületi flexorok csúcsnyomatéka; F_{abd} = csípőízületi abduktorok maximális ereje; rjk és rjh = a két összehasonlítandó változó korrelációs együtthatója; rkh = a nem közös változók korrelációs együtthatója; p = szignifikancia érték.

MEGBESZÉLÉS

Az első vizsgálat fő megállapítása az volt, hogy a nagyobb DTV-vel rendelkező vizsgálati személyek kisebb GM-aktivitást mutattak, és hogy a medence billenésének mértéke független volt az ES vagy a QL aktivációtól az unilaterális CMJ során. Továbbá adataink azt mutatják, hogy a csípőízületi abduktorok ereje önmagában nem szabályozta a DTV mértékét az unilaterális CMJ során. Végül, az unilaterális CMJ propulziós impulzus nem korrelált sem a DTV, sem a medence billenés mértékével.

Annak ellenére, hogy a csípőízületi abduktorok maximális ereje és a DTV között nem volt szignifikáns korreláció, vizsgálatunkban az unilaterális CMJ során mért GM aktivitás és a GM aktivitás/csípőízületi abdukciónak arány negatívan korrelált a DTV mértékével. Ezek az összefüggések arra utalnak, hogy valószínűleg nem a csípőízületi abduktorok maximális ereje, hanem a csípőízületi abduktor izom (GM) aktivitása az a változó, amely fő szerepet játszik a DTV kialakulásában a fiatal, edzett férfiakból álló vizsgálati csoportban.

A QL-nak segédizomként a bordák mozgásában van szerepe, valamint hozzájárul a gerinc és a medence stabilizációjához és mozgásához (Bordoni & Varacallo, 2022). Az ES stabilizálja a gerincet a sagittális síkban (Studnicka & Ampat, 2023) A GM szintén stabilizálja a medencét, ezenkívül a medence billenését megakadályozza (Shah & Bordoni, 2022). A GM és a QL kontrollálja a medence billenését az unilaterális mozgások során (Oliver & Keeley, 2010). Mivel nem találtunk összefüggést az ES, a QL és a medence frontális síkbeli billenése között, arra következtetünk, hogy más izmok, például a multifidus és/vagy a transversus abdominis izmok kontrollálhatják a medence frontális síkbeli billenését.

A propulziós impulzus nem korrelált a DTV mértékével, a medence billenésével és a csípőízületi abduktorok erejével az erőplaton végzett unilaterális CMJ során. Azonban második vizsgálatunkban azonban kimutattuk, hogy a nagyobb csípőízületi abduktor erővel rendelkező vizsgálati személyek nagyobb unilaterális CMJ propulziós impulzusokat produkáltak, ellentétben tehát az első vizsgálatban kapott eredményekkel. Megfigyeltük, hogy az első vizsgálatban szereplő vizsgálati személyek az utóbbi vizsgálatban résztvevő vizsgálati személyekhez képest eltérő nagyságú csípőízületi abduktor erővel rendelkeztek. Ennél a paraméternél az első vizsgálatban 25%-kal nagyobb értéket kaptunk. Első vizsgálatunkban az átlagos DTV mindössze 6 fok volt. Ha nagy DTV mértékekkel rendelkező vizsgálati személyeket vizsgáltunk volna, az feltételezhetően már befolyásolta volna az unilaterális CMJ teljesítményt. A második vizsgálatunkban nem mértünk szegmentális kinematikát, így ott nem rendelkezünk adatokkal a DTV mértékéről az unilaterális CMJ során.

A második vizsgálatban sikerült igazolnunk, hogy a széleskörűen tanulmányozott térd feszítő és térdhajlító izmok szerepe mellett a csípőízületi abduktorok is fontos szerepet töltenek be az unilaterális felugrások propulziós impulzusának növekedésében. Abban azonban nem találtunk különbséget, hogy melyik az a változó, amelyik leginkább összefüggésben van az unilaterális CMJ impulzussal. A térdízületi extenzorok erejének hatása a függőleges felugrás teljesítményére jól ismert (Loturco et al., 2018). A térdízületi flexorok szerepe az ugró mozgásokban inkább a térdízület stabilizálására korlátozódik (Porrati-Paladino & Cuesta-Barriuso, 2021), de a hamstring izmokra irányuló erősítő edzések javíthatják az ugró teljesítményt (Hoyo et al., 2015).

Összefoglalva, jelen vizsgálatok bizonyítékot szolgáltatnak arra, hogy a csípőízületi abduktorok a térd indirekt, frontális síkú stabilizátorai azáltal, hogy csökkentik a DTV-t és az ízületi terhelés mértékét. Megállapítottuk, hogy nem a csípőízületi abduktorok maximális ereje, hanem inkább a GM aktivitása az, ami a DTV-t kontrollálja. Továbbá arra a következtetésre jutottunk, hogy a csípőízületi abduktorok maximális izomereje hozzájárul az unilaterális felugrás vertikális ugrási teljesítményéhez. Számos tanulmány bizonyította a combhajlító izmok edzésének hatását a térd sérülés kockázatának csökkentésére (Dyk et al., 2019), azonban a csípőízületi abduktor izmok erősítése is messzemenően javasolt a sportolók számára az elsődleges ACL-védelem biztosítása érdekében, főként olyan sportágak sportolóinál, ahol váratlan helyzetekben unilaterális felugrásokat és leérkezéseket hajtanak végre. A combhajlító izomzat védő viselkedésének megértése az ACL-szakadás megelőzésében igen fontos. Ezért a combhajlító izmok időspecifikus aktivációját a GM aktivációjával és a frontális síkú térdkinematikával kapcsolatban vizsgáló jövőbeli kutatások hasznosak lehetnek. Az egészségi és edzettségi állapotot, valamint a nemek hatását is szükséges tanulmányozni.

IRODALOMJEGYZÉK

- Bordoni, B., & Varacallo, M. (2022). Anatomy, Abdomen and Pelvis, Quadratus Lumborum. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535407/>
- Dyk, N. van, Behan, F. P., & Whiteley, R. (2019). Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: A systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 53(21), 1362–1370. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100045>
- Hoyo, M. de, Pozzo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Cobo, S., & Morán-Camacho, E. (2015). Effects of a 10-Week In-Season Eccentric-Overload Training Program on Muscle-Injury Prevention and Performance in Junior Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 46–52. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0547>

- Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Abad, C. C. C., Komatsu, W., Cunha, R., Arliani, G., Ejnisman, B., Pochini, A. de C., Nakamura, F. Y., & Cohen, M. (2018). Functional Screening Tests: Interrelationships and Ability to Predict Vertical Jump Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 39(3), 189–197. <https://doi.org/10.1055/s-0043-122738>
- Oliver, G. D., & Keeley, D. W. (2010). Gluteal Muscle Group Activation and its Relationship With Pelvis and Torso Kinematics in High-School Baseball Pitchers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11), 3015–3022. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c865ce>
- Porrati-Paladino, G., & Cuesta-Barriuso, R. (2021). Effectiveness of Plyometric and Eccentric Exercise for Jumping and Stability in Female Soccer Players—A Single-Blind, Randomized Controlled Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010294>
- Shah, A., & Bordoni, B. (2022). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Gluteus Medius Muscle. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557509/>
- Shultz, S. J., Carcia, C. R., & Perrin, D. H. (2004). Knee joint laxity affects muscle activation patterns in the healthy knee. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(4), 475–483. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.11.001>
- Studnicka, K., & Ampat, G. (2023). Lumbar Stabilization. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562179/>
- Taimela, S., Kujala, U. M., & Osterman, K. (1990). Intrinsic Risk Factors and Athletic Injuries. *Sports Medicine*, 9(4), 205–215. <https://doi.org/10.2165/00007256-199009040-00002>

PUBLIKÁCIÓS LISTA

A disszertáció alapjául szolgáló közlemények

Sebesi B, Fésüs Á, Varga M, Atlasz T, **Vadász K**, Mayer P, Vass L, Meszler B Balázs B, Váczi M. (2021) The Indirect Role of Gluteus Medius Muscle in Knee Joint Stability during Unilateral Vertical Jump and Landing on Unstable Surface in Young Trained Males APPLIED SCIENCES-BASEL (2076-3417): 11 16 Paper: 7421. 10 p. (**Q2; IF: 2,838**)

Vadász K, Varga M, Sebesi B, Hortobágyi T, Murlasits Zs, Atlasz T, Fésüs Á, Váczi M. (2023) Frontal Plane Neurokinematic Mechanisms Stabilizing the Knee and the Pelvis during Unilateral Countermovement Jump in Young Trained Males INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH 20 : 1 Paper: 220 (**Q2; IF: 4,614**)

A disszertáció témájához kapcsolódó magyar és idegen nyelvű konferenciaközlemények

Varga M, Nyisztorné Mayer P, Vass L, **Vadász K**, Sebesi B, Meszler B, Atlasz T, Váczi M. (2018) Térdízületi és medencestabilizáció frontális síkú neurokinematikai mechanizmusai unilaterális felugrásnál MAGYAR SPORTTUDOMÁNYI SZEMLE 19 : 77(5) pp. 78-78. , 1 p.

Sebesi B, Mayer P, Vass L, **Vadász K**, Varga M, Meszler B, Atlasz T, Váczi M. (2018) The role of hip joint abductors in stabilizing the knee joint during unilateral jumping and unilateral landing on unstable surface Megjelenés:

Sebesi B, Nyisztorné Mayer P, Vass L, **Vadász K**, Varga M, Meszler B, Atlasz T, Váczi M. (2018) Térdízületi stabilizáció unilaterális felugrásnál és instabil leérkezésnél Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország 2018.12.07. - 2018.12.08. Budapest: Magyar Sporttudományi Társaság,

Sebesi B, Mayer P, Vass L, **Vadász K**, Varga M, Meszler B, Atlasz T, Váczi M. (2019) The role of gluteus medius muscle in stabilizing the knee joint during jumping and landing on unstable surface In: Proceedings of Global Congress on Physiotherapy, Physical rehabilitation & Sports Medicine 2019-04-22-24. [Dubai, Egyesült Arab Emírségek] pp. 55-55. , 1 p.

Varga M, Atlasz T, **Vadász K**, Vass L, Meszler B, Mayer P, Sebesi B, Váczi M. (2019) Frontal plane neurokinematical mechanisms of knee joint and pelvis stabilization during unilateral vertical jump In: Proceedings of Global Congress on Physiotherapy, Physical rehabilitation & Sports Medicine 2019-04-22-24. [Dubai, Egyesült Arab Emírségek] pp. 56-56. , 1 p.

Sebesi B, Nyisztorné Mayer P, Vass L, **Vadász K**, Varga M, Meszler B, Atlasz T, Váczi M. (2019) The role of hip joint abductors in stabilizing the knee joint during unilateral jumping and unilateral landing on unstable surface In: Csiszár, Beáta; Bódog, Ferenc (szerk.) Medical Conference for PhD Students and Experts of Clinical Sciences : Book of abstracts Pécs, Magyarország : Pécsi Tudományegyetem Doktorandusz Önkormányzat, 87 p. p. 25

Vadász K, Nyisztorné Mayer P, Vass L, Varga M, Sebesi B, Meszler B, Atlasz T, Váczi M. (2019) Medenceövi izmok aktivitása unilaterális felugrásnál In: IV. Sporttudományi PhD Szimpózium : Program- és absztraktfüzet p. 58 , 58 p.

Sebesi B, Nyisztorné Mayer P, Vass L, **Vadász K**, Varga M, Meszler B, Atlasz T, Váczi M. (2020) A térdízület direkt és indirekt stabilizációjának biomechanikai vizsgálata = Direct and indirect stabilization mechanisms in the knee joint In: Prisztóka, Gyöngyvér; Pfefferkorn, Laura-Jane; Kertai, Bendegúz (szerk.) XVIII. Szentágothai János Multidiszciplináris Konferencia és Hallgatói Verseny Absztrakt kötet XVIII. János Szentágothai Multidisciplinary Conference and Student Competition Book of Abstracts Pécs, Magyarország : János Szentágothai Scholastic Honorary Society, Faculty of Sciences, University of Pécs 187 p. pp. 173-174. , 2 p.

Varga M, Atlasz T, **Vadász K**, Vass L, Meszler B, Mayer P, Sebesi B, Váczi M. (2020) Összefüggés a gluteus medius aktivitása és a térd valgus között unilaterális felugrással = Association between gluteus medius activity and knee valgus during unilateral vertical jump In: Prisztóka, Gyöngyvér; Pfefferkorn, Laura-Jane; Kertai, Bendegúz (szerk.) XVIII. Szentágothai János Multidiszciplináris Konferencia és Hallgatói Verseny Absztrakt kötet XVIII. János Szentágothai Multidisciplinary Conference and Student Competition Book of Abstracts Pécs: János Szentágothai Scholastic Honorary Society, Faculty of Sciences, University of Pécs 187p. pp 175-177. , 2 p.

Vadász K, Nyisztorné Mayer P, Varga M, Sebesi B, Váczi M. (2021) Medenceövi izmokban mért neurokinematikai mechanizmusok unilaterális felugrásnál MAGYAR SPORTTUDOMÁNYI SZEMLE 22. : 91(3) pp. 121-121. , 1 p.

Sebesi B, Varga M, Fésüs Á, Ivusza P, Gáspár B, **Vadász K**, Váczi M. (2022) A medence frontális síkban történő elmozdulásának hatása az unilaterális felugrási teljesítményre és a térdízületi stabilizációra = Effect of frontal plane pelvic tilt on unilateral jump performance and knee joint stabilization In: Prisztóka, Gyöngyvér; Kertai, Bendegúz (szerk.) XX. Szentágothai János Mutidiszciplináris Konferencia és Hallgatói Verseny Absztrakt kötet / XX. János Szentágothai Multidisciplinary Conference and Student Competition Book of Abstracts Pécs, Magyarország : PTE TTK Szentágothai János Szakkollégium, Tehetségpont és Egyesület 295 p. pp. 283-284. , 2 p.