

A proprioceptív tréning hatása a női amatőr kézilabdázók teljesítményére és sérüléskockázatára

1. Bevezetés

A kézilabdázás, más sportjátékokhoz hasonlóan, sokoldalú motoros képességigényeket támaszt játékosaival szemben. Napjainkban, az edzői munkát támogató tudományos eredmények újabb és újabb edzéselemeket kínálnak ezek fejlesztésére, amelyek egyike a proprioceptív tréning. Tapasztalatom szerint az amatőr szinten kézilabdázók edzőmunkájában minimális mértékben terjedt még csak el ez az edzésmetodika. Az edzők inkább a kondicionális képességek fejlesztésére helyeznek hangsúlyt, míg a koordinációs képességek fejlesztésére lényegesen kisebb fókusz kerül. A kutatás lényege, hogy fényt derítsünk arra, hogy a fent említett metodika alkalmazásával milyen különbségek tapasztalhatók olyan csapatok között, akik beépítik, vagy éppen nem építik be ezt a speciális tréninget az edzőmunkájukba.

1.1. Az egyensúlyozó képesség

A sportolók teljesítményét jelentős számú külső és belső tényező határozza meg. A motoros képességek rendszere az egyik ilyen fontos összetevő, melyek minden sportban, így a kézilabdában is fontos szerepet játszanak. A fogalom olyan képességek összessége, amely magába foglalja a fizikai és neuromuszkuláris tulajdonságokat is. A motoros képességeket a legtöbb szakértő két fő csoportra osztja – kondicionális és koordinációs képességekre (Harsányi, 2001). A kutatás szempontjából a koordinációs képességek nagy csoportja bír domináns szereppel, azon belül is az egyensúlyozó képesség, de nem képezheti vita tárgyát a tény, hogy mind a koordinációs, mind a kondicionális képességek egyidejű fejlesztése fontos. Az egyensúlyozó képesség két megjelenési formáját különíthetjük el, a statikus egyensúlyozást és a dinamikus egyensúlyozást.

„Dinamikus egyensúlyra van szükség, amikor folyamatosan változó feltételek közben akarjuk megőrizni célszerű, eredményes cselekvő képességünket.” (Polgár & Szatmári, 2011, 41.o). A kézilabda sportban kulcsfontosságú szerepet tölt be a dinamikus egyensúlyozó képesség, ugyanis a játék során gyakran van szükség a stabilitás megőrzésére vagy visszaszerzésére és hirtelen végrehajtott irányváltoztatásokra. A stabilitás fontos szerepet játszik a felugrásnál, az utána megvalósuló leérkezések esetében, illetve a védekező munkában is. Azt is fontos kiemelni, hogy ez a motoros képesség nem csak a talajon végrehajtott, függőleges irányú mozgásoknál fontos, hanem a légmunka során is. A felgyorsult játéktílus miatt egy sportolónak gyors irányváltoztatások sorozatát kell megvalósítani a hatvan perces játékidő alatt. A fejlett

egyensúlyozó képesség lehetővé teszi a hatékony végrehajtást és a kontroll megőrzését a mozgás során. „Ezt olyan próbákkal mérhetjük, amikor a testünket egy kívánt pozícióba helyezzük, és azt mérjük, hogy az adott testhelyzetet mennyi ideig tudjuk fenntartani. Az egyensúlyozási képességet nem a mért idő minősíti, hanem azok az apró korrigálások, amiket végrehajtunk.” (Polgár & Szatmári, 2011, 44.o). A szakirodalmak javaslatai alapján alkalmaztunk erőplatóval történő mérésmetodikát annak érdekében, hogy stabilometriai adatokkal leírhatóak legyenek a sportolók dinamikus és statikus egyensúlyának adatai (Rusvai & Bárándi, 2022; Duarte & Freitas M S F, 2010; Nigg M. & Herzog, 2007).

1.2. Sérülések

A sportvilágban megkülönböztetünk alacsony és magas kockázatú sportokat. Az alacsony kockázatú sportok közé sorolhatóak általában az olyan sportok, amelyekben kisebb mértékben áll fenn a sérülésveszély kockázata, kisebb fizikai kontaktussal járnak, illetve mérsékeltebb intenzitások vannak jelen. Ezzel szemben a magas kockázatú sportokban, ahova a kézilabda is sorolható, a sportolók fokozott sérülésveszélynek vannak kitéve. A bekövetkező sérülések általában a nagy erők, a hirtelen mozdulatok, ismétlődő stresszhatások, vagy az egyensúlyvesztés miatt fordulhatnak elő. Vrbanić és mtsai (2007) tanulmánya szerint a magas kockázatú (röplabda, kézilabda) sportokban részt vevő női sportolók 4-6-szor nagyobb arányban szenvednek elülső keresztszalag (ACL) térsérülést, mint a férfi sportolók (n=52). A kutatás során külön figyelmet fordítunk a minta és a kontrollcsoport sérülékenységének és a szezon közbeni fáradékonyságának nyomon követésére. A propioceptív tréning alkalmazásával arra számítunk, hogy a kontrollcsoport és a mintacsoport adatai különbözni fognak, ugyanis Garrick & Requa (2005) kutatása szerint az akut térd- és bokasérülések, valamint a fiatal kézilabdázók összes sérülésének arányát felére csökkentette egy strukturált program, amelyet a térd és a boka játék közbeni kontrolljának javítására terveztek.

1.3. A propioceptív tréning

A propiocepció kulcsfontosságú szerepet tölt be a kézilabdázásban, ugyanis kapcsolatban van a stabilitás és a testkontroll fenntartásával mozgás közben. Emiatt a propioceptív tréning alkalmazása az edzésmunkában releváns, hiszen az a célja, hogy fokozza az idegrendszeri alkalmazkodás és korrekció hatékonyságát. Ennek köszönhetően a sportolók gyorsabban és pontosabban tudnak reagálni a fellépő ingerekre. Az instabil eszközök alkalmazásával a térd- és bokaízület kontrolljának fejlesztése történik meg, a sérülések megelőzésére. Különböző tanulmányok kiemelik, hogy már egy hat hetes neuromuszkuláris tréning alkalmazásával

csökkenthetőek a középiskolás korú lányoknál az alsóvégtag sérülések (Myer és mtsai, 2004). Egyes eredmények szerint ez a speciális edzésmetódus nem csak a sérülések kockázatát csökkenti, hanem javul a sportteljesítmény is, hiszen a tréning javítja a sportolók egyensúlyát és mozgáskoordinációját is (Filipa és mtsai, 2010).

2. Célkitűzések

Kutatásunk célja volt feltérképezni, hogy a proprioceptív tréning milyen módon tud hatást gyakorolni (pozitív vagy negatív hatást) a női amatőr kézilabdázók teljesítményére. A kutatás során arra kerestük a választ, hogy alacsonyabb osztályú női kézilabda csapatoknál is szükséges-e a proprioceptív tréning prevenciós és rehabilitációs célból történő alkalmazása. A konkrét cél az volt, hogy megtudjuk, az instabil eszközöket alkalmazó edzésmetodika pozitív hatással van-e az általános kondíció fenntartására egy szezon során, illetve, hogy az egyensúlyi munka hatással van-e a felugrás magasságára és minőségére. Választ kerestünk arra a kérdésre is, hogy milyen hatással van az instabil eszközök alkalmazása az edzőmunkában a játékosok alsó végtaggal kapcsolatos sérülékenységére.

2.1. Hipotézisek

H1: Az instabil eszközöket alkalmazó edzőmunka pozitívan befolyásolja az általános kondíció fenntartását a szezonban.

H2: Az egyensúlyi edzőmunka hatással van a felugrás magasságára és minőségére.

H3: Az instabil eszközök alkalmazása az edzőmunkában csökkenti a játékosok alsó végtaggal kapcsolatos sérülékenységét.

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgálat helye, ideje

A kutatás Zala Vármegyében Lentiben, és Zalaegerszegen valósult meg. A kutatás ideje 2023. augusztusától – 2024. májusáig tartott, ami a 2023/24-es szezont jelenti.

3.2. A minta

A kutatáshoz a Zala Vármegyei Kézilabda Bajnokság két csapata, a GÓ-NA SZKKE és az Egerszegi KK, került felkérésre. A mintacsoport a GÓ-NA SZKKE csapata, akik n=11 fővel vettek részt a mérésen, míg az Egerszegi KK sportolói, akik a kontrollcsoportba kerültek besorolásra, n=10 fővel vállaltak szerepet a mérésben.

Azonosságok a két csapat munkájában:

- ugyanazon bajnokságban mérkőznek, így egymás ellen is pályára lépnek,
- mérkőzéseik száma, helyszínei (talajminőség), ellenfelei azonosak,
- mindkét csapat heti kétszer edz, másfél órát,
- kétmintás t-próbával ellenőrzött bemeneti adataik (stabilometriai teszt, y-egyensúlyi teszt, CMJ felugrás adatai, InBody Score) között nem volt szignifikáns különbség,
- az Inbody270 bemeneti eredményeit tekintve a mintacsoport átlaga 80 pontos, míg kontroll 74,1 pontos volt, így a két csapat játékosai a besorolás szerint az egészséges kategóriába sorolhatók.

Különbségek a két csapat munkájában:

- A mintacsoport edzése hetente 50 percben proprioceptív edzést is tartalmazott.
- Az intervenciós csoporttal kézilabda edző mellett gyógytornász is dolgozott.

3.3. Az adatgyűjtés eszközei

Az adatgyűjtés négyféle eszközzel valósult meg:

- Egyéni kikérdezés
- PJS-4P60S – erőplató
- Y- egyensúlyi teszt
- InBody270 – testösszetétel vizsgálat

3.4. Egyéni kikérdezés

A sportolók a nevükön kívül megadták a naptári életkorukat, a pályán betöltött posztjukat, a kézilabdázással töltött aktív évek számát, illetve, hogy volt-e és ha igen, milyen alsó végtaggal történt sérülésük volt és mikor.

3.5. Erőplató

A második eszköz az adatgyűjtéshez a PJS-4P60S számú erőplató volt. Ez egy olyan talajra helyezhető eszköz, amely a sportoló talajra kifejtett erejét méri. Az eszköz Newton III. törvénye (hatás-ellenhatás törvénye) alapján működik. A műszerre kifejtett erő értékét talajreakcióerőnek nevezi a szakirodalom (Váczi, Rácz, Hortobágyi & Tihanyi, 2013). A mérés során a sportolókat CMJ (Counter Movement Jump) tesztnek vetettük alá, ami során a sportoló egy ugrást hajt végre a platóról indulva, miközben egy rövid lefelé irányuló mozgást (kompenzációs mozgást) hajt végre, majd ebből az alulról történő helyzetből felfelé irányuló ugrásba történik az átkapcsolás. Az erőplátón még egy „KKD” nevű stabilometriai mérést és végrehajtottak a sportolók, egy lábon 25 másodpercig egyensúlyozva. A mérés által

megállapítható, hogy a sportoló pontosan érzékeli-e a testsúly elmozdulását és finoman korrigálni tudja az egyensúlyát.

3.6. Y egyensúlyi teszt (Y-balance test)

A teszt célja a statikus egyensúlyozó képesség mérése. A vizsgát személy testtartási kontrollját, erejét és propriocepcióját méri fel. A teszt három irányban vizsgálja az alanyt: anterior, posteromedialis és posterolateralis. Az Y egyensúlyi teszt végrehajtáshoz három mérőszalagot kell lefektetni 90-135-135 fokban irányban. Méréskor minden alany az egyik lábával az origón áll. A sportoló könnyű ruházatban, mezítláb hajtja végre a mérést bemelegítés követően, mindkét lábbal. Három kísérlete van egy adott irányban a sportolónak és mindhárom adat lejegyzésre kerül. A kifáradásból eredő pontatlanság elkerülésére a mért lábat protokoll szerint váltjuk.

3.7. Inbody270

A készülék, a testösszetétel vizsgálatára alkalmas. A műszer öt szegmensre osztja a testet, ezáltal még részletesebb elemzést nyújtva az izom-zsír-testfolyadék arányáról, a tápláltsági állapotról, vagy az alapanyagcseréről. Ezen adatok alapján a testösszetétel-elemző eszköz egy összefoglaló értéket mutat a test általános állapotáról (InBody Score).

3.8. A kutatás menete

A kutatást a 2023/272. számú kutatásetikai engedély birtokában kezdtük meg.

A kutatásban azon sportolók vettek részt, akik kitöltötték a beleegyező nyilatkozatot. Az első, bemeneti mérés során történt az alapadatok gyűjtése a sportolókról, illetve a szezon előtti állapot feltérképezése a két hónapos nyári szünet után. A második, félidei mérés az őszi és a tavaszi szezon közötti időszakban valósult meg. A harmadik, kimeneti mérés volt hivatott a szezon végi állapotot feltérképezni. Mindhárom mérési időszakban azonos mérési protokollal dolgoztunk.

Az intervenciós csoport edzései – az egyik 1,5 órás edzés részeként –, 50 perces proprioceptív edzést is tartalmaztak, amelyeket vagy az edző, vagy gyógytornász vezetett.

3.9. Az adatfeldolgozás módja

Az előfeltételeknek megfelelő próbával (kétmintás t-próba, Wilcoxon előjel próba, Mann-Whitney próba) vizsgáltuk a két csoport eredménye szerinti különbséget mindegyik mérési szakaszban. Az előfeltételeknek megfelelő próbával (egymintás t-próba) vizsgáltuk a minta,

illetve a kontrollcsoport augusztusi, januári, májusi eredményei közötti különbségeket. Az eredményeket $p < .05$ tekintettük szignifikánsnak. A felugrás és a leérkezés minőségi paramétereit a talajreakcióerő görbék elemzésével végeztük el. Az adatelemzést a CogStat 2.3 statisztikai programmal végeztük.

4 Eredmények

4.1. A bemeneti adatok összehasonlítása a két csoport között

Az adatfeldolgozás során a két csoport bemeneti eredményeit kétmintás t-próbával elemeztük, hogy meghatározzuk, van-e statisztikailag szignifikáns különbség a felugrási magasság, a sebesség, az InBody-pontszám, a stabilometriai mutatók és az általános teljesítmény tekintetében. Az alkalmazott statisztikai módszer lehetővé tette az egyes paraméterek pontos összehasonlítását, különös figyelmet fordítva a csoportok közötti eltérések értékelésére, amelyek megbízható alapot biztosítottak az eredmények értelmezéséhez.

A bemeneti mérés eredményeit összegezve az erőplaton végrehajtott gyakorlatok között nem találtunk statisztikailag szignifikáns különbséget (1. táblázat).

1. táblázat

A stabilometriai adatok és a CMJ-felugrás eredményei a minta és kontroll csoportok között a bemeneti mérés idején (forrás: saját szerkesztés)

	Mintacsoport átlag	Kontrollcsoport átlag	p
Stabilometria jobb láb (mm^2)			
Bemeneti mérés	5194,6	3775,4	.142
Stabilometria bal láb (mm^2)			
Bemeneti mérés	4767,4	3899,9	.390
Sebesség (m/s)			
Bemeneti mérés	2,12110	2,0673	.400
Teljesítmény (w/kg)			
Bemeneti mérés	35,07	34,71	.833
Felugrási magasság (cm)			
Bemeneti mérés	249,9	233,2	.148

- Stabilometriai mérés jobb lábra (mm^2)

Páros t-próba eredménye a bemeneti mérésen: $t(14) = 1.55$, $p = .142$

Átlag eredményei: $M_1 = 5194,6$; $M_2 = 3775,4$

Szórás eredményei: $s_1 = 1873,9$; $s_2 = 1524,1$

- Stabilometriai mérés bal lábra (mm^2)

Páros t-próba eredménye a bemeneti mérésen: $t(14) = 0.89$, $p = .390$

Átlag eredményei: $M_1 = 4767,4$; $M_2 = 3899,9$

Szórás eredményei: $s_1 = 2116,3$; $s_2 = 1486,9$

- CMJ felugrás: Sebesség (m/s)

Páros t-próba eredménye a bemeneti mérésen: $t(19) = 0.86$, $p = .400$

Átlag eredményei: $M_1 = 2,1211$; $M_2 = 2,0673$

Szórás eredményei: $s_1 = 0,1121$; $s_2 = 0,1581$

- CMJ felugrás: Teljesítmény (w/kg)

Páros t-próba eredménye a bemeneti mérésen: $t(19) = 0.21$, $p = .833$

Átlag eredményei: $M_1 = 35,07$; $M_2 = 34,71$

Szórás eredményei: $s_1 = 3,03$; $s_2 = 4,32$

- CMJ felugrás: Felugrási magasság (cm)

Páros t-próba eredménye a bemeneti mérésen: $t(18) = 1.51$, $p = .148$

Átlag eredményei: $M_1 = 249,9$; $M_2 = 233,2$

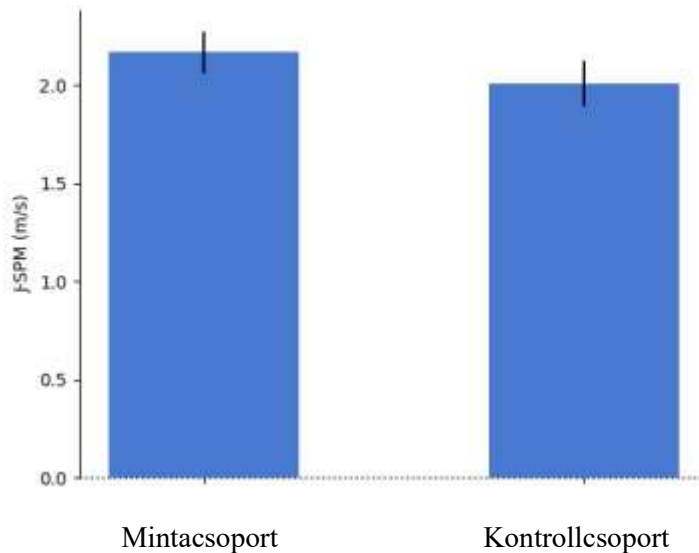
Szórás eredményei: $s_1 = 20,9$; $s_2 = 26,0$

4.2. A két csapat felugrási magasság és sebesség értékeinek alakulása a kutatási időszakban

A januári adatok elemzése alapján a sebesség mutatók (1. ábra) és a felugrási magasság (2. ábra) tekintetében szignifikáns különbség mutatkozott a mintacsoport javára. Ez a különbség azonban a harmadik mérésre már nem bizonyult szignifikánsnak. Az elemzett adatok alapján megállapítható, hogy a felsorolt változókon túl a kutatás időtartama alatt egyéb statisztikailag szignifikáns különbség, a sebesség, a teljesítmény és a felugrási magasság esetén nem volt kimutatható.

1. ábra

A két csoport januári sebesség adatai (forrás: saját szerkesztés)



$$M_1 = 2,1816$$

$$M_2 = 2,0186$$

$$s_1 = 0,1406$$

$$s_2 = 0,1347$$

$$\max_1 = 2,397$$

$$\max_2 = 2,24$$

$$\min_1 = 1,968$$

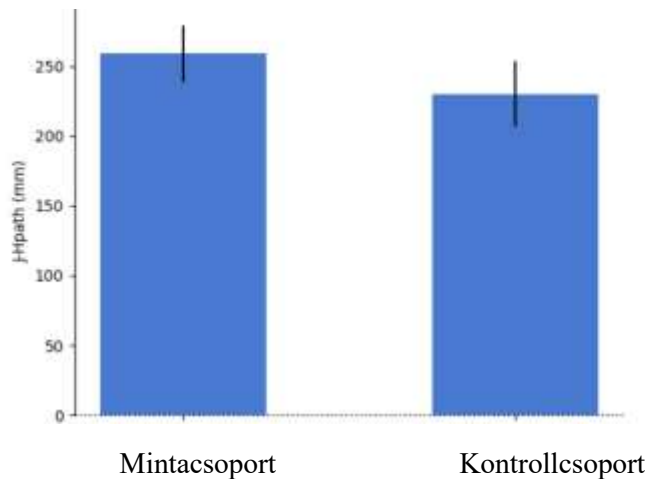
$$\min_2 = 1,887$$

$$\text{Cohen f\acute{e}le } d = 1.122$$

F\uggetlen mint\as Mann-Whitney rang pr\oba eredm\enye: $t(15) = 2.35$, $p = .023$

2. \abrac

A k\et csoport janu\ari felugr\asi magass\ag adatai (forr\as: saját szerkeszt\es)



$$M_1 = 258,8$$

$$M_2 = 230,1$$

$$s_1 = 28,4$$

$$s_2 = 28,4$$

$$\max_1 = 300,0$$

$$\max_2 = 275,0$$

$$\min_1 = 217,0$$

$$\min_2 = 200,0$$

$$\text{Cohen f\acute{e}le } d = 0.959$$

F\uggetlen mint\as t-pr\oba eredm\enye: $t(18) = 2.13$, $p = .047$

4.3. A teljes\itm\eny, a sebess\eg \es a felugr\asi magass\ag sz\or\asadatainak elemz\ese a kutat\as sor\an

Az adatok azt mutatj\ak (2. t\abl\azat), hogy a kontrollcsoport eset\eben a sz\or\as\ért\ek\ek folyamatosan n\ovekedtek, ami arra utal, hogy az egy\eni teljes\itm\eny\ek egyre sz\elesebb sk\al\an

oszlottak el. Ez a jelenség a kifáradás jeleként értelmezhető a kontrollcsoportban. Ezzel szemben a mintacsoportban kimutathatóan javultak az értékek a szezon végére, míg a kontrollcsoportban a szezon közepén tapasztalt javulást követően a teljesítmény a szezon végére romlott.

2. táblázat

A két csoport CMJ felugrás szórásadatainak alakulása (forrás: saját szerkesztés)

	Mintacsoport	Kontrollcsoport
Augusztus - Teljesítmény	3.03	4.5
Január – Teljesítmény	3.94	3.8
Május – Teljesítmény	3.62	5.4
Augusztus – Sebesség	0.1121	0.1581
Január – Sebesség	0.1406	0.1347
Május - Sebesség	0.1468	0.1659
Augusztus –Felugrási m.	20.9	26.0
Január – Felugrási m.	28.4	28.4
Május - Felugrási m.	28.7	37.0

Ezen adatok alapján megállapítható, hogy az első hipotézis részben beigazolódott, ugyanis az általános kondíciót mutató kvantitatív elemekben nem látszik tartós növekedés, bár a januári adatok között fellelhető volt szignifikáns javulás a mintacsoport javára, ám ez a szezon második felében valamilyen okból kifolyóan nem mutatott további lineáris emelkedést. Azonban a szórásadatok mutatói lehetnek annak, hogy a kontrollcsoportban nagyobb mértékű volt a kifáradás, a mintacsoportéhoz képest.

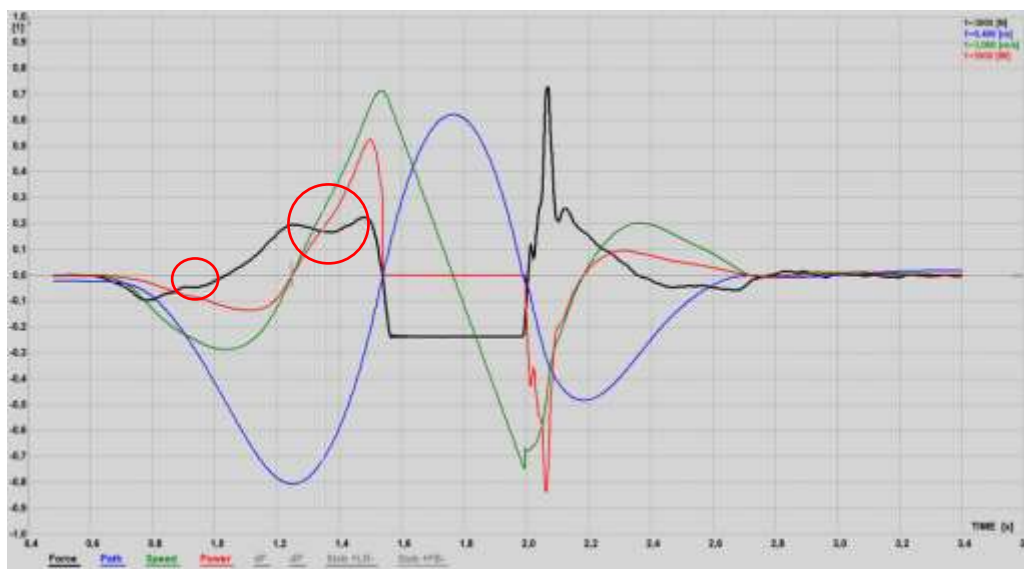
4.4. A talaj-reakcióerő görbe elemzése

A dinamikus, súlypontsüllyesztésből végrehajtott felugrás egy nyújtásos-rövidülési ciklus eredménye. A súlypont süllyesztése során az elrugaszkodás kinetikai láncában részt vevő izmok excentrikus, míg a gyorsítási fázis alatt koncentrikus munkát végeznek. Az erőplaton rögzített, szabályosan végrehajtott CMJ mozdulat jellegzetes erő-idő görbéjén jól megkülönböztethetők a különböző fázisok: a nyugalmi helyzetben lévő test súlyerejének szintvonala, az ízületek behajlítása, a tömegközéppont megállítása, az excentrikus és koncentrikus erő kifejtés szakasza, a levegőben eltöltött idő, valamint a leérkezést és a súlypont stabilizálását követő mozzanatok. A sportolók ábráinak elemzése vizuálisan történt, a korábbi szakirodalomban meghatározott

szempontok alapján (Rusvai & Bárándi, 2022), amelyek iránymutatást nyújtottak az ugrási technika értékeléséhez és az esetleges hibák azonosításához.

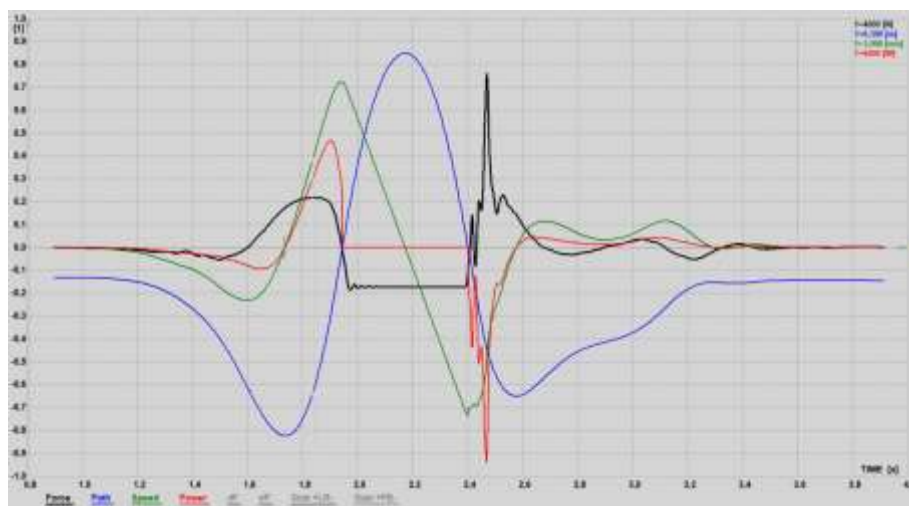
3. ábra

Mintacsoport sportolójának bemeneti CMJ görbéje (forrás: PJS-4P60S erőplató)



4. ábra

Mintacsoport sportolójának kimeneti CMJ görbéje (forrás: PJS-4P60S erőplató)



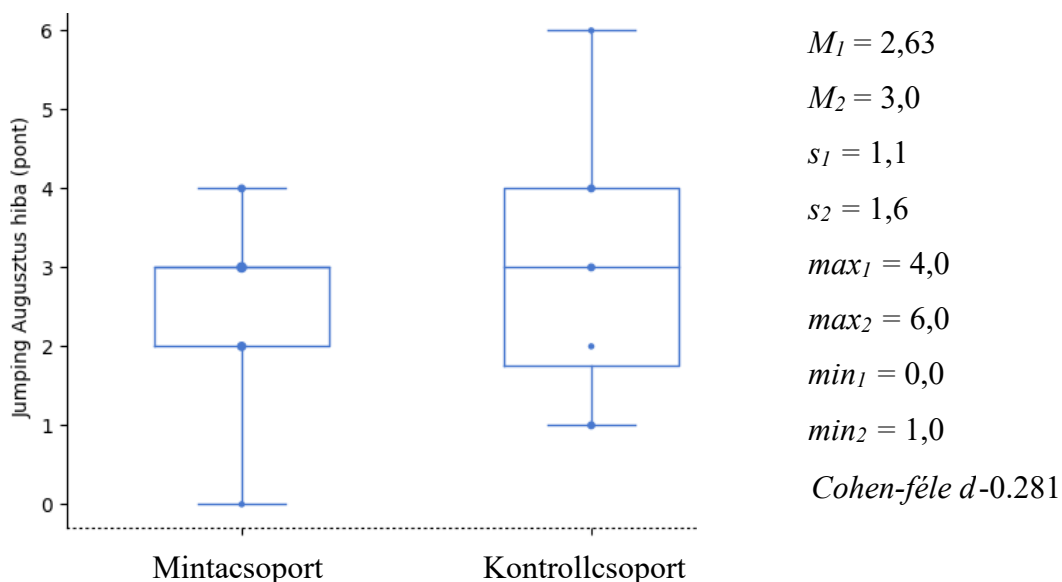
A görbe elemzésekor egy nagy, felívelő szakasz az excentrikus-koncentrikus átkapcsolás nem megfelelő szinkronizációját jelezheti (pirossal bekarikázott szakasz a 3. ábrán), amely fejlesztést igényelhet, de az ugrás ettől függetlenül még elfogadhatónak minősülhet. Ezen szakaszt vizsgáltuk, és a teljesítményének elemzésekor a görbén megjelenő negatív szakaszokat hibának tekintettük, mivel ezek a görbe folyamatosságának megszakadását jelzik, ami az ugrási

technika szempontjából nem előnyös. A 4. ábrán ugyanazon mintacsoportból való sportoló CMJ felugrása látható a kimeneti mérés során, azonban a vizsgált szakaszon nem volt fellelhető vizuálisan észlelhető hiba. A mintacsoport ezen hibaértékeit összevetve a kontrollcsoporttal megállapítható, hogy amíg az első csoport sportolóinak 70% százaléka javította 0-ra vagy 1 hibapontra a májusban felmért értéküket, addig a második csoport 38% volt képes.

A két csoport ugrástechnikai hibapontjainak delta értékét vizsgáltuk, majd összevetettük azoknak az átlagértékeit is. A mintacsoport és a kontrollcsoport augusztusi (5. ábra) és májusi (6. ábra) eredményeit dobozdiagramokkal ábrázoltuk.

5. ábra

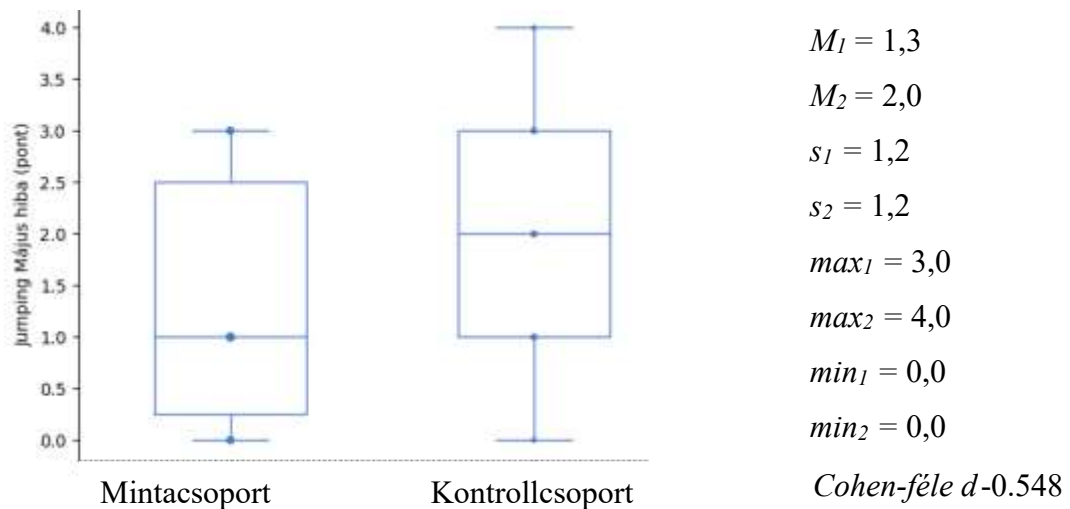
A két csoport CMJ felugrás augusztusi hibapontjainak boxplot ábrája (forrás: saját készítés)



Független mintás t-próba eredménye: $t(16) = -0.59, p = .562$

6. ábra

A két csoport CMJ felugrás májusi hibapontjainak boxplot ábrája (forrás: saját szerkesztés)



Független mintás Mann–Whitney rang próba eredménye: $U = 27.50, p = .269$

Az ábrák és a leíró statisztikai adatok elemzése során jól látható, hogy az első csoport (mintacsoport) hibaszintje alacsonyabb, mint a második csoporté.

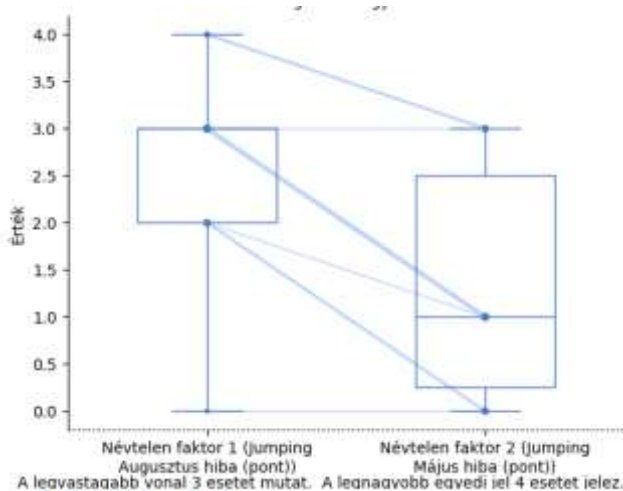
Jelentős értékek figyelhetők meg az alábbi kvantitatív jellemzők analízise során:

Az első csoport májusban mért (mintacsoport) mediánja 1.0 pont, amely jelentősen alacsonyabb, mint az augusztusi adott. Ez azt jelzi, hogy a mintacsoport hibáinak eloszlása szisztematikusan kedvezőbb irányba tolódott el. A mintacsoport májusi maximális hibaszintje (3.0 pont) alacsonyabb az augusztusi értéknél (4.0 pont), míg a minimum érték mindkét időpontban 0.0 pont, ami a hibamentes teljesítmény lehetőségét jelzi.

Az ábrákon és a statisztikai mutatók alapján tendenciák figyelhetők meg a mintacsoport javára. A mintacsoport hibaszintjei kisebb szélsőértékeket érnek el, a hibák eloszlása koncentráltabb, valamint az adatok variabilitása is kisebb. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a mintacsoport összességében jobban teljesített, még ha a statisztikai elemzések szerint a különbség nem érte is el a szignifikancia-határt a két csoport kimeneteli értékeit összehasonlítva ($p = .269$). Kiemelendő, hogy a két csoport közötti különbségek a statisztikai elemzések alapján nem szignifikánsak. Ez arra utal, hogy az észlelt eltérések a minta nagyságából vagy az adatok variabilitásából fakadhatnak, és nem feltétlenül általánosíthatók a teljes populációra, azonban a mintacsoport bemeneti és kimeneti értékein ismételt változós próbát (7. ábra) futtatva szignifikáns javulást kaptunk eredményül ($p = .009$). Ez előrevetítheti az egyének fejlődését a proprioceptív tréning alkalmazásával.

7. ábra

A mintacsoport CMJ felugrás augusztusi és májusi hibapontjainak boxplot ábrája (forrás: saját szerkesztés)



$$M_1 = 2,6$$

$$M_2 = 1,3$$

$$s_1 = 1,1$$

$$s_2 = 1,2$$

$$\max_1 = 4,0$$

$$\max_2 = 3,0$$

$$\min_1 = 0,0$$

$$\min_2 = 0,0$$

$$\text{Cohen-féle } d = 1.071$$

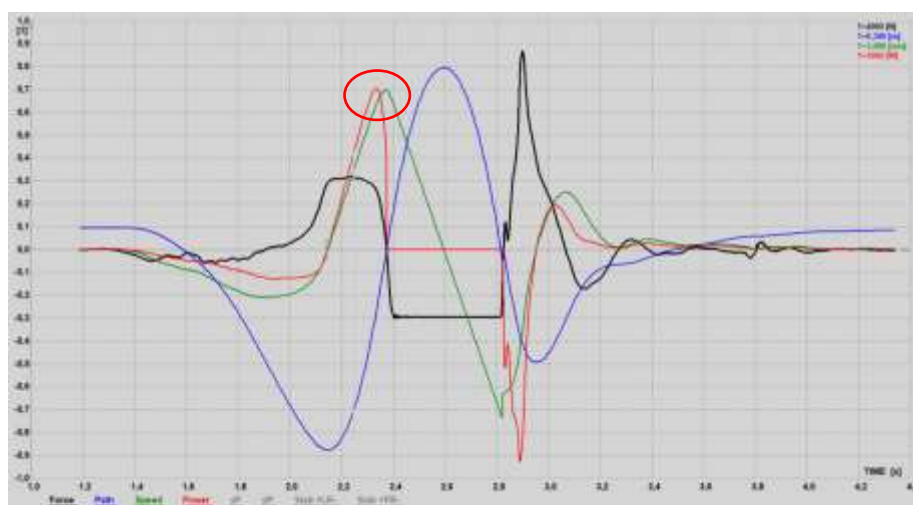
Wilcoxon előjel próba eredménye: $T = 0.00$, $p = .009$

4.5. Esettanulmányok

Az adatfelvételi időszakban, illetve előtte, a mintacsoportból két sportoló szenvedett sérülést. Az első, amely az augusztusi bemeneti mérést megelőzően történt a sportághoz köthető, azonban a második kézilabda sporton kívüli tényezők miatt következett be. A kutatás azonban lehetősége kínált arra, hogy figyelemmel kísérhessük a két fentebb említett sportoló rehabilitációs útját.

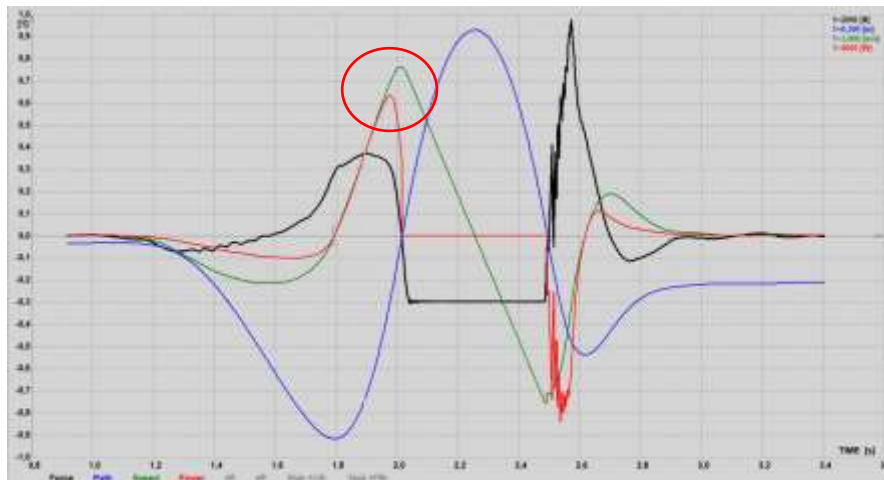
8. ábra

A bokatörést szenvedett sportoló bemeneti mérése (forrás: PJS-4P60S erőplató)



9. ábra

A bokatörést szenvedett sportoló kimeneti mérése (forrás: PJS-4P60S erőplató)



Az első sportoló május hónapban szenvedett bokatörést mérközésen és a fenti ábrán (8. ábra) látható a bemeneti és a kimeneti eredménye. A sportoló az augusztusi adatfelvételre még rehabilitáció nélkül érkezett meg. A fekete színnel jelzett erő görbén jól megfigyelhető, hogy a súlypont süllyesztése során a vonal nem egyenletesen ível felfelé, sőt ez május hónapra sem kerül korrigálásra, azonban az érdekesség a teljesítmény (piros) és a sebesség (zöld) görbe viszonyában keresendő. Tapasztalat szerint, ha a teljesítmény görbéje meghaladja a sebesség görbét, akkor a sportoló nem technikailag, hanem erőből próbálja végrehajtani az ugrást. Ez az eset figyelhető meg az 8. ábrán is. Azonban a két görbe közti távolság optimális irányú eltolódást mutat a májusi görbén (9. ábra).

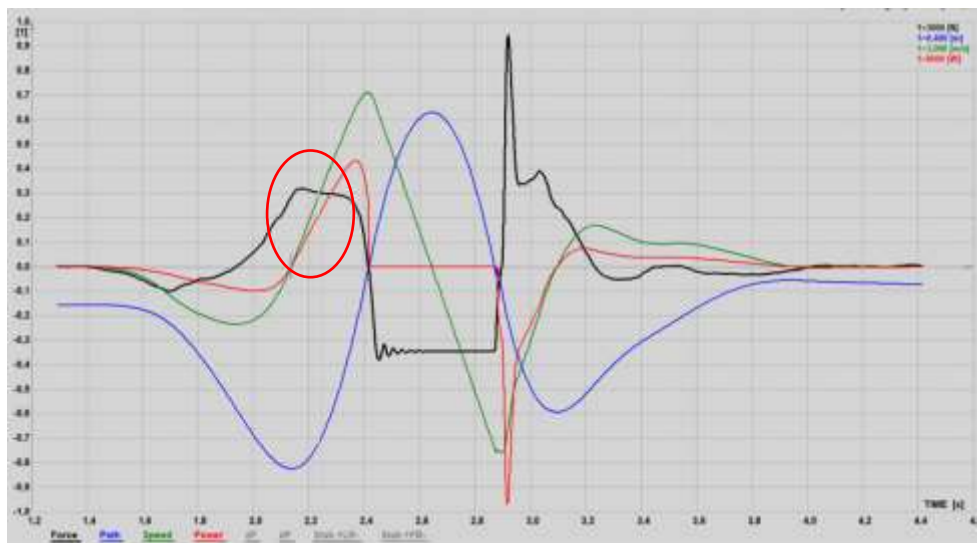
10. ábra

A bokaszalagszakadást szenvedett sportoló bemeneti és januári mérése (forrás: PJS-4P60S erőplató)



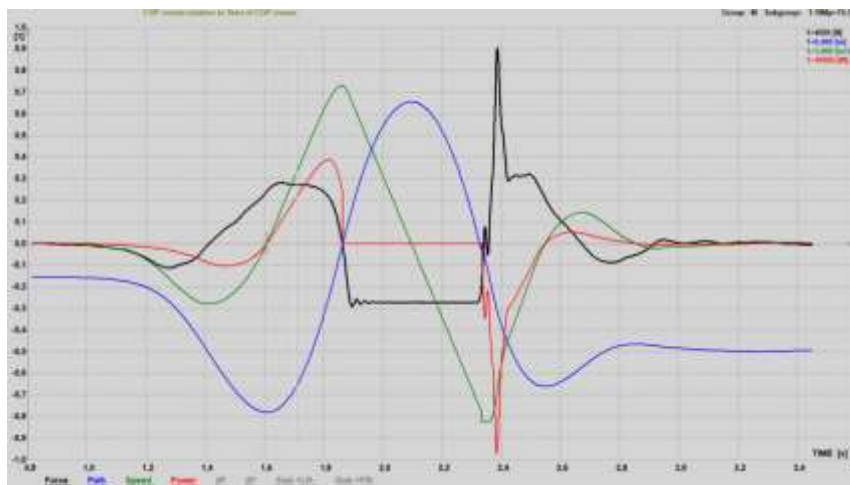
11. ábra

A bokaszalagszakadást szenvedett sportoló január mérése (forrás: PJS-4P60S erőplató)



12. ábra

A bokaszalagszakadást szenvedett sportoló kimeneti mérése (forrás: PJS-4P60S erőplató)



A második sportoló esetében egy bokaszalag szakadás következett be december hónapban, így a sportolónak mindhárom mérési adatait lehetőségünk volt felvenni. A bemeneti mérés során jól megfigyelhető (10. ábra), hogy az excentrikus-koncentrikus szakaszon három hibája is volt a sportolónak. A januári (11. ábra) talajreakció-görbe egy sokkal meredekebb ívelést mutat, ez arra enged következtetni, hogy sérülés következtében a sérült izomcsoportok gyengülhettek, így a sportoló nem volt képes megfelelően koordinálni az erőt az excentrikus és koncentrikus fázis között. A meredekebb görbe a gyorsabb, de kevésbé kontrollált erő kifejtést is jelezheti, ami gyakran előfordulhat, ha az izmok nem tudnak elég hatékonyan reagálni a terhelésre. A

gyengült izmok mellett az is szerepet játszhat, hogy a sérülés miatt a sportoló fájdalmat érez, ami kompenzációs mozgást eredményez.

A kimeneti talajreakció-erő görbén azonban jól látható (12. ábra), hogy ez a meredeksége az excentrikus szakasznak kompenzálva lett, így kijelenthető, hogy a sérült régió neuromuszkuláris fejlesztése a bemeneti mérésnél is jobbnak minősülő felugrási görbét eredményezett.

5. Megbeszélés

A kutatás eredményei szerint az első hipotézis:

H1: Azt feltételeztük, hogy az instabil eszközöket alkalmazó edzésmunka pozitívan befolyásolja az általános kondíció (testi terhelhetőség) fenntartását a szezonban.

- Részben teljesült.

Az eredmények alapján statisztikailag nincs szignifikáns különbség az általános kondíciót mutató kvantitatív elemekben a szezon végére, azonban a szórás adatokban lévő értékek alapján kijelenthető, hogy a kontrollcsoportban a kifáradás jelei nagyobb mértékben jelentkeztek, mint a mintacsoportban, amely az eltérő terheléskezelési stratégiák vagy a proprioceptív tréning hiányának tulajdonítható.

Második hipotézis:

H2: Az egyensúlyi munka hatással van a felugrás magasságára és minőségére.

- Részben teljesült

Az felmért adatok alapján a felugrás magasságára nem volt hatással a proprioceptív edzés metodika, azonban a felugrás minősége az excentrikus-koncentrikus szakaszon javulást mutatott a mintacsoporton belül ($p = .009$).

Harmadik hipotézis:

H3: Az instabil eszközök alkalmazása az edzésmunkában csökkenti az alsó végtaggal kapcsolatos sérülékenységet

- Hatékony a rehabilitációban

A harmadik hipotézist nem tudtuk vizsgálni, mert a kézilabda játékkal kapcsolatosan egyik csapatban sem történt sérülés a vizsgálati időszakban. Az esettanulmányok azonban azt

mutatják, hogy a proprioceptív tréning hatékonyan támogatja a sérülések rehabilitációját. Az alkalmazott mérési módszerekkel jól nyomon követhető a sportolók mozgással kapcsolatos állapota. Ha a gyors és intenzív talajreakció-erő nincs megfelelően kontrollálva, az megnövelheti a sérült területre gyakorolt terhelést. Ez újabb sérülésekhez vezethet, mivel a sérült izom, ízület vagy szövet nem mindig képes megfelelően kezelni a fokozott terhelést. A sérült sportoló CMJ eredményei hasznos információval szolgálhatnak a rehabilitáció állapotáról. A meredekebb erő-idő görbe arra utalhat, hogy a sportoló még nem teljesen regenerálódott, és a neuromuszkuláris rendszer működése nem optimális. Ez figyelmeztethet a rehabilitáció folytatásának szükségességére vagy az edzésterv módosítására.

6. Összefoglalás

Felállított hipotézisek közül az első kettőt részlegesen tudtuk csak igazolni, ami pozitív irányt jelez előre a témával kapcsolatban. A harmadik hipotézisre nem sikerült választ találni, ami megerősíti, hogy feltevéseink gyakran tévesek, azok vizsgálata tudományos módszerekkel indokolt. Fontos tapasztalat volt az is, hogy a kutatás menetében új nézőpont volt a rehabilitáció hatékonyságának vizsgálata, ami új elemzési szempontokat is adott és bővítette az eredményeinket.

Limitáció: A két csapat tagjai nem tudományos szelekció során kerültek kiválasztásra a csapatokba. A vizsgált egyesületekben csak a sportolók egy részének a részvétele volt biztosított.

Bár a limitációk korlátozzák a mérés validitását, azonban más kutatás is bizonyítja, hogy a proprioceptív tréning jelentős javulást eredményezhet a proprioceptív és motoros funkciókban számos egészséges és klinikai populációban (Winter és mtsai 2022). Moreira Silva és mtsai (2022) kutatása alapján elmondható, hogy már egy legalább három hétig tartó proprioceptív tréning hatással van az ízületi sérülések megelőzésében és a rehabilitációban.

A kutatás eredményei a kutatás nagyobb mintán való elvégzésére, esetlegesen más labdasportágakkal való összevetésére sarkallnak. Ezt támasztja alá Stankovic és mtsai (2024) kutatása, ami a proprioceptív tréning bevezetésének szükségességét jelzik a női labdarúgó edzésprogramokban a sérülések megelőzésének és csökkentésének, valamint az egyensúly, a proprioceptív képesség és a testkontroll javítása érdekében.

Rusvai & Bárándi (2022) eredményei alapján a gyógytorna során megszerzett izomkontroll a függőleges felugrás technikájának és hatékonyságának javulását hozhatja. A mérések megerősítik, hogy a fáradékonysággal rendelkező sportoló kiszűrhető, vagy éppen a rehabilitáció eredményessége nyomon követhető. A bizonyított adatok alapján nem elvetendő a tény, hogy a kisebb egyesületeknek is szükségük van a műszeres mérésekre, ugyanis az erőplátós mérések precíz adatokkal szolgálnak az ugrások, az erőkifejtés és stabilitási paramétereiről. Ha az egyesület számára az erőplató beszerzése költségvetési okokból nem kivitelezhető, akkor egyéb innovatív biomechanikai eszközök is elérhetőek már a piacon, mint a kontaktszőnyeg, erőmérő cellák, IMU-szenzorok, kinvent eszközök, push band 2.0.

A sportolók folyamatos monitorozása nem csak azt aktuális fizikai állapot meghatározása miatt fontos, hanem a pszichés aspektusok miatt is. Csányi és mtsai (2024) megfigyelései alapján kijelenthető, hogy a sportolóknak a rehabilitáció után jelen van az újabb sérüléstől való félelem, így egy folyamatos nyomon követési protokoll pszichés támogatást is nyújthat a sportolónak.

Felhasznált Irodalom

- Ábel , K., Kassay , L., Juhász, I., Dömötör , Á., Kovács, K., & Boros, S. (2024). Sportsérülések és a mentális jóllét összefüggései utánpótláskorú kézilabdázók körében. *Magyar Sporttudományi Szemle*, 43-44.
- Csányi, A., Pertics, P., & Molnár, A. (2024). A kézilabda sportágban előforduló sérülések összefüggései a sérüléstől való félelemmel, a sportág iránti elköteleződéssel és a perfekcionizmussal. *Magyar Sporttudományi Szemle*, 49.
- Duarte, M., & Freitas M S F, S. (2010). Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Revista brasileira de fisioterapia*, 183-192.
- Filipa, A., Byrnes, R., Paterno, M., Myer, G., & Hewett, T. (2010). Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 551-8.
- Garrick, J., & Requa, R. (2005. September 15). Structured exercises to prevent lower limb injuries in young handball players. *Clin J Sport Med*, old.: 398.
- Harsányi, L. (2001). *Edzéstudomány I-II*. Budapest-Pécs: Dialóg Campus Kiadó.
- Moreira Silva, G., de Oliveira, R., de Castro, A., Fernandes da Silva, N., Almeida Pires Franco de Oliveira, B., Moreira Lino, M., & Franco de Oliveira, R. (2022. December). Effectiveness of proprioceptive training in athletes with and without ankle instability: systematic review. *Manual Therapy Posturology & Rehabilitation Journal*, old.: 1-7.
- Myer , G., Ford, K., & Hewett , T. (2004). Rationale and Clinical Techniques for Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Among Female Athletes. *Journal of Athletic Training*, 352-364.

- Nigg M., B., & Herzog, W. (2007). *Biomechanics of the Musculo-skeletal System*. Egyesült Államok: John Wiley & Sons, Inc.
- Polgár, T., & Szatmári, Z. (2011). *A motoros képességek*. Pécsi Tudományegyetem, Szegedi Tudományegyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Eszterházy Károly Főiskol: Dialóg Campus-Kiadó-Nordex Kft.
- Rusvai, L., & Bárándi, E. (2022. március 28). *A CMJ-értékek, a magasságszámítási módok és a törzsizomzat kapcsolata*. Forrás: neka-mk.hu: <https://neka-mk.hu/a-cmj-ertekek-a-magassagszamitasi-modok-es-a-torzsizomzat-kapcsolata>
- Rusvai, L., & Bárándi, E. (2022). *A CMJ-értékek, a magasságszámítási módok és a törzsizomzat kapcsolata*. Nemzeti Kézilabda Akadémia.
- Stankovic, M., Čaprić, I., Katanic, B., Špirtović, O., Maljanović, D., Nailović, H., . . . Trajković, N. (2024. Április). Proprioceptive training methods (PTM) in female soccer players -a systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, old.: 101.
- Váczai, M., Rácz, L., Hortobágyi, T., & Tihanyi, J. (2013. augusztus 27). Dynamic contractility and efficiency impairments in stretch-shortening cycle are stretch-load-dependent after training-induced muscle damage. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, old.: 2171-9.
- Vrbanić, T., Ravlić-Gulan, J., Gulan, G., & Matovinović, D. (2007. Március). Balance index score as a predictive factor for lower sports results or anterior cruciate ligament knee injuries in Croatian female athletes--preliminary study. *Coll Antropol*, old.: 258-8.
- Winter, L., Huang, Q., V L Sertic, J., & Konczak, J. (2022. Április). The Effectiveness of Proprioceptive Training for Improving Motor Performance and Motor Dysfunction: A Systematic Review. *Front Rehabil Sci*.