

Pliometrikus edzésmódszer hatása az alsó és felső végtag robbanékonyására utánpótláskorú női kézilabdázók körében

The effect of the plyometric training method on the explosiveness of the lower and upper limb among youth female handball players

Ruppert Bálint István^{1,2}, Sáfár Sándor^{2,3}, Csáki István^{2,3}, Ökrös Csaba²

¹Győri Audi ETO KC Kézilabda Akadémia, Győr

²Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem, Budapest

³Nemzeti Sportügynökség Nonprofit Zrt., Budapest

E-mail: ruppert.balint99@gmail.com

Összefoglaló

Kutatásunk célja volt megvizsgálni egy 8 héten át tartó, eltérő gyakorisággal végzett pliometrikus edzés hatását az alsó és felső végtag robbanékony teljesítményére. Kutatásunkkal olyan edzésmódszertani ajánlást kínálunk, melyet az edzésmunkába építve hasznosíthatnak a szakemberek a kézilabda csapatoknál. A vizsgálatot női utánpótláskorú játékosok bevonásával végeztük. A résztvevőket három csoportba osztottuk: a) heti egy pliometria ($n=13$; $16,79 \pm 1,11$ év), b) heti két pliometria ($n=11$; $16,84 \pm 1,29$ év) és c) egy kontrollcsoportba ($n=10$; $17,13 \pm 1,20$ év). Előzetes lendületvétellel végrehajtott felugrást (CMJ), helyből távolugrást (LJ), 5 méteres felgyorsulási képességet, irányváltási futógyorsaságot (5-10-5 CODS) és fekvőtámaszban karhajtás-nyújtás tesztet alkalmaztunk. Eredményeink szerint a két ugróteszten kizárólag a heti két pliometria edzést végzők mutattak szignifikáns pozitív változást ($p < 0,001$). Noha az 5 m-es sprint ideje csökkent, statisztikai különbséget nem találtunk. Az irányváltásos futógyorsaságban mindhárom csoport fejlődött ($p=0,010$, $p=0,002$, $p=0,001$), a hatásnagyság szerint azonban a heti két pliometria edzést végző csoport mutatta a legnagyobb mértékű javulást (Cohen- $d=1,204$). A felső végtag robbanékonyágában mindegyik csoportban szignifikáns fejlődést tapasztaltunk ($p=0,002$, $p=0,011$, $p=0,004$).

Az eredményekből arra következtettünk, hogy egy jól felépített pliometrikus program által már

8 hét alatt is jelentős változásokat lehet elérni a robbanékony erő szintjében fiatal leány kézilabdázók körében. A jövőben tervezzük az unilaterális pliometria hatását megvizsgálni a sprint eredményekre és más, sportágspecifikusabb tesztekkel (például: lövőerő) kiegészíteni kutatásunkat.

Kulcsszavak: pliometria, kézilabda, robbanékony erő

Abstract

The aim of our study was to examine the effect of plyometric training, once or twice a week, lasting 8 weeks, on the explosive performance of the lower and upper limb. With our research, we wanted to create a training methodology recommendation that handball sports professionals can use in coaching practice. The investigated female handball players were divided into experimental_I (once plyometrics/week) ($n=13$; aged 16.79 ± 1.11) and experimental_II (twice plyometrics/week) ($n=11$; aged: 16.84 ± 1.29) groups. In addition, we created a control group ($n=10$; aged 17.13 ± 1.20), in which the athletes did not perform plyometrics. Our test protocol included countermovement jump (CMJ), long jump (LJ), 5 m sprint, 5-10-5 change of direction and push up test. According to our results, only those who performed plyometrics twice a week showed a significant positive change in the two jumping tests ($p < 0.001$). Although the 5 m sprint values decreased, no statistical difference was found. The groups improved in the speed of the change

of direction ($p=0.010$, $p=0.002$, $p=0.001$), but according to the effect size, the group performing 2 plyometrics trainings showed the greatest improvement (Cohen- $d=1.204$). We experienced a significant improvement in upper limb explosiveness in each group ($p=0.002$, $p=0.011$, $p=0.004$). From the results, we can conclude that with a well-structured plyometric program, significant changes in the explosive power level of young handball players can be achieved in 8 weeks. Our plans include examining the effect of unilateral plyometrics on sprint results in the future; in addition, we would also like to supplement our research with the measurement of shooting power, which is considered a more sport-specific test.

Keywords: plyometric, handball, explosive strength

Bevezetés

Az utóbbi években dinamikusabbá váló kézilabdázás, a sportág fizikális követelményeinek megváltozását eredményezték. Kutatások bizonyították, hogy a kis területen végzett intenzív mikromozgások száma és minősége befolyással hat a teljesítményre (Luteberget és mtsai, 2018). Az egy-egy elleni játék és az ezzel járó előnyszerzés fontossága vitathatatlan. E mozdulatok sikeres végrehajtásához elengedhetetlen a sportoló robbanékony ereje és annak fejlesztése. Tanulmányok sora vizsgálta a metodikák alkalmazásának hatékonyságát az erő ezen megjelenésének fejlesztésére (Chelly és mtsai, 2011; Spieszny és Zubik, 2018). Az egyik legnépszerűbb, széles körben elterjedt edzésmódszer a pliometria, melyet sokan használnak a dinamikát igénylő sportágakban (Wilson és mtsai, 1996). A kézilabdában is végeztek rövidebb időszakon belül (4-8 hét) pliometriás edzéseket, melyek kedvező hatásúak voltak az alsó- és felső végtagi explozív erőre (Chelly és mtsai, 2014). Chaabene és kutatótársai (2021) a pliometrikus edzés (PT) hatását vizsgálták fiatal női kézilabdázókon a lineáris sebesség (5, 10, 20 méter sprint), erő (CMJ: RSI, ugrási magasság), irányváltási képesség (T-teszt) és ismételt sprintképesség (RSA teljes idő, RSA legjobb idő, RSA fáradási index) vonatkozásában. Összességében azt az eredményt kapták, hogy egy rövid távú, szezonon belüli PT program, amely kézilabdaspecifikus gyakorlatokból tevődik össze, hatékonyan javítja az egyes kondicionális képességet (például: lineáris/irányváltásos sebesség, ugrás és ismételt sprintképesség)

(Chaabene és mtsai, 2021). Egy szisztematikus áttekintésben 11 vizsgálatot megvizsgálva arra az eredményre jutottak a szerzők, hogy az UBPT (felsőtest pliometria edzés) nagymértékben javítja a labda dobási sebességet, közepes mértékben növeli a labda eldobásának távolságát, viszont csekély hatással van a felső végtag izomerejére (Singla és mtsai, 2018). Noha limitált azon szakirodalmak száma, mely kifejezetten a felsőtest pliometriát vizsgálja, az eddigi adatok azt mutatják, hogy hatékonyak a ballisztikus mozgások, például a dobó teljesítmény fokozására (Singla és mtsai, 2018). Csekély a női utánpótláskorú kézilabdázókkal végzett ilyen vizsgálatok száma, különös tekintettel a gyakorlatok optimális ingersűrűségére és beépítésére a versenyzőidőszakba. Vajon elegendő a kézilabda specifikus edzések és erőfejlesztés hatása sportolóink fejlődéséhez? Szükségünk van célzott, labda nélküli, maximális teljesítményű ugrásokra, vetésekre? Amennyiben igen, vajon hány-szor kell elvégezni ezen edzésrészeket annak érdekében, hogy növeljük a kézilabdázók explozivitását? Kutatásunk célja egy olyan edzésmódszertani ajánlás, melyet a gyakorlati munkába tudnak beépíteni a sportág szakemberei. Kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy egy 8 héten át tartó, heti egyszer, illetve kétszer végzett pliometrikus edzés milyen hatással van az alsó és felső végtag robbanékony teljesítményére, a felgyorsulási képességre, továbbá az irányváltási képességre.

Anyag és módszerek

Az edzésprogramot megelőzően, majd azt követően fizikális teszteket hajtottunk végre a vizsgálati személyekkel. A tesztelésre szakirodalmak által megerősített, validált eljárásokat alkalmaztunk, melyek végrehajtásait is szakirodalmi útmutatások alapján végeztük (McMahon és mtsai, 2018; Lockie, 2018; Nimphius és mtsai, 2018). A vizsgálatot 2022. októberben kezdtük és két hónapig tartott, a helyszín a győri Audi Aréna sportcsarnoka volt. A motoros tesztek elvégzését megelőzően szóbeli instrukciókkal láttuk el a sportolókat és a gondviselőket, továbbá beszereztük tőlük az önkéntes/gondviselői hozzájáruló nyilatkozatot.

A Győri Audi ETO KC Kézilabda Akadémia 34 utánpótláskorú (U19 és U17) sportolója alkotta vizsgálati mintánkat, akik az első osztályú nemzeti bajnokságban szerepeltek. A kézilabdázókat véletlenszerűen osztottunk három csoportba. Kialakítottunk egy „heti 1 pliometria edzéses”

1. táblázat. Vizsgálati minta – általános adatok
Table 1. Examination sample – general data

	Életkor (év)	Testtömeg (kg)	Testmagasság (cm)
„Kontrollcsoport” (n=10)	17,13±1,20	69,37±10,78	170,66±6,85
„Heti egy pliometria edzés” csoport (n=13)	16,79±1,11	64,05±10,09	167,80±7,96
„Heti két pliometria edzés” csoport (n=11)	16,84±1,29	60,53±7,87	170,25±5,63

(13 fő, heti 20-25 perc pliometrikus edzés), egy „heti 2 pliometria edzéses” vizsgálati csoportot (11 fő, heti 40-50 perc pliometrikus edzés), valamint egy „kontrollcsoportot” (10 fő), akik nem végeztek pliometrikus edzést (1. táblázat). A résztvevők átlagosan heti 8 óra kézilabda foglalkozáson vettek részt. Ezenkívül a leányoknak heti két erőnléti edzésük volt, ahol helyet kapott az erőfejlesztés és a gyorsaságfejlesztés. A két vizsgálati csoport és a kontrollcsoport edzésterhelésének különbségét kizárólag a pliometrikus blokk jelentette. Mindhárom csoport terhelése a pliometrikus edzést leszámítva egyenlő volt, melyet a Polar Team Pro rendszer objektív adatai és az RPE skála is megerősített.

A vizsgálatok megismételhetőségének követelményeit biztosítottuk. A teszteket ugyanazon helyszínen, Gerfloor borítású teremben, azonos napszakban (délután 15:30-17:30) végeztük el, hogy a cirkadián ritmus ne legyen hatással a sportolók teljesítményére (Gauthier és mtsai, 2001). A csarnokban a hőmérséklet 17-19°C volt. A teszteket megelőzően 48 órán keresztül a sportolók nem végeztek intenzív edzést, mérkőzésük nem volt, így zártuk ki a fáradtságból adódó befolyásoló tényezőket (Fernandez-Fernandez és mtsai, 2016).

Vertikális ugróteszt (Countermovement Jump, továbbiakban CMJ): Az alsótest robbanékonyságának meghatározására népszerű eljárás az előzetes lendületvétellel végrehajtott felugrás (Komi, 2000). Az ugróteszt mérésére használt eszköz az erőplató, mely a talajreakció-erőből és a levegőben tartózkodás idejéből képes kiszámítani a felugrási magasságot (Buckthorpe és mtsai, 2012). Vizsgálatunkhoz Vald ForceDecks Dual Force Plate System (FD Lite model, Newstead, Queensland, Ausztrália, 1000 Hz) erőplatót használtunk. A sportolóknak három próbálkozásuk volt, az egyes próbálkozások között fél perc pihenőt biztosítottunk. A felugrás során a karok végig a csípőn helyezkedtek el. Regisztráltuk a levegőben tartózkodás időből számolt legnagyobb felugrási magasságot (cm), melyet az egységes akadémiai tesztbateria is tartalmaz.

Helyből távolugrás teszt (Long Jump, továbbiakban LJ): Egy megbízható teszt, mely az alsó- és felsőtest izomállapotának általános mutatójának tekinthető fiatalokban (Castro-Piñero és mtsai, 2010). Ebben a tesztben a szagittális síkban kifejtett erő komponense is szerepel, amely a kézilabdában fontos. A három kísérletből a legnagyobb ugrási távolságot regisztráltuk (cm), az ugrások között fél perc pihenőt biztosítottunk.

Felgyorsulási képesség teszt (5 méter sprint): Witty fotocellákat (Microgate, Bolzano, Olaszország) a rajtvonalhoz, illetve a rajtvonaltól 5 méterre állítottunk fel. A teszt állórajttal indult a rajtvonal mögül 40 cm-rel, lendületszerzés nem volt megengedett. A sportolók önindítással hajtották végre a tesztet, három lehetőségük volt a leggyorsabban teljesíteni a távot. A futások között 3 perces pihenő állt rendelkezésre. A legjobb eredményt regisztráltuk (sec).

Írányváltóztatási képesség teszt (5-10-5 CODS): A sportoló irányváltási képességét teszteltük két 180 fokos irányváltás során. Witty fotocellákat alkalmaztunk. Az első akadási pozícióig nyitottuk a tripodokat, melyek a hatos vonal felett helyezkedtek el. A hatostól a kapu, illetve a felpálya irányába 5 méterre bójákat tettünk ki, illetve ragasztószalag segítségével az alapvonallal párhuzamos vonalat húztunk, középen 40 cm-es kihagyással, hogy a sportoló pontosan tudja, hol kell kitámasztania. A mérés kezdetén a sportoló a rajtvonalnál úgy helyezkedett el, hogy az pontosan a két lába között volt (atletikus alaphelyzet). Önindítással rajtolt, úgy, hogy bal irányba futott, majd kitámasztott a bója vonalában bal lábával, miközben a tekintete a kiindulóhelyzetnek megfelelő irányba nézett. Ezt követően áthaladt a rajtvonalon és kitámasztott a jobb bójánál jobb lábbal, tekintete a kiindulóhelyzettel megegyező irányba nézett, majd végül futva áthaladt a rajtvonalon. A kézilabdázó ezután a másik oldalra is elvégezte a tesztet három-három alkalommal. A két leggyorsabb végrehajtás átlaga került regisztrálásra (sec).

Fekvőtámaszban karhajlítás-nyújtás teszt (Push Up Test, továbbiakban PUT): A felső végtag

2. táblázat. Az alsó végtagi pliometrikus edzésprogram ismertetése

Table 2. Description of the lower limb plyometric training program

Mikrociklus (hét)	1	2	3	4	5	6	7	8
Gátmagasság (cm)	20	20	35	35	45	45	60	60
Szökdelés gátak felett, megszakítással	1*6	1*6	1*5	1*5	1*4	1*4	1*3	1*3
Szökdelés gátak felett oldalra, megszakítással	1*6	1*6	1*5	1*5	1*4	1*4	1*3	1*3
Szökdelés gátak felett, 2 talajkontakt	1*6	1*6	1*5	1*5	1*4	1*4	1*3	1*3
Szökdelés gátak felett oldalra, 2 talajkontakt	1*6	1*6	1*5	1*5	1*4	1*4	1*3	1*3
Folyamatos szökdelés gátak felett	1*6	1*6	1*5	1*5	1*4	1*4	1*3	1*3
Folyamatos szökdelés gátak felett oldalra	1*6	1*6	1*5	1*5	1*4	1*4	1*3	1*3
Kitörésből felugrás	3*6	3*6	3*6	3*6	3*6	3*6	3*6	3*6
Távolugrás	3*3	3*3	3*4	3*4	3*5	3*5	3*6	3*6
Talajkontakt (db)	63	63	60	60	57	57	54	54

robbanékonyságának felmérésére GymAware nevű (Girraheewen, Braddon, Ausztrália, mintavételi frekvencia: 50 Hz) linear encodert használtunk. A vizsgálati személyek mellkasára GymAware pánt segítségével rögzítettük a linear encoder végét. A sportolók vállszélességű kartámaszban helyezkedtek el úgy, hogy a kezük és a lábuk zsámolyon volt. Erre azért volt szükség, hogy a sebességmérést a teljes mozgástartományban el tudjuk végezni. A kézilabdázók karhajlítást végeztek 90 fokos könyökszögig, majd ezt követte a dinamikus karnyújtás, mely során mértük az elmozdulás sebességét. A mozgássort 3-szor ismételték. A leggyorsabb, technikailag kifogástalanul elvégzett próbálkozás sebességét rögzítettük (m/s). A linear encoder segítségével megállapítottuk azt a „zsinór hosszt”, amely távolságban sportolónk elérte a 90 fokos könyökízületi hajlítást. Azokat az ismétléseket fogadtuk el szabályos végrehajtásként, mely ezen kritériumoknak megfelelt.

Edzésprogram

Az optimális időpont a pliometrikus edzések elvégzésére az edzések eleje, ugyanis ekkor még friss az idegrendszer, amely leginkább befolyásolja ezt a képességet (Dubecz, 2009). Vizsgáltunk során ezen útmutatást betartva a kézilabda edzéseket megelőzően, bemelegítés után végeztük el először az alsó végtagot, majd a felső végtagot célzó explozív gyakorlatokat. Az általános bemelegítés alatt a résztvevők dinamikus nyújtásokat hajtottak végre, mobilizációt, aktivációt, melyet követett a specifikus előkészítés. Ebben alacsony intenzitású gyakorlatok szerepeltek, melyek felkészítették a mozgatórendszert és a keringési rendszert a későbbi ugrásokra (Baechle és Earle, 2008). Programunk terjedel-

mét illetően Eduardo és munkatársai által javasolt minimum 50 talajkontakt szabályt alkalmaztuk (Eduardo és mtsai, 2009). A periodizációnk szerint kezdetben magasabb terjedelmű, alacsonyabb intenzitású edzéseket tartottunk, melyet aztán a talajkontakt számok csökkentésével és a gátak magasságának emelésével változtattunk meg. A mikrociklusokon belül a heti két pliometrikus edzés a szakirodalmi ajánlásokat megfontolva (48 óra regeneráció, Chu, 1998) kedden (általában meccs-4 nap) és csütörtökön (általában meccs-2 nap) került elvégzésre. A pliometrikus edzések délután 15:30-kor kezdődtek és nagyjából 20-25 percet vettek igénybe. A legfrissebb tanulmányok eredményei az alacsonyabb terjedelmű pliometriai programokat támasztják alá (Jeffreys és mtsai, 2019). A pliometrikus edzéseknek rövidnek kell lenniük, hosszú pihenővel a sorozatok és az ismétlések között, továbbá fenn kell tartani a magas intenzitású feladatok végrehajtását még az utolsó sorozatokban is (Anthony és Paul, 2022). A feladatok között 30 másodperc teljes pihenőt biztosítottunk. Az alsó végtagi pliometrikus rész mind frontális mind szagittális síkban biztosított először excentrikus domináns ugrásokat, majd ezt követték a dupla kontaktos és sorozat ugrások (reaktív erő domináns). Az explozív feladatsort kitörésből felugrások és távolugrás zárta. Ahogy a táblázatban is látszik, a terjedelmet a talajkontaktok számával jellemeztük, míg az intenzitást a gátak magasságával határoztuk meg (2. táblázat).

Az alsó végtag blokkot követően, 2 perces pihenőt biztosítottunk a kézilabdázóknak. A felső végtagi pliometriára medicinlabdát használtunk (Hinshaw és mtsai, 2018). Terjedelmi mutatóként a vetések, lökések, dobások összes ismétlésszámát, míg intenzitási számnak a medicin-

3. táblázat. A felső végtagi pliometrikus edzésprogram ismertetése
Table 3. Description of the upper limb plyometric training program

Mikrociklus (hét)	1	2	3	4	5	6	7	8
Medicin-súly (kg)	3	3	4	4	5	5	6	6
Melltől lökés falra	2*4	2*4	2*4	2*4	2*4	2*4	2*4	2*4
Oldalra vetés falra	2*8	2*8	2*7	2*7	2*6	2*6	2*5	2*5
Leccsapás	2*4	2*4	2*4	2*4	2*4	2*4	2*4	2*4
Leccsapás oldalra	2*8	2*8	2*7	2*7	2*6	2*6	2*5	2*5
Összes ismétlésszám (db)	48	48	44	44	40	40	36	36

4. táblázat. A vizsgálati csoportok és a kontrollcsoport edzésprogram előtti és utáni eredményei
Table 4. The results of the experimental groups and the control group before and after the plyometric program

	Heti 2 pliometria vizsgálati csoport (n=11)			Heti 1 pliometria vizsgálati csoport (n=13)			Kontrollcsoport (n=10)		
	Előtte (átlag±szórás)	Utána (átlag±szórás)	Hatás-nagyság (Cohen d)	Előtte (átlag±szórás)	Utána (átlag±szórás)	Hatás-nagyság (Cohen d)	Előtte (átlag±szórás)	Utána (átlag±szórás)	Hatás-nagyság (Cohen d)
CMJ (cm)	30,20±3,59	32,11±3,03*	1,49	30,57±4,46	31,57±5,86	0,39	27,76±2,22	28,55±2,55	0,49
LJ (cm)	2,07±0,09	2,13±0,10*	1,14	2,03±0,15	2,03 ± 0,17	0,09	1,99 ± 0,16	2,01 ± 0,10	0,25
5 m sprint (s)	1,20±0,06	1,20±0,05	0,02	1,18±0,07	1,17 ± 0,06	0,52	1,20 ± 0,06	1,19 ± 0,05	0,13
5-10-5 CODS (s)	5,12±0,14	5,02±0,15*	1,20	5,10±0,22	5,01±0,22*	0,98	5,35±0,17	5,16±0,26*	0,89
PUT (m/s)	0,52±0,08	0,61±0,11*	1,00	0,53±0,11	0,61±0,15*	0,73	0,43±0,14	0,53±0,13*	1,21

*Szignifikáns különbség (significant difference ($p < 0,05$))

CMJ: Countermovement Jump / vertikális ugróteszt, LJ: Long Jump / helyből távolugrás-teszt, CODS: Irányváltóztatási képesség-teszt / Pro Agility (5-10-5)-teszt, PUT: Push Up Test / fevőtámaszban karhajlítás-nyújtás teszt

labda tömegét alkalmaztuk. Két mikrociklust követően alkalmaztuk a progressziót, mely a medicinlabda súlyának növelését és az ismétlésszám csökkentését jelentette (3. táblázat).

A statisztikai próbákat a JASP 0.16.0.0. programmal végeztük el. Az adatsorok normál eloszlását a Shapiro-Wilk teszttel vizsgáltuk. Az egyes csoportok edzés előtti és utáni különbségek kimutatására párosított t -próbát végeztünk. Normál eloszlás esetén a Student párosított t -próbát használtuk. Amennyiben az adatsorok nem mutattak normál eloszlást, a különbséget Wilcoxon-féle előjeles rang teszttel fejeztük ki. A szignifikanciaszintet $p < 0,05$ értékben határoztuk meg. A hatásmagyság (effect size, ES) megállapításához Cohen-féle d próbát alkalmaztunk. Nagyon kicsi ($< 0,20$), kicsi ($0,20-0,59$), közepes ($0,60-1,19$), nagy ($1,20-1,99$), hatalmas ($> 2,20$) mértékű különbségeket határoztunk meg (Mun-govan és mtsai, 2018).

Eredmények

Az elvégzett kétszélű párosított t -próba alapján a heti kétszer végzett pliometria edzéscsoport felugrási magasságában különbség mutatkozott ($t(11) = -4,955$; $p < 0,001$) a programot megelőző (átlag±szórás: $30,20 \pm 3,59$ cm) és követő ($32,11 \pm 3,03$ cm) méréseken. A visszamérés alkalmával átlagosan $1,91$ cm-rel (átlag hibája: $0,39$) nagyobb felugrási magasságot mértünk, amely nagy különbségnek értékelhető (Cohen $d = 1,494$). A heti egy pliometria edzést végzők csoportjánál, illetve a kontrollcsoport felugrási magasságában nem találtunk szignifikáns fejlődést (4. táblázat).

A heti kétszer elvégzett pliometria csoport LJ eredményében eltérést tapasztaltunk ($t(11) = -3,79$; $p = 0,002$) a programot megelőző (átlag±szórás: $2,07 \pm 0,09$ m) és követő ($2,13 \pm 0,10$ m) méréseken. A visszamérés során jellemzően $0,06$ m-rel (átlag hibája: $0,016$) nagyobb távolugrást mértünk, amely nagy különbséget jelent (Cohen $d = 1,143$). A másik két csoport esetében

nem volt statisztikai különbség a helyből távolugrás teszten elért eredményekben (4. táblázat).

A vizsgálati csoportoknál és a kontrollcsoportnál a 8 hetes pliometrikus edzésprogram után nem tapasztaltunk fejlődést, ami a felgyorsulási képességet (5 m sprint) jelenti. Noha mindhárom csoportnak kevesebb időre volt szüksége az 5 méteres táv megtételéhez, ez szignifikáns fejlődést nem jelentett (4. táblázat).

Mindhárom csoportnál szignifikáns fejlődést tapasztaltunk, ami az 5-10-5 CODS tesztet illeti. A hatásnagyság vizsgálatánál a legnagyobb fejlődést a heti két pliometriát végző csoport tagjai produkálták. Mind a kontrollcsoport esetében (Cohen $d=0,890$), mind pedig a heti egy pliometriát végzők körében (Cohen $d=0,980$) is közepes hatásnagyságú fejlődést tapasztaltunk. A visszamérés alkalmával átlagosan 0,12 sec-el (átlag hibája: 0,03) gyorsabb végrehajtást mértünk a heti két pliometriát végzők esetében, amely nagy különbségnek értékelhető (Cohen $d=1,204$).

A PUT próbában mind a pliometriát alkalmazó, mind a kontrollcsoportban szignifikáns különbséget detektáltunk. Nagy mértékű fejlődést kizárólag a kontrollcsoportnál találtunk (Cohen $d=-1,205$) (4. táblázat).

Megbeszélés és következtetések

Bár az összes csoport tagjainak második mérésen elért átlagos felugrási eredménye javult, azt találtuk, hogy kizárólag a heti két alkalmas pliometria csoport ért el szignifikáns fejlődést a vertikális emelkedésben. Ramirez-Campillo és munkatársai (2018) ajánlása szerint a heti 2-3 pliometria tekinthető optimális ingersűrűségnek (Ramirez-Campillo és mtsai, 2018). A LJ teszten szintúgy a heti két pliometria edzéssel dolgozó csoportnál figyeltünk meg fejlődést, 6 cm-rel nőtt átlagosan az ugrás hossza. A szakirodalmi adatoktól eltérően, az 5 méteres sprintben egyik csoportnál sem tapasztaltunk szignifikáns különbséget a két mérés között. Ezen eredmény hátterében a transzfer hatása, az edzés specifikusságának hiánya áll. Moran és munkatársai (2021) metaanalízise azokat a kutatásokat foglalta össze, melyek a vertikális és horizontális domináns pliometriát vizsgálták. A szerzők következtetése szerint a horizontális hangsúlyú pliometria nagyobb hatással volt a horizontális eredményekre, mint a vertikális pliometriai programok. Ez az eltérés különösen igaz volt, ha a programok minimum 7 hétig tartottak. A kutatók nagy meglepetésére hasonló előnyökkel járt a függőleges és

vízszintes pliometria a vertikális tesztek eredményére. A vizsgálat szerint tehát a pliometrikus programoknak tartalmazniuk kell horizontális hangsúlyú gyakorlatokat, abban az esetben, ha a sportágban fontosnak tekinthető a horizontális erő kifejtés (Moran és mtsai, 2021). A 8 alsó végtagot célzó gyakorlatból egyedül a távolugrás tekinthető horizontális pliometrikus gyakorlatnak. A jövőben érdemes lehet megvizsgálni, hogy milyen és hány vízszintes domináns pliometrikus feladat kell a lehetséges fejlődés érdekében. Eredményünket magyarázhatja továbbá Hunter és munkatársai (2015) vizsgálata, miszerint a sprintelés során a felgyorsítási szakaszban a speciális izomkoordinációs futótechnika meglete sorsdöntő, ami a teljesítményleadást illeti (Hunter és mtsai, 2005). A szakirodalom alapján a progressziós lépcsőfokokban a bilaterális ugrások kerültek be a programunkba. A sprintelés során azonban az unilaterális erő kifejtés dominál. Összefoglalásként a technikai képzés hiánya, a horizontális pliometria gyakorlatok csekély száma és az edzésterünkben nem szereplő unilaterális feladatok miatt nem tapasztaltunk fejlődést az 5 m-es sprint kapcsán. A jövőben szeretnénk az unilaterális és horizontális domináns pliometria feladatok hatását megvizsgálni az 5 m-es és nagyobb távolságú sprint tesztek esetében. Ami az irányváltást illeti, a heti két pliometriát végzők körében találtuk a legnagyobb pozitív változást, míg a heti egy pliometria is „elég” volt a szignifikáns fejlődéshez. Érdekes módon a kontrollcsoport tagjai is jelentős fejlődést produkáltak. A tesztek eredményei szerint az erőfejlesztés és a sportágspecifikus képzés is képes fejleszteni az irányváltató képességet. A kézilabdában az eredményesség, egy-egy kulcsfontosságú játékesemény, nünaszokon múlhat. Emiatt fontos megvizsgálnunk a fejlődés mértékét. Mivel a heti két pliometria nagyobb befolyással bírt a gyorsabb feladat végrehajtásra, mint a kizárólag szakági és konditermi fejlesztés, ajánlott lehet az irányváltató képesség szintjének növelése érdekében alkalmazni a módszert. A PUT-et a felső végtag robbanékonyságának bemutatására használtuk fel. A visszamérés alkalmával mindhárom csoportban szignifikáns fejlődést detektáltunk. A hatásnagyság szerint a kontrollcsoport mutatta a teszten a legnagyobb fejlődést. Singla és munkatársai (2018) széleskörű vizsgálatukban azt találták, hogy a felső végtagi pliometria nagy hatással volt a lövőerőre, azonban keveseknél fejlesztette a felső végtag izomerejét. Valószínűleg ennek tudható be az,

hogy az általunk választott felső végtag teszten ezt az eredményt találtuk.

Összegzőként megállapítható, hogy mind az öt teszten jobban teljesítettek a pliometria edzés-módszert alkalmazó sportolók a visszaméréskor, melyek közül négy teszten szignifikáns fejlődést tapasztaltunk (CMJ, LJ, 5-10-5 CODS, PUT). A kizárólag szakági és konditermi edzések, az irányváltást és a felső végtag izomerejét fejlesztették. A megfelelő bemeneti feltételek teljesülése esetén (erőszint, technika, koordináció stb.) heti két alkalommal, nagyjából 20-25 perces pliometrikus edzésblokk alkalmazása pozitív hatással lehet az utánpótláskorú sportolóink robbanékony erejére.

Összevetve eredményeinket egy másik pliometrikus edzés-módszert alkalmazó kutatással (Tóth és mtsai, 2021) hasonló következtetéseket vonhatunk le. A vizsgálati csoportnál az eredmények azt mutatták, hogy egy viszonylag rövid ideig (4 hét) tartó, pliometrikus edzésprogram is pozitívan hat, a korosztályos teniszezők alsó végtagjának robbanékony erejére (helyből távolugrás) és CODS teljesítményére. A szerzők a hatásnagyság meghatározására szintén a Cohen-féle d próbát alkalmazták. A helyből távolugrás teszten a vizsgálati csoport szignifikáns javulást mutatott, amely nagyon nagy hatásnagysággal ($d=3,0$) párosult. A vizsgálati csoportnál pozitív irányú szignifikáns változást ($p<0,05$) figyeltek meg a pliometrikus edzésprogram után a CODS teljesítményében (Illinois teszt), amely nagy hatásnagysággal párosult ($d=1,31$). Emellett azonban nem találtak szignifikáns változást a felgyorsulási képesség teljesítményében.

Limitációk

Az eredményeket befolyásolhatta, hogy a kontrollcsoport és a vizsgálati csoportok között testtömegben és életkorban is jelentős különbség mutatkozott. A vizsgálat további limitációja, hogy a PUT próba valószínűleg nem volt elég megbízható, ugyanis fordított eredményt tapasztaltunk. A testtömegbeli különbségek befolyásolhatták a mozgulat sebességét. Terveink szerint a jövőben, a lövőerő méréssel egészítenénk ki vizsgálatunkat.

Felhasznált irodalom

Benkovics E., Ivicsics-Dienes V., Fritz P., Marczinka Z., Ökrös Cs., Pozsonyi Zs., Schandl G., Schuth G. (2019): *Erőnléti edzés a kézilabdázásban*. Kék Európa Stúdió, Budapest.

- Buckthorpe, M., Morris, J., Folland, J.P. (2012): Validity of vertical jump measurement devices. *Journal of Sports Sciences*, **30**: 1. 63-69.
- Castro-Piñero, J., Ortega, F.B., Artero, E.G., Girela-Rejón, M.J., Mora, J., Sjöström, M., Ruiz, J.R. (2010): Assessing muscular strength in youth: Usefulness of standing long jump as a general index of muscular fitness. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **24**: 7. 1810-1817.
- Chaabene, H., Negra, Y., Moran, J., Prieske, O., Sammoud, S., Ramirez-Campillo, R., Granacher, U. (2021): Plyometric training improves not only measures of linear speed, power, and change-of-direction speed but also repeated sprint ability in young female handball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **35**: 8. 2230-2235.
- Chelly, M.S., Hermassi, S., Aouadi, R., Khalifa, R., Van den Tillaar, R., Chamari, K., Shephard, R.J. (2011): Match analysis of elite adolescent team handball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **25**: 9. 2410-2417.
- Chelly, M.S., Hermassi, S., Aouadi, R., Shephard, R.J. (2014): Effects of 8-week in-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **28**: 5. 1401-1410.
- Chu, D. (1998): *Jumping Into Plyometrics*. 2nd edition. Human Kinetics, Champaign, 33-36.
- Dubecz J. (2009): Általános edzéselmélet és módszertan. Rectus Kft, Budapest, 161-190.
- Eduardo de Villarreal, E.S., Kellis, E., Kraemer, W.J., Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: A meta-analysis. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **23**: 2. 495-506.
- Fernandez-Fernandez, J., Saez de Villarreal, E., Sanz-Rivas, D., Moya, M. (2016): The effects of 8-week plyometric training on physical performance in young tennis players. *Pediatric Exercise Science*, **28**: 1. 77-86.
- Gaamouri, N., Hammami, M., Cherni, Y., Rosemann, T., Knechtle, B., Chelly, M.S., Van den Tillaar, R. (2023): The effects of 10-week plyometric training program on athletic performance in youth female handball players. *Frontiers in Sports and Active Living*, **5**: 1193026.
- Gauthier, A., Davenne, D., Martin, A., Van Hoecke, J. (2001): Time of day effects on isometric and isokinetic torque developed during

- elbow flexion in humans. *European Journal Applied Physiology*, **84**: 3. 249-252.
- Gorostiaga, E.M., Granados, C., Ibañez, J., González-Badillo, J.J., Izquierdo, M. (2006): Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **38**: 2. 357-366.
- Hinshaw, T.J., Stephenson, M.L., Sha, Z., Dai, B. (2018): Effect of external loading on force and power production during plyometric push-ups. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **32**: 4. 1099-1108.
- Hunter, J.P., Marshall, R.N., McNair, P.J. (2005): Relationships between ground reaction force impulse and kinematics of sprint-running acceleration. *Journal of Applied Biomechanics*, **21**: 1. 31-43.
- Jeffreys, M.A., De Ste Croix, M.B.A., Lloyd, R.S., Oliver, J.L., Hughes, J.D. (2019): The effect of varying plyometric volume on stretch-shortening cycle capability in collegiate male rugby players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **33**: 1. 139-145.
- Komi, P.V. (2000): Stretch-shortening cycle: A powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, **33**: 10. 1197-1206.
- Lockie, R. (2018): Sprint testing. In: *Performance assessment in strength and conditioning*. Routledge, London, 177-139.
- Luteberget, L.S., Trollerud, H.P., Spencer, M. (2018): Physical demands of game-based training drills in women's team handball. *Journal of Sports Sciences*, **36**: 5. 592-598.
- McMahon, J.J., Lake, J.P., Suchomel, T.J. (2018): Vertical Jump Testing. In: *Performance assessment in strength and conditioning*, Routledge, London, 96-116.
- Michalsik, L.B., Madsen, K., Aagaard, P. (2014): Match performance and physiological capacity of female elite team handball players. *International Journal of Sports Medicine*, **35**: 7. 595-607.
- Moran, J., Ramirez-Campillo, R., Liew, B., Chaabene, H., Behm, D.G., García-Hermoso, A., Granacher, U. (2021): Effects of vertically and horizontally orientated plyometric training on physical performance: A meta-analytical comparison. *Sports Medicine*, **51**: 1. 65-79.
- Mungovan, S.F., Peralta, P.J., Gass, G.C., Scanlan, A.T. (2018): The test-retest reliability and criterion validity of a high-intensity, netball-specific circuit test: The Net-Test. *Journal of Science and Medicine in Sport*, **21**: 12. 1268-1273.
- Nimphius, S., Callaghan, S.J., Bezodis, N.E., Lockie, R.G. (2018): Change of Direction and Agility Tests: Challenging our current measures of performance. *Strength and Conditioning Journal*, **40**: 1. 26-38.
- Póvoas, S.C., Seabra, A.F., Ascensão, A.A., Magalhães, J., Soares, J.M., Rebelo, A.N. (2012): Physical and physiological demands of elite team handball. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **26**: 12. 3365-3375.
- Ramirez-Campillo, R., Álvarez, C., García-Hermoso, A., Ramírez-Vélez, R., Gentil, P., Asadi, A., Izquierdo, M. (2018): Methodological characteristics and future directions for plyometric jump training research: A scoping review. *Sports Medicine*, **48**: 5. 1059-1081.
- Singla, D., Hussain, M.E., Moiz, J.A. (2018): Effect of upper body plyometric training on physical performance in healthy individuals: A systematic review. *Physical Therapy in Sport*, **29**: 51-60.
- Spieszny, M., Zubik, M. (2018): Modification of strength training programs in handball players and its influence on power during the competitive period. *Journal of Human Kinetics*, **63**: 149-160.
- Thomas, R., Roger, W. (2008): *Essentials of Strength Training and Conditioning*. 3rd Edition. Human Kinetics, Champaign.
- Tóth J.P., Dobos K., Győri T., Horváth D., Sáfár S. (2021): Korosztályos teniszezők irányváltóztatással való futógyorsaságának és az ehhez kapcsolódó fizikai képességeknek a fejlesztése pliometrikus edzésmódszerrel. *Magyar Sporttudományi Szemle*, **92**: 51-58.
- Turner, A., Comfort, P. (2022): *Advanced Strength and Conditioning: An Evidence-based Approach*. 2nd edition. Routledge, London, 365-390.
- Wilson, G.J., Murphy, A.J., Giorgi, A. (1996). Weight and plyometric training: Effects on eccentric and concentric force production. *Canadian Journal of Applied Physiology*, **21**: 4. 301-315.