

UTÁNPÓTLÁSKORÚ KÉZILABDÁZÓK VIZSGÁLATA ÉS FEJLESZTÉSE TÖRZS- ÉS ALSÓ VÉGTAGI STABILITÁS SZEMPONTJÁBÓL

Janzsó Dominika, Horváthné Tóth Bettina

Absztrakt

Bevezetés: A sportban egyre gyakrabban fordulnak elő sérülések, amelyek jelentősen megterhelik a sportolók fizikai és lelki állapotát. A sérülékenység csökkentése, illetve a sérülés elkerülése végett egyre fontosabbak a preventív tréningek.

Célkitűzés: Jelen kutatásunk célja egy neuromuszkuláris tréningprogram hatásának vizsgálata utánpótlás korú kézilabdázók körében.

Módszer: A prospektív vizsgálatot 2023 januárja és 2024 januárja között végeztük. 40 utánpótlás korú kézilabdázóból kiszűrtünk 17 lányt ($12,35 \pm 1,00$ év) és 17 fiút ($13,59 \pm 0,51$ év) ($n=34$). Alkalmazott módszertan: Flamingó teszt, Plank teszt, Y-balance teszt és egy lábas guggolás teszt. A méréseket a fiúk esetében tréning előtt és tréning után mértük fel, míg a lányok esetében utánkövetést is végeztük. Mozgásprogram: 6 héten keresztül, heti 2-szer 30 perc. Alkalmazott statisztika: leíró, Kolmogorov-Smirnov teszt, párosított t-próbát/ Wilcoxon teszt, kétmintás t-próbát/Mann-Whitney teszt, Ismételt mérések ANOVA teszt/Friedman teszt. (MS Office 2016 Excel, SPSS v. 29, $p < 0,05$).

Eredmények: A mozgásprogramot követően szignifikáns javulást tapasztaltunk a statikus egyensúlyban ($p=0,002$; $p < 0,001$) és sérüléskockázatban ($p=0,001$; $p < 0,001$) mind a két alsó végtagra nézve, a törzsizomerőben ($p < 0,001$), valamint a dinamikus térd valgus tengelyállás mértékét tekintve ($p < 0,001$). A lányok esetében utánkövetés is történt, ahol még a mozgásprogramot követő 6 héttel a sérüléskockázat és a statikus egyensúly eredményei szignifikánsan jobbak voltak a tréning előtti méréshez képest. ($p < 0,05$) A törzsizomerő és a dinamikus térd valgus tengelyállás mértékét tekintve nem kaptunk az utánkövetés alkalmával szignifikáns eltérést. ($p > 0,05$)

Megbeszélés: A neuromuszkuláris tréningprogram hatására javult a sportolók statikus és dinamikus egyensúlya, a törzsizom ereje, a sérüléskockázata és a dinamikus térd valgus tengelyállás mértéke. A mozgásprogram hosszabb távon pozitív hatással volt a sérüléskockázat és statikus egyensúly eredményeire.

Kulcsszavak: neuromuszkuláris tréning, dinamikus térd valgus tengelyállás, kézilabda, sérüléskockázat

EXAMINATION AND DEVELOPMENT OF YOUTH HANDBALL PLAYERS FOR TRUNK AND LOWER LIMB STABILITY

Abstract

Introduction: Injuries are becoming increasingly common in sport and it can cause a significant strain on the physical and mental well-being of athletes. Preventive training is getting more important to reduce vulnerability and avoid injury.

Objective: The aim of the present study is to investigate the effects of a neuromuscular training programme in junior handball players.

Methods: The prospective study was conducted between January 2023 and January 2024. We selected 17 girls (12.35 ± 1.00 years) and 17 boys (13.59 ± 0.51 years) ($n=34$) from 40 post-school age handball players ($n=34$). Methodology used: Flamingo test, Plank test, Y-balance test and one-leg squat test. Measurements were recorded before and after training for boys and for girls a follow-up was done as well. Exercise programme: 30 minutes 2 times a week for 6 weeks. Statistics used: descriptive, Kolmogorov-Smirnov test, paired t-test/Wilcoxon test, two-sample t-test/Mann-Whitney test, repeated measures ANOVA test/Friedman test (MS Office 2016 Excel, SPSS v. 29, $p < 0.05$).

Results: Following the exercise program, significant improvements in static balance ($p=0.002$; $p < 0.001$) and injury risk ($p=0.001$; $p < 0.001$) were observed for both lower limbs, in core muscle strength ($p < 0.001$) and in dynamic knee valgus ($p < 0.001$). Follow-up was also done for the girls, where even at 6 weeks after the exercise program, injury risk and static balance scores were significantly better compared to pre-exercise measurements ($p < 0.05$) No significant difference was obtained at follow-up for trunk muscle strength and dynamic knee valgus ($p > 0.05$)

Discussion: The neuromuscular training program improved the athletes' static and dynamic balance, core muscle strength, injury risk and dynamic knee valgus. The exercise programme had a positive effect on injury risk and static balance outcomes in the longer term.

Keywords: neuromuscular training, dynamic knee valgus, handball, injury risk

Bevezetés/célkitűzés

A sport egyre fontosabb szerepet tölt be az emberek életében. Napjainkban a testmozgás a fizikai aktivitás és a teljesítmény fokozás miatt, jelentős fontossággal bír. Személyenként változik az, hogy ki miért választ fizikailag aktív életet, vannak, akik hobbiból, mások kikapcsolódás miatt, vagy az egészségük megőrzése érdekében üznek bizonyos mozgásformákat, míg sokaknak maga az élsport jelenti a megélhetést, tehát a biztos anyagi

forrást, ám vannak olyanok is, akiket a betegségük szinten tartása motivál a fizikai erőnlétük fenttartására, növelésére. Bár a testmozgás számos egészségügyi előnnyel jár, például csökkenti a krónikus betegségek kialakulását és a halálozás kockázatát mindemellett a sporthoz való hozzájárulás növeli a sérülések kockázatát. Az élsport olyan komoly terheléseket ró a sportolókra, amelyek következményeként az akut sérülések kialakulása sokkal gyakoribb. Ezek kialakulását csak növeli a rájuk helyezett nagy nyomás, a stressz, a teljesítménykényszer és a figyelmetlenség. A trauma bekövetkezése a játékost lelkileg is nagyon megterheli, mindemellett a csapat is megérzi a kiesett társuk hiányát, ami negatív irányba befolyásolhatja a jövőbeli eredményeket, ezáltal a csapat sikerességét is megingathatja. Az egyesületre is kihatással van egy sérülés, mivel ez szociális és gazdasági nehézségeket okoz nekik, azáltal, hogy a problémát diagnosztizálni kell majd az azt követő terápia is magas költségekkel járhat.

(1) Manapság minden sportágban megnövekedett a traumák száma. Ezek a mozgásrendszert érintő károsodások negatívan befolyásolhatják egy ember egészségét, akár a pályafutásuk, sportkarrierjük végét is jelenthetik, rosszabb esetben rokkantsággal járhatnak. A csapatsportokban, mint például a kézilabda, kosárlabda, labdarúgás, jégkorong szinte elkerülhetetlen a sérülés kialakulása. A szervezetet érintő traumákat tekintve a kézilabda az egyik legmagasabb rizikófaktorral rendelkező sportág. Rangsorolva a labdás csapatsportokat, a kézilabdát, a sérülések számát és súlyosságát tekintve az első öt hely egyikére tehetjük. A mozgásszervi traumák esetében ennél a labdajátéknál megkülönböztetünk belső kockázati tényezőket: életkor, nem, korábbi sérülések; valamint külső kockázati tényezőket: játékhelyzet, felszerelés, expozíciós tényezők: idő, a csapatban elfoglalt hely, verseny szint; edzési tényezők: típusát, ütemét, intenzitását. Megemlíthetünk még környezeti tényezőket is, ami lehet a játéktér típusa, időjárási viszonyok és az évszakok. (2)

A kézilabda egy olyan csapatsport, amelyet 40x20 m-es pályán játszanak, és egy standard mérkőzés 2x30 perces játékrészekből áll. A meccs során a kézilabdázók szakaszosan nagy intenzitású tevékenységeket folytatnak, ahol gyors irányváltó feladatokat hajtanak végre több összetett mozgás kíséretében, mint például a sprint, ugrás, dobás, ütközés, blokkolás és lökés. Ebben a sportágban az aerob edzettség mellett más paraméterek, mint az anaerob erő, sebesség, agilitás és a sportág specifikus készségek is befolyásolják a teljesítményt. (3)

A nagy intenzitás, a gyors irányváltások, a folytonos előre és hátra futás, oldalirányú mozgások, ugrások, fordulás és kitámasztások, valamint a játékosok közötti testi kontaktok és ütközések miatt, nehéz elkerülni a komoly traumás sérüléseket, ami leginkább az alsó végtagot érinti. Korábbi kutatások kimutatták, hogy a sérülések 84%-a játékosok közötti közvetlen érintkezés során következik be, növeli a rizikót az, hogy a sportolók főleg az élsportolók, nem csak a

klubversenyeken, hanem a válogatott versenyeken is jelen vannak, így szezononként átlagosan 70-100 mérkőzésen vesznek részt, ami miatt az edzésszámuk is folyamatosan növekszik, ez pedig gyakran vezet túlterheléses, úgynevezett fáradásos sérüléshez. (4) A traumák leggyakrabban a térdet (47,5%), és a bokát (18,9%) érintik. (2) A sérülések a fiatalok körében, fokozottan a 15-18 éves korosztályban növekedtek, mivel ebben a korban van a legnagyobb különbség az izomerő és a koordináció között, emiatt komoly hangsúlyt fektetnek az edzők és a szakértők a propriocepciós tréning bevezetésére az edzések keretein belül. (4) Egy-egy komolyabb sérülés könnyen jelentheti akár a profi, akár az amatőr játékosok pályafutásának végét. A sérülések csökkentése céljából számos hazai (5) és nemzetközi (4,6) kutatás kezdett el foglalkozni, a neuromuszkuláris tréning hatékonyságának a vizsgálatával, melyek bizonyítottan csökkentik a sérülések kialakulásának rizikófaktorait. Tudományos vizsgálatok bizonyítják a proprioceptív tréning, az egyensúlyozó gyakorlatok, a plyometrikus gyakorlatok a dinamikus és statikus gyakorlatok sérülésmegelőző hatását, valamint az erő, a rugalmasság és a koordináció fejlesztése is hozzájárul az alsó és a felső végtag sérüléstől való megóvásához. (5) A kutatók azt is alátámasztották, hogy a preventív tréningnek pozitív hatása van a dinamikus térd valgus tengelyállásra, aminek megléte szintén növelheti a sérülés kockázatát. A nők körében gyakoribb ennek a problémának a kialakulása, így esetükben gyakrabban fordulnak elő alsó végtagot érintő sérülések. (6) A térd-sérülések, a keresztszalag szakadások az alsó végtag nem megfelelő működésére utalnak. Ennek alapja a fokozott térd valgus helyzete, aminek oka a combizomgyengeség. Nem mehetünk el amellett sem, hogy a core izom erejének milyen hatásai vannak az alsó végtag stabilitására. A csökkent izomerő hatására gyakoribbak lesznek a térd, illetve boka sérülések. Ennek érdekében ma már egyre több csapat beépítette az edzéseibe a specifikus core izomerősítő programot. (7)

A vizsgálatunk célja az volt, hogy hazai és a nemzetközi szakirodalmak alapján alkalmazzunk egy proprioceptív- és core izomerősítő tréning programot, az utánpótlás korú kézilabdázók körében és értékeljük annak hatékonyságát az alsó végtag stabilitása, a törzs izomereje szempontjából a statikus és a dinamikus egyensúlyra, illetve a dinamikus térd valgus tengely állására vonatkozóan, csökkentjük a sportolók sérüléskockázatának arányát, valamint összehasonlítsuk a tréning előtt felmért eredményeket a tréningprogram után kapott eredményekkel. A neuromuszkuláris tréning hatására feltételeztük, hogy a sérülések elkerülhetőbbek lesznek, illetve, hogy az izomerő, egyensúly és a stabilitás, valamint a dinamikus valgus állás szignifikánsan javulni fog, a sérüléskockázat pedig csökken.

Anyagok és módszerek

A prospektív vizsgálatot 2023 januárja és 2024 januárja között végeztük a Nagykanizsai Tungsram Sportegyesület kézilabdásai körében. 40 utánpótlás korú kézilabdázóból kiszűrtünk 17 lányt ($12,35 \pm 1,00$ év) és 17 fiút ($13,59 \pm 0,51$ év) ($n=34$). Beválasztási kritériumként meghatároztuk, hogy az egyén életkora 10-15 év közé essen, fokozott dinamikus térd valgus tengelyállással rendelkezzen, és igazolt sportoló legyen.

Kizárási kritériumnak számított, ha a játékos olyan sérülést szenvedett, amely hatással volt a gyakorlatok helyes kivitelezésére, vagy az elmúlt egy évben történt komolyabb sérülése, illetve műtéten esett át. Nem vehetett részt a kutatásban az a játékos, akinek egyéb mozgásszervi, vagy olyan neurológiai kórképe volt, ami befolyásolta volna az eredményeket, valamint a tréning több, mint 20%-ról hiányzott. A tréningprogramot megelőző felméréseket: Flamingó teszt, Plank teszt, Y-balance teszt és egy lábas guggolás tesztet a tréning előtt egy héttel hajtottuk végre, majd a hat hetes program után is felmértük a sportolókat és a lányok esetében utánkövetést is végeztünk a visszamérés után 6 héttel.

Flamingó tesztet alkalmaztunk az alsó végtag statikus egyensúlyának a felmérésére. Ehhez elkészítettünk egy 50 cm hosszú, 4 cm széles és 3 cm magas szabványméretű fából készült rudat. A teszt során a résztvevőknek az egy perc alatt bekövetkező egyensúlyvesztéseiknek a számát mértük le. A feladatot úgy kellett végrehajtani, hogy az alanyok egy lábon álltak a rúdon, a támaszkodólábuk oldalán levő kezükkel kapaszkodhattak addig, amíg az egyensúlyukat megtalálták. Az ellenoldali lábat térdben behajlítva, hátra húzva kellett megtartaniuk. A támaszkodó lábbal azonos oldali kézzel a helyes pozíció felvételéig kapaszkodhattak, majd az óra elindítása után szabadon egyensúlyozhattak. A stopperórát megállítottuk, ha a résztvevő kibillent az egyensúlyából, letette a lábát, kapaszkodott és újra indítottuk, ha ismét felvette a helyes pozíciót. Ezalatt, amíg nem telt le az egy perc végig számoltuk az egyensúlyvesztések számát, amit végül egy táblázatban rögzítettünk. Mind a kettő alsó végtag esetében elvégeztük a tesztet.(5)

Plank teszt során a törzs izomerejét mértük fel. A teszt segítségével megtudtuk határozni, hogy a sportolók mennyi ideig képesek izometrikusan helyesen megtartani az alkar-lábujjhegy helyzetet. Kiindulól helyzet: a karok alkaron támaszkodnak, a könyök a váll alatt helyezkedik el, alkarok párhuzamosak, tenyerek a talaj felé néznek, törzs egyenes, hasizom és a farizom feszít, tekintet talaj fele néz, nyak a törzs folytatása, térdek nyújtva, lábak lábujjhegyen támaszkodnak. Ha a helyes testhelyzetet felvette az alany, elindítottuk a stopperórát és egészen addig mértük az időt, ameddig ezt a pozíciót fenn tudta tartani. A stopperórát megállítottuk minden olyan esetben, ha az alany a derekát leengedte, vagy a fenekét felemelte, illetve ha a törzsével elfordult. A kapott eredményeket percben rögzítettük. (5)

Y-balance teszt során mértük fel az alsó végtag stabilitását és dinamikus egyensúlyát, illetve a domináns- és nem domináns alsó végtag sérüléskockázatának százalékos arányát. A mérés végrehajtásához nem állt rendelkezésünkre a szükséges hivatalos mérőeszköz, így a csövek helyett Y alakban ragasztószalaggal húzott (a hátulsó szárok egymással 90-os szöget, az elülső szárral pedig 135°-os szöget zártak be), vonalak mentén kértük a teszt végrehajtását. A pontos adatok leolvasása érdekében, centiméterszalagot ragasztottunk a már lehelyezett vonalakra. A sportolók feladata az volt, hogy egy lábon állva támaszkodólábukkal álljanak az Y szárok találkozási pontjára, majd innen anterior, posteromedialis és posterolateralis irányokba minél messzebbre nyújtózzanak el, és a végponton érintsék meg ujjukkal a szalagot. Kiindulóhelyzet: egyenes testtartás mellett, támaszkodóláb I. metatarsusa az Y szárok találkozási pontján legyen, úgy, hogy az arc az anterior szár fele nézzen, kezek csípőn legyenek, tekintet előre nézzen, törzs egyenes maradjon, ne forduljon el. A tesztet mindkét alsó végtaggal el kellett végezni, és minden irányba 3 próbálkozásra volt lehetőség, amelyek közül a legjobb eredmény rögzítettük. A tesztet sikertelennek tekintettük és újra el kellett a résztvevőnek végeznie, ha nem tudta megtartani a kiinduló helyzetet tehát a törzse elfordult, túlságosan előre vagy hátra hajolt, a kezét levette a csípőjéről, a nyújtózó lábával letámaszkodott, illetve ha bármilyen más módon kompenzáló mozgást végzett. A sportolók alsó végtag hosszát lemértük (SIAS – belboka távolsága) és a kapott eredményeket cm-ben meghatározva egy táblázatba rögzítettük. A kapott eredmények alapján kiszámítottuk a sportolók sérüléskockázatának százalékos értékét a kutatásokban leírt képlet alapján, $\{(anterior+posteromedialis+posterolateralis/3 \times \text{alsó végtag hossz}) \times 100\}$, valamint az elnyúlás mértékét is értékeltük minden irányba, mind a két alsó végtag esetében. (8)

A dinamikus térd valgus tengelyállásának a tesztelésére egylábas guggolás tesztet alkalmaztunk, amit videó formájában rögzítettünk. A vizsgálat során felhívtuk a résztvevők figyelmét arra, hogy a cipőjüket illetve a zoknijukat vegyék le, tegyék csípőre a kezüket, előre nézzenek, és a törzsük legyen egyenes. Miután felvették ezt a pozíciót egylábra álltak, és hajlították a térdüket. Mind a kettő alsó végtag esetében elvégeztettük ezt a folyamatot 3 ismétlés számmal. A folyamatról videót készítettünk. Az elemzés során a három guggolást darabonként elemeztük, úgy, hogy a legmélyebb pontot fotó formájában rögzítettük és Kinovea programmal vizsgáltuk, majd az így kapott szögérték adatokat átlagoltuk és a kapott eredményekkel számoltunk.

Az előzetesen felmért 17 lány és 17 fiú sportolónál, ugyanazt a tréningprogramot hajtottuk végre. A résztvevőket nemük alapján csoportokra bontottuk. A sportolóknál egy proprioceptív tréningprogramot alkalmaztunk, amihez Dr. Rátgéber László: Sportsérülések primer

prevenciója című könyvét (1) használtuk, úgy, hogy a tréninget kézilabda specifikusra módosítottuk, a feladatoknál a szerzők által megadott időintervallumokat csökkentettük és törzs erősítő gyakorlatokkal bővítettük. Az alkalmazott tréningprogramot 6 héten keresztül, heti 2 alkalommal a kézilabda edzések időpontjában végeztük, az edzések elején, a csapatok bemelegítése után. A foglalkozás 30 percet vett igénybe (20 percet a proprioceptív tréning és 10 percet a Plank gyakorlatsor), a feladatokat a fokozatosság elve alapján nehezítettük, majd a tréning végeztével folytatódott a sportágspecifikus edzés a szakedzőkkel.

Dr. Rátgéber L. és társai (1) által megfogalmazott mozgásprogram kilenc alapgyakorlatot foglal magába, amik az alsó végtagot terhelik, és folyamatosan ismétlődnek. A sportolók az első alkalommal tájékoztatást kaptak az edzések menetéről illetve a fő gyakorlatokról, valamint az azokhoz alkalmazandó eszközökről. A feladatokat minden esteben zokni és cipő nélkül kellett végrehajtaniuk. Az első három hétnek a célja az volt, hogy a sportolók megismerkedjenek az alapgyakorlatokkal, és azoknak a helyes kivitelezésével, ezalatt az idő alatt csak a talajon dolgoztak. A feladatokat a fokozatosság elve szerint nehezítettük, illetve a vizuális kontroll kikapcsolásával. A negyedik héttől megváltozott a tréningprogram menete, bevezetésre kerültek az instabil felszínek (bosu, dynair), amivel a célunk az volt, hogy csökkentsük az alátámasztási felszínt, ezáltal nagyobb koncentrációra, egyensúlyozóképességre és erő kifejtésre legyen szüksége a sportolóknak. (1. táblázat)

Minden torna végén a törzs izomerőt plank gyakorlatokkal erősítettük. A Plank gyakorlatsor az egész tréningprogram során megtartotta az alkar támaszos illetve a nyújtott könyökös feladatokat ezek voltak a kezdő és a záró gyakorlatok, közben a közbe eső gyakorlatokat cserélgettük (oldalsó plank helyzet, jobb- bal kar/láb kitartás, helyben séta, láb hashoz húzás), és a tartás hosszával, pihenő idő elhagyásával nehezítettük. (2. táblázat)

A statisztikai elemzés során leíró statisztika közül átlagot, szórást, minimumot, maximumot számoltunk. Normalitás vizsgálatot Kolmogorov-Smirnov tesztel vizsgáltunk. Parametrikus próbák közül Párosított T-próbát, Kétmintás T-próbát, ANOVA-t és Pearson-féle korrelációs számítást használtunk. A nem parametrikus próbák esetében Wilcoxon-tesztet, Mann-Whitney tesztet és Friedman Tesztet alkalmaztunk. A szignifikancia szintet $p < 0,05$ értéknél határoztuk meg.

Az adatok rögzítésére, a statisztikai elemzésekre valamint az ábrák elkészítéséhez Microsoft Office 2016 Excel programját, illetve SPSS 29.0.2.0-es verzióját használtuk.

Eredmények

A vizsgálatban résztvevő 34 utánpótláskorú kézilabdázó (átlag életkor: $12,97 \pm 1,00$ év;

magasság: $167,18 \pm 8,70$ cm; testsúly: $57,47 \pm 13,42$ kg), a sportágban eltöltött éveik száma átlagosan $3,79 \pm 1,74$. A 34 fős mintanagyságunkból 17 fő nő (átlag életkor: $12,35 \pm 1,00$ év; magasság: $164,35 \pm 9,00$ cm; testsúly: $55,82 \pm 13,41$ kg) átlagosan $3,53 \pm 1,55$ éve kézilabdázott, valamint 17 fő férfi (átlag életkor: $13,59 \pm 0,51$ év; magasság: $170,00 \pm 7,62$ cm; testsúly: $59,12 \pm 13,62$ kg) átlagosan $4,06 \pm 1,92$ éve kézilabdázott.

Az Y-Balance teszt esetében vizsgáltunk sérüléskockázatot a domináns alsó végtag (dobókarral ellentétes alsó végtag) és a nem domináns alsó végtag (dobókarral azonos oldali alsó végtag) tekintetében is, a következő képlet alapján: $(\text{anterior} + \text{posteromedialis} + \text{posterolateralis} / 3 \times \text{alsó végtag hossz}) \times 100$, az így kapott szám százalékos értéke minél nagyobb, annál kisebb a sérülés kockázata.

A mintánkat tekintve ($n=34$) a sérüléskockázat százalékos értéke domináns alsó végtag esetében a tréning előtt átlagban $91,21 \pm 7,56\%$, ami a tréning után $95,87 \pm 8,54\%$ nőtt. A normalitás vizsgálatot követően a domináns alsó végtagon párosított t-próbával összevetve a tréning előtti és utáni értékeket, azt kaptuk, hogy az alanyok sérüléskockázatát tekintve szignifikánsan csökkent a kockázat ($p=0,001$). A nem domináns alsó végtag tréning előtt átlagban $89,57 \pm 7,56\%$ sérüléskockázati pont érték volt, míg a tréning után ez az átlag $95,17 \pm 8,52\%$ értékre csökkent. A nem domináns alsó végtag esetében párosított t-próbával vizsgálva az eredményeket szintén szignifikáns javulást értünk el ($p<0,001$). (1. ábra)

A Plank tesztel felmértük a törzs izomerejének változását. A mintánkat tekintve ($n=34$) a tréning előtt átlagba $107,29 \pm 35,41$ másodperc volt, ami a tréning után $145,06 \pm 57,31$ másodpercre növekedett. A tréning előtt a legrövidebb kitartási idő 59 másodperc volt, míg a leghosszabb 219 másodperc, ezek az értékek a beavatkozási időszak végére 66 másodpercre illetve 275 másodpercre növekedtek. A normalitás vizsgálatot követően a méréseket Wilcoxon-tesztel vetettük össze, ami szignifikáns javulást mutatott a törzs izomerejét tekintve ($p<0,001$). (2. ábra)

Az egy lábas guggolás tesztel a dinamikus térd fokozott valgus tengelyállását mértük fel. A mintánkat tekintve ($n=34$) a domináns alsó végtagonál tréning előtt átlag $13,31 \pm 8,41$ fok eltérés volt, ami a tréning végére $7,76 \pm 6,79$ fokra csökkent. Normalitás vizsgálatot követően a domináns alsó végtagon párosított t-próbával összevetve a tréning előtti és utáni értéket, azt kaptuk, hogy a sportolók dinamikus térd valgus tengelyállása szignifikánsan javult a mozgásprogram hatására ($p<0,001$). A nem domináns alsó végtag tréning előtt átlag $13,00 \pm 6,96$ fokos eltérést mutatott, ami a tréning után $8,44 \pm 6,37$ fokra csökkent. Normalitás vizsgálatot követően, Wilcoxon-tesztet alkalmaztunk a tréning előtti és utáni eredmények összevetésére, amiből azt az eredményt kaptuk, hogy a nem domináns alsó végtag esetében is szignifikáns

javulás történt ($p < 0,001$). (3. ábra)

A sportolók statikus egyensúlyának mérésére Flamingó tesztet alkalmaztunk. A mintánkat tekintve ($n=34$) a domináns alsó végtag esetében a tréning előtt átlagban $11,21 \pm 4,33$ hiba volt, ami a tréning után $8,74 \pm 5,94$ csökkent. Az összes egyensúlyvesztés a tréning előtt 381 volt, ami a tréning után 297-re csökkent. Normalitás vizsgálatot követően a domináns alsó végtagon Wilcoxon-tesztel összevetve a tréning előtti és a tréning utáni eredményeket, azt kaptuk, hogy a résztvevők statikus stabilitása szignifikánsan javult a mozgásprogram hatására ($p=0,002$).

A nem domináns alsó végtag esetében a tréning előtti átlag $10,68 \pm 4,43$ hiba volt, míg a tréning után ez az átlag $7,59 \pm 6,22$ hibára csökkent. Az összes egyensúlyvesztés az első mérés alkalmával 363 volt, ami a második mérésre 258-ra csökkent. A nem domináns alsó végtag esetében párosított t-próbával vetettük össze a tréning előtt és után kapott eredményeket, amelyek szignifikáns javulást mutattak ($p < 0,001$). (4. ábra)

Kutatásunk során a lányok esetében ($n=17$) a Plank teszt és a domináns alsó végtag tréning előtt mért eredményei alapján összefüggés vizsgálatot végeztünk. A korreláció vizsgálat elvégzése után szignifikáns összefüggést tapasztaltunk ($r=0,500$; $p=0,041$) a törzs izomereje és a domináns alsó végtag sérüléskockázata között (5. ábra).

A lányok esetében 3 mérést végeztünk minden teszt tekintetében és ezek értékelésére Friedman tesztet használtunk. A sportolók statikus egyensúlyának mérésére Flamingó tesztet alkalmaztunk. A domináns alsó végtag esetében mind a tréning utáni ($p=0,006$), mind a program után 6 héttel ($p < 0,001$) mért eredmény szignifikánsan jobbnak bizonyult, a tréning előtt mért adatnál. A nem domináns alsó végtag esetében is hasonló eredményeket kaptunk és szignifikáns javulás volt megfigyelhető a tréning után ($p=0,018$), valamint 6 héttel a program után is ($p=0,002$). A törzs izomerő felmérésére Plank tesztet alkalmaztunk és azt az eredményt kaptuk, hogy közvetlen a tréning után az átlag szignifikánsan javult az első méréshez képest ($p=0,006$), ám ehhez képest 6 héttel a program után az eredmény értéke visszaesett ($p=0,030$). A dinamikus térd valgus tengelyállás vizsgálatára egy lábas guggolás tesztet alkalmaztunk, a domináns alsó végtag esetében a tréning utáni értékek szignifikánsan javultak ($p=0,006$), míg 6 héttel a program után nem történt szignifikáns változás. A nem domináns alsó végtag esetében is hasonlóan a domináns alsó végtaghoz csak a tréningprogram után volt szignifikáns javulás ($p=0,003$). A sérüléskockázat vizsgálatára Y-balance tesztet használtunk. A domináns alsó végtag esetében a tréning után szignifikáns javulást tapasztalunk ($p=0,018$), mely 6 héttel a program után még mindig látható volt ($p=0,002$). A nem domináns alsó végtag esetében szintén szignifikáns javulást értünk el tréning utáni eredmény tekintetében ($p=0,039$), és ez a javulás még 6 héttel a program után is fennállt ($p=0,001$). (6. ábra)

Megbeszélés

Az általunk kapott eredményeket összevetettük nemzetközi és hazai szakirodalmakkal is. Kutatásunk során azt az eredményt kaptuk, hogy annak a sportolónak, akinek a törzs stabilitása jobb volt, annak a domináns alsó végtagjának a sérüléskockázatának aránya is alacsonyabb volt ($r=0,500$; $p=0,041$). Hasonló eredményre jutott Bashir S. F. és szerzőtárai (9), akik szintén a törzs izomerejének hatékonyságát vizsgálták a dinamikus egyensúly és az agilitás tekintetében. Azt az eredményt kapták, hogy azok a sportolók, akik részt vettek a core tréningprogramon, azoknak javult a dinamikus egyensúlya és az agilitása ezáltal pedig csökkent a sérülés kockázata.

A tréningprogramunk hatására azt az eredményt kaptuk, hogy a törzs izomereje javult ($p<0,001$). Zalai D. és munkatársai (7) is hasonló eredményre jutottak, akik tanulmányukban a core izomfejlesztő és tartásjavító programot vizsgálták prevenció célból futballisták U15-ös csapatainál. A vizsgálat végén azt az eredményt kapták, hogy a prevenció core program hatására nő a törzs izomereje és ez bizonyítottan csökkenti a nem kontakt módon kialakuló sérüléseket.

Vizsgálatunk során azt az eredményt kaptuk, hogy a tréningprogram hatására javult a játékosok egyensúlya, amit a Flamingó teszt eredményekből bizonyítottunk: (domináns alsó végtag ($p=0,002$), nem domináns alsó végtag ($p<0,001$)). Hasonló eredményekre jutott Szmodics V. és társai (5), akik kutatásukban szintén Flamingó tesztet alkalmaztak az egyensúlyozó képesség felmérésére a programot megelőzően. A sérülésmegelőző tréningprogramjuk hatására, azt az eredményt kapták, hogy mind a két alsó végtag esetében javulás következett be.

Az egy lábas guggolás tesztrel a térd dinamikus valgus tengelyállásának mértékét határoztuk meg. Kutatásunkban azt az eredményt kaptuk, hogy a tréningprogram hatására mind a két alsó végtag esetében javult a sportolók dinamikus térd valgus tengelyállása ($p<0,001$). Hasonló eredményre jutott Schmidt M. és szerzőtársai (10), akik tanulmányukban a neuromuszkuláris tréningprogram hatását elemezték az alsó végtag tekintetében, fiatal női sportolók körében. Azt az eredményt kapták, hogy a tréningprogram hatására csökkent a dinamikus térd valgus állása. Szintén hasonló eredményre jutottak Zhao W. és társai (11), akik női tollaslabdázók körében vizsgálták a prevenció tréning alsó végtagi aszimmetriára vonatkozó hatását. Kutatásuk eredményeként azt kapták, hogy a mozgásprogram hatására javul az aszimmetria.

A vizsgálatunk során a lányok esetében utánkövetést is végeztünk. A tréning előtti és 6 héttel a tréning utáni eredményeket összevetve azt az eredményt kaptuk, hogy a legtöbb teszt esetében a tréning program után az eredmény szignifikánsan javult, azonban az utánkövetés időszakában

csak néhány mérés esetében maradt fenn ez az állapot. Ez a tréning rövidségére vezethető vissza, emiatt a jövőben ajánlatos lenne hosszabb programot végrehajtani.

Összefoglalás

Következtetésekként a kapott eredményeink alapján, elmondhatjuk, hogy a hat hetes proprioceptív- és core izomerősítő programunk hatékonynak bizonyult az alsó végtag stabilitása, annak statikus és dinamikus egyensúly javításában, valamint a dinamikus térd valgus tengelyállásának csökkentése tekintetében. A core tréning pozitív hatással volt a törzs izomerejének növelésében, ezáltal pedig csökkent az alsó végtag sérüléskockázatának aránya. A későbbiekben a kutatásunk még folytatható, annak érdekében, hogy még pontosabb adatokat kapjunk a sportolók fizikai állapotáról. Vizsgálatunkat ki lehetne egészíteni például a lumbális motoros kontroll felmérésével egyaránt, hogy még pontosabb képet kapjunk a sportolók törzs állapotáról, valamint egy hosszabb tréningprogrammal még hatékonyabb lenne a sérülések elkerülése.

Irodalomjegyzék

- (1) Rátgéber L, Imreh A, Molics B. Sportsérülések primer prevenciója. Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar, Pécs. 2015.
- (2) El Adl A. M, Abdel Hamied A. H, Sarraf B, Khafagy M. A, Prevalence and determinants of sports injuries among the Egyptian national handball players. The Egyptian Journal of Hospital Medicine. 2022; 89(1): 5639-5646.
- (3) Chen C, Chang C, Tseng W, Chiu C, Dai X, Ye X. Acute effects of different warm-up protocols on sports performance in elite male collegiate handball players. Journal of Strength and Conditioning Research. 2020; 36(8) 2262-2267.
- (4) Bojic I, Valdevit Z, Velickovic M. The causes and prevention of injuries in handball. TEME. 2020; 423.
- (5) Szmodics V, Busa M, Filó C, Csernák G, Tardi P, Molics B. Sérülésmegelőző program hatékonysága utánpótlás korú kézilabdázók körében. Sport- és Egészségtudományi Füzetek. 2020; 2(1), 18-31.
- (6) Letafatkar A, Rabiei P, Afshari M. Effect of neuromuscular training augmented with knee valgus control instructions on lower limb biomechanics of male runners. Physical Therapy in Sport. 2020; 43, 89-99.
- (7) Zalai D, Varga P, Várszegi J. Funkcionális core izomerősítő és tartásjavító program egyéves nyomonkövető vizsgálata U15-ös akadémiai labdarúgók körében. Magyar Sporttudományi

Szemle. 2014; 1(15(57)), 28-33.

(8) Faith Eris, Ergün Cakir, Ibrahim Cavusoglu, Nida Akyürek, Furkan Haykir. Comparison of lower and upper extremity Y balance test scores of some team and individual adolescent athletes. Journal of Pharmaceutical Negative Results. 2022; 3066-3072.

(9) Bashir S. F, Nuhmani S, Dhall R, Muaidi Q, I. Effect of core training on dynamic balance and agility among Indian junior tennis players. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. 2019; 32(2), 245-252.

(10) Schmidt M, Nolte K, Terschluse B, Willwacher S, Jaitner T. Positive influence of neuromuscular training on knee injury risk factors during cutting and landing tasks in elite youth female handball players. German Journal of Exercise and Sport Research. 2022; 53(1), 19-29.

(11) Zhao W, Wang C, Bi Y, Chen L. Effect of Integrative Neuromuscular Training for Injury Prevention and Sports Performance of Female Badminton Players. BioMed research international. 2021; 2021, 5555853

Táblázatok

Alapgyakorlatok			
	Gyakorlat	Kivitelezés	Ismétlésszám
1.	Lábujjhegyre állás két lábon	Páros lábon állás, csípőszéles terpeszben, kezek csípőn, sarok emelése	20 mp
2.	Fél guggolás – karok előre/magasba emelésével	Páros lábon állás, csípőszéles terpeszállás, kezek a csípőn, térd- és a csípő hajlítása, a comb vízszintes helyzetéig	20-20 mp
3.	Kitörés – (előre/hátra)	Páros lábon állás, kezek csípőn, jobb lábbal kilépés előre, hajlít mind a kettő térd, bal sarok elemelkedik a talajtól	20-20 mp
4.	Egy lábon állás – enyhe térdhajlítás/lábujjhegyre állás	Jobb lábon állás, bal láb megemelve tart, enyhén hajlít a térd. Jobb lábon állás, bal láb megemelve tart, lábujjhegyre állás jobb lábbal.	20-20 mp
5.	Egy lábon állás – két kézzel talaj érintés	Jobb lábon állás, bal láb megemelve tart, törzs előre hajlításával, két kézzel érint a talaj	20-20 mp
6.	Egy lábon állás – váltott kezes talajérintés	Jobb lábon állás, bal láb megemelve tart, törzs hajlítása mellett váltott kézzel érint a talaj	20-20 mp
7.	Egy lábon állás – nyújtózás másik lábbal előre/hátra/oldalra	Jobb lábon állás, kezek csípőn, jobb térd hajlítása közben, bal lábbal nyújtózás előre – sarok érinti a talajt; nyújtózás oldalra/hátra – öregujj érinti a talajt	20-20-20 mp
8.	Egy lábon állás – talajérintés elől/ oldalt/ hátul	Jobb lábon állás, bal láb megemelve tart, jobb térd hajlít, jobb kézzel érint a talaj elől, majd oldalt/hátul – megemelt végtag előre kiemelve nyújtva tart	20-20-20 mp
9.	Egy lábon állás – láblendítés: előre/hátra; kifele/befele	Jobb lábon állás, bal láb megemelve tart, kezek csípőn, levegőben tartott végtag lendítése folyamatosan előre/hátra; kifele/befele	20-20 mp

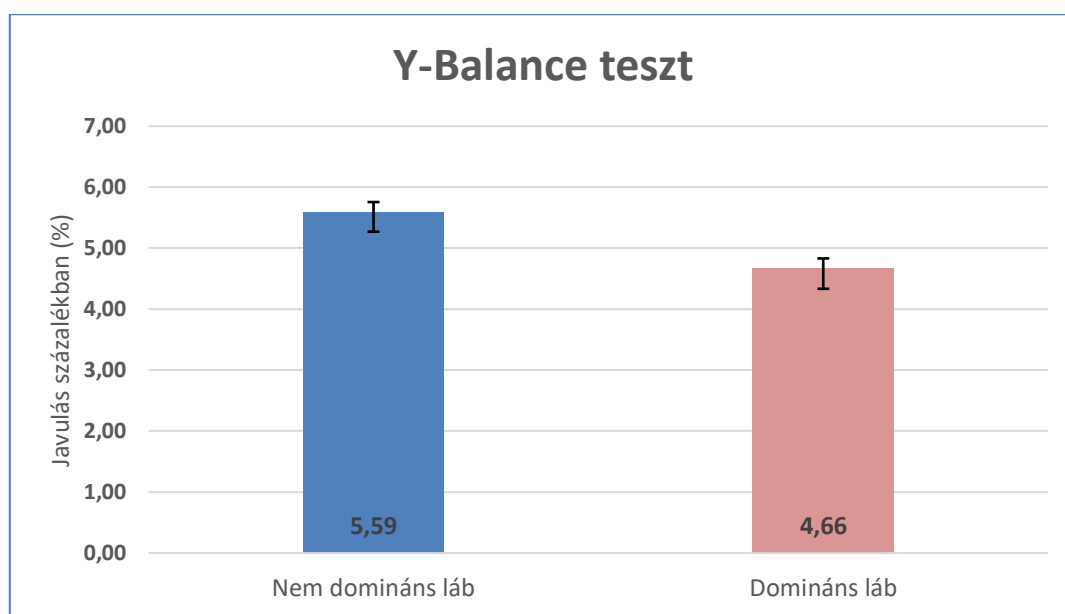
1. táblázat: Proprioceptív tréning alapgyakorlatok

Plank alapgyakorlatok			
	Gyakorlat	Kivitelezés	Ismétlésszám

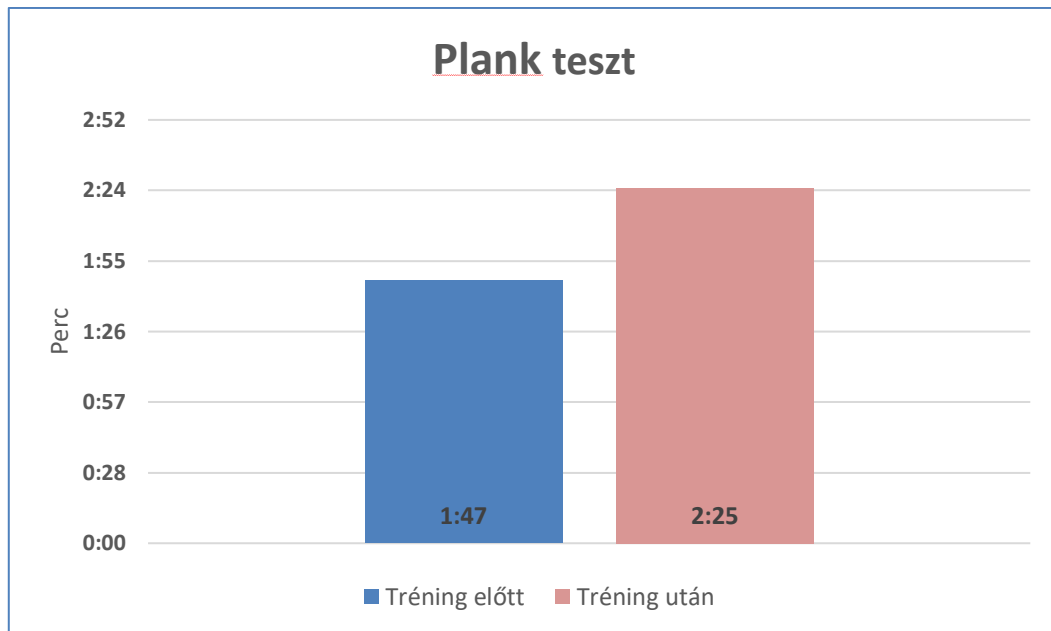
10.	Alkar – lábujjhegy pozíció	Alkartámasz, tenyér a matrac fele tekint, ujjak nyújtva előre néznek, törzs egyenes, lábujjhegyen támaszkodás	2x30 mp
11.	Tenyértámasz - lábujjhegytámasz	Nyújtott könyök mellett, tenyértámasz, törzs egyenes, fej nem lóg, nyújtott a térd lábujjhegyen támaszkodás	2x30 mp
12.	Alkartámasz – egyik alsó végtag levegőben tart	Alkartámasz, tenyér a matracon, ujjak nyújtva előre néznek, fej nem lóg, térd nyújtva, jobb láb talajtól elemelve megtart	2x30 mp
13.	Lábujjhegytámasz – egyik felső végtag nyújtva levegőben tart	Nyújtott könyök mellett, tenyér a matracon, fej tart nem lóg, törzs egyenes, nyújtott térdek mellett, lábujjhegy támasz, jobb/bal kar emelve tart	2x30 mp
14.	Oldalsó plank helyzet	Jobb alkar támasz, bal kar csípőn, törzs egyenes, fej a törzs vonalában, térd nyújtva, bal láb a jobb lábon	2x30 mp

2. táblázat: Plank alapgyakorlatok

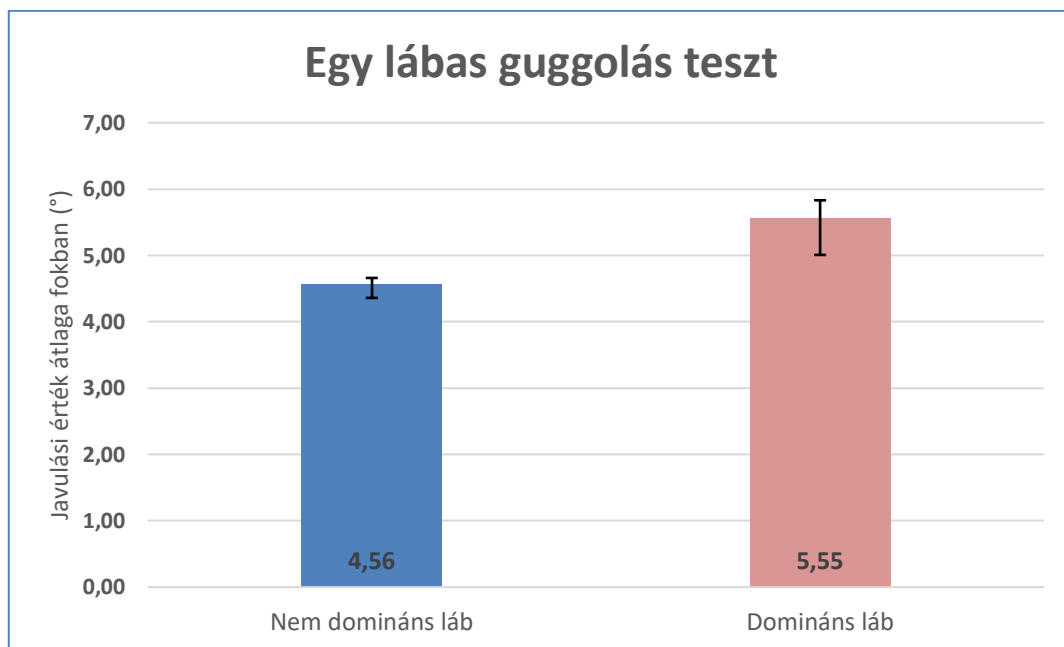
Ábrák



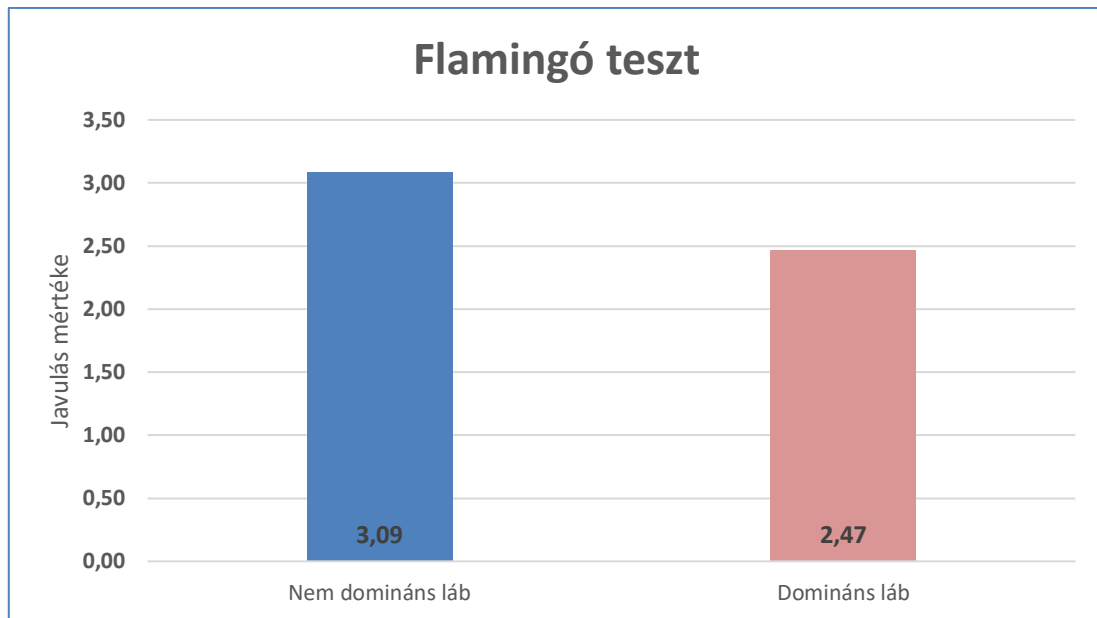
1. ábra: Y-balance teszt sérüléskockázatának százalékos javulási átlag értéke (n=34)



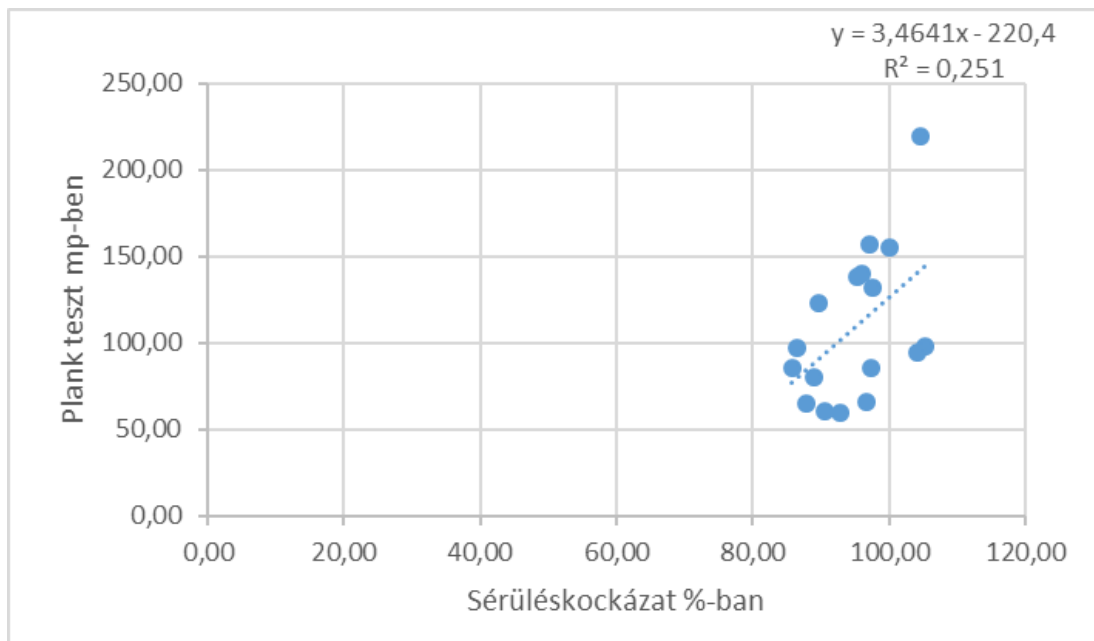
2. ábra: Plank teszt eredménye (n=34)



3. ábra: Egy lábas guggolás teszt tréning előtt és után mért eredmények átlagos javulási értéke (n=34)



4. ábra: Flamingó teszt tréning előtti és utáni egyensúlyvesztéseinek javulási átlaga (n=34)



5. ábra: Törzs izomerő és a domináns alsó végtag sérüléskockázatának összefüggés vizsgálata (n=17)

		Domináns láb			Nem domináns láb		
		Átlag	SD	p érték	Átlag	SD	p érték
Sérüléskockázat aránya (Y-Balance teszt)	I. mérés	95,09	6,28	I.-II.: $p=0,018$	92,59	6,22	I.II.: $p=0,039$
	II.mérés	100,35	7,89	I.-III.: $p=0,002$	99,25	8,09	I.-III.: $p=0,001$
	III. mérés	101,83	6,37	II.III.: $p=1,000$	102,11	6,75	II.III.: $p=0,690$
Statikus egyensúly (Flamingó teszt)	I. mérés	10,94	4,31	I.II.: $p=0,006$	9,88	3,28	I.-II.: $p=0,018$
	II.mérés	7,18	3,23	I.-III.: $p<0,001$	5,76	4,49	I.III.: $p=0,002$
	III. mérés	4,56	2,71	II.-III.: $p=0,368$	4,24	3,29	II.-III.: $p=1,000$
Térd valgus tengelyállás (Egy lábas guggolás teszt)	I. mérés	15,39	8,86	I.II.: $p=0,006$	15,24	8,64	I.-II.: $p=0,049$
	II.mérés	7,86	6,47	I.-III.: $p=0,910$	8,56	5,69	I.-III.: $p=1,000$
	III. mérés	11,54	7,16	II.-III.: $p=0,119$	11,55	6,74	II.-III.: $p=0,003$
Plank teszt	I. mérés	109	43,46	I.-II.: $p=0,006$			
	II.mérés	147,47	71,13	I.-III.: $p=1,000$			
	III. mérés	119,71	48,9	II.-III.: $p=0,030$			

6. ábra: Lányok 3 mérésének teszteredményei