

**XXXVII. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA
(OTDK)**

2025. április 10–12.

**A mezítlábas edzések vizsgálata a futás
biomechanikájára, a vágtafutás és a fürgeség
fejlesztésében a 8 és 11 év közötti gyerekeknél**

Szerző:

Gere Zsanett

*Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, Testnevelés és Sport Kar, Testnevelés
és Sport szak, alapképzés, II. év*

Témavezető:

dr. Szabó Péter egyetemi adjunktus,

Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Testnevelés és Sport Kar, Kolozsvár

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS:	3
A téma aktualitása	3
A téma választásának indoklása	3
Célkitűzések	4
I. Téma elméleti alátámasztása	4
1.1 A mezítlábas edzés és futás	4
1.2 Mi áll a figyelem középpontjában: az ok kezelése vagy a tünetek pillanatnyi orvoslása?	5
1.3 Talajra érkezés három fajtája	6
1.4 Az „ideális” talajra érkezési technika	6
1.5 Ütközési csúcsok és talajreakciós erők	7
1.6 Vágtafutás biomechanikája	8
II. Anyag és módszerek	8
2.1. Vizsgálati személyek kiválasztása	8
2.2. Vizsgálati személyek bemutatása	9
2.3. Kutatásban alkalmazott módszerek	9
2.3.1. Kutatási módszerek	9
2.3.2. Adatfeldolgozási módszerek	9
2.3.3. A Felmérési módszer	10
2.3.4. A pre-, és poszttesztben használt eszközök és módszerek bemutatása	10
2.3.5. Alkalmazott edzésterv	12
III. Eredmények	13
3.1. Kezdeti és végső eredmények összehasonlítása	13
3.1.1. 505 agility teszt	13
3.1.2. 20 m-es vágtafutás	14
3.1.3. támasz fázis eredményei	15
3.1.4. A test által a talajra kifejtett erő mérése x tengelyen (előre-hátra való irányban) (Fx Average)	17
IV. KÖVETKEZTETÉSEK	18
Összefoglalás	19
V. Idézett forrásmunkák	19
MELLÉKLET	Hiba! A könyvjelző nem létezik.

BEVEZETÉS:

A téma aktualitása

A mezítlás futás és edzés egyre nagyobb népszerűségnek örvend. Ennek bizonyítéka a mezítlás futó weboldalak népszerűsége és a médiának írt cikkek robbanásszerű terjedése.

„Mindenkit, beleértve a sportolókat is, mezítlás vagy minimális cipőben futott egészen az 1970-es évekig, amikor feltalálták a modern futócipőt párnázott sarokkal, ívtartóval és merevített talppal.” (Lieberman, 2012, 63 ol.)

„A mezítlás futás iránti új érdeklődés egyik fő oka az, hogy a futócipők párnázása és mozgásszabályozása terén tett előrelépések ellenére a futással kapcsolatos sérülések nem javultak.” (Jenkins & Cauthon, 2011, 232 ol.) Számos jelentés szerint a mezítlás populációkban rendkívül alacsony a futással kapcsolatos sérülések gyakorisága, ellentétben a cipőben levő populációkról szóló jelentésekkel (Robbins & Hanna, 1987).

A vélemények ütköznek és két nagy részre válnak: az egyik tábor ellenzi a mezítlás futást és edzést, felkapott divatnak tartja, ami idővel a feledésbe fog merülni, a másik oldal viszont a folyamatosan bővülő pozitív hatásait emeli ki.

Mivel ilyen megoszlóak a nézőpontok, és jelenleg kevés kutatás áll a rendelkezésünkre, fontosnak tartom, hogy bővítsük az ismereteinket a mezítlás edzések és futás biomechanikai és teljesítménybeli hatásairól.

A téma választásának indoklása

David Lieberman (2012), a Harvard biológiai antropológia professzora szerint láb- és térd-sérüléseink egyik oka, hogy olyan cipőben futunk, amely eltorlasztja a lábunk izmait, térdproblémákhoz és egyéb túlpronálásokhoz vezetve. Napjainkban nem fordítunk elég figyelmet a láb és lábfej izmainak erősítésére. Pedig ez is elengedhetetlen.

Rengeteg cikk szól arról, hogy olyan kutatásokat végeztek, amely során megkérték az adott mintát, hogy vegyék le a cipőjüket, majd több héten keresztül futottak egy adott sima felületen vagy laboratóriumban. Erre egy példa Hollander, Hamacher és Zech 2021-es kutatása, ahol az alanyok futópadon futottak. Az alanyok lábai nem érintkeztek más felülettel, mint például homokkal, és nem végeztek ugró- vagy láberősítőgyakorlatokat sem. Nagyon kevés kutatás foglalkozik magával a mezítlás edzéssel, mint fogalommal.

Annak ellenére, hogy a mezítlás edzések és futások egyre nagyobb népszerűségnek örvendnek, nagyon kevés információ áll a rendelkezésünkre a mezítlás edzés teljesítménybeli előnyeiről. Minimális kutató építette be az edzések programjába az olyan eszközöket, mint az

atlétikában elterjedt koordinációs létra, a különböző magasságú gátak, a homokgödörben való futást vagy a wobble board-ot, másnéven egyensúlyozó korongot. Céljaim közé tartozott, hogy az előbb említett elemek mellett, még egyéb eszközök segítségével egy mélyebb betekintést nyerjünk a mezítlás edzésekbe és megvizsgáljuk teljesítménybeli előnyeit.

Célkitűzések

Kutatási célom, hogy olyan információkat gyűjtsek, amelyek révén konkrét ismeretekhez juthatunk a mezítlás edzések teljesítménybeli előnyeiről. Pontosabban, kutatásom célja a rendszeres mezítlás edzések vizsgálata az agilityre (fürgeségre), valamint hogyan befolyásolják a 20 méteren levő vágtafutás haladási sebességét az edzésprogramot megelőző felmérési eredményekhez viszonyítva. Továbbá, hogy a mezítlás edzések változást eredményeznek-e a futás biomechanikájára: a támasz fázis vizsgálata során.

Célom még tanulmányozni, hogy a mezítlás történő futás hogyan befolyásolja a test által a talaj felé kifejtett erőt (Fx Average) szaggitális síkban. Az általam összeállított 10 hetes edzésprogram célkitűzései főként az irányváloztatással kombinált mozgásgyorsaság fejlesztése, a 20 méteres vágtafutás fejlesztése, valamint a futás során egy természetesebb talajra érkezési forma elsajátítása. Mindezek mellett elsődleges célkitűzésem a teljesítőképesség növelése, a láb és lábfej izmainak erősítése és egyes futósérülések megelőzése.

I. TÉMA ELMÉLETI ALÁTÁMASZTÁSA

1.1 A mezítlás edzés és futás

1960-ban egy etióp futó mezítlás nyerte meg a maratoni futást a nyári olimpián, miközben világrekordot is döntött. Ő volt Abebe Bikila. Továbbá, számos korábbi és jelenlegi elit távfutó Etiópiában, Kenyában, Nagy-Britanniában, Dél-Afrikában és Indiában hihetetlen sikereket tapasztaltak úgy, hogy mezítlás edzettek és versenyeztek (Baroody, 2013).

A vita legújabb csúcspontját a mezítlás futó és újságíró, Christopher McDougall jelentette meg, aki kiadta a Born to Run című könyvét.

Azóta a sportolók számos sportágban elkezdtek beépíteni a mezítlás edzéseket.

A mezítlás edzést azzal a feltételezéssel támogatják, hogy erősíti a mozgásszervi rendszert, és ezáltal hozzájárul a teljesítmény fokozásához (de Villiers & Venter, 2014).

De Villiers és Venter (2014) 8 hetes kutatást végeztek netball játékosokon, ahol az edzések középpontjában a netball-specifikus kondicionáló gyakorlatok álltak, amelyek mesterséges

burkolatú fedett hálólabdapályán, valamint szabadban, a hálólabdapályák melletti szilárd füves felületen zajlottak. Míg a kontroll csoport cipőben végezte az adott gyakorlatokat, addig a kísérleti csoport mezítláb.

8 hét után összehasonlították a mezítláb és a cipőben edző csoportok eredményeit és megállapították, hogy szignifikánsan jobb volt a jobb és bal láb általános stabilitása, és az agility tesztek eredménye mezítláb edző csoportnál, mint a cipőben edzőknél. Továbbá a 10 m-es és a 20 m-es vágtafutás során a mezítlábas csoport jobban teljesített, mint a kontrollcsoport.

1.2 Mi áll a figyelem középpontjában: az ok kezelése vagy a tünetek pillanatnyi orvoslása?

Az egészségre gyakorolt jótékony hatásai mellett a negatív hatásaival is kell számolni a futásnak: a sérülésekkel. A legtöbb futósérülés az alsó végtagok sérülése, túlnyomórészt a térdé (Van Mechelen, 1992).

Annak ellenére, hogy a futócipők tökéletesítésére rengeteg pénzt és fejlesztést áldoztak és fognak még áldozni, a sérülések száma nem csökkent.

„Azok a drága futócipők viselői, amiket további védelmet nyújtó funkciókkal (pl. több párnázás, „pronációkorrekció”) reklámoznak, lényegesen gyakrabban sérülnek meg, mint azok, akik olcsó cipőt használnak (kevesebb, mint 40 USD).” (Marti, Vater, Minder, & Abelin, 1988, 287 ol.)

Hogyan orvosolják ezeket a problémákat? Még drágább futócipővel vagy a futás abbahagyásával.

A merev talpú ívtámaszokkal és pronációt, és egyéb mozgásokat irányító jellemzőkkel rendelkező cipők megakadályozhatják, hogy az izmok és a csontok alkalmazkodjanak a korábban megszokott igénybevételekhez (Lieberman, 2012).

Itt vehető észre, hogy a figyelem középpontjában nem az ok kezelése és vagy megszüntetése áll, hanem a tünetek pillanatnyi orvoslása. Nem a láb és lábfej izmainak erősítésére van téve a hangsúly, amivel megelőzhető és vagy csökkenthető lennének bizonyos sérülések, hanem párnázott, elasztikus sarkú cipőkbe bújtatják őket, így az ínak rugalmatlanok lesznek, az izmok nem aktiválódnak kellőképp és ez további láncreakciót indít el.

Viszont Lieberman (2012) szavaival élve, ki szeretném emelni azt, hogy „valaki valószínűleg hogyan fut, sokkal fontosabb, mint az, ami a lábán van, de az, hogy mi van a lábán, befolyásolhatja a futást.” (Lieberman, 2012, 64 ol.) Más szóval, a futócipő is egy meghatározó faktor ugyanúgy a futás eredményességében, mint a futás sikertelenségében is. A futócipő is befolyásolhatja a talajra érkezést, ami a következő fejezetben kerül kibővítésre.

1.3 Talajra érkezés három fajtája

A szakirodalom a futó formán belül a talajra érkezés három fajtáját különbözteti meg: az RFS-t (rear foot strike), amit úgy lehet definiálni, hogy a sarok hamarabb ér földet, mint a talp felső párnás része (sarok-lábujj futás), az FFS-t (fore foot strike), hogy a talp felső párnás része előbb ér földet, mint a sarok (lábujj-sarok-lábujj futás) és az MFS-t (middle foot strike), ahol a sarok és a talp felső párnás része egyidejűleg landol, a futó a talp vagy a cipő külső részével érintkezik a talajjal, a sarok nem tölt sok időt a talajon, rugó szerűen emelkedik fel.



1. Ábra: A talajra érkezés 3 típusa. Pillanatkép a Barefoot training egyik résztvevőjéről (fotót készítette: Albert Hunor)

1.4 Az „ideális” talajra érkezési technika

Sokan arról az álláspontról vélekednek, hogy: ahány futó, annyi technika. Viszont létezik ideális talajra érkezés a futás során?

Brewer és munkatársai (2017) egy padlóba épített mérőberendezésen vizsgálták az erőhatást a sarokra és a talppárnára érkezés során futócipőben. „Az itt megfigyelt kiugró erőhatás összefügg a nyomásfüggő sérülések számának növekedésével” (Brewer, és mtsai., 2017). Megállapították, hogy sarokra érkezés során, az alsó végtag iránya a láb talajra érkezését a test súlypontja elé helyezi, ezáltal megtörik a lendület, ezt pedig az előrehaladás érdekében csak energiatöbblettel, plusz energiával lehet ellensúlyozni.

A talppárnára érkezés során nem volt kiugró erőhatás és finomabb ív volt kirajzolódva. Csökkent a negatív vízszintes erő, mivel a láb talajfogása függőlegesen történt, ezáltal csökkent a lendületvesztés is. A sebesség mindkét esetben ugyanannyi volt, a talajkontaktus ideje a második esetben, a talppárnára érkezés során volt lényegesen rövidebb.

A futók körülbelül 74%-a tapasztalt közepes vagy súlyos sérülést minden évben, de azoknál, akik szokásosan sarokra érkeznek, az ismétlődő stressz okozta sérülések aránya körülbelül kétszer akkora, mint azoknál, akik szokásosan elől, a talp párnás részére érkeznek (Daoud, et al., 2012).

Számos, a szokásosan cipőben és szokásosan nem cipőben futókon végzett vizsgálat azt jelzi, hogy a szokásosan mezítláb futók gyakran különböznek a szokásosan cipőben futóktól a forma számos fő elemében. Míg a cipőben futók körülbelül 75%-a sarokra érkezik (RFS), mérsékelt sebességgel, sík, kemény felületen, a tapasztalt mezítlábas futók nagyobb valószínűséggel landolnak a lábfej elülső része felé, általában a negyedik és ötödik lábközépcsonti részen, akár MFS vagy FFS technikát használva (Lieberman, 2012). „A rövidebb lépéssel futó FFS-futónak kevésbé merev a bokája, kisebb lesz a terhelés mértéke, és kevésbé terheli a háromfejű lábikra izmokat és az Achilles-ínt.” (Lieberman, 2012, 68. o.)

Lieberman és munkatársai (2015) kimutatták, hogy minél több időt töltenek a futók mezítláb, annál nagyobb a tendencia, hogy FFS mintával futnak. Tény, hogy a szokásosan talppárnára érkező futóknak nagyobb az Achilles-ín merevsége, mint a szokásosan sarokra ékezőknek (Wearing, Smeathers, Yates, Urry, & Dubois, 2009), viszont így nagyobb az energia tárolásának és felszabadításának képessége is (Kyröläinen, Finni, Avela, & Komi, 2003), hisz jobban aktiválódnak az izmok. Ez a képesség bizonyítottan csökkenti a metabolikus munkát és növeli a hatékonyságot. A mezítlábas futás segíthet biztosítani egy optimálisabb talajra érkezi formát, amelyet később átkonvertálva a cipőben való futásnál is lehet majd alkalmazni.

Fontos megjegyezni, hogy a cipőben való futásról a mezítlábra történő váltás előtt láb és lábfej erősítőgyakorlatokat kell végezni, különben a sérülések arányait rohamosan megnöveljük.

1.5 Ütközési csúcsok és talajreakciós erők

Lieberman és munkatársai (2010) összehasonlították a megszokottan mezítláb és megszokottan cipőben futókat a különböző talajra érkezési technikákat figyelembe véve, és megállapították, hogy a függőleges erőcsúcs nagysága az ütközés időtartama alatt körülbelül háromszor kisebb a megszokott mezítlábas futóknál, akik FFS-t használnak, mint a megszokott cipős futóknál, akik RFS-t használnak mezítláb vagy cipőben. Ugyancsak ugyanezen állásszázalékon belül az FFS futók átlagos terhelési aránya mezítláb futás közben hétszer alacsonyabb, mint a szokásosan cipős futóknál, akik RFS-t használnak mezítláb futáskor, és hasonló a szokásosan cipőben RFS futók terhelési arányához. Továbbá, a mezítláb FFS futók többségénél a terhelés mértéke körülbelül fele a cipőben levő RFS futókéhoz képest.

1.6 Vágtafutás biomechanikája

A vágtafutás jellemzően FFS mintával jár együtt, és a vágtafutók Achilles-izma keményebb, mint a távfutóké. Mizushima és munkatársai (2021) az iskolai mezítlás

futóprogram hosszútávú hatásait vizsgálták a vágtafutás biomechanikájára tíz és tizenkét év közötti gyerekeknél négy éven keresztül. Ezt követően az adatok összehasonlításra kerültek a cipőben futó kontroll csoportéval. Az eredmények meglepőek: a csoport és a lábbeli állapota között szignifikáns kölcsönhatás volt a vágtafutás sebessége és a lépéshossz esetében. A mezítlás iskolások vágtafutásának biomechanikáját a kontrolliskolásokhoz képest szignifikánsan rövidebb talajkontaktidő és hosszabb repülési fázis jellemezte, függetlenül a lábbeli állapottól. Összehasonlították a vágtafutás sebességét a mezítlás futó csoportnál két körülmény között (mezítlás és cipőben), és arra az eredményre jutottak, hogy a haladási sebesség szignifikánsan nagyobb volt mikor mezítlás futottak, mint mikor cipőben. Viszont mikor ugyanezt elvégezték a kontroll csoporttal, ők mezítlás és cipőben is azonos sebességet produkáltak.

II. ANYAG ÉS MÓDSZEREK

2.1. Vizsgálati személyek kiválasztása

A kutatás egy megközelítőleg 7 hónapot felölelő időszakban zajlott, 2023. október 15-től 2024. május 2-ig. Az edzések 10 héten keresztül heti háromszor zajlottak, egy edzés egy óra és tíz perc volt. Az edzések az első 5 hétben a Babes parkban levő benti atlétika pályán, és a maradék 5 hétben a Cluj Arena-ban levő benti atlétika pályán zajlottak. A vizsgálat és az edzések során a gyerekek ötlábujjas zoknit- „lábtyűket” használtak, amit úgy tekintettünk, hogy a "mezítlásasságot" szimulálja.

A könnyű, ötujjas zoknik viselése megközelítőleg megfelelően utánozza a mezítlás futás mechanikáját és energetikáját, még ha az érzékszervi visszajelzések némileg eltérhetnek is.

2023 novembere és decembere között összesen 6 iskolába látogattam el: a Báthory István Elméleti Líceumba, az Apáczai Csere János Elméleti Líceumba, a Kolozsvári Református Kollégiumba, a János Zsigmond Unitárius Kollégiumba, a Brassai Sámuel Elméleti Líceumba és az Onisifor Ghibu Elméleti Líceumba. Az igazgatók beleegyezésével a második, harmadik és negyedik osztályokban szórólapokat osztottam ki, és részletesen meséltem a gyerekeknek a kutatási céljaimról. A vizsgálati személyek ezekből az iskolákból kerültek ki. Kutatásom vizsgálati személyeinek szüleivel beleegyezési nyilatkozatot irattam alá, amelyet megelőzőtt

egy alapos tájékoztatás a mérések és edzések lezajlásáról, illetve a bármikori vizsgálatból való kilépés lehetőségéről – eleget téve a kutatás etikai követelményeinek.

A vizsgálati gyerekek a kutatásban való részvételükkel, pontosabban az előzetes és utólagos tesztelések lebonyolításával, illetve az edzésprogram végzésével hozzájárultak egy tudományos kutatómunka létrejöttéhez.

2.2. Vizsgálati személyek bemutatása

A vizsgálati minta heterogén. A kiválasztás kényelmi, hozzáférés alapú mintavétel alapján történt. A 10 hetes edzésprogram alatt a lemorzsolódás megközelítőleg 50% (8 fő) volt, a kutatást 16 személlyel kezdtük, viszont 9-en vettek részt az edzéseken, 8 gyerek lett felmérve a futás biomechanikájának vizsgálatában, és 9-en a 20 m-es vágtafutás és az 505 agility(fürgeségi) teszt felmérésében. Az alanyok átlagéletkora 10 év. A mintát 7 fiú és 2 lány alkotja.

2.3. Kutatásban alkalmazott módszerek

2.3.1. Kutatási módszerek

Kutatási módszerként a kísérlet módszerét választottam. Információ-, illetve statisztikai adatgyűjtésnél elsődleges és másodlagos információkat is felhasználtam. Az elsődleges információkat a gyerekek adatai, rajtuk történő mérések, az edzésprogram és ennek eredményei biztosítják. Másodlagos információ alatt pedig a szakirodalomból gyűjtött elméleti ismereteket, illetve az edzésprogram megtervezéséhez szükséges információkat értem. Az edzésprogram összeállításáról, az alkalmazott tesztekéről és különböző gyakorlatokról információt az irodalomgyűjtés módszere segítségével kaptam.

2.3.2. Adatfeldolgozási módszerek

Kutatásom során különböző elemzési módszerek és statisztikai eljárások lettek felhasználva, hogy áttekinthetőek legyenek az eredmények.

A próbákból származó adatokat százalékszámítással, statisztikai mutatókkal, illetve SPSS programmal lettek kiszámolva. Továbbá a Microsoft Word és a Microsoft Excel is a rendelkezésre állt. Az adatokból származó eredményeket dolgozatomban táblázatok, ábrák, grafikonok formájában mutatom be.

2.3.3. A Felmérési módszer

A felmérési módszer a pre- és poszttesztben is ugyanazokat a próbákat tartalmazta. Ezek a következők: 505 agility teszt és 20 m-es vágtafutás. Emellett még a G force erőmérő gépen felmértük a futás biomechanikáját befolyásoló tényezőket is: a támasz fázis idejét (talajjal való érintkezés idejét/stance time) és a test által a talajra kifejtett erőt x tengelyen (előre-hátra való irányban).

A vizsgálati személyek január 9.-én és január 11.-én voltak lemérve, majd a 10 hetes kutatást követően március 26.-án és március 28-án lettek végrehajtva az utólagos mérések. Az első dátumon a futótechnikát tartalmazó paramétert mértük le, a másodikon pedig a vágtafutásokat és az 505 agility tesztet.

2.3.4. A pre-, és poszttesztben használt eszközök és módszerek bemutatása

505 agility teszt

Mértékegysége: másodperc (s) kéttizedes pontossággal

Cél: Az irányváltotatással kombinált mozgásgyorsaság mérése

Eszköz: 15 méteres kimért táv, 10 és 15 méter között kirakott jelzőbóják, stopperóra

Leírás és végrehajtás:

A vizsgálati személyek tetszőleges időpillanatban rajtoltak és a stopper az ő mozgásukra lett elindítva. A gyerekek álló rajtból indultak, bal és jobb lábbal kellett fordulniuk. Mind a két lábra kétszer végezték el a próbát. A 0,01 mp-es pontosságú időt rögzítettük, és minden lábon a két próbálkozás leggyorsabb idejét rögzítettük a végső pontszámként.

20 m-es vágtafutás

Mértékegysége: másodperc (s) kéttizedes pontossággal

Cél: a táv minél rövidebb időn belüli teljesítése és annak lemérése

Eszköz: 20 méteres kimért táv, jelzőbóják, stopperóra

Leírás és végrehajtás:

A vágtafutást álló rajtból végezték, ahol a gyerekek úgy helyezkedtek el a rajtvonalon, hogy a preferált lábfej lábujja a rajtvonal mögött volt, amelyet egy fehér sáv jelölt. A gyerekek tetszőleges időpillanatban rajtoltak, és az ők rajtjukra indítottuk a stoppert. A végső időt 0,01 másodperces pontossággal rögzítettük. A vizsgálati személyek kétszer teljesítették a próbát, és a leggyorsabb időt használtuk végeredményként.

Futás közbeni támasz fázis mérése (stance time) G force erőmérőpad segítségével

Mértékegysége: másodperc (s) kéttizedes pontossággal

Cél: A futás közbeni támasz fázis idejének mérése

Eszköz: G force erőplató, számítógép, megfelelő program

Leírás és végrehajtás:

A kiinduló helyzet álló rajt volt, ahol a gyerekek a G force erőmérőpaddal egy síkban levő ládán/raklapon helyezkedtek el. A vizsgálati személyeknek hangingerre kellett rajtolniuk, és az állórajtban hátul lévő lábukkal futás közben érintsék az erőmérő padot.

Az eredményeket 0,01 másodperces (kéttizedes) pontossággal rögzítettük. A vizsgálati személyek háromszor teljesítették a próbát, egyszer az egyik, majd a másik lábra, és a három próbálkozásnak az átlagát használtuk végeredményként.

A test által a talajra kifejtett erő mérése x tengelyen (Fx Average) G force erőmérőpad segítségével

Mértékegysége: Newton (N)

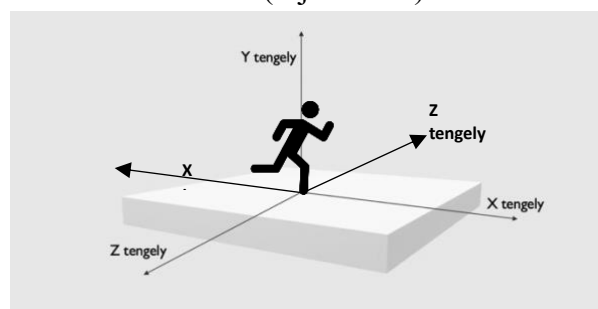
Cél: A test által a talajra kifejtett erő mérése x tengelyen, szaggitális síkban

Eszköz: G force erőplató, számítógép, megfelelő program

Leírás és végrehajtás:

A kiinduló helyzet álló rajt volt, ahol a gyerekek a G force erőmérőpaddal egy síkban levő ládán/raklapon helyezkedtek el. A vizsgálati személyeknek hangingerre kellett rajtolniuk, és az állórajtban hátul lévő lábukkal futás közben érintsék az erőmérő padot. Az eredményeket kéttizedes pontossággal rögzítettük. A vizsgálati személyek háromszor teljesítették a próbát egyszer az egyik, majd a másik lábra, és a három próbálkozásnak az átlagát használtuk végeredményként.

2.Ábra: A tengelyek iránya a test súlypontjára nézve.
(saját forrás)



2.3.5. Alkalmazott edzésterv

Az edzésterv megtervezésekor figyelembe vettük a vizsgálati személyek életkorát, motiváltságukat, fittségi állapotukat, esetleges eszközök meglétét. Az edzésterv intenzitását és komplexitását progresszíven növeltem. A feladatok száma, intenzitása, ismétlésszáma, időbeli hosszúsága a gyerekek fejlődéséhez volt igazítva, és a fokozatosság elvét követtük.

A vizsgálati személyek az edzéseket 2024.01.15-től egészen 2024. 03. 24-ig heti háromszor végezték az én és a tanárom vezetése alatt kedden, csütörtökön és szombaton. 5 hétig a Babes park benti atlétika termében zajlottak az edzések, és 5 hétig a Cluj Aréna benti atlétika pályán. A helyszínváltozás objektív és szubjektív okok miatt történt, de mindkét pálya borítása és hossza megegyezik, így a fennálló esetleges hibák elenyészőek. Egy edzés körülbelül egy óra és tíz percet tartott.

A gyakorlatokat Murer (2000); Splichal (2019); McDougall és Orton (2022) könyveiből, továbbá online forrásokból állítottam össze. Egy edzés három részre volt felosztva: bevezető rész (általános és specifikus bemelegítés), fő rész és befejező rész (levezető futás az atlétika pálya körül, aminek a távját hétről hétre növeltem).

A specifikus bemelegítés olyan gyakorlatokat tartalmazott, aminek a segítségével a láb és lábfej izmai lettek aktiválva: a futóiskola specifikus előkészítő és rávezető gyakorlatai, talpmasszírozás teniszlabdával, sarokemelések, lábfejemelések, láblendítések különböző irányokba, helyben szaladás háttal a falnak, különböző járások, mint például medvejáras (járas négykézláb nyújtott karral és lábbal).

A fő részt négy gyakorlat csoportra osztottam: futó-, ugró-, erő-, fürgeségi- gyakorlatokra. Minden edzés végén a befejező részben megadott köröket futottak a gyerekek. Ezeknek a köröknek a számuk hétről hétre nőtt. A köröket egy megadott tempóban futották le, kivéve az utolsót vagy az utolsó félkört, mert azt mindig szubmaximális tempóban kellett teljesítsék.

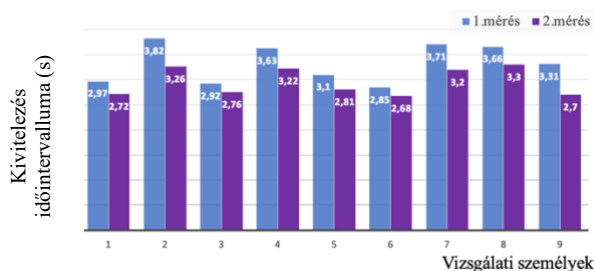
III. EREDMÉNYEK

3.1. Kezdeti és végső eredmények összehasonlítása

3.1.1. 505 agility teszt

1.táblázat – az 505 agility teszt eredménye bal lábra

S. sz.	V. Sz.	Bal Láb (s)	
		1.mérés	2.mérés
1.	L. Á.	2,97	2,72
2.	S. H.	3,82	3,26
3.	P. K.	2,92	2,76
4.	CS. E.	3,63	3,22
5.	V. M.	3,10	2,81
6.	I. V.	2,85	2,68
7.	D. L.	3,71	3,20
8.	D. B.	3,66	3,30
9.	D. D.	3,31	2,70



1.grafikon-Az 505 fürgeségi teszt bal lábra történő eredményeinek változása az 1. és a 2. mérés között

Az első táblázat az első és a második mérés eredményeit szemlélteti, amelyek másodpercben (s) kéttizedes pontossággal vannak kifejezve. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgálati személyek milyen időintervallum alatt teljesítették az adott távot és végeztek 180 fokos irányváltotást álló rajtból kiindulva. A második oszlop a vizsgálati személyeket prezentálja egyéni azonosítóval.

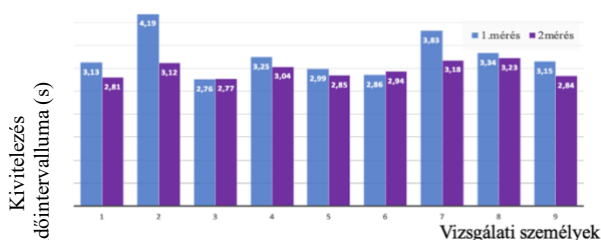
Páros t-próbát végeztünk az 505 agility bal láb első és második mérésének összehasonlítására. Szignifikanciaszintnek $p \leq 0,05$ értéket tekintettem.

Szignifikáns különbség volt az eredményekben az első ($M = 3,33$; $SD = 0,38$) és a második ($M = 2,96$; $SD = 0,27$) mérés között; $t(8) = 6,67$; $p = 0,000$.

Ezek az eredmények azt sugallják, hogy a mezítlábas edzések befolyásolják a fürgeséget. Pontosabban, ezek az edzések javíthatnak az irányváltotással kombinált mozgásgyorsaságon.

2.táblázat – az 505 agility teszt eredménye jobb lábra az első és a második méréskor

S. sz.	V. Sz.	Jobb Láb (s)	
		1.mérés	2.mérés
1.	L. Á.	3,13	2,81
2.	S. H.	4,19	3,12
3.	P. K.	2,76	2,77
4.	CS. E.	3,25	3,04
5.	V. M.	2,99	2,85
6.	I. V.	2,86	2,94
7.	D. L.	3,83	3,18
8.	D. B.	3,34	3,23
9.	D. D.	3,15	2,84



2.grafikon- Az 505 fürgeségi teszt jobb lábra történő eredményeinek változása az 1. és a 2. mérés között

A második táblázat az első és a második mérés eredményeit szemlélteti, amelyek másodpercben (s) kéttizedes pontossággal vannak kifejezve. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgálati személyek milyen időintervallum alatt teljesítették az adott távot és végeztek 180 fokos irányváltatást álló rajtból kiindulva. A második oszlop a vizsgálati személyeket prezentálja egyéni azonosítóval.

Az első és a második grafikonon jól kivehető, hogy hogyan változott a bal, illetve jobb lábra történő mérések eredményei a barefoot edzésprogram hatására. Megfigyelhetjük, hogy bal lábra mindenkinek, míg jobb lábra két személy kivételével (3-as és a 6-os) mindenkinek csökkent az irányváltatással kombinált mozgásgyorsaságának az ideje.

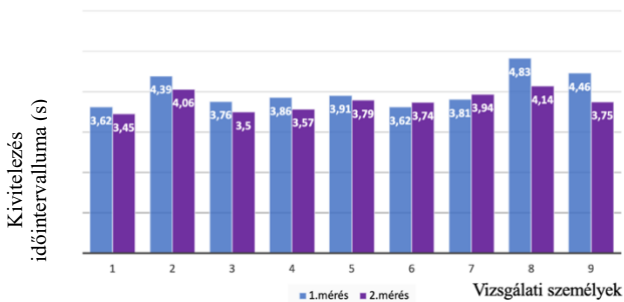
Páros t-próbát végeztünk az 505 agility jobb láb első és második mérésének összehasonlítására. Szignifikanciaszintnek $p \leq 0,05$ értéket tekintettem. Szignifikáns különbség volt az eredményekben az első ($M = 3,27$; $SD = 0,46$) és a második ($M = 2,97$; $SD = 0,17$) mérés között; $t(8) = 2,53$; $p = 0,035$.

Ezek az eredmények azt sugallják, hogy a mezítlábas edzések befolyásolják a fürgeséget. Pontosabban, ezek az edzések javíthatnak az irányváltatással kombinált mozgásgyorsaságon.

3.1.2. 20 m-es vágtafutás

3.táblázat – a 20 m-es vágtafutás az első és a második méréskor

S. sz.	V. Sz.	Vágtafutás (s)	
		1.mérés	2.mérés
1.	L. Á.	3,62	3,45
2.	S. H.	4,39	4,06
3.	P. K.	3,76	3,5
4.	CS. E.	3,86	3,57
5.	V. M.	3,91	3,79
6.	I. V.	3,62	3,74
7.	D. L.	3,81	3,94
8.	D. B.	4,83	4,14
9.	D. D.	4,46	3,75



3.grafikon- Az 20 méteres vágtafutás eredményeinek változása az 1. és a 2. mérés között

A harmadik táblázat az első és a második mérés eredményeit szemlélteti, amelyek másodpercben (s) kéttizedes pontossággal vannak kifejezve. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgálati személyek milyen időintervallum alatt teljesítették az adott távot álló rajtból kiindulva. A második oszlop a vizsgálati személyeket képviseli egyéni azonosítóval.

A harmadik grafikonon jól kivehető, hogy hogyan változott a vágtafutás időintervalluma a barefoot edzésprogram hatására. Megfigyelhetjük, hogy két személy kivételével (6-os és a 7-es) mindenkinek csökkent az ideje.

Páros t-próbát végeztünk az első és második mérések összehasonlítására. Szignifikanciaszintnek $p \leq 0,05$ értéket tekintettem.

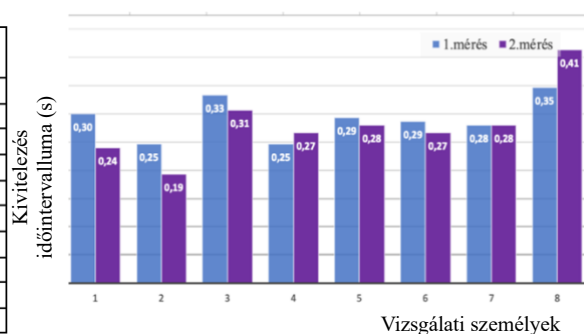
Szignifikáns különbség volt az eredményekben az első ($M= 4,02$; $SD= 0,42$) és a második ($M= 3,77$; $SD= 0,24$) mérés között; $t(8)= 2,58$; $p= 0,032$.

Ezek az eredmények azt sugallják, hogy a mezítlábas edzések befolyásolják a vágtafutást. Pontosabban, ezek az edzések javíthatnak a vágtafutás haladási sebességén.

3.1.3. támaszfázis eredményei

4.táblázat –a támaszfázis értékei az első és második méréskor bal lábra

		Támaszfázis (s)	
		Bal Láb	
S. sz.	V. Sz.	1.mérés	2.mérés
1.	S.H.	0,30	0,24
2.	P. K.	0,25	0,19
3.	L. Á.	0,33	0,31
4.	D. B.	0,25	0,27
5.	D. D.	0,29	0,28
6.	CS. E.	0,29	0,27
7.	V. M.	0,28	0,28
8.	I. V.	0,35	0,41



4.grafikon- Az támaszfázis idejének változása bal lábra az 1. és a 2. mérés között

A negyedik táblázat az első és a második mérés eredményeit szemlélteti, amelyek másodpercben (s) kéttizedes pontossággal vannak kifejezve. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgálati személyek bal lába mennyi időt töltött a G force platón, mikor állórajtól ráfuttak. A második oszlop a vizsgálati személyeket prezentálja.

A negyedik grafikonon kivehető, hogy hogyan változott a támaszfázis időintervalluma a barefoot edzésprogram hatására. Megfigyelhetjük, hogy két személy kivételével (4-es és 8-as) mindenkinek csökkent az ideje és egyvalakinek ugyanannyi maradt.

Páros t-próbát végeztünk az első és második mérés összehasonlítására. Szignifikanciaszintnek $p \leq 0,05$ értéket tekintettem.

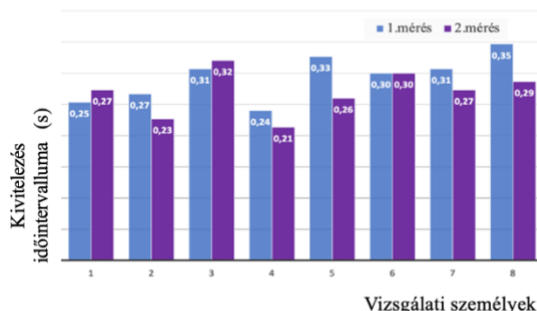
Nem volt szignifikáns különbség az eredményekben az első ($M= 0,29$; $SD= 0,03$) és a második ($M= 0,28$; $SD= 0,06$) mérés között; $t(7)= 0,8$; $p= 0,450$. Annak ellenére, hogy nincs szignifikáns különbség, megfigyelhető egy parciális fejlődés a vizsgálati személyek eredményein.

Az ötödik táblázat az első és a második mérés eredményeit szemlélteti, amelyek másodpercben (s) kéttizedes pontossággal vannak kifejezve. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgálati személyek jobb lába mennyi időt töltött a G force platón, mikor állórajtól

ráfuttak. A második oszlop a vizsgálati személyeket prezentálja.

5 .táblázat –a támasz fázis értékei az első és második méréskor jobb lábra

S. sz.	V. Sz.	Támaszfázis (s)	
		Jobb Láb	
		1.mérés	2.mérés
1.	S.H.	0,25	0,27
2.	P. K.	0,27	0,23
3.	L. Á.	0,31	0,32
4.	D. B.	0,24	0,21
5.	D. D.	0,33	0,26
6.	CS. E.	0,30	0,30
7.	V. M.	0,31	0,27
8.	I. V.	0,35	0,29



5.grafikon- Az támaszfázis idejének változása jobb lábra az 1. és a 2. mérés között

Páros t-próbát végeztünk az első és második mérés összehasonlítására. Szignifikanciaszintnek $p \leq 0,05$ értéket tekintettem. Szignifikáns különbség volt az eredményekben az első ($M= 0,29$; $SD= 0,038$) és a második ($M= 0,26$; $SD= 0,036$) mérés között; $t(7)= 2,25$; $p= 0,05$. Ezek az eredmények azt sugallják, hogy a mezítlábás edzések befolyásolják futás során a támaszfázist. A láb sokkal kevesebb ideig maradt a talajon.

Továbbá még megállapítható, hogy minél rövidebb a támaszfázis, a futó annál több időt tölt a levegőben (nő a repülőfázis), és annál nagyobb a sebesség is (Kennedy, 2018).

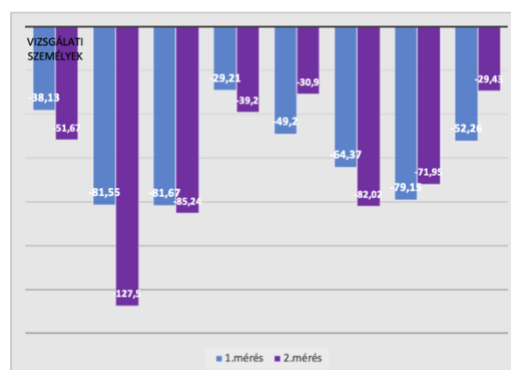
A támaszfázis felosztható három nagy szakaszra: az amortizáció, a függőlegesség és a lendület szakaszára (Szabó & Vasile, 2010). A lendületfázisban, ami az egyedüli hajtóerő a futólépés ciklusában, a támaszláb erős és gyors kiterjesztése szükséges. Ha a sebesség nő, és a támaszfázis rövidül, akkor a lendületfázis sokkal gyorsabb és erőteljesebb kell legyen, tehát a támasz láb nagyobb, robbanásszerű erővel hajtja végre a mozdulatot.

Ahogy az az korábbi kutatások (Hasegawa, Yamauchi & Kraemer, 2007) is megfigyelték, a rövidebb kontaktidő szükségessé teheti az FFS vagy MMS talajérintést, ugyanis a sarokra való érkezés sokkal több ideig tart, mint az előző kettő. Indirekt módon lehet következtetni, hogy lehetséges, hogy a vizsgálati személyek rövidebb talajkontaktusát az FFS vagy MMS futási mintának köszönhetik. Viszont ezekhez további mérések szükségesek komplexebb és még fejlettebb műszerekkel.

3.1.4. A test által a talajra kifejtett erő mérése x tengelyen (előre-hátra való irányban) (Fx Average)

6.táblázat –A test által a talajra kifejtett erő mérése szaggitális síkban bal lábra

		Fx Average Newton(N)	
		Bal Láb	
S. sz.	V. Sz.	1.mérés	2.mérés
1.	S. H.	-38,13	-51,67
2.	P. K.	-81,55	-127,50
3.	L. Á.	-81,67	-85,24
4.	D. B.	-29,21	-39,20
5.	D. D.	-49,20	-30,90
6.	CS. E.	-64,37	-82,02
7.	V. M.	-79,15	-71,95
8.	I. V.	-52,26	-29,43



6.grafikon- Az erő értékének változása bal lábra az 1. és a 2. mérés között

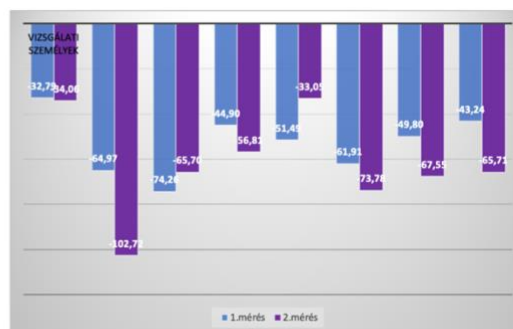
A hatodik táblázat az első és a második mérés eredményeit szemlélteti, amelyek Newtonban (N) kéttizedes pontossággal vannak kifejezve, mindkét érték negatív előjelű. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgálati személyek milyen erőt fejtettek ki a földre bal ábball álló rajtból kiindulva szaggitális síkban. A második oszlop a vizsgálati személyeket képviseli egyéni azonosítóval.

A hatodik grafikonon kivehető, hogy hogyan változott a test által a talajra kifejtett erő a a barefoot edzésprogram hatására. Megfigyelhetjük, hogy 3 személy kivételével (5-ös, 7-es és 8-as) mindenkinek csökkent az értéke.

Páros t-próbát végeztünk az első és második mérés összehasonlítására. Szignifikanciaszintnek $p \leq 0,05$ értéket tekintettem. Nem volt szignifikáns különbség az eredményekben az első ($M = -59,44$; $SD = 20,42$) és a második ($M = -64,73$; $SD = 33,64$) mérés között; $t(7) = 0,679$; $p = 0,519$. Annak ellenére, hogy nincs szignifikáns különbség, megfigyelhető egy parciális fejlődés a vizsgálati személyek eredményein, ugyanis az erőhatás sokaknál csökkent. Ezek az eredmények azt sugallják, hogy a test és a talaj érintkezése során, mivel csökkent az erőhatás, ezért a testet nem érte akkora ütközés, így a terhelési arány is kisebb lett.

7.táblázat –A test által a talajra kifejtett erő mérése szaggitális síkban jobb lábra

		Fx Average Newton(N)	
		Jobb Láb	
S. sz.	V. Sz.	1.mérés	2.mérés
1.	S.H.	-32,79	-34,06
2.	P. K.	-64,97	-102,72
3.	L. Á.	-74,26	-65,70
4.	D. B.	-44,90	-56,81
5.	D. D.	-51,49	-33,05
6.	CS. E.	-61,91	-73,78
7.	V. M.	-49,80	-67,55
8.	I. V.	-43,21	-65,71



7.grafikon- Az erő értékének változása jobb lábra az 1. és a 2. mérés között

A hetedik táblázat az első és a második mérés eredményeit szemlélteti, amelyek Newtonban (N) kéttizedes pontossággal vannak kifejezve, mindkét érték negatív előjelű. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgálati személyek milyen erőt fejtettek ki a földre jobb lábbal álló rajtból kiindulva szaggítási síkban. A második oszlop a vizsgálati személyeket képviseli egyéni azonosítóval.

A hetedik grafikonon kivehető, hogy hogyan változott a test által a talajra kifejtett erő a a barefoot edzésprogram hatására. Megfigyelhetjük, hogy 2 személy kivételével (3-as, és 5-ös) mindenkinek csökkent az értéke.

Páros t-próbát végeztünk az első és második mérés összehasonlítására. Szignifikanciaszintnek $p \leq 0,05$ értéket tekintettem. Nem volt szignifikáns különbség az eredményekben az első ($M = -52,92$; $SD = 13,39$) és a második ($M = -62,42$; $SD = 22,35$) mérés között; $t(7) = 1,509$; $p = 0,175$. Annak ellenére, hogy nincs szignifikáns különbség, megfigyelhető egy parciális fejlődés a vizsgálati személyek eredményein, ugyanis az erőhatás sokaknál csökkent. Ezek az eredmények azt sugallják, hogy a test és a talaj érintkezése során, mivel csökkent az erőhatás, ezért a testet nem érte akkora ütközés, így a terhelési arány is kisebb lett.

IV. KÖVETKEZTETÉSEK

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a speciális gyakorlatokból összeállított edzésterv alkalmazása számos rövid és hosszú távú pozitív tulajdonságot hordoz magában. A mérési eredményeket tekintve, voltak, ahol a mérések nagymértékű, és voltak, ahol egyénenként kismértékű változásokat mutattak a javulás irányában, viszont a végső adatok begyűjtésénél már szemmel látható fejlődést volt tapasztalható a tíz hetes edzésprogram után.

Ahol nem voltak szignifikáns eredmények (támaszfázis a bal lábra, a test által a talajra kifejtett erő szaggítási síkban), ott is jelentkezett részleges fejlődés. Valószínűleg a vegyes korosztály és a kevés időtartam miatt nem volt szignifikáns eredmény ezekben a mérésekben. Vegyes korosztály alatt azt értjük, hogy a gyerekek közötti korkülönbség nagy volt: a legfiatalabb nyolc, míg a „legöregebb” tizenegy éves. A kevés időtartam, vagyis a tíz hetes edzőprogram heti háromszoros rendszerességgel úgy tűnik kevésnek bizonyult egy negatívan berögzült elem kijavítására a futás során. Továbbá a vizsgált minta is sajnos minimális volt.

Ki szeretnénk emelni a támaszfázisnak a jobb lábra történő szignifikáns javulását ($p = 0,05$), ugyanis a rövidebb kontaktidő során a támasz láb nagyobb, robbanásszerű erővel hajtja

végre lökést, és a repülési fázis hosszabb lesz. Továbbá a fűrgeségi ($p=0,035$) és vágtafutás ($p=0,032$) eredményei szignifikánsan fejlődtek.

Összefoglalás

A kutatásunk célkitűzéseinek megfelelően, a dolgozat a mezítlábas edzésprogram következtében elért változások elemzését mutatja be, amelyeket az első és a második mérés közötti különbségei képviselnek. További kutatások szükségesek a mezítlábas edzések futásra gyakorolt kinematikai és biomechanikai hatásának vizsgálatára.

Ha azonban van egy tanulság, amit levonhatunk, az az, hogy kevésbé kellene félni ettől a mozgásformától. A cipő nélküli futás irányzata nem azt a célt szolgálja, hogy eldöntsük a cipőben vagy cipő nélkül előnyösebb futni. Az embereknek úgy futnak és fognak futni, ahogy akarnak, és olyan lábbeliben, amilyenben akarnak. Ennek ellenére mindenkit, aki fut vagy futással foglalkozik, arra bátorítanánk, hogy próbálja ki a mezítláb futást.

Összegezve tehát, a jelen kutatás eredményei hozzájárulnak egy olyan tudományos kép kialakításához, amely szerint a mezítlábas edzések elősegíthetik egy előnyösebb futóforma kialakítását, és az irányváltoztatással kombinált mozgásgyorsaság fejlődését, megerősítve a láb és lábfej izmait.

V. IDÉZETT FORRÁSMUNKÁK

1. Baroody, J. N. (2013). The Effect of a Barefoot Running Training Program on Running Economy and Performance. *University of New Hampshire Scholars' Repository*, 3-4.
2. Brewer, J., Bersley, A., Charalambous, L., Earle, J., Fletcher, I., Hill, J., & Pedlar, C. (2017). *Running Science*. London: Ivy Press.
3. De Villiers, E. J., & Venter, E. R. (2014). Barefoot Training Improved Ankle Stability and Agility in Netball Players. *International Journal of Sports Science & Coaching*.
4. Franklin, S., Li, F.-X., & Grey, M. J. (2018). Modifications in lower leg muscle activation when walking barefoot or in minimalist shoes across different age-groups. *Gait Posture*, 1-5.
5. Hollander, K., Hamacher, D., & Zech, A. (2021). Running barefoot leads to lower running stability compared to shod running - results from a randomized controlled study. *Scientific Reports*.
6. Jenkins, W. D., & Cauthon, J. D. (2011). Barefoot running claims and controversies: a review of the literature. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 231-246.

7. Kyröläinen, H., Finni, T., Avela, J., & Komi, V. P. (2003). Neuromuscular behaviour of the triceps surae muscle-tendon complex during running and jumping. *International Journal of sports medicine*, 24(3), 153-5.
8. Lieberman, D. E. (2012). What We Can Learn About Running from Barefoot Running: An Evolutionary Medical Perspective. *Exercise and Sport Sciences Reviews*.
9. Lieberman, D. E., Castillo, R. E., Otarola-Castillo, E., Sang, K. M., Sigei, K. T., Ojiambo, R., & Pitsiladis, Y. (2015). Variation in foot strike patterns among habitually barefoot and shod runners in Kenya. *PLoS One*.
10. Marti, B., Vater, J. P., Minder, C. E., & Abelin, T. (1988). On the epidemiology of running injuries: the 1984 Bern Grand-Prix study. *The American Journal of Sports Medicine*, 285-294.
11. McDougall, C., & Orton, E. (2022). *Born to run 2: The ultimate training guide*. London: Souvenir Press.
12. Mizushima, J., Keogh, J. W., Maeda, K., Shibata, A., Kaneko, J., Ohyama-Byun, K., & Ogata, M. (2021). Long-term effects of school barefoot running program on sprinting biomechanics in children: A case-control study. *Gait & Posture*, 83, 9-14.
13. Murer, K. (2000). *1003 atlétika játék és gyakorlat*. Budapest: Dialóg Campus Kiadó.
14. Nigg, B. M. (2009). Biomechanical considerations on barefoot movement and barefoot shoe concepts. *Footwear Science*, 73-79.
15. Robbins, S., & Hanna, A. (1987). Running-related injury prevention through barefoot adaptations. *Medicine and science in sport and exercise*, 192, 148-56.
16. Splichal, E. (2019). *Mezítlábas edzés - Okosan lépj, tovább élsz!* Budapest: Jaffa Kiadó És Kereskedelmi Kft.
17. Szabó, P., & Vasile, B. (2009). *Az atlétikai próbák biomechanikai sajátosságai* [Kézirat].
18. Van Mechelen, W. (1992). Running injuries. A review of the epidemiological literature. *Sports Medicine*, 320-35.
19. Venkadesan, M., Werbel A. W., Daoud, I. A., D'Andrea, S., Davis, I. S., & Lieberman, D. E. (2010). Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*, 531–535.
20. Wearing, S. C., Smeathers, E. J., Yates, B., Urry, R. S., & Dubois, P. (2009). Bulk compressive properties of the heel fat pad during walking: A pilot investigation in plantar heel pain. *Clinical biomechanics*, 24(4), 397-402.