

Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem

Humánkineziológia szak

**A nyújtásos-rövidülési ciklus hatékonyságának összefüggései egyenes
vonalú és irányváltóztatásos gyorsasággal labdarúgó akadémistáknál**



Témavezető:

Dr. Matlák János

Egyetemi adjunktus

Kineziológia Tanszék

Készítette:

Csányi Máté

2023.

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	3
2. CÉLKITŰZÉS	5
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	6
3.1. VIZSGÁLATI SZEMÉLYEK.....	6
3.2. ALKALMAZOTT ESZKÖZÖK.....	6
3.2.1. Felugrási teszt – erőplató	6
3.2.2. Sprint teszt – fotocella.....	7
3.2.3. Irányváltásos teszt (CODS) – fotocella.....	7
3.3. MÉRÉSI PROTOKOLL	7
3.4. STATISZTIKAI ELEMZÉS	8
4. EREDMÉNYEK.....	9
4.1. ALAPVÁLTOZÓK ÉS PÁLYATESZT IDŐEREDMÉNYEK	9
4.2. KALKULÁLT VÁLTOZÓK ÉS PÁLYATESZT IDŐEREDMÉNYEK.....	11
4.3. ÖSSZEFÜGGÉSEK A KALKULÁLT HATÉKONYSÁGI MUTATÓK ÉS A PÁLYATESZT EREDMÉNYEK KÖZÖTT KOROSZTÁLYOKNÁL	12
5. MEGBESZÉLÉS.....	14
6. ÖSSZEFOGLALÁS	16
7. IRODALOMJEGYZÉK.....	17

1. Bevezetés

A labdarúgásra az utóbbi évek fejlődésével elmondható, hogy bár túlnyomórészt taktikai sportág, egyes tanulmányok igazolták, hogy a játék intenzívebb válásával megköveteli a labdarúgók fizikai, technikai és mentális képességeinek komplex fejlesztését is. Jellemzően az egyre dinamikusabb és intenzívebb játékstílus mellett szükség van olyan az élettani, és biomechanikai változók vizsgálatára, emellett elengedhetetlen a gondosan megtervezett edzések beépítése is, melyek eredményével a játékosok képesek legyenek maximális teljesítményt nyújtani mérkőzésről mérkőzésre (*Barnes és mtsai, 2015; Bush és mtsai, 2014; Chena és mtsai, 2022*). Ebben az intermittáló sportágban jellemzőek a nagy intenzitású, rövid ideig tartó mozgások, legyen az egy függőleges irányú ugrás, gyorsítással és lassítással járó egyenesvonalú sprintek, valamint gyors irányváltások is, amit gyakran agilitásként is emlegetnek (*Falch és mtsai, 2020; Altmann és mtsai, 2019*). Ebből kifolyólag a labdarúgóknak olyan dinamikus, robbanékony izomteljesítményre van szükségük, amely nem csupán a test gyorsításában-lassításában, és irányváloztatásban nyilvánul meg, hanem olyan sportágspecifikus mozgásoknál is, ahol a függőleges felugrás, a labda elrúgása vagy egy jól kivitelezett szerelés is megjelenhet (*Wang és Zhang, 2016*). Korábbi kutatásokban kimutatták, hogy egy labdarúgó mérkőzésen a játékosok átlagosan több mint 700 darab, 90°-ban történő irányváltást hajtanak végre mindkét lábbal, ezen kívül számos ugrást és sprintet is tesznek, ami egyértelműen indokolja az alapkondicionális képességek magas szintű fejlesztését (*Bloomfield, Polman és O'Donoghue, 2007*). Jogosan feltételezhetjük, hogy a lineáris gyorsulás és az irányváltás egy és ugyanaz, hiszen hasonló technikai tényezőket foglal magába, valamint mindkét esetben helytálló az a tény, hogy az újbóli gyorsítások és lassítások kivitelezésére ugyanolyan hatékony erőfelhasználást követel (*Papla és mtsai, 2020*). Ettől függetlenül a szakirodalom e két képességet elkülöníti. A gyorsaságot Pavlik (2019) az alábbi módon definiálja: „*A gyorsaság az a képességünk, amelynek segítségével egy adott mozdulatsort a lehető legrövidebb idő alatt tudunk végrehajtani.*” Ezzel szemben az agilitásnak számos meghatározása került napvilágra, ám sok esetben kizárólag csak az irányváloztatási képességre fókuszálnak. Young és mtsai (2015) két fő komponensre osztották az agilitást, mely közül az egyik az irányváloztatással való gyorsaság (Change of Direccion Speed), másik pedig az észleléssel és döntéshozatallal kapcsolatos faktorok, vagyis a kognitív komponens. Sheppard és Young (2006) így definiálják az agilitás képességét: „*gyors, egész testtel végzett mozgás a mozgás sebességének vagy irányának valamilyen ingerre történő megváloztatásával*”.

Ma már általánosan elfogadott pályatesztek állnak rendelkezésre, melyek a fizikai erőnlétet megfelelő eszközök segítségével képesek objektív módon vizsgálni, ilyenek például az alsóvégtag robbanékonyságának értékelésére leggyakrabban használt függőleges felugrási tesztek. Ezek közül jól ismert a Squat Jump (SJ) és a Countermovement Jump (CMJ) típusforma (*Petrigna és mtsai, 2019*). E két felugrás típusnál kimutatták, hogy a sportolók átlagban 2-4 centiméterrel magasabbra ugranak CMJ során, mint SJ esetén (*Bobbert és Casius, 2005*). Ez az eredmény annak tulajdonítható be, hogy a CMJ protokoll alapján a sportoló a mozgást állóhelyzetet követően egy dinamikus súlypontsüllyesztéssel indítja, majd a súlypont gyors megállítása történik, ezt követően pedig az ízületek gyors kinyújtásával és felugrással, illetve talajra érkezéssel fejeződik be. Ezt az „előfeszített” állapotból történő gyors ízületi mozgást nyújtásos-rövidülési ciklusnak (Stretch-shortening cycle) nevezik, mely alapvetően három fázisból áll: excentrikus, amortizációs és koncentrikus kontrakció (*Komi, 1984*). A másik esetben a sportoló már egy guggoló, statikus helyzetből hajtja végre az ugrást, ezzel kizárva az izomban létrejövő nagyobb munkavégzés lehetőségét, nevezetesen az izomban tárolt elasztikus energiát (*Kopper és mtsai, 2009*).

Ezekben a tesztekben gyakori az ugrások eredményeinek különbségéből kalkulált változók alkalmazása, amit a szakirodalomban elasztikussági indexnek, vagy röviden EUR-nak (Eccentric Utilization Ratio) neveznek. Az EUR-t hasznos paraméterként javasolják a sportolók teljesítményének felmérésében, és hagyományosan az izomban létrejövő nyújtásos-rövidülési ciklus hatékonysági mutatójának tekintik. Bizonyított, hogy nem csak a két ugrás magasságának arányából, de a leadott teljesítmény arányából is hasznosnak bizonyul az edzettségi állapot meghatározásában élsportolók esetén (*McGuigan és mtsai, 2006*). Az EUR során kapott alacsonyabb értékek (1,0-nál kisebb érték) jelezhetik, hogy a sportoló feltételezhetően nem, vagy csupán kismértékben képes felhasználni izomban tárolt elasztikus energiát. Másfelől a magasabb EUR értékkel rendelkező sportolók (1,0 –nál nagyobb érték) kisebb teljesítmény leadás jellemző, aminek ellensúlyozására sportolóknak általában alapvető kondicionális erőedzéseket alkalmaznak (*Kozinc, Pleša és Šarabon, 2021; Hawkins, Doyle és McGuigan, 2009*).

2. Célkitűzés

Vizsgálatunk során arra kerestük a választ, hogy a függőleges felugrásokból számított, különböző módon kalkulált hatékonysági mutatók összefüggésbe hozhatók-e a labdarúgók teljesítményével egyenes vonalú, valamint irányváltoztatásos futógyorsaság tesztekben mért időeredményekkel.

Szakirodalmak áttekintésének követően az alábbi kutatási kérdést tűztük ki vizsgálatunkban:

- Feltételezzük, hogy felugrási magasságokból kalkulált hatékonysági mutató (EUR), - mely a két ugrásmagasságból kalkulált arányérték – összefüggést mutat a sprint és az irányváltoztatásos teszt során mért időeredménnyel.

3. Anyag és módszer

3.1. Vizsgálati személyek

Vizsgálatunkban egy államilag elismert sportakadémián szereplő, utánpótláskorú labdarúgók ($n=41$, életkor: 15.9 ± 1.2 ; testtömeg: 68.7 ± 8.5 ; testmagasság: 176.9 ± 6.98) vettek részt. Mindegyik vizsgálati személy a magyar utánpótlás labdarúgóbajnokság kiemelt osztályban szereplő mezőnyjátékosa volt. Az utánpótláscsapatban szereplő játékosok közül decimális életkor alapján a legfiatalabb játékos, aki részt vett a vizsgálatban még nem töltötte be a 14. életévét, míg a legidősebb játékos 18. életévét már betöltötte. A vizsgálatban résztvevő személyek leíró statisztikai adatai az 1. táblázatban láthatók. A vizsgálatban résztvevők mindegyike egészséges, kipihent állapotban érkezett, sérülés nem akadályozta a felmérés sikeres elvégzését. A felméréseket 2022 augusztusában és szeptemberében végeztük el. A tesztek felmérése előtt szóban tájékoztattuk őket a vizsgálatok menetéről, valamint felhívtuk figyelmüket a teszt során felmerülő lehetséges kockázatairól. A vizsgálatot és az arról gyűjtött adatok rögzítését az Egyetem Tudományos és „Kutatásetikai Bizottsága” hagyta jóvá, és a Helsinki Dekrétum humán vizsgálatokra vonatkozó előírásainak megfelelően lettek elvégezve.

1. Táblázat: Vizsgálati személyek leíró statisztikai eredményei

	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Életkor	15,94	1,17	13,76	18,12
Testtömeg	68.66	8,49	47,32	84,98

3.2. Alkalmazott eljárások

3.2.1. Felugrási teszt (CMJ; SJ)

A függőleges felugrási teszteket Squat Jump (SJ), valamint Countermovement Jump (CMJ) típussal vizsgáltuk dupla, egyenként 0,35 x 0,7 m-es erőplaton (VALD Performance, FDMax model, Newstead, Queensland, Australia), a mintavételi frekvencia 1000Hz volt. SJ felugrás során a játékosok guggoló pozícióból, csípőre tartással kezdték a felugrást, míg CMJ esetén a résztvevők egyenes állásból gyors térdízületi hajlítást követően végeztek ugrást

maximális felugrásra törekedve, szintén csípőre tartással. A statisztikai elemzés során a legjobb felugrás és az ahhoz tartozó kinetikai és kinematikai mutatókat használtuk: felugrási magasság (cm), abszolút, és testtömegre vonatkoztatott átlag és csúcsteljesítmény (W, W/kg).

3.2.2. Sprint teszt (30 méter)

Az egyenes vonalú sprint teszteket (5-10-20-30m) fotocella (WITTY, Microgate) eszköz segítségével vizsgáltuk. A teszteket az alábbi protokoll szerinti beállítások alapján végeztük: fotocellamagasság 110cm, rajttávolság 40cm. A teszt során 3 ismétlést végeztek el a résztvevők, ahol szintén a legjobb részeredmények kerültek a statisztikai elemzésbe. Minden ismétlés között megfelelő pihenőidő állt rendelkezésre, valamint a tesztet alapos bemelegítés előzte meg.

3.2.3. Irányváltásos teszt (CODS)

A vizsgálati személyek irányváltoztatási képességét módosított 505 teszttel vizsgáltuk. A teszt során szintén Microgate fotocellákat használtunk a következő beállítások mellett: fotocellamagasság 110cm, rajttávolság 50cm. A hagyományos teszt 10 méteres felgyorsítási szakaszból áll, ahol a következő 5 métert odavissza teszi meg a sportoló. A teszt álló rajtból indul, ahol a vonalat érintve egy darab 180°-os irányváltoztatást hajt végre (*Drapler és Lancaster, 1895*). Módosított 505 teszt fő különbsége hagyományos teszthez képest, hogy nem tartalmazza a 10 méteres felgyorsulási szakaszt. A teszt során 2-2 ismétlést hajtottak végre mindkét lábra a játékosok, ahol a két lát átlagának legjobb időeredménye (sec) került a statisztikai számításba.

3.3. Mérési protokoll

A függőleges felugrás, a sprint, valamint az irányváltoztatásos képesség közötti kapcsolat feltárásához ugyanazok a vizsgálati személyek végeztek mindkét felugrási típusból és sprintelési próbákból 3-3 ismétlést, melyek közül az általuk elért legjobb eredmény került a statisztikai értékelésbe. A felmérések során csak azok a játékosok kerültek be a kutatási vizsgálatba, akik egészségesek, pihent állapotban voltak jelen, továbbá mindhárom tesztről volt érvényes eredménye. A mérések mindig a délelőtti órákban, pihent állapotban történtek, ahol

elsőkörben a felugrási teszteket (SJ, CMJ), majd egy héttel később a sprint (5-10-20-30m), illetve az irányváltóztatásos tesztet (módosított 505) hajtották végre. Mindegyik teszt előtt egységes bemelegítési protokollt végeztek el, amely során a játékosok 10 perc keringésfokozó, 10 perc dinamikus nyújtógyakorlatokból álló blokkot hajtottak végre az ottani erőnléti edző vezetésével. Említendő továbbá, hogy a tesztek végrehajtásához nem volt szükség familiarizációs időszakot beiktatni, ugyanis a méréseken résztvevők mindegyike ismeretében voltak a tesztek helyes kivitelezésében.

3.4. Statisztikai elemzés

A 2. táblázatban láthatjuk az alapváltozók, valamint az abból számolt értékeket, amelyek vizsgálatra kerültek a statisztikai elemzéseink során. A játékosok felugrási eredményeit az erőplatóhoz használt szoftverrel (VALD Forcedecks Software) mentettük el, valamint a fotocellákon mért sprint tesztek eredményeit a Microsoft Excel (Microsoft Com., USA) táblázatkezelő programban összesítettünk. Minden változó esetében Shapiro-Wilk normalitási tesztet végeztünk, majd az összefüggések vizsgálatára Pearson-, illetve Spearman-féle korrelációs számítást alkalmaztunk $p \leq 0.05$ szignifikancia szint mellett. Az eredmények esetén, a különböző alap és kalkulált változók korrelációs együttható értékeinek szintjét a következőképpen fogadtuk el (Hopkins, 2002): 0,0-0,1 (elenyésző), 0,1-0,3 (alacsony), 0,3-0,5 (közepes), 0,5-0,7 (magas), 0,7-0,9 (nagyon magas), 0,9-1,0 (közel tökéletes).

2. Táblázat: A vizsgálat során mért alap és kalkulált változók

Alap változók	Kalkulált változók
- Felugrási magasság (Imp-mom.) [cm]	- EUR (CMJ /SJ)
- Koncentrikus átlagteljesítmény (abszolút, relatív) [W, W/kg]	- felugrási magasság - csúcseljesítmény (abszolút, relatív) - koncentrikusátlagteljesítmény (abszolút, relatív)
- Koncentrikus csúcseljesítmény (abszolút, relatív) [W, W/kg]	-Prestretch augmentation [(CMJ-SJ)/SJx100] [%]
- Sprint (5-10-20-30m) eredmények [sec]	- Módosított RSI (Flight Time/TTT) [m/s]
- 505 átlag (Jobb/Bal láb) [sec]	- FT:CT (Flight Time/Contraction Time)
- CODS Deficit (505 átlag sec – 10m sec)	

4. Eredmények

Az alábbi táblázatban (3. táblázat) látható a vizsgálati személyek felugrás, sprint és az irányváltásos teszt során mért változóinak leíró statisztikai összege.

3. Táblázat: A játékosok pályateszt eredményei

	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
SJ felugrási magasság (cm)	33.3	5.40	25.1	47.1
SJ koncentrikus átlagteljesítmény (W)	1363	300.6	866	1912
SJ relatív koncentrikus átlagteljesítmény (W/kg)	19.8	3.34	12.7	26.3
SJ csúcsteljesítmény (W)	3516	630.9	2069	4792
SJ relatív csúcsteljesítmény (W/kg)	51.2	6.6	39.2	67.7
CMJ felugrási magasság (cm)	35.8	4.84	26.7	48.1
CMJ koncentrikus átlagteljesítmény (W)	2053	357.9	1348	2808
CMJ relatív koncentrikus átlagteljesítmény (W/kg)	19.8	3.34	12.7	26.3
CMJ csúcsteljesítmény (W)	3501	595.3	2079	4699
CMJ relatív csúcsteljesítmény (W/kg)	51.01	3.9	22.8	42.7
EUR felugrási magasság	1.09	0.11	0.9	1.4
EUR koncentrikus átlagteljesítmény	1.54	0.25	1.2	2.2
EUR relatív koncentrikus átlagteljesítmény	1.54	0.25	1.2	2.2
EUR csúcsteljesítmény	1.00	0.06	0.9	1.1
EUR relatív csúcsteljesítmény	1.00	0.05	0.91	1.1
5m (s)	1.12	0.07	1	1.3
10m (s)	1.86	0.08	1.7	2
20m (s)	3.15	0.12	2.9	3.4
30m (s)	4.36	0.18	4	4.7
Módosított 505 (s)	2.52	0.07	2.41	2.7
COD Deficit	0.47	0.66	-1.9	0.9

SJ – Squat Jump CMJ – Countermovement Jump EUR: CMJ/SJ

4.1. Alapváltozók és pályateszt időeredményei

Az alábbi táblázatban látható két felugrási teszt során kapott eredmények összefüggései a pályatesztekkel. A táblázat alján jelöltük a szignifikancia szintet csillagokkal, valamint korrelációs együttható alapján láthatjuk az összefüggések erősségét, mindezt színskálában.

4. táblázat: A két felugrási teszt változóinak korrelációi a pályateszt eredményeivel

	Módosított 505	Sprint 5m	Sprint 10m	Sprint 20m	Sprint 30m	CODS Deficit
SJ magasság (cm)	-0.277	-0.513**	-0.676**	-0.735**	-0.631**	0.298
SJ koncentrikus átlag teljesítmény (W)	-0.098	-0.343*	-0.418*	-0.491*	-0.504**	0.363*
SJ relatív koncentrikus átlag teljesítmény (W/kg)	-0.038	-0.286	-0.410*	-0.436*	-0.458*	0.383*
SJ csúcsteljesítmény (W)	-0.328*	-0.504**	-0.610**	-0.715**	-0.705**	0.337*
SJ relatív csúcsteljesítmény (W/kg)	-0.358*	-0.468*	-0.702**	-0.764**	-0.753**	0.340*
CMJ magasság (cm)	-0.386*	-0.550**	-0.748**	-0.808**	-0.791**	0.321*
CMJ koncentrikus átlag teljesítmény (W)	-0.358*	-0.543**	-0.621	-0.720**	-0.706**	0.305
CMJ relatív átlagteljesítmény (W/kg)	-0.404*	-0.583**	-0.666**	-0.712**	-0.687**	0.263
CMJ csúcsteljesítmény (W)	-0.389*	-0.510**	-0.594**	-0.691**	-0.676**	0.261
CMJ relatív csúcsteljesítmény (W/kg)	-0.438*	-0.501**	-0.676**	-0.725**	-0.701**	0.259

*p < 0.05 **p < .001

A SJ és CMJ során mért alapváltozók esetében különböző erősségű, szignifikáns korrelációt találtunk az 5m, 10m, 20m, 30m és módosított 505 teszt eredményekkel, ám az 505 esetén csupán kismértékű korreláció volt mind az abszolút, mind a relatív alapváltozókkal. A CMJ felugrás során nagyon magas korrelációt mutat a sprint tesztek rész eredményeivel, SJ során kisebb összefüggést mutat.

4.2. Kalkulált változók és a pályateszt időeredményei

A következőkben az alapváltozókból számolt változók összefüggései láthatók a pályatesztek eredményeivel. Ami jelentős eltérést mutat a korábbi eredményektől, hogy nincs szignifikáns összefüggés a kalkulált hatékonysági mutatók, a sprint, valamint a módosított 505 teszt eredményei között mind az abszolút, mind a relatív számolt változókkal. Továbbá a módosított 505 teszt esetén sem találtunk összefüggést a kalkulált változók között.

5. táblázat: A kalkulált hatékonysági mutatók korrelációs összefüggései pályateszt eredményeivel

	Módosított 505	Sprint 5m	Sprint 10m	Sprint 20m	Sprint 30m	CoD Deficit
EUR felugrási magasság	-0.099	-0.086	0.068	0.085	0.092	0.029
EUR csúcsteljesítmény	-0.128	0.097	0.191	0.265	0.260	-0.228
EUR koncentrikus átlagteljesítmény	-0.317	-0.141	-0.034	-0.108	0.003	-0.209
EUR relatív csúcsteljesítmény	-0.148	-0.025	0.192	0.255	0.284	-0.113
EUR relatív koncentrikus átlag teljesítmény	-0.223	-0.144	-0.025	-0.105	0.006	-0.364
Prestretch augmentation	-0.086	-0.042	-0.009	0.088	0.066	0.027
Módosított RSI (m/s)	-0.377*	-	-	-	-	0.225
Flight Time:Contraction time	-0.269	-0.476*	0.511**	0.552**	0.542**	0.224

*p < 0.05 **p < .001

4.3. Összefüggések a kalkulált hatékonysági mutatók és a pályateszt eredmények között korosztályra lebontva

Vizsgálati személyeinket életkoruk alapján két csoportra osztottuk fel, ahol egy fiatalabb (U15-U16) és egy idősebb csoport (U17-U19) alakult ki. A fiatal és idősebb korosztályú játékosoknál tendencia figyelhető meg, ugyanis mindkét korosztálynál szintén különböző erősségű, szignifikáns korrelációt találtunk a CMJ ugrásból kalkulált módosított reaktív erőindex és a sprint teszt eredmények között, valamint a Flight Time:Contraction Time számított változó az idősebb korosztálynál mutatott szignifikáns korrelációt a sprint tesztek eredményeivel.

6. táblázat: Az idősebb korosztály (U17-U19) kalkulált hatékonysági mutatóinak összefüggései pályateszt eredményeivel

	Módosított 505	Sprint 5m	Sprint 10m	Sprint 20m	Sprint 30m	CoD Deficit
EUR magasság (cm)	0.177	-0.362	-0.239	-0.192	-0.411	0.285
EUR csúcsteljesítmény (W)	-0.437	-0.061	-0.086	-0.039	-0.102	-0.241
EUR koncentrikus átlagteljesítmény (W)	-0.217	-0.238	-0.277	-0.319	-0.283	0.126
Módosított RSI (m/s)	-0.455	-0.582*	0.707**	0.745**	0.716**	0.328
Flight Time:Contraction time (s)	-0.367	0.643**	0.732**	0.796**	0.800**	0.432
Prestretch augmentation (%)	0.008	-0.208	-0.216	-0.275	-0.283	0.258
EUR relatív csúcsteljesítmény	-0.457	-0.243	-0.194	-0.217	-0.217	-0.164
EUR relatív koncentrikus átlagteljesítmény	-0.217	-0.298	-0.239	-0.327	-0.295	0.131

*p < 0.05 **p < .001

Az idősebb korosztály esetén számolt hatékonysági mutató (EUR) mind a sprint, mind a módosított 505 teszténél mért időeredményei között sem találtunk szignifikáns összefüggést. Továbbá a Flight Time:Contraction Time számított változó a kor előre haladtával mutatott

szorosabb összefüggést a pályateszt eredményeivel. Ez az összefüggést részben annak is tudható, hogy CMJ felugrások során mért alapváltozók (ugrásmagasság, teljesítmény) szintén összefüggést mutatott a pályatesztek eredményeivel.

7. táblázat: A fiatalabb korosztály (U15-U16) kalkulált hatékonysági mutatóinak összefüggései pályateszt eredményeivel

	Módosított 505	Sprint 5m	Sprint 10m	Sprint 20m	Sprint 30m	CoD Deficit
EUR magasság (cm)	-0.270	-0.042	0.097	0.144	0.254	0.072
EUR csúcsteljesítmény (W)	-0.011	0.135	0.338	0.416*	0.476*	-0.173
EUR koncentrikus átlagteljesítmény (W)	-0.484*	-0.303	-0.1	-0.221	-0.055	-0.448
Módosított RSI (m/s)	-0.247	-0.457*	-0.481*	-0.547*	-0.536	0.118
Flight Time:Contraction time (s)	-0.091	-0.302	-0.215	-0.217	-0.213	-0.008
Prestretch augmentation (%)	-0.237	-0.041	0.060	0.133	0.242	0.029
EUR relatív csúcsteljesítmény	-0.108	-0.032	0.273	0.331	0.455*	-0.269
EUR relatív koncentrikus átlagteljesítmény	-0.497*	-0.257	-0.077	-0.197	-0.048	-0.492

*p < 0.05 **p < .001

5. Megbeszélés

Kutatásunk célja megvizsgálni, hogy a vizsgálatban szereplő akadémiai játékosok felugrásainak változóiból (a CMJ és a SJ felugrásmagasságának, teljesítményének aránya) számolt hatékonysági mutatók milyen szinten mutatnak korrelációt az egyenes vonalú sprint, valamint az irányváltoztatásos képességi teszteken mért időeredményekkel. Megfogalmazva kutatási hipotézisünket, mely szerint van összefüggés a felugrásokból kalkulált hatékonysági mutató (EUR) az egyenes vonalú sprint, és módosított 505 teszt időeredményeivel.

Vizsgálati eredményeink alátámasztották, hogy az EUR mutató és a pályatesztek során mért változók között volt néhány kismértékű korreláció, mégis azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az EUR korlátozottan használható a teljesítmény nyomon követésére. Említendő továbbá, hogy az olyan alapváltozók, mint például a CMJ felugrási magasság önmagában jobb prediktorként funkcionálnak mind az egyenes vonalú sprint, mind a CODS képesség meghatározásában.

Vizsgálatunk során kapott eredmények összhangban vannak korábban végzett kutatásokkal. Kozinc és mtsai (2021) fiatal röplabdázók ($n=45$) elasztikussági index értékeit vizsgálták különböző pályatesztek eredményeivel. A két felugrási teszt (CMJ és SJ) mellett, 25m sprint, módosított T-teszt és 505 CODS tesztet végeztek. Az EUR mutatót ugrásmagasság, csúcserő (Peak force), és átlagteljesítmény (Mean power) alapján számították ki. Míg két ugrás változói különböző erősségű, szignifikáns korrelációt mutattak a sprint ($r=0,42-0,70$), valamint a két CODS teszt eredményeivel ($r=0,33-0,40$), addig az EUR csupán alacsony korrelációt mutatott a teljesítményváltozókkal ($r=0,31$). Ahogyan kutatási eredményeink is tükrözték, úgy a röplabda sportágban játszó sportolók esetén is azt láthatjuk, hogy az EUR hatékonysági mutató korlátozott betekintést nyújt a sportolók neuromuszkuláris képességeibe. Ezt a korlátozott hasznossági jelenséget tovább erősíti az a megállapítás, amit Van Hooren (2017; 2016) tanulmánya állapított meg, mely szerint a magas EUR érték nem feltétlen jelent hatékony elasztikus energia kihasználást. Véleménye szerint, a nagy EUR érték gyenge SJ teljesítmény következménye lehet, amit kismértékű erőfejlesztés képességével magyarázható. Ez a jelenség adhat választ a mi eredményeinkre is, ahol a fiatal korosztálynál vizsgált eredmények közül ellentmondásos korrelációk mutattak az EUR átlag és csúcs teljesítmény változóinál. Egy nemrégiben készült tanulmány során kimutatták, hogy a

diákok kontrollcsoportja magasabb EUR értéket mutatott, mint a vizsgálatban résztvevő sportolók csoportja. Ha figyelembe vesszük, Van Hooren korábbi megállapítását a gyenge teljesítménnyel kapcsolatban, feltételezhetjük, hogy a kevésbé képzett vizsgálati személyek az izom erőfelfutás képességének korlátozott hatékonysága eredményezhet magas EUR értéket *(Kozinc és mtsai, 2021)*.

Jelen vizsgálatunk során elvetettük hipotézisünket, mivel az EUR nem, vagy csak kismértékben mutatott korrelációt a pályatesztek változóival. Ez összhangban lehet azzal a megállapítással is, hogy a nyújtásos-rövidülési ciklus kategorizálható sebesség alapján. Minden emberi testmozgás során jelen van az SSC, ám a mozgáskivitelezési sebesség különböző lehet. Alapvetően kétféle kategória alapján sorolható be: gyors-SSC (<250 milliszekundum) és lassú-SSC (>250 milliszekundum). Amíg egy távolugrás helyes kivitelezését nézzük, gyors-SSC mozgások közé sorolják, mivel 140-170 milliszekundum közötti talajérintkezéssel számolnak *(Stefanyshyn és Nigg, 1998)*, addig Schmidbleicher (1988) szerint a CMJ felugrás egy lassú nyújtási-rövidülési ciklusú mozgás, mivel a súlysüllyesztéstől a talajelhagyáson át az talajra való érkezésig akár 500 – 1000 milliszekundum is eltelhet *(Van Hooren és Bosch, 2016)*. Ebből következtethetünk jövőbeli kutatásra vonatkozóan, melyben egy gyors-SSC mozgású sprint, nagyobb összefüggést mutathat olyan gyors nyújtásos-rövidülési mozgással járó tesztnél, mint például a Drop Jump (DJ), ahol a kontakt idő 130-300 milliszekundum közé sorolható *(Turner és Ian, 2010; Komi, 1984)*.

6. Összefoglalás

Kutatásunk fő célja a nyújtásos-rövidülési ciklus hatékonysága és az egyenes vonalú sprint és irányváltásos gyorsaság közötti összefüggések feltárása volt. A témában végzett szakirodalmak megállapították, hogy a különböző módszerrel végzett függőleges felugrási tesztek hasznos útmutatóként szereplenek sportolók neuromuszkuláris teljesítményének nyomon követésében. továbbá olyan változók, mint az ugrásmagasság, és a teljesítmény szoros korrelációt mutatnak a sprint és CODS eredményeivel. A korábban említett két felugrási típusú ugrások eredményeinek arányából (EUR) kalkulált változók hasznos mutatóként szolgálnak az izomban lezajló nyújtásos-rövidülési ciklus hatékonyságában.

Kutatásunk során arra kerestük a választ, hogy a különböző változókból számolt hatékonysági mutatók összefüggésbe hozhatók-e a labdarúgók sprint, valamint CODS futógyorsaság tesztekben mért teljesítményével. Kutatási kérdésünk volt továbbá, hogy vajon létezik-e optimális index érték, amely szoros korrelációt mutat a különböző pályateszteken mért időeredményeivel.

Vizsgálatunkban egy magyar labdarúgó akadémia utánpótláskorosztályú sportolói vettek részt, ahol első körben felugrási tesztet, majd egy hét elteltével egyenes vonalú sprint, és módosított 505 irányváltásos tesztet végeztettünk. A felugrásokat erőplató segítségével, a sprint tesztet pedig fotocellával rögzítettük.

Nem találtunk szignifikáns összefüggést a kalkulált hatékonysági mutatók, a sprint valamint a módosított 505 teszt eredményei között. A két ugrás során mért változók esetében különböző erősségű, szignifikáns korrelációt találtunk az 5m, 10m, 20m, 30m sprint és módosított 505 teszt eredményekkel. A fiatal és idősebb korosztályú játékosoknál tendencia figyelhető meg, ugyanis az életkor előre haladtával mindkét korosztálynál szintén különböző erősségű, szignifikáns korrelációt találtunk a CMJ ugrásból kalkulált módosított reaktív erőindex és a sprint teszt eredmények között, valamint a Flight Time:Contraction Time számított változó az idősebb korosztálynál mutatott szignifikáns korrelációt a sprint eredményeivel.

Eredményeinkből kijelenthetjük, hogy a felugrásokból számolt hatékonysági mutatók nem mutatnak összefüggést pályatesztek eredményeivel. Javasolt olyan további vizsgálat, ahol kiderülhet az EUR hatékonysági mutatók alkalmazhatósága pályatesztek elemzésénél, mivel jelenleg korlátozott hasznosságra utal a sportteljesítmény meghatározásában.

7. Irodalomjegyzék

1. Wang YC, Zhang N. (2016). Effects of plyometric training on soccer players. *Exp Ther Med*, 550-554. doi: 10.3892/etm.2016.3419.
2. Bobbert MF, Casius LJ (2005). Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? *Med Sci Sports Exerc*, 440-446. doi: 10.1249/01.mss.0000155389.34538.97.
3. Komi PV (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exerc Sport Sci Rev*, 12:81-121.
4. Draper, J. A. (1985). The 505 test: A test for agility in horizontal plane. *Aust J Sci Med Sport*, 17(1), 15-18.
5. Dr. Pavlik Gábor (2019). *Élettan – Sportélettan* (3.kiad.). Budapest: Medicina Könyvkiadó Zrt.
6. Kopper Bence, R. L. (2009.). Elasztikus energiaszolgáltatás függőleges felugrás során. *Magyar Sporttudományi Szemle*, 10-16.
7. McGuigan MR, Doyle TL, Newton M, Edwards DJ, Nimphius S, Newton RU (2006). Eccentric utilization ratio: effect of sport and phase of training. *J Strength Cond Res*, 992-995. doi: 10.1519/R-19165.1.
8. Kipp K, Krzyszkowski J, Heeneman J(2021). Hip moment and knee power eccentric utilisation ratios determine lower-extremity stretch-shortening cycle performance. *Sports Biomech*, 532-542. doi: 10.1080/14763141.2019.1579854.
9. Hawkins SB, Doyle TL, McGuigan MR (2009). The effect of different training programs on eccentric energy utilization in college-aged males. *J Strength Cond Res*, 1996-2002. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b3dd57.
10. Kozinc Ž, Pleša J, Šarabon N. (2021). Questionable Utility of the Eccentric Utilization Ratio in Relation to the Performance of Volleyball Players. *Int J Environ Res Public Health*, 1-10. doi: 10.3390/ijerph182211754.
11. Barnes C, Archer DT, Hogg B, Bush M, Bradley PS (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *Int J Sports Med*, 1095-100. doi: 10.1055/s-0034-1375695.

12. Bush M, Barnes C, Archer DT, Hogg B, Bradley PS. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Hum Mov Sci*, 1-11. doi: 10.1016/j.humov.2014.10.003.
13. Chena M, Morcillo-Losa JA, Rodríguez-Hernández ML, Asín-Izquierdo I, Pastora-Linares B, Carlos Zapardiel J. (2022). Workloads of Different Soccer-Specific Drills in Professional Players. *J Hum Kinet*, 135-147. doi: 10.2478/hukin-2022-000075
14. Kozinc Ž, Žitnik J, Smajla D, Šarabon N. (2022). The difference between squat jump and countermovement jump in 770 male and female participants from different sports. *Eur J Sport Sci*, 985-993. doi: 10.1080/17461391.2021.1936654.
15. Stefanyshyn DJ, Nigg BM. (1998). Contribution of the lower extremity joints to mechanical energy in running vertical jumps and running long jumps. *J Sports Sci*, 177-86. doi: 10.1080/026404198366885.
16. Schmidtbleicher D, Gollhofer A, and Frick U. (1988). Effects of stretch shortening time training on the performance capability and innervation characteristics of leg extensor muscles. *Biomechanics XI-A (Vol 7-A)* DeGroot G, Hollander A, Huijing P, and Van Ingen Schenau G, eds. Amsterdam, the Netherlands: Free University Press. 185–189.
17. Van Hooren, B., & Bosch, F. (2016). Influence of muscle slack on high-intensity sport performance: A review. *Strength and Conditioning Journal*, 38(5), 75-87.
18. Turner, Anthony & Jeffreys, Ian. (2010). The Stretch-Shortening Cycle: Proposed Mechanisms and Methods for Enhancement. *Strength & Conditioning Journal*, 87-99.
19. Van Hooren B, Zolotarjova J. (2017). The Difference Between Countermovement and Squat Jump Performances: A Review of Underlying Mechanisms With Practical Applications. *J Strength Cond Res*, 2011-2020. doi: 10.1519/JSC.0000000000001913.
20. Hallvard Nygaard Falch, H. G. (2020). Relationship of Performance Measures and Muscle Activity between a 180 Change of Direction Task and Different Countermovement Jumps. *Sports*, 8.(47.), 1-13. doi:doi:10.3390/sports8040047
21. Jonathan Bloomfield, R. P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1.(6.), 63-70.
22. Luca Petrigna, B. K. (2019). A review of Countermovement and Squat Jump Testing Methods in the Context of Public Health Examination in Adolescence: Reliability and Feasibility of Current Testing Procedures. *Frontiers in Physiology*, 1-19. doi:10.3389/fphys.2019.01384

23. Michael R. McGuigan, T. L. (2006). Eccentric Utilization Ratio: Effect of Sport and Phase of Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20.(4), 992-995.
24. Monika Papla, M. K. (2020). Relationships between Linear Sprint, Lower-Body Power Output and Change of Direction Performance in Elite Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17.(17.), 1-9. doi:doi:10.3390/ijerph17176119
25. Stefan Altmann, S. R. (2019.). Validity and reliability of speed tests used in soccer: A systematic review. *PLoS ONE*, 14.(8.), 1-38. doi:https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220982
26. Warren B. Young, B. D. (2015.). Agility and Change-of-Direction Speed are Independent Skills: Implications for Training for Agility in Invasion Sports. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10.(1.), 159-169. doi:https://doi.org/10.1260/1747-9541.10.1.159
27. Sheppard JM, Young WB. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *J Sports Sci*, 919-32. doi: 10.1080/02640410500457109.