

**Antropometriai adatok összehasonlítása a mérkőzéseken mért
GPS-alapú lokomotorikus és mechanikai jellemzőkkel profi
labdarúgók körében**

Comparison of anthropometric data with GPS-based locomotor and mechanical
characteristics measured during matches in professional football players

Szerző neve: **Bauer Richárd**

Intézmény: **Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem**

Témavezető neve: **Havanecz Krisztián**

Tartalomjegyzék

<i>Szakirodalmi bevezető.....</i>	<i>3</i>
<i>Célkitűzés, kérdésfelvetések.....</i>	<i>5</i>
<i>Hipotézisek</i>	<i>5</i>
<i>Módszer</i>	<i>6</i>
<i>Vizsgálati személyek</i>	<i>6</i>
<i>Vizsgálati eszközök</i>	<i>6</i>
<i>Statisztikai analízis.....</i>	<i>6</i>
<i>Eredmények.....</i>	<i>7</i>
<i>Hipotézis vizsgálat</i>	<i>12</i>
<i>Diskusszió</i>	<i>13</i>
<i>Hivatkozások</i>	<i>15</i>

SZAKIRODALMI BEVEZETŐ

A labdarúgás csapatsport, amely megterheli mind az aerob és anaerob rendszert, rövid nagy intenzitású mozgások jellemzik, mint például a sprintek, amelyek között rövid és közepes intenzitású aktivitások váltakoznak (P.T. Nikolaidis és mtsai., 2014). Továbbiakban arról is beszámoltak, hogy az antropometriai szempontok, mint a testtömeg, a testmagasság, és a testtömegindex (BMI) tekintetében eltérések vannak (Carlos és mtsai., 2011). Éppen ezért a testösszetétel fontos teljesítmény meghatározó tényező a labdarúgók körében, és ennek kimutatására az antropometriai felmérés széles körben használt mérési módszer (Mireia és mtsai., 2023). Az antropometria az emberi test méretének és arányainak különböző mérését jelenti, melynek egyenletei segítségével meg lehet becsülni a zsírtömeg százalékos arányát, illetve az ebből kifolyólag a zsírmentes testtömeget (Jaime Sebastián-Rico és mtsai., 2023). Ezzel kapcsolatban kimutatták, hogy az antropometriai és fiziológiai jellemzők korreláltak a 20 méteres sprint idővel, (ebben az esetben az alacsonyabb testzsírszázalékkal rendelkező játékosok jobb eredményt értek el) ami a teljesítmény egyik fontos meghatározó változója (P. T. Nikolaidis és mtsai., 2016). Az optimális testalkat a zsírmentes testtömeg, illetve a zsírtömeg tekintetében, az egyes játékosok pályán elfoglalt helyüktől, fiziológiájától, valamint a játéktílusuktól függően változik. (Collins és mtsai., 2021). Valójában sem a testtömegre, sem a zsírtömegre vonatkozóan nincs egyetlen olyan érték, amit célértékként lehetne alkalmazni, bár kettős röntgen abszorpciometria (DEXA dual X-ray absorptiometry) módszerrel mértek elit játékosokat, ahol az átlagos testzsírszázalék megközelítőleg 8% és 13% között mozog. (Collins és mtsai., 2021). A versenyszerűen futballozó férfi labdarúgók sovány testtömege 63,3 és 71,2 kg között van, a testzsírszázalékuk pedig 10% és 12% között mozog, és ennek megfelelően, ha a játékosok magas sovány testtömeggel és <12% zsírtömeggel rendelkeznek, a sprint teljesítményük, ugróteljesítményük, és aerob kapacitásuk jobb volt, ugyanakkor negatív összefüggést találtak a testtömeg és az ugró és sprintteljesítmény között (Ai Ishida és mtsai., 2021). Felipe és mtsai., tanulmányában a felhalmozott sprinttávolsággal negatív összefüggést találtak a zsírtömeg és sovány testtömeg változásaival,

valójában ez volt az a változó, amely a legerősebb korrelációt mutatta a testösszetételi tényezőkkel, ami arra utal, hogy a nagy intenzitású távolságok negatív összefüggéseket eredményezhetnek a zsírtömeggel és a sovány testtömeggel. Egy további tanulmányban szintén kimutatták, hogy egy alacsonyabb zsírszázalékkal és magasabb szintű aerob kapacitással rendelkező játékosok nagyobb távot tesznek meg a GPS rendszerrel rögzített magas intenzitású és sprint zónában megtett távolságok tekintetében (Radziminszki és mtsai., 2019).

A dolgozatomban profi labdarúgókat vizsgáltam, akiket rendszeresen GPS rendszerrel monitoroztam edzésről és mérkőzésről mérkőzésre, és arra keresem a választ, hogy egy játékosnak milyen testösszetétellel kell rendelkeznie ahhoz, hogy minél jobb átlagos teljesítményt érjen el a mérkőzéseken. Az összes antropometriai mérést a Nemzetközi Kinantropometriai Társaság (ISAK) szabványainak megfelelően (ISAK Level 1) végeztem el (ISAK, 1978).

CÉLKITŰZÉS, KÉRDÉSFELVETÉSEK

A bevezetésben ahogy összefoglaltam, a testösszetétel több esetben is összefüggést mutat a teljesítménnyel, mind a motoros tesztek, és telemetrikus adatokkal. A szakirodalmakat illetően nem találtam sok olyan tanulmányt, amely közvetlen az antropometriai adatok, és GPS adatok összefüggéseit tárgyalta volna. A jelen tanulmány célja, hogy megvizsgáljuk a fizikális teljesítményt meghatározó külső terhelési paraméterek milyen összefüggést mutatnak az antropometriai jellemzőkkel. Továbbiakban a korrelációelemzéssel az alábbi kérdésekre keresem a válaszokat:

- ebben a mintában mi az az optimális izomtömeg, amivel a lehető legjobb átlagos teljesítmény érhető el a magas intenzitású zónában.
- milyen hatással van az átlagos mérkőzésteljesítményre a zsírtömeg.
- melyek azok a teljesítménymeghatározó tényezők a testösszetételt illetően, amelyek a leginkább befolyásolják a magasabb intenzitású zónában leadott átlagos teljesítményt.

HIPOTÉZISEK

H1: Feltételezem, hogy azok a játékosok, akiknek alacsonyabb a zsírtömegük, nagyobb átlagos fizikális teljesítményt nyújtanak a mérkőzéseken

H2: Feltételezem, hogy azok a játékosok, akiknek alacsonyabb a zsírtömegük, több dinamikus mozgásra képesek.

H3: Feltételezem, hogy azok a játékosok, akik alacsonyabb izomtömeggel rendelkeznek, több dinamikus mozgásra képesek.

MÓDSZER

VIZSGÁLATI SZEMÉLYEK

A vizsgálatban NB2-es felnőtt labdarúgók vettek részt ($N=15$, életkor: $24,50 \pm 3,51$ életév; testmagasság: $183,60 \pm 6,79$ cm; testtömeg: $77,71 \pm 7,21$ kg). Az összes antropometriai mérést a Nemzetközi Kinantropometriai Társaság (ISAK) szabványainak megfelelően (ISAK Level 1) végeztük. A testösszetételt a Spanyol Sportorvosi Szövetség Spanyol Kinantropometriai csoportjának dokumentumában leírt egyenletek alapján határozták meg a négykomponensű modellt (Muscle Mass Lee (kg), Adipose Mass Kerr (kg), Bone Mass Rocha (kg), és a maradék tömeg a Residual Mass (kg) követve, a mérés technikai hibája a bőrredők esetében 7,5%, a többi mérés esetében 1,5% volt (Mireia és mtsai., 2023).

VIZSGÁLATI ESZKÖZÖK

A labdarúgók lokomotorikus és mechanikai teljesítményének monitorozására 10 Hz-es GNSS jeladót használtunk (Catapult S7 Vector, Catapult Sports Ltd., Ausztrália, Melbourne). A mérkőzéssel kapcsolatos fizikai teljesítmény objektív mutatóit 44 db mérkőzésen keresztül rendszeresen rögzítettük a 2022/2023-as szezonban, ahol csak azokat a játékosokat vizsgáltuk, akik a teljes mérkőzést végig játszották.

STATISZTIKAI ANALÍZIS

A Shapiro-Wilk-teszt eredménye alapján az adatok normális eloszlást mutatnak, illetve a pontdiagramok alapján elmondható, hogy a változók közötti kapcsolat leírható egy egyenessel. Az antropometriai adatok és GPS által rögzített jellemzők közötti kapcsolatot Pearson-féle korrelációs együttható számításával elemeztem. A statisztikai elemzések során az alfa rögzített szintje 0,05 volt ($p < 0,05$ esetén tekintettem statisztikailag szignifikánsnak az eredményt). A statisztikai elemzéshez a IBM SPSS statisztikai programot használtam (SPSS v24.0, IBM Corporation, Chicago, Egyesült Államok).

EREDMÉNYEK

Az alábbi táblázatban **(1. Táblázat)** láthatjuk a felmért játékosok eredményeit a különböző változókat (ISAK antropometria, és GPS változók) figyelembe véve.

1. Táblázat

A felnőtt labdarúgók antropometriai és telemetrikus adatok (GPS) eredményei

Változók	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Életkor (dec)	15	19,84	30,61	24,50	3,51
Weight (kg)	15	66,00	91,00	77,71	7,21
Height (cm)	15	172,00	196,10	183,60	6,79
Muscle Mass Lee (kg)	15	30,81	39,92	35,56	2,77
Bone Mass Rocha (kg)	15	10,73	15,72	13,26	1,34
Adipose Mass (kg)	15	12,68	21,14	16,90	2,42
Magas intenzitású futás >19,8 km·h ⁻¹ (méter) (átlag)	15	307,75	803,86	586,33	148,79
Sprint >25,2km·h ⁻¹ (darab) (átlag)	15	2,89	10,57	6,04	2,07
Average Player Load (darab) (Session)	15	828,44	1241,09	1021,47	121,63
Lassulások >-3m·s ⁻² (méter) (átlag)	15	15.34	48.37	34.97	10.77

*. A korreláció szignifikáns 0,05 szinten (kétoldalas teszt).

**. A korreláció szignifikáns 0,01 szinten (kétoldalas teszt).

A rögzített telemetrikus adatok és az antropometriai jellemzők között több esetben is szignifikáns kapcsolatokat találtunk **(2. Táblázat)**.

2. Táblázat

Pearson Correlation: Testösszetétel komponens (abszolút érték) és GPS változók
N=15

Változók GPS	Változók (ISAK)	r	p
<i>Magas intenzitású futás $>19,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (méter) (átlag)</i>	Muscle Mass Lee (kg)	$r=-0,566^*$	0,028
<i>Sprint $>25,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (darab) (átlag)</i>	Bone Mass Rocha (kg)	$r=-0,656^{**}$	0,008
<i>Lassulások $>-3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ (méter) (átlag)</i>	Muscle Mass Lee (kg)	$r=-0,573^*$	0,026
<i>Average Player LoadTM (darab)</i>	Adipose Mass (kg)	$r=-0,577^*$	0,024

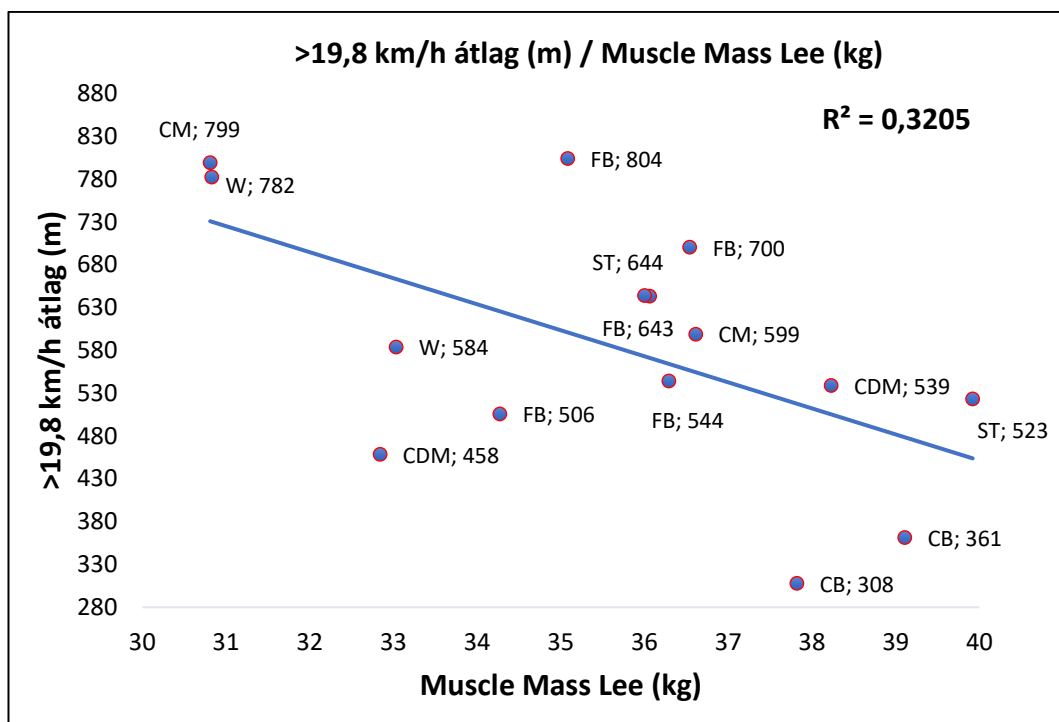
*. A korreláció szignifikáns 0,05 szinten (kétoldalas teszt).

**. A korreláció szignifikáns 0,01 szinten (kétoldalas teszt).

A magas intenzitású futás: $>19,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ m (átlag) – Muscle Mass Lee (kg) ($r=-0,566$), ($p<0,05$) között **(1. Ábra)**, továbbá a sprint $>25,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ db (átlag) – Bone Mass Rocha (kg) ($r=-0,656$) ($p<0,01$) között **(2. Ábra)** és a lassulások $>-3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ m (átlag) – Muscle Mass Lee (kg) ($r=-0,573$) ($p<0,05$) között erős negatív **(3. Ábra)** szignifikáns kapcsolatot találtunk. Továbbiakban, negatív erős szignifikáns kapcsolatot találtunk az Average Player LoadTM és az Adipose Mass Kerr (kg) ($r=-0,577$) ($p<0,05$) között **(4. Ábra)**.

1. Ábra

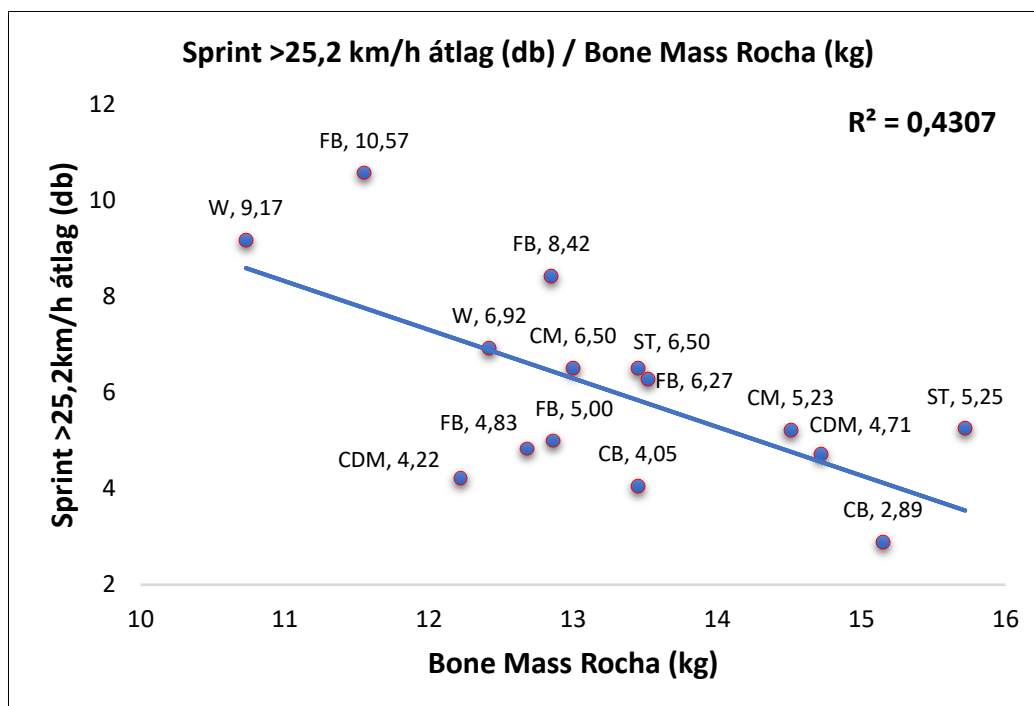
Az átlagos magas intenzitású futás és az izomtömeg közötti kapcsolat



Magyarázat: FB = full back (szélső védő), W = winger (szélső), CB = central back (belső védő), CM = central midfielder (középpályás), CDM = central defensive midfielder (védekező középpályás), ST = striker (csatár)

2. Ábra

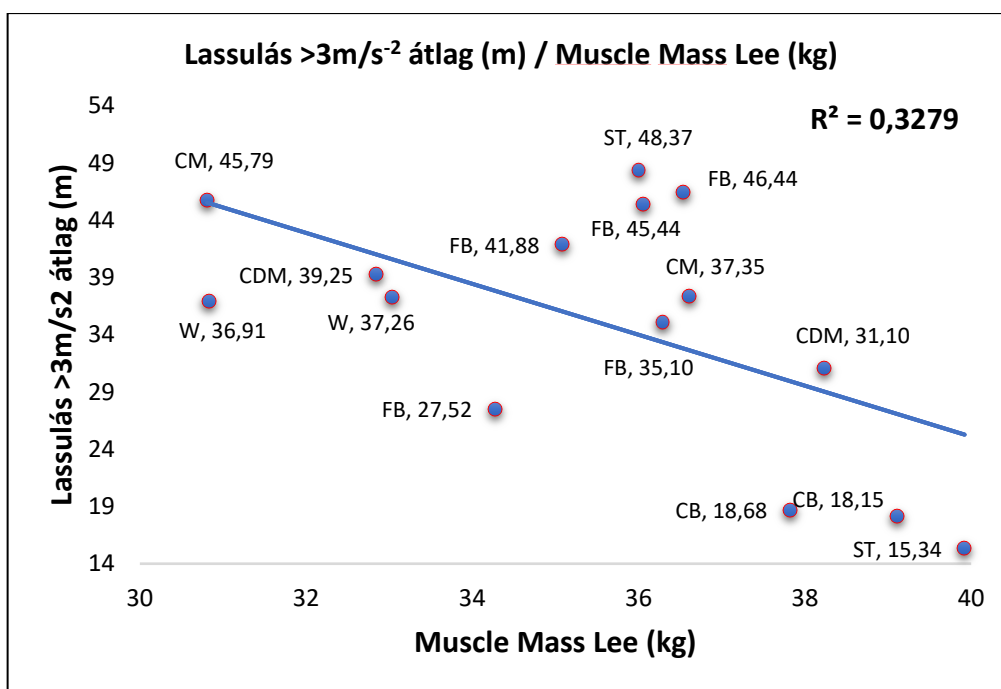
Az átlagos sprintek darabszáma és a csonttömeg közötti kapcsolat



Magyarázat: FB = full back (szélső védő), W = winger (szélső), CB = central back (belső védő), CM = central midfielder (középpályás), CDM = central defensive midfielder (védekező középpályás), ST = striker (csatár)

3. Ábra

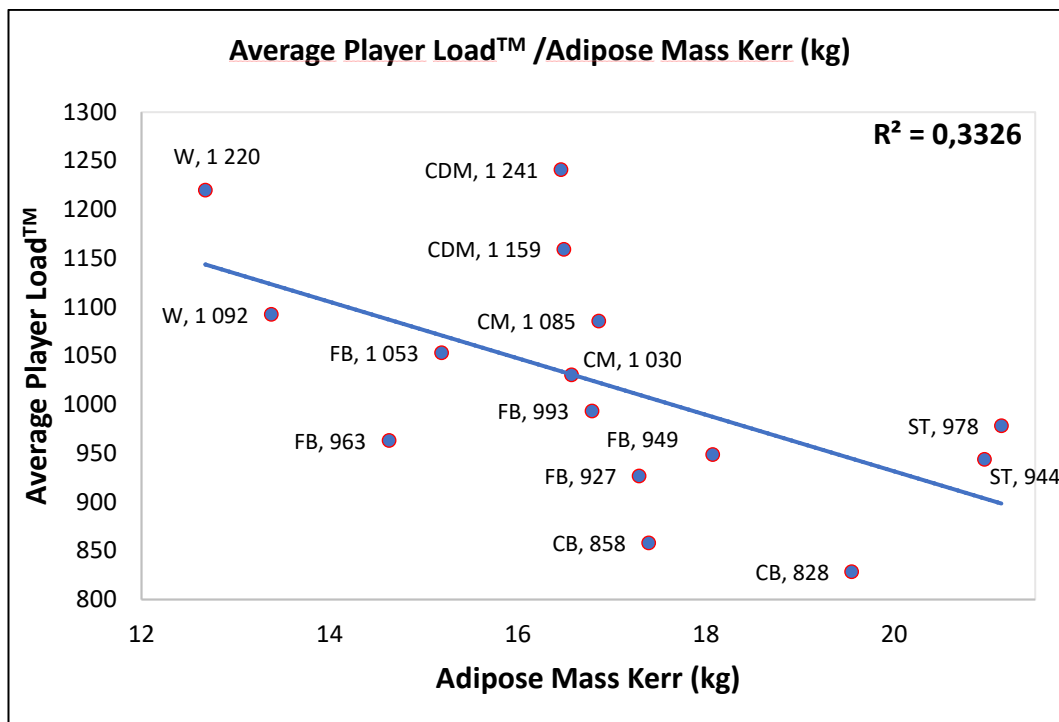
Az átlagos intenzív lassulások és az izomtömeg közötti kapcsolat



Magyarázat: FB = full back (szélső védő), W = winger (szélső), CB = central back (belső védő), CM = central midfielder (középpályás), CDM = central defensive midfielder (védekező középpályás), ST = striker (csatár)

4. ábra

Az átlagos Player Load és a zsírtömeg közötti kapcsolat



Magyarázat: FB = full back (szélső védő), W = winger (szélső), CB = central back (belső védő), CM = central midfielder (középpályás), CDM = central defensive midfielder (védekező középpályás), ST = striker (csatár)

HIPOTÉZIS VIZSGÁLAT

A dolgozatom célja, hogy megvizsgáljuk a fizikális teljesítményt meghatározó külső terhelési paraméterek milyen összefüggést mutatnak az antropometriai jellemzőkkel, a bevezetésben taglalt szakirodalmak alapján fogalmaztam meg a hipotéziseimet.

***H1:** Feltételezem, hogy azok a játékosok, akiknek alacsonyabb a zsírtömegük, nagyobb átlagos fizikális teljesítményt nyújtanak a mérkőzéseken a magas intenzitású zónában.*

Az első hipotézisemre a választ a **(4. ábra)** vizsgálata adta meg. Ez a hipotézisem beigazolódott, hiszen nagyobb átlagos teljesítményt az alacsonyabb zsírtömeggel rendelkező játékosok érik el, az sokkal többet mozognak a teljes végigjátszott mérkőzéseket figyelembe véve.

***H2:** Feltételezem, hogy azok a játékosok, akiknek alacsonyabb a zsírtömegük, több dinamikus mozgásra képesek.*

A második hipotézisemre a választ csak részben kaptam meg, hiszen a dinamikus mozgásokkal, azaz az intenzív gyorsulás és intenzív lassulás nem mutatott kapcsolatot a zsírtömeggel, viszont az elmondható, hogy az alacsonyabb zsírtömeggel rendelkező játékosok több mozgást végeznek a mérkőzéseken **(4. Ábra)**.

***H3:** Feltételezem, hogy azok a játékosok, akik alacsonyabb izomtömeggel rendelkeznek, több dinamikus mozgásra képesek.*

A harmadik hipotézisemre a választ a **(1. Ábra, 3. Ábra)** vizsgálata adta meg. Látható, hogy egy alacsonyabb izomtömeggel rendelkező játékos, nagyobb teljesítményre képes a magas intenzitású zónában, illetve több intenzív fékezésre is képesek, ami azt jelenti, hogy a testet könnyebben tudják fékezésre bírni.

DISZKUSSZIÓ

A vizsgálatunkban bemutattuk, hogy az antropometriai jellemzők hatással vannak több külső terhelési paraméterekre. A jelen mintában egy túlzott zsírtömeg és túlzott izomtömeg negatívan befolyásolja a fizikális teljesítményt a magasabb intenzitású zónát figyelembe véve. Az eredmények arra engednek következtetni, hogy egy optimálisabb testösszetétel (zsír és izomtömeg) javíthatja a játékosok mozgékonyágát és fizikális teljesítményét egy magasabb intenzitású zónában. Továbbiakban elmondható, hogy az alacsonyabb testzsírtömeggel rendelkező játékosok jobb mozgáshatékonyágat mutatnak, azokhoz képest, akiknek a zsírtömegük nagyobb.

Az első kérdésemre *„ebben a mintában mi az az optimális izomtömeg, amivel a lehető legjobb átlagos teljesítmény érhető el a magas intenzitású zónában”* a választ az **(1.ábra)** és a **(3.ábra)** vizsgálata adta meg, miszerint ebben a mintában jobb átlagos teljesítményt, a magas intenzitású zónában megtett métert illetően a (35-37kg) izomtömeggel rendelkező játékosok érték el, továbbá az is elmondható, hogy alacsonyabb izomtömeggel (30-31kg) rendelkező játékosok is elérhetnek nagy átlagos teljesítményt ebben a zónában. Továbbiakban az is elmondható, hogy a nagyobb izomtömeg esetén már csökken a magas intenzitású zónában megtett átlagos teljesítmény, mind a magas intenzitású zónában megtett méterek számát és a nagy intenzitású lassulási zónában megtett méterek számát illetően.

A második kérdésemre *„milyen hatással van az átlagos mérkőzésteljesítményre a zsírtömeg”* a választ a **(4.ábra)** vizsgálata adta meg, miszerint az alacsonyabb zsírtömeggel rendelkező játékosok jobb átlagos teljesítményt érnek el az Average Player Load paraméter esetében, ami azt jelenti, hogy egy magasabb kumulált értékhez alacsonyabb zsírtömeg párosul. Ez azt jelenti, hogy a kisebb zsírtömeggel rendelkező játékosok sokkal több mozgásra képesek a mérkőzéseken.

A harmadik kérdésemre *„melyek azok a teljesítménymeghatározó tényezők a testösszetételt illetően, amelyek a leginkább befolyásolják a magasabb intenzitású*

zónában leadott átlagos teljesítményt” a választ mind a négy ábra vizsgálata adta meg, miszerint ebben a mintában az izomtömeg, a zsírtömeg, és a csonttömeg lesz az a teljesítményt meghatározó tényező a testösszetételt illetően, amely leginkább befolyásolja a teljesítményt a magas intenzitású zónában, azonban fontos megjegyezni, hogy a posztok között nagy eltérések vannak, ezt figyelembe kell venni.

Következtetésképpen elmondható, hogy a vizsgálat nagy segítséget nyújthat az edzői stábnak, hiszen a jobb teljesítményt a testösszetétel befolyásolhatja, ugyanakkor a posztok között jelentős különbségek vannak, amit a későbbi vizsgálatok során figyelembe kell venni. A vizsgálatom segítséget nyújthat minden olyan szakembernek, aki teljesítmény optimalizálásban segédkezik, hiszen a játékosok testösszetételének figyelemmel követése, és fejlesztése javíthatja a leadott teljesítményt a magas intenzitású zónát figyelembe véve, valamint javítható a mozgáshatékonyságuk is. A testösszetétel finomhangolása javíthatja a játékosok fizikális teljesítményét a mérkőzéseken. Továbbiakban fontos, hogy az izomtömeg szükséges a jó teljesítmény leadáshoz, de a túlzott izomépítés már negatívan hathat a magas intenzitású mozgások, és intenzív irányváltások tekintetében.

HIVATKOZÁSOK

- Ai Ishida, S. K. (2021). Associations of Body Composition, Maximum Strength, Power Characteristics with Sprinting, Jumping, and Intermittent Endurance Performance in Male Intercollegiate Soccer Players. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6, 7.
- Carlos Lago-Penas, L. C. (2011). Anthropometric And Physiological Characteristics Of Young Soccer Players According To Their Playing Positions: Relevance For Competition Success. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12)/3358-3367.
- Filipe Manuel Clemente, P. T. (2019). Dose-Response Relationship Between External Load Variables, Body Composition, and Fitness Variables in Professional Soccer Players. *Frontiers in Physiology*, 10:443.
- ISAK. (1978). *The International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)*. Forrás: ISAK: <https://www.isak.global>
- Jaime Sebastián-Rico, J. M.-G.-S. (2023). Body Composition of Male Professional Soccer Players Using Different Measurement Methods: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 15: 1160.
- James Collins, 1. R.-M. (2021). UEFA expert group statement on nutrition in elite football. Current evidence to inform practical recommendations and guide future research. *British Journal of Sports Medicine (BJSM)*, 55:416–442.
- José Ramón, A. C. (2010). Protocolo De Valoración De La Composición Corporal Para El Reconocimiento Médico-Deportivo. Documento De Consenso Del Grupo Español De Cineantropometría (Grec) De La Federación Española De Medicina Del Deporte (Femede). *Archivos de Medicina del Deporte*, 139: 330-344.
- Mireia Porta, J. S.-R.-S.-C.-C. (2023). Anthropometric Values in Spanish Elite Soccer: Differences between Divisions and Playing Positions. *Applied Sciences*, 13, 11441.
- P. T. Nikolaidis, M. A. (2016). Who runs the fastest? Anthropometric and physiological correlates of 20 m sprint performance in male soccer players. *Research in Sports Medicine*, 341-351.

- P.T. Nikolaidis, A. D.-L. (2014). Determinants Of Acceleration And Maximum Speed Phase Of Repeated Sprint Ability In Soccer Players: A Cross-Sectional Study. *Science & Sports*, 765-1597.
- Radziński Łukasz, S. A.-C. (2019). Correlations between body composition, aerobic capacity, speed and distance covered among professional soccer players during official matches. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 257-62.
- Victor Toro-Román, F. J.-M.-G.-G. (2023). Anthropometry, Body Composition, and Physical Fitness in Semi-Professional Soccer Players: Differences between Sexes and Playing Position. *Applied Sciences*, 13, 1249.