



PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM  
Egészségtudományi Kar



# EDZÉSTERVEZÉS, LABORATÓRIUMBAN ÉS PÁLYATESZTEN MÉRT EREDMÉNYEK ALAPJÁN

**Szerzők:**

Ihász Ferenc  
Melczer Csaba

**Lektor:**

Prof. Dr. Ács Pongrác

**A könyv szövegét írta és a diagramokat tervezte:**

Dr. Ihász Ferenc PhD és Dr. Melczer Csaba PhD

**Szerkesztette:**

Dr. Ihász Ferenc PhD

Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar, Fizioterápiás és Sporttudományi Intézet  
EFOP-3.4.3-16-2016-00005  
2022.

ISBN:

**SZÉCHENYI 2020**



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**

© Prof. Dr. Ihász Ferenc, Dr. Melczer Csaba – 2022.

A tankönyv az EFOP-3.4.3-16-2016-00005 Korszerű egyetem a modern városban:  
Értékközpontúság, nyitottság és befogadó szemlélet egy 21. századi felsőoktatási modellben  
pályázat támogatásával készült.

Ez a mű a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény és a szellemi alkotásokról szóló egyéb jogszabályok védelme alatt áll. A mű bármely részletének többszörözéséhez, terjesztéséhez, nyilvános előadásához, a nyilvánossághoz történő közvetítéséhez, valamint a szerzői jogi törvényben meghatározott más módon való felhasználásához a szerzők írásbeli engedélye, illetőleg a szerzőkkel való egyeztetés szükséges.

ISBN:

Kiadja: Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar

Pécs, 2022.

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>I. FEJEZET: ÁLTALÁNOS BEVEZETŐ</b> .....	<b>7</b>
<b>II. FEJEZET: EDZÉS, EDZÉSTERHELÉS ÉS EGÉSZSÉG</b> .....	<b>8</b>
2.1. Edzéshatásokról általában .....	8
2.2. A terhelés összetevői .....	12
2.3. Immunbiokémiai jellemzők .....	13
2.4. Felhasznált irodalom .....	17
2.5. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések .....	20
<b>III. FEJEZET: A TEHETSÉG...KIVÁLASZTÁS...</b> .....	<b>21</b>
3.1. A motoros teljesítmény-tényezők prognosztikai érvényessége .....	22
3.2. Felhasznált Irodalom .....	27
<b>IV. FEJEZET: AZ EMBERI TELJESÍTŐKÉPESSÉG (HUMAN PERFORMANCE)</b> .....	<b>28</b>
4.1. Felhasznált Irodalom .....	31
<b>V. FEJEZET: PSZICHO-FIZIOLÓGIAI ELEMEEK JELENTŐSÉGE, A CSAPATSPORT-UTÁNPÓTLÁS NEVELÉSBEN</b> .....	<b>32</b>
5.1. RPE-alapú terhelésszabályozás (Rate of Perceived Exertion) .....	32
5.2. Felhasznált Irodalom .....	35
5.3. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések .....	36
<b>VI. FEJEZET: TELJESÍTMÉNY ÉLETTANI HÁTTERE</b> .....	<b>37</b>
6.1. A keringés élettana .....	37
6.2. Laboratóriumi vizsgálatok leírása, azok jelentősége .....	39
6.3. Futószalag ergométer .....	39
6.4. Kerékpár ergométer .....	39
6.5. A terhelés során használt protokollokról általában .....	39
6.6. A légző- és keringési rendszer és a metabolikus jellemzők vizsgálata .....	40
6.7. Felhasznált Irodalom .....	46
6.8. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések .....	47

<b>VII. FEJEZET: ANTROPOMETRIAI ÉS TESTÖSSZETÉTELI JELLEMZŐK ÉRTELMEZÉSE, ALKALMAZÁSA A TERHELÉSTERVEZÉS SORÁN</b> .....	<b>48</b>
7.1. Felhasznált Irodalom.....	52
7.2. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések.....	52
<b>VIII. FEJEZET: PÁLYATESZTEK ÉRTELMEZÉSE</b> .....	<b>53</b>
8.1. Általános bevezetés.....	53
8.2. A szív-keringési rendszer állapotát vizsgáló pályatesztek.....	53
8.3. Pályatesztek fajtái sportáganként, életkoronként.....	53
8.4. Polar pulzuszám mérő órával történő terheléskövetés.....	56
8.5. 30-15 szakaszos fitnessz teszt (30-15 IFT).....	56
8.6. A Polar Team Pro rendszer.....	56
8.7. A „Catapult” rendszer (GPS/GNNS) műholdas helyzet-meghatározáson alapuló rendszer használata.....	63
8.8. Az akut és a krónikus terhelés aránya.....	65
8.9. „InStat” játékos és csapat megfigyelő rendszer.....	66
8.10. A sérülések rögzítése, követése, tudatos prevenció és rehabilitáció tervezése.....	68
8.11. Sérülési mechanizmusok.....	68
8.12. Kockázati és védelmi tényezők.....	68
8.13. Neuromuszkuláris tényezők.....	69
8.14. Magas intenzitású (HSR)-és sprintfutások gyakorisága, azok sérülésveszélyei labdarúgásban.....	70
8.15. Módszertani ajánlások.....	70
8.16. Felhasznált Irodalom.....	72
8.17. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések.....	74
<b>IX. FEJEZET: LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK ÉRTELMEZÉSE</b> .....	<b>75</b>
9.1. A vizsgáltak élettani és biokémiai eredményeinek egyénenkénti különbözőségei.....	76
9.2. Felhasznált Irodalom.....	83
9.3. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések.....	84
<b>X. FEJEZET: A MODERN LABDAJÁTÉKOK ÉLETTANI KÖVETELMÉNYEINEK AZONOSÍTÁSA</b> .....	<b>85</b>
10.1. Edzés közben rögzített pulzusszám válaszok jelentősége.....	86

10.2. Felhasznált Irodalom .....	91
10.3. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések .....	91
<b>XI. FEJEZET: SPORTTUDOMÁNYI MEGFONTOLÁSOK A TEHETSÉG KIVÁLASZTÁSÁBAN ÉS FEJLESZTÉSÉBEN (ÁLTALÁNOS ELVEK EGY AKADÉMIAI MODELL TÜKRÉBEN) .....</b>	<b>93</b>
11.1. A gyakorlati fejlesztések tartalma, jelentősége, mérhetősége, követése, korrekciók .....	98
11.2. Felhasznált Irodalom .....	102
<b>XII. FEJEZET: MÓDSZERTANI AJÁNLÁSOK .....</b>	<b>105</b>

# ELŐSZÓ

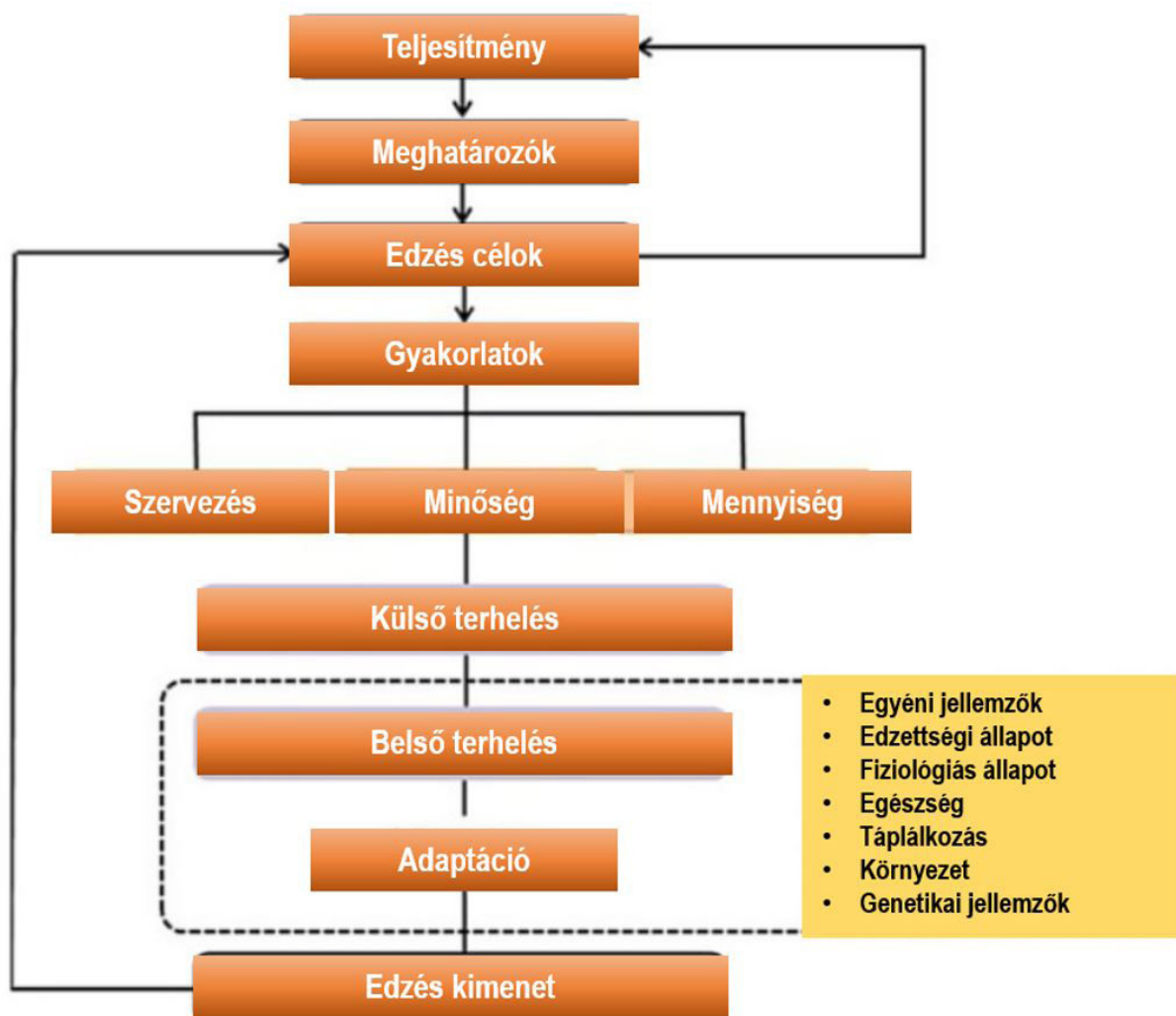
...

# I. Fejezet

## Általános bevezető

A multidiszciplináris gondolkodás fontos eleme a modern sporttudománynak. Minden tudományterület fontos feladata a kutatás, azok eredményeinek értelmezése, illetve gyakorlati alkalmazásának segítése. A többirányú megközelítés segítséget ad az általános törvényszerűségek felismeréséhez és ahhoz is, hogy mind több területen alkalmazhassuk a hatékonyak bizonyult eljárásokat, illetve

felismerjük alkalmazásuk korlátait. Ezzel együtt viszont fel kell hívnunk a figyelmet arra is, hogy az ismeretátadás több tudományágban újabb és újabb kutatási területeket jelöl ki. Ennek során egy újabb szintézis eredményeként olyan módszerek birtokába juthatunk, amelyek tudásunk határait kiszélesíthetik.



**1/1. ábra:** Az edzéshatást befolyásoló tényezők Forrás: Franco M Impellizzer, Samuele M Marcora, Aaron James Coutts (2018) Internal and External Training Load International Journal of Sports Physiology and Performance 14(2):1-4. (52)

## II. Fejezet

### Edzés, edzésterhelés és egészség

#### 2.1. Edzés hatásokról általában

Minden képzési folyamat – esetünkben az edzés – egyik fő követelménye az egyénre tervezett feladatvégzés. Az individualizálás megköveteli, hogy az edzők, testnevelők, figyelembe vegyék a sportolók képességeit, tanulási tulajdonságait, valamint igényeit, a teljesítmény szintjétől függetlenül. Minden sportoló önálló személyiség, egyéni fiziológiai és pszichológiai jegyekkel, amelyeket figyelembe kell venni az edzés tervezés kidolgozásakor. A két jegy azonos értékű és súlyú, dominanciájukat mindig az adott feladat megoldásának jellege határozza meg. A mentális állapot minősége alapvetően hatással van a fiziológiás teljesítő-képességre és igaz ez ellentétes irányban is.

Az edzők, testnevelők gyakran figyelmen kívül hagyják a tudományos eredményeket, automatikusan követik a sikeres sportolók képzési programjait, úgy, hogy nem ismerik a képzésben szereplő gyermekek, felnőttek, humánbiológiai, fiziológiai, pszichológia jellemzőit.

Az (2/1. ábra) (A) oldala az aerob, a (B) oldala az anaerob állóképesség fejlesztését mutatja be öt kategóriában. A szív- és keringési rendszerre kiváltott hatás a Training Effect (TE) kategóriák alapján 0-5 skálán jelennek meg, 0 a legkisebb és 5 a legnagyobb.

#### 2.1.2. Biológiai életkor

A naptári életkor mellett, ismerni kell a sportoló biológiai életkorát, ami az egyén, aktuális fizikai teljesítő-képességének egyik meghatározó eleme. Az emberi életkor megjelölésére a szakirodalom két fogalmat különböztet meg: a kronológiai (nap-tári) életkort és a biológiai életkort, mely utóbbi viszont nem a megélt évek számával, hanem a szervezet fejlődésével, változásával, öregedésével jellemezhető. A biológiai életkoron a szervezet fiziológiai, kémiai-hormonális, érzékszervi, pszic-

hológiai működésének egymástól gyakran eltérő sebességű összegzését értjük.

Mészáros és munkatársai „Életkor, testifélesztés, testösszetétel” című munkájukban egyértelműen állást foglalnak, és egyben minősítik is a biológiai életkort: „A biológiai folyamatok sebességének genetikusan programozott menete fő vonalaiban minden élőlénynél érvényesül. Az összes szervezeti folyamatot, örökletes és környezeti tényezőt egyszerre átfogó, globális jellege folytán az egyén biológiai életkora közvetlenül mégsem mérhető.”

A fizikailag érett sportolók, amint azt a magasabb biológiai életkor jelzi, erősebbek, gyorsabbak és jobbak a csapatsportban, mint az alacsonyabb biológiai életkorú társaik, még akkor is, ha a kronológiai életkor azonos. Általában a gyermekek jobban ellenállnak a fáradtságnak, ami magyarázhatja, hogy miért reagálnak jobban a nagyobb edzés mennyiségre. Mégis a pontatlanul tervezett és szervezett terhelések kombinációja aggodalomra adhat okot, mivel ez a gyakorlat növeli az izom-csontrendszeri sérülések kockázatát.

#### 2.1.3. Edzés életkor

Az edzés életkor azokat az éveket jelenti, amikor a sportoló rendszeresen tervezett felkészülési terv alapján edz, és ugyanilyen gyakorisággal vesz részt korosztályos versenyeken. A magas edzés korú sportolók jelentős képzési bázist fejlesztettek ki és valószínűleg képesek részt venni speciális edzés tevékenységben különösen, ha korai edzésük sokoldalú, egyénre tervezett volt. Az a sportoló, aki magas naptári kora ellenére, alacsony edzés korral rendelkezik, számára fontos a többoldalú készségfejlesztés, mivel hiányzik a képzési bázis.

#### 2.1.4. Egészségi állapot

A betegségből felépült, vagy sérült sportoló csök-



A	TE leírása	Bemutató	Bemutató	TE leírása	Bemutató
0.0–0.9 Nincs aerob hatás	A gyakorlat nem vált ki aerob fejlesztő hatást	Nagyon könnyű gyaloglás 20 perc, ami nem okoz, vagy nagyon korlátozott igényt jelent a szív- és légzőrendszerre	0.0–0.9 Nincs anaerob hatás	A gyakorlat nem vált ki aerob fejlesztő hatást	Könnnyű aerob futás 30–60 percig, nagy intenzitású intervall tavok nélkül. (60–70% HRmax).
1.0–1.9 Könnnyű aerob hatás	A testgyakorlás nem javítja a szív-és légzőrendszert. Ez a fajta testgyakorlás a gyógyulás fokozására és a tartós bázis fejlesztésére is alkalmas, hosszú időtartamú (több mint 1 órás).	Könnnyű futás 30 perc, 60–70% HRmax	1.0–1.9 Könnnyű anaerob hatás	A testmozgás enyhén befolyásolja az anaerob teljesítőképességet azáltal, hogy aktiválja a gyors izmrostokat	Könnnyű futás 40 perc közben néhány rövid nagy sebességű futással (pl. 6x10s/ 3 perc pihenő).
2.0–2.9 Támogatja az aerob kapacitást	Az edzés fenntartja (alapozza) a szív- és légzőrendszer állapotát, a jövőbeni nehezebb edzés érdekében	Közepes iramú futás 60 percig (70–75% HRmax).	2.0–2.9 Támogatja az anaerob kapacitást	Az edzés fenntartja az anaerob fitnessz. Alapot teremt a nehezebb anaerob edzésre	Könnnyű, intenzív intervall futások. Pl.(10 x 200 m 100–105% VO2max. visszaállítás) vagy (10 x 50 m sprinttel, 3 perc visszaállítás)
3.0–3.9 Fejleszt az aerob kapacitást	Az edzés javítja a szív- és légzőrendszert, hetente 2–4 alkalommal ismétlődik. Nincsen speciális helyreállítási követelménye	Mérsékelt iramú futás 45 percig, keményebb szakaszokkal, jelentősebb emelkedők. (75–85% HRmax)	3.0–3.9 Fejleszt az anaerob kapacitást	Az edzés javítja az anaerob fitnessz, hetente 2–3 alk. Különös figyelmet kell fordítani a helyreállításra.	Max. seb.: 3 x 150 + 3 x 120m + 3 x 100 m / 2 perc / 4min (2 perc közötti regenerációt ismétlődik, és 4 perc közötti készletek) közel maximális sebesség (≈150% VO2max) vagy: 2 x 5 x 400m 105–110% VO2max / 2min / 4min.
4.0–4.9 Jelentő mértékben fejlesz az aerob kapacitást	A testmozgás jelentősen javítja a szív- és légzőrendszert, javasolt (2–3) könnnyebb testmozgás (TE 1–2) szinten edzés kiegyensúlyozására.	Erőteljes futás 60 percig a bemelegítéssel együtt és 3x10 perc erőteljes szakasz, a lakrátüszöb körül (85–95% HRmax).	4.0–4.9 Jelentő mértékben fejlesz az anaerob kapacitást	Heti 1–2 alkalommal végezni. Néhány (2–3) könnnyebb testmozgás (TE 1–2) szintjén. az edzés kiegyensúlyozásához ajánlott.	A maximális sebesség kitarítás 3 x 150 m + 3 x 120 m + 3 x 100 m / 2 min / 4 perc (2 perc ismétlés, az ismétlések között, 4 perc, közel a maximális sebességhez (≈150% VO2max) vagy: futás: 2 x 5 x 400 m 105–110% VO2max / 2min / 4min
5.0 Tulzott aerob hatás	A testmozgás után drámai mértékben növekszik a szív- és légzőrendszer kapacitása, az edzés után megfelelő helyreállítást kell alkalmazni. Az ilyen típusú gyakorlatokat csak alkalmanként kell elvégezni.	Nagyon nagy intenzitású futás 40 percig, plusz felmelegítés és 20 per. levezetés (pl. verseny 90–100% HRmax).	5.0 Tulzott anaerob hatás	Az ilyen típusú gyakorlatokat csak alkalmanként kell elvégezni. Különös figyelem a helyreállításra.	Intenzív intervall futás 2 x 5 x 400 m @ 110–120% VO2max / 2 perc / 4 perc pihenőkkel.

## 2/1. ábra Edzeshatások. Forrás: Automated Fitness Level (VO2max)

Estimation with Heart Rate and Speed Data Published: 07/11/2014, updated 30/06/2017. Firstbeat Technologies

kent munkaképességgel rendelkezik, és gyakran nehezen viseli el az előírt edzésterhet. A betegség típusa vagy a sérülés mértéke, valamint a fiziológiai állapot együtt határozza meg az edzésterhelést, amelyet a sportoló tolerálhat. Az edzőnek figyelemmel kell kísérnie a sportoló egészségi állapotát a megfelelő edzés terhelés meghatározása érdekében.

### **2.1.5. Stressz és a gyógyulás mértéke**

Az edzésterhelés elviselésének képessége gyakran kapcsolódik az összes olyan stresszhatáshoz, amelyet a sportoló megél, tapasztal. Az általános stresszhatások, amelyek főleg a napi rutint jelentik (például az iskolai, munkahelyi vagy családi tevékenységekben való erőteljes részvétel), befolyásolhatják a sportoló terhelését. Az edzőknek figyelembe kell venni ezeket a tényezőket és ennek megfelelően módosítaniuk kell az edzésterhet.

Az edzésterheléshez való alkalmazkodás képessége az egyén képességétől függ. Amint azt az előző szakaszban leírtuk, számos tényező hozzájárul az edzésterhelés és az előrehaladás individualizált feldolgozásához: a sportoló edzési előzményei, egészségi állapota, életmódhoz kapcsolódó stressz, kronológiai kor, biológiai életkor és edzéséletkor. Az elit sportolók edzésterveinek egyszerű utánozása nem eredményez magas szintű teljesítményt. Inkább az edzőnek individualizált program kidolgozásával kell kezelnie a sportoló igényeit és képességeit; ehhez a sportoló technikai és taktikai képességeinek, fizikai tulajdonságainak, erősségeinek és gyengeségeinek részletes megfigyelése szükséges. Amint később ebben a fejezetben tárgyaljuk, az edzési modellekről szóló szakaszban a sportoló időszakos tesztelése lehetővé teszi konkrétabb és személyre szabottabb edzési tervek kidolgozását. Ha az adott csoport, annak tagjai a fent említett humánbiológiai jellemzők alapján viszonylag homogén csoportot alkotnak, akkor az edzésterv összeállítása kevésbé követeli meg az egyénre tervezést.

A teljesítmény optimalizálása érdekében az edzéstervezést különböző időbeli egységekre tagolják. Ilyen a mikro- pl. egy edzésprogram során, 6-8

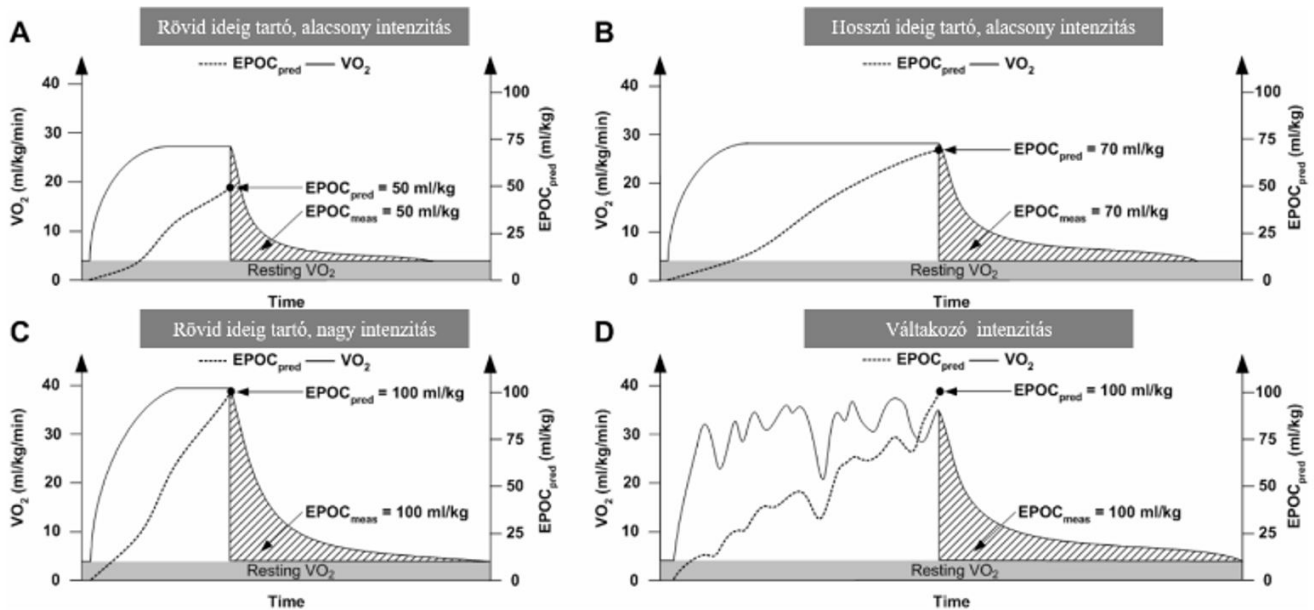
nap vagy a mezociklus (pl. 4-6 hét). beosztással tervezzük. Az edzésterheléshez való alkalmazkodás (például a megnövekedett energiaigény, az oxigénfelvétel vagy a metabolikus háttér) szempontjából az egyének között jelentős a különbség [1, 2].

Ilyen szempont lehet továbbá az edzés utáni regeneráció, amit napjainkban már jól tudunk becsülni (2/2. ábra). Itt elsősorban az edzés utáni oxigénadósság egyensúlyának visszaállítására gondolkunk (EPOC).

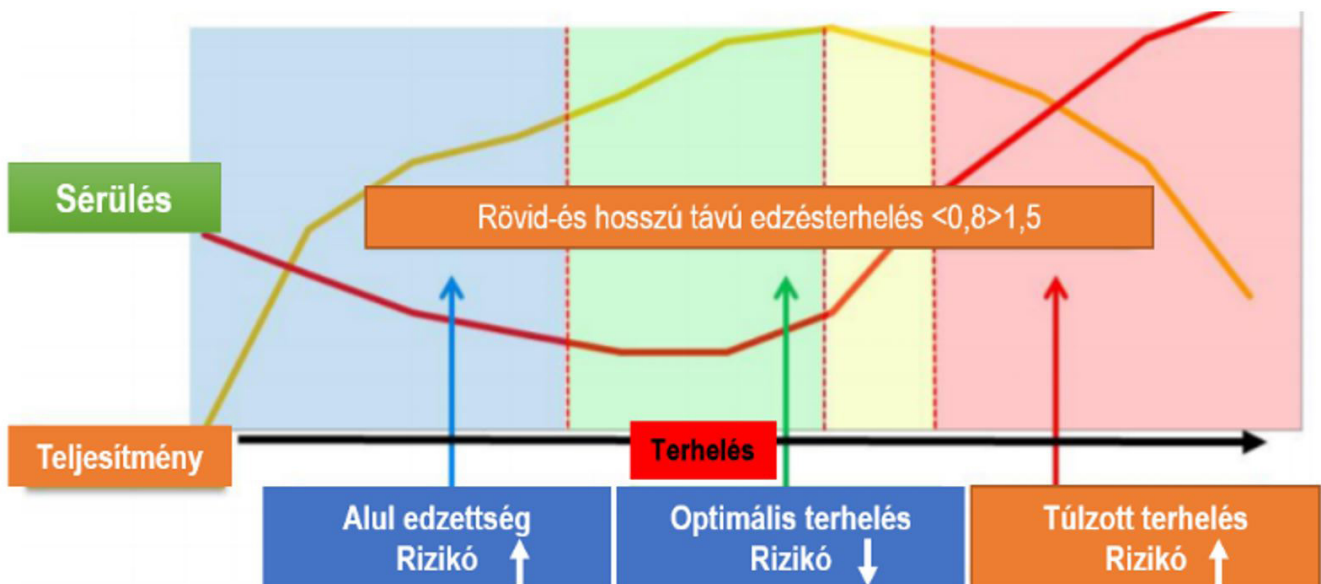
A standardizált vagy előre meghatározott testmozgáshoz való merev ragaszkodás, élettani válaszok, pszichés jelek rutinszerű monitorozása, megfelelő korrekciók nélküli alkalmazása teljesítménycsökkenéshez vezethet (2/3. ábra). Ezek tartós fennállása pedig egyenként, vagy együtt, mentális és fiziológiai deficithez vezetnek, illetve egészség károsodást, sérülést eredményezhetnek [3].

Az edzésterhelés nem optimális, ha a külső terhelés (itt az elvégzett munka / fizikai aktivitás alatt definiálható) nem felel meg az érintett személy pszicho – fiziológiai reakcióinak (a továbbiakban: belső terhelés) [4, 5]. A terhelés követése bonyolult feladat, mivel az egyén összes rendszere integrált módon alkalmazkodik a számos egyidőben ható kihívásra.

Szakemberek javasolják a 24 órás monitorozást, ami segít megfigyelni a testmozgáshoz való általános alkalmazkodást befolyásoló különféle tényezőket. Ezáltal javul a betekintés az edzőmunka indikált hatások bonyolult rendszerébe, így segítve láttatni az összefüggéseket az edzés, a regeneráció és különféle egyéb hatások (pl. hőmérséklet, páratartalom, pszicho-társadalmi stresszorok) között [6, 7]. Ebben az összefüggésben a folyamatos pulzusszám követése, okostelefon-alkalmazása, úgynevezett *gondozási pontok tesztelése* „points-of-care testing” (POCT) lehetővé teszi a belső és külső pszicho – fiziológiai markerek nagy felbontású és / vagy rendszeres megfigyelését. Így lehetőség nyílik noninvazív adatgyűjtésre, ahol az adatok gyors értékelése és azonnali visszacsatolása, (pl. a versenyző otthonában, edzés közben, verseny közben, utazás közben, napi élet közben),



2/2. ábra Terhelés utáni oxigénadósság becslése pulzusszám mérése alapján. Forrás: Indirect EPOC Prediction Method Based on Heart Rate Measurement 1 Published: May 2005. Last update: March 2012. © 2012 Firstbeat Technologies.



2/3. ábra. A terhelés a teljesítmény és a sérülés kapcsolata. Forrás: Gabbett TJ.: The training—injury prevention paradox: should players be training smarter and harder, Br J Sports Med, 50:273–280 2016.

orvosi személyzet bevonása nélkül, vagy laboratórium használata nélkül megvalósulhat [8–10]. Érdekes módon ezen jelentős előnyeik ellenére kevésbé ismerik ezeket az alkalmazásokat. A POCT olyan alkalmazás, ami integrált és azonnali visszajelzést nyújt a sportolók és edzők, testnevelők számára, lehetővé téve a testmozgás kiigazítását az egészségügyi kockázatok minimalizálását és az alkalmazkodás optimalizálását.

## 2.2. A terhelés összetevői

### 2.2.1. Időtartam, intenzitás és gyakoriság

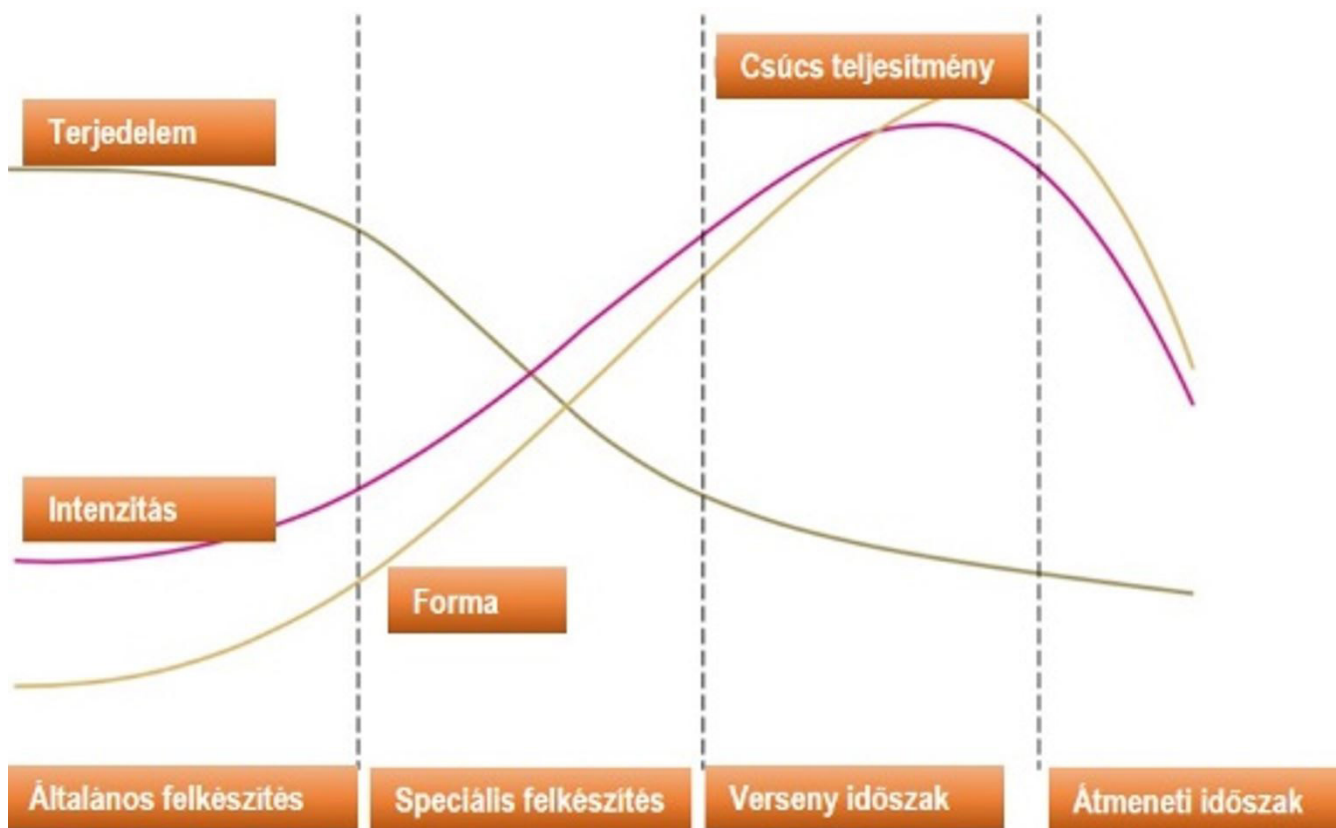
A testmozgások időtartamát és gyakoriságát, a külső terhelés fontos és egyszerű mutatóit (sport) órákkal könnyen ellenőrizni lehet. Számos gyártó biztosítja annak lehetőségét, hogy ezeket az adatokat automatikusan (felhőalapú) adatbázisban tárolja, amely egyszerűvé teszi a rögzítést az összeítést és a megjelenítést.

### 2.2.2. A megtett távolság

Sok sportoló számára a megtett távolság és a különböző sebességi zónákban eltöltött idő abszolút, vagy relatív értékei lehetővé teszik a terhelés számszerűsítését. Kimutatták, hogy a megtett táv és a sérülés valószínűsége között pozitív korreláció van, [11-14] s a megtett távolság pozitív korrelációt mutat a sérülés valószínűségével [11-14]. A viszonylag kényelmesen hordható vevőegységek és az alkalmazások a távolsággal kapcsolatos paramétereket a globális navigációs műhold rendszerek (GNSS), vagy helyi helymeghatározó rendszerek (LPS) segítségével értékelik.

### 2.2.3. Rövid ideig tartó nagy intenzitású, robbanékonyságot igénylő mozgások

Rövid ideig tartó, nagy intenzitású robbanékonyságot igénylő tevékenységek, például az irányváltással járó mozgások [15] ütközés, [16] sprint, [17] vagy dobás [18] felhasználhatók külső terhelés mérésére. Erre a célra a különféle eszközökbe



**2/4. ábra** Edzés periodizáció. Forrás. Klasszikus periodizációs modell, a nagy volumenű / alacsony intenzitású edzésről a kis volumenű / nagy intenzitású edzésre váltva. Elméletileg a sportoló formáját fokozatosan javítják az egymást követő edzési ciklusok, a célversenyig (teljesítménycsúcs). Átalakítva, Matveyev Tréning periodization. Sports Medicine Journal. 2015.

beépíthető háromdimenziós gyorsulásmérők és giroszkópok figyelemmel kísérik a test gyorsulásának paramétereit, amelyek abszolút vagy relatív gyakoriságban kifejezhetők [44, 40, 45]. Mivel például számos dobás vagy egyéb manőver végrehajtása növeli a sérülések kockázatát, [16, 18, 19, 20] a rövid ideig tartó, nagy intenzitású robbanékonyt igénylő tevékenységeket kiemelt figyelemmel kell kísérni.

#### 2.2.4. Alvás

A sportolókkal kapcsolatos alvás kutatások rámutatnak arra, hogy az alvás, a teljesítmény és / vagy az egészség szoros kapcsolatban állnak egymással [21, 22, 23]. Az alvás hosszát és annak kapcsolatát a „cirkadián” ritmussal lehet megbecsülni, különféle eljárások alkalmazásával [8, 24, 25]. A szervezet „cirkadián” ritmusának (élettani napszaki ritmusának) nevezzük azokat a biológiai folyamatokat, melyek szabályos napszaki ritmus szerint ismétlődnek. Ezek a folyamatok általában egy nap köré rendeződnek, és minden egyes nap újra kezdődnek. Erre utal a cirkadián kifejezés is, mely a latin „circa” (körül, megközelítőleg) és a „diem” (nap) szavakból tevődik össze.

#### 2.2.5. Az edzésen kívül végzett tevékenység

Az edzésen kívüli időszakok, amelyek a regeneráció (passzív vagy aktív) minőségét hivatottak el látni, gyakran úgy tervezik meg, hogy optimalizálják a szervezet „visszaépülését” [26], ezért fontos figyelemmel kísérni [27, 28, 29]. Jelenleg komolyan korlátozott tudásunk arról, hogy az edzésen kívüli tevékenységek hogyan befolyásolják a teljesítményt és / vagy az egészséget, ezért használatának kiterjesztése, kifejezetten ajánlott.

### 2.3. Immunbiokémiai jellemzők

#### 2.3.1. Az általános egészség paraméterei

A betegség és a sérülésmentes felkészülés elengedhetetlen a versenysportban is. Számos (kifinomult) paraméter, amelyek tükrözik a sportoló általános egészségi állapotát, a stressz szintjét és az immunológiai státust (pl. a hordható ruhák érzékelik a bőr és a test hőmérsékletét nyugalomban és edzés közben, a hő okozta fáradtság és / vagy betegség, valamint a láz) érzékelése [30, 31]. Kü-

lönöző POCT-eszközök képesek megfigyelni az egészséggel kapcsolatos változókat, mint például a fehérvérsejtszám (WBC; beleértve az alpopulációk meghatározását és a lehetséges inflexiót jelző adatok) [32], nagyérzékenységű C-reaktív protein (hs-CRP. a gyulladás) és a nyál immunoglobulin (SIgA) mutatója [33]. Ezen felül a POCT képes detektálhatja a gyulladás vagy a testgyakorlás során termelt toxikus reaktív oxigén fajokat (ROS) [34].

A vér hemoglobin szintjét, amely az oxigén szállításának meghatározó tényezője, a vas elérhetősége és ezáltal a vas tároló fehérje, a ferritin mennyisége befolyásolja. A hosszantartó és intenzív testmozgásról ismert, hogy stimulálja az eritrociták gyors átadását, ezáltal ferritin veszteséget okoz, és ennek következtében csökken a hemoglobin koncentrációja [35, 36]. A ferritin POCT általi monitorozása információkat szolgáltat az oxigén vérben történő szállításáról, lehetővé téve például a korai kimerültség kimutatását. Ezenkívül az alacsony hemoglobinszint tükrözheti a vérszegénységet, míg a megemelkedett szint a dehidrációra utalhat.

#### 2.3.2. A szív dinamikájához és a stresszhez kapcsolódó paraméterek

A pulzusszám követése, annak mintázatának elemzése, információkat szolgáltat a szív dinamikájáról és a stresszhez kapcsolódó különféle paraméterekről [8, 37]. A pulzus edzés közbeni követése kiváló módszer a testmozgás intenzitásának számszerűsítésére és felhasználhatók az aerob adaptáció nyomon követésére [37]. A pulzusszám változékonysága (két egymást követő R-R intervallum között eltelt időként definiálva) betekintést nyújt a szív autonóm idegrendszer általi beidegzésébe [37–39] és relevánsnak tűnik a krónikus stressz esetén [40].

#### 2.3.3. A terhelés előtti pulzusszám elemzése

A serdülőkori stresszkezeléssel kapcsolatos munkákban a korábbi tapasztalatok alapján kulcsfontosságú tényező volt az akut stressz-válaszok vizsgálata. A korábbi tapasztalatok alapján levont következtetések összetett hatásról számolnak be [41]. A serdülőkori stressz hatásával kapcsolatos kutatások nagy része azonban kétértelmű; egyes

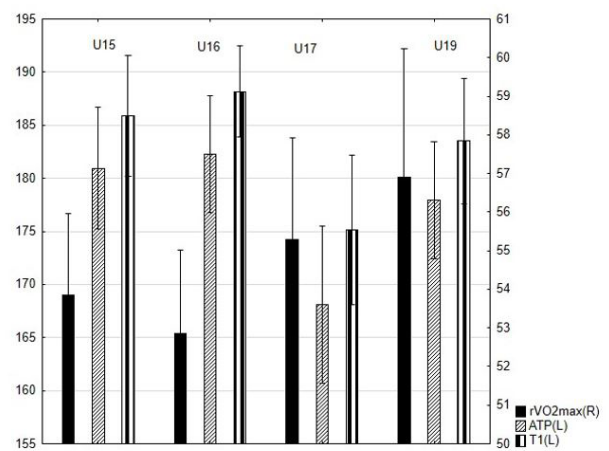
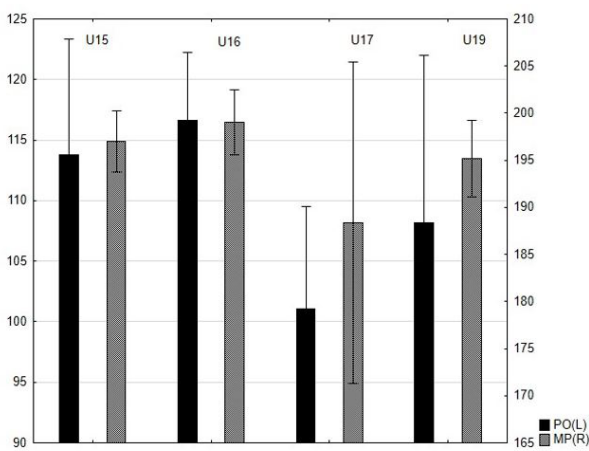
kutatások azt sugallják, hogy a gyermekkorban megélt stressz pozitív hatást gyakorol a stresszválaszokra és ellenálló képességhez vezethet. Például a természetes iskolai átmenethez kapcsolódó stressz tapasztalata pozitív hatással van az endokrin aktivációra és az akut egészségi állapotra [42]. Míg más kutatások szerint a stressz negatív következményekkel járhat a kognitív működésre, az érzelmi és a fizikai fejlődésre [43]. Az egyik legfontosabb különbség e tanulmányok között a stressz típusa, az előbbi az iskolai átmenetet, az utóbbi a traumát és a kedvezőtlen életkörülményeket vizsgálja, ami azt sugallja, hogy az extrém stresszorok negatív kimenetelűek, az enyhébb stresszorok pedig pozitív jövőbeli stresszválaszok. A gyermekkorban fellépő akut társadalmi stresszre adott válasz döntő fontosságú, mivel az ismételt vagy felhalmozott stressz tapasztalatok befolyásolják a hipotalamusz – hipofízis – mellékvese (HPA) tengely működésének fejlődését és a HPA tengely beállítását a későbbi egészségi állapotra, egészen a felnőtté válásig [44].

Az ellenálló képességet a stressz vagy a nehézségek leküzdésére való képességként definiálják, amely képesség idővel kialakulhat egy ember és környezete közötti interakciók révén [45]. Az ellenálló képességi jellemzők, például a megküzdési képesség, moderátorok lehetnek a Trier társadalmi stressztesztre adott válaszokban [46], és mint

ilyenek, a stressz-ellenálló képesség jellemzői figyelmet érdemelnek a stressz tesztelési paradigmákban. Mivel a rugalmasság az ember és a környezete közötti kölcsönhatásra vonatkozik, a személyiség és a temperamentum tényezők (mint például a társadalmi támogatás és kompetencia) fontos szempontok, amelyeket meg kell vizsgálni [46, 47]. A megküzdési képesség és erőforrások szerves részét képezik az ellenálló képesség fejlesztésének. A megküzdés számos konceptualizációja létezik az irodalomban, például a megküzdés tranzakciós modellje [48], kontrollmodellek és hierarchikus modellek [49].

A (2/5./a. ábra) laboratóriumban végzett terhelésletlani vizsgálat előtt mért legalacsonyabb pulzusszám átlagait mutatja. Kivétel nélkül nagy értéket mértünk függetlenül a korcsoportoktól. Talán az U17-es csoport (PO) átlaga ( $101 \text{ ütés} \times \text{perc}^{-1}$ ) a legkisebb és ehhez az értékhez illesztett maximális pulzus (MP); ( $188 \text{ ütés} \times \text{perc}^{-1}$ ) is arányosan a legkisebb. Ez pedig fiziológiás szempontból fölvet egy másik problémát, ez pedig a pulzusszám-tartalék (PT); ( $\text{MP} - \text{PO} = \text{PT}$ ). Tehát minél nagyobb a terhelés előtt mért pulzusszám annyival korábban éri el a maximális pulzusszámot.

A fent leírtak alapján felvetődhet a kérdés, hogy ezen jelenségek birtokában tudunk-e választ adni arra a kérdésre, hogy ez „Hogyan befolyásolja az aerob teljesítményt, illetve hogyan módosít-



2/5./a./b. ábra Terhelés előtt mért legalacsonyabb pulzusszám értékek, relatív aerob kapacitás, matematikai anaerob kapacitás.

ja a terhelés metabolikus válaszainak arányát (aerob-anaerob arányt)''(2/5./b. ábra).

A relatív aerob kapacitás (rVO<sub>2</sub>max) korcsoportonkénti különbsége a [15, 16], illetve a [17-19] tekintetében különbözik. A 17-19 korcsoport relatív aerob kapacitása (rVO<sub>2</sub>max) szignifikánsan nagyobb, mint a fiatalabb korcsoportoké, illetve a másik két jellemző (ATP, T1) mintázata is különböző. A különbség szinte biztos, hogy nem a pulzustartalékok különbözősége miatt létezik. Azt a szerverendszerek aktuális fejlettségi állapota okozhatja. Ami az anaerob töréspont pulzusszám (ATP) átlagok különbségeit illeti csak az U17-es csapat átlaga kisebb, mint a többi csoporté.

Tara J. és munkatársai (2019) [50] által végzett vizsgálatukban a stressz-rugalmaság minőségét vizsgálták. Négy, a stresszhatásra különböző módon ellenálló csoport, három időpontjában (előtt, alatt, után) rögzített pulzusszámválasz mintázatát mutatták be. A két nagy ellenálló képességű csoport a szívritmus növekedését mutatja a stresszre adott válaszként a kiindulási értékhez képest, és csökken a helyreállítási időszak alatt. A két alacsony ellenállóképességű csoport azonban a szívritmus folyamatos növekedését mutatta a stressztől a felépülési időszakig, ami folyamatos stresszizgalomra utal. A páros t-teszt szignifikáns különbséget mutatott a pulzusszám között a kiinduláskor ( $M = 87 \text{ ütés} \times \text{perc}^{-1}$ ) és a stressz alatt ( $M = 94 \text{ ütés} \times \text{perc}^{-1}$ );  $t(32) = -2.818, p = 0.008$ . A kiindulási pulzusszám között ( $M = 87 \text{ ütés} \times \text{perc}^{-1}$ ) és a gyógyulási periódus alatt ( $M = 96 \text{ ütés} \times \text{perc}^{-1}$ );  $t(32) = -3.218, p = 0.003$ . A jelenség biokémiai háttérét is vizsgálták. Nyálmintából kortizolszintet elemeztek a fent leírt csoportokban. A statisztikai elemzés azt mutatta, hogy a nyál kortizol a várakozási időszakban ( $M = 0.42 \text{ nmol} \times \text{l}^{-1}$ ) szignifikánsan nagyobb volt, mint a teszt utáni 10 perc ( $M = 0.27 \text{ nmol} \times \text{l}^{-1}$ ),  $p = 0,001$ . Nagyobb a várakozási periódusban ( $M = 0.42 \text{ nmol} \times \text{l}^{-1}$ ), mint a teszt utáni 20 perc ( $M = 0.23 \text{ nmol} \times \text{l}^{-1}$ ;  $p < 0.001$ ). Illetve nagyobb a várakozási periódusban ( $M = 0.42 \text{ nmol} \times \text{l}^{-1}$ ), mint a teszt utáni 35 percnél ( $M = 0.21 \text{ nmol} \times \text{l}^{-1}$ );  $p < 0.001$ .

A nagyobb ellenállóképességgel rendelkező gyermekek csoportjaiban azok, akik magas stressz-

szintet tapasztaltak, a nyál kortizolszintje nem emelkedett meg, sőt alacsony maradt. Ez azt sugallja, hogy az akut stressz alatt, a rugalmasság és a stressz kezelésének korábbi tapasztalata segít a gyermekeknek a jobb minőségű megbirkózással. A két alacsony rugalmasságú csoport tagjaiban azonban nagyobb stresszhez nagyobb nyálkortizol-válaszok párosultak, ami arra enged következtetni, hogy a stresszkezelés tapasztalata nem volt jelen az alacsony ellenálló képességű serdülőkben. A kutatások azt is megvizsgálták, hogy a temperamentum miként növelheti a stressz-ellenálló képességet [51], és hogy a rugalmas és a stressz által érintett serdülők közötti megkülönböztetés hogyan segít jobban megérteni a stressz mérsékléséhez felhasználható védelmi erőforrásokat, válaszokat [52].

Összefoglalva, ez a rövid fejezet rávilágít olyan kontextuális tényezőkre, mint például a korábbi stressz-tapasztalat, az ellenálló képesség jellemzői és a társadalmi támogatásnak való kitettség a gyermekek élettani válaszainak megértésében az akut társadalmi stresszor előrejelzésére.

#### 2.3.4. A biopszichológiai stresszhez kapcsolódó paraméterek

A nyálkortizol és az alfa-amiláz megemelkedett szintjei, mindkét esetben POCT technikával könnyen megfigyelhetők, a belső stresszre utalnak [53]. Ez a kortizolszint növekszik az intenzív testmozgás hatására. A megemelkedett kortizolszint, amelyet elsősorban a katabolikus folyamatokért felelős hormonnak tekinthető, fokozhatja a fehérjék lebomlását, csökkentheti a fehérjeszintézist, csökkentheti a gyulladást és az immunitást [54, 55]. Az alfa-amiláz aktiválja a szimpatikus idegrendszert [56] és napi variációkat mutat, mivel a nyálszint érzékenyebb a testmozgás által kiváltott stresszre, mint a kortizol [57]. Az alfa-amiláz szintén hozzájárul a belső nyálkahártya immunitáshoz [58–60].

#### 2.3.5. Neuromuscularis változók

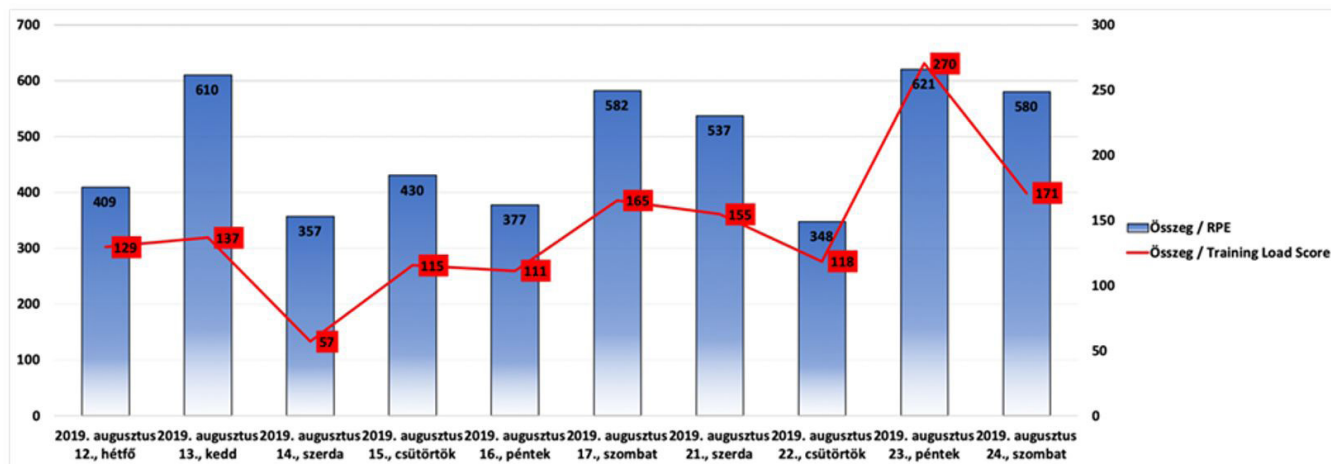
A POCT alkalmazható például az aszpartát-amino-transzferáz, laktát-dehidrogenáz, kreatin-kináz és a mioglobin, az izomterhelés klasszikus markereinek vérszintjének mérésére. Az emelkedett

szint az izomkárosodást és az izom, leépülését jelzi. Mivel ezeknek a szinteknek a kinetikája változik, ezeket a paramétereket a külső terheléssel összefüggésben kell értékelni.

### 2.3.6. Szubjektív érzelmi jellemzők

A szubjektív „érzelmi” változók értékelése [2] beleértve az önbevallás alapján adott információkat: [61] az észlelt erőfeszítés, [62] az általános közérzet szempontjából, alapvető fontosságú elemei a gyógyulás és a stressz monitorozásának. Noha a szubjektív mutatók általában érzékenyebbek az akut és krónikus edzésterhelésre, mint az objektív mutatók, [11] az előbbiekkal könnyebben lehet manipulálni a kívánt eredmények elérése érdekében. Az alkalmazások programozhatók úgy, hogy érintőképernyős vagy hang vezérelt felhasználói felületeket használnak a különféle szubjektív változók kényelmes monitorozására. Természetesen létezik ezenkívül több módszer is a fent említett

szubjektív és objektív fáradtság együttes megjelenítésére. Ilyen módszert mutatunk be a (2/6. ábra) segítségével. Tíz edzés nap látható a vízszintes (x) tengelyen, amiből a kedd, a péntek és a szombat, mérkőzések a közbülső napok tervezett edzések terhelését mutatják. A jobb-és bal oldali (y) tengelyen az edzés terhelést minősítő szám (TLS), illetve az érzékelt terhelés értékei láthatók. Kék színű oszlop=Training Load Score (TLS), a piros színű folytonos vonal a Borg skála alapján számolt érték. A klasszikus Borg-skála [62] a szívritmustartományból indul ki: ha az érzékelt erőfeszítés mértéke után teszünk egy 0-t, akkor megkapjuk az aktuális szívritmusunkat. Ha például 30 másodpercen keresztül futunk felfelé egy dombon, és megítélésünk szerint az erőfeszítésünk mértéke 11-es, akkor a pulzusunk 110 ütés/perc körül lehet. Ezt az értéket szoroztuk meg az edzés -és mérkőzés idővel.



2/6. ábra Hathetes edzésperiódus alatt rögzített számított edzésterhelés mutató (TLS) és kérdőívvel vizsgált fáradtsági mutató 15 éves labdarugók körében



## 2.4. Felhasznált irodalom

1. Skinner JS, Wilmore KM, Krasnoff JB, Jaskolski A, Jaskolska A, Gagnon J, Province MA, Leon AS, Rao DC, Wilmore JH, et al. Adaptation to a standardized training program and changes in fitness in a large, heterogeneous population: The HERITAGE Family Study. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000. 32. 157–161.
2. Kiely J. Periodization Theory: Confronting an Inconvenient Truth. *Sports Med.* 2018. 48. 753–764.
3. Soligard T, Schwelunus M, Alonso JM, Bahr R, Clarsen B, Dijkstra HP, Gabbett T, Gleeson M, Hägglund M, Hutchinson MR. How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *Br. J. Sports Med.* 2016. 50. 1030–1041.
4. Halson SL. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Med.* 2014. 44. S139–S147.
5. Mujika I. Quantification of Training and Competition Loads in Endurance Sports: Methods and Applications. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2017. 12. S2-9–S2-17.
6. Sperlich B, Holmberg HC. The Responses of Elite Athletes to Exercise: An All-Day, 24-h Integrative View Is Required! *Front. Physiol.* 2017. 8. 564.
7. Starling LT, Lambert MI. Monitoring Rugby Players for Fitness and Fatigue: What Do Coaches Want? *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2017. 15. 1–30.
8. Düking P, Hotho A, Holmberg HC, Fuss FK, Sperlich B. Comparison of non-invasive individual monitoring of the training and health of athletes with commercially available wearable technologies. *Front. Physiol.* 2016. 7. 71.
9. Luppia PB, Bietenbeck A, Beaudoin C, Giannetti A. Clinically relevant analytical techniques. organizational concepts for application and future perspectives of point-of-care testing. *Biotechnol. Adv.* 2016. 34. 139–160.
10. Colby MJ, Dawson B, Heasman J, Rogalski B, Gabbett TJ. Accelerometer and GPS-derived running loads and injury risk in elite Australian footballers. *J. Strength Cond. Res.* 2014. 28. 2244–2252.
11. Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *Br. J. Sports Med.* 2016. 50. 273–280.
12. Ehrmann FE, Duncan CS, Sindhusake D, Franzsen WN, Greene DA. GPS and Injury Prevention in Professional Soccer. *J. Strength Cond. Res.* 2016. 30. 360–367.
13. Akenhead R, French D, Thompson KG, Hayes PR. The physiological consequences of acceleration during shuttle running. *Int. J. Sports Med.* 2015. 36. 302–307.
14. Kelly D, Coughlan GF, Green BS, Caulfield B. Automatic detection of collisions in elite level rugby union using a wearable sensing device. *Sports Eng.* 2012. 15. 81–92.
15. Cardinale M, Varley MC. Wearable Training-Monitoring Technology: Applications, Challenges, and Opportunities. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2017. 12. S255–S2629.
16. Murray NB, Black GM, Whiteley RJ, Gahan P, Cole MH, Utting A, Gabbett TJ. Automatic Detection of Pitching and Throwing Events in Baseball With Inertial Measurement Sensors. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2017. 12. 533–537.
17. Hendricks S, Lambert MI. Theoretical Model Describing the Relationship between the Number of Tackles in Which A Player Engages, Tackle Injury Risk and Tackle Performance. *J. Sports Sci. Med.* 2014. 13. 715–717.
18. Hargreaves M. Physiological limits to exercise performance in the heat. *J. Sci. Med. Sport/Sports Med. Aust.* 2008. 11. 66–71.
19. Dimitriou L, Sharp NC, Doherty M. Circadian effects on the acute responses of salivary cortisol and IgA in well trained swimmers. *Br. J. Sports Med.* 2002. 36.

- 260–264.
20. Rohleder N, Nater UM. Determinants of salivary alpha-amylase in humans and methodological considerations. *Psychoneuroendocrinology* 2009. *34*. 469–485.
  21. Fullagar HH, Skorski S, Duffield R, Hammes D, Coutts AJ, Meyer T. Sleep and athletic performance: The effects of sleep loss on exercise performance. and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Med.* 2015. *45*. 161–186.
  22. Min YH, Lee JW, Shin YW, Jo MW, Sohn G, Lee JH, Lee G, Jung KH, Sung J, Ko BS, et al. Daily collection of self-reporting sleep disturbance data via a smartphone app in breast cancer patients receiving chemotherapy: A feasibility study. *J. Med. Internet Res.* 2014. *16*. e135.
  23. Chen Z, Lin M, Chen F, Lane ND, Cardone G, Wang R, Li T, Chen Y, Choudhury T, Campbell AT. Unobtrusive sleep monitoring using smartphones. In Proceedings of the 2013 7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth). Venice. Italy. 5–8 May 2013.
  24. Burr JF, Slysz JT, Boulter MS, Warburton DE. Influence of Active Recovery on Cardiovascular Function During Ice Hockey. *Sports Med. Open* 2015. *1*. 25.
  25. Sperlich B, Becker M, Hotho A, Wallmann-Sperlich B, Sareban M, Winkert K, Steinacker JM, Treff G. Sedentary Behavior among National Elite Rowers during Off-Training—A Pilot Study. *Front. Physiol.* 2017. *8*. 655.
  26. DeMasi O, Feygin S, Dembo A, Aguilera A, Recht B. Well-Being Tracking via Smartphone-Measured Activity and Sleep: Cohort Study. *JMIR mHealth uHealth* 2017. *5*. e137.
  27. Wahl Y, Düking P, Droszez A, Wahl P, Mester J. Criterion-Validity of Commercially Available Physical Activity Tracker to Estimate Step Count. Covered Distance and Energy Expenditure during Sports Conditions. *Front. Physiol.* 2017. *8*. 725.
  28. Noakes T. Fluid replacement during marathon running. *Clin. J. Sport Med.* 2003. *13*. 309–318.
  29. Nakamura K. Central circuitries for body temperature regulation and fever. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2011. *301*. R1207–R1228.
  30. Horn PL, Pyne DB, Hopkins WG, Barnes CJ. Lower white blood cell counts in elite athletes training for highly aerobic sports. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2010. *110*. 925–932.
  31. Born DP, Faiss R, Willis SJ, Strahler J, Millet GP, Holmberg HC, Sperlich B. Circadian variation of salivary immunoglobulin A, alpha-amylase activity and mood in response to repeated double-pole sprints in hypoxia. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2016. *116*. 1–10.
  32. Gomes EC, Silva AN, de Oliveira MR. Oxidants, antioxidants and the beneficial roles of exercise-induced production of reactive species. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2012. *2012*. 756132.
  33. Peeling P, Dawson B, Goodman C, Landers G, Trinder D. Athletic induced iron deficiency: New insights into the role of inflammation cytokines and hormones. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2008. *103*. 381–391.
  34. Hinton PS. Iron and the endurance athlete. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2014. *39*. 1012–1081.
  35. Buchheit M. Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Front. Physiol.* 2014. *5*. 73.
  36. Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart rate variability in athletes. *Sports Med.* 2003. *33*. 889–919.
  37. Achten J, Jeukendrup AE. Heart rate monitoring: Applications and limitations. *Sports Med.* 2003. *33*. 517–538.
  38. Dong JG. The role of heart rate variability in sports physiology. *Exp. Ther. Med.* 2016. *11*. 1531–1536.
  39. Papacosta E, Nassis GP. Saliva as a tool for monitoring steroid peptide and immune markers in sport and exercise scien-

- ce. *J. Sci. Med. Sport/Sports Med. Aust.* 2011. 14:424–434.
40. McLellan CP, Lovell DI, Gass GC. Markers of postmatch fatigue in professional Rugby League players. *J. Strength Cond. Res./Natl. Strength Cond. Assoc.* 2011. 25. 1030–1039.
41. Marin T J, Chen E, Munch JA, & Miller GE. Double exposure to acute stress and chronic family stress is associated with immune changes in children with asthma. *Psychosomatic Medicine*, 2009; 71(4):378–384.
42. Turner-Cobb JM, Rixon L, Jessop DS. Hypothalamic-pituitary-adrenal axis activity and upper respiratory tract infection in young children transitioning to primary school. *Psychopharmacology (Berl)*. 2011;214(1):309-17.
43. Ehlert U. Enduring psychobiological effects of childhood adversity. *Psychoneuroendocrinology*. 2013;38(9):1850-7.
44. Essex MJ, Shirtcliff EA, Burk LR, Ruttle PL, Klein MH, Slattery MJ, Kalin NH, Armstrong JM. Influence of early life stress on later hypothalamic-pituitary-adrenal axis functioning and its covariation with mental health symptoms: a study of the allostatic process from childhood into adolescence. *Dev Psychopathol.* 2011;23(4):1039-58.
45. Abelson JL, Erickson TM, Mayer SE, Crocker J, Briggs H, Lopez-Duran NL, Liberzon I. Brief cognitive intervention can modulate neuroendocrine stress responses to the Trier Social Stress Test: buffering effects of a compassionate goal orientation. *Psychoneuroendocrinology*. 2014;44:60-70.
46. Bai S, Repetti RL. Short-Term Resilience Processes in the Family. *Fam Relat.* 2015;64(1):108-119.
47. Lavoie J, Pereira LC & Talwar V. Understanding healthy development in children and adolescents: Themes of resilience. *American Psychological Association Newsletter*, 2014;10.
48. Lazarus RS, Folkman S. (1984). Stress, appraisal, and coping. New York: Springer
49. Krohne HW. (1996). Individual differences in coping In Zeidner M. & Endler N. S. (Eds.), Handbook of coping: Theory, research, applications (pp. 381–409). New York, NY: Wiley.
50. Yendork, JS, Somhlaba NZ. Do social support, self-efficacy and resilience influence the experience of stress in Ghanaian orphans? An exploratory study. *Child Care in Practice*, 2015; 21(2), 140–159.
51. D’Imperio RL, Dubrow EF, Ippolita MF. Resilient and stress-affected adolescents in an urban setting. *Journal of Clinical Child Psychology*, 2000; 29(1), 129–142.
52. Koibuchi E, Suzuki Y. Exercise upregulates salivary amylase in humans (Review). *Exp Ther Med.* 2014;7(4):773-777.
53. Nater UM, Rohleder N, Schlotz W, Ehlert U, Kirschbaum C. Determinants of the diurnal course of salivary alpha-amylase. *Psychoneuroendocrinology* 2007. 32. 392–401.
54. Sargent C, Lastella M, Halson SL, Roach GD. The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes. *Chronobiol. Int.* 2014. 31. 1160–1168.
55. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, Doleshal P, Dodge C. A new approach to monitoring exercise training. *J. Strength Cond. Res./Natl. Strength Cond. Assoc.* 2001. 15. 109–115.
56. Kellmann M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 2010. 20 (Suppl. 2). 95–102.
57. Abbiss CR, Laursen PB. Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. *Sports Med.* 2005. 35. 865–898.
58. Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. *Clin. Chem. Lab. Med.* 2010. 48. 757–767.
59. Banfi G, Colombini A, Lombardi G, Lub-

- kowska. A. Metabolic markers in sports medicine. *Adv. Clin. Chem.* 2012. 56. 1–54.
60. Born DP, Stoggl T, Swaren M, Bjorklund G. Running in Hilly Terrain: NIRS is More Accurate to Monitor Intensity than Heart Rate. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2016. 24. 1–21.
  61. Meister S, Faude. O, Ammann T, Schnitker R, Meyer T. Indicators for high physical strain and overload in elite football players. *Scand. J. Med. Science Sports* 2013. 23. 156–1633.
  62. Impellizzeri FM, Marcora SM, Coutts AJ. Internal and External Training Load: 15 Years On. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019;14(2):270-273.
  63. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377-81.

## **2.5. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések**

1. Mutassa be az edzéshatást befolyásoló tényezőket, magyarázza a köztük lévő kapcsolatot!
2. Értelmezze a naptári, biológiai és az edzés kort, azok jelentőségét az edzés tervezésben!
3. Ismertesse az edzés immunbiológiai összetevőit, mérhetőségének lehetőségeit!
4. Magyarázza meg, miért érzékenyebbek a szubjektív mutatók az akut és krónikus edzésterhelésre, mint az objektív mutatók.
5. Soroljon föl, néhány kérdőívet (tesztet) a szubjektív elemek mérhetőségére, rendeljen hozzá irodalmat!

## III. Fejezet

### A tehetség...kiválasztás...

A tehetségek azonosítása a sportban gyakran fel-színes, túlnyomó többségében szubjektív megítélésű. Túlságosan nagy hangsúlyt fektetnek a fiatal sportolók aktuális teljesítményére, és a valódi tehetségeket – a jövőbeli potenciállal rendelkezőket – gyakran figyelmen kívül hagyják, és viszonylag korán lemondanak fejlesztésükről.

A fent említett megállapításokkal, vagy azok megcáfolása okán, világszerte elterjedtek a tehetségeket azonosító és fejlesztő rendszerek (TIDS) [1]. A professzionálisan működő (TIDS) jelentős erőforrást igényel, ez pedig pénzügyi befektetés nélkül nehezen elképzelhető. A pénzügyi investíció, illetve a költségek megtérülése érdekében a (TIDS) várhatóan hatékonyan fogja átalakítani az ifjúsági sportolók beválási és felkészítési munkáját [2]. Ezt a rendszert is támadják, az egészség megőrzése, az optimális növekedés érés veszélyeztetése miatt.

Az élsport speciális tartalma (extrém pszichofiziológias terhelés), ezek a programok kevés esélyt kínálnak a résztvevőknek arra, hogy felnőttként biztosítsák az élsport „sikereit” [3]. Az iskolai képzésből való felmentés (vagy a képzés tartalmának presztizsvesztése) korlátozhatja a kognitív képességek fejlődését, ami az iskolai végzettség hiányát vetíti előre. Korábbi akadémiai játékosoknál végzett vizsgálatok, mentális betegségek jelenlétére hívta fel a figyelmet: „fiatal játékosok holisztikus fejlődésének problémája” megnevezéssel.

Körültekintően kell kezelni a behíváskor, az ígéretes játékosok korai életszakaszban elhagyott családi környezet okozta hiányt, ami a teljesítményorientáció szempontból értékes lehet, de komoly traumát is jelenthet a fiatal játékosok személyiségfejlődésében [4]. Ezért tisztességes (és optimális) a kiválasztási folyamat során figyelembe venni

mind a versenysport, mind a pedagógiai fejlődés szempontjait. Számos tanulmány azonban rámutat arra, hogy a tehetséggondozó programokon belüli ilyen kiválasztási folyamatok kihívást jelentenek az ifjúsági futballban [5-7].

A következő probléma a játékosok korcsoportokba való beosztása. Az adott év elején (azaz az első születési negyedévben) született játékosok általában élettani előnnyel rendelkeznek fejlődésükben, szemben a fiatalabb társaikkal (azaz a negyedik negyedévben születettekkel). Ez a jól ismert relatív korhatáshoz (RAE) vezet. Ez a probléma tovább erősödik, ha a játékos biológiai érettségi állapotát (BMS), függetlenül a kronológiai kortól, figyelmen kívül hagyják. Különösen a pubertás szakaszában, amelyekben szigorú és fontos kiválasztási folyamatok zajlanak, a játékosok BMS -jének különbsége elérheti az 5 évet is [8]. A gyakorlatban ez ahhoz a jelenséghez vezet, hogy az edzők és a tehetségkutatók gyakran a korai érésű játékosokat részesítik előnyben a fejlettebb fizikai tulajdonságokon alapuló, jelenleg jobb teljesítményszint miatt [9]. Ugyanakkor a későn érő játékosok alacsonyabb teljesítményszintet mutatnak, különösen a fiziológiai előrejelzők esetében, ezért gyakran figyelmen kívül hagyják őket [10]. Ezért ezek a játékosok gyakran nem jutnak hozzá egy átfogó tehetséggondozó programhoz, amely képzetlenebb edzőkkel és jobb erőforrásokkal rendelkezik. Kevesebb játékidőt kapnak a versenyképes mérkőzéseken, kevesebb a csapat felelőssége és kevesebb az érzelmi támogatás, ami aláássa holisztikus futballnevelésüket [11]. A legrosszabb esetben még a rendkívül tehetséges játékosok sem választhatók ki az időkéseleltetett biológiai fejlődés miatt, összehasonlítva az időben vagy korai fejlődésben lévő társaikkal. Ezért a tehetséggel kapcsolatos sporttudományi kutatás régóta azt mutatja, hogy a játékos

egyéni biológiai fejlettségét figyelembe kell venni a tehetséggondozás során, különösen a kiválasztási folyamatokban.

A legújabb kutatások széles körben megértik a motoros tehetségdiagnosztika hasznosságát a jövőbeli siker előrejelzésében. Pontosabban, a kutatók információkat szolgáltatnak a motoros teljesítmény prognosztikai érvényességéről a jövőbeli teljesítményszint tekintetében.

Hároméves hosszmetzeti vizsgálat eredményeinek felhasználásával – amely négy mérési pontot tartalmazott egy nagy elemszámú sportolói mintán – a törekvés megbízhatóbb betekintést nyújt a fiatal labdarúgók motoros teljesítményének fejlődésébe a korai serdülőkorban (3/1. ábra). Átfogóan elemezték a motoros fejlettség változásait a különböző jövőbeli teljesítményszintű játékosok között, valamint a sportolók egyéni fejlődését három év alatt.

### 3.1. A motoros teljesítmény-tényezők prognosztikai érvényessége

A tanulmány megerősítette a bemutatott motoros teszt prognosztikai érvényességét a felnőttek sikerre szempontjából (6–8 évvel később). Szignifikáns különbséget találtak a leendő elit és nem elit játékosok motoros pontszáma között a korai és középkorú serdülőkorban, valamint a gyorsaságuk (agilitás) és a technikai készségeik (labdavezetés és lövés) között. Ezek az eredmények alátámasztják a motoros teljesítmények előrejelző szerepét és valószínűleg megmagyarázhatók, hogy milyen lényeges a sikeres labdarúgás szempontjából.

Ez az előny fennállhat a játékosok jelenlegi teljesítménye tekintetében a korai serdülőkorban, és abban is megnyilvánulhat, hogy valószínűsítik, hogy a középső és a késői serdülőkorban is hasonló hatással lesznek jelen.

A motoros teljesítmény prognosztikai relevanciája ellenére azonban nem volt statisztikailag szignifikáns összefüggés a motoros teljesítmény fejlődése és a résztvevők felnőttkori jövőbeli játékszínvonalak között. Ezek az eredmények összhangban vannak több kutató következtetéseivel, amelyek arra utalnak, hogy azok a játékosok, akik felnőttkorban

elit szintet érnek el, átlagosan már fejlett motoros képességekkel rendelkeznek. Más szóval, képesek voltak megőrizni előnyüket a leendő nem elit játékosokkal szemben az előléptetés során.

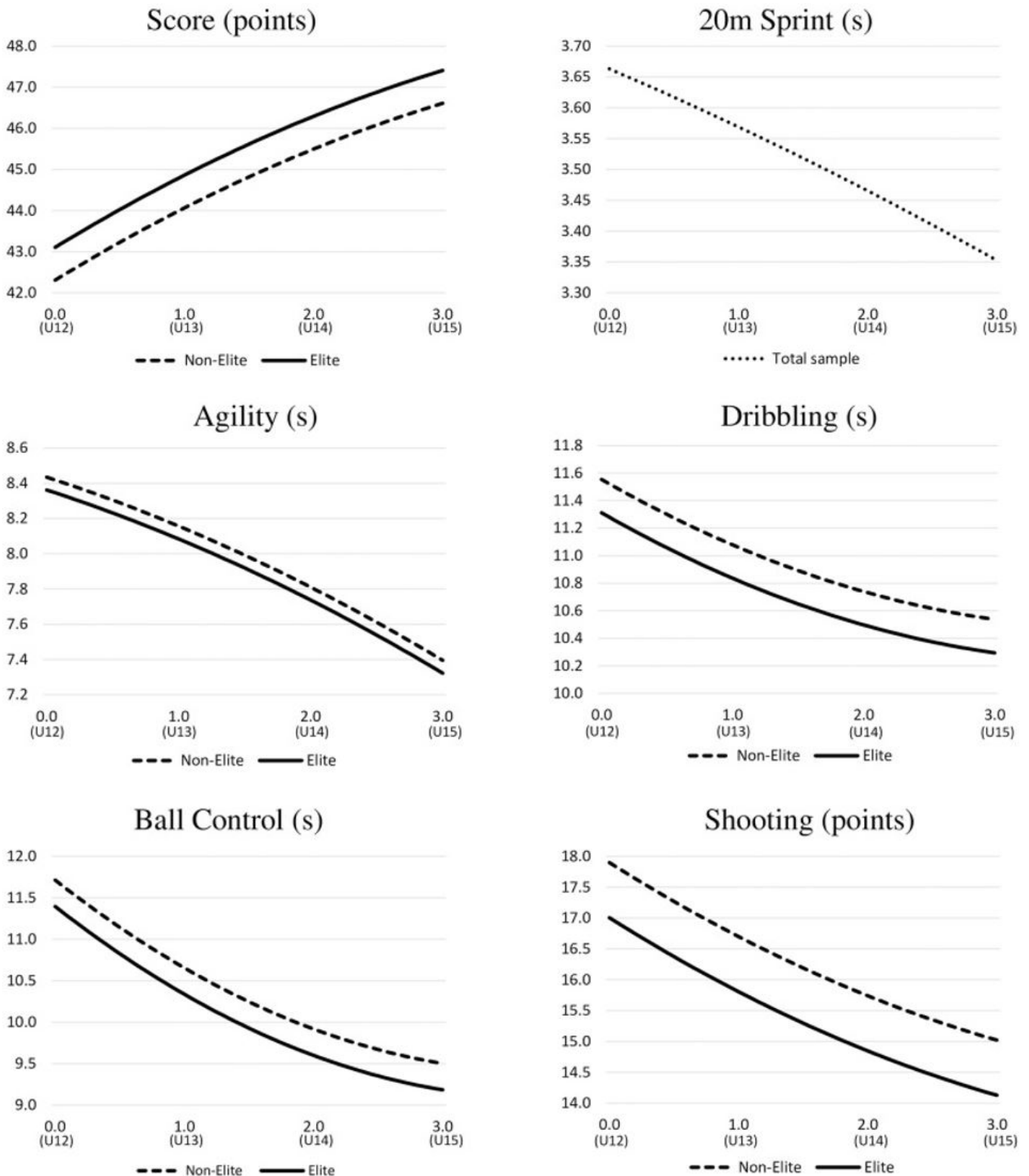
A relatív életkor (RA) hatása általánosságban meglehetősen alacsonynak bizonyult a jelen tanulmányban a motoros teljesítménytényezők többségénél. Valószínűnek tűnik, hogy néhány jövőbeli elit játékos már előrehaladott az érésben, független a relatív életkortól. Ez az előny - többek között - azt eredményezhette, hogy jobb sebességi képességekkel és technikai készségekkel rendelkezik, mint azok, akik később érnek.

További figyelmet kell fordítani az egyéni különbségekre is, amelyeket a sportolók motoros teljesítményének időbeli alakulásával kapcsolatban találtak. A többszintű modellezés véletlenszerű hatásai jelentős egyéni különbségeket jeleztek a játékosok között a TID program kezdeti teljesítménye (azaz véletlenszerű elfogás), valamint a motoros teljesítményének időbeli alakulása tekintetében.

A motoros teszt öt egyedi tesztből állt. A játékosokat sprintben (20 méteres lineáris sprint ideje), agilitásban (labda nélküli szlalom pályán elért idő) és (labdával végzett szlalom pályán elért idő), labdavezetésben (hat passz felváltva történő lejátszásához szükséges idő) értékelték. Két ellentétes ütközőfal, legalább kétlabdás érintkezővel), és lövés. Az egyéni teszteredmények alapján egy pozitívan kódolt motorospontszámot (azaz több pont jelzi a jobb összteljesítményt) a következő képlet segítségével számolták ki: 
$$\text{Pontszám} = 10\,000 \times [(17,29 \times 20 \text{ m sprint}) + (9,43 \times \text{agilitás (l.n.)}) + (4,11 \times \text{agilitás (l.)}) + (2,41 \times \text{labdakontroll}) + \text{lövés}]^{-1}.$$

A tanulmány „csak” a képességek két dimenziójára (azaz a gyorsaságra és a technikai készségekre) összpontosított, és elemezte azoknak az egyének jövőbeli sikerére gyakorolt hatását. Ezen motoros teljesítménytényezők fejlődését meglehetősen hasonlóan találták az elit és nem elit játékosok esetében. Lehetséges, hogy a vizsgált nem elit játékosok további időt és energiát fordítanak technikai készségeik és gyorsaságuk fejlesztésére a TID programban való promóciójuk során annak érde-

## Motorikus teljesítmények prediktív tartalma



3/1. ábra Jegyzet: a sprint, az agilitás, a labdavezetés és a lövés eredményei (negatív kódolású), vagyis az alacsonyabb érték jobb teljesítményt jelent. Az x tengely az U12 első mérési pontjától (idő = 0) és az U15 utolsó időig (idő = 3) eltelt időt (években) jelzi. Az egyének fejlődése a sprint teszten az APL -től függetlenül jelenik meg, mivel ez a változó nem volt szignifikáns előrejelző a résztvevők sprintteljesítmény szempontjából.

kében, hogy továbbra is versenyképesek legyenek elit társaikkal.

Bár a tehetségkutatásban jól megalapozott figyelemztetések vannak a tehetséggondozó és -fejlesztő (TID) programok idő előtti kiválasztása ellen, ezekre a kiválasztásokra akkor van szükség, ha egy sportszövetség erőforrásait a legtehetségesebb ifjúsági sportolókra kívánja összpontosítani. Így a legígéretesebb sportolók azonosítása a következő promóciós lépésben a TID programok egyik fő feladata.

A tehetség előrejelzése rendkívül nehéznek tűnik a komplex, többdimenziós teljesítményprofilú sportágakban. A labdarúgás mindkét tulajdonsággal rendelkezik. Ennek ellenére a legutóbbi világbajnoki győztesek (Spanyolország 2010, Németország 2014) nyilvánvalóan nagy hasznot húztak a TID -programokban való fokozott részvételükből, és a tehetséggondozás az utóbbi évtizedben fontos és professzionális üzletgá vált. Többek között a labdarúgásban számos TID -program, például az angliai Elite Player Performance Plan hajtott végre motoros teljesítménydiagnosztikát, amely támogatja az edzéseket és / vagy a kiválasztási folyamatokat. A holisztikus értékeléseken túl, amelyek elsősorban a tehetségkutatók tapasztalt „szubjektív szemén” alapulnak, a motoros diagnosztika és a lehetőleg megbízható objektív információik a tehetséges játékosok jövőbeli lehetőségeiről értékesek lehetnek a klubok és a sportegyesületek számára. Ezért a motoros prediktorok prognosztikai relevanciájának empirikus vizsgálata a hosszú távú siker szempontjából kulcsfontosságú téma a tehetségkutatásban [12].

A korai serdülőkorban a motoros teljesítmény és a futball felnőttkori sikerének összefüggése vitatható volt, és több kutató erősen megkérdőjelezi a motoros tesztek előrejelző funkcióját a jövőbeli siker érdekében [13]. A labdarúgásban végzett legújabb tehetségkutatás számos prospektív tanulmányt kínál a tehetségjóslok prognosztikai érvényességének vizsgálatára.

A (fiziológiai) gyorsasági képességek és a (pszichomotoros) technikai készségek a leggyakrabban

használt előrejelzők közé tartoztak, és különösen fontos motoros tényezőkként ismerik el őket a labdarúgó-szövetségek TID-programokra vonatkozó képzési koncepcióiban a korai serdülőkorban. A kutatási eredményeket befolyásoló tanulmánytervezési paraméterek óriási sokfélesége miatt azonban a jelenlegi eredmények ellentmondásos képet nyújtanak a motoros tesztek sebességtudásra és technikai készségekre vonatkozó prognosztikai érvényességéről. Egyes tanulmányok igazolták a motoros tesztek prognosztikai érvényességét, míg mások nem találtak jelentős összefüggést a teszteredmények és a későbbi ifjúsági futball siker között [14, 15].

Ezenkívül a motoros diagnosztikából származó objektív adatok felhasználása (különösen a referenciaértékek tekintetében) problémás az érésrel kapcsolatos torzítások miatt a diagnosztikában minden korcsoporton belül [16]. A tehetséges játékosok eltérő érési állapota és az egyéni belüli fejlemények gyenge kapcsolatot okozhatnak a fiatalok és a felnőttek teljesítménye között, ami jelentősen csökkenti a motoros tesztek hasznosságát. Így a motoros prediktorok prognosztikai érvényességének értékeléséhez figyelembe kell venni az érési jellemzőket vagy legalább az érésrel kapcsolatos jellemzőket.

Ezeket tekinthetjük a legújabb kutatások korlátozásának, mivel egyes tanulmányok megkérdőjelezték a fiatalok sikert, mint a felnőttkori siker megfelelő mutatóját [17]. Csak néhány tanulmány [18, 19], amely a gyorsaságot vagy a technikai készségeket vizsgálta, több mint hároméves prognosztikai időszakot tartalmazott, de még ezek a tervezett tervek sem tartottak tovább 6 évnél. Így hiányoznak olyan kutatások, amelyek a TID program kezdetétől a „végső rendeltetési helyéig” (azaz a szakmai szintre való áttérésig) terjedő hosszú távú időszak prognosztikai értékét vizsgálják. Mivel a futballban a TID programok gyakran az U12-es korosztályban kezdődnek [20], és a felnőttek szintje körülbelül 19 éves korban kezdődik, a minimális hosszú távú perspektívának valószínűleg nyolc évnél kell lennie.

A tehetségdiagnosztika másik nagy problémája,



hogyan a komplex élettani képességeket és technikai készségeket nem lehet mérési hibák nélkül felmérni. Eddig a labdarúgás fiziológiai képességeinek és technikai készségeinek prognosztikai relevanciáját vizsgáló tanulmányok (pl. [20]) elemezték az egyes tesztek (azaz egyváltozós megközelítések, pl. ANOVA) prediktív érvényességét vagy több teszt (azaz többváltozós megközelítés; pl. MANOVA vagy diszkriminancia-elemzés). Ennek eredményeként a nyilvánvaló változókat mutatóként használják, és a mérési hibákat nem veszik figyelembe. Azonban még a nagyon szabványosított vizsgálati eljárások sem kerülhetik el a megbízhatóság korlátozásait (foci-specifikus tesztek esetén). A strukturális egyenletek modellezését nem alkalmazzák a foci tehetség -előrejelzőkkel kapcsolatos meglévő kutatásokban. A SEM lehetővé teszi a tényezők prognosztikai relevanciájának pontosabb kiszámítását, mivel figyelembe veszi a mérési modelleket (amelyek képesek a mérési hibák becsülésére) és a motoros teszteredmények mögött álló látens teljesítménytényezők közötti összefüggéseket.

### 3.2. Felhasznált Irodalom

1. Rongen F, McKenna J, Till K, Cobley S. Talent identification and development: the impact on athlete health? In: Baker J, Safai P, Fraser-Thomas JL, editors. *Health and elite sport: is high performance sport a healthy pursuit?* New York: Routledge; 2015. p. 33–51.
2. Seiler S. Evaluating the (your country here) Olympic medal count. *Int J Sport Physiol Perform.* 2013;8:203–10.
3. Güllich A. Selection, de-selection and progression in German football talent promotion. *Eur J Sport Sci.* 2014;14:530–7.
4. Ivarsson A, Stenling A, Faliby J, Johnson U, Elin B, Johanson G. The predictive ability of the talent development environment on youth elite football players' well-being: a person centered approach. *Psychol Sport Exerc.* 2015;16:15–23.
5. Ackerman P. Nonsense, common sense, and science of expert performance: talent and individual differences. *Intelligence.* 2014;45:6–17.
6. Akinwande M, Dikko H, Samson A. Variance Inflation Factor: As a Condition for the Inclusion of Suppressor Variable(s) in Regression Analysis. *Open Journal of Statistics,* 2015;5:754-767.
7. Ali A. Measuring soccer skill performance: a review. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2011;21:170–183.
8. Ford P, Bordonau J, Bonanno D, Tavares J, Groenendijk C, Fink C, et al. A survey of talent identification and development processes in the youth academies of professional soccer clubs from around the world. *J. Sports Sci.* 2020;38:1269–1278.
9. Forsman H, Blomqvist M, Davids K, Liukkonen J, Konttinen N. Identifying technical, physiological, tactical and psychological characteristics that contribute to career progression in soccer. *Int. J. Sports Sci. Coach.* 2016;11: 505–513.
10. Furley P, Memmert D. Coaches' implicit associations between size and giftedness: implications for the relative age effect. *J. Sports Sci.* 2016;34:459–466.
11. Gagné F. Motivation within the DMGT 2.0 framework. *High Ability Stud.* 2010;21:81–99.
12. Gil S, Irazusta J, Bidaurrezaga-Letona I, Aduna B, Lekue J, Santos-Concejero J, et al. Talent identification and selection process of outfield players and goalkeepers in a professional soccer club. *J. Sports Sci.* 2014;32:1931–1939.
13. Höner O, Feichtinger P. Psychological talent predictors in early adolescence and their empirical relationship with current and future performance in soccer. *Psychology of Sport and Exercise.* 2016;25(Supplement C):17–26
14. Philippaerts RM, Vaeyens R, Janssens M, Van Renterghem B, Matthys D, Craen R, et al. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal Of Sports Sciences.* 2006;24(3):221–30.
15. Feichtinger P, Höner O. Talented football players' development of achievement motives, volitional components, and self-referential cognitions: A longitudinal study. *Eur J Sport Sci.* 2015;15(8):748-56.
16. Huijgen BCH, Elferink-Gemser MT, Post W, Visscher C. Development of dribbling in talented youth soccer players aged 12–19 years: a longitudinal study. *Journal of sports sciences.* 2010; 28(7):689–98.
17. Franssen J, Bennett KJM, Woods CT, French-Collier N, Deprez D, Vaeyens R, et al. Modelling age-related changes in motor competence and physical fitness in high-level youth soccer players: implications for talent identification and development. *Science and Medicine in Football.* 2017;1(3):203–8.
18. Willimczik K, Meierarend E, Pollmann

- D, Reckeweg R. Das beste motorische Lernalter: Forschungsergebnisse zu einem pädagogischen Postulat und zu kontroversen empirische Befunden. *Sportwissenschaft*. 1999;29(1):42–61
19. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity 2. ed Champaign IL: *Human Kinetics*; 2004. XIV, 712 S. p.
  20. Saward C, Morris JG, Nevill ME, Nevill AM, Sunderland C. Longitudinal development of match-running performance in elite male youth soccer players. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*. 2016;26(8):933–42.
  21. Kannekens R, Elferink-Gemser MT, Visscher C. Positioning and deciding: key factors for talent development in soccer. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*. 2011;21(6):846–52.

### **3.3. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések**

1. Mutassa be a kiválasztás kritikus elemeit!
2. Értelmezze a tehetségkiválasztás rendszerét!
3. „A tehetség előrejelzése rendkívül nehéznek tűnik a komplex, többdimenziós teljesítményprofilú sportágakban” Milyen meghatározó elemeket emelne ki, ezek közül!

## IV. Fejezet

### Az emberi teljesítőképeség (human performance)

Ahogy *Carl Sagan* mondta, „a tudomány közép-pontjában az egyensúly áll, amely nyitott marad az újszerű, meglepő felismerésekre a világról anélkül, hogy feláldozná a régi és az új ötletek kíméletlen szkeptikus vizsgálatát. Annak eldöntése, hogy egy adott megállapítás tükrözi -e azt, amit Sagan: „mély igazságnak” vagy „mély ostobaságnak” nevez - részben a megállapítás, ami a reprodukálhatóság megállapításával, mivel, ez a *valódi* tudomány egyik fontos jellemzője. Ez a kíméletlen szkepticizmus minden korábbinál helyénvalóbbnak tűnik, mivel számos kutatási terület (köztük a testmozgás és a sporttudomány) körében egyre inkább tudatában van annak, hogy számos közzétett eredményt nem sikerül megismételni, és ez a reprodukálhatóság tényét vetíti előre, ez pedig a tudomány „válságát” jelentheti.

A *Kinesiology Review* 2020-as számában megjelent a *Nemzeti Kineziológiai Akadémia* által szervezett konferencia összefoglaló anyaga. 13 vezető tudós (kineziológia tudományában) előadásainak fontos megállapításai. A tanácskozás jelmondata: „Az emberi teljesítmény optimalizálása” volt. A tudományterületek: [1] kognitív motoros idegtudomány, [2] biomechanika, [3] teljesítményelemzés, [4] filozófiatörténet, [5] sportpszichológia, [6] sportorvoslás, [6] pedagógia, terhelésélettan voltak (4/1. ábra).

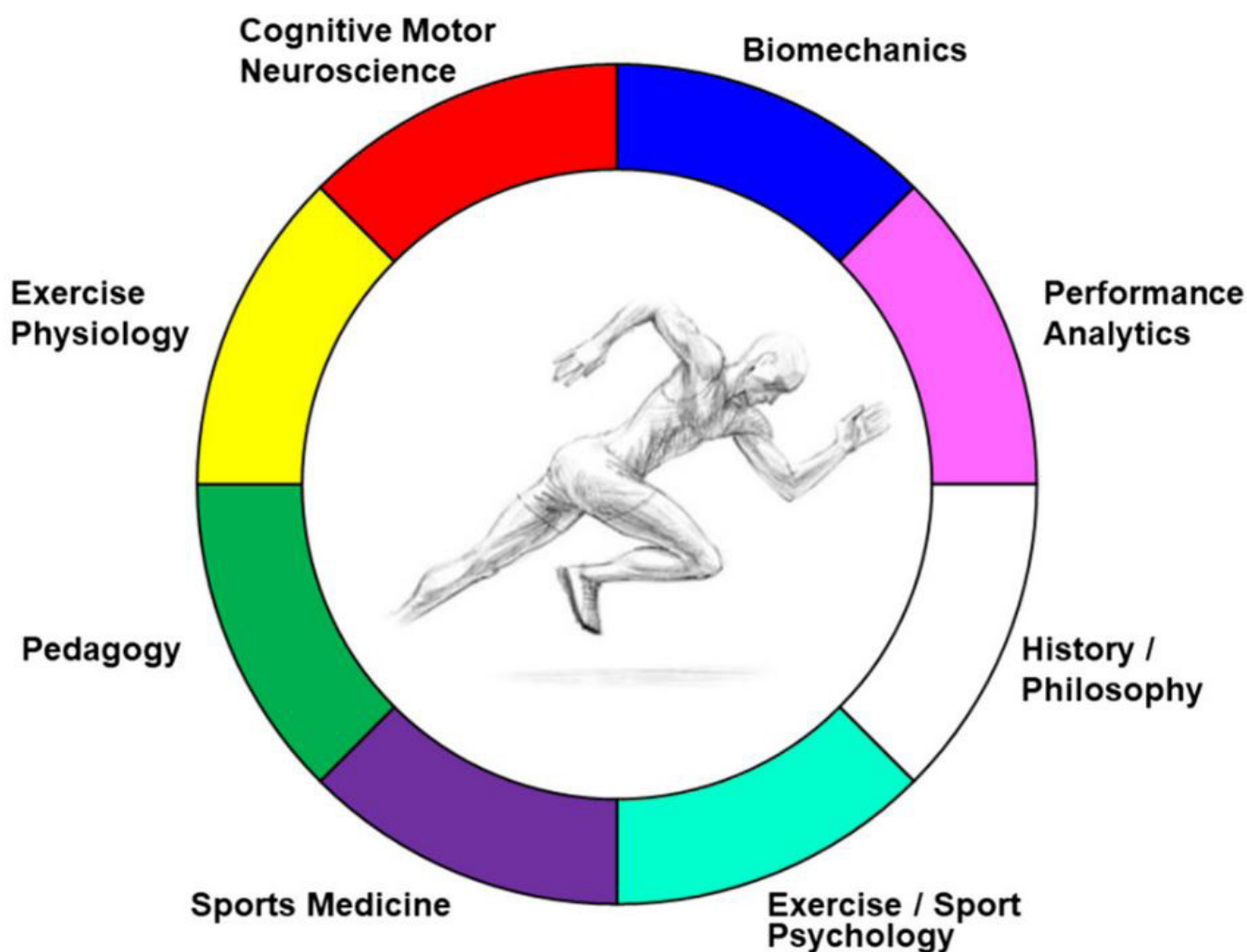
Természetesen az optimális teljesítmény kifejezése nagymértékben sajátos, így ennek értelmezése nem minden esetben jelent azonos megoldási algoritmust. Vannak alapvető kérdések a pedagógiával, a tanulással, a fiziológiával a sérülésmegelőzéssel stb. kapcsolatban. Ami a teljesítménysport terhelését illeti – tehát azokat, akik korlátiakat feszegetik, bármi legyen is mindig veszélynek vannak kitéve: (sérülés, túledzés, stb.), ami alapvetően befolyá-

solja karrierjüket, amelyek mindenki számára általánosak, és ezt fedték le annyiban, amennyire a találkozói formátuma és időtartama megengedte!

#### *Az emberi teljesítmény biofizikai dimenziója*

Dr. Ron Zernicke, a Michigani Egyetem munkatársa a biomechanikai hatékonyság szerepét írta le az emberi mozgás optimalizálásában, és a hatékony mozgást az emberi tapasztalat és az életminőség szempontjából nélkülözhetetlennek tartotta. A hatékony mozgás elősegíti a fizikailag aktív életmódban való részvételt, és ezzel járó egészségügyi előnyökkel jár. Ismertette a hatékonyság szerepét az elit atlétikai teljesítményben, valamint az elit előadóművészek tanulmányozásából levont tanulságokat, amelyek mindenkire vonatkoznak az extrém erőfeszítésekből (például a baseball dobók karjaiban megnövekedett csontsűrűségből) származó adaptációkból.

Ma már általános az egyetemi és a profi sportcsapatokban, hogy a sport-dietetikusok és/vagy táplálkozási tanácsadók a teljesítménynövelő csapatrészei, és az ilyen szakemberek tudományos és szakmai felkészítése egyre gyakoribb a kineziológiai programokban. Mary Jane DeSouza, a Pennsylvanai Állami Egyetem triádjának munkatársa a női atlétatriádot írta le, amely a menstruációs zavarokat, az alacsony energiaellátottságot (étkezési rendellenességgel vagy anélkül) és a csontok ásványianyag-sűrűségét foglalja magában, és egyre gyakoribbá válik azoknál a nőknél, akik nyomás alatt edzik a testüket. Hasonló állapotot írt le a férfi sportolóknál, amikor a súlyos sportolás kihívásával párosuló tünetek kombinációját mutatják a női sportolói hármassal.



4/1. ábra Kinesiology Review, 2020, 9, 1-3; 10.1123/kr.2019-0065.

*Az emberi teljesítmény idegi és pszichológiai dimenziói*

Rachael Seidler, a Floridai Egyetem kutatója ismertette a motoros készségek elsajátításának egyedülálló szempontjait úgy, mint szokatlan körülmények között végzett feladatok, vagy beszélt a laboratóriumi körülmények között gyűjtött adatok torzító hatásairól. Megjegyezte, hogy az ilyen tanulmányok segíthetnek megérteni az emberi teljesítményt új és kihívásokkal teli környezetben, pl.: az űrben repülés és bolygóközi utazás. Gabrielle Wulf, a Nevadai Egyetem munkatársa az emberi teljesítmény motivációs elemeiről, a belső motivációról, a figyelemről és az autonómiáról, amelyek befolyásolják a motoros teljesítményt és a tanulást. Tsung-Min Hung, a Tajvani Egyetem munkatársa az agykérgi tevékenységekről, azok megértését és ellenőrzését a kiváltó motoros teljesítményről.

*Az emberi teljesítmény kontextuális dimenziója*

Peter Hastie, az Auburn Egyetem munkatársa az iskolai testnevelés készségfejlesztésének szabályozóiról beszélt. Tanulmánya számos olyan tényezőt azonosít, amelyek befolyásolják az oktatás minőségét, amelyet a diákok potenciálisan megkaphatnak, ami viszont kihatással van arra, hogy milyen mértékben tudnak részt venni a megfelelő gyakorlatban és készségfejlesztésben. Ezek a tényezők „kontextuálisak”, például az idő, az osztálylétszám és a tanítási erőforrások; „Tanterv”, amely a testnevelés tartalmára és pedagógiájára vonatkozik; és „oktató”, például a tanári hatékonyság és a tartalmi ismeretek. Stefan Szymanski, a Michigani Egyetem sportmenedzsment közgazdásza a sportanalitika új területét írta le, ahol a mintákat nagy adathalmazokból rögzítik. Ez az emberi teljesítmény feltörekvő területe, és

a hordható technológiák megjelenésével növekszik. Szymanski kijelenti, hogy a sportanalitika azt ígéri, hogy a Big Data és a kifinomult statisztikai módszerek segítségével határozza meg a hatékony stratégiákat a sportban.

*Sport-orvostudományi dimenzió az emberi teljesítményben*

A sport-orvostudomány tudásterülete kritikus fontosságú ahhoz, hogy az atlétákat „játékban” tartsuk. Doug Casa, a Connecticuti Egyetem munkatársa ismertette a teljesítmény és a biztonság maximalizálását, az intenzív megerőltetés pszichofiziológiai hatásait, valamint az elhízás, az éghajlatváltozás, a gyógyszerek és a fizikai alkalmasság szerepét extrém körülmények között. Casa kijelentette, hogy a megerőltető hatásokra való szenzitivitást, a hajlamosító tényezőket kutatni, elemezni és hatékonyan megoldani szükséges.

#### 4.1. Felhasznált Irodalom

1. Hatfield BD, Lu CM, Zimmerman JB. Optimization of Human Performance. *Kinesiology Review*, 2020, 9, 1-3
2. Dyreson MS. Optimizing Human Performance—A Brief History of Macro and Micro Perspectives. *Kinesiology Review*, 2020;9.1:4-12
3. Avila K. Optimal Performance in Tennis: Mental Skills for Maximum Achievement in Athletics and Life. *The Sport Psychologist*, 1995.9.1. 112-13.
4. Brustad R. (1987) The Total Runner: A Complete Mind-Body Guide to Optimal Performance. *The Sport Psychologist*. pp. 265-266
5. Zhang Y, Lloyd DG, Campbell AC, Alderson JA. Can the effect of soft tissue artifact be eliminated in upper-arm internal-external rotation? *J Appl Biomech*. 2011;27(3):258-65.
6. de Koning JJ, van der Zweep CJ, Cornelissen J, Kuiper B. Optimal race strategy for a 200-m flying sprint in a human-powered vehicle: A case study of a world-record attempt. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013;8(2):216-9.

## V. Fejezet

### Pszicho-fiziológiai elemek jelentősége, a csapatsport-utánpótlás nevelésben

A sportteljesítmény összetett jelenség, nemcsak a fizikai képességtől, hanem a különféle pszichológiai változóktól is függ. Az alkati jellemzők, a testösszetétel, az állóképesség, az izomerő, a mozgékonyág, az érzékelési sebesség és a reakcióképesség változók, amelyek fontos információkat nyújtanak a sport szakembereinek a tehetségek felismerésében, azonosításában és végül fejlesztésében. A szakemberek egyetértenek abban, hogy a teljesítményhez kapcsolódó képességek fejlesztése különböző hatásokat vált ki, különböző életkorú játékosokban [12-16]. Számos vizsgálat ezek között azt sugallja, hogy a játékosok érési fejlődése által kiváltott inger és egy adott edzés fizikai összetevőit be kell építeni a technikai és taktikai felkészülésbe [17-18]. Az előre megtervezett edzés során a sport résztvevőinek értékelniük kell az egyes játékhelyzetekre adott fiziológiai reakciókat, valamint ki kell alakítaniuk a versenyre átültethető viselkedést, integrálva az összes olyan tulajdonságot és tényezőt, amely javítja a játékképességet.

#### 5.1. RPE-alapú terhelésszabályozás (Rate of Perceived Exertion)

A személyre tervezett fizikai aktivitás, jelentős szerepet játszik a mentális egészségét megerősítésében, serdülőkorban [1]. Az optimális fizikai aktivitás [2], kulcsfontosságú eleme a motoros képességek sikeres fejlesztésében, az önszabályozási, valamint az észlelési kompetenciák kialakításában egyaránt [3, 4].

A teljesítménysport területén ezek az elemek arra utalnak, hogy képesek önállóan megtervezni, kivitelezni és szabályozni a fizikai teljesítményt, és hogy megfelelő terhelési szinteket válasszanak a fizikai és mentális egészség eléréséhez. Ebben segít a RPE-alapú terhelésszabályozás (rate of perceived

exertion). Széles körben alkalmazott módszer a fizikai aktivitás minden szintjén [6]. Az RPE tényezőinek vizsgálata releváns a tényeken alapuló egészségfejlesztés során az önészlelés javításával, a hatékony önszabályozással, valamint a személyiség fejlődésének támogatásával [5, 7].

A fizikai aktivitás jellemzően serdülőkorban csökken [6]. Az RPE közvetítő tényezőinek vizsgálata fontos az ellenőrzés és az önszabályozás megértése, valamint a serdülők fizikai tevékenységeiben való részvétele szempontjából.

Az RPE egy módszer a szubjektív fizikai intenzitás mérésére. Egy sportoló leírja a fizikai megterhelést azzal, hogy erőfeszítéseinek számértéket ad. Az RPE pontszám meghatározásához számos skálát használnak, amelyek számai az alacsonyaktól a magasig terjednek. Az alacsony érték korrelál a könnyű erőfeszítéssel, a magas szám pedig a rendkívül nehéz erőfeszítéssel.

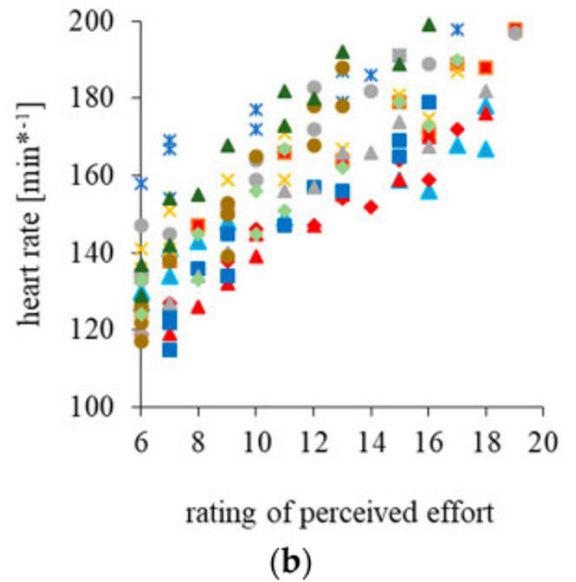
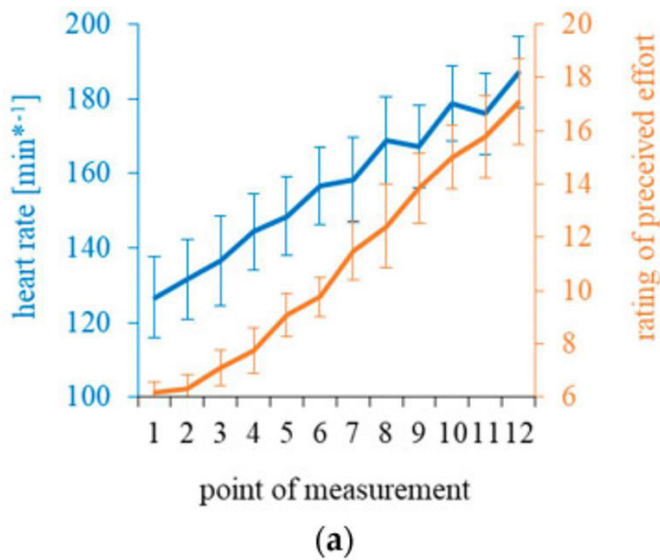
Az észlelt terhelés Borg-osztályzata egy általános RPE-skála, amelynek célja az ember pulzusához szorosan kapcsolódó érték megadása. A skála 3 és 10 között mozog. Természetesen használhatunk 0-20 skálát is. A 3-4 a könnyű terhelést jelenti, a 10 pedig a maximális erő kifejtést képviseli. Annak ismerete, hogy ez a skála korrelál az egyén pulzusával, segít megmagyarázni, hogy a skála miért kezdődik 3-4-nél.

Az (5/1. a/b ábra) kiválóan érzékelteti a becsült és a mért terhelés kapcsolatát. Az is megfigyelhető, hogy az alacsony terhelés érzékelése kevésbé, míg az egyre növekvő már egyre szorosabb együtt állást mutat. A szubjektív „érzelmi” változók értékelése [7] beleértve az önbevallás alapján adott információkat: [8] az észlelt erőfeszítés, [9] az általános közérzet szempontjából, alapvető fontosságú elemei a gyógyulás és a stressz monitorozásának [10]. Noha a szubjektív

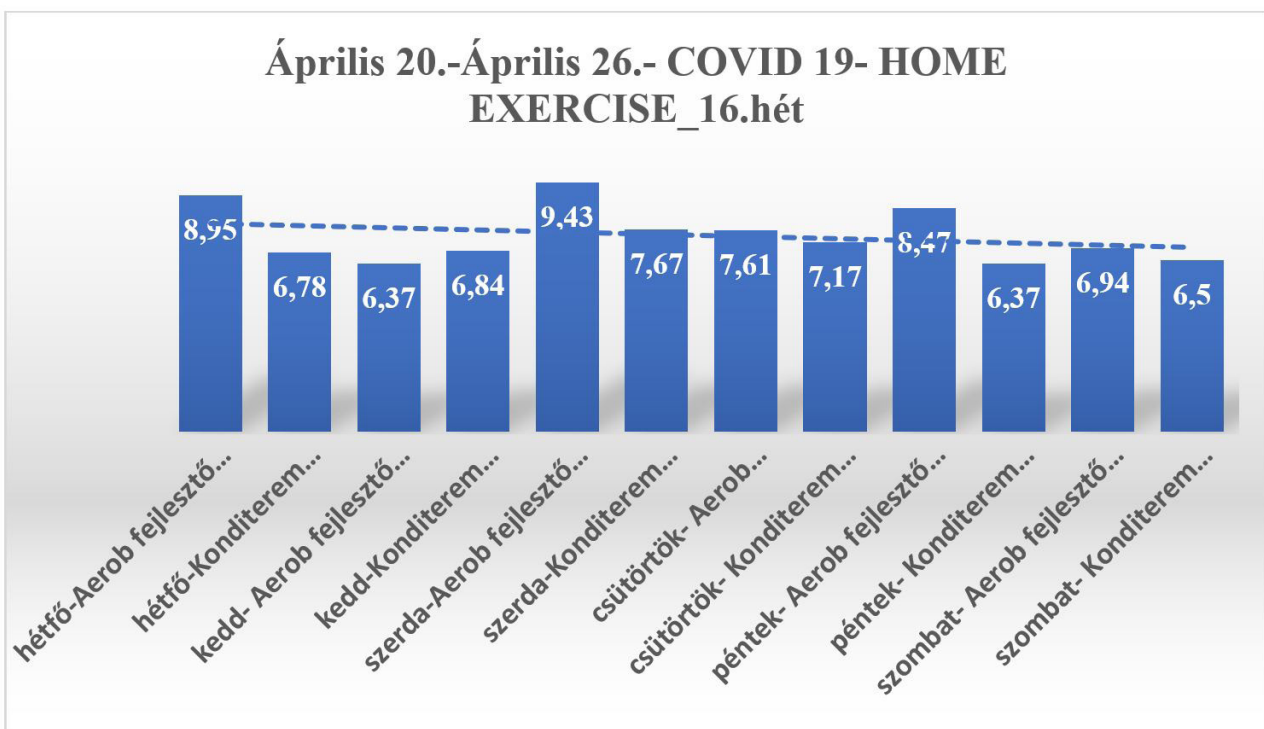


mutatók általában érzékenyebbek az akut és krónikus edzésterhelésre, mint az objektív mutatók, [11] az előbbiekkal könnyebben lehet manipulálni a kívánt eredmények elérése érdekében. Az alkalmazások programozhatók úgy, hogy érintőképernyős vagy hang vezérelt felhasználói felületeket használnak a különféle szubjektív változók kényelmes

monitorozására. Jelentős kihívást jelentett a COVID-19 első hulláma során végeztetett edzésprogram követése, vezetése. Ebben is sokat segített a szubjektív (belső terhelésről) kapott folyamatos jelentés a gyermekek részéről (5/2. ábra).



5/1. a/b. ábra Thiel C., Pfeifer K., Sudeck G. Pacing and perceived exertion in endurance performance in exercise therapy and health sports. Ger. J. Exerc. Sport Res. 2018;48:136–144. Az érzékelt és a mért terhelés kapcsolata.



5/2. ábra A COVID-19 első hulláma alatt végzett online edzésprogram RPE értékei

Az edzés- és mérkőzésterhelések folyamatos és tervezett követése, kiváló lehetőséget ad a tudatos szakmai munkának. Lehetővé teszi a terhelés mennyiségének – akár napi – módosítását egyénre szabását. A *külső terhelés* főbb mutatói többek között az edzésen/mérkőzésen megtett összes távolság, az egyes sebességzónákban megtett táv és a gyorsulások száma. A külső terhelési ingerek fiziológiás választ váltanak ki a játékos (sportoló) szervezetében: ezt nevezzük *belső terhelésnek*. Ugyanaz a külső terhelés teljesen más belső választ idézhet elő két különböző játékos esetében. Az eltérő szervezeti válaszreakciók a sportolók egyéni tulajdonságaiból adódnak. Ilyen egyéni jellemző: az életkor, a fizikai teljesítőképesség aktuális szintje, az edzésmúlt. *A belső terhelés váltja ki az edzéshatást (a szervezet alkalmazkodását).*

Ez a hatás lehet pozitív (pl. a fittségi szint növekedése), semleges (pl. a meglevő fittségi állapot szinten tartása), vagy negatív (pl. a fittségi szint csökkenése, betegség vagy sérülés). Az edzésen elvégzett munka értékelésének lényeges eleme, hogy az edzés által kiváltott hatást összevessük a játékosokat ért fizikai megterheléssel.

## 5.2. Felhasznált Irodalom

1. Hallal PC, Victora CG, Azevedo MR, Wells JCK. Adolescent Physical Activity and Health. *Sports Med.* 2006;*36*:1019–1030.
2. Ekkekakis P. Let them roam free? Physiological and psychological evidence for the potential of self-selected exercise intensity in public health. *Sports Med.* 2009;*39*:857–888.
3. Carl J, Sudeck G, Pfeifer K. Competencies for a Healthy Physically Active Lifestyle-Reflections on the Model of Physical Activity-Related Health Competence. *J. Phys. Act. Health.* 2020:1–10.
4. Robinson LE, Stodden DF, Barnett LM, Lopes VP, Logan SW, Rodrigues LP, D'Hondt E. Motor Competence and its Effect on Positive Developmental Trajectories of Health. *Sports Med.* 2015;*45*:1273–1284.
5. Thiel C, Pfeifer K, Sudeck G. Pacing and perceived exertion in endurance performance in exercise therapy and health sports. *Ger. J. Exerc. Sport Res.* 2018;*48*:136–144.
6. St Clair Gibson A, Lambert EV, Rauch LHG, Tucker R, Baden DA, Foster C, Noakes TD. The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. *Sports Med.* 2006;*36*:705–722.
7. Borg GA. „Az észlelt erőfeszítések pszichofizikai alapjai.” *Orvostudomány és tudomány a sportban és a testmozgásban*, 1982,*14*(5); 377-381.
8. Kiely J. Periodization Theory: Confronting an Inconvenient Truth. *Sports Med.* 2018. *48*. 753–764.
9. Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *Br. J. Sports Med.* 2016. *50*. 273–280.
10. Meister S, Faude. O, Ammann. T, Schnitker. R, Meyer. T. Indicators for high physical strain and overload in elite football players. *Scand. J. Med. Science Sports* 2013. *23*. 156–1633.
11. Impellizzeri FM, Marcora SM, Coutts AJ. Internal and External Training Load: 15 Years On. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019;*14*(2):270-273.
12. Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ, Sassi A, Marcora SM. Use of RPE-based training load in soccer. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;*36*(6):1042-7.
13. Coutts AJ, Reaburn, PRJ, Murphy AJ, Pine MJ. & Impellizzeri FM. Validity of the session-RPE method for determining training load in team sport athlete. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2003;*6*, 525.
14. Dawson B. Periodization of speed and endurance training. In: Training for Speed and Endurance, P. R. J. Reaburn and D. G. Jenkins (Eds.). Sydney: Allen & Unwin, 1996, pp. 76–96.
15. Leite N, Coelho E, Sampaio J. Assessing the Importance Given by Basketball Coaches to Training Contents. *J Hum Kinet* 2011;*30*:123–133.
16. Helsen W, Hodges N, Van Winckel J, Starkes J. The roles of talent, physical precocity and practice in the development of soccer expertise. *J Sport Sci* 2000;*18*:727–736.
17. Glamser F, Vincent J. The relative age effect among elite american youth soccer players. *J Sport Behav* 2004;*27*:31–38.
18. O'Sullivan J. Our Biggest Mistake: Talent Selection Instead of Talent Identification. Published in Coaching, Problems in Youth Sports. *Sports Parenting* 2013;

### **5.3. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések**

1. Értelmezze egyes játékhelyzetekre adott fiziológiai reakciók összetett fogalmát!
2. Mutassa be a szubjektív fáradtság érzet alapján gyűjtött adatok jelentőségét az edzéstervezésben!
3. Értelmezze a Borg-skála alapján értelmezett fáradtság fokozatait!
4. Mi a szakmai jelentősége az edzés- és mérkőzésterhelések folyamatos és tervezett követésének?

# VI. Fejezet

## Teljesítmény élettani háttere

### 6.1. A keringés élettana

#### *Jó vagy rossz teljesítmény?*

A maximális aerob kapacitás emberek közötti variabilitása jelentős. A nagy eltérések, elsősorban a genetika és a testmozgás előzményei alapján léteznek. Az elit állóképességű sportolók VO<sub>2</sub>max értéke kétszer- háromszor nagyobb, mint az inaktív embereké Michael J. Joyner and Edward F. Coyle (2008) írják az „*Endurance exercise performance: the physiology of champions*” című összefoglaló tanulmányukban: hogy az eddig legnagyobb, dokumentált VO<sub>2</sub>max: 97,5 ml × kg<sup>-1</sup> × perc<sup>-1</sup> egy elit kerékpárosnál mérték a vizsgálok [19]. A VO<sub>2</sub>max és a teljesítmény között szoros korreláció mutatható ki. Ezzel szemben a VO<sub>2</sub>max gyenge előrejelzése az eredményességnek, ha hasonló képességű sportolókat vizsgálunk. A VO<sub>2</sub>max természetesen fontos szerepet játszik a teljesítményben, de nem az egyedüli mérőszám egy sportoló teljesítményének megítélésében.

Az emberi teljesítmény – esetünkben elit és rekreációs tevékenységet végző személyekről beszélünk – mérésére több lehetőség is alkalmazható. Egyrészt verseny, vagy egyéb próbatétel okán végzett, akár hosszútávú futás, illetve hasonló távú állóképességi kerékpározás formájában. Másodszorban, átfogó élettani adatok állnak rendelkezésre, illetve, harmadszorban, lehetséges futópadok és ciklikus mozgás mérésére alkalmas ergométerek, laboratóriumi körülmények között. Azt is meg kell jegyeznünk, hogy ezen körülmények között végzett feladatok környezeti feltételei optimálisak, - vagyis nem járnak további kihívásokkal a fiziológiai szabályozás szempontjából – (nevezetesen a nagy magassággal és / vagy a magas környezeti hőmérsékletekkel kapcsolatos kihívások). Számos elfogadott koncepció [1-4] létezik, a kitartó testmozgás sebességével kapcsolatban.

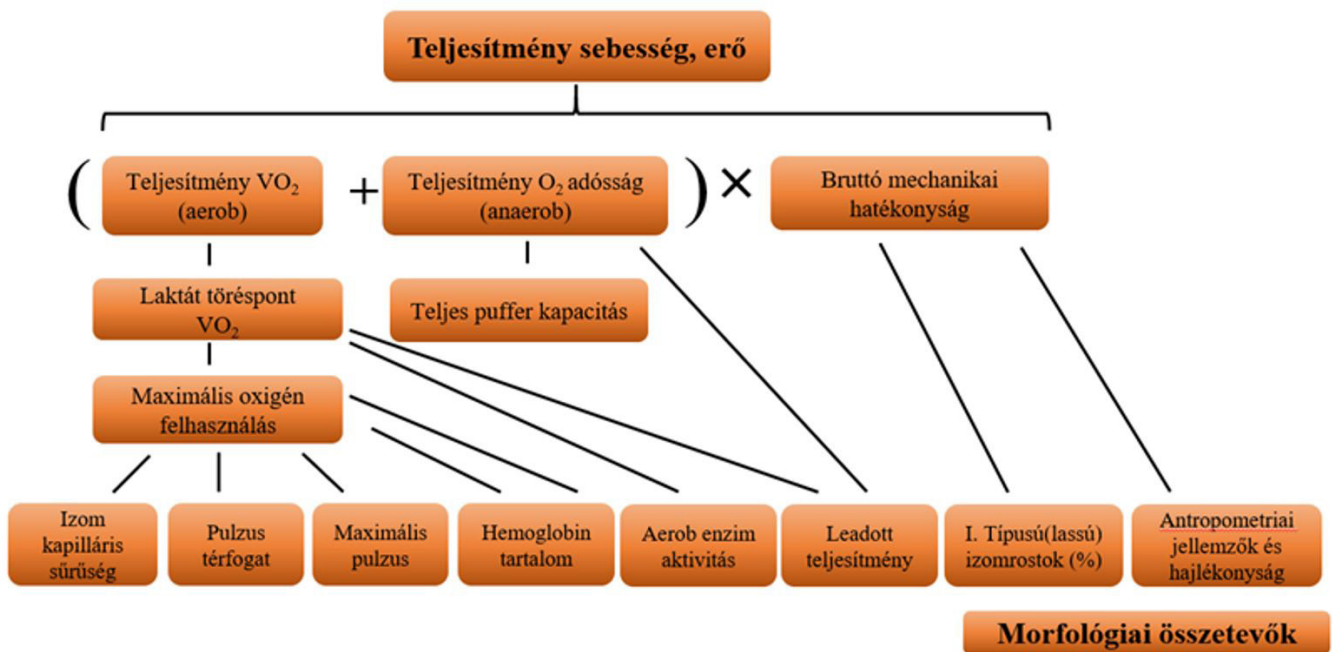
A (6/1. ábra) az állóképességet meghatározó kom-

ponenseket mutatja be. A fizikai aktivitás során két energiaszolgáltató (aerob, anaerob) rendszer optimális működése szükséges. Részesedésük aránya alapvetően attól függ, hogy az edzést milyen mennyiségi és minőségi komponensek jellemzik.

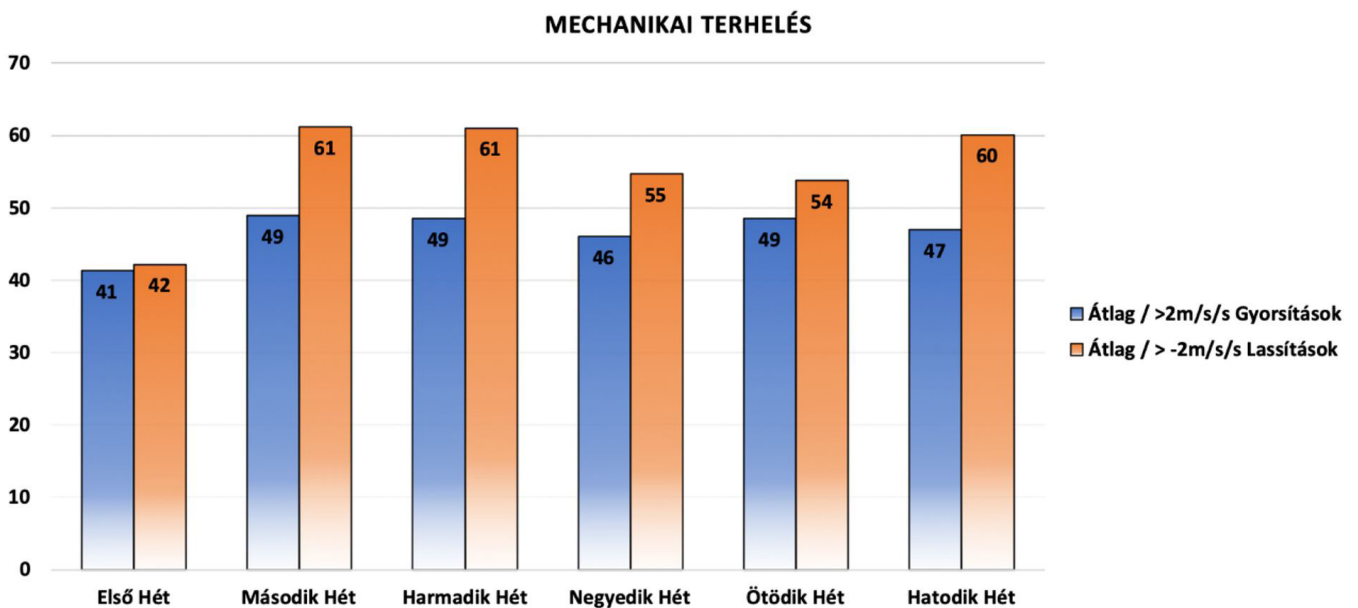
*Az edzés tervezett és szervezett fizikai terheléssel járó program, amely az emberi szervezetben krónikus adaptációt hoz létre a különböző szervekben.*

Az edzés minőségétől és az egyes terhelési szakaszok közötti intervallumoktól függően jöhet létre az edzés által kiváltott változás az egyes fizikai/kondicionális képességekben. Az *aerob állóképesség* javulása dinamikus, nagy izomcsoportokat igénybe vevő mozgástól várható (pl. futás megadott pulzusszámmal), amely nem csupán a szív-és vérkeringés, illetve a légzés alkalmazkodását váltja ki, de az anyagcserében részt vevő enzimrendszerek fejlesztése következtében az izomanyagcserére is hatással van. Az *anaerob állóképesség* rövid ideig tartó intenzív fizikai aktivitás. Ebben az esetben az izomban lévő glikogén lebontása biztosítja az energiát oxigén nélkül, ami tejsav felszaporodással jár együtt, s ennek felszaporodása, valamint az izomglikogén raktár kimerülése lehet a mozgás korlátozásának az egyik alapvető oka. A két fent említett jellemző részesedésének arányát jelentősen befolyásolja az un.: *mechanikai hatékonyság*. Vagyis az, hogy a feladatvégzés közben milyen sebességű és kiterjedésű mikromozgások, (>2 m×s<sup>-1</sup>) sebességű mozgásokra értjük (pl.: gyorsítások, lassítások, gyors irányváltoztatások) sorozatát kell elvégezni (6/2. ábra).

Az edzetlen személyekben a tejsav-koncentráció emelkedése a VO<sub>2</sub>max 60% -ánál figyelhető meg. Az edzett személyek általában a VO<sub>2</sub>max 75–85% -ánál végezhetnek munkát, mielőtt a vér laktát-koncentrációja jelentősen megnő. Régóta folyik annak vizsgálata, hogy mi okozza a vér laktátszintjének



**6/1. ábra** Az állóképességet meghatározó élettani tényezők Forrás: Michael J. Joyner and Edward F. Coyle Endurance exercise performance: The Physiology of Champions. Topical Review J Physiol 586.1 (2008) pp 35–44.



**6/2. ábra** U15 -ös labdarugó fiúk mechanikai terhelése, hathetes edzésperiódus alatt.

emelkedését, valamint azt, hogy a laktát (és / vagy hidrogénion) hogyan és hogyan nem, járul hozzá a fáradtsághoz. Ennek a felülvizsgálatnak a fontos összefoglaló pontjai a következők: [1] a vér laktát kezdeti megjelenése nem egyezik meg a vázizom hypoxiájával, és [2] a laktát-molekula önmagában nem okoz „izomfáradtságot” [3-5]. Fontos szerepet játszik a vér teljes test hemoglobintartalma, a magas izom véráramlás és az izom oxigén felvevő képessége. Elengedhetetlen a tüdő (légzés), ventiláció (jó minőségű szellőztetés) [6-8]. Az 1930-as években nagyon magas VO<sub>2</sub>max értékeket figyeltek meg elit sportolóknál (70 és 85 ml kg<sup>-1</sup> ×perc<sup>-1</sup>); [9] A nők értékei átlagosan kb. 10% -kal alacsonyabbak, oka: a kisebb hemoglobinkoncentráció és a relatíve nagyobb testzsírtartalom. A VO<sub>2</sub> maximális értéke 50–100% -kal nagyobb lehet az állóképességi sportolóknál, mint az aktív egészséges fiatal személyekben. A legszembetűnőbb adaptációs jegyek, amelyek hozzájárulnak ehhez a magas VO<sub>2</sub>max értékhez, a megnövekedett pulzustérfogás, a hajszálér- és mitokondriális sűrűség az edzett izmokban [10]. Az is világossá vált, hogy a 10 vagy 15 percet meghaladó események esetén a verseny nagy részét vagy egészét olyan átlagos ütemben hajtották végre, amely nem váltott ki maximális aerob kapacitást: (pl. a 42 km-es maraton nagy részén kb. 75–85% VO<sub>2</sub>-nél futották, míg 10-5 km-t 90–100% hajtották végre. Ezen algoritmus alapján a közelmúltban kimutatták, hogy a maximális aerob metabolizmus akutan csökkenhet egy 5–8 perces laboratóriumi teljesítménymérés során. Ezt a csökkenést a vér- és oxigénellátás csökkenése, valamint az anaerob anyagcsere fokozódása okozza, illetve felgyorsítja a lokális, izomfáradást [11, 12]. Ez nem érvényteleníti a VO<sub>2</sub>max fogalmát, inkább azt jelzi, hogy az aerob ATP-szintézis maximális sebessége egy verseny alatt dinamikus, és az energiaforgalom pontos modelljeinek vizsgálata szükséges. Vagyis fókuszálni kell egy adott területen átáramló anyag vagy energia mennyiségének dinamikájára (például az ATP teljes forgalma az aerob és anaerob komponensek arányára, valamint energiatároló rendszerekre).

## 6.2. Laboratóriumi vizsgálatok leírása, azok jelentősége

Amikor a testmozgásra adott fiziológiai jellemzőket laboratóriumi körülmények között vizsgáljuk, akkor a résztvevők erőfeszítéseit követjük és a szervek, szervrendszerek válaszait rögzítjük, standardizált protokollok alkalmazásával. A terhelés intenzitását, illetve a pihenő szakaszok váltakozását ergométer(ek) segítségével tudjuk elvégezni. Az ergométer (ergo=munka; méter=mérés) tehát a munka intenzitásának szabályozására hivatott eszköz. Erre a célra leggyakrabban a futószalag-és a kerékpár ergométert szokták alkalmazni.

## 6.3. Futószalag ergométer

A futószalag használata mellett számos érv sorakoztatható föl u.m.: a sebesség, illetve ezzel egyidőben a dőlésszög szabályozhatósága, ami lehetőséget ad az egyenes irányú haladás minden fokozatának (járás, lassú-és gyors futás).

## 6.4. Kerékpár ergométer

Az eszköz „általános” laboratóriumi használata mellett célzottan lehetőséget ad olyan sportágak versenyzőinek, akik ugyanezen mozgást végzik (országúti, hegyi és egyéb kerékpáros tevékenység) de szabadtéri körülmények között. Természetesen kiváló lehetőség nyílik laboratóriumi körülmények között is szimulálni a szabadtéri körülményeket (pl.: az ellenállás, illetve a pedál fordulatának jelentős növelésével).

## 6.5. A terhelés során használt protokollokról általában

- Minden vizsgálatnak konkrét célja van, így az meghatározza a használt protokoll tartalmát, „szerkezetét”. Ebből a megfontolásból lehet valamilyen rendellenesség (betegség) feltárására irányuló (diagnosztikus), ami nem éri el a maximális teljesítményt, mivel a feltételezett probléma általában már megjelenik alacsony intenzitásnál is. A terhelés időbeli elosztására a hosszabban tartó alacsony intenzitás a jellemző (ahol inkább a dőlésszög emelése a meghatározóbb, mint a haladás sebessége).
- A következő protokollcsoport az aktuális

fittségi teljesítmény meghatározására irányul, ami döntően a teljes elfáradásig tart (ezzel magába foglalja az összes intenzitás zónát). Ez lehetőséget biztosít egyebek mellett az intenzitás zónák meghatározására, azok mennyiségi és minőségi bemutatására, illetve részinformációt nyújthat a túledzettség elkerülésére. Ebben az esetben a haladás sebessége is jelentős a dőlésszög változtatása mellett.

- A harmadik csoportban a fent említett szerkezeti egységek időbeli határozottabb alkalmazása a jellemző. Nevezetesen az ún. többlépcsős vizsgálat: a terhelési fokozatok (1-5 perc) tartanak, közöttük viszonylag rövid pihenő idő (0.5-1.5 perc). A vizsgált (általában sportoló) így jut el a maximális teljesítményig. A terhelési fokozatok között vérvétel történik, (inkább ujjbegyből) amiből viszonylag pontosan meghatározható a vértejsav. Számos előnye mellett hátránya az, hogy a vizsgált személy a maximális oxigénfelvevő képességének 95-98%-t éri el, invazív módszer, a vizsgálat időtartama hosszú (20-30 perc).

## 6.6. A légző- és keringési rendszer és a metabolikus jellemzők vizsgálata

A futószalaghoz és/vagy kerékpárhoz kapcsolt gázanalizátorral mérjük a belélegzett levegő mennyiségét, illetve ebből származtatjuk a keringési, légzési és a metabolikus rendszer jellemzőit. Az arcra rögzített maszk és az ahhoz rögzített szájcsontra szenzorokkal felszerelve kapcsolódik a gázanalizátorhoz. A tőrből beszívott levegő szétválasztásra kerül, amelynek célja, hogy az oxigén (O<sub>2</sub>) felvétel és a szén-dioxid (CO<sub>2</sub>) leadás mérhető legyen. Pontosabban a légző- és keringési rendszer teljesítményét állítjuk párhuzamba az oxigénfelvétellel (VO<sub>2</sub>). Laboratóriumunkban a komputer a „Haldane” transzformációt és a „Fick”-egyenletet használja a számításhoz. Ezzel egy időben 12 elvezetéses EKG-val követjük a szív tevékenységét a terhelés különböző szakaszaiban. A vizsgálat előtt szükséges a terhelést kizáró tényezők (nyugalmi EKG és vérnyomás, gyógyszerhasználat, általános anamnézis felvétel stb.) vizsgálata. A terhelés so-

rán követni tudjuk a pulzusszámot (HR), az oxigénpulzust (O<sub>2</sub>P), a légzési perctérfogatot (Vt), a légzésszámot (Bf), az abszolút (VO<sub>2</sub>) és a relatív oxigénfelvétel (rVO<sub>2</sub>) terhelésintenzitás-függő változását. Vizsgáljuk továbbá a metabolikus háttérteret RER=(VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>), amit a két gázfrakció hányadosaként számolunk. Ehhez tudjuk illeszteni a szérum laktát (L) értékeket, amelyet nyugalomban, a terhelés után 1.5 perccel – illetve a terhelés-változás egyes szakaszaiban – mérünk ujjbegyből nyert egy csepp vérből. Számolni tudjuk, továbbá az oxigénkihasználás gazdaságosságát (VE/VO<sub>2</sub>) a percnként megforgatott levegő és a felhasznált oxigén hányadosával.

A következő fejezetben tehát bemutatom a fent felsorolt jellemzők változásait a terhelés különböző szakaszaiban.

### 6.6.1. Pulzusszám (ütés×min<sup>-1</sup>)

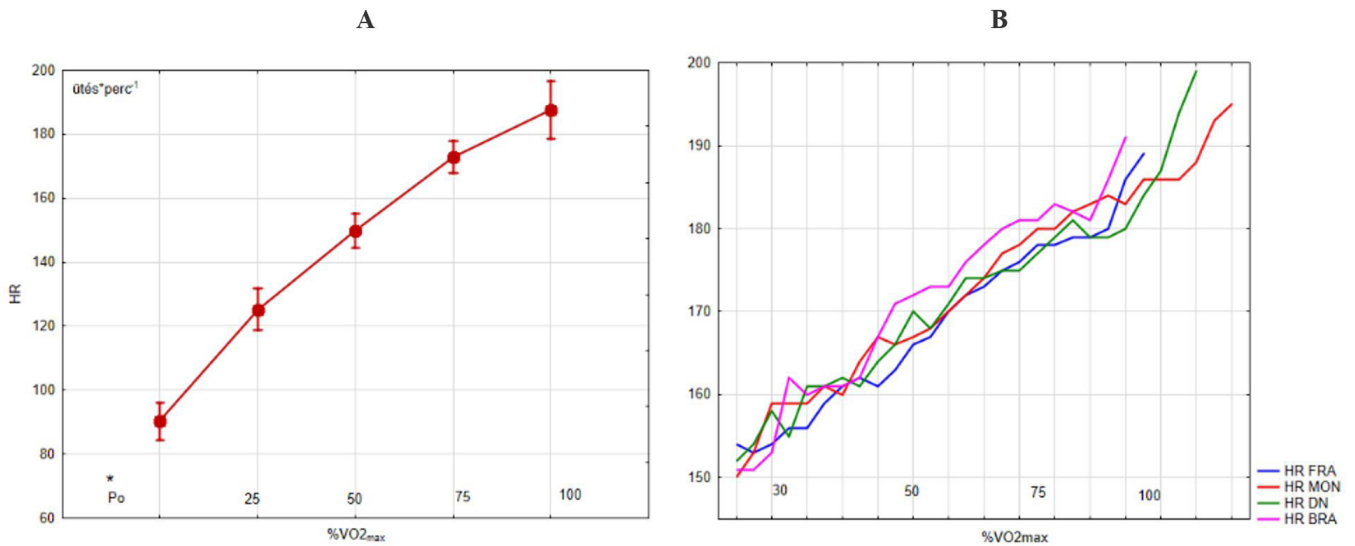
A pulzusszám a „legegyszerűbben” követhető, egyben pedig a leginformatívabb jellemzője a fiziológiás változásoknak. A terhelés szempontjából két fontos fajtáját különböztetjük meg: az egyik a nyugalmi pulzus (PO), a másik pedig a maximum pulzus (MP). Az átlagos nyugalmi pulzus, egészséges felnőtt esetében 60-80 ütés×perc<sup>-1</sup>, jól edzett állóképességi sportolók esetében ez 35-45 ütés×perc<sup>-1</sup> is lehet. A nyugalmi pulzusszám változását számos tényező befolyásolja: a vegetatív idegrendszer szimpatikus túlsúlya (anticipációs válasz), extrém magas hőmérséklet és páratartalom stb. [13].

A terhelés megkezdése után a pulzusszám folyamatosan nő, egészen a maximum pulzus eléréséig. A maximális oxigénfelvétel százalékában (x tengely) kifejezett pontokhoz rendelhető pulzusszám átlagok közötti különbségek minden esetben szignifikánsan különböznek egymástól. Ami az egyes pontokat összekötő egyenesek meredekségét illeti a (75-100%) között a legkisebb. Tehát ebben a szakaszban már lassabban nő a pulzusszám (6/3. a/b ábrák).

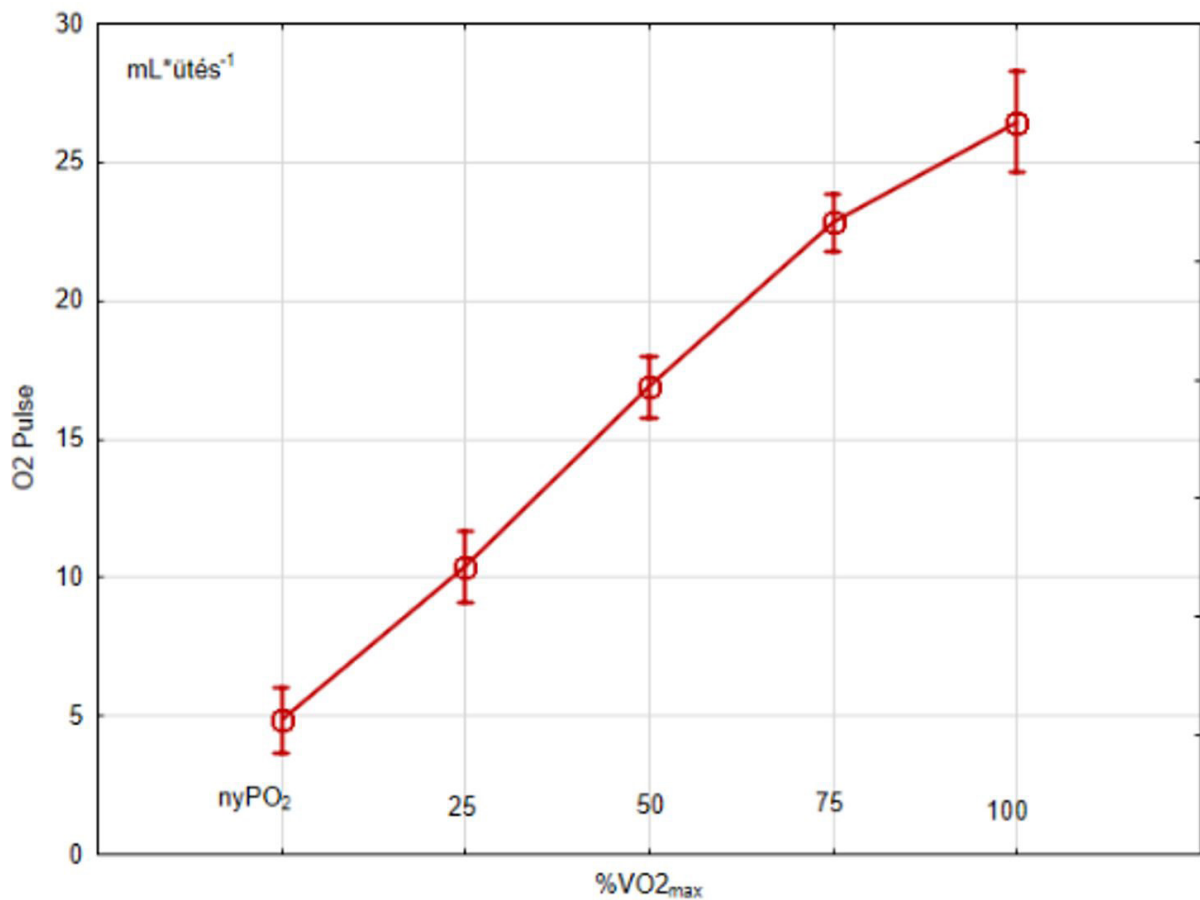
### 6.6.2. Oxigénpulzus (ml×ütés<sup>-1</sup>)

Az oxigénpulzus a pulzustérfogaton keresztül a szív munkáját jellemzi. Ha a percnkénti oxigén-





**6/3. a/b. ábrák** A Pulzusszám (HR) növekedése az oxigénfelvétel százalékában (%VO<sub>2</sub>) folyamatosan növekvő terhelés hatására A Po jelenti a terhelés előtt mért legkisebb pulzusszámot. B. Négy világklasszis kézilabdázó nő, azonos mértékű terhelésre adott pulzusszám válasza. Abban különbözik az A diagramtól, hogy a terhelés utolsó szakaszában (90-100%) meredek pulzusszám növekedés figyelhető meg. (az A átlagolt, a B 20 sec. bontásban)



**6/4. ábra** Az oxigénpulzus (O<sub>2</sub>P) növekedése az oxigénfelvétel százalékában (%VO<sub>2</sub>) folyamatosan növekvő terhelés hatására

felvételt elosztjuk a pulzusszámmal, a pulzustér-fogatban lévő oxigén mennyiségét kapjuk meg ml-ben.

Folyamatosan növekvő terhelés hatására a pulzustér-fogat még az edzetlen vizsgáltnál is mindaddig párhuzamosan nő a leadott munkával, amíg az oxigénigény el nem éri a  $VO_{2max}$  kb. 50%-át. Az edzetteknel ez a töréspont a  $VO_{2max}$  75-80%-a között alakul ki (6/4. ábra).

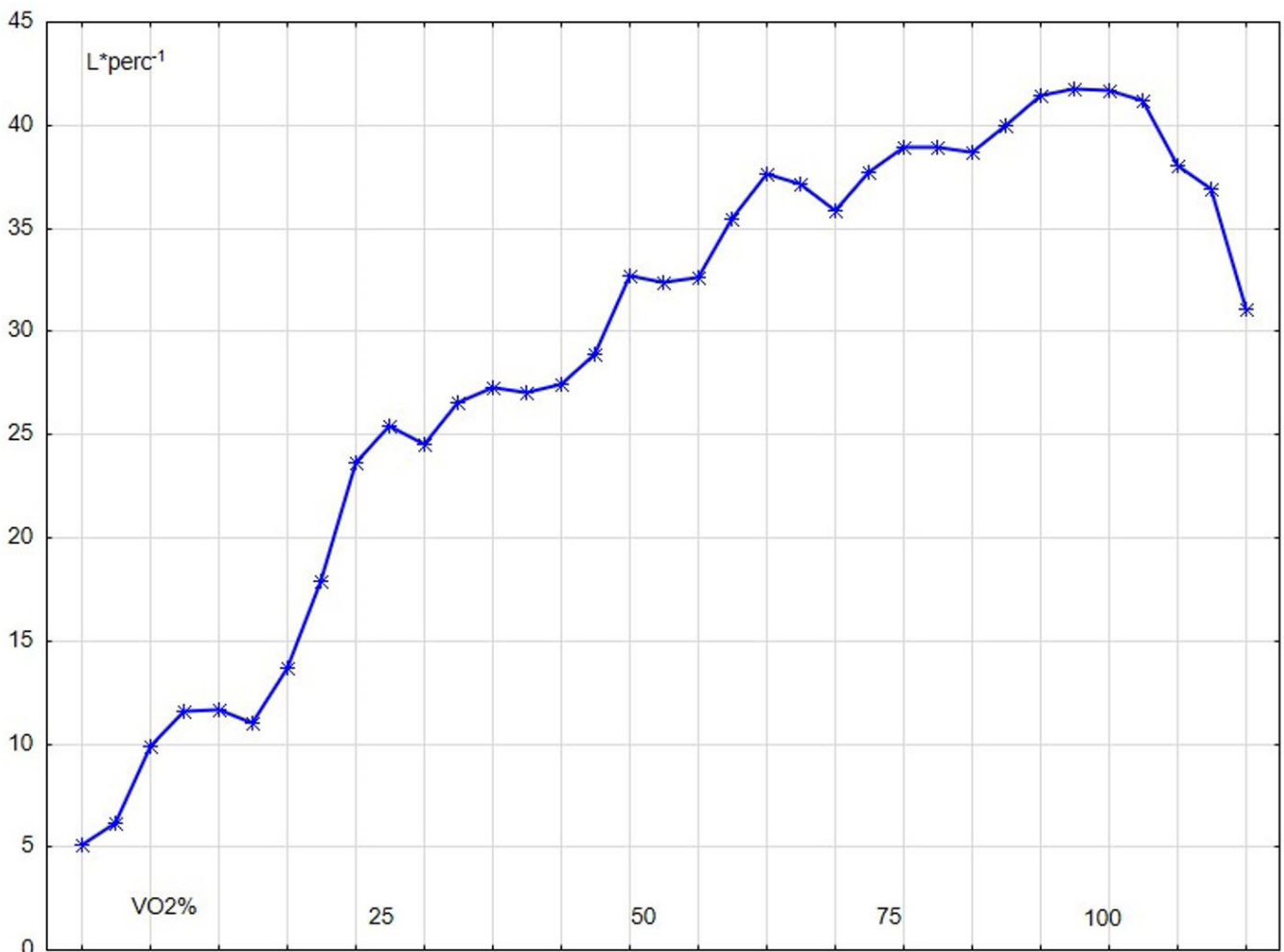
### 6.6.3. Perctér-fogat ( $l \times min^{-1}$ )

A perctér-fogat a keringési rendszer funkcionális kapacitását jellemzi. A szív perctér-fogata nyugalomban egy egészséges, férfiban  $4.5-5.5$  liter  $\times min^{-1}$  közötti, amely intenzív fizikai munkában, az edzettségi állapottól függően, rövid időre akár 5-8 szorosára is növekedhet.

A terhelés megkezdése után (ülésből járás, gyors járás) 3-4 perc elteltével a perctér-fogat közel az ötszörösére nőtt (25.13 L). Az aerob kapacitás 50-75 %-án a nyugalmi hétszeresére, míg a  $VO_2$  maximumáig enyhébb növekedés figyelhető meg. Az edzett szív (a bal kamra) 33-40 l vér továbbítására is képes percenként. Edzetlen, egészséges felnőtt esetében ez az érték az edzettének 50-60 %-a (6/5. ábra).

### 6.6.4. A ventiláció (VE), légzési térfogat (Vt) és a (BF) légzési frekvencia átlagainak változásai a terhelés különböző szakaszaiban (ventilációs töréspont megállapítása)

A légzőrendszer teljesítményének terhelésre adott mintázata, komponensenként és egyénenként különböző. Edzettek esetében a légzés mélysége (VText) már a terhelés elején („steady state” sza-



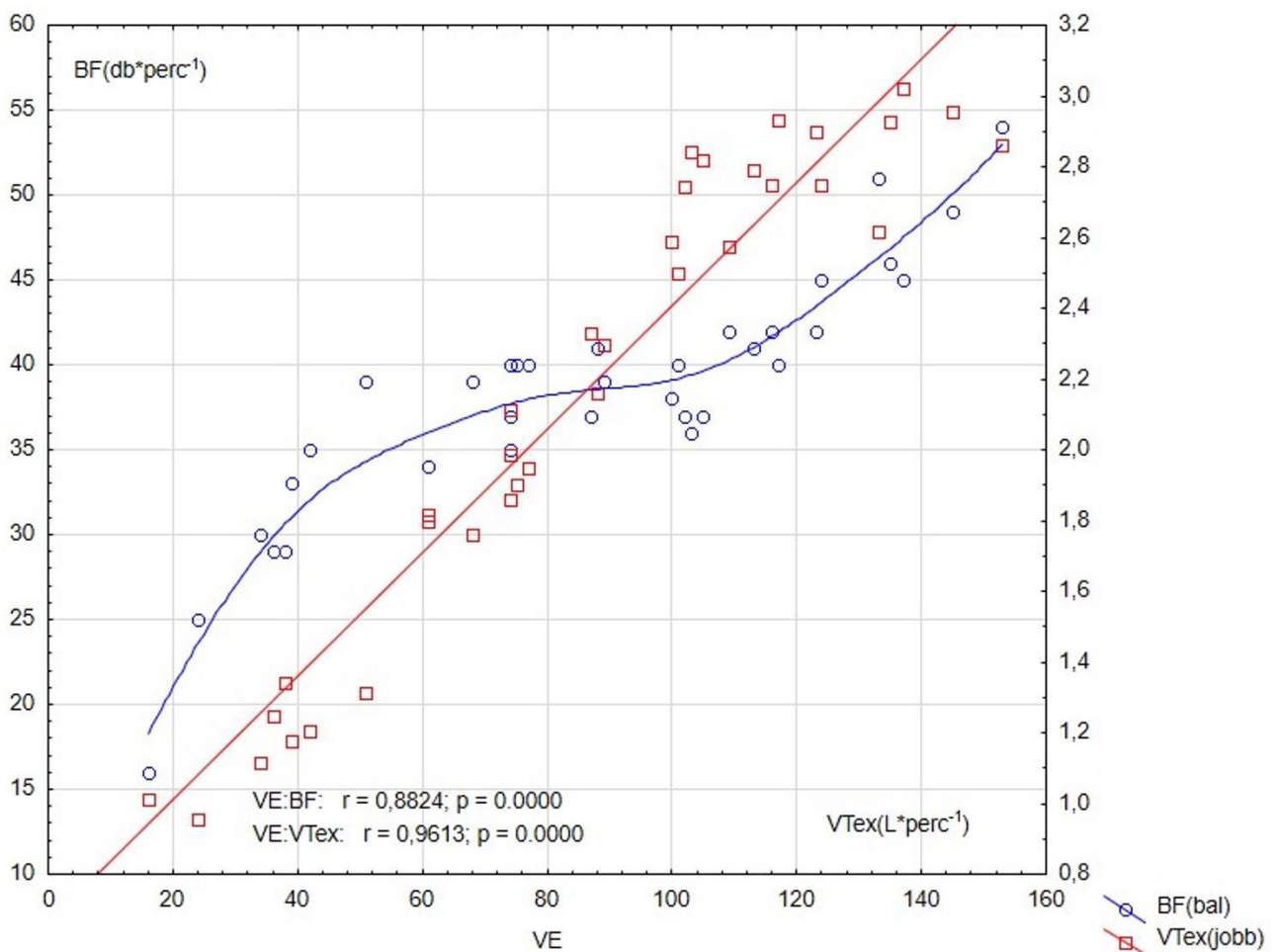
6/5. ábra: A perctér-fogat (Q) növekedése az oxigénfelvétel százalékában (% $VO_2$ ) folyamatosan növekvő terhelés hatására

kaszban) meredeken nő, míg a légzésszáma (BF) a terhelés 85-90%-a környékén nő meg jelentősen A szubmaximális terhelési tartományban (60-140 L) között a metabolikus széndioxid légzésfokozó hatására a VTex mennyisége csökken, a légzésszám fokozódás azonban kompenzálja a hiányt, így a VE még emelkedni tud, kiszolgálva a terhelés igényét. A ventilációs töréspont a terhelés szubmaximális szakaszának utolsó harmadában jelentkezik. Az általunk bemutatott (6/6. ábra) mintázata azonban ettől némiképp eltér. A vizsgált személy egy 18 éves magyar bajnok kosárlabdázó férfi. A terhelés feléig a légzésszám dominált, majd a légzés mélysége vált egyértelműen dominánssá, a terhelés befejezéséig. Fontos tehát egyénenként, kis időbontásban vizsgálni az ilyen eredményeket.

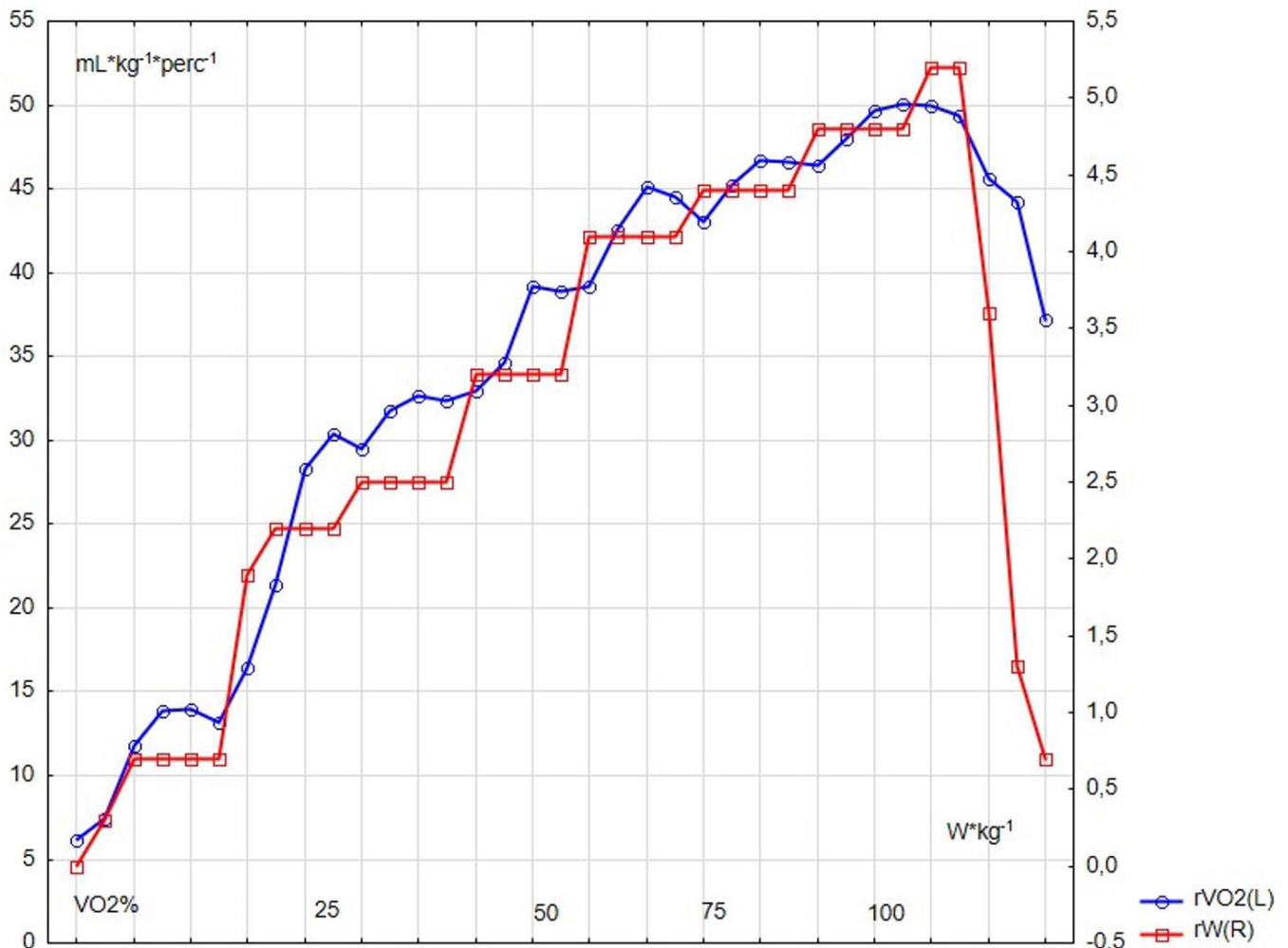
### 6.6.5. Relatív (testtömegre vonatkoztatott) maximális oxigénfelvétel ( $RVO_{2,max}$ ) ( $ml \times kg^{-1} \times min^{-1}$ )

A terhelés maximumán becsült abszolút ( $l \times min^{-1}$ ) vagy relatív aerob kapacitás ( $ml \times kg^{-1} \times min^{-1}$ ) viszonylag ismert és könnyen értelmezhető humánbiológiai jellemző. Általában igaz az a megállapítás, hogy jó, vagy a kiemelkedő fizikai teljesítményhez átlagon felüli oxigénfelvétel társul, de az már közel sem biztos, hogy kiváló oxigénfelvétel esetén a fizikai teljesítmény is kiemelkedő vagy éppen csak jó [14].

A (6/7. ábra) esetében a jó aerob kapacitáshoz ( $rVO_2$ ), megfelelő teljesítmény ( $rW$ ) társul. A terhelés teljes szakaszában az aerob kapacitás megelőzi a relatív teljesítményt, kivétel a terhelés utolsó szakaszában. Igaz az is, hogy a távolság az aerob kapacitás és a relatív teljesítmény között a terhelés növekedésével folyamatosan csökken.



6/6. ábra A ventiláció (VE) a vízszintes tengelyen (x) és azok komponenseinek (Vt) jobb oldali (y) tengelyen; (BF) a bal oldali (y) tengelyen kapcsolata a terhelés különböző szakaszaiban.



6/7. ábra A testtömegre vonatkoztatott aerob kapacitás (RVO<sub>2</sub>) kék színű vonal és a testtömegre vonatkoztatott teljesítmény (rW) piros színű vonal változása a terhelés különböző szakaszaiban

### 6.6.6. A RER (légzési együttható)

A légzési együttható egy mérőszám a szervezet energiaforgalmára jellemző, amely a belső légzés során a szövetekben termelt szén-dioxid és a felhasznált oxigén arányát mutatja  $RER = (VCO_2 / VO_2)$ . Mérése a be- és kilélegzett levegő oxigén, illetve szén-dioxid tartalmának meghatározásán alapul [15].

A terhelés különböző szakaszaiban mért oxigén (VO<sub>2</sub>) bal oldali függőleges tengely), széndioxid (VCO<sub>2</sub>) bal oldali függőleges tengely), és a légzési együttható (RER) jobb oldali függőleges tengely) átlagainak különbségei élvonalbeli kézilabdázó nőben, „vita maxima” protokoll alkalmazásával.

A RER csökkenése arra utal, hogy az energiát a szervezet zsírokból (RER=0.71) nyeri. Növekedé-

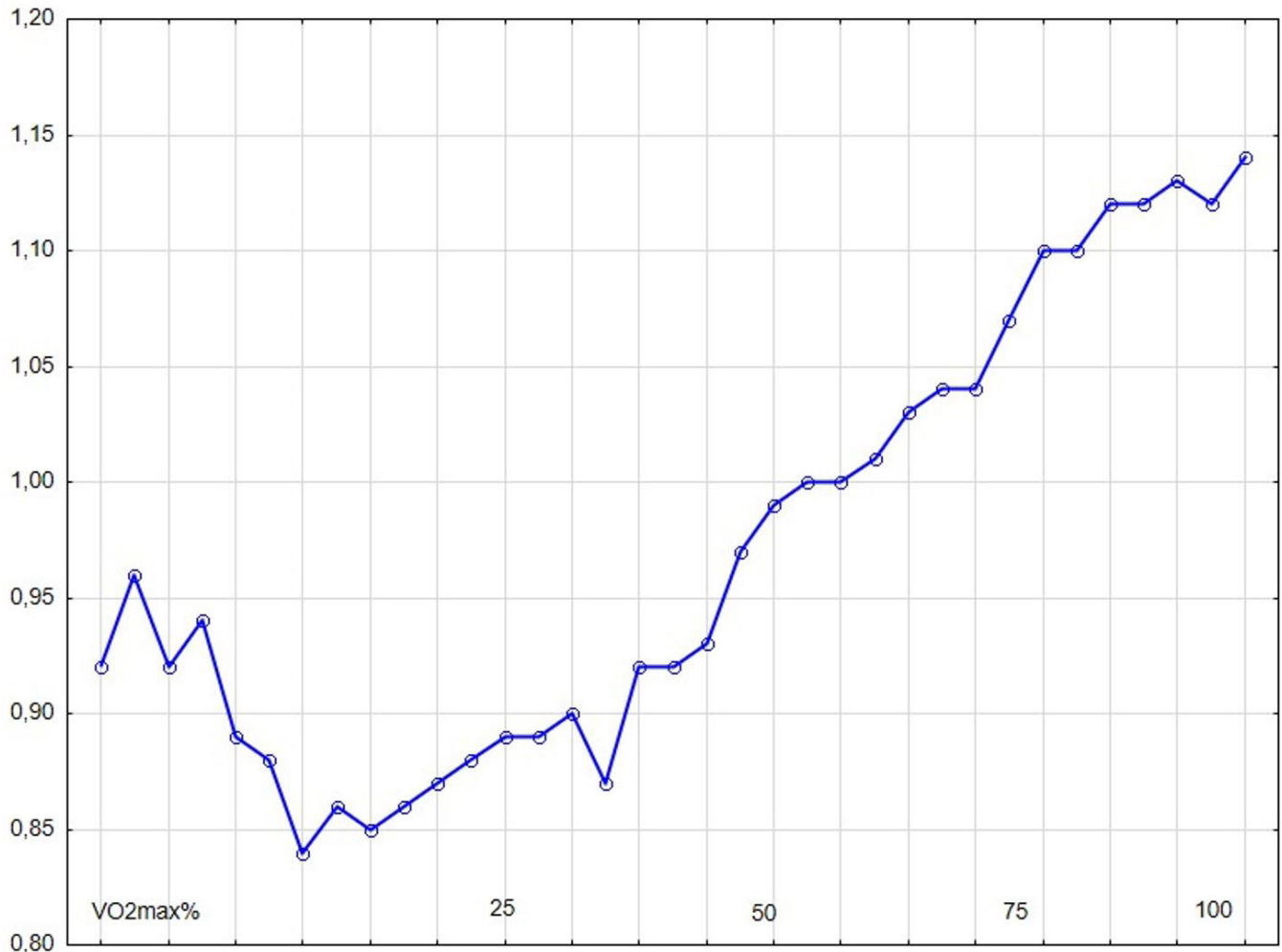
se arra utal, hogy az energiát szénhidrátból nyerjük, ekkor az RER~1. A terhelés megkezdése utáni 2-3. percben az RER csökken, majd fokozatosan nő, végül meredeken emelkedik. A terhelés befejezését követően, a megnyugvás első szakaszában a RER, a felhalmozott oxigén adósság eredményeként tovább nő (6/8. ábra).

### Összefoglalás

A terhelésélettani vizsgálatok alapvető célja az aktuális teljesítőképesség mérése. Célja továbbá az alkalmazkodási folyamatok (a légző és keringési rendszer, a metabolikus háttér) meghatározása és illesztése a sportági sajátosságokhoz, a minél sikeresebb adaptáció érdekében. Szeretnénk hangsúlyozni, hogy mindezen információk keveset érnek azok számára, akik hiányos élettani ismeretekkel rendelkeznek. Ennek feloldására két lehetőség

adódik: egyrészt a gyakorlati szakemberek megtanulják az alapismereteket és ezek segítségével már könnyebben el tudnak igazodni, vagy pedig igénybe veszik a fiziológus segítségét, mint ismer-

retközvetítő személyt. Ezek nélkül a laboratóriumi vizsgálatok nehezen állíthatók a gyakorlati alkalmazás szolgálatába [16-20].



**6/8. ábra:** A metabolikus együttható  $RER=(VCO_2/VO_2)$  változása a terhelés különböző szakaszaiban

## 6.7. Felhasznált Irodalom

1. Bassett DR Jr, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(1):70-84.
2. Coyle EF. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exerc Sport Sci Rev.* 1995;23:25-63.
3. Holloszy JO, Rennie MJ, Hickson RC, Conlee RK, Hagberg JM. Physiological consequences of the biochemical adaptations to endurance exercise. *Ann NY Acad Sci.* 1977;301:441-450.
4. Holloszy JO, Coyle EF. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1984 Apr;56(4):831-8.
5. Robergs RA, Ghiasvand F, Parker D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2004;287:R502-R516.
6. Mitchell JH, Sproule BJ & Chapman CB. The physiological meaning of the maximal oxygen intake test. *J Clin Invest.* 1958;37(4):538-47.
7. Kanstrup IL, Ekblom B. Blood volume and hemoglobin concentration as determinants of maximal aerobic power. *Med Sci Sports Exerc.* 1984;16(3):256-62.
8. Saltin B & Strange S. Maximal oxygen uptake: 'old' and 'new' arguments for a cardiovascular limitation. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:30-37.
9. Robinson S, Edwards HT, Dill DB. New records in human power. *Science.* 1937;85(2208):409-10.
10. Costill D, Fink WJ & Pollock ML. Muscle fiber composition and enzyme activities of elite distance runners. *Med Sci Sports* 1976;8: 96-100.
11. Gonzalez-Alonso J & Calbet JA. Reductions in systemic and skeletal muscle blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans. *Circulation* 2003;107; 824-30.
12. Mortensen SP, Dawson EA, Yoshiga CC, Dalsgaard MK, Damsgaard R, Secher NH & Gonzalez-Alonso J. Limitations to systemic and locomotor limb muscle oxygen delivery and uptake during maximal exercise in humans. *J Physiol* 2005;566;273-285.
13. Børsheim E, Bahr R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports Med.* 2003;33(14):1037-60.
14. Bahr R, Sejersted OM. Effect of intensity of exercise on excess postexercise O<sub>2</sub> consumption. *Metabolism.* 1991;40(8):836-41.
15. Burnley M, Doust JH, Jones AM. Effects of prior heavy exercise, prior sprint exercise and passive warming on oxygen uptake kinetics during heavy exercise in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2002;87(4-5):424-32.
16. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* (1985). 1986;60(6):2020-7.
17. Burnley M, Doust JH, Jones AM. Time required for the restoration of normal heavy exercise VO<sub>2</sub> kinetics following prior heavy exercise. *J Appl Physiol* (1985). 2006;101(5):1320-7.
18. Carter H, Pringle JS, Jones AM, Doust JH. Oxygen uptake kinetics during treadmill running across exercise intensity domains. *Eur J Appl Physiol.* 2002;86(4):347-54.
19. Ogawa T, Spina RJ, Martin WH 3rd, Kohrt WM, Schechtman KB, Holloszy JO, Ehsani AA. Effects of aging, sex, and physical training on cardiovascular responses to exercise. *Circulation.* 1992;86(2):494-503.
20. Vollaard NB, Constantin-Teodosiu D, Fredriksson K, Rooyackers O, Jansson E, Greenhaff PL, Timmons JA, Sundberg CJ. Systematic analysis of adaptations in aerobic capacity and submaximal energy metabolism provides a unique

insight into determinants of human aerobic performance. *J Appl Physiol* (1985). 2009;106(5):1479-

### **6.8. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések**

1. Definiálja az edzés fogalmát!
2. Tisztázza az aerob és az anaerob állóképesség fogalmát!
3. Mutassa be a terhelés egyik könnyen követhető indikátorát a pulzust (HR)!
4. Értelmezze a légzési együttható (RER) fogalmát, tartalmának jelentőségét a terhelés tervezése során!
5. Elemezze a következő megállapítást! A VO<sub>2</sub>max természetesen fontos szerepet játszik a teljesítményben, de nem az egyedüli mérőszám egy sportoló teljesítményének megítélésében.

## VII. Fejezet

### Antropometriai és testösszetéti jellemzők értelmezése, alkalmazása a terheléstervezés során

Amikor az olvasó ezt a fejezetet olvassa, joggal teheti föl a kérdést: „Hogyan került a csizma az asztalra?” A válasz végül is nagyon egyszerű. Speciális sportképességek fejlesztése elképzelhetetlen alkati tulajdonságok ismerete nélkül. Ezzel a megállapítással azonban azt is egyértelművé tettük, hogy az előbb említett tulajdonságjegyek alapján kiválogatott emberekről beszélünk. Amennyiben ez igaz – talán részben igaz – akkor sem biztos, hogy egyértelműen a sportághoz „passzított” alkattal, testösszetéti jellemzőkkel rendelkező személyekkel találkozunk.

*Mészáros János [1] írta:* „Az ember csodálatos konstrukció, teljesítőképesége rendkívül nagy, de minden olyan területen, ahol döntő a megbízhatóság, rendkívül „tökéletlen”.

A testmagasság az ember egyik legszembetűnőbb metrikus jellege, amely nemcsak felnőttkorban, hanem a növekedés és a fejlődés éve alatt is nagyon informatív lehet. A termet és a testtömeg változása a szakembereknek is és a szülőknek is fontos információ a gyermek, - később a felnőtt korban is – szomatikus fejlődésének megítélés szempontjából.

Az emberi testen mérhető legtöbb hosszúsági, szélességi vagy mélységi méret csontméretként értelmezendő. E méreteket azonban kisebb-nagyobb mértékben torzítja a mérőpontok felett elhelyezkedő bőrredők vastagsága. A bőrredők méretek tartalmazzák a bőrt, a bőr alatti zsírszövetet, a kötőszövetet, az ereket, idegeket és a kis mennyiségű extracelluláris folyadékot. Az emelt kettős redőből átlagosan 1,8 mm a bőr, de ez testtájanként és életkoronként jelentősen különböző is lehet.

A Heath-Carter-féle szomatotípus [2] az emberi alak és konstitúció egy lehetséges, mennyiségi le-

írása három komponens kombinációjával. A szomatotípus nem változatlan vagy eleve determinált jelleg, hanem a környezet hatásaitól is függő és az életkorral is módosuló jellemző. Az antropometriai szomatotípus szinonimája lehet a fenotípusos morfológiai alkat,

- (relatív kövérség, endomorfia)
- (relatív robuszticitás, mezomorfia)
- (relatív nyúlánkság, ektomorfia).

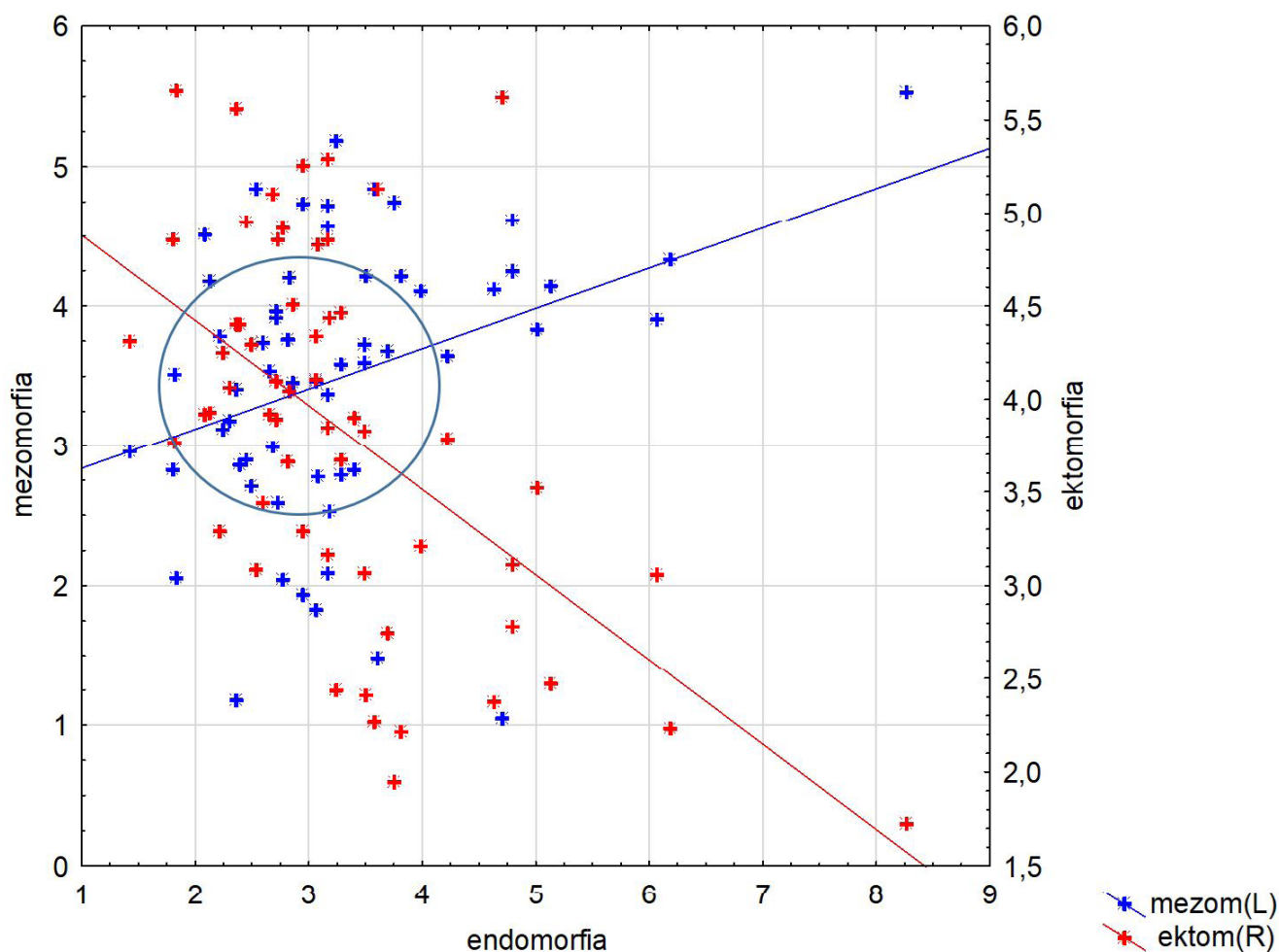
A szomatotípus komponensek egymáshoz viszonyított értékei közötti különbözőségek, illetve tartalmi azonosságok alapján 13 humánbiológiailag értelmezhető kategóriát javasol. Ezek részletezése ebben a tanulmányban nem feladat. A rövid utalások inkább arra hívják fel a figyelmet, hogy egy humánbiológiai megítélés „is” mennyire sok szempont figyelembevételét jelentheti.

A versenysport, de különösen az élsport egy olyan speciális terület, amelyben a szomatotípus kisebb-nagyobb differenciáinak is funkcionális jelentősége lehet, és nagyon gyakran az alkathálóban a nem centrális lokalizációjú egyének vagy csoportok az eredményesebbek. Nem kívánjuk azt sugallani, hogy eredményességük főleg a humánbiológiai tulajdonságaik következménye. Ezek a jellemzők valóban csak kis súlyú összetevői a versenysportnak, de napjainkban már az 1-2% előny is eldönthet egy versenyt vagy akciót.

Fiatallabdárúgók láthatók (7/1. ábrán), eléggé „szétszórt” elhelyezkedésben, így az alkattípus tiszta meghatározása nehéz feladat. A komponensek relatív súlya az endomorf alkattípusban (1-6), a mezomorf és az ektomorf alkattípusban (0.5-6.5) helyezkednek el. Van azonban egy sűrűbb centrum, akik az összes megjelenített közel 60%-a.

A szövet- és szervszintű megközelítés eredmé-





7/1. ábra: Fialat felnőtt labdarúgók alkathálója

nye leggyakrabban egy négykomponensű becslés, amely az emberi testben a zsírszövet, a harántcsíktolt izomtömeg, a csonttömeg és a zsigertömeg abszolút mennyiségének, vagy a tömeghez viszonyított arányának tulajdonít diagnosztikus jelentőséget. Több kutató is megfogalmazta [2-6], hogy napjaink versenysportjában a 48% körüli izomarány eredményességi feltétel. Természetesen tudjuk, hogy sportáganként ez változik. *Ebben a jegyzetben nem faladatunk ezt a problémát mélyebben elemezni!*

A testmagasság átlagokra pillantva jó eséllyel lehet megállapítani, hogy melyik csoport, melyik sportágot képvisel. A testtömeg átlagok közötti különbségek döntően a nagyobb testmagasság javára írhatók. A testtömegre vonatkoztatott zsír- (F%) és izomtömeg átlagok között nem találtunk különbséget. A két összetevő aránya mind a három csoportban optimális.

21 fő keretből közel a fele játékos rendelkezik emelkedett relatív zsírtömeggel. A zsír eloszlása a hason és a csípőn jelentős. Az életkor alapján vegyes a kép, vagyis nem mondhatjuk egyértelműen, hogy az idősebb játékosok zsírosabbak. A kérdés továbbá még az, hogy valóban az emelkedett zsírral rendelkezők állóképességi tevékenysége gyengébb-e? Bizonyos esetben igen, bizonyos esetben azonban nem. A két pályateszt teljesítmény átlagai Ingafutás = [12.21(187) – Cooper = 2768 (197)];  $r=0.68$ ,  $p<0.05$ . Ez önmagában is jó, de a többféle pályateszt elvégzetése, azok eredményei sokat segíthetnek a terhelés tervezésében.

Míg a csapatátlagok elfedik a valódi különbségeket, addig a személyenként megrajzolt jellemzők, jól mutatják, mennyire heterogén egy csapat. Az (7/2.a) ábra a relatív zsírtömeget (F%), a (7/2.b) ábra a relatív izomtömeget (M%), a (7/2.c) ábra a két kar soványanyag egyensúlyát, a (7/2.d) ábra

	n=21		n=23		n=26		
	I. csop.		II. csop.		III. csop.		
	átlag <sub>(K)</sub>	szórás <sub>(K)</sub>	átlag <sub>(V)</sub>	szórás <sub>(V)</sub>	átlag <sub>(L)</sub>	szórás <sub>(L)</sub>	P
<b>TTM(cm)</b>	194,67	7,59	187,15	8,38	180,83	6,41	1>2; 1>3
<b>TTS (kg)</b>	94,48	12,38	86,65	13,33	77,77	7,84	1>3
<b>F%</b>	10,7	5,37	12,16	4,22	10,24	2,38	NS
<b>M%</b>	51,32	3,34	50,51	2,66	51,39	2,38	NS

7/1. táblázat A magyar élvonalba tartozó három (koráslabda, vizilabda, labdarúgás) labdajátékot magába foglaló férfi csapatok antropometriai és testösszetéti jellemző.

Rövidítés: TTM(cm)=testmagasság, TTS(kg)=testtömeg, F%=relatív testzsírtömeg, M%=relatív izomtömeg.

életkor	TTM	TTS	F%	M%	VFA	TR	subscap.	Abdom.	supraill.	tigh	midax.	TTM	TTS	F%	VFA	Abdom.	supraill.	bVO2max	Inga(szala telj. Táv.	Cooper	
18	186	80,7	15,3	42,7	5	18	13	12	14	18	13	186	80,7	15,3	5	12	14	52,7	70	1400	2960
28	191	101,4	24,7	36,1	9	14	18	23	35	24	13	191	101,4	24,7	9	23	35	45,8	45	900	2540
20	200	110	28,5	34,1	8	23	24	35	40	22	13	200	110	28,5	8	35	40	46,1	45	900	2570
27	195	106,7	21,8	37,5	9	12	14	28	31	24	11	195	106,7	21,8	9	28	31	51,9	65	1300	2730
35	193	110,8	21,2	37	11	11	11	34	23	21	8	193	110,8	21,2	11	34	23	46,8	50	1000	2615
31	186	92,8	21,5	37,8	9	13	9	14	21	23	10	186	92,8	21,5	9	14	21	49,3	60	1200	3030
27	198	92	22,3	37,7	8	13	10	10	10	11	10	198	92	22,3	8	10	10	50,2	60	1200	2750
25	196	89,7	13,6	42	4	5	12	16	18	13	7	196	89,7	13,6	4	16	18	60,3	75	1500	3135
34	179	83,7	16,5	40	8	7	8	10	10	13	9	179	83,7	16,5	8	10	10	52,1	60	1200	2980
26	199	111,5	24,8	35,6	9	16	26	30	28	22	11	199	111,5	24,8	9	30	28	47,5	45	900	2265
31	175	79,3	12,9	43,6	5	3	6	10	11	11	7	175	79,3	12,9	5	10	11	51,6	70	1400	2750
30	190	91,9	20,3	38,4	7	9	11	11	13	13	11	190	91,9	20,3	7	11	13		70	1400	3020
22	181	79,3	19,7	40,2	6	17	15	23	22	23	12	181	79,3	19,7	6	23	22	50,8	60	1200	2795
17	180	74,2	7,8	46	0	6	10	10	11	10	10	180	74,2	7,8	0	10	11	53,7	70	1400	2790
26	192	104,2	23,2	36,9	9	10	14	14	14	16	6	192	104,2	23,2	9	14	14	58,3	75	1500	2750
19	182	87,3	25,1	37,3	8	14	20	31	35	16	11	182	87,3	25,1	8	31	35	50,5	60	1200	2770
20	193	81,9	13,4	43	3	8	13	13	21	20	13	193	81,9	13,4	3	13	21	52,6	65	1300	2645
23	195	89,1	10,9	43,8	4	13	13	16	17	18	11	195	89,1	10,9	4	16	17	49,8	60	1200	2825
19	187	88,4	22,7	38,3	7	10	14	31	24	13	9	187	88,4	22,7	7	31	24	51,5	65	1300	2930
20	188	72,7	12,5	43,7	2	4	11	12	13	13	11	188	72,7	12,5	2	12	13		65	1300	2480
19	187	84,4	24,9	36,7	6	21	13	22	18	23	12	187	84,4	24,9	6	22	18	53,2	60	1200	2780

7/2. táblázat A magyar középmezőnybe tartozó férfi kézilabda csapat antropometriai és testösszetéti, bőrredő, pályateszten (20 méteres ingafutás, Cooper teszt) elért mért és becsült eredménye.

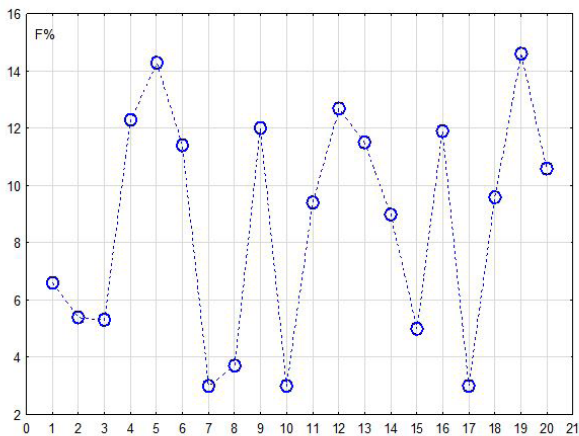
Rövidítés: TTM=testmagasság (cm), TTS= testtömeg (kg), F%=relatív zsírtömeg, M%=relatív izomtömeg, VFA=hasüregi zsírfelszín (cm<sup>2</sup>), TR=tricepsredő (mm), subscap=lapoockaredő (mm), abdom.=hasredő (mm), supraill.=csípőredő (mm), tigh=combredő (mm), midax.=vádli mediálisredő (mm).

	átlag (SD)	b.VO2max	Inga t. sz.	telj. táv.	Cooper teszt
<b>b.VO2max</b>	51.3±(3.7)	1.000	<b>0.89**</b>	<b>0.89**</b>	<b>0.60*</b>
<b>I. t. sz.</b>	61± (9)	<b>0.89**</b>	1.000	<b>1.000***</b>	<b>0.68*</b>
<b>I. telj. táv. (m)</b>	1221± (187)	<b>0.89**</b>	<b>1.000***</b>	1.000	<b>0.65*</b>
<b>Cooper teszt (m)</b>	2768± (197)	<b>0.60*</b>	<b>0.68*</b>	<b>0.68*</b>	1.000

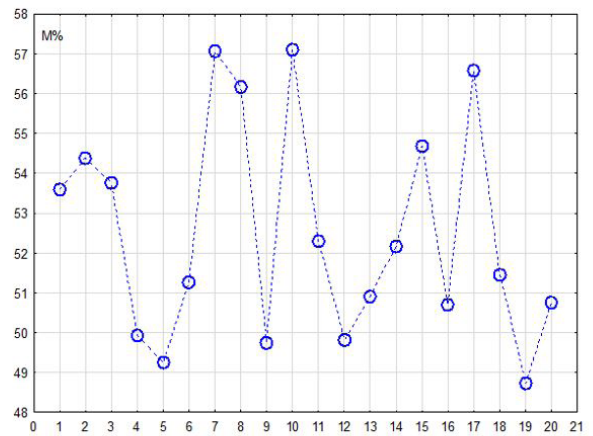
7/3. táblázat: Az ingafutással és a Cooper teszttel mért (becsült) indikátorok kapcsolata

Rövidítések: MP=maximális pulzusszám (ütés×perc<sup>-1</sup>), bVO<sub>2</sub>max=becsült aerob kapacitás (mL×kg<sup>-1</sup>×perc<sup>-1</sup>), I.t. sz.=ingafutással teljesített szakasz, I. telj. táv.=Inga futással teljesített táv (m), Cooper teszt=Cooper teszttel teljesített távolság (m). p<0,05\*, p<0,01\*\*, p<0,00\*\*\*

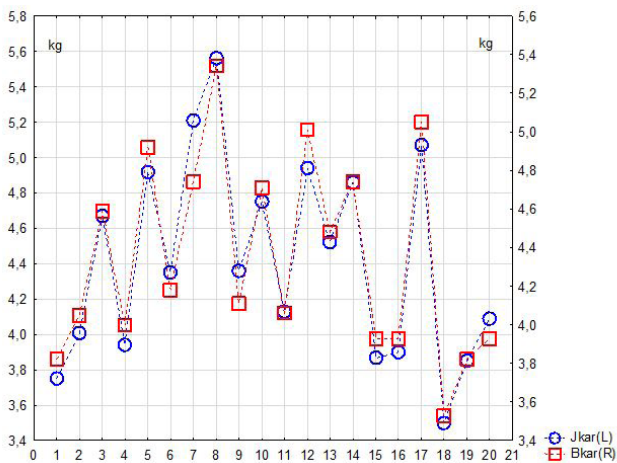
**A**



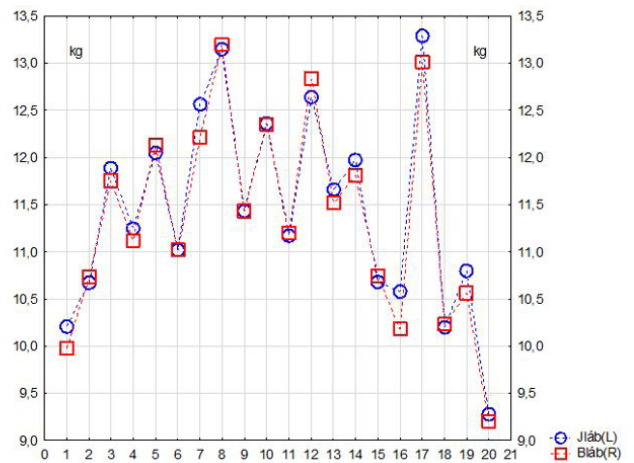
**B**



**C**



**D**



7/2. /a, b, c, d ábrák Másodosztályú férfi labdarúgó csapat (21 fő zsír-és izomszázalék, a kar-és láb sovány testtömeg egyéni mintázata

**Rövidítések: F%=relatív zsírtömeg, M%=relatív izomtömeg, Jkar=jobb kar soványtömeg (kg), Bkar= bal kar soványtömeg (kg), Jláb=jobb láb soványtömeg (kg), Bláb= bal lábsoványtömeg (kg).**

szintén a két láb soványanyag egyensúlyát mutatja. Minimális aszimmetriát látunk a jobb és a bal testfél tekintetében. Az is jól látható, hogy a szélsőértékek között elhelyezkedő jellemzők optimálisak az eredményes tevékenységhez. Fontos kihangsúlyozni, hogy nem ismerjük az alkati tulajdonságokat, csak feltételezzük, hogy azok optimálisak.

### 7.1. Felhasznált Irodalom

1. Mészáros J, Zsidegh M, Mészáros Zs. Életkor – Testi felépítés – Testösszetétel Testnevelési Egyetem. Budapest 2007; 1-246 pp.
2. Heath BH, Carter JEL. A modified somatotype method. *American Journal of Physical Anthropology*, 1967;1:57-74.
3. Bouchard C, Rankinen T. Individual differences in response to regular physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(6 Suppl):S446-51; discussion S452-3.
4. Forbes GB. Body fat content influences body composition response to nutrition and exercise. *Annals of the New York Academy of Science.* 2000; 904:359-365.
5. Pikosky M, Faigenbaum A, Westcott W, Rodriguez N. Effects of resistance training on protein utilization in healthy children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2002;34:820-827.
6. Turner CH, Robling AG. Designing exercise regimens to increase bone strength. *Exercise and Sport Science Review*, 2003;31:45-50.

### 7.2. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések

1. Melyik az a két fontos metrikus jellemző, amik folyamatos információt nyújtanak a fejlődő gyermek (felnőtt) antropometriai státuszáról?
2. Magyarázza meg az alábbi megállapítás tartalmát! A „speciális sportképességek fejlesztése elképzelhetetlen alkati tulajdonságok ismerete nélkül”.
3. Értelmezze a négy komponensű testösszetétel fogalmát!
4. Létezik-e sportági sajátosság a relatív testzsír (F%) szempontjából?
5. Milyen kapcsolatban áll egymással a relatív testzsír (F%) – és izomtömeg (M%)?

# VIII. Fejezet

## Pályatesztek értelmezése

### 8.1. Általános bevezetés

A teljesítmény növelése érdekében, sérülések [3-7] előfordulásának minimalizálása, számos magas szinten teljesítő nemzeti-válogatott, klubcsapat, egyéni sportág versenyzői, fitness- és sporttudományi „Team”-et foglalkoztat, akik naponta részt vesznek az edzésterhelés (ET) ellenőrzésében [1, 2].

Az edzést külső és belső elemek határozzák meg (ezekről már szó esett a könyv bevezetőjében). Az edzésterhelést, amelyet a versenysportoló által elvégzett munka határoz meg (pl. megtett távolság, nagy intenzitású, rövid ideig tartó futások stb.) és a társult fiziológiai indikátorok (pl. pulzusszám, pulzusmegnyugvás, illetve számos jellemző által kalkulált edzést jellemző összesítő szám) egymás kölcsönhatásában kell vizsgálni. A modern technológiai és analitikai módszerek fejlesztése új lehetőségeket teremtenek a vizsgálatok során rögzített adatok sokszínűségével. A fejlett technológia sokféle változót figyel, rögzít, amelyek lehetővé teszik a szakemberek számára, hogy az edzésterhelést részletesen, numerikusan, illetve könnyen értelmezhető diagramok formájában elemezhesen. Jelenleg azonban nincs konszenzus abban, hogy melyik változó a leghasznosabb, vagy hogy valóban hogyan lehet elemezni a sokféle játékoscsoport megfigyelt adatait. A ET számszerűsítése mellett a gyakorlók diszkrét élettani, fizikai vagy pszichológiai értékeléseket alkalmazhatnak a játékosok edzési programra adott válaszána következtetésére.

### 8.2. A szív-keringési rendszer állapotát vizsgáló pályatesztek

A szív-keringési rendszer állapotát vizsgáló pályatesztek célja a pulzusváltozások alapján történő indirekt következtetés az aerob (anaerob) kapacitás aktuális állapotára. Ezek a mérések, a fizikai tevé-

kenység kifejtésére való képesség vizsgálatát jelentik, ahol az egyik fő limitáló faktor a keringési rendszer állapota, ezen belül is a keringési rendszer központjában elhelyezkedő szív. A szív frekvencia (növekedésének és csökkenésének) követése fontos információkat hordoz, illetve jó eséllyel tudunk becslő módszerekkel egyéb a (keringés minőségének megállapítására) következtetéseket levonni. Számos, nagy elemszámon elvégzett pályatesztet ismerünk. Jelentős előrelépés számunkra, hogy a pályatesztek elvégzése során a pulzust pontosan tudjuk (üetről-üetésre) követni, ezeket regisztrálni, később „okos” szoftverrel elemezni és a kapott adatok alapján következtetéseket levonni.

### 8.3. Pályatesztek fajtái sportáganként, életkoronként

A keringési rendszer aktuális állapotát számos, könnyen elérhető teszttel mérhetjük és azokból becsülni tudjuk a teljesítmény-és rekreációs tevékenységet végző sportolókat. A sportági megkülönböztetés bizonyos esetekben fontos, főleg, ha speciális képességet akarunk mérni. Egyébként pedig az általános állóképesség mérése (becslése) nem követel sportágfüggő teszt alkalmazását.

#### 8.3.1. Cooper 12 perces teszt [15]

A Cooper 12 perces teszt, az aerob állóképesség népszerű tesztje, amelyben a résztvevők a lehető legtöbb távolságot tesznek meg 12 perc alatt. A futás / gyaloglás tesztjeinek számos más változata létezik, beleértve a Cooper 1.5 mérföldes tesztet, 6 perces gyalogló teszt, Multistage fitness teszt, Brockport fitness teszt.

A teszt kimért pályán, 12 percig történik, a megtett távolságot méterben rögzítjük. A gyaloglás megengedett, bár a résztvevőket arra kell ösztönözni, hogy minél többet fussanak, hogy a megtett távolságot maximalizálják.

A Cooper teszt táblázata tartalmazza az általános iránymutatásokat a felnőttkori teszt eredményeinek értelmezésére.

Számos egyenlet használható a  $VO_{2max}$  ( $ml \times kg^{-1} \times perc^{-1}$ ) becslésére a távolság pontszáma alapján (képlet kilométerekre vagy mérföldekre):

$$VO_{2max} = (35.97 \times \text{mér föld}) - 11.29$$

$$VO_{2max} = (22.35 \times \text{kilométer}) - 11.29$$

A teszt módosítható, hogy alkalmas legyen kevésbé edzett, saját képességét pontatlanul ismerő emberek számára is. Azok számára, akik nem képesek futni vagy nem tudnak futni, hasonló gyalogló teszt is elvégezhető.

### 8.3.2. Multistage Fitnessz Teszt (20 méteres ingafutás próba) [8]

Az eredeti eljárás  $8 \text{ km h}^{-1}$  sebességű, lassú futással kezdődik, és akkor fejeződik be, amikor a vizsgált már nem tudja tartani a folyamatosan növekvő sebességet. A próbázók 20 m-es távokat (járnak) futnak a kijelölt két vonal között oda-vissza, folyamatosan a hangjelzés diktálta tempóban.

A (járás) futás sebessége minden perc végén  $1.0 \text{ km h}^{-1}$  sebességgel nő, és minden teljesített perc képez egy szintet. A próba akkor ér véget, amikor a vizsgált személy két egymást követő távon hibázik, vagyis nem éri el a célvonalat. Az utolsó

hibátlanul teljesített szint adja a próba eredményét.

$$VO_{2max} (ml \text{ kg}^{-1} \text{ min}^{-1}) = -32.78 + 6.59x$$

Az egyenletben:  $x$  = az elért maximális sebesség az utolsó befejezett szakaszon.

A szerzők közlése szerint (9), a mért és az egyenlettel becsült relatív aerob teljesítmény korrelációja 0.90-es együtthatóval jellemezhető, és a becslés hibája  $4.4 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ .

### 8.3.3. Módosított 20 méteres ingafutás

A  $8 \text{ km h}^{-1}$  kezdeti sebesség, valamint az egymást követő szintek időtartama az edzetlen, elhízott, fizikai aktivitással szemben alacsonyan motivált személyek esetében azt eredményezi, hogy a vizsgált rövid időn belül eléri az aerob-anaerob átmenetet, majd leáll. Gyakorlati megfontolások alapján a kezdő sebességet  $4 \text{ km h}^{-1}$ -ban határoztuk meg és egy-egy teljesített szakasz 100 m (5 hossz) lefutását jelentette. A szakaszonkénti sebességnövelés  $0.5 \text{ km h}^{-1}$  volt. A vizsgáltak részletes szóbeli ismertetést kaptak a végrehajtásról és lehetőséget biztosítottunk egy-egy gyakorló terhelés végrehajtására is, a tesztterhelést megelőző napokon.

életkor	Kiváló	Átlag fölötti	Átlag	Átlag alatti	Gyenge
Nők 20-29	> 2700m	2200 - 2700m	1800 - 2199m	1500 - 1799m	< 1500m
Nők 30-39	> 2500m	2000 - 2500m	1700 - 1999m	1400 - 1699m	< 1400m
Nők 40-49	> 2300m	1900 - 2300m	1500 - 1899m	1200 - 1499m	< 1200m
Nők 50+	> 2200m	1700 - 2200m	1400 - 1699m	1100 - 1399m	< 1100m
Férfi 20-29	> 2800m	2400 - 2800m	2200 - 2399m	1600 - 2199m	< 1600m
Férfi 30-39	> 2700m	2300 - 2700m	1900 - 2299m	1500 - 1999m	< 1500m
Férfi 40-49	> 2500m	2100 - 2500m	1700 - 2099m	1400 - 1699m	< 1400m
Férfi 50+	> 2400m	2000 - 2400m	1600 - 1999m	1300 - 1599m	< 1300m

8/1. táblázat: A Cooper teszt általános minősítő táblázata.

Szint	Inga fok	f. seb. (km×h <sup>-1</sup> )	Ingaidő (sec.)	Σ táv. (m)
1	7	8.0	9.00	140
2	8	9.0	8.00	300
3	8	9.5	7.58	460
4	9	10.0	7.20	640
5	9	10.5	6.86	820
6	10	11.0	6.55	1020
7	10	11.5	6.26	1220
8	11	12.0	6.00	1440
9	11	12.5	5.76	1660
10	11	13.0	5.54	1880
11	12	13.5	5.33	2120
12	12	14.0	5.14	2360
13	13	14.5	4.97	2620
14	13	15.0	4.80	2880
15	13	15.5	4.65	3140
16	14	16.0	4.50	3420
17	14	16.5	4.36	3700
18	15	17.0	4.24	4000
19	15	17.5	4.11	4300
20	16	18.0	4.00	4620
21	16	18.5	3.89	4940

**8/2. táblázat:** Az ingafutás szintjei, fokozatai, sebesség szintjei, a teljesített 20 méter ideje, teljesített táv.

**Rövidítések:** Inga fok=az ingafutás során teljesített fokozat, f.seb=a fokozathoz rendelhető sebesség (km×h<sup>-1</sup>), ingaidő=a fokozatok teljesítési ideje (sec.), Σ táv.=a teljesített összes táv (m).

#### 8.3.4. 2 km-es gyalogló teszt [ALPHA-FIT Test Battery for Adults (18–69 years)] [10]

A vizsgálat magában foglalja a lehető leggyorsabb 2 km-es gyaloglást. A gyaloglási időt és a pulzusszámot a teszt végén rögzítik. A pulzusszám manuális módszerrel vagy pulzusmérővel mérhető.

A minősítés a 2 km-es gyaloglás idejétől, a terhelés csúcán rögzített pulzusszámtól (HR) a testtömeg-indexétől (BMI) és az életkortól függ. A VO<sub>2</sub>max kiszámítható (így becsülhető) a következő képlettel Oja és Tuxworth, 1995:  $VO_{2max} (ml \times perc^{-1} \times kg^{-1}) = 116.2 - 2.98 \times gyaloglási\ idő\ (mp) - 0.11 \times HR - 0.14 \times életkor - 0.39 \times BMI$ .

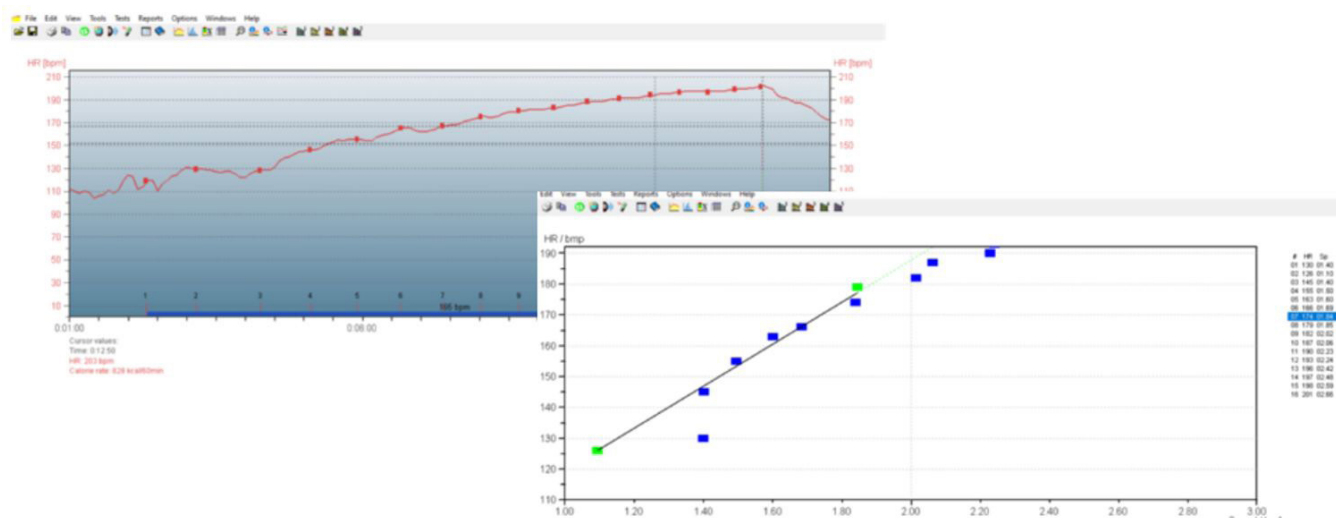
#### 8.3.5. Groningen Fitness Teszt időseknek [11]

Egy téglalap alakú pályát megjelölnek 16 2/3 x 8

1/3 méter, egyenlő 50 m kerülettel. A résztvevők az óramutató járásával ellentétesen járnak a pálya körül, a haladási sebességet jól hallható síp jelzi. Két hangjelzés között a résztvevőnek 16 2/3 méterre (egy szakasz) kell járnia az egyik kúpból a másikig. A teszt 4 km×h<sup>-1</sup> sebességgel indul. Minden harmadik percben a tempót 1 km×h<sup>-1</sup>-rel növelik, maximum 7 km×h<sup>-1</sup>-ra. A teszt akkor fejeződik be, amikor a résztvevő nem képes fenntartani a tempót.

#### 8.3.6. Szenior Fitnessz Teszt (Fullerton Functional Test) [12-15]

A pálya (45.72 m) téglalap alakú terület, azonos távolságra bóják (székek) elhelyezése szükséges. A teszt célja, a lehető leggyorsabban hat perces



**8/1. ábra:** Forrás. Polar RS 400-as órával rögzített pulzusszám görbe, pulzusdiagram (felső kép), módosított 20 méteres ingafutás teszt, Polar Precision Performance SW program segítségével anaerob töréspont becslése (alsó kép).

gyaloglás, a lehető leghosszabb távolság megtétele.

### 8.3.7. 12 perces állóképességi teszt kerekesszékel élők részére [14]

Bármilyen minőségű pálya 50, 100 méterenként jelzés, a megtett távolság mérésének elősegítése érdekében. A résztvevők 12 percig végzik a feladatot a pályán, és a megtett távolságot rögzítik.

### 8.4. Polar pulzusmérő órával történő terheléskövetés

EKG pontosságú pulzusmérést tesz lehetővé a be rendezés. Pulzusátvitelnél kódolt jeladó, két szabadon programozható pulzus célzóna, valamint látható és hallható riasztás minden célzóna határánál. A célzóna alatt, felett, ill. a célzónában eltöltött idő tárolása komoly segítséget jelent a terhelés majdani tervezése szempontjából. Minden kör- és részidő regisztrálásakor tárolásra kerül a hozzájuk tartozó minden 5-10-15 másodpercben mért pulzus, átlagpulzus, minimum-, maximum pulzus, és a pulzusmegnyugvás (pihenési idő elraktározása minden részidőnél). Rendelkezésre áll még szabadon beállítható edzőküszöb, a szív relaxációs fázisának grafikus és numerikus kijelzése. 134 órányi edzésinformáció tárolása korlátlan mennyiségű fájlban. Adattovábbítás és egyéb funkciók, *infravörös* tartományban (IF) a vezeték nélkül IrDA (*Infrared Data Association*) 800 - 900 nm-es

szintek	távolság (m)	becsült VO <sub>2</sub> max (ml×kg <sup>-1</sup> ×min <sup>-1</sup> )
Kiváló	> 2560	> 36.2
Átlag fölötti	2171 - 2560	29.2 - 36.2
Átlag	1381 - 2170	14.6 - 29.1
Átlag alatti	1010 - 1380	7.7 - 14.5
Gyenge	< 1010	< 7.7

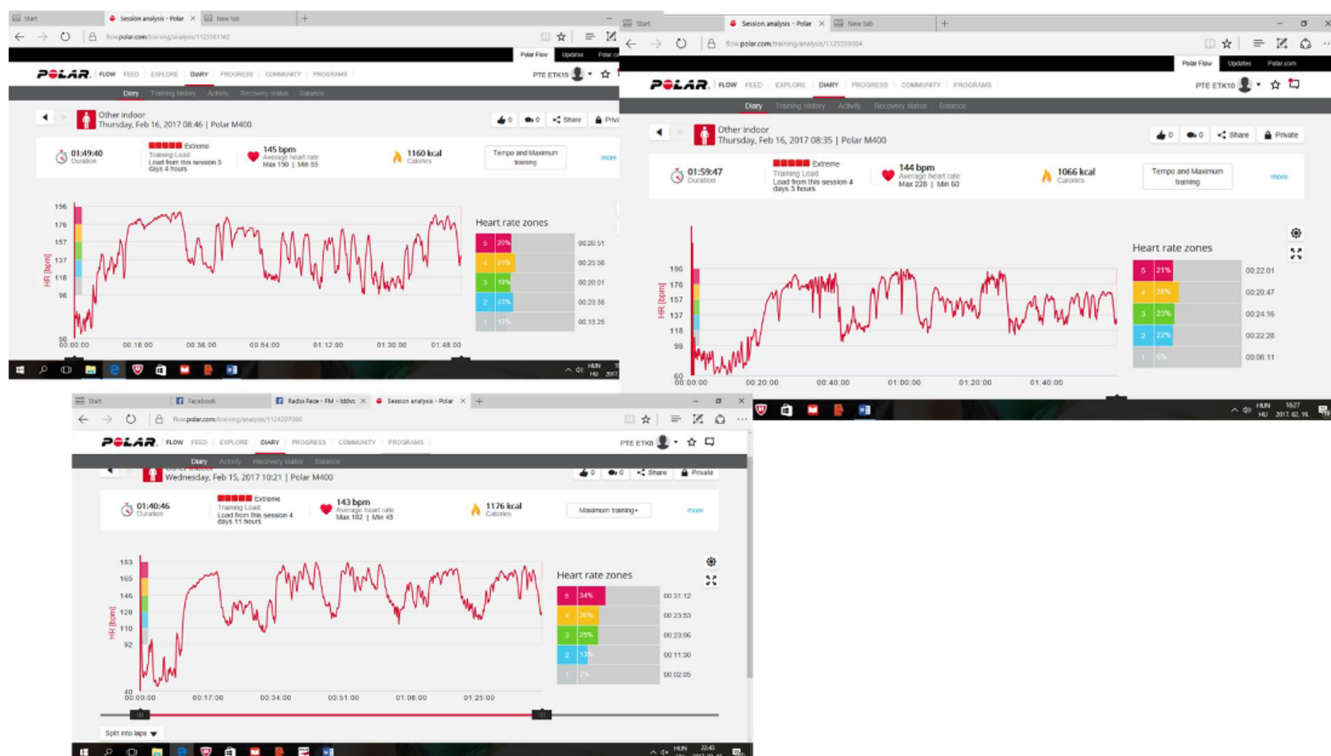
**8/3. táblázat:** A 12 perces állóképességi teszt minősítése.

hullámhosszon történik a számítógépbe részlete sebb elemzés céljából. Ez a fejlesztés még nem tudott sebességet, megtett távot, gyorsítás-lassítás elemeket rögzíteni. Azonban kiváló segítségként szolgált az edzésterhelés részletes követésére (8/2. ábra).

### 8.5. 30-15 szakaszos fitnessz teszt (30-15 IFT) [16-19]

Ezt a tesztet csapatsportolók számára fejlesztették ki. A teszt 30 másodperc futás, illetve 15 másodperces gyaloglás. A résztvevők az egyik végvonal mögött indulnak, egymástól legalább egy méterre





8/2. ábra Edzés helyzetben mért teljesítmény, pulzusszám mintázatai.

elhelyezkedve. Jelre (hangjelzés) kezdik a futást és a középső vonal körül érik el a maximális sebességüket, majd a másik jelnél ellenkező végére érkeznek. Ez addig folytatódik, amíg kettős hangjel meg nem jelenik, jelezve a 30 másodperces periódus végét, és a pálya mely pontján fejezi be a futást. Ez nem feltétlenül lesz mindkét végvonalon. Ezután előre mennek a következő vonalra, 15 másodperc múlva várva a következő szint indulására. A kezdő sebesség  $8.0 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ , ezt követően  $0.5 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ vel nő a sebesség, 45 másodperces szakaszon. A teszt akkor ér véget, amikor a sportoló háromszor nem lép be a tolerancia zónába.

A végső szakasz teljes sebességét pontszámként (VTS) vesszük. A képletbe behelyettesítve  $VO_{2max}$  becsülhető: ahol a végső futási sebesség, (G) a nem (nő = 2; férfi = 1), (A) az életkor és a (W) a tömeg szempontjából

$$VO_{2max} (\text{ml} \times \text{kg}^{-1} \times \text{min}^{-1}) = 28.3 - (2.15 \times G) - (0.741 \times A) - (0.0357 \times W) + (0.0586 \times A \times VTS) + (1.03 \times VTS)$$

## 8.6. A Polar Team Pro rendszer

A Polar Team Pro rendszer egyesíti magában a

hordható technológiát, a GPS-t, a mozgáskövetést és a pulzuszámot, így tökéletes játékoskövetési megoldást kínál a csapatsportokhoz. A valós idejű megfigyelés pontos edzés adatokat biztosít az edzői stáb minden tagja számára, amelyek elengedhetetlenül szükségesek az elemzéshez (8/5. ábra).

MEMS mozgásérzékelő, 200Hz (pulzusszám mérése, 3D-s gyorsulásmérő, giroszkóp és magnetométer)

Nagy mennyiségű adat tárolása és elemzése:

(1) Pulzus, (2) sebesség, (3) távolság, (4) sebességzónákban megtett távolság, (5) maximum sprintek száma, (6) lépésfrekvencia, (7) távolság és gyorsulás mérése (GPS koordináták alapján). Akár 65 órányi memória, titkosított valós idejű adatok. LED-kijelző, amely mutatja a játékos számát, az adatok szinkronizálását és az akkumulátor állapotát, Bluetooth LE, 200 méteres hatótávolság.

A Polar Team Pro két fő egységből áll: egyrészt a dokkolóból a mellkasi adókkal együtt, illetve a tabletből.

1  
2 **Fill in purple cells to estimate VO2max from V30-15IFT.**  
3  
4  
5  
6 1) The shared variance between VO2max and V30-15IFT being only 70% (r = 0.86, P<0.001), the estimation is only moderate. This is because other determinants than maximal aerobic power influence performance at the test (i.e., recovery ability, change of direction and anaerobic capacity).  
7  
8 2) The formula has been validated in players from 13 to 28 only.  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18 **Gender** 1  
19 **Age** 28  
20 **Weight** 73  
21 **Last completed stage (V30-15IFT)** 20.5  
22

**VO2max estimation from 30-15IFT**

<http://www.martinbuchheit.net>

**Estimated VO2max** 57,5 ml/min/kg

Starting speed	k	km/h	Starting time	4:50 db.	Go!
Speed Increment	0.5	km/h			
Final Speed	10	km/h			
Time					
Player	Finishing time	Running time (s)	Peak velocity	True VIFT	
Name 16	17:06	188	18.9	18.5	
Name 17	17:01	183	19.8	19.5	
Name 18	17:07	1027	19.4	19	
Name 19	17:02	753	16.3	16	
Name 20	17:07	1029	19.4	19	
Name 21					
Name 22	17:02	755	16.4	16	
Name 23	17:06	1008	19.2	19	
Name 24	17:04	847	17.3	17	
Name 25	17:07	1042	19.8	19.5	
Name 26	17:07	1042	19.8	19.5	
Name 27	17:03	794	16.8	16.5	
Name 28					
Name 29	17:06	1082	20.0	19.5	
Name 30	17:02	758	16.4	16	
Name 31					
Name 32	17:05	968	18.5	18.5	
Name 33					
Name 34	16:56	562	14.2	14	
Name 35					
Name 36					
Name 37					
Name 38	17:02	725	16.3	15.5	
Name 39					
Name 40					

Developed by M. Buchheit 2001 - updated 2009 for Aspire - Physiology Unit

**INSTRUCTIONS**

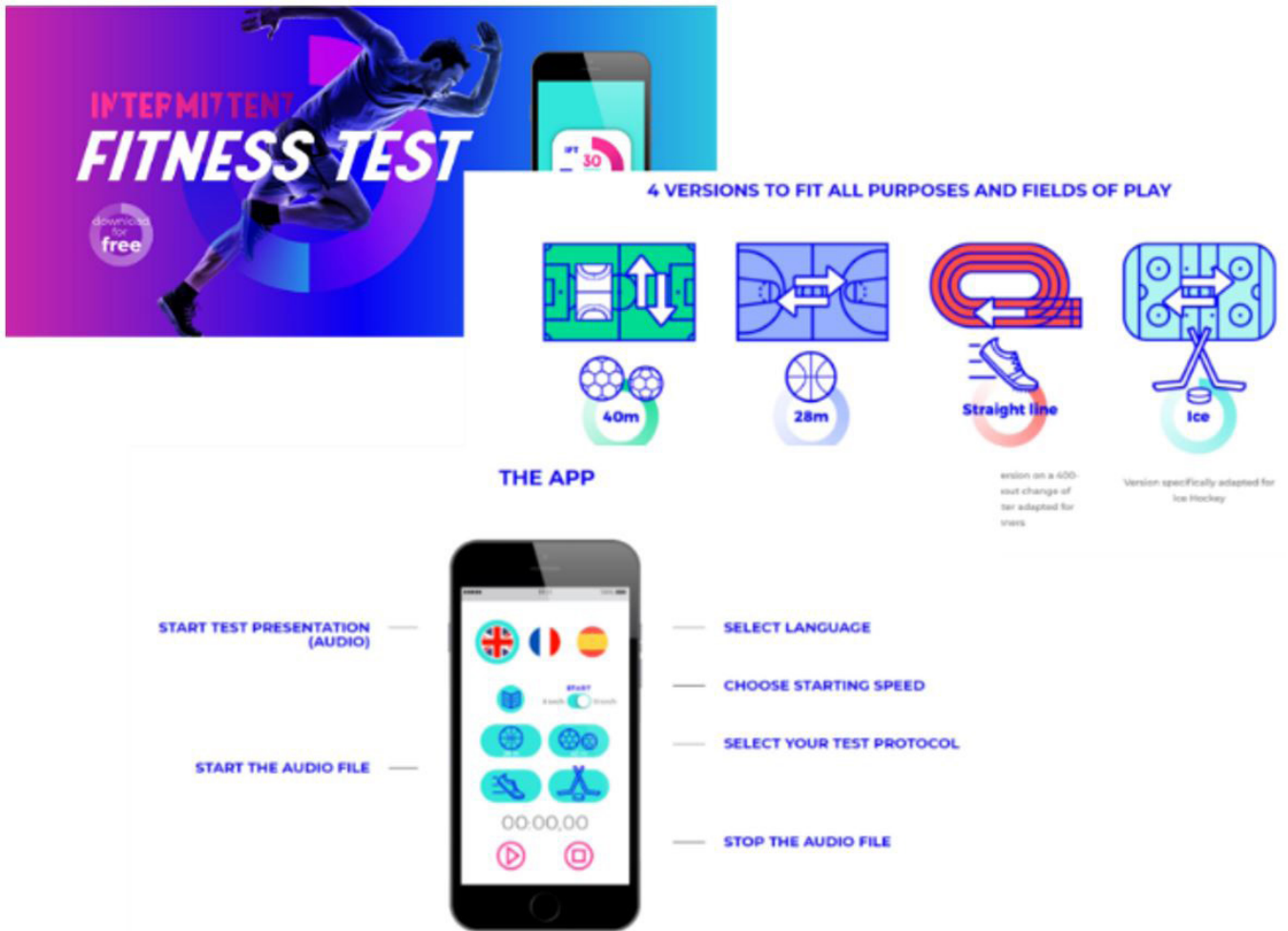
1. Enter athlete's Name or #
2. If NEEDED ONLY - Select/change starting speed and speed increment accordingly in green cells
3. Click 'Go!' button - when the test starts - this will empty the table
4. Click the button 'Finish' when the corresponding athlete stops.
5. Done - copy/paste to your files.!

8/3. ábra A 30-15 IFT (Intermitter Fitness Test) ingyenesen letölthető program (Excel formátumban) könnyen kezelhető.

A diagram függőleges tengelyén a mérkőzés során elért sebességek ( $\text{km} \times \text{h}^{-1}$ ), ( $0.0 - >25 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ ) és azokhoz tartozó pulzusszázalék ( $\text{HR}\%$ ), ( $60 - >90\%$ ). A vízszintes tengely az eltelt időt mutatja (00:05:18-01:35:18 h). Az alapvonalról fölfelé indulva intenzitás zónákat láthatunk különböző színekkel jelölve. A felső sor, balról, jobbra haladva mutatja a teljes 90 perc alatt történt eseményeket. Pontos információt kapunk a különböző intenzitás-zónákban töltött időkről, a különböző sebességű futások  $>25 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ , illetve a legnagyobb sebességű futásról. Az edző számára ezek az értékek jelentik a 100%-ot, amihez ajánlott az edzések intenzitását tervezni (8/6. ábra).

A következő (8/7. ábra) (A) képe a négyhetes felkészülési időszak eseményeit napokra bontva (a kép baloldala), az oszlopok, balról jobbra haladva (teljes megtett távolság %), (teljes megtett távolság

ság m), (edzésterhelés %), (edzésterhelés összesítő pont) ( $>19.8 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$  sebességű futások %), ( $>19.8 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$  sebességű futások m), ( $2\text{m} \times \text{sec}^{-2}$  %), ( $2\text{m} \times \text{sec}^{-2}$  db.), edzésterjedelem %. Az intenzitás aktuális megjelölése (intenzív vagy extenzív) hét megjelölése. Az utolsó oszlop pedig az edzések terjedelmét mutatja. A (B) jelzésű képrészlet egy foglalkozás 50 perces részletét mutatja. Az első négy csúcs 3v.3 elleni, a második négy csúcs 2v.2 elleni játék közben elért pulzusszám változásokat mutatja. A játék  $15 \times 45$  méteres pályán történt. A következő hat piros csúcs, első, harmadik és ötödik eleme 4v.4 elleni játék, pulzusszám változásait, illetve minden páros csúcs pedig, lendületes futások indikálta pulzusszám változásokat mutatja. A C képrészlet pedig az előbb elemzett játékos mozgását mutatja a hőterkép segítségével. Az, hogy ezek a bemutatott képi elemek milyen minőségű segítséget adnak az edző számára, teljesen egyértelmű.



8/4. ábra: A program egyéni és csapatsportokban (sportág specifikusan) alkalmazható.

**POLAR.**



8/5. ábra Polar Team Pro kiváló lehetőséget nyújt a teljesítmény mérésére, követésére, elemzésére.

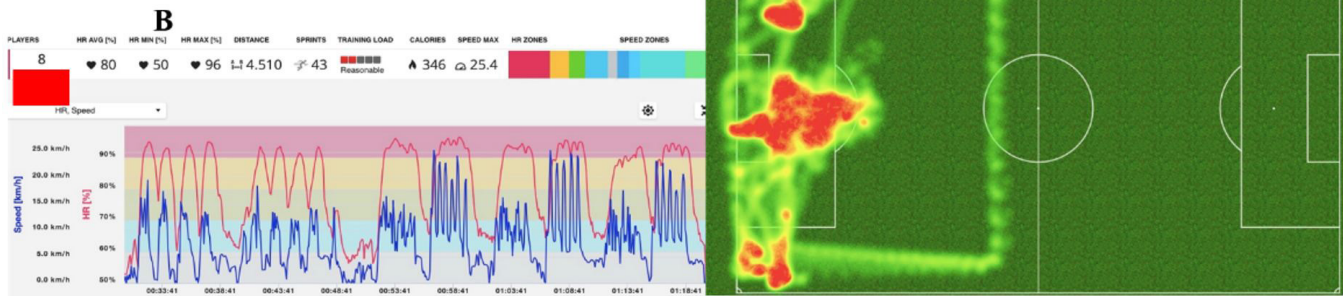


8/6. ábra: Labdarúgó mérkőzés terheléses diagramja.

A

Játékos	Total Distance %	Total Distance m	Training Load %	Training load score	MSR >19,8 km/h %	MSR >19,8 km/h m	>2m/s/s db %	>2m/s/s db	Edzés terjedeleme	Intenzitás	Edzésterjedeleme
2019. július 15., hétfő	39,2%	4434	56,69%	216	74,24%	438	36,21%	42	51,6%	Extenzív hét	205,3%
2019. július 16., kedd	34,5%	3900	53,54%	204	66,61%	393	38,79%	45	48,4%		
2019. július 18., csütörtök	50,0%	5659	66,14%	252	74,41%	439	33,62%	39	56,0%	Extenzív hét	179,8%
2019. július 19., péntek	47,9%	5423	58,01%	221	50,00%	295	41,38%	48	49,3%		
2019. július 22., hétfő	46,0%	5210	56,69%	216	10,68%	63	31,90%	37	36,3%	Mérkőzés	100,0%
2019. július 23., kedd	29,7%	3358	43,83%	167	27,97%	165	28,45%	33	32,5%		
2019. július 24., szerda	42,0%	4825	53,28%	203	1,96%	8	49,14%	57	36,6%	Intenzív hét/2 mérkőzés	183,9%
2019. július 25., csütörtök	52,0%	5882	64,33%	207	35,59%	210	39,68%	46	45,4%		
2019. július 26., péntek	37,3%	4220	30,71%	117	15,42%	91	32,76%	38	29,0%	Intenzív hét	158,8%
2019. július 27., szombat	100,0%	11316	100,00%	381	100,00%	590	100,00%	116	100,0%		
2019. július 29., hétfő	36,4%	4115	43,83%	167	52,03%	307	36,21%	42	42,1%	Intenzív hét	158,8%
2019. július 30., kedd	99,0%	11207	86,88%	331	67,97%	401	81,90%	95	83,9%		
2019. augusztus 2., péntek	59,2%	6702	49,08%	187	93,05%	549	30,17%	35	57,9%	Intenzív hét	158,8%
2019. augusztus 5., hétfő	48,0%	5432	55,12%	210	39,83%	235	37,07%	43	45,0%		
2019. augusztus 6., kedd	37,5%	4246	44,88%	171	18,64%	110	50,00%	58	37,8%	Intenzív hét	158,8%
2019. augusztus 15., csütörtök	44,6%	5052	51,18%	195	16,95%	100	33,62%	39	36,6%		
2019. augusztus 16., péntek	41,5%	4700	54,07%	206	16,63%	98					
2019. augusztus 17., szombat	55,0%	6223	55,38%	211	49,83%	294					
2019. augusztus 21., szerda	52,4%	5925	54,07%	206	97,46%	575					

C



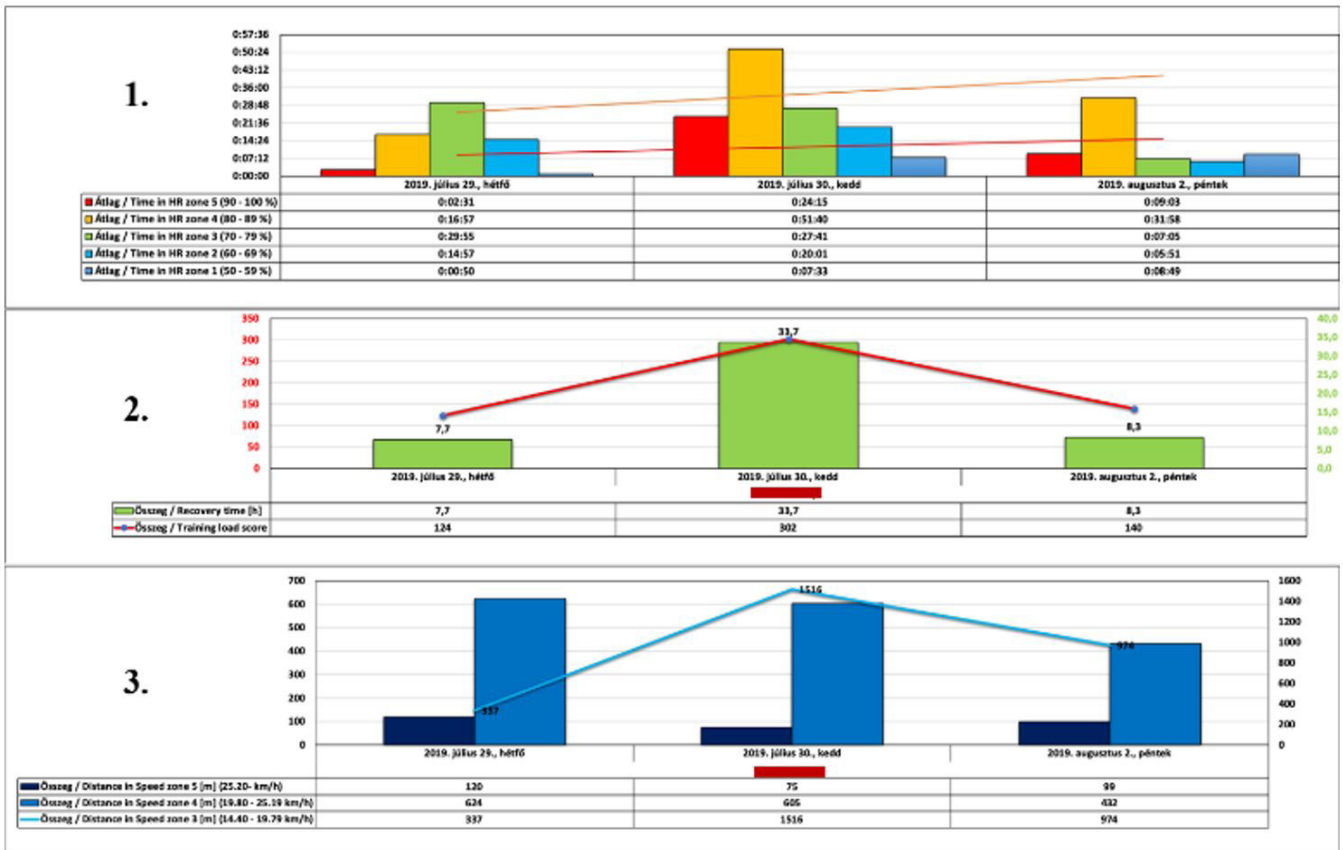
8/7. ábra: Négy hetes felkészülési időszak edzés és mérkőzés elemeit tartalmazza, egy játékos adataival.

Továbbra is szeretném hangsúlyozni, nekünk nem feladatunk a rögzített adatok edzéselméleti tartalmát minősíteni, „csupán” hangsúlyozni, hogy folyamatos elemzésük, jelentős segítséget adhatnak a felkészítő szakembereknek.

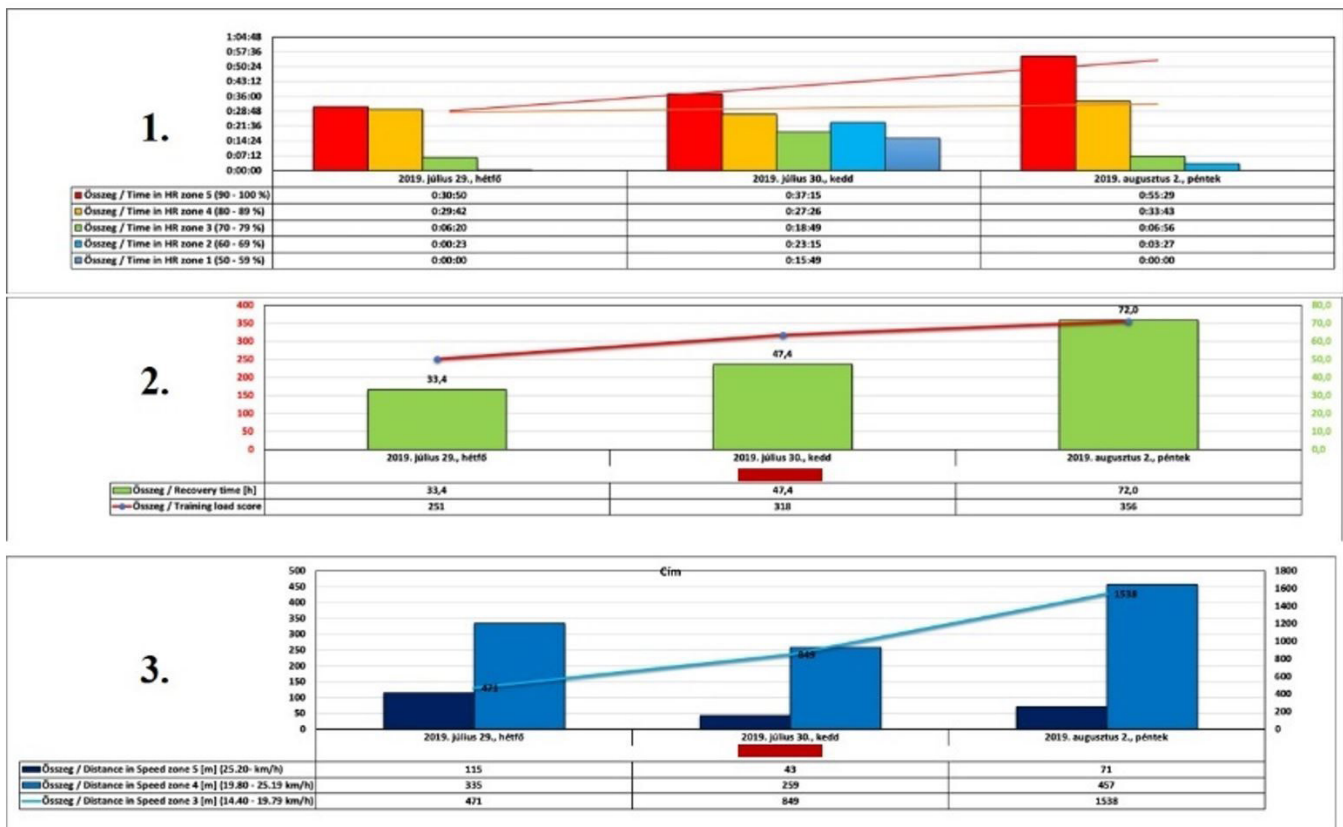
Mindkét (8/8. ábra; 8/9. ábra) (1) kép három edzésnap, (hétfő edzés, kedd, péntek mérkőzés), terhelészónáit ábrázolja. A (2) számú kép az edzés és a mérkőzések közötti megnyugvást mutatja órában. A folyamatosan edző játékos ugyanazon ter-

helésre jóval alacsonyabb intenzitással válaszolt, mint a társa. Ebből következik, hogy a szervezet visszaállítása az edzettebb esetében 8.3 óra, míg a kevésbé edzett társáé **72 óra!**

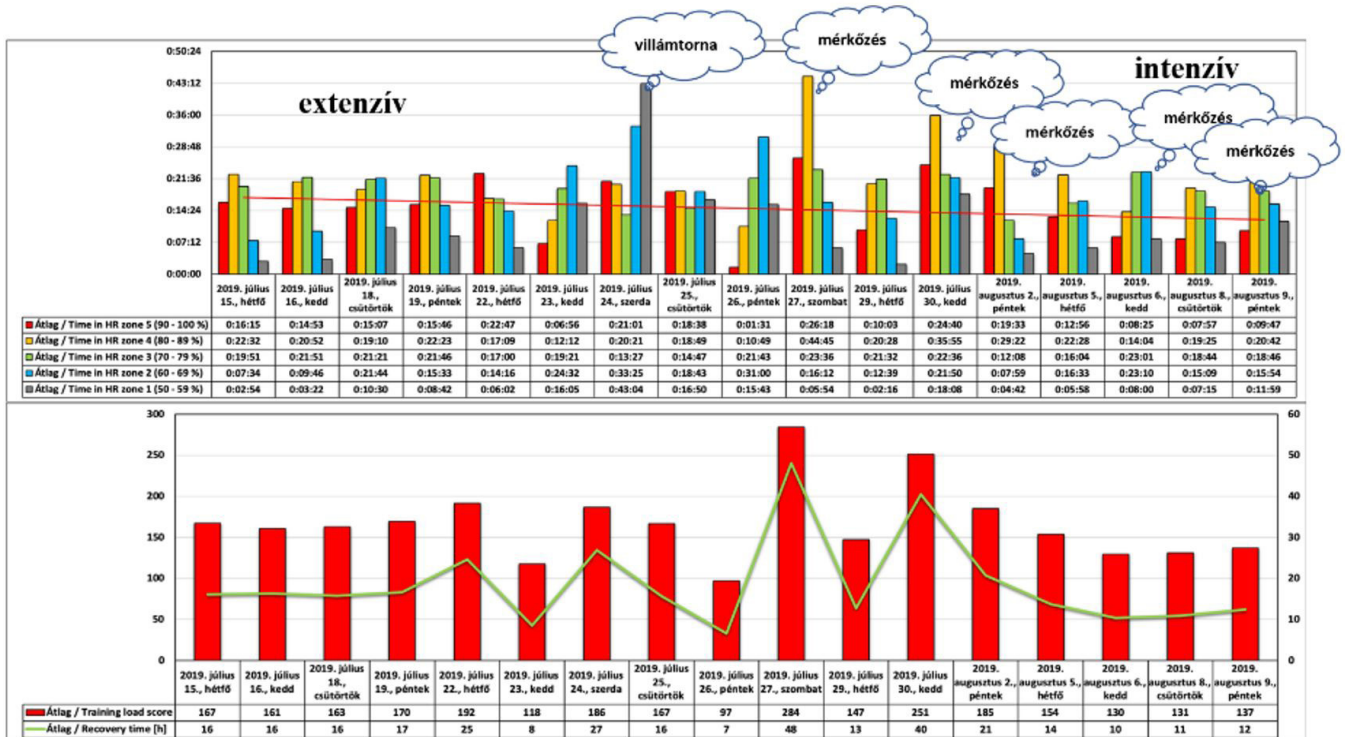
A különböző színű oszlopok, a különböző intenzitású terhelésekben (>50- ≤100%) töltött időt mutatják. Az első kettő hét edzésekkel telt, az információk alapján extenzív (terjedeleme) növekedéssel a fókuszban. A következő két hét intenzív (terhelés növelése). A kép alsó része az edzéster-



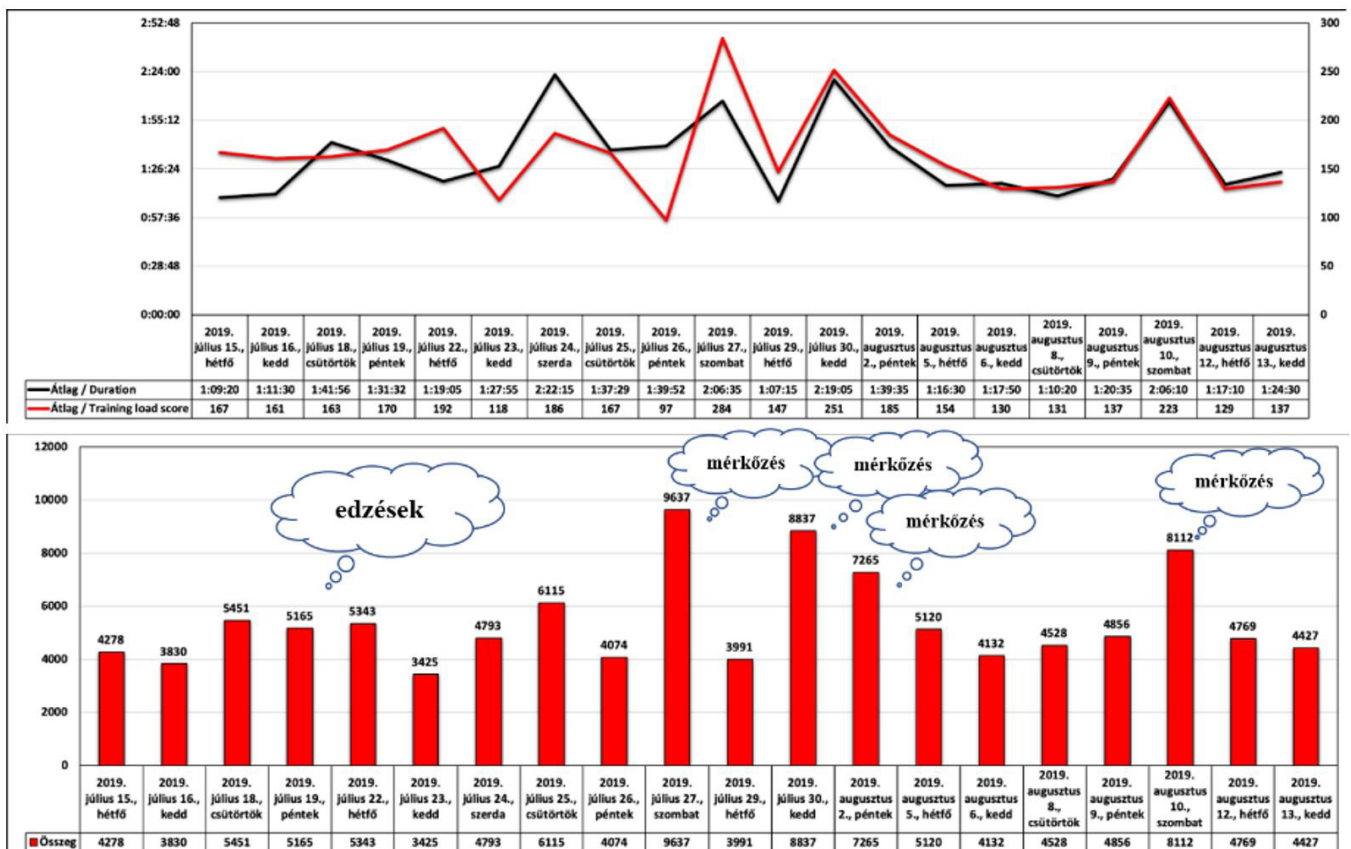
8/8. ábra Folyamatosan edzett, fiatal felnőtt teljesítménye, a hivatalos edzésnapok között egyéni tervezésű szubmaximális intenzitású futásokkal kiegészítve.



8/9. ábra: Nyaralásból visszatért játékos, ugyanazon terhelésen mért teljesítménye.



8/10. ábra Négyhetes felkészülés periodicitása, csapatátlag alapján.



8/11. ábra: A terjedelem és az intenzitás váltakozásának mintázata négyhetes felkészülési időszakban.

helés összetett pontértékét jelöli (tehát az intenzitást), illetve a szervezet visszaállítást mutatják órában (8/10. ábra).

Fontos megfigyelni, hogy mekkora a megtett távolság (3425-6115 m) csapat átlaga az edzés (első két hetében), illetve a második két hétben, valamint a mérkőzések közben teljesített távolság (8112-9367 m) tekintetében is (8/11. ábra).

Az ellipszissel jelölt terület hat hét felkészülési időszak terjedelmét és intenzitás mintázatát mutatja be. A kiemelt terület első két hete jelentős terhelésadagolással telt, majd ez folyamatosan csökkent. Nem ismerjük az edző megfontolásait, csupán tényként közöljük a látottakat (8/12. ábra).

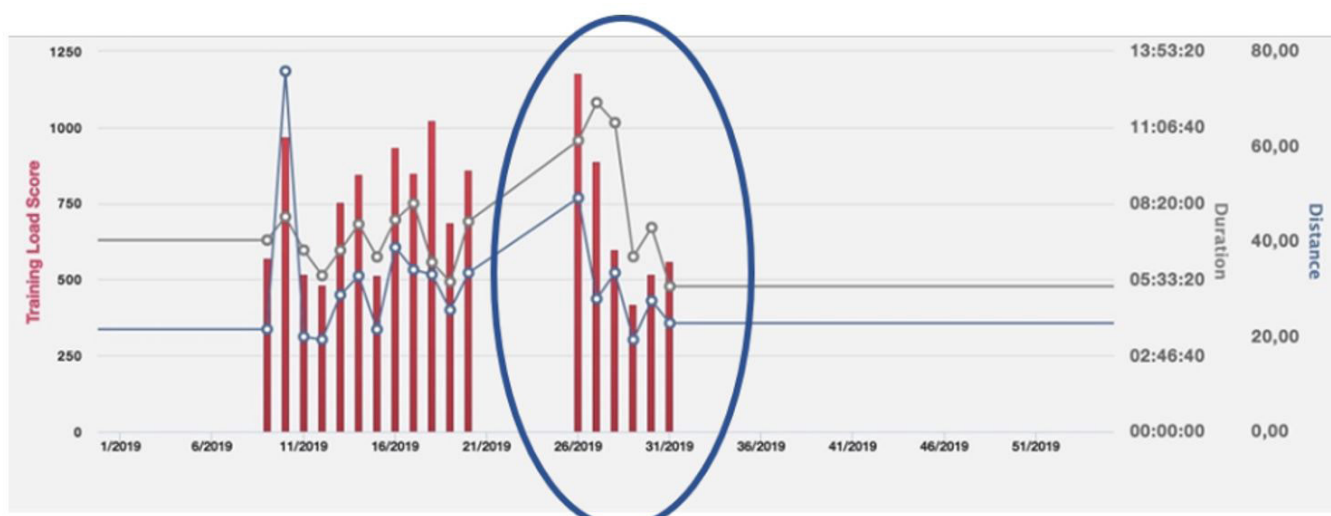
### 8.7. A „Catapult” rendszer (GPS/GNNS) műholdas helyzet-meghatározáson alapuló rendszer használata

A „Catapult” rendszer alkalmas edzések és mérkőzések elemzésére. Lehetőség van a megtett táv, a sebesség és a pulzusszám mérése mellett a gyorsulások és lassulások számának megjelenítésére is adott sportoló esetében. Az egyéni elemzések mellett a csapat átlageredményeit, teljesítményét is áttekinthetjük a pulzus zónák, vagy a sebesség intenzitás alapján. A csapat szezonális teljesítményét is nyomon követhetjük akár az edzéseket, akár a mérkőzéseket vizsgálva (8/13. ábra; 8/14. ábra).

Az edzés- és mérkőzésterhelések folyamatos és tervezett követése, kiváló lehetőséget ad a tudatos szakmai munkának. Lehetővé teszi a terhelés mennyiségének – akár napi – módosítását egyénre szabását. A *külső terhelés* (lásd.: harmadik fejezet) főbb mutatói többek között az edzésen/mérkőzésen megtett összes távolság, az egyes sebességzónákban megtett táv és a gyorsulások száma. A külső terhelési ingerek fiziológiai választ váltanak ki a játékos (sportoló) szervezetében: ezt nevezzük *belső terhelésnek*. Ugyanaz a külső terhelés teljesen más belső választ idézhet elő két különböző játékos esetében. Az eltérő szervezeti válaszreakciók a sportolók egyéni tulajdonságaiból adódnak (lásd.: harmadik fejezet). Ilyen egyéni jellemző: az életkor, a fizikai teljesítőképesség aktuális szintje, az edzőmúlt.

A belső terhelés indikátorai (lásd.: második fejezet) egyebek mellett: a szívfrekvencia, a sportoló által érzékelt erőfeszítés szintje (RPE) [a „Polar Team” szoftverben található „Training Load”] a „Catapult” elemző szoftverben pedig a „Player Load”].

A *belső terhelés váltja ki az edzeshatást (a szervezet alkalmazkodását)*. Ez a hatás lehet pozitív (pl. a fitességi szint növekedése), semleges (pl. a meglévő fitességi állapot szinten tartása), vagy negatív (pl. a fitességi szint csökkenése, betegség vagy sérülés). Az edzésen elvégzett munka értékelésének



8/12. ábra Az ellipszissel határolt terület hat hetes felkészülési idő eredményeit mutatja be, felnőtt másodosztályú labdarúgók között. A bal oldali (y) tengelyen az összesített edzés terhelés mutató (TLS) a jobb oldali (y) tengelyeken a terjedelem (duration), illetve a megtett távolság (distance).



8/13. ábra A Catapult rendszer által rögzített (egy játékos) mérkőzés közben elvégzett teljesítménye.



8/14. ábra: A mérkőzés közben eltöltött intenzitás zónák, pulzusszám, sebesség kategóriák alapján.



lényeges eleme, hogy az edzés által kiváltott hatást összevessük a játékosokért fizikai megterheléssel [20, 21].

### 8.8. Az akut és a krónikus terhelés aránya

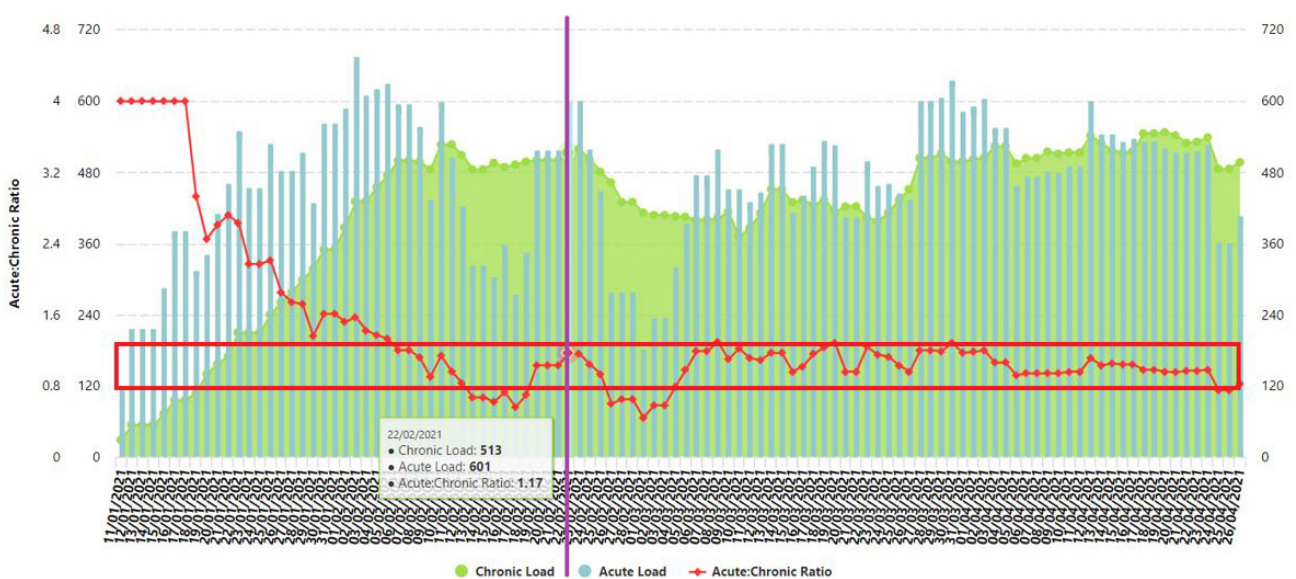
A „Playertek Team” szoftver az Akut/Krónikus terhelés-t használja a sérülés kockázatának méréséhez. Ez egy széles körben elterjedt kockázatbecslő módszer, amely egy terhelési arányszámot számol ki az előző hét nap (akut terhelés) és az előző 28 nappal (krónikus terhelés) arányításával. Az A/K terhelés arány bármely teljesítménymutató [tetszőleges egység; arbitrary unit (Au)] alapján meghatározható. Ha például az összes megtett tá-

vot szeretnénk összehasonlítani alaphoz használni, akkor az **akut terhelés** kiszámításához az elemző program az aktuális napon és az azt megelőző hat napon megtett métereket összegezve kalkulálja a hét nap átlagát. A **krónikus terhelés** meghatározása az aktuális nap és az azt megelőző 27 nap hasonló adatainak összegzésével, majd heti átlagának kiszámításával történik [22]. A „Playertek Team” szoftver tehát **gördülő átlagokat** használ, amelyek naponta frissülő kezdő- és befejező dátumú időszakok adataiból jönnek létre (8/15. ábra).

Az akut és a krónikus terhelési mintázat néhány helyen hiányos (8/16. ábra). Pontosabban az ábra



8/15. ábra: Az akut és krónikus terhelés aránya négyhetes periódus alapján



8/16. ábra Az akut és krónikus terhelés aránya négyhónapos periódus alapján

elején rögzített adatok hiánya miatt nem volt lehetőség a két jellemző megjelenítésére. Így a két elem hányadosa pontatlan. Ugyanez a pontatlanság megjelenik márciusban a hónap elején is ahol néhány edzés adata (krónikus) hiányzik. Az azt követő periódus azonban optimális akut/krónikus arányt mutat.

A fent leírt algoritmus alapján, ha az előző hét terhelése (akut terhelés) = „3000 Au [legyen ez pl. a közepes és magas intenzitással lefutott méterek száma], az előző 4 hét terheléseinek heti átlaga (krónikus terhelés) = 4000 Au [itt ugyanúgy a közepes és magas intenzitással lefutott méterek számát használjuk], akkor az akut : krónikus terhelési arány  $3000 : 4000 = 0,75$ . Az 1-nél kisebb érték, mint amely a fenti példában is előfordult, arra utal, hogy a játékosok leginkább „friss” állapotúnak tekinthetők, mivel az elmúlt hét terhelése alacsonyabb volt, mint az előző négy hét terheléseinek átlaga [22]. Ezzel szemben az 1-nél nagyobb érték azt mutatja, hogy az elmúlt hét terhelése nagyobb volt, mint az előző négy hét terheléseinek átlaga, vagyis a játékosok inkább „fáradt” állapotban vannak, és nem igazán alkalmasak a megterhelésre. A legújabb kutatások már azt hangsúlyozzák, hogy az 1,5-nél magasabb érték már komoly „terhelési csúcs”-nak számít, amely jelentősen megnövelheti a sérülések kockázatát” (<https://www.linkedin.com/pulse/what-ac-workload-ratio-why-implemented-topsportslabapp-van-brussel>.)

### 8.9. „InStat” játékos és csapat megfigyelő rendszer

Az „InStat Fitness” jelentés egy kiváló statisztikai eszköz, amely teljes információt nyújt a csapat



8/17. ábra A rendszer logója

teljesítményéről egy, illetve több mérkőzésen. Az „InStat Fitness” adatbázis segít megérteni, hogy a játékosok hogyan teljesítenek, jellemezi a fáradtság **mértékét és következtetéseket von le** a csapat általános fizikai állapotáról. Az összes fitnesszadatot táblázatok, diagramok és taktikai térképek mutatják be.

*Milyen paramétereit vannak az „InStat Fitness”-nek:*

#### **Öt sebességfokozat:**

( $2 \text{ m} \times \text{s}^2$  alatt), járás,

( $2-4 \text{ m} \times \text{s}^2$ ), futás,

( $4-5,5 \text{ m} \times \text{s}^2$ ), nagysebességű futás,

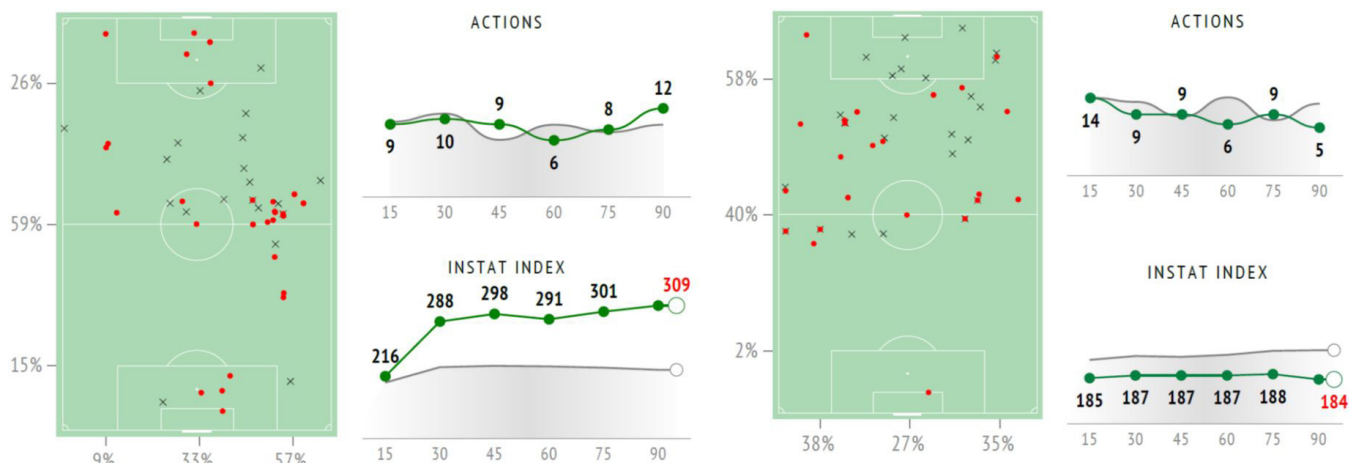
( $5,5-7 \text{ m} \times \text{s}^2$ ) és sprintelés,

( $7 \text{ m} \times \text{s}^2$  felett).

Támadásban és a védelem közben modellálja: a játékosok közötti távolságot, mélységet, tömörséget stb. A csapat mozgását, megtett távolságot, a nagy sebességű futások számát. Minden **mérkőzés után egyéni jelentést készít egy u.n. InStat Indexet (8/17. a/b ábra)**. Értelmezése során azonban tudni kell, hogy a gólszerzés jelentősen növeli ezt az értéket, még akkor is, ha egyébként a játékos általános szerepvállalása elmarad társaitól, akik éppen nem szereztek gólt.

Párhuzamosan **követve**, két csapatot a fent említett adatokkal számos mérkőzéselemet emel ki és összesíti azokat (szabálytalanságok, sárga-és piros lap, szöglet, lesállítás) (8/18.a./b. ábra). A labdatartás **százalékos megjelenítése mellett**. Hetente több mint, 2000 mérkőzést rögzítenek. Az „InStat” szakemberei minden akciót regisztrálnak: gólokat, passzokat, megnyert párharcokat. Egy algoritmus kiszámítja az összes műveletet, és elkészíti a játékos InStat indexét, amely mérkőzésről-mérkőzésre változik. Minden szám interaktív - egy kattintással lejátszhat egy videót vagy létrehozhat egy lejátszási listát. A statisztikák, videók, egyedi jelentések és profilok segítik a játékosokat abban, hogy objektív módon értékeljék saját teljesítményüket. Elemezhetik azokat az epizódokat, amelyekben részt vettek, és lépéseket tehetnek a fejlődés felé.

**Összefoglaló jelentések** készítése a szezon során, amelyek az összes lejátszott mérkőzést lefedik és **tükrözik a játékos fejlődését. Lehetőséget bizto-**

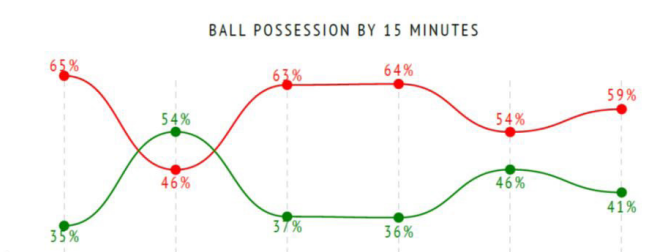
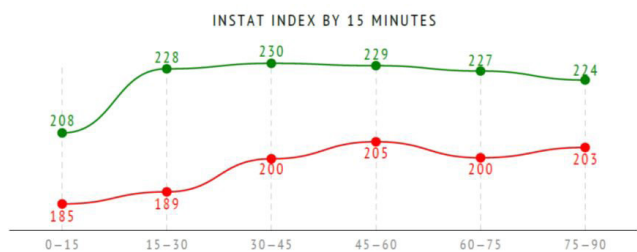


8/17. a/b. ábra Egyes játékos szereplése akciókban, „Instat Index” készítése

A rendszer a teljes mérkőzésről videót készít így pontosíthatók a statisztikai adatok, illetve az azokkal való összeolvasással.

<b>InStat Index</b>	<b>224</b>	<b>203</b>
1st half	230	200
2nd half	224	203

<b>Ball possession</b>	<b>42%</b>	<b>58%</b>
1st half	42%	58%
2nd half	41%	59%



Chances / converted	3 / 2	5 / 1
Goalkeeper saves	3	–
Fouls	18	17
Yellow / red cards	2 / 0	1 / 0
Offsides	4	–
Corners	4	13

Ball possessions, quantity	107	129		
Average duration of ball poss.	00:11	00:12		
Entrances to the opposition half	53	50%	93	72%
Entrances to the final third	26	24%	64	50%
Entrance to the penalty box	9	8%	26	20%

8/18. a/b. ábra Egyes játékos szereplése akciókban, „Instat Index” készítése

sít, az összehasonlításra a világ legjobb labdarugóival, társaival vagy csapattársaival. Folyamatosan frissül az InStat Index.

*Pontosabb, mint a GPS-alapú adatgyűjtés*

Fizikai aktivitás beszámoló a csapatról és a mérkőzés minden játékosáról: minden nagy sebességű futásról, az aktivitás növekedése és csökkenése, a megtett távolság és egyéb jellemzőkről. Elemezhetjük a korábbi mérkőzéseket és a közelgő ellen-

feleket. Az elemző jelentés minden játékosról tartalmaz információkat. Az InStat általában kétféle analitikai jelentést készíthet: **játék utáni elemzés és a jövőbeni ellenfél elemzése**

Támadó és védekező cselekvések elemzése.

A labda mozgásmintáinak elemzése: átmenetek támadásból, védekezésbe. A kulcsfontosságú zónák játékosai közötti interakciók, illetve az adott csapat taktikai cselekedeteinek grafikus elemzése.

A platform videókkal, statisztikákkal és interaktív diagramokkal segíti az elemzést. **Több mint, 960 000 játékosról tárol adatot**, a világ minden tájáról.

Az edzők, a játékosok, a játékosmegfigyelők, **újságírók néhány kattintással információkat kaphatnak a világ bármely részéről érkező bármely játékosról vagy csapatról. Statisztikák, teljes mérkőzések, bármilyen cselekvés video összefoglalása, interaktív lövéstáblázatok, sőt linkek a játékosok profiljaihoz a közösségi médiában - mindezek a szolgáltatások elérhetők az InStat Scout platformon. Minden hónapban több mint 6000 mérkőzést töltenek fel az adatbázisba. A játékosok és a csapatok profiljában szereplő információk valós időben, vagy a mérkőzés után néhány órán belül frissülnek. A mérkőzéselemzés, az edzésfolyamat korrekciója és kiigazítása az InStat jelentésben szereplő számokkal kezdődik. Az InStat emellett felajánlja a játékosok és a csapat paramétereinek változásainak nyomon követését az egész szezonban, valamint összehasonlíthatja önmagát és csapatát a verseny többi résztvevőjével.**

Az InStat 4féle jelentést nyújt: meccs utáni csapatjelentés, meccs utáni játékosjelentés, összefoglaló játékosjelentés és összefoglaló versenyjelentés. A jelentés minden paramétere egy videóhoz kapcsolódik az InStat Scout platformon. A statisztikai adatok segítenek felmérni a különböző helyzetű játékosokat és a csapat általános teljesítményét. Az InStat folyamatosan figyeli az ifjúsági és junior tornákat. Jelenleg az InStat adatbázis több mint 45 000 13 és 18 év közötti játékosról tartalmaz információkat. Ezeknek a játékosoknak több mint 30 féle akciót és körülbelül 15 fizikai aktivitással és futással kapcsolatos paramétert és kritériumot számol. Figyelembe vesszük az olyan mutatókat, mint az állóképesség, a gyenge lábjáték, a védekező teljesítmény, a támadási teljesítmény és még sokan mások. Ezen adatok felhasználásával az akadémiák edzői megismerhetik a játékos erősségeit és meghatározhatják fejlődésének irányát.

## **8.10. A sérülések rögzítése, követése, tudatos prevenció és rehabilitáció tervezése**

A labdarúgás a legnépszerűbb sportág a világon [23], 2016-ban világszerte mintegy 270 millió-an foglalkoztak ezzel a sporttal [24]. Körülbelül 110 000 ember számára „szakma” és így jövedelemforrás. Mintegy 38 millió regisztrált játékos számára szervezett csapatjáték és körülbelül 226 millió ember számára élvezetes edzéspótló tevékenység. A labdarúgás, egészségügyi előnyei jól dokumentáltak: um. a szív- és érrendszerre, az aktív és passzív mozgatórendszerre, a mentális állapotra kifejtett jótékony hatása [25]. Ezek mellett, vagy inkább ezekkel együtt a labdarúgásnak azonban paradox módon negatív hatása van is van az egészségre. Ez pedig a játékosok sérülései, testi kontaktusból vagy alul, illetve tüledzés okán szerzett sérülésekről beszélünk [26, 27]. Megalapozott epidemiológiai keretrendszerben hatékony sérülésmegelőzési stratégiával (a terhelés követése objektív és szubjektív információk alapján) preventív gyakorlatláncok alkalmazásával kezelhető ez a probléma is.

## **8.11. Sérülési mechanizmusok**

**Összességében a futbalsérülések körülbelül kétharmada traumás, a másik egyharmadát (27–33%) túlzott igénybevétel okozza** [28, 29, 30]. A traumás sérülések körülbelül kétharmada kontakt sérülés, amelyek 12–28% -át szabálytalanság okozza. Nevezetesen a nem érintkezéses sérülések az összes sérülés 26–58% -át teszik ki. A sérülések elsősorban a mérkőzés kezdeti vagy utolsó 15 percében jelentkeznek, jelezve a megfelelő bemelegítés jelentőségét és a fáradtság játékosokra gyakorolt hatását [31].

## **8.12. Kockázati és védelmi tényezők**

*Nem módosítható kockázati tényezők*

(1) Játékos pozíció, (2) életkor, (3) nem, (4) genetikai előzmények, (5) korai specializáció.

A kapusok összességében alacsonyabb sérülési kockázattal rendelkeznek, mint a mezőnyjátékosok [32, 33]. A kapusoktól függetlenül a jelenlegi bizonyítékok következtelenek a játékos pozíciója és a sérülések kockázata közötti összefüggésben; úgy tűnik azonban, hogy a csatárok nagyobb koc-

kázatnak vannak kitéve, mint a többi mezőnyjátékos meccsek alatt.

### Módosítható kockázati tényezők

Ilyen a *terhelés* az abszolút (felhalmozott vagy kumulált) terhelés mennyisége, (pl. 1 hetente, 2 hetente), az elit ifjúsági és a felnőtt labdarúgók nagyobb sérülési kockázatával járhat együtt [34–36]. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy célszerű lehet abszolút terhelési küszöböt meghatározni, például heti terhelési küszöböt, hogy tovább csökkentsék a sérülések kockázatát, különösen az ifjúsági labdarúgásban.

Összességében a rendelkezésre álló bizonyítékok azt sugallják, hogy a terhelés megugrásának elkerülése (például az akut és krónikus munkaterhelés arányának optimalizálása) kevesebb foci-sérüléssel jár [37, 38].

### 8.13. Neuromuszkuláris tényezők

A combhajlító/feszítő erők arány egyensúlyhiánya a combizom izom sérülésének fő kockázati tényezője. A combhajlító erejének csökkenése a

quadriceps erősségéhez viszonyítva a térdszalag sérüléseinek kockázati tényezője mind a férfi, mind a női ifjúsági futball játékosoknál. Míg a jelenlegi bizonyítékok nem meggyőzőek az izomerő aszimmetriájáról (vagyis jobb és baloldal) mint kockázati tényezőről, az excentrikus combizom erőteljes aszimmetriája kifejezetten a sérülés legfontosabb előrejelzőjeként szerepel a férfi ifjúsági játékosok körében [26]. Ezenkívül az excentrikus combhajlító szilárdság (<256 N) és az egy lábú combizom híd pontszáma, amely kevesebb, mint 20 ismétlés a jobb lábon, a combfeszítés megnövekedett kockázatával jár. A rossz talajraérkezés mechanika, különösen a megnövekedett dinamikus térd valgus, az alsó végtagi sérülések, köztük az ACL sérülésének fokozott kockázatával jár [9]. A láb dominanciája és a lábak aszimmetriája a sérülések fokozott kockázatával is összefügg. Vizsgálatok igazolják, hogy az egyén domináns és nem domináns végtagja közötti 15% -os vagy annál nagyobb különbség megjósolja a jövőbeni sérülés esélyét.

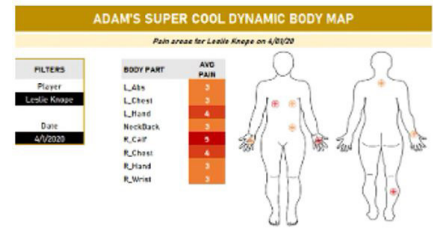
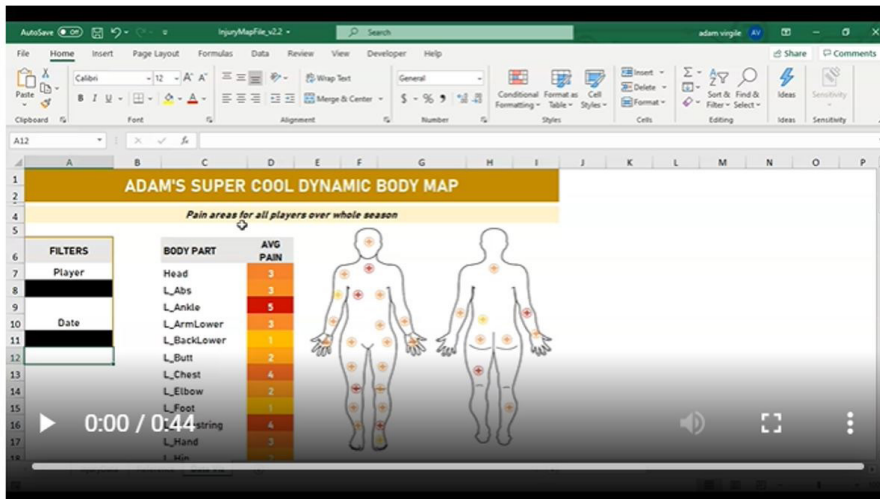
Ezenkívül az irodalom azt sugallja, hogy a kis ki-

Alapadatok		Minta	Sportsérülés 1	Sportsérülés 2	Sportsérülés 3	Sportsérülés 4	Sportsérülés 5	Sportsérülés 6	Sportsérülés 7	Sportsérülés 8	Sportsérülés 9	Sportsérülés 10	Sportsérülés 11	Sportsérülés 12
Név:		Minta (nem kötelező megadni)												
Születési dátum, életkor:		2000.01.01 (nem kötelező megadni)												
Korosztály/csapat:		Minta sportsérülés - csonttörés												
Előző sportsérülések:														
Egyéb:														
Sérülés időpontja:		Minta időpont - 2020.01.01												
Sérülés eseménye:		Minta esemény - Márkőzés												
Sérülés melyik szakaszba:		Minta szakasz - bevezetés												
Sérülés módja:		Minta mód - sportbaeset												
Sérülés lokalizációja:		Minta lokalizáció - kéz												
Sérülés típusa: (pl.: törés, zúzódás)		Minta típus - zúzódás												
Helyszíni ellátást végző személy neve:		Minta személy - Név												
Helyszíni ellátást végző személy:		Minta - csapat orvos												
Helyszíni ellátás diagnózisa, kezelése														
Folytatta az edzést/mérkőzést:		Minta - nem												
Kórtalaj/nem kórtalaj:		Minta - kórtalaj												
Sérülés oka (akut/krónikus):		Minta - akut												
Képkötő eljárások														
Műtéti eljárások														

Sportsérülések alapstatistikai mutatói		Képkötő eljárások száma				
Korosztály/csapat	Műtéti eljárások száma	PTG	MDI	Ultrahang	CT	Egyéb

8/19. ábra Sérülésregiszter



## FIRST THINGS FIRST

Download the data set by clicking the button below so that you're ready to follow along with the videos.



8/20. ábra A sérülések megjelölése a testfelszínén

terjedésű dinamikus mozgások, a dinamikus stabilitás hiányában növelhetik az alsó végtagi sérülések kockázatát a fiatal ifjúsági játékosok körében.

### 8.14. Magas intenzitású (HSR)-és sprintfutások gyakorisága, azok sérülésveszélyei labdarúgásban

Kutatók, az edzésterhelést, a későbbi sérülések módosítható kockázati tényezőjeként definiálták [35]. A professzionális labdarúgásban – mint a médiapiacra kiválóan eladható terméken belül – a gyakori pályarálépés a játékosok számára több esetben is alig biztosít optimális pihenést. A 3 napos helyreállítással történő játékgyakorlás már önmagában is jelentős terhelést jelent [40]. Ezért ezeknek a játékosoknak eredendően magas edzésterhelésük, pontatlan helyreállítási időszakaik, az edzések terhelésének megválasztása körültekintő, tudományosan tervezett munkát igényel. Ezek mellett a sok edzésnap és a sérülés miatt elvesztett mérkőzés bizonyítottan káros a csapat sikeres szereplésére [41]. Az utóbbi időben jelentősen megnőtt a magas intenzitású futások (HSR) mennyisége [42], illetve a sprintfutások (SR) számának gyakorisága is. Az említett futásokra való felkészítés, illetve az erre való kitettség előkészítése edzőkörnyezetben kell, hogy megvalósuljon [43, 44]. Jelenleg azonban nincs egyértelmű bizonyíték, amely lehetővé teszi az edzők számára, hogy

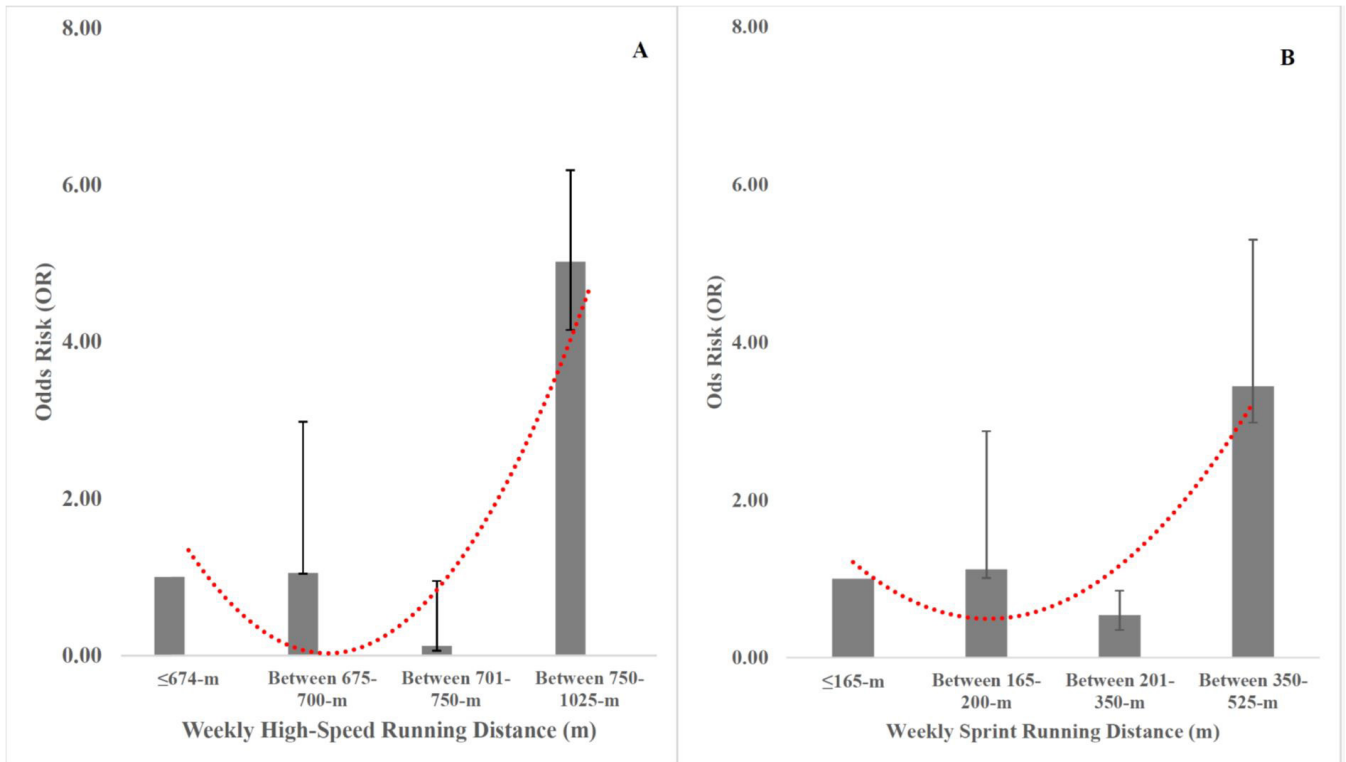
megértsék ezen expozíció magasabb dóziszválasztát. Malone és mtsai. (2018) arról számolt be, hogy az elit labdarúgók fokozottan veszélyeztetettek sérülést szenvedtek, amikor magas egyhetes kumulatív edzésterhelést tapasztaltak ( $\geq 1500$  és  $\leq 2120$  között AU). A kockázatnövekedés akkor is nagyobb volt, ha az egyhetes terhelés nagyobb vagy egyenlő volt akut/krónikus terhelési arány  $\geq 1,50$  (VAGY: 2,33-3,03).

### 8.15. Módszertani ajánlások

U-alakú görbe rajzolható a nagy sebességű (HSR) és a sprinten alapuló futási terhelés (SR) illetve a sérülésre való esély kockázata között, labdarúgó kohorszokban. Tanulmányok igazolják, hogy a 3:21 napos akut/krónikus munkaterhelési arány kapcsolatban áll a sérüléskockázattal az elit labdarúgóknál.

Ezeket az arányokat a csapatokon belül kell alkalmazni, a kapcsolódó kockázatok jobb megértése érdekében. A csapatedzők törekedjenek arra, hogy a játékosokat képzési időszakban tegyék ki az ilyen jellegű terhelésnek. Lehet ilyen um.: kisterületen végzett játékok, vagy lineáris „száraz” futások formájában.

A nagyobb krónikus edzésterhelés lehetővé teszi a játékosok számára, hogy nagyobb mennyiségű gyors futásnak legyenek kitéve, csökkentett kocká-



**8/21./A./B. ábrák** A magas intenzitású- és a sprintfutások heti gyakorisága, azok valószínűsége a sérülések szempontjából.

zat mellett. A magasabb szakaszos aerob kapacitás lehetővé teszi a játékosok számára, hogy eredményesebben tolerálják a nagyobb futási mennyiséget, csökkentve ezzel a sérülés kockázatát.

## 8.16. Felhasznált Irodalom

1. McCall A, Davison M, Andersen TE, et al. Injury prevention strategies at the FIFA 2014 world cup: perceptions and practices of the physicians from the 32 participating national teams. *Br J Sports Med.* 2015;49(9):603–608.
2. Wallace LK, Slattery KM, Coutts AJ. A comparison of methods for quantifying training load: relationships between modelled and actual training responses. *Eur J Appl Physio.* 2014;114(1):11–20.
3. Di Fiori J, Benjamin H, Brenner J, Gregory AJM, Jayanthi N, Landry G, Luke A. Overuse Injuries and Burnout in Youth Sports: A Position Statement from the American Medical Society for Sports Medicine, *Clin J Sport Med;* 2014;24(1):3–20.
4. Foster C et al. Athletic performance in relation to training load, *Wis. Med J.* 1996;95(6):370-4
5. Foster C. Monitoring training in players with reference to overtraining syndrome, *Medicine & Science in Sports & Exercise,* 1998;30(7):1164-8.
5. Gabbett TJ. The training—injury prevention paradox: should players be training smarter and harder, *Br J Sports Med,* 2016;50(5):273-80.
6. Gallo et al.: Pre-training perceived wellness impacts training output in Australian football players, *J Sports Sci.,* 2016;34(15):1445-51.
7. Kerr Z et al. College Sports-Related Injuries - United States 2009–14 Academic Years <http://www.medscape.com/viewarticle/855867> 7.
8. Mann B et al. Effect of Physical and Academic Stress on Illness and Injury in Division 1 College Football Players, *J Strength Cond Res* 2016;30(1):20-5.
9. National High School Sports-Related Injury Surveillance Study [[http://www.ucdenver.edu/academics/colleges/PublicHealth/research/ResearchProjects/piper/projects/RIO/Documents/2\\_012-13.pdf](http://www.ucdenver.edu/academics/colleges/PublicHealth/research/ResearchProjects/piper/projects/RIO/Documents/2_012-13.pdf)]
9. Piggott B, Newton MJ, Mc. Guigan MR. The relationship between training load and incidence of injury and illness over a preseason at an Australian Football League club, *J Aust. Strength Cond.,* 2009;10(17):4–17,
11. Robson-Ansley PJ, Gleeson M, Ansley L. Fatigue management in the preparation of Olympic athletes. *J Sports Sci.* 2009;27(13):1409-20.
12. Oja P, Tuxworth B, eds. *Eurofit for Adults: Assessment of Health-Related Fitness.* Finland: Council of Europe Publishing; 1995:1-13.
13. Suni J, Husu P, & Rinne M. Fitness for Health: The ALPHA-FIT Test Battery for Adults Aged 18–69. Published by European Union, DG SANCO, and the UKK Institute for Health Promotion Research, Tampere, FINLAND.
14. Lemmink KA, Han K, de Greef MH, Rispens P, & Stevens M. Reliability of the Groningen Fitness Test for the Elderly, *Journal of Aging and Physical Activity,* 2001;9(2):194-212.
15. Rikli RE, Jones CJ. The development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J of Aging and Physical Activity,* 1999a;7:129–161
16. Rózańska-Kirschke A, Kocur P, Wilk M, Dylewicz P. The Fullerton fitness test as an index of fitness in the elderly. *Med Rehabil.* 2006;10(2):9–16.
17. Franklin BA, Swantek KI, Grais SL, Johnstone KS, Gordon S, Timmis GC. Field test estimation of maximal oxygen consumption in wheelchair users. *Arch Phys Med Rehabil.* 1990;71(8):574-578.
18. Guidelines for Exercise Testing and Prescription. American College of Sports Medicine, 9th ed, Lippincott Williams & Wilkins, 2013.
19. Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen uptake. *Journal of the American Medical Association.*



- 1968;203(3):201-204.
20. Buchheit M. The 30-15 Intermittent Fitness Test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008;22(2):365-374.
  21. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, Doleshal P. & Dodge C, A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*. 2001. 15(1):109-15.
  22. Impellizzeri FM, Rampinini E & Marcora SM. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sports Sci*. 2005;23(6):583-92.
  23. Hulin BT, Gabbett TJ, Caputi P, Lawson DW, Sampson JA. Low chronic workload and the acute:chronic workload ratio are more predictive of injury than between-match recovery time: a two-season prospective cohort study in elite rugby league players. *Br J Sports Med*. 2016;50(16):1008-12.
  24. Top-10 trending most popular sports in America 2019 | SportyTell [<https://sportytell.com/sports/top-10-most-popular-sports-in-america/>].
  25. FIFA Big Count 2006: 270 million people active in football [<https://digitalhub.fifa.com/m/55621f9fdc8ea7b4/original/mzid0qmguixkcmruvema-pdf.pdf>]. 2007 [accessed 2020 Apr 1]
  26. Krstrup P, Dvorak J, Junge A, Bangsbo J. Executive summary: the health and fitness benefits of regular participation in small-sided football games. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20 Suppl 1:132-5.
  27. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am J Sports Med*. 2007;35(10):1756-69.
  28. Toomey CM, Whittaker JL, Nettel-Aguirre A, Reimer RA, Woodhouse LJ, Ghali B, Doyle-Baker PK, Emery CA. Higher Fat Mass Is Associated With a History of Knee Injury in Youth Sport. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2017;47(2):80-87.
  29. López-Valenciano A, Ruiz-Pérez I, García-Gómez A, Vera-García FJ, De Ste Croix M, Myer GD, Ayala F. Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2020;54(12):711-718.
  30. Junge A, Dvorak J. Soccer injuries: a review on incidence and prevention. *Sports Med*. 2004;34(13):929-938.
  31. Feria-Arias E, Boukhemis K, Kreulen C, Giza E. Foot and Ankle Injuries in Soccer. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2018;47(10).
  32. Pfirrmann D, Herbst M, Ingelfinger P, Simon P, Tug S. Analysis of Injury Incidences in Male Professional Adult and Elite Youth Soccer Players: A Systematic Review. *J Athl Train*. 2016;51(5):410-24.
  33. Della Villa F, Mandelbaum BR, Lemak LJ. The Effect of Playing Position on Injury Risk in Male Soccer Players: Systematic Review of the Literature and Risk Considerations for Each Playing Position. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2018;47(10).
  34. Hughes T, Sergeant JC, Parkes MJ, Callaghan MJ. Prognostic factors for specific lower extremity and spinal musculoskeletal injuries identified through medical screening and training load monitoring in professional football (soccer): a systematic review. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2017;21;3(1) e000263
  35. Bowen L, Gross AS, Gimpel M, Li FX. Accumulated workloads and the acute:chronic workload ratio relate to injury risk in elite youth football players. *Br J Sports Med*. 2017;51(5):452-459.
  36. Malone S, Owen A, Newton M, Mendes B, Collins KD, Gabbett TJ, et al. The acute: chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *J Sci Med Sport*. 2017;20(6):561-565.
  37. Read PJ, Oliver JL, De Ste Croix MB, Myer GD, Lloyd RS. Neuromuscular Risk Factors for Knee and Ankle Ligament

- Injuries in Male Youth Soccer Players. *Sports Med.* 2016;46(8):1059-66.
38. Read PJ, Oliver JL, De Ste Croix MBA, Myer GD, Lloyd RS. A Review of Field-Based Assessments of Neuromuscular Control and Their Utility in Male Youth Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2019;33(1):283-299.
  39. Al Attar WSA, Alshehri MA. A meta-analysis of meta-analyses of the effectiveness of FIFA injury prevention programs in soccer. *Scand J Med Sci Sports.* 2019;29(12):1846-1855.
  40. Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med.* 2016;50(5):273-80.
  41. Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, et al. Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(2):278-85.
  42. Barnes C, Archer DT, Hogg B et al. The evolution of physical and technical performance parameters in the English premier league. *Int J Sports Med.* 2014;35(13):1095-1100.
  43. Al Haddad H, Simpson BM, Buchheit M, et al. Peak match speed and maximal sprinting speed in young soccer players: effect of age and playing position. *Int J Sports Physiol Perform.* 2015;10(7):888–96.
  44. Malone S, Owen AL, Mendes B, Hughes BJ, Collins K, Gabbett TJ. High-speed running and sprinting as an injury risk factor in soccer: Can well-developed physical qualities reduce the risk? *Journal of science and medicine in sport*, 2018;21(3):257-262.
3. zásának jelentőségét!
  3. Mikor alkalmazható hatékonyan, illetve mikor van értelme a „Cooper teszt” alkalmazásának?
  4. Ismertesse a „Polar Team Pro” működésének elvét, a rögzített adatok gyakorlati alkalmazásának lehetőségeit!
  5. Miért szükséges a csapatsportban az edzés és a mérkőzés terhelésének elemzése?

### 8.17. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések

1. Mi a közvetlen célja a szív-keringési rendszer állapotát vizsgáló pályatesztek során alkalmazott, fejlett technológiával rendelkező, műszerek használatának?
2. Soroljon fel pályateszteket és azok alkalmazásának jelentőségét!

# IX. Fejezet

## Laboratóriumi vizsgálatok értelmezése

Az aerob kapacitás (VO<sub>2</sub>max) az egyik leggyakrabban vizsgált változó a fiziológiában. Széles körben tekinthető az aerob teljesítmény meghatározójának. A laboratóriumi környezetben vizsgált VO<sub>2</sub>max - ami az oxigénfogyasztás maximális elérhetőségének mértékét illeti – hatással van a testmozgás minőségére, a teljesítményre – és ezáltal az egészségre. A magas VO<sub>2</sub>max a metabolikus és szív-érrendszeri betegségek csökkent kockázatával [1-3] jár, illetve a negatív irányú változásai (menyiségének jelentős csökkenése) korrelálnak a metabolikus és szív-érrendszeri betegségek és halálozás kockázati tényezőinek változásával [4, 5]. Az aerob kapacitás vizsgálata, gyakori módszer a tréninghatás bemutatására, gyakran használják az edzés intenzitásának számszerűsítésére és szabványosítására [6, 7].

Az aerob kapacitás (VO<sub>2</sub>max) és az aerob teljesítmény közötti szoros kapcsolat arról győzte meg a kutatókat, hogy a képzési technikákhoz illesszék a (VO<sub>2</sub>max) **növekedését, ami együtt jól szolgálja a teljesítmény javítását** [8-10]. A kiválóan képzett sportolóknál a (VO<sub>2</sub>max) kevésbé változik akkor is, ha a teljesítmény megnő [11-13]. Fontos azonban megjegyezni, hogy a megfelelő aerob kapacitás nem mindig jár együtt a teljesítmény egyértelmű javulásával.

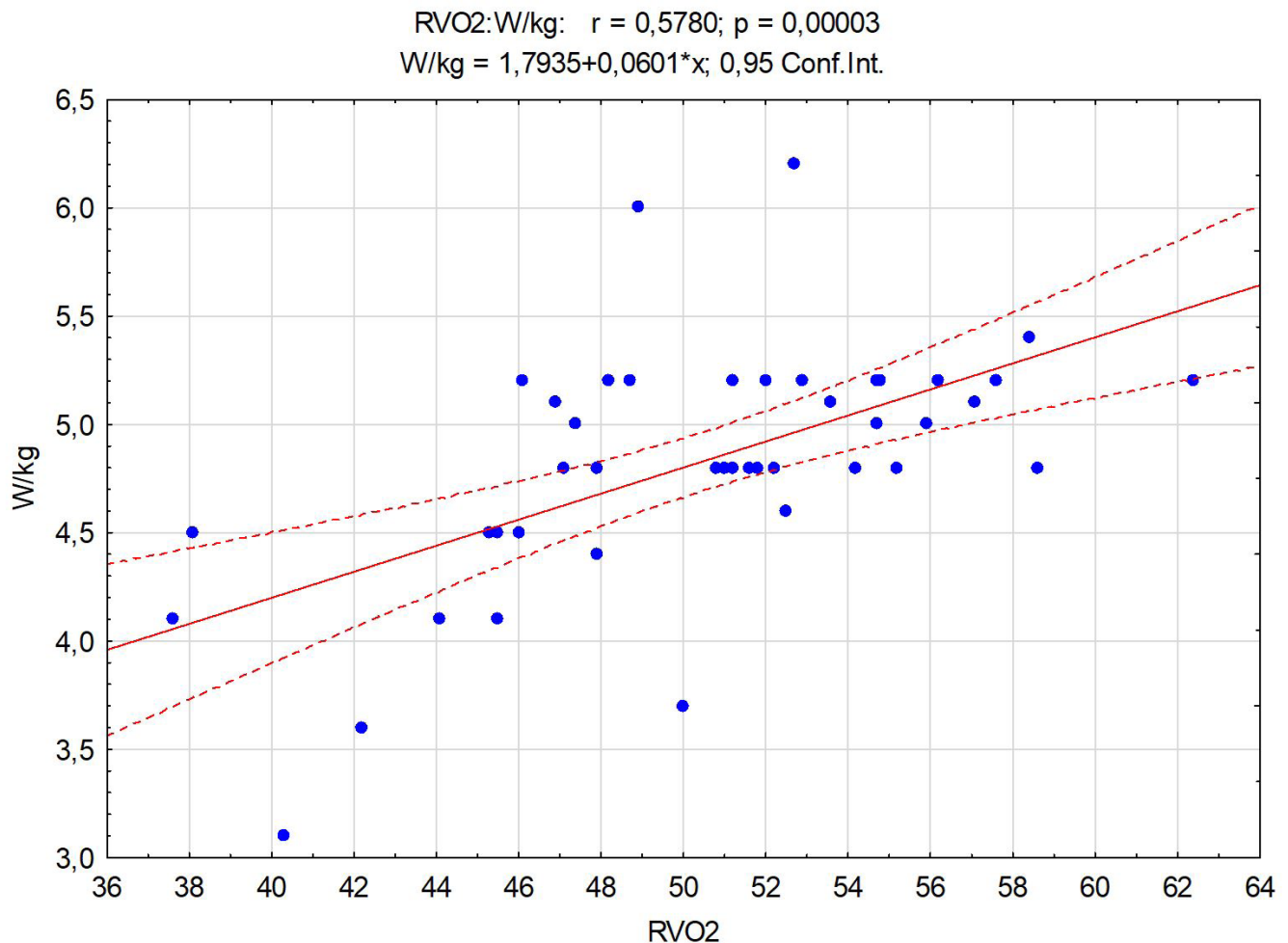
**Élettani kutatások vizsgáltak rekreációs aktivitást végző fiatal személyeket, [12]** illetve teljesítménysportolókat [14, 15]. Az eredmények arról tanúsítottak, hogy nem találtak szoros összefüggést a trainingVO<sub>2</sub>max és az aerob teljesítmény javulásának nagysága között. Smith és mtsai. [16-19] szignifikáns pozitív korrelációt találtak ( $r^2 = 0.61$ ) a  $\Delta$ VO<sub>2</sub>max és a  $\Delta$  teljesítmény között, kilenc jól képzett sportolóban. További kilenc sportolónál, akik hasonló képzési programot hajtottak végre

nagyobb intenzitással, futópadon, intervall edzés keretein belül. Így tehát megfontoltan (komplex módon) kell kezelni az oxigénszállító rendszer és az aerob teljesítmény javulását, nagyságuk közötti kapcsolatot (9/1. ábra).

Annak ellenére, hogy az aerob kapacitás és az aerob teljesítmény javítására irányuló általános ingerek azonosak (azaz aerob edzés), azt mutatjuk be, hogy ezek az adaptációk nem fordulnak elő egymással arányosan és úgy tűnik, hogy eltérő adaptációs folyamatok zajlanak. Ebből következik, hogy az aerob kapacitáshoz és az aerob teljesítményhez való adaptációért felelős molekuláris közvetítők szintén valószínűleg nem kapcsolódnak egymáshoz. Ezzel szemben az oxigénnel kapcsolatos folyamatok, mint például a HIF-1 $\alpha$  [2] és a VEGF jelátvitel, amelyek elősegítik az érrendszeri átalakulást [19-23], kevésbé valószínűsítik a funkcionális kapacitás növekedését, de központi szerepet játszhatnak az aerob kapacitás javításában.

Az emberi szervezet működését, annak numerikus jellemzőit, heterogenitás jellemzi. A kutatások tervezése során az egyéni variabilitást nagyrészt figyelmen kívül hagyják az átlagértékek bemutatása mellett. Számos szerző az aerob edzés által megváltoztatott klasszikus paraméterek átlagos javulására összpontosít [12], de ha az adatokat közelebbről vizsgáljuk, ezek közül a jellemzők többsége nem mutat semmilyen változást az érintettek egy részében. Valójában az a tény, hogy egyes személyek nem javítják a VO<sub>2</sub>max-ot a standardizált aerob edzésprogramra adott válaszként, már több mint, két évtizede ismert [2, 4].

Míg az aerob teljesítmény gyakran számszerűsíthető a VO<sub>2</sub>max százalékában, a hosszú ideig tartó edzés során a VO<sub>2</sub>max egy bizonyos százalékos megtartásának képessége nagy egyéni variabilitást mutat (~35–87% 1–2 órás gyakorlás közben [3]).



9/1. ábra A maximális relatív aerob kapacitás (rVO<sub>2</sub>max) és a leadott relatív (W×kg<sup>-1</sup>) teljesítmény kapcsolata.

Az edzésintenzitás standardizálása egy meghatározott százalékos VO<sub>2</sub>max értékre az aerob teljesítmény vizsgálatára irányuló képzési tanulmányokban nagy inter – individuális különbségeket eredményez a képzési inger nagyságában.

Így tehát a VO<sub>2</sub>max meghatározott százalékos arányainak alkalmazása a testmozgásra gyakorolt metabolikus válaszokat tekintve szintén nagy egyéni mintázatot eredményez. Az aerob teljesítmény változásait meghatározó vizsgálatokban a VO<sub>2</sub>max meghatározott százalékos kimerülése esetén az egyes vizsgáltak testmozgására adott metabolikus válasza jelentősen változhat, ami befolyásolhatja a mért teljesítményváltozásokat [5]. Jelen adatok alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a VO<sub>2</sub>max plaszticitása bizonyos mértékben meghatározza az aerob teljesítmény javulását.

Az oxigénszállító rendszer működése mellett azonban fontos szempont a metabolikus kontroll a vázizomban. Vagyis választ adni arra, hogy a megváltozott energia metabolizmus mértéke magyarázza-e az aerob kapacitás vagy az emberi teljesítmény változásait?

### 9.1. A vizsgáltak élettani és biokémiai eredményeinek egyénenkénti különbözőségei

A vizsgáltak – akár teljesítmény, vagy rekreációs tevékenységet végzőről legyen szó – élettani és biokémiai adaptációja a tartós edzésre csoporton belül, lehet átlagos. Figyelmen kívül hagyja azonban azt a megfigyelést, hogy a legtöbb jellemző esetében a csoport egyes tagjaiban nem észlelhető valódi változás. Logikus hipotézis az, hogy az emberi teljesítmény a különböző fiziológiai és biokémiai kapacitások integrációját tükrözi. A részletes humán vizsgálat során nyert adatok segíthetnek

meghatározni, hogy az aerob kapacitás és az aerob teljesítmény tekintetében az edzés által indukált adaptációk javasolt molekuláris szabályozói összhangban vannak az „in vivo” élettani és biokémiai megfigyelésekkel.

Korábban azt a következtetést vonták le, hogy a  $VO_{2max}$  az aerob teljesítmény felső határát [3, 11] állítja be, de ez viszonylag kis jelentőséggel bír a maximális teljesítménynél hosszabb ideig tartó terhelés esetében. Mivel a maximális aerob teljesítmény a  $VO_{2max}$  százalékos arányára támaszkodik, ez az aerob rendszer oxigénszállításának „túlkapacitását” jelenti, amely csak rövid ideig tartható olyan körülmények között, amelyet általában helytelenül „anaerobnak” neveznek [16, 17]. Ironikus módon a maximális oxigénszállítási kapacitás növekedése nem jelenti a vázizom anyagcsere-ellenőrzésének minőségi javulását. Valójában csökkenti a maximális aerob teljesítménynél elérhető  $VO_{2max}$  százalékos arányát. Hasonlóképpen, a vázizomzatban az olyan adaptációk, amelyek lehetővé teszik az egyén számára, hogy a  $VO_{2max}$  nagyobb százalékát végezzék, nem szükségszerűen javítják a szív – keringési rendszer maximális kapacitását, az oxigén izomba történő felvételére és szállítására. Így az aerob teljesítményt nem a  $VO_{2max}$  határozza meg önmagában, hanem egy elméleti felső határt jelöl meg, ami nem egyenlő a gyakorlatban alkalmazott értékkel.

A (9/2. ábra) adatai tehát egy edzett 20 éves (190.3 cm) magas, (82.4 kg) férfi, (Nb1-es kosárlabdázó) adatait tartalmazza. A fent látható adatok értelmezése csakis akkor lehet eredményes, ha az elemző ismeri a mért adatok élettani tartalmát. Ezeket az ismereteket megszerezheti a jegyzet („*A keringés élettana*”) című fejezetből. A sportoló a feladatot futószalagon, folyamatos sebesség és dőlésszög növekedés mellett végezte. A terhelés két elemét kétpercenként változtattuk (az ábra első három oszlopa alapján) különböző mértékben. A terhelés első szakasza (bemelegítés)  $5\text{km}\times\text{h}^{-1}$  gyaloglással, 0 fokos dőlésszögön, kezdődött. A két terhelési komponens (dőlésszög és a sebesség) növelése inkább a dőlésszög javára toldott el. Ennek oka,

a futószalag hossza – esetünkben rövidebb – ami veszélyt jelenthet, nagy futósebesség alatt. Amikor az eredményeket a kezünkbe vesszük, értelemszerűen a vízszintes „tengelyen” (balról-jobbra) haladva tudjuk követni az egyes szervek, szervrendszerek működésének numerikus jellemzőit: az eltelt időt, ebben az esetben 30 sec. bontásban, a haladási sebességet (speed), ( $\text{km}\times\text{h}^{-1}$ ) és végül a dőlésszöget (slope), fokokban meghatározva. A keringési rendszer egyik leginformatívabb indikátorát: a pulzusszámot [(HR), ( $\text{ütés}\times\text{perc}^{-1}$ )], az abszolút aerob kapacitást [( $VO_2$ ), ( $\text{L}\times\text{perc}^{-1}$ )], a relatív aerob kapacitást [( $rVO_2$ ), ( $\text{L}\times\text{perc}^{-1}\times\text{kg}^{-1}$ )] a széndioxid leadás mennyiségét [( $VCO_2$ ), ( $\text{L}\times\text{perc}^{-1}$ )] és a pulzustérfogatot ( $O_2P$ ), ( $\text{mL}\times\text{ütés}^{-1}$ ). A légzőrendszer jellemzőit: a ventilációt [(VE), ( $\text{L}\times\text{perc}^{-1}$ )] a légzés térfogatát [(V<sub>Tex</sub>), (L)], a légzésszámot [(BF), (db)] légzési együtthatót ( $RER=VCO_2/VO_2$ ) és a relatív teljesítményt (rWatt).

Függőleges irányban, fentről lefelé (soronként) pedig, felsorolt jellemzők változásait tudjuk követni. A mi példánkban kettő percenként növeltük a terhelést, illetve 30 másodpercenként kértünk eredményeket. Értelemszerűen, lehetőség adódik a légvételenkénti bontásra is. Annak inkább betegségben érintett személy jellemzésekor van kifejezett jelentősége. A (nem orvos képzettségű) vizsgáló egyébként sem jogosult ilyenben érintett személy terhelésére.

Az első öt sor adatai a próbázó bemelegítő gyaloglását mutatja. A narancssárga sortól indul a futás, a sötétpiros sorig, ami a terhelés befejezését mutatja. A két jel pedig a világos piros sor az anaerob töréspontot jelöli. Az utolsó három sor a megnyugvás egy rövid szakaszát mutatja. Ebben az esetben nem volt célunk a megnyugvás dinamikáját itt látatnunk.

Az eddigi tapasztalatom alapján elmondhatom, hogy az elméletben kevésbé avatott gyakorlati szakember (vagy a vizsgált személy) elsőként azt kérdezi: „mennyi lett a  $VO_{2max}$  eredményem”. Nem kétséges, hogy ez a jellemző valóban az egyik fontos mutató, de önmagában kevés információ ahhoz, hogy bármilyen véleményt alkossunk.

A táblázat első oszlopa a futószalagon eltöltött időt mutatja. Ez az egyik jellemző, ami fontos számkra, hiszen látjuk, hogy milyen teljesítmény

Identification:												
Last Name:			K.				First Name:			Cs.		
Date of Birth:			2002.09.04				Age:			20 Years		
Sex:			male				Height:			190,0 cm		
							Weight:			82,4 kg		
Time	Speed	slope	HR	BF	V'E	V'O <sub>2</sub>	V'CO <sub>2</sub>	RER	VO <sub>2</sub> /kg	VT <sub>ex</sub>	W/kg	
min	km/h		1/min	1/min	L/min	ml/min	ml/min		ml/min/kg	L	W/kg	
00:00	0	0	95	14	21	893	848	0,95	10,8	0,228	0	
00:30	4,4	0	98	23	19	634	538	0,85	7,7	0,823	0,6	gyaloglás
01:00	5	0	100	28	25	925	782	0,84	11,2	0,89	0,7	
01:30	5	0	103	29	33	1183	1045	0,88	14,4	1,107	0,7	
02:00	5	0	104	28	30	1061	978	0,92	12,9	1,083	0,7	
02:30	8	3	131	34	36	1336	1172	0,88	16,2	1,058	2,2	futás
03:00	8	3	134	36	48	1926	1655	0,86	23,4	1,321	2,2	
03:30	8	3	136	39	59	2394	2096	0,88	29,1	1,501	2,2	
04:00	8	3	139	43	65	2408	2228	0,93	29,2	1,538	2,2	
04:30	9	3	140	40	65	2461	2322	0,94	29,9	1,618	2,5	
05:00	9	3	142	42	68	2539	2362	0,93	30,8	1,611	2,5	
05:30	9	3	144	41	66	2589	2356	0,91	31,4	1,607	2,5	
06:00	9	3	145	43	72	2676	2461	0,92	32,5	1,549	2,5	
06:30	10	5	153	44	77	2778	2580	0,93	33,7	1,648	3,2	
07:00	10	5	157	48	81	3015	2760	0,92	36,6	1,699	3,2	
07:30	10	5	158	48	80	3009	2831	0,94	36,5	1,832	3,2	
08:00	10	5	161	49	85	3120	2930	0,94	37,9	1,728	3,2	
08:30	11	5	164	50	88	3170	3000	0,95	38,5	1,773	4,1	
09:00	11	5	168	51	93	3431	3228	0,94	41,6	1,819	4,1	
09:30	11	5	169	51	95	3524	3367	0,96	42,8	1,88	4,1	
10:00	11	5	171	45	98	3641	3594	0,97	43,2	1,816	4,3	
10:30	12	7	174	47	101	3741	3841	1,03	45,2	1,943	4,5	anaerob töréspont
11:00	12	7	177	53	112	3726	3912	1,07	46,7	2,001	4,8	
11:30	12	7	179	52	114	3871	3942	1,09	45,8	2,004	5,1	
12:00	12	7	180	53	113	3868	4021	1,1	46,2	2,1	5,1	
12:30	13	7	182	59	118	4131	4317	1,12	48,2	2,31	5,3	
13:00	13	7	185	59	123	4200	4631	1,14	53,1	2,43	5,5	csúcs
13:30	11,6	5	178	56	108	3516	3711	1,06	42,7	1,936	4,8	
14:00	9,2	3	164	42	99	2842	3337	1,17	34,5	2,382	1,9	
14:30	7,3	0	153	36	64	1754	2741	1,36	25,6	1,731	0,7	

9/2. ábra Kompletterheléses vizsgálat eredményei.

**Rövidítések:** egy edzett 20 éves, férfi (73.2 kg) terheléses vizsgálatának eredményeit tartalmazza. A táblázatban használt rövidítések magyarázata, balról jobbra haladva: Time (min.) = a futószalagon töltött idő, haladási sebesség ( $\text{km} \times \text{h}^{-1}$ ) (speed), dőlésszög (slope), pulzusszám (HR), abszolút aerob kapacitást ( $\text{VO}_2$ ), széndioxid ( $\text{VCO}_2$ ), ventilációt (VE), légzésszám (BF), pulzustérfogót ( $\text{O}_2\text{P}$ ), légzési együttható (RER), relatív aerob kapacitás ( $\text{rVO}_2$ ), légzésmélység ( $\text{VT}_{\text{ex}}$ ),  $\text{W} \times \text{kg}^{-1}$ ) = relatív teljesítmény.

párosul a légző és keringési rendszer aktuális állapotához. Tudjuk, hogy a kiváló kardiovaszkuláris állapothoz általában hasonló minőségű teljesítmény társítható. Közöttük a kapcsolat valódi (9/1. táblázat). A terhelés csúcsán rögzített adatokat összehasonlítva a standardokkal [6, 24], mondhatunk véleményt, kiváló, jó, elfogadható stb., a ter-

helés tervezés szempontjából azonban ezek csak részeredmények. Használhatóságuk akkor válik gyakorlatban könnyebben alkalmazhatóvá, ha a folyamatot vizsgáljuk, mármint azt, hogyan jutott el a végső eredményig a vizsgált személy.

**9/1. táblázat** Az életkor, a teljesítmény és a relatív aerob kapacitás kapcsolata.

	átlag	szórás	életkor	r. Watt
életkor	20,57	4,38	1,00	0,11
r. Watt	4,68	0,36	0,11	1,00
RVO <sub>2</sub> (mL×kg <sup>-1</sup> ×min <sup>-1</sup> )	47,55	3,87	-0,32	<b>0,64*</b>
szalagon t. idő (sec.)	708,2	74,48	0,28	<b>0,82**</b>

A következő oszlop a pulzusszám változásokat mutatja. Erről viszonylag sok információja van az edzőknek, bár ezek az ismeretek leszűkülnek, a nyugalmi és a maximális pulzusszám ismereteire. Ebben az esetben a vizsgált személy nyugalmi pulzusszámát inkább hívjuk „*relatív nyugalmi pulzusszámnak*”, hiszen a teljesítménykényszer okozta szimpatikus hatás módosíthatja azt. A terhelés közben döntően lineárisan növekvő pulzus, számos esetben eltér ettől a mintázattól és jelzi azokat a pontokat, amelyek kijelölése később segítséget nyújthat a felkészülésben.

A táblázatban, kettő percnél (a járásból a futásba való átmenet) a világos piros háttérben a fehér számok, a kiemelt pulzusváltozás első kritikus pontja a pillanatnyi VO<sub>2</sub>-vel párhuzamosan nő (104 -131 ütés×perc<sup>-1</sup>), közel 30 ütés különbség. Ez a változás minden egyéb jellemzőre is igaz (balról jobbra, ugyanebben a sorban). Ez az információ figyelemre méltó, ám fiziológiás tartalma túlságosan általános. Hiszen mindenkinél így jelenik meg, talán a kevésbé edzetteknel ezek a numerikus különbségek lehetnek jóval nagyobbak is (40-50! ütés).

A szubmaximális intenzitászóna több fontos információt tartalmaz. Egyrészt, hogy a főt tárgyalt indikátorok növekedése már jelentősen kisebb, mint azt megelőzően volt. Ezek ellenére ez az intenzitászóna az, amelyik pontos értelmezése sokat segíthet a gyakorlati szakembereknek. Tehát, ebben a tartományban tudjuk kijelölni a ventilációs töréspontot(kat) [(V1= 6:00 perc) (2.5-3.2 Watt/kg); (V2= 10:30 perc); (4.3-5.1 Watt/kg)], természetesen ezekhez is tudunk pulzustartományt rendelni. Ez gyakorlati szempontból azt jelenti, az egyéni terheléstervezés során finomabbá tudjuk

tenni, pontosabban meg tudjuk határozni a futás sebességét és/vagy a pulzusszám-tartományt. Időben a két légzési töréspont (BF) közül a második rövidebb időn belül jelenik meg és közel van az anaerob törésponthez. Az aerob-anaerob töréspont pulzusszám (TP), illetve a teljesítés csúcsán rögzített pulzusok között 10 ütés a különbség. Így elmondhatjuk, hogy ha az TP/csP hányadosát vesszük, akkor ez 94 %.

A fejezet közepén a sikeres értelmezése után, jó eséllyel lehet próbálkozni a (9/3. ábra) elemzésével. Miután megtanultuk a szervek-szervrendszerek működését jellemző indikátorok tartalmát, a további feladat a teljes terhelés egyes a maximumaihoz hasonlítható részeredmények feldolgozása. A legfontosabb tehát az aerob - anaerob teljesítmény hasonlítása, a teljes terheléshez, illetve a kettő egymáshoz viszonyított aránya is. Nemcsak ezek aránya, hanem ezek deltaértéke is fontos információt ad a szakember számára. Nevezetesen, numerikusan mennyit és milyen mintázatban változnak a vizsgált elemek, az anaerob törésponttól a teljesítmény befejezéséig.

A terhelés futószalag ergométeren, folyamatosan növekvő terhelés mellett, vita maxima körülmények között történt. A vizsgált személy a futószalagon 13:30 percet töltött, melyből az 5 km×h<sup>-1</sup> bemelegítő, gyaloglás, 2:30 perc, levezető gyaloglás 1:0 perc volt. A futás ideje 9:30 perc, 6:0 perc aerob és 3:30 anaerob körülmények között történt. Azt nem tudjuk, hogy ebből mennyi idő volt a „teljes” anaerob munka, mivel nem mértük terhelési szakaszonként a vér laktát szintjét. A nyugalmi oxigénfelvétel 554 mL×perc<sup>-1</sup>. Az anaerob

	vizsgált személy	1. vizsgálat
ANTROPOMETRIA	<b>Kronológiai kor (év)</b>	<b>26</b>
	<b>Testmagasság (cm)</b>	<b>186</b>
	<b>Testtömeg (kg)</b>	<b>86,9</b>
	<b>Relatív izomtömeg (%)</b>	<b>53</b>
	<b>Relatív zsírtömeg (%)</b>	<b>6,8</b>
	<b>Zsigeri zsír (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>44,2</b>
TELJESÍTMÉNY	<b>Futás idő (perc)</b>	<b>9:30</b>
	<b>Anaerob idő (perc)</b>	<b>3:30</b>
	<b>Abszolút és anaerob teljesítmény aránya (%)</b>	<b>35%</b>
RENDSZER	<b>Nyugalmi pulzus (ütés×min<sup>-1</sup>)</b>	<b>75</b>
	<b>Maximális pulzus (ütés×min<sup>-1</sup>)</b>	<b>185</b>
	<b>Anaerob küszöb (ütés×min<sup>-1</sup>)</b>	<b>173</b>
	<b>Nyugalmi O<sub>2</sub> felvétel (l×min<sup>-1</sup>)</b>	<b>0,55</b>
	<b>Aerob kapacitás VO<sub>2 max.</sub>(ml×min<sup>-1</sup>)</b>	<b>4713</b>
-KERINGÉSI	<b>VO<sub>2 max.</sub> anaerob küszöbnél (ml×min<sup>-1</sup>)</b>	<b>4236</b>
	<b>Relatív aerob kapacitás RVO<sub>2 max</sub> (ml×min<sup>-1</sup>×kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>61,2</b>
	<b>RVO<sub>2</sub> anaerob küszöbnél (ml×min<sup>-1</sup>×kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>48,7</b>
	<b>Aerob kihasználtság (%)</b>	<b>93%</b>
SZÍV	<b>O<sub>2</sub> pulzus (ml×ütés<sup>-1</sup>)</b>	<b>26,03</b>
	<b>O<sub>2</sub> pulzus anaerob küszöbnél (ml×ütés<sup>-1</sup>)</b>	<b>24,5</b>
	<b>O<sub>2</sub> pulzus anaerob küszöbnél/O<sub>2</sub> pulzus</b>	<b>94,1%</b>
RENDSZER	<b>VE (l×min<sup>-1</sup>)</b>	<b>153</b>
	<b>VE anaerob küszöbnél (l×min<sup>-1</sup>)</b>	<b>114</b>
	<b>VE anaerob küszöbnél/VE</b>	<b>74,5%</b>
	<b>Légzési térfogat VT (ml×légvétel<sup>-1</sup>)</b>	<b>3479</b>
	<b>Vt anaerob küszöbnél (ml×légvétel<sup>-1</sup>)</b>	<b>3507</b>
	<b>VT anaerob küszöbnél/Vt</b>	<b>100,8%</b>
LÉGZÉSI	<b>RR (légzésszám×min<sup>-1</sup>)</b>	<b>44</b>
	<b>RR anaerob küszöbnél (légzésszám×min<sup>-1</sup>)</b>	<b>33</b>
	<b>RR anaerob küszöbnél (légzésszám×min<sup>-1</sup>)/RR</b>	<b>75%</b>
	<b>RR anaerob küszöbnél/RR</b>	<b>75%</b>
	<b>Nyugalmi RER (CO<sub>2</sub>×O<sub>2</sub><sup>-1</sup>)</b>	<b>1,13</b>
	<b>Max. RER (CO<sub>2</sub>×O<sub>2</sub><sup>-1</sup>)</b>	<b>1,38</b>

9/3. ábra Állóképességi sportoló testösszetételi és kardiorespiratórikus jellemzőinek abszolút és relatív eredményei



küszöbnél mért maximális oxigénfelvevő képesség  $4236 \text{ mL} \times \text{perc}^{-1}$ , az abszolút aerob kapacitás ( $4713 \text{ mL} \times \text{perc}^{-1}$ ) közel 90%-a. A testtömegre vonatkoztatott oxigénfelvevő képessége  $54.2 \text{ mL} \times \text{min}^{-1} \times \text{kg}^{-1}$ . Az oxigénpulzus az anaerob határon az összes terhelés 93%-a. A ventilált levegő mennyisége a terhelés csúcán  $153 \text{ L}$  percenként, amely közel  $40 \text{ literrel}$  több, mint az anaerob küszöbnél mért érték. A légzés mélységét a küszöb átlépése után már nem tudta növelni, légzésszámmal kompenzálta. A légzésszám emelkedése a töréspont után rohamosan emelkedett, 33-ról 44-re. Nyugalomban a légzési együttható (RER) 1.13 a terhelés folyamán 0.85 alá nem került.

### Összefoglalás:

A vizsgált személy antropometriai jellemzői nemek, életkornak és a sportági követelményeknek megfelelő. A futószalagon töltött terhelési ideje (teljesítménye) elfogadható. A szív-és a keringési rendszer jellemzőit elemezve körvonalazódnak azok a pontok, melyek fejlesztést igényelnek/

igényelhetnek. A terhelés során elért maximális pulzusa „csak”  $185 \text{ ütés} \times \text{perc}^{-1}$ , amely a verseny specifikus állóképesség szívfrekvencia értékeinek alsó határa, pontosabban az előző azonos protokoll alapján mért maximális pulzusa közel nyolc ütéssel kevesebb. Említésre méltó a RER értékek változása, amely a keletkezett  $\text{CO}_2$  és a felhasznált  $\text{O}_2$  arányát mutatja. Az anaerob töréspont után a légzés gazdaságossága sem megfelelő, hiszen a légzés mélységét csak a küszöbig tudta növelni. A terhelés indikálta oxigén igényét légzésszámmal kompenzálta a fennmaradó utolsó szakaszban.

Az eddigi logikai sorrendet követve, most egy csapat összefoglaló vizsgálati eredményeit mutatjuk be.

Az előző fejezetek egyikében már elemeztük az antropometriai és testösszetételi jellemzőket, de a teljesség kedvéért, illetve az összefüggések könnyebb láttatása okán ismét megteszem. Tehát a (9/4. ábra A képe), 19 kosárlabda játékos, teljesítményét, magasságát, testtömegét, relatív zsír-és

**A**

kor	sz.T. idő (sec)	TTS(kg)	TTM (cm)	F%	M%	VFA $\text{cm}^2$
19	540	95,8	205	3,8	55,4	38,1
17	622,2	97,7	198	3	55,8	21,4
16	726,6	83,6	193	7,1	53,5	17,9
20	751,8	89,7	200	7,8	53,4	58,1
17	780	82,4	190	8,2	52,8	29,3
20	720	95,3	195	17,2	47,8	85,5
18	724,2	86,2	193	11,1	50,9	46,3
22	720	76,2	190	7,5	53,4	45,3
21	720	98,1	203	7,3	53,8	67,6
21	660	106,7	194	18	46,9	114
20	613,8	92,9	198	5,5	54,9	35,9
20	720	96,4	195	12,9	50,3	
18	660	95,1	202	5,4	54,9	

**B**

	PO ( $\text{beat} \cdot \text{min}^{-1}$ )	MP ( $\text{beat} \cdot \text{min}^{-1}$ )	VO <sub>2</sub> ( $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$ )	VCO <sub>2</sub> ( $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$ )	RVO <sub>2</sub> ( $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )	VE(BTPS) ( $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ )	O <sub>2</sub> P ( $\text{beat} \cdot \text{min}^{-1}$ )	Vt (L)	RR	RER	AT/MP(%)	rW					
18	869,4	83,4	192	8,1	53	71	183	4,28	4,56	44,7	136	23,4	2,36	59	1,07	96	4,1
18	660	98,5	204	4,1	55,2	95	185	4,86	5,26	49,7	174	26,3	3,08	59	1,08	91,9	4,5
24	780	91,8	198	8,4	52,6	106	206	4,31	4,98	51,6	144	20,9	2,89	54	1,14	88,3	4,8
29	747	92,6	199	5,1	54,5	97	199	4,58	5,05	51,1	156	23,1	3,74	49	1,1	87,9	4,8
34	780	105,8	195	18,9	46,5	95	186	4,2	4,63	53,1	123	24,9	2,43	59	1,14	93,5	5,5
19	660,6	83,2	192	4,5	55,4	79	181	4,36	5,11	45,8	144	24	3,57	40	1,17	91,7	4,5
						68	195	4,45	4,74	51,7	151	22,8	3,12	51	1,07	92,3	4,7
						83	190	4	4,72	52,6	133	21	2,71	51	1,03	95,3	5,3
						96	185	4,49	5,19	45,8	138	23,8	3,42	40	1,15	86,4	4,5
						90	178	4,06	4,28	38,1	132	22,8	2,06	51	1,06	96,6	4,1
						83	178	4,31	4,95	46,5	173	24,2	3,27	53	1,16	87,08	4,5
						91	191	4,5	5,23	46,7	129	23,6	3,42	38	1,16	91,09	4,5
						65	203	4,18	4,89	44	127	20,6	3,18	40	1,15	78,8	4,5
						95	198	4,12	4,62	50,1	153	20,8	2,95	54	1,12	89,9	5,2
						66	188	4,36	5,21	43,8	133	23,2	3,44	39	1,21	87,8	4,5
						39	176	4,23	5,16	48,2	173	25,1	3,36	53	1,18	80	4,8
						56	174	4,42	5,05	47,8	144	25,4	3,12	46	1,13	89,85	4,8
						66	178	4,54	5,43	43	158	25,5	3,02	51	1,2	85,4	4,9
						76	182	4,1	4,62	49,3	142	22,5	2,47	56	1,13	90,1	4,4

9/4. ábra A magyar férfi kosárlabda csapat (19 fő), komplett testösszetételi és kardiorespiratórikus jellemzői.

izomtömegét, illetve hasüregi zsírfelszínét mutatja be. A futószalagon töltött idők között jelentős a különbség (540-869.4) sec. A testanyagok: relatív zsír-és izomtömeg néhány játékos kivételével megfelelő. A terhelés előtt mért legkisebb pulzusok (39-106) ütés, percenként. Az abszolút aerob kapacitások, négy liter fölött vannak, viszont a relatív értékek (38.1-53.1) mL percenként a testtömegre vonatkoztatva. Ezek az értékek több esetben is alacsonyak, ha a játék minőségét próbáljuk garantálni. Néhány érdekességet még a következő fejezetben is szeretnék bemutatni ezzel a problémával kapcsolatban.

**9.2. Felhasznált Irodalom:**

1. Church TS, LaMonte MJ, Barlow CE, Blair SN. Cardiorespiratory fitness and body mass index as predictors of cardiovascular disease mortality among men with diabetes. *Arch Intern Med.* 2005;165(18):2114-20.
2. Ortlepp JR, Metrikat J, Albrecht M, Maya-Pelzer P. Relationship between physical fitness and lifestyle behaviour in healthy young men. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004;11(3):192-200.
3. Wei M, Kampert JB, Barlow CE, Nichaman MZ, Gibbons LW, Paffenbarger RS Jr, Blair SN. Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight, and obese men. *JAMA.* 1999;282(16):1547-53.
4. McMurray RG, Ainsworth BE, Harrell JS, Griggs TR, Williams OD. Is physical activity or aerobic power more influential on reducing cardiovascular disease risk factors? *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(10):1521-9.
5. Wilmore JH, Green JS, Stanforth PR, Gagnon J, Rankinen T, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, Bouchard C. Relationship of changes in maximal and submaximal aerobic fitness to changes in cardiovascular disease and non-insulin-dependent diabetes mellitus risk factors with endurance training: the HERITAGE Family Study. *Metabolism.* 2001;50(11):1255-63.
6. McLellan TM, Cheung SS, Jacobs I. Variability of time to exhaustion during submaximal exercise. *Can J Appl Physiol.* 1995;20(1):39-51.
7. Pasman WJ, van Baak MA, Jeukendrup AE, de Haan A. The effect of different dosages of caffeine on endurance performance time. *Int J Sports Med.* 1995;16(4):225-30
8. Lehmann M, Berg A, Kapp R, Wessinghage T, Keul J. Correlations between laboratory testing and distance running performance in marathoners of similar performance ability. *Int J Sports Med.* 1983;4(4):226-30.
9. Maughan RJ, Leiper JB. Aerobic capacity and fractional utilisation of aerobic capacity in elite and non-elite male and female marathon runners. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1983;52(1):80-7.
10. Saltin B, Astrand PO. Maximal oxygen uptake in athletes. *J Appl Physiol.* 1967;23(3):353-58.
11. Bentley DJ, McNaughton LR, Thompson D, Vleck VE, Batterham AM. Peak power output, the lactate threshold, and time trial performance in cyclists. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(12):2077-81.
12. Spina RJ, Chi MM, Hopkins MG, Nemeth PM, Lowry OH, Holloszy JO. Mitochondrial enzymes increase in muscle in response to 7-10 days of cycle exercise. *J Appl Physiol.* 1996;80(6):2250-4.
13. Bassett DR Jr & Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(1):70-84.
14. Timmons JA, Gustafsson T, Sundberg CJ, Jansson E, Greenhaff PL. Muscle acetyl group availability is a major determinant of oxygen deficit in humans during submaximal exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 1998;274(2):E377-80 .
15. Smith TP, Coombes JS, Geraghty DP. Optimising high-intensity treadmill training using the running speed at maximal O<sub>2</sub> uptake and the time for which this can be maintained. *Eur J Appl Physiol* 2003;89(3-4): 337-343.
16. Coyle EF. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exerc Sport Sci Rev.* 1995;23:25-63.
17. Joyner MJ . Modeling: optimal marathon performance on the basis of physiological factors. *J Appl Physiol.* 1991;70(2):683-7.
18. Joyner MJ. Physiologic limiting factors and distance running: Influence of gender and age on record performances. *Exerc*

- Sport Sci Rev.* 1993;21:103-33.
19. Mitchell JH, Sproule BJ & Chapman CB. The physiological meaning of the maximal oxygen intake test. *J Clin Invest.* 1958;37(4):538–547.
  20. Kanstrup IL, Ekblom B. Blood volume and hemoglobin concentration as determinants of maximal aerobic power. *Med Sci Sports Exerc.* 1984;16(3):256-62.
  21. Costill DL, Fink WJ & Pollock ML. Muscle fiber composition and enzyme activities of elite distance runners. *Med Sci Sports.* 1976;8(2):96-100.
  22. Gonzalez-Alonso J & Calbet JA. Reductions in systemic and skeletal muscle blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans. *Circulation.* 2003;107(6):824-30.
  23. Mortensen SP, Dawson EA, Yoshiga CC, Dalsgaard MK, Damsgaard R, Secher NH & Gonzalez-Alonso J. Limitations to systemic and locomotor limb muscle oxygen delivery and uptake during maximal exercise in humans. *J Physiol.* 2005;566(Pt 1):273-85.
  24. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 9th Ed. 2014. Linda S Pescatello, Ross Arena, Deborah Riebe, Paul D Thompson Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA. 456 pp.

5. Mi jellemezheti egy csapat mért és becsült jellemzőinek szélsőértékeit?

### 9.3. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések

1. **Értelmezze a** következő megállapítást: „*az emberi teljesítmény a különböző fiziológiai és biokémiai kapacitások integrációját tükrözi*”!
2. Milyen gyakorlati jelentősége van az anaerob küszöb kijelölésének?
3. Miben segít a terhelésre indikált aerob és anaerob válasz arányának megállapítása, a terheléstervezés során?
4. Hány százaléknál minősíthető optimálisnak az aerob kihasználás a terhelés egészét tekintve?

# X. Fejezet

## A modern labdajátékok élettani követelményeinek azonosítása

A labdajátékok átfogó képességeket igényelnek, beleértve a fizikai, technikai, mentális és taktikai képességeket egyaránt. Egy csapat játékosainak fizikai képessége jelentősen befolyásolja a csapat taktikáját. Ezért elengedhetetlen a fizikai képességek folyamatos fejlesztése, illetve a taktikai sokszínűség megtartása [1].

A **kosárlabda** és a **kézilabda** játék az elmúlt évtizedben radikális változásokon ment keresztül. A játékszabályok változtatása, az egyéni képességek extrém javulása, a technikai elemek új mozzanatai, kényszerhelyzetbe hozzák a csapat szakmai vezetőit [2-4]. A játék roppant mértékű felgyorsulása, jelentős feladatot ró a támadás és a védekezés megszervezésére, átalakítására. Nemzetközi versenyen zajló kosárlabda játék során a játékos 3500 és 6100 méter közötti távolságot tesz meg a játék helyzetétől és taktikájától függően. A nagy intenzitású mozgások terjedelme 1-4 másodperc és átlagosan 20-25 másodpercenként fordulnak elő. Több szerző munkája igazolja, hogy a játékosok több, mint 1000 irány- és tempóváltást hajtanak végre egy játék során [5]. Ezért a modern kosárlabda és a kézilabda élettani követelményeinek azonosítása elengedhetetlen, egy megfelelő felkészülési program kidolgozásához és megvalósításához. A csapaton belüli pozíciók (védő, támadó, center, beálló, szélsők) között jelentős különbséget figyeltek meg az egyes mozgásfajták intenzitását és gyakoriságát tekintve. A védők tevékenysége ilyen szempontból a legösszetettebb, mármint a légzés, keringés, támasztotta követelményekkel szemben [6, 7].

A **vízilabda** speciális közegben zajló, sok esetben test-test elleni folyamatos küzdelem. Nagy intenzitású úszások, irányváltások jellemzik. A vízilabda játékintenzitását és élettani igényeit vizsgáló átfogó tanulmányok azt mutatják, hogy a teljes testmozgás-intenzitás megfelel a laktátküszöb in-

tenzitásnak. A mérkőzés idejének több mint 58% -át olyan pulzusszámmal (HR) játsszák, amely meghaladja a HRpeak 85% -át [16]. Ezen bizonyítékok alapján úgy tűnik, hogy a magas aerob kapacitás kulcsfontosságú tényező a játékos teljesítményében.

A férfi mérkőzéseken a nagy intenzitású tevékenységek nagyon gyakoriak, amelyek mindegyike egyenként 2-15 másodpercig tartanak. Ezeket a műveleteket alacsonyabb intenzitású mozgások szakítják meg, amelyek mindegyike kevesebb, mint 20 másodperc terjedelmű. Megfigyelték továbbá, hogy egy játékos ~ 7,3 perc időt töltött el ismételt, nagy intenzitású – közel a csúcsteljesítményhez – egy mérkőzésen belül, amely a teljes játékidő ~ 22% -át tette ki [17]. A fentiek azt jelzik, hogy az ismétlődő sprintképesség szintén fontos teljesítményváltozó.

A küzdelmek közötti izomenergia-helyreállítási folyamat, például a kreatinfoszfát reszintézise, és vagy az anorganikus foszfátok eltávolítása történik [8, 9]. Ezek oxigénfüggő folyamatok, döntő jelentőségűek az ismételt nagy intenzitású erőfeszítések során a teljesítmény szempontjából.

A **röplabda** mozgásszerkezete, különbözik a legnagyobb mértékben, ha a sportágakat ezek alapján hasonlítjuk össze. Támadás közben a pontos előkészítés (föladó, ütő játékos), illetve a hátsó sor követő, biztosító feladata, védekezés közben pedig a sánc összeállása, a sánc mögötti biztosítás, rendkívül összetett feladat. Összességében tehát, kisebb állóképességet és alacsonyabb O<sub>2</sub> felvételt igényel.

A **labdarúgásban** korábbi tanulmányok kimutatták, hogy a nagyobb maximális aerob teljesítménnyel rendelkező játékosok nagyobb távolságot teljesítenek a mérkőzés során [14] több gyors indulást, lassítást végeznek el.

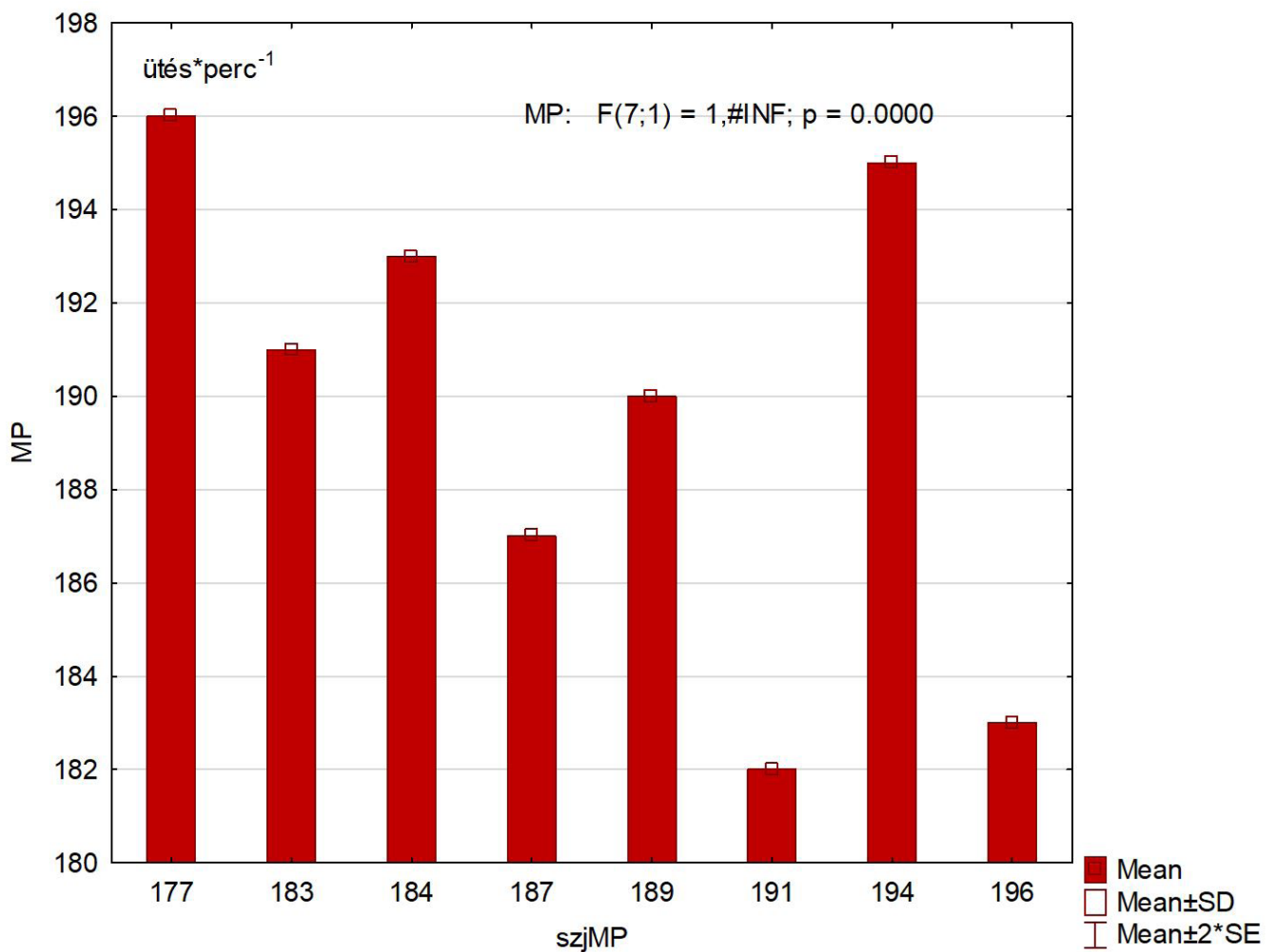
Tanulmányok igazolták, hogy a **kosárlabda** játékosok plazma laktát – koncentrációja félidőben nagyobb volt, mint a mérkőzés végén mért érték [15]. Így a második félidő későbbi szakaszai valószínűleg alacsonyabb intenzitásúak voltak, mint az első félidőben. Ennek ellenére nem vonhatunk le következtetéseket az izom laktát koncentrációja tekintetében.

Krustrup és munkatársai [4] nemrégiben beszámoltak arról, hogy az izomlaktát koncentráció nem volt összefüggésben a vér laktát koncentrációjával a labdarúgás során. Az aerob kondicionálás szintén elengedhetetlen a laktát eltávolításának javításához. A legtöbb szakaszos terheléssel járó csapatsport legfontosabb élettani követelménye az a képesség, hogy ismételten, rövid időn belül, maximális tevékenységet végezzen, gyors helyreállítást követően (ismételt sprint képesség (ISK).

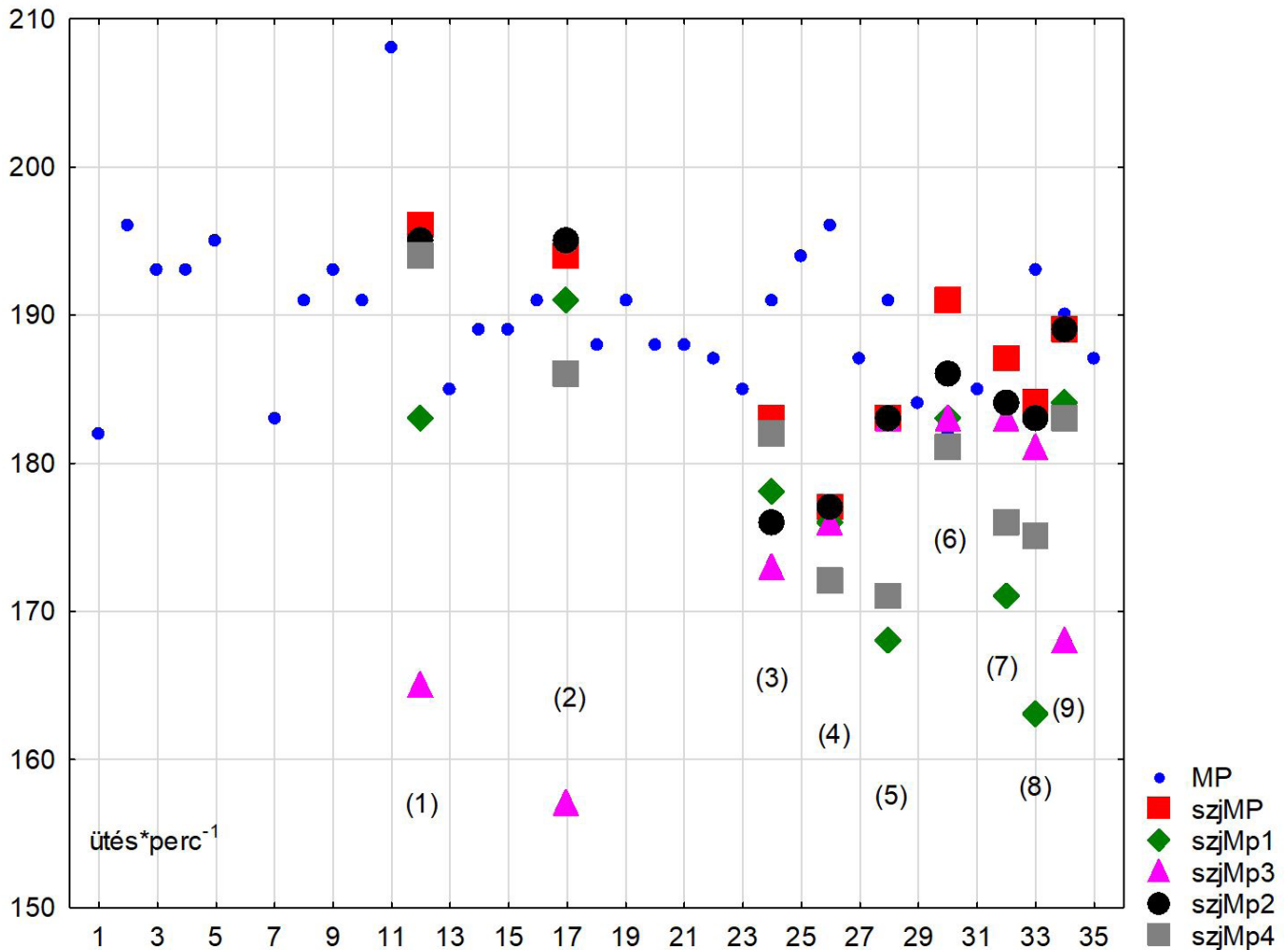
A **labdarúgásban** egy mérkőzésen, egy játékos (150–200),  $>18.5 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$ ) sebességű futást végez. A világ élvonalában szereplő játékosok 28% -kal nagyobb intenzitású és 58% -kal több futást végeznek, mint az alacsonyabb szintű profi játékosok. Ez azt sugallja, hogy a nagy intenzitású aktivitás közötti „felépülés” képessége kulcsfontosságú lehet a csapatsportokban. Erre a jelenségre mutatók példákat a következő részben.

### 10.1. Edzés közben rögzített pulzusszám válaszok jelentősége

A laboratóriumban végzett vizsgálatok és az ott rögzített adatok csak egyik összetevője a terheléstervezésnek. A másik fontos információ az edzés-helyzetekben, illetve csapatsportok esetében, folyamatos játék közben dokumentált eredmények. Ezeket az eredményeket már láthattuk az előző



**10/1./a ábra** Laboratóriumban és edzés közben mért maximális pulzusszám válaszok.  
**Rövidítések:** MP=maximális pulzus, szjMP=edzés közben mért maximális pulzusszámok.



10/1./b ábra Laboratóriumban és edzés közben mért maximális pulzusszám válaszok.

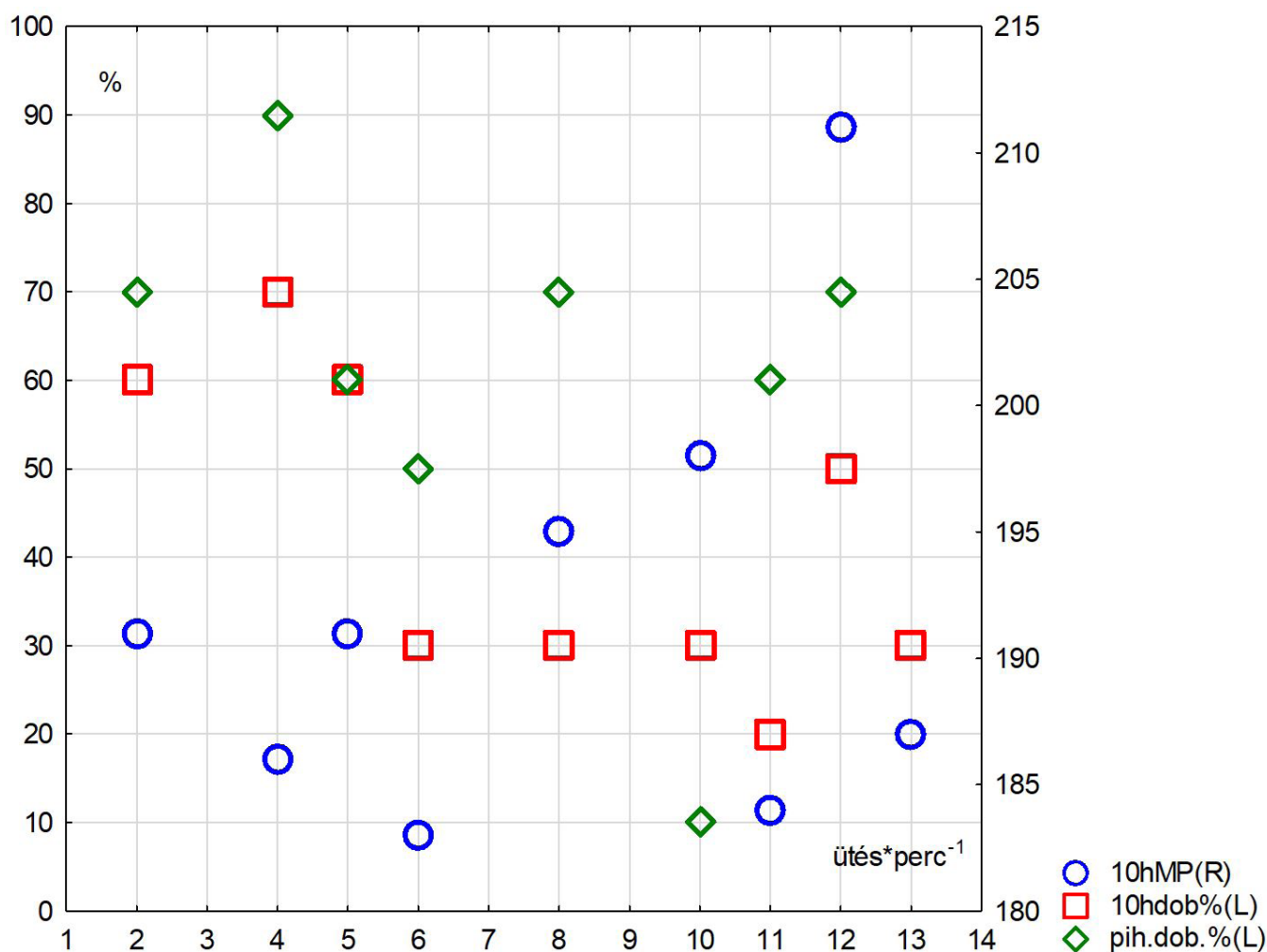
**Rövidítések:** A kék teli körök a mért maximális pulzusszámot mutatják. A világos piros négyzetek az edzésen mért maximális pulzusszámokat jelölik. A barna rombusz: az első feladat, a kék háromszög: az elsőfeladat, a fekete teli kör: a második feladatot, a zöld négyzet: pedig a harmadik feladat közben elért maximális pulzusszámot mutatja, kilenc játékos esetében. Mind a négy feladatot párban történt, döntően nagy sebességű futással végrehajtott támadásépítés, azonos számú védővel.

fejezetekben. Az persze szakmai evidencia, hogy ennek a kettős követelménynek leginkább a pulzusváltozások megfigyelése a leginformatívabb és viszonylag könnyen összehasonlítható. Pontosabban a laboratóriumban végzett vizsgálatok eredményei, minden esetben pulzusszámhoz rendelhetőek és a pályatesztek, a szabadjáték is pontosan követhető, a pulzusszámváltozások szempontjából, természetesen azokkal a megfontolásokkal, amiket már több alkalommal hangsúlyoztunk.

Nyolc elsőosztályú női kosárlabdázó eredményei láthatók a diagramon (10/1./a ábra). A vízszin-

tes tengelyen elhelyezkedő számokat növekvő sorrendbe állítottuk, így még könnyebben tudjuk követni a különböző tartalommal rendelkező terhelési indikátorokat. Az első játékos (első oszlop) pulzusszám különbsége jelentős [(szj.MP(177) – MP(196)]. A kérdés az, hogy mellé lőtt-e az edző ebben az esetben, vagy fogadjuk el, ez akkor így történt. A kérdést természetesen nem tudom megválaszolni, ha egyáltalán szükséges ezt megválaszolni?

A harmincöt vizsgált kosárlabdázó nő közül választottunk ki 9 játékos. Az edzés során négy fel-



10/2. ábra Büntetődobások sikeressége nyugalomban és terhelés után.

Rövidítések: A diagram baloldali (y) tengelyén a százalékos eredménye, a jobboldali (y) tengelyen a terhelés hatására emelkedett pulzusszámok, a vízszintes tengelyen (x) pedig nyolc játékos (minden páros szám alatt) értékelhető kísérletei láthatók. Az üres kék kör a terhelés utáni maximális pulzusszámot, a piros üres négyzet a tíz dobás százalékos eredményeit, a zöld üres trapéz a pihent állapotban elvégzett dobás eredményeit mutatják.

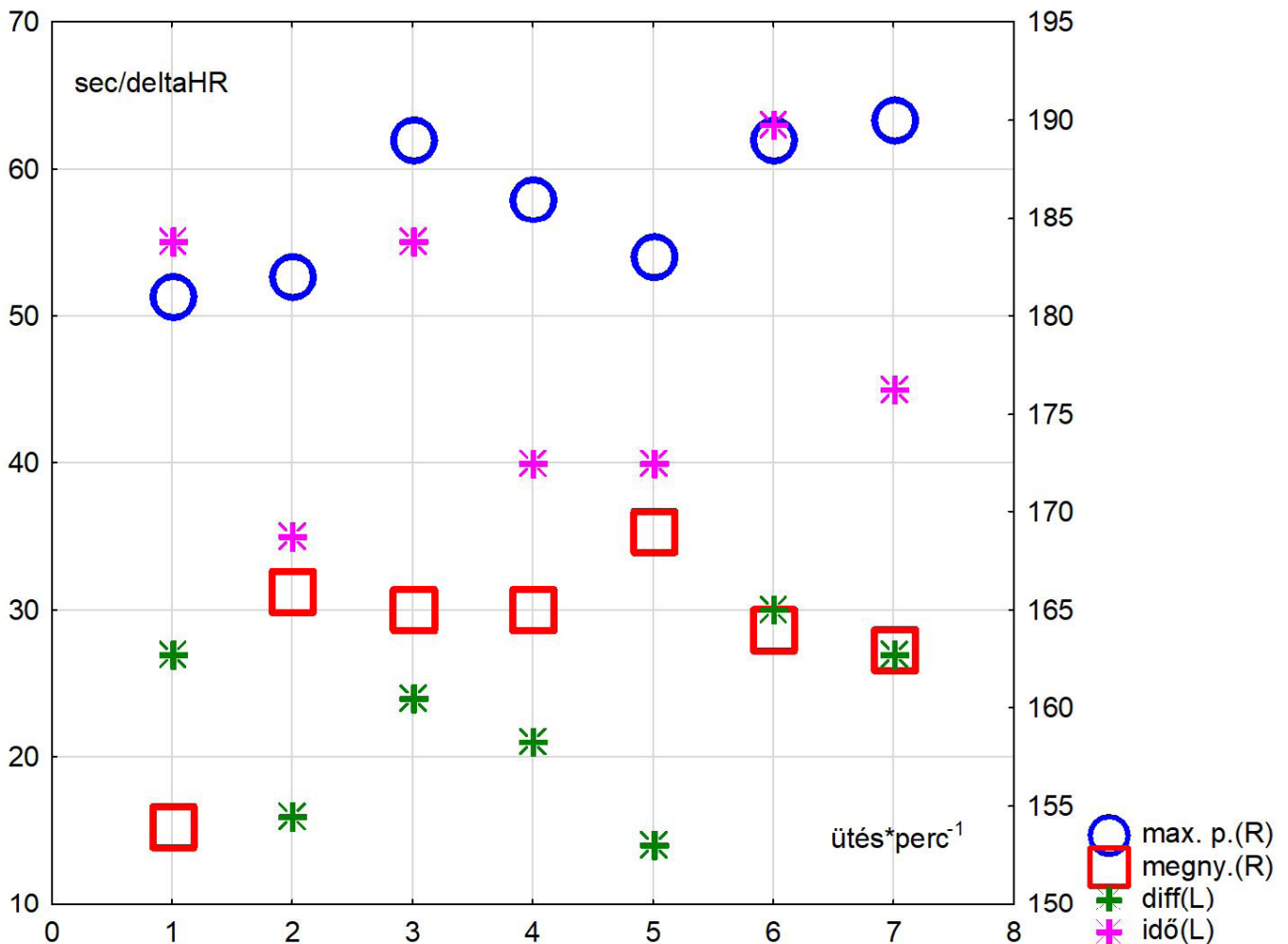
adatot oldottak meg (10/1./b ábra). Az egyes és a hármas feladat indikálta pulzusszámok maradnak el a maximális pulzusszámoktól. Ez persze nem jelenti a feladat sikertelen végrehajtását, de az állóképesség fejlesztés szempontjából, kevésbé adekvát az inger. Továbbra is tartjuk magunkat ahhoz a megfontoláshoz, hogy csupán tényeket mutatunk be, de kevés az információnk ahhoz, hogy azokat minősítsük.

A teljesítmények játékosonként különböző képet mutatnak. A pihenten dobott kísérletek egy játékos kivételével meghaladják az 50%-ot. A terhelés utáni dobások öt játékos esetében 30 %-os pontossá-

gú, illetve 50-70% között szóródnak. Csak egy játékos pihent eredménye gyengébb, mint a terhelés utáni. Egy játékos esetében a pihent és a terhelés utáni dobás 60%-os (10/2. ábra).

Izgalmas problémaként jelenik meg a csapatjáték szervezése során, hogy a rövid időn belül könnyebben regenerálódó játékos sűrűbben bevethető, mint a hosszabb ideig, vagy gyengébb hatásokkal tevékenykedő csapattárs. Közel azonos feladatvégzés és pihenő után (két támadás, majd visszazárás) milyen mértékű volt a pulzusnövekedés, illetve annak csökkenése. A hét játékos pulzusszáma ~5-8 ütés különbséggel azonos. Tehát





**10/3. ábra** 7 világklasszis női kézilabdázó pulzusszám-változásai kettő perc folyamatos játék után (két támadás, két védekező szakasz).

**Rövidítések:** a baloldali (y) tengelyen a megnyugvás (30 sec.) és a két pulzusszám közötti különbség numerikus különbsége, a jobboldali y tengelyen a pulzusszámok, a vízszintes tengelyen hét játékos eredménye. A kék üres kör a maximális pulzusszámot, az üres piros négyzet a pulzusszám megnyugvást, a barna kereszt a kettő különbségét, a lila kereszt a megnyugvás közötti időt mutatja.

azonos terheléssel fejezték be a feladatot. A részleges megnyugvás ~15-35 ütés, viszonylag azonos időn belül (kivételesen az alól az egyes, hatos jelzésű játékosok). A 2-es, 4-es, 6-os játékosok azonos idővel regenerálódtak. A trend azonban az, hogy a nagyobb pulzusszám növekedés hosszabb regenerálódási időt igényel. Ez az információ segíthet a kispad „hosszabbá” tételében (10/3. ábra).

A három egymást követő évben a magyar játékosok (ebből inkább saját nevelésű hölgyek) viszonylag kis számban (2-3 fő) hagyták el a csapatot. Az idegenlégiósok (3-4 fő) esetében is inkább arra

törekedtek, hogy maradjanak több éven keresztül. A három év összehasonlításában csupán „csak” a szalagon töltött idő átlagaiban különböztek. Tehát mondhatjuk, hogy a testösszetétel, a szív-légzőrendszeri paraméterei nem változott. A többi jellemzőt itt most nem vizsgáltuk.

**10/2. táblázat** Többszörös BL győztes, női kézilabda csapat, testösszetételei, kardiovaszkuláris, és teljesítmény jellemzőinek három egymást követő évben mért átlagai, minimum, maximum és szórás eredményeinek összehasonlítása.

**Rövidítések:** Fut. idő=futószalagon töltött idő (sec.), TTS=testtömeg (kg), F%=relatív zsírtömeg, M%=relatív izomtömeg, VFA=hasüregi zsírfelszín (cm<sup>2</sup>), PO=a terhelés előtt mért legkisebb pulzusszám (ütés×perc<sup>-1</sup>), MP=a terhelés csúcán mért pulzusszám (ütés×perc<sup>-1</sup>), VO<sub>2</sub>max=abszolút aerob kapacitás (mL×perc<sup>-1</sup>×kg<sup>-1</sup>), RVO<sub>2</sub>max= relatív aerob kapacitás (mL×perc<sup>-1</sup>×kg<sup>-1</sup>), VE=ventiláció (L×perc<sup>-1</sup>), O<sub>2</sub>P=oxigén-pulzus (mL×ütés<sup>-1</sup>), VT=légzésmélység (L), BF=légzésszám (db), TP=tórspont-pulzusszám (ütés×perc<sup>-1</sup>).

	n=15 (2013) <sup>a</sup>			n=17 (2014) <sup>b</sup>			n=15 (2015) <sup>c</sup>			P
	átlag	min.	max.	átlag	min.	max.	átlag	min.	max.	
TTS	70.6 (8)	58.4	87.5	71.2(9)	58.2	89.8	73.4(9)	62.0	89.2	NS
F%	16.4(4)	12.7	27.2	16.0(4)	7.7	22.9	16.2(4)	7.3	23.9	NS
M%	47.3(2.4)	41.1	49.9	47.3(2)	43.3	53.0	47.4(3)	42.4	53.4	NS
VFA	51.9(16)	28.4	85.2	55.5(20)	15.4	87.6	66.4(20)	24.0	97.1	NS
PO	84(11)	70	111	86(14)	60	109	84(9)	68.0	96.0	NS
MP	188(6)	178	199	193(6)	184	204	193(8)	184.0	205.0	NS
VO2	2.9(0.6)	1.9	4.0	2.9(0.8)	1.8	4.0	3.2(0.7)	2.3	4.9	NS
RVO2	41.2(6)	32.1	50.8	40.7(11.3)	2.0	56.2	44.1(8)	33.6	65.9	NS
VE(BTPS)	98.1(19)	74.0	141.1	97.5(18)	70.2	143.9	99.4(22)	73.0	158.0	NS
O2P	16.5(3)	12.4	22.1	16.2(3)	12.4	22.4	17.1(3)	11.3	25.4	NS
Vt	2.1(0.5)	1.3	2.8	2.0(0.4)	1.4	2.7	2.3(0.5)	1.5	3.5	NS
BF	53(7)	41.0	65.0	52(5)	39.0	58.0	48.4(7)	35.0	61.0	NS
TP	169(6)	160.2	179.1	174(6)	165.6	183.6	173(7)	166	185	NS
fut. idő	613.9 (77)	384.6	721.8	479.5(74)	373.8	669.6	567(91)	423.0	721.8	a<b; a<c; b<c

## 10.2. Felhasznált Irodalom

1. Aziz AR, Chia M, Teh KC. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2000;40(3):195-200.
2. McInnes SE, Carlson JS, Jones CJ, et al. The physiological load imposed on basketball players during competition. *J Sports Sci* 1995;13:387-97.
3. Rodriguez-Alonso M, Fernandez-Garcia B, Perez-Landaluce J, et al. Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball. *J Sports Med Phys Fitness* 2003;43(4):432-6
4. Krstrup P, Mohr M, Steensberg A. Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(6):1165-74.
5. Ben Abdelkrim N, El Fazaa S, El Ati J. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *Br J Sports Med*. 2007;41(2):69-75; discussion 75.
6. Tomlin DL, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness, power maintenance and oxygen consumption during intense intermittent exercise. *J Sci Med Sport* 2002;5(3):194-203.
7. MacDougall JD, Hicks AL, MacDonald JR, et al. Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *J Appl Physiol*. 1998;84(6):2138-42.
8. Glaister M. Multiple sprint work: Physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sport Med*. 2005;35(9):757-77.
9. Tsekouras YE, Kavouras SA, Campagna A, Kotsis YP, Syntosi SS, Papazoglou K, et al. The anthropometrical and physiological characteristics of elite water polo players. *Eur J Appl Physiol*. 2005;95(1):35-41.
10. Papoti M, Da Silva ASR, Araujo GG, Santiago V, Martins LEB, Cunha SA, et al. Aerobic and anaerobic performances in tethered swimming. *Int J Sports Med*. 2013;34(8):712-9.
11. Papoti M, Da Silva ASR, Kalva-Filho CA, Araujo GG, Santiago V, Martins LEB, et al. Tethered Swimming for the Evaluation and Prescription of Resistance Training in Young Swimmers. *Int J Sports Med*. 2017;38(2):125-133.
12. Billat L V, Koralsztein JP. Significance of the velocity at VO<sub>2</sub>max and time to exhaustion at this velocity. *Sport Med*. 1996;22(2):90-108.
13. Kuipers H, Verstappen FT, Keizer HA, Geurten P, van Kranenburg G. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. *Int J Sports Med*. 1985;6(4):197-201.
14. Bangsbo J and Lindquist F. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *International Journal of Sports Medicine* 1992;13(2):125-32.
15. Rodriguez-Alonso M, Fernandez-Garcia B, Perez-Landaluce J, et al. Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball. *J Sports Med Phys Fitness* 2003;43(4):432-6.
16. Platanou T, Geladas N. The influence of game duration and playing position on intensity of exercise during match-play in elite water polo players. *J Sports Sci*. 2006;24(11):1173-81.

## 10.3. A fejezetben megfogalmazott ellenőrző kérdések

1. Hogyan tudja azonosítani a modern labdajátékokat élettani követelményeik alapján?
2. A kardiovaszkuláris jellemzők alapján mi-  
ben különböznek a fejezetben bemutatott labdajátékok?
3. Fontos szempontnak tartja-e az edzés és a  
játék során rögzített terhelési jellemzőket  
együttesen kezelni? Amennyiben igen, in-

dokolja, illetve a nem választ is magyarázza meg!

4. Befolyásolja-e a fáradtság mértéke a finom koordinációs mozgások minőségét?
5. Milyen szempontokat tart fontosnak egy sikeres csapat tervezésében?

# XI. Fejezet

## Sporttudományi megfontolások a tehetség kiválasztásában és fejlesztésében (általános elvek egy akadémiai modell tükrében)

A tudomány vagy az edző(k) szeme? – talán mindkettő? A többdimenziós modell követése a kiválasztásban és a gondozásban, fontos tisztázandó fogalomként jelenik meg, **Roland Sieghartsleitner** a „*Mérések és edzői értékelések a tehetség hatékony kiválasztásában az Elite ifjúsági labdarúgásban*” [1], című tanulmányában. A labdarúgás rendkívül népszerű és az egyik legversenyképebb sport világszerte [2]. Versenyképességét egyrészt a tudományosan megalapozott kiválasztás, másrészt pedig a fejlesztő munka eredményeként felnevelt játékos(ok) garantálhatják [3].

Egyértelmű követelményként kell(ene) kezelni, hogy a mintavétel minél nagyobb elemszámmal történjen, hiszen a tehetséges gyermekek gyakorisága a matematikai modellezés alapján – a tehetséget a teljes populáció 0,01–0,025–0,1%-ában adják meg – is fontos szempont lehet [4]. Ennek megszervezése rendkívül nehéz feladat. A tehetség kiválasztása, fejlesztése során elkerülhetetlen és szükséges mozzanat a legnagyobb potenciállal rendelkező játékosokra való összpontosítás a jövőbeli elit megtartása érdekében [5]. A fent említett folyamatban dolgozók több esetben is szembesülnek ezzel, hogy tudniillik melyek(k) lehet(nek) a leghatékonyabb módszer(ek). Számos kutató leírta már, hogy a tehetségek kiválasztása csakis kizáróan a többdimenziós modell segítségével kezelhető eredményesen [6, 7, 8].

A többdimenziós modell tartalmaz szubjektív: (az edző, a nevelő „szeme”) elemeket és objektív adatokat: (humánbiológiai jellemzők, született és szerzett motoros képességek, stb.) [9, 10]. Így aztán van egy rés a tudományos közösség ajánlásai és - a gyakorlatban végrehajtott eljárások között [11]. A tudományos vélemény és az edző szub-

jektív megítélése, döntő többségében nem mond ellent egymásnak. Hasznosságát dőreség lenne kétségbe vonni. Fontos inkább az, hogy az edzők több dimenzió mentén integrálják az információkat, és ezek alapján ítélik meg a játékosok egészét [12]. Ez egyébként a holisztikus gondolkodás, aminek megtartása segít megérteni például a fiziológiai adatok prognosztikai érvényességét, a motoros-teljesítménytesztek (pl. sprint teljesítmény) pszichomotoros tartalmát, a biológiai érsnek és relatív életkornak a fejlesztés során kifejtett módosító hatását [13, 14, 15, 16].

A tehetség kiválasztásában pontosan nem tudjuk a prognosztikai eszközökkel mért jellemzők érvényességét. Fontossági sorrendet állítani sem szükségszerű, hiszem a biológiai fejlődés több alkalommal is felülírhatja azt. Ellenben az értékelési módszerek kombinációi már megbízhatóbb predikátorok lehetnek, a beválás szempontjából. Vagyis a többdimenziós adatok értelmezése, azok egymásra hatása, ezen információk tisztelete jelentős segítséget adhat, a szakemberek számára.

Az Akadémia élettani csoportja kilenc területen végzi munkáját. Melyet az 11/1. ábra *szemléltet*, e rendszer (1) egyes eleme az antropometriai jellemzők vizsgálata. Az azonos nemű, hasonló biológiai fejlettségű és azonos emberfajta-hoz tartozó gyermekek testméreteiben, testi felépítésében és testösszetételében az egyének közötti differenciák kifejezettek, vagyis az egészséges egyedek antropometriai tulajdonságai nagyon széles tartományon belül variálhatnak.

A korcsoportok testmagasság átlagainak különbségei illeszkedik a normál fejlődés mintázatához.



11/1. ábra: Pszichofiziológiai és kognitív képességek vizsgálatának, ezek követésének rendszere (saját szerkesztés)

11/1. táblázat A vizsgált növendékek antropometriai, testösszetétel és alkat jellemzői

**Jelmagyarázat:** TTM=Testmagasság, TTS=Testtömeg, BMI=testtömeg index, F%=relatív zsírtömeg, M%=relatív izomtömeg, EI= Extra leptomorf, I.= Leptomorf, II.= Metromorf, EIII.=Extra piknomorf

	U15			U16			U17			U19		
Változók	Átlag	Min.	Max.	Átlag	Min.	Max.	Átlag	Min.	Max.	Átlag	Min.	Max.
<b>TTM(cm)</b>	170,75	157,9	183,6	173,5	156,3	191,5	177,9	168,8	192,3	178,69	164	188,8
<b>TTS(kg)</b>	58,32	45	74,45	60,75	46,2	84,75	68,61	59,2	83,85	70,6	60,5	84
<b>BMI</b>	19,89	16,7	25,3	20,06	18,4	23,1	21,65	18,9	24,2	22,08	19,8	25,8
<b>F%</b>	9,05	4	15	8,83	2,9	15,5	11,8	7	18,1	13,28	6,6	24
<b>M%</b>	41,53	38,8	43,9	42,63	40,8	44,8	41,94	39,6	45,8	42,1	37,8	44,3
<b>EI.</b>	65%			62%			63%			100% (6 játékos, aki 18 éves)		
<b>I.</b>	22%			26%			20%			X		
<b>II.</b>	13%			8%			17%			X		
<b>EIII.</b>	X			4%			X			X		

Ugyanez igaz a testtömeg átlagokról is. Ami a testtömegre vonatkoztatott zsír korcsoportonkénti átlagait illeti, a különbségek folyamatosan nőnek, de az átlagok optimális testösszetételről árulkodnak. A szélsőértékek a 19 évesek csoportjában egy játékos esetében jelentős (24%). Ugyanez elmondható

a relatív izomtömeg mintázatáról is. Az alkattípus tekintetében a minta közel 80%-a extra leptomorf, illetve leptomorf. Metromorf és az extra piknomorf alkattípussal rendelkező gyermekek száma kevés. Gyakori az a megfigyelés, mely szerint a biológiai tartalmában nagyon hasonló két morfo-

lógiai alkathoz különböző testösszetétel tartozik, még akkor is, ha az összehasonlított személyek habituális fizikai aktivitása egyforma. Munkánk során a Nemzetközi Biológiai Program [17] eljárási javaslatait tekintettük irányadónak. Az antropometriai jellemzéshez (a növekedési és a szomatotípus számításához, valamint a testösszetétel két és négykomponensű becsléséhez) a test 24 pontján adatokat veszünk fel. A szomatotípus meghatározását Carter és Heath, 1990-ben megalkotott [18] módszerével végezzük. Az alkat meghatározása jelentős információt nyújt a fejlesztés során, a posztok megválasztása tekintetében. Értékes adat továbbá a becsült testmagasság is.

A (2) második területen végzett kutatások döntően a kreativitásra épülő „*perceptuális-kognitív*” folyamatok vizsgálatát célozzák [19, 20]. A motorikus képességek (3) csoportjában a gyorsaságot a gyorsaság egyéb jellemzőit (mozdulat, reakció, stb.), illetve a robbanékonyságot mérjük.

A (4) negyedik terület az agilitás képességének fejlesztése. Draper és Lancaster (1985) kutatásai alapján az a képesség, mely az erőt, a sebességet, az egyensúlyt és a koordinációt gyors kombinációban tudja megvalósítani a különböző irányváltásos mozgásformák keretein belül.

Az (5) ötödik terület az állóképesség vizsgálata pályateszttel (IFT30-15), amely talán a legközelebb áll a sikeres labdajáték fiziológiás háttérkövetelményeihez. A teszt elvégzésének haszna: a maximális aerob sebesség (MAS) meghatározása (tehát az a legnagyobb futósebesség, ahol vizsgált eléri a maximális aerob kapacitását (VO<sub>2</sub>max). Tudni kell tehát, hogy minél nagyobb egy sportág futásigénye, annál nagyobb (MAS) szükséges a magasszintű versenyzéshez, különösen a legmaga-

sabb szinten. Az is kérdés azonban, hogy meddig szükséges az aerob kapacitást fejleszteni, mivel nem biztos, hogy a nagyobb aerob kapacitás, nagyobb teljesítményt indikál.

Az egyéb rész(távok) mérése (400m, 800m, 1500m) folyamatos kiegészítő információt szolgáltat a terhelés változatos alkalmazásához.

Az 11/2/a. ábra az első mérés (2020. június) és a második mérés (2020. november), illetve a folyamatos fejlesztés a két vizsgálat között ~1 km/h javulást mutat. A két korcsoport (U16-U17) teljesített sebesség átlagok között kicsi a különbség. Ez fiziológiásan nem jelent új információt.

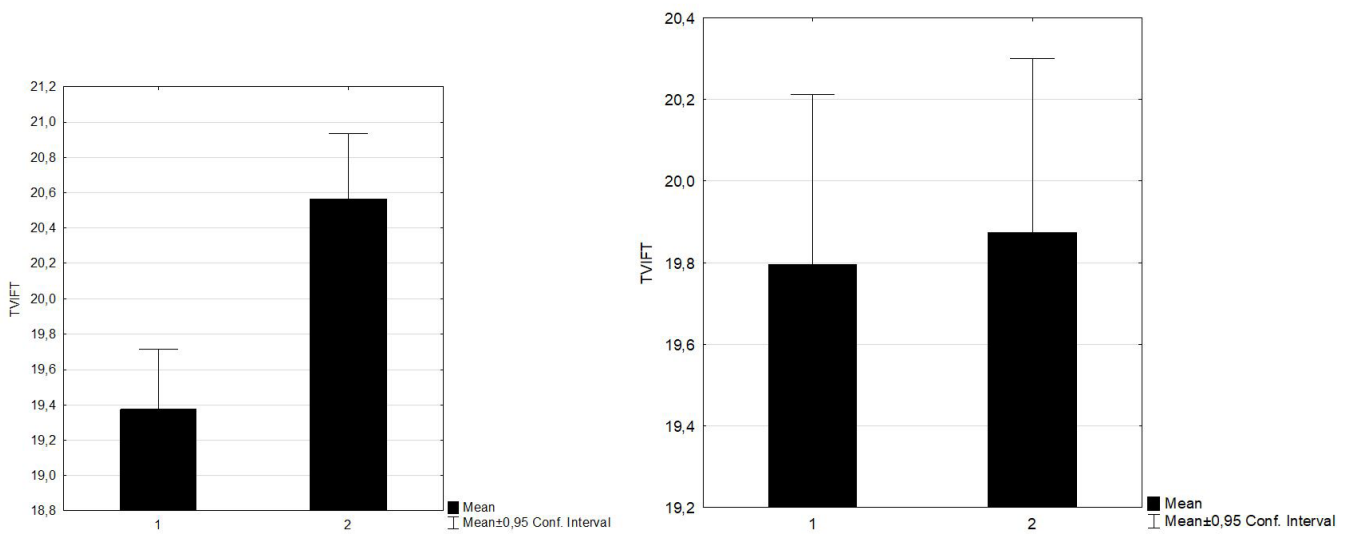
A (6) hatodik terület: a laboratóriumban elvégzett terheléses vizsgálatok alapértéket jelentenek a terhelési határok egyéni tervezéséhez. A laboratóriumban és a pályán gyűjtött eredmények együttes elemzése segíthet az adekvát tervezés során.

Érdekes probléma a két próba eredményeinek megfigyelése. Miért lehetséges, hogy a legkisebb mért relatív aerob kapacitáshoz, a legnagyobb pályateszten becsült érték tartozik (U19). Illetve ez éppen fordítva jelenik meg az (U15) csoportban.

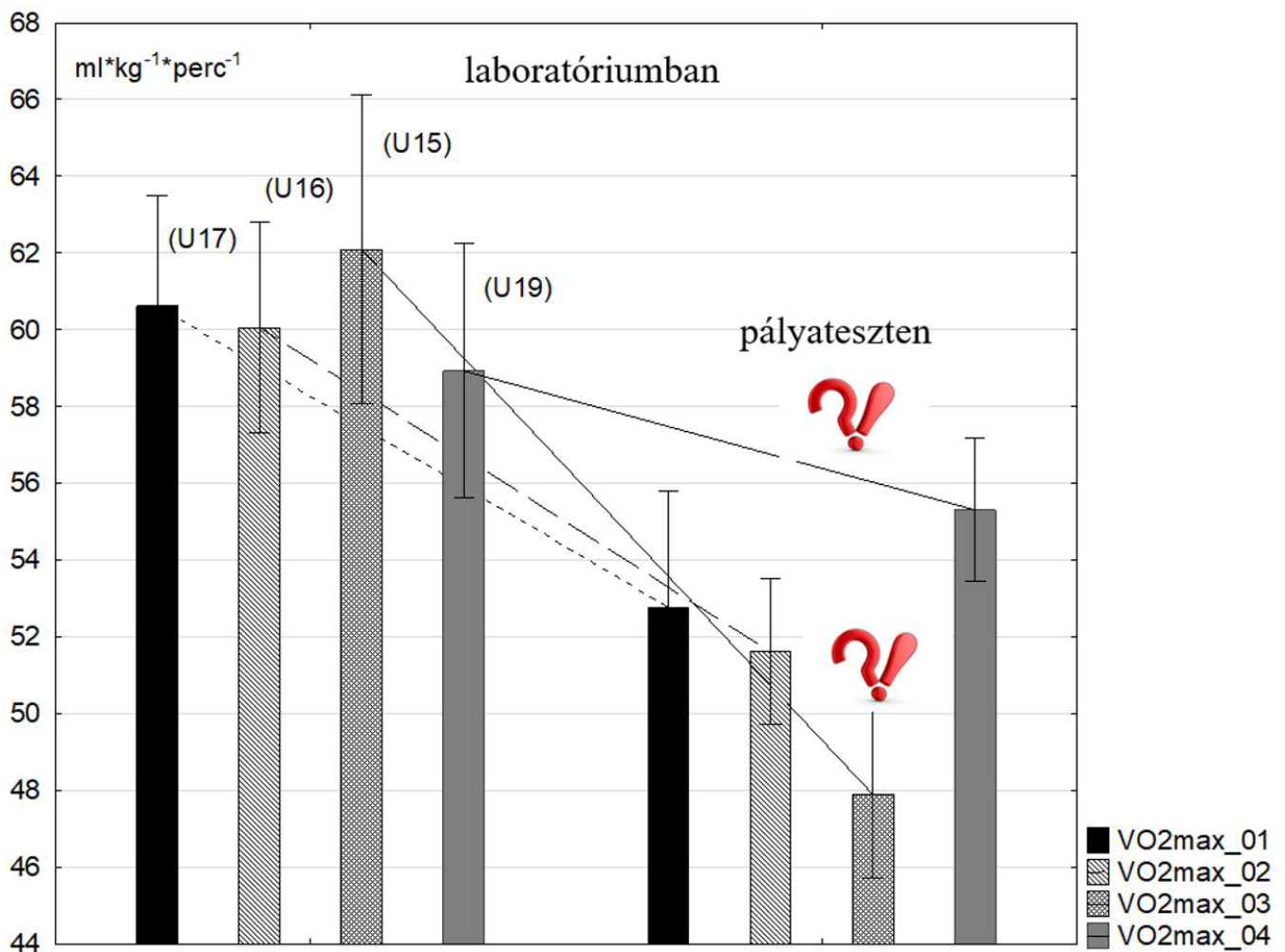
A (7) hetedik terület ebben az ábrában csak a teljesség igénye miatt került megjelölésre. A funkcionális mozgásminőség optimális működéséhez és fenntartásához elengedhetetlen a mobilitási és stabilitási funkciók között a megfelelő egyensúly, illetve a kinetikus lánc hatékonysága. Ez a terület az Akadémia rehabilitációs csoportjának feladata, pontosabban az aktuális állapot mérése, illetve a korrekciós gyakorlatok megjelölése és az intervenció utáni visszaellenőrzés.

11/2. táblázat A vizsgált növendékek gyorsaság és robbanékonyság jellemző

Változók		U19			U17			U16			U15		
		Átlag	Min.	Max.	Átlag	Min.	Max.	Átlag	Min.	Max.	Átlag	Min.	Max.
Gyorsaság	5m(sec)	1,112	0,950	1,220	0,960	0,860	1,070	1,009	0,880	1,280	1,046	0,850	1,250
	10m(sec)	1,866	1,690	2,040	1,680	1,590	1,780	1,769	1,610	2,020	1,788	1,560	1,980
	20m(sec)	3,121	2,890	3,330	2,954	2,810	3,130	3,075	2,840	3,390	3,142	2,840	3,490
Robbanékonyság	Helyből-távolugrás(m)	2,418	2,070	2,710	2,393	2,1	2,9	2,400	2,140	2,720	2,152	1,910	2,650



11/2/a/b ábrák: A 30-15 IFT állóképességi futás fél éves fejlesztés után mért eredménye (2.a.), U16-U17 csoportok közötti különbség ugyanazon megfigyelt periódus alatt



11/3. ábra Laboratóriumban mért és pályateszten becsült relatív aerob kapacitás (rVO2max) összehasonlítása



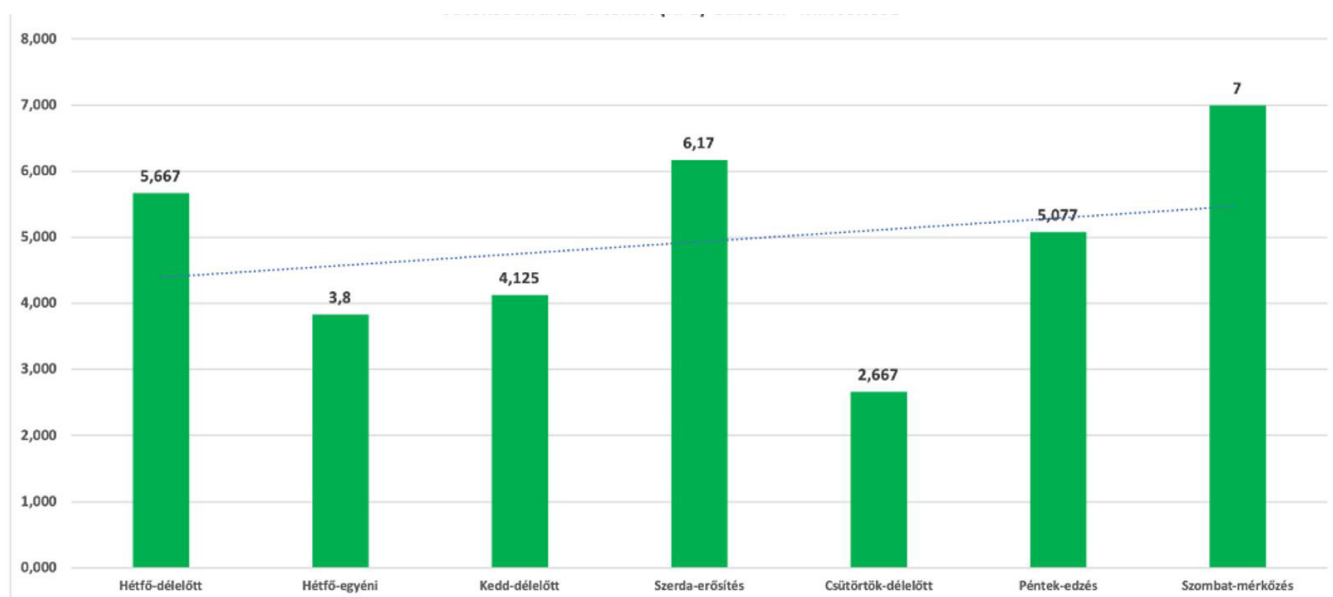
A **(8)** nyolcadik terület az edzések – és a mérkőzések telemetrikus vizsgálata, ezzel egyidőben a növendékek szubjektív – az aktuális „*pszichofiziológiás*” állapot – önértékelésének (RPE) rögzítése. A 0-10 skálán történő folyamatos (ön)bevallás, sokat segít az edzésterhelés tervezésben. Másfelől kiváló pedagógiai módszer az együttműködésre, a kölcsönös bizalom építésére.

A telemetrikus mérést a „*Catapult*” eszközcsalád zászlóshajójának mondott „*Vector*” rendszerrel végezzük, amely jelenleg ezen felhasználási területen az elérhető legfejlettebb opció. A sportolóink edzésen és mérkőzésen kapott terhelésének mennyiségi és minőségi vizsgálatát teszi lehetővé. A rögzített adatokat a gyártó számítógépes *szoftvere* segítségével tetszőleges időtartamokra bontva lehet vizsgálni. A saját felhőalapú tárolóhelyükre feltöltve pedig lehetőség nyílik egyéni, csapatszintű, keresztmetszeti és tetszőleges időtartamú hosszmetzeti kimutatások készítésére is. Ezen felül a készlethez tartozik egy hordozható vevő antenna egység, amely a pálya szélén elhelyezve a jeladó szenzorok által mért értékek valós idejű megjelenítését teszi lehetővé egy tablet vagy számítógép segítségével. Amióta a telemetrikus mérésekre lehetőségünk nyílt, folyamatosan követtük a játékosaink teljesítményét napról napra edzéseken és mérkőzéseken. Vizsgálatunk elsődleges szem-

pontja a mérkőzések követelményeinek megismerése és számszerűsítése volt. Ezen felül pedig a napi edzőmunkát elemeztük, hogy megfelel-e az elméletben megfogalmazott céljainknak. A *(11/3. táblázat)* egy csúcsterhelés mérésének eredményei láthatók.

Az előre meghatározott periodizációban az objektív mutatók folyamatos követésével és elemzésével nagymértékű optimalizációt érhetünk el. A kiválasztott mutatók, melyeket folyamatosan vizsgálunk és közvetítünk (mind az edzők, mind a játékosok felé) a Magyar Labdarúgó Szövetség által behívott válogatott játékosainknak az edzés/mérkőzés riportja alapján készült. Ezáltal a heti edzéstervezésünket össze tudjuk hasonlítani a válogatott csapatban felállított követelményekkel. Emellett azonban figyelniük kell arra is, hogy az ideális sorozatterhelés követelményei is megvalósuljanak.

Az egy percre vonatkoztatott, összegzett terhelés (rPL), illetve a mechanikai hatások összessége (EE) kiváló jellemzők, amikor edzőmunkát, vagy mérkőzést minősítünk. A *(11/5/a. ábra)* 12 játékos, fent említett jellemzőnek mintázatát mutatja. Balról jobbra haladva a 3-4-5-8 játékosok nem játszottak teljes mérkőzést. A négy elemes mintázat tekintetében a mérkőzés indikálta mechanikai hatások a legnagyobbak. Ezt követi a mérkőzés és



11/4. ábra: Játékosok által értékelt (RPE) edzéseik „minősítése”,

11/3. táblázat: 90 perces futballkondi edzés

Tot Dur	Max Vel (km/h)	Tot Dist (m)	Tot PL	PL Per Minute	Meterage Per Minute	Magas intenzitás ú futás(19,8-25,2km/h)	Sprint tavolság (> 25,2 km/h)	Tot Jumps	Acc B3 Effs (Gen 2)	Decel B3 Effs (Gen 2)	Explosive Effs	Max HR
91	30.1	9113	929	10.26	100.58	410	270	24	0	9	21	188
91	26.5	9042	830	9.16	99.80	393	101	25	1	2	21	195
91	29.2	8842	885	9.77	97.60	489	225	25	11	8	10	189
91	28.8	8681	861	9.51	95.82	274	157	31	5	4	25	196
91	28.6	8403	806	8.90	92.75	437	202	35	1	9	28	66
91	28.5	8354	751	8.29	92.21	416	170	33	2	8	19	197
91	27.9	8289	780	8.61	91.49	468	157	29	4	7	32	179
91	28.4	8083	820	9.05	89.22	353	131	32	0	3	23	187
91	32.4	7989	962	10.62	88.18	450	265	12	0	8	18	191
91	30.4	7938	796	8.79	87.62	228	141	26	1	3	12	177
91	29.4	7697	848	9.36	84.95	378	173	22	0	3	13	190
91	28.8	7637	764	8.44	84.30	305	109	24	3	6	23	169
91	29.2	7165	741	8.18	79.08	414	204	22	2	9	22	179
79	28.3	4649	440	5.53	58.53	153	112	26	1	5	12	192
32	25.2	1143	109	3.38	35.39	40	2	4	0	0	3	141

a futballkondi relatív összegzett terhelés mutatója (rPL), illetve az edzés során rögzített mechanikai hatások. Ha arra keressük a választ, hogy az edzés-munka ilyen eleme (futballkondi) megfelelő-e a mérkőzés terhelésének szimulálására, akkor azt kell mondanunk, hogy IGEN. *Más kérdés inkább az, hogy mi a helyzet a négy játékos fejlesztésével, akik csereként szerepeltek a jelzett mérkőzésen? Hogyan lehet ezt kompenzálni és hogyan lehet regenerálni azokat, akik viszont keményen teljesítettek?*

Hasonló problémával találkozunk, amikor a magas intenzitású futást (HSR) mennyiségét hasonlítjuk a teljes terheléshez (TPL); (11/5/b. ábra). A vizsgáltak ugyanazon mintából valók, tehát a mérkőzés terhelésük jóval kisebb. Érdekes azonban, hogy a futballkondi során elvégzett magas intenzitású futás (HSR) mennyiségük megközelítőleg azonos a társak mérkőzésen elvégzett ugyanazon teljesítményével.

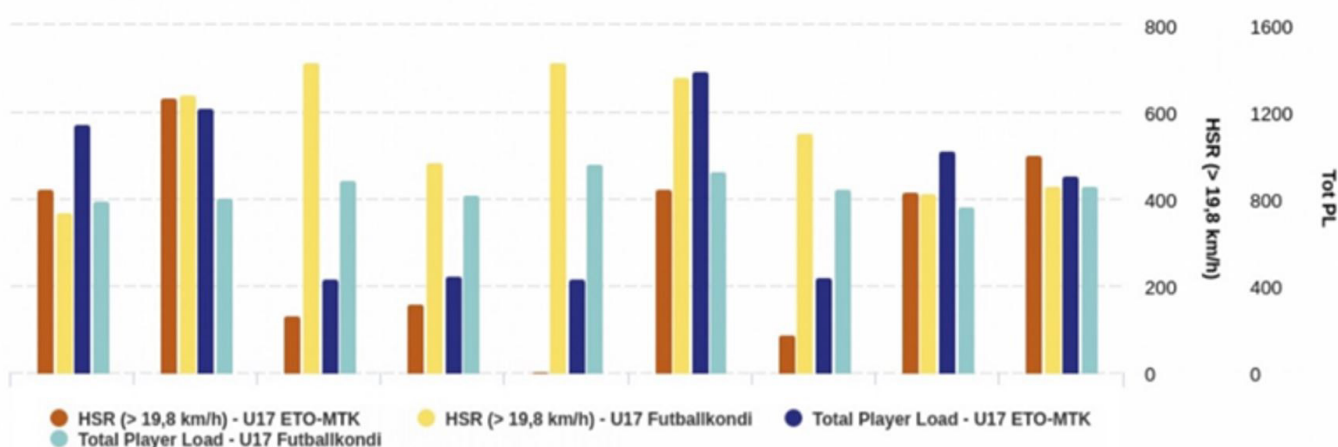
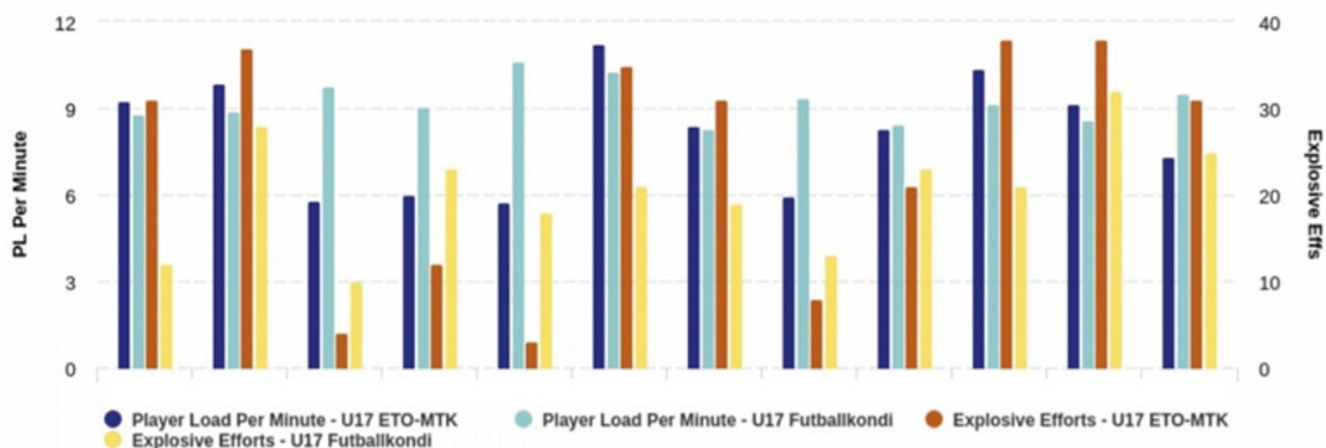
A (9) kilencedik terület az éjszakai alvás, minőségének vizsgálatát jelenti. Mivel a növendékek reggelente kitöltenek egy online fitness kérdőívet és ebben válaszolnak az éjszakai alvásminőségükre, így a közvetlen visszacsatolás működik.

A sport, tudományos igényű értelmezése egyre nagyobb teret hódít, ami egyértelműen igazolja a fiatal sportolók hosszú távú fejlesztésének igé-

nyét. A gyermekek fizikai képességeinek fejlesztése egész gyermekkorban és serdülőkorban nem újszerű fogalom [21]. A kutatók korábban dokumentálták annak fontosságát, hogy a gyereket, ne úgy kezeljük, mint a „miniatűr felnőttet”. Ennek értelmében a gyermek-és ifjúkorban végzett erő és kondíció fejlesztésének tartalmában és átadásának módszertanában jelentősen különböznie kell a teljesen érett felnőttektől. A hosszú távú sportoló fejlesztési modellek [22] figyelembe veszi a gyermek érettségi állapotát, és stratégiai megközelítést kínál annak megvalósítására. A modellel (2-3 ábrák) azt sugallják, hogy léteznek kritikus „szakaszok” a fejlődési években, amikor a gyermekek és serdülők érzékenyebbek a képzés által kiváltott alkalmazkodásra. A modellel azt is kijelentik, hogy a szenzitív szakaszok használatának elmulasztása a jövőbeni sportpotenciál korlátozásához vezet. Ez a koncepció azonban nagyrészt elméleti jellegű, a gyakorlatba való beemelése nagyfokú körültekintést követel meg a fejlesztésben szereplő szakmai csapattól.

### 11.1. A gyakorlati fejlesztések tartalma, jelentősége, mérhetősége, követése, korrekciók

Az akadémián folytatott heti munka során a 11/8. ábrán látható mikrociklust követjük. A szombati bajnoki mérkőzést követően a játékosok jellemzően otthon, családi körben töltik a vasárnapot, ami a regeneráció és pihenés jegyében telik. A hétfői



Kronológiai életkor	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+
Életkori időszakok	Korai gyermekkor			Középső gyermekkor							Serdülőkor							Felnőttkor		
Növekedési ütem	Gyors növekedés			Folyamatos növekedés							Serdülőkori csúcs növekedés							Növekedési ütem csökkenése		
Érettségi állapot	Csúcsnövekedés előtt							Csúcsnövekedés							Csúcsnövekedés után					
Edzésekalkalmazkodás	Túlnyomó részt Idegrendszeri alkalmazkodás										Idegrendszeri és hormonális alkalmazkodás az éréssel kapcsolatos									
Fizikai tulajdonságok	<b>AMK</b>			<b>AMK</b>			AMK			AMK										
	Sport Specifikus			Sport Specifikus			Sport Specifikus			Sport Specifikus										
	Mobilitás			<b>Mobilitás</b>							Mobilitás									
	Agilitás			<b>Agilitás</b>							Agilitás			Agilitás						
	Gyorsaság			<b>Gyorsaság</b>							<b>Gyorsaság</b>			Gyorsaság						
	Robbanékonyaság			<b>Robbanékonyaság</b>							<b>Robbanékonyaság</b>			<b>Robbanékonyaság</b>						
	<b>Erő</b>			<b>Erő</b>							<b>Erő</b>			<b>Erő</b>						
	Hipertrófia										Hipertrófia		<b>Hipertrófia</b>						Hipertrófia	
	Állóképesség+MK			Állóképesség+MK							Állóképesség+MK			<b>Állóképesség+MK</b>						
Edzés struktúra	Struktúrátlan			Alacsony struktúrálás				Közepesen struktúrált			Magasan struktúrált			Kifejezetten struktúrált						

R. S. Lloyd and J. L. Oliver 2012. The Youth Physical Development model.

11/6. ábra A morfológiai jellemzők és a fizikai fejlesztés modellje

<p>A mozgékonyág egy komplex képesség, melynek mértékét leginkább az irányváltás sebessége és a döntéshozatali képesség befolyásol. A prepubertás korban kifejezetten jól fejleszthetőek a motoros és kognitív képességek, az izomerő és a futás gyorsasága, ezért ebben a korban az FMS szerepe kiemelkedő. Az alábbi ábra sikerességének feltétele azonban, hogy a sportoló gyermekkorban megkezdje a formális edzést.</p>					
<p><b>Agilitás (mozgékonyág) fejlesztésének elemei korcsoportonként</b></p>					
<i>Prepubertás kor (10-12)</i>		<i>Pubertás kor (13-15)</i>		<i>Posztpubertás kor (16-18)</i>	
<b>FMS</b>	<b>60%</b>	<b>FMS</b>	<b>30%</b>	<b>FMS</b>	<b>20%</b>
<b>CODS</b>	<b>25%</b>	<b>CODS</b>	<b>40%</b>	<b>CODS</b>	<b>20%</b>
<b>RAT</b>	<b>15%</b>	<b>RAT</b>	<b>30%</b>	<b>RAT</b>	<b>60%</b>
Alacsonyan strukturált edzés		Közepesen strukturált edzés		Magasan strukturált edzés	
<p><b>FMS: Alap mozgásképeség; CODS: Nagysebességű irányváltások; RAT: Reaktív agility training (ingerre végzett válaszreakció)</b></p>					

R. S. Lloyd and J. L. Oliver, P. Read, R. W. Mayer's, S. Nimphius and I. Jeffreys 2013. Consideration for the development of agility during childhood and adolescence.



11/7. ábra: Az agilitás képességének fejlesztése korcsoportonként

Match	Recovery block	Pre-loading	Loading	Post-loading - Recovery	Pre-loading	Pre-loading	Match
<i>Szombat</i> Game day	<i>Vasárnap</i> G+1/-6	<i>Hétfő</i> G+2/-5	<i>Kedd</i> G+3/-4	<i>Szerda</i> G+4/-3	<i>Csütörtök</i> G+5/-2	<i>Péntek</i> G+6/-1	<i>Szombat</i> Game day
<b>Heti mikrociklus:</b>							
<b>Mérkőzés</b>	<b>Day off - Otthoni / családi időtöltés</b>	<b>Aktivizáció. Törzsizom fejlesztés. Technikai fejlesztés. Labdatartásos játékok.</b>	<b>Taktikai mozgások. Csapat és egyéni mozgások. Plyometria és láberő fejlesztés. SSG, MSG, LSG játékok a periodizációtól függően.</b>	<b>Regeneráció. Mobilitás és ízületi mozgékonyág fejlesztése. Köredzés jelleggel erőfejlesztés</b>	<b>Sprint gyakorlatok. Kapura lövések. Taktikai játék. Robbanékony megindulások a fókuszban.</b>	<b>Taktikai fókusz. Mérkőzésre való készülés.</b>	<b>Mérkőzés</b>

11/8. ábra: Az Akadémia heti mikrociklusa

napon feltöltődésként a játékosok hengerezéssel és aktivizációs mozgásokkal kezdik a hétfői edzést. Az edzésen technikai feladatokkal hangolódnak a fő részre, mely a labdatartásra fókuszál. A heti felépítésben a csúcsterhelés a keddi napra van időzít-

ve. Ezen a napon két edzés van a programban, délelőtt egy főleg taktikai mozgásokat tartalmazó foglalkozás, míg délután a terheléssel a fókuszban plyometriás gyakorlatokat és sprinteket tartalmazó „futballkondi” és a periodizációnak megfelelő

SSG, MSG és LSG gyakorlatok. A szerdai napon a pihenésen és a regeneráción van a hangsúly. A csapatok hengereznek, mobilizációs gyakorlatokat végeznek, majd egy rövid blokkban köredzés formájában a core és törzsizom fejlesztő gyakorlatokat és stabilitást fejlesztő gyakorlatokat csinálnak. A csütörtöki napon a gyorsaság fejlesztése történik sprint feladatokkal, melyben bevonjuk a reakciógyorsaság és a mozdulatgyorsaság szegmensét is. A pénteki nap a mérkőzésre való felkészülés jegyében történik. Az edzés elején ráhangolásként játékos feladatokat végeznek a csapatok, majd hétvégén alkalmazandó taktikai formákat gyakorolják támadó és védekező oldalon.

## 11.2. Felhasznált Irodalom

1. Sieghartsleitner R, Zuber C, Zibung M, Conzelmann A. Science or Coaches' Eye? - Both! Beneficial Collaboration of Multidimensional Measurements and Coach Assessments for Efficient Talent Selection in Elite Youth Football. *J Sports Sci Med.* 2019;18(1):32-43.
2. Haugaasen M. and Jordet G. Developing football expertise: A football-specific research review. *Int. Rev. of Sport and Exercise Psychology.* 2012;5(2):177-201.
3. Relvas H, Littlewood M, Nesti M, Gilbourne D. and Richardson D. Organizational Structures and Working Practices in Elite European Professional Football Clubs: Understanding the Relationship between Youth and Professional Domains. *European Sport Management Quarterly.* 2010;10(2):165-187.
4. Suppiah HT, Low CY, Chia M. Detecting and developing youth athlete potential: different strokes for different folks are warranted. *Br J Sports Med.* 2015;49(13):878-82.
5. Abbott A, Button C, Pepping GJ, Collins D. Unnatural selection: talent identification and development in sport. *Nonlinear Dynamics Psychol Life Sci.* 2005;9(1):61-88.
6. Vaeyens R, Lenoir M, Williams AM, Philippaerts RM. Talent identification and development programmes in sport: current models and future directions. *Sports Med.* 2008;38(9):703-14.
7. Williams AM, Reilly T. Talent identification and development in soccer. *J Sports Sci.* 2000 Sep;18(9):657-67.
8. Christensen, M.K. "An eye for talent": Talent identification and the "practical sense" of top-level soccer coaches. *Sociology of Sport Journal* 2009; 26(3):365-382.
9. Larkin P, O'Connor D. Talent identification and recruitment in youth soccer: Recruiter's perceptions of the key attributes for player recruitment. *PLoS One.* 2017;12(4):e0175716.
10. Larkin P. and Reeves MJ. Junior-elite football: time to re-position talent identification? *Soccer & Society.* 2018;20(3): 1-10.
11. Buekers M, Borry P. and Rowe P. Talent in sports. Some reflections about the search for future champions. *Mov Sport Sci/ Sci Mot,* 2015;88:3-12.
12. Johnson A, Farooq A. and Whiteley R. Skeletal maturation status is more strongly associated with academy selection than birth quarter. *Sci. and Med. in Football.* 2017;1(2):157-163.
13. Malina RM, Cumming SP, Coelho-e-Silva MJ. and Figueiredo AJ. Talent Identification and Development in the Context of "Growing up". In: *Routledge Handbook of Talent Identification and Development in Sport. 1st ed. Ed: Baker, J. et al. Florence, GB: Routledge.* 2017;150-168.
14. Müller L, Müller E, Hildebrandt C, Kapelari K, Raschner C. Die Erhebung des biologischen Entwicklungsstandes für die Talentselektion - welche Methode eignet sich? [The assessment of biological maturation for talent selection - which method can be used?]. *Sportverletz Sport-schaden.* 2015;29(1):56-63. German.
15. Romann M, Javet M. and Fuchslocher J. Coaches' eye as a valid method to assess biological maturation in youth elite soccer. *Talent Development and Excellence.* 2017;9(1):3-13.
16. Weiner JES. and Lourie JA. (Eds.) Human Biology. A Guide to Field Methods. IBP Handbook, No. 9. *Blackwell Scientific Publishers, Oxford,* 1969.
17. Heath BH, Carter JE. A modified somatotype method. *Am J Phys Anthropol.* 1967;27(1):57-74.
18. Roca A & Ford PR. Decision-making practice during coaching sessions in elite youth football across European countries. *Science and Medicine in Football,* 2020;4(4):263-268
19. Roca A, Ford PR, McRobert AP, Wil-

- liams AM. Perceptual-cognitive skills and their interaction as a function of task constraints in soccer. *J Sport Exerc Psychol.* 2013;35(2):144-55.
20. Draper JA, Lancaster MG. The 505 test: a test for agility in the horizontal plane. *Aust J Sci Med Sport.* 1985;17:15-18.
  21. Branta C, Haubenstricker J, Seefeldt V. Age changes in motor skills during childhood and adolescence. *Exerc Sport Sci Rev.* 1984;12:467-520.
  22. Burgess DJ, Naughton GA. Talent development in adolescent team sports: a review. *Int J Sports Physiol Perform.* 2010;5(1):103-16.
  23. Mackenzie R, Cushion C. Performance analysis in football: a critical review and implications for future research. *J Sports Sci.* 2013;31(6):639-76.
  24. Sarmiento H, Clemente FM, Araújo D, Davids K, McRobert A, Figueiredo A. What Performance Analysts Need to Know About Research Trends in Association Football (2012-2016): A Systematic Review. *Sports Med.* 2018;48(4):799-836.
  25. Rebelo A, Brito J, Seabra A, Oliveira J, Krstrup P. Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. *Eur J Sport Sci.* 2014;14 Suppl 1:148–S156.
  26. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci.* 2003;21(7):519–528.
  27. Krstrup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, et al. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(4):697–705.

## XII. Fejezet

### Módszertani ajánlások

- Minden képzési folyamat egyik fontos követelménye az egyénre tervezett feladatvégzés. Az individualizálás megköveteli, hogy az edzők, testnevelők, figyelembe vegyék a sportolók képességeit, tanulási tulajdonságait, valamint igényeit, a teljesítmény szintjétől függetlenül. Minden sportoló önálló személyiség, egyéni fiziológiai és pszichológiai jegyekkel, amelyeket figyelembe kell venni az edzéstervezés kidolgozásakor.
- A versenysport, de különösen az élsport egy olyan speciális terület, amelyben a szomatotípus kisebb-nagyobb differenciáinak is funkcionális jelentősége lehet.
- Annak a sportolónak, aki magas naptári kora ellenére, alacsony edzési korrall rendelkezik, fontos a többoldalú készségfejlesztés, mivel hiányzik a képzési bázis.
- Az edzőnek figyelemmel kell kísérnie a sportoló egészségi állapotát a megfelelő edzés terhelés meghatározása érdekében. A hosszabb kihagyás utáni terhelést kiemelt feladatként kell kezelni.
- Az edzésterhelést a sportoló edzési előzményei, egészségi állapota, életmódhoz kapcsolódó stressz, kronológiai kor, biológiai életkor és edzéséletkor határozza meg. Az elit sportolók edzésterveinek egyszerű utánozása nem eredményez magas szintű teljesítményt.
- Az edzésterheléshez való alkalmazkodásban (például a megnövekedett energiaigény vagy az oxigénfelvétel, metabolikus háttér, szempontjából) az egyének között jelentős a különbség. A standardizált vagy előre meghatározott testmozgáshoz való merev ragaszkodás, élettani válaszok, pszichés jelek rutinszerű monitorozása, megfelelő korrekciók nélküli alkalmazása, alul teljesítéshez vezethet.
- A terhelés követése bonyolult feladat, mivel az egyén összes rendszere integrált módon alkalmazkodik a számos egyidőben ható ingerekre.
- A nagyobb edzettségű felhasználóknak erőteljesebb edzést kell végezniük ahhoz, hogy hasonló edzés hatást érjenek el, mint az alacsonyabb fitneszi szinttel rendelkező társaiknak.
- A legfontosabb képzési elvek magukba foglalják az egyéniséget és a képzés sajátosságait. Ezért a teljesítményhez kapcsolódó specifikus élettani rendszerek optimalizálása érdekében központi fontosságú a képzés tartalmának pontos elemzése. Ez az információ segít a célok elérésében a különböző típusú edzésekhez.
- Mérközésterhelés alapú felkészítést [mérkőzés(ek) 100%-a] elengedhetetlen szempontként kell kezelni!
- Az edzésen kívüli időszakokat, amelyek a regeneráció (passzív vagy aktív) minőségét hivatottak ellátni, gyakran úgy tervezik meg, hogy optimalizálják a szervezet „visszaépülését”, ezért fontos figyelemmel kísérni azokat.
- A pulzusszám követése, annak mintázatának elemzése, információkat szolgáltat a szív dinamikájáról és a stresszhez kapcsolódó különféle paraméterekről. A pulzus, edzés közbeni követése kiváló módszer a



- testmozgás intenzitásának számszerűsítésére és felhasználhatók az edzés adaptáció nyomán követésére.
- A maximális aerob kapacitás valójában nem egyedüli teljesítménymérő olyan körülmények között, ahol viszonylag azonos teljesítményű sportolók vannak egy csoportban. A VO<sub>2</sub> természetesen fontos szerepet játszik a teljesítményben, mivel meghatározza az elméleti felső határt a hosszan tartó állóképesség gyakorlására.
  - A modern technológiák sokféle változót figyelnek, rögzítenek, amelyek lehetővé teszik a szakemberek számára, hogy az edzésterhelést részletesen, numerikusan, illetve könnyen értelmezhető diagramok formájában elemezhesék.
  - A szív keringési rendszerének állapotát vizsgáló pálya-és laboratóriumi tesztek célja számos becsült és mért adat alapján történő indirekt következtetés az aerob - anaerob kapacitás aktuális állapotára. Az itt nyert adatok segítenek az edzésterv elkészítésében.
  - A sportági megkülönböztetés bizonyos esetekben fontos, főleg, ha speciális képességet akarunk mérni. Ugyanakkor az általános állóképesség mérése (becslése) nem követel sportágfüggő teszt alkalmazását.
  - Az oxigénszállító rendszer működése mellett azonban fontos szempont a metabolikus kontroll a vázizomban. Vagyis választ adni arra, hogy a megváltozott energia metabolizmus mértéke magyarázza-e az aerob kapacitás vagy az emberi teljesítmény változásait?
  - A maximális értékeket összehasonlítva a standardokkal mondhatunk véleményt - kiváló, jó, elfogadható stb.-, a terhelés tervezés szempontjából azonban ezek csak részeredmények. Használhatóságuk akkor válik gyakorlatban könnyebben alkalmazhatóvá, ha a folyamatot vizsgáljuk, mármint hogyan jutott el a végső eredményig a vizsgált személy?
- Miután megtanultuk a szervek-szervrendszerek működését jellemző indikátorok tartalmát, a további feladat a teljes terhelés részeredményeinek a maximumhoz való hasonlítása. A legfontosabb tehát az aerob - anaerob teljesítmény hasonlítása, a teljes terheléshez, illetve a kettő egymáshoz viszonyított aránya is. Nemcsak ezek aránya, hanem ezek deltaértéke is fontos információt ad a szakember számára. Nevezetesen, numerikusan mennyit és milyen mintázatban változnak a vizsgált elemek, az anaerob törésponttól a teljesítmény befejezéséig.
  - Egy csapat játékosainak fizikai képessége jelentősen befolyásolja a csapat taktikáját. Ezért elengedhetetlen a fizikai képességek folyamatos fejlesztése, illetve a taktikai sokszínűség megtartása.