



Fotopletizmogram és egyensúlyállapot mérés sportolói állapotfelmérésre

Viszuguayel Regina

Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem

Rekreáció és életmód, III. Évfolyam

Témavezető: Dr. Szikra Péter

Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem

Sportorvosi és Egészségtudományi Kar

Konzulens: Dr. Kulin Dániel

Semmelweis Egyetem

Transzlációs Medicina Intézet

Bevezetés

Az edzés és verseny terhelés optimalizálása és az egészség védelme a sportolókat felkészítő edzői csapatok kiemelt feladata. Munkacsoportunk non-invazív diagnosztikai eszközöket tanulmányoz, melyekkel a sportolók kardio-vaszkuláris terhelését és az egyensúlyi állapotot érdemben lehet vizsgálni [1-3].

A kompetitív sport megkívánja a sportolók intenzív terhelését, ami a túlterhelés vagy sérülés kockázatát hordozza magában. Az élsportolók sok esetben nem szeretik, ha az edzői csapat tisztában van a fizikai korlátjaikkal, aktuális állapotukkal, vagy egyszerűen csak sajnálják az időt, energiát a sportolói állapot felmérésre. Olyan egyszerű, informatív és gyors, a sportolók számos élettani paraméterét megmutatni képes monitoring rendszereket keresünk, melyek alkalmazása hasznos és elfogadható lehet mind a sportolók, mind az edzői csapat számára. A fotopletizmográfia és az egyensúlyi állapot stabilometriás vizsgálata a sportolói állapotfelmérésre új, de egyre gyakrabban használt módszerek [4-6]. Az egyszerű, gyors és gazdaságos új technológiák integrálása ígéretes lehetőség a sportolók teljesítményének optimalizálására, egészségük megővására.

Célkitűzés

Célunk annak megismerése, hogy a sportolók vizsgálatára párhuzamosan használt fotopletizmográfias és stabilometriás eszközök folyamatos monitorozás esetén képesek hasznos információkat nyújtani az edzői csapat számára (terhelés optimalizálás, egészségmegőrzés). Szeretnénk továbbá megtudni, hogy az eltérő élettani paramétereket vizsgáló módszerek mérési eredményei mutatnak-e összefüggést.

Anyag és módszer I.

A vizsgálat célcsoportja 6 fős, 12-17 éves kor között lévő, igazolt versenyzőkből álló lány lovastorna csapat volt, ahol a GDPR szerinti anonim kódokat (100-106) alkalmaztunk (1. táblázat). A mérések szülői beleegyező nyilatkozattétel mellett történtek. A méréseket a Sósikúti Lovas és Élményparkban 6 héten keresztül, heti 3 lovas edzés során végeztük (2023. szept. 25.-okt. 30.), ahol a Magyar Lovastorna Bajnokság jelentette a vizsgálat csúcspontját. A mérések az edzést megelőző és az edzés utáni 20 percen belül, elkülönített, nyugodt környezetben történtek. A vizsgálat lebonyolításában a teljes folyamat során aktívan részt

vettem. A mérésekhez hazai fejlesztésű fotopleizmográfias rendszert, a HeartReader-t és stabilométert a Balance Scale-t használtuk. Az adatfeldolgozás SPSS statisztikai programmal összefüggő mintás t-próba elemzéssel és Pearson féle kétváltozós korreláció analízissel történt.

1. táblázat Anyag és módszer

Létszám	6 fő
Korosztály	12-17 év; átlag 13.3 év
Nem	Nő
Helyszín	Sóskúti Lovas és Élménypark
Időtartam	6 hét → 2023. szept. 25-okt.30 heti 3 lovas edzés
Mérés ideje	Edzés előtti és edzés utáni 20 percen belül
Adatgyűjtés	HeartReader rendszer, Balance Scale
Adatfeldolgozás	SPSS statisztikai program összefüggő mintás t-próba elemzéssel és Pearson féle kétváltozós korreláció analízissel történt

Anyag és módszer II.

HeartReader

Látókörünkbe került egy hazai fejlesztésű, betegellátásban már validált vizsgálati módszer. A HeartReader egy non-invazív, pulzushullám analitikán alapuló, gyors, EKG és szívultrahang vizsgálatokkal validált rendszer, amely sportolóknál még kevésbé ismert. Ezt az újra csíptethető, ultra szenzitív mérőeszközt használtuk, amely infravörös fénnel világítja át a testszövetet, amelyben a kapilláris érhalózat sűrűségéből, az erek falvastagságából, azok rugalmasságából, hemodinamikából és még számos adat érzékeléséből nyer információt (1.ábra). A szenzor Bluetooth kapcsolatban áll a felhasználó mobiltelefonjával, ami interneten keresztül a felhőbe továbbítja a mért adatokat. Ebből az adatbázisból a HeartReader algoritmus mesterséges intelligencia segítségével ad információt a páciens állapotáról.



1. ábra HeartReader mérőeszköz

A rendszer klinikumban való használatban 31 paramétert mér, melyet leginkább várandós nőknél, valamint szív- és érrendszeri betegeknél alkalmaznak. A fejlesztőkkel való konzultációt követően, az általuk javasolt paramétereket használtuk. Ezekből a paraméterekből háromra fókuszáltunk. Cardiovascular health score azokból a paraméterekből származik, amelyek megfelelnek a szív működésének és az artériák állapotának. A dinamikus, egészséges szív rugalmas, jó állapotú erekkel magas értéket ad. A heart fitness score a mért személy fittségét és állóképességét mutatja, leginkább a szív egészségi állapotáról ad információt. A metabolic fitness score a szívizomsejtek, a vázizomzat és az ingervezetés sejtjeinek anyagcseréjének sebességét és energiatermelő képességét mutatja.

Anyag és módszer III.

Balance Scale

A stabilométer a testközépponttól való kilengés mértékét és irányát, valamint a testközépponthoz való visszatérítés dinamikáját monitorozza (2.ábra). A test autonóm módon szabályozza az egyensúlyi helyzetet. A kilengés mértéke, iránya és a mozgás dinamikája fontos információkat ad a fizikai és mentális állapotról. Nemzetközi kutatások alátámasztják, hogy bemelegítés előtt tompák a reakciók, amelyek edzés kezdeti aktív szakaszában maximalizálódnak, majd a kifáradási periódusban hirtelen csökkennek.



2. ábra Balance Scale stabilométer

A mért adatokból a Balance Scale saját algoritmusok alapján kalkulál. A nemzetközi szakirodalomban két leggyakrabban használt, elfogadott score-t a Stability of balance score-t, a Postural stability indexet hasonlítottuk össze a HeartReader scorejaival. A Stability of balance dominánsan a testközépponttól való kilengés mértékét és irányát mutatja, míg a Postural stability index dominánsan a testközépponthoz való visszatérítés dinamikáját határozza meg.

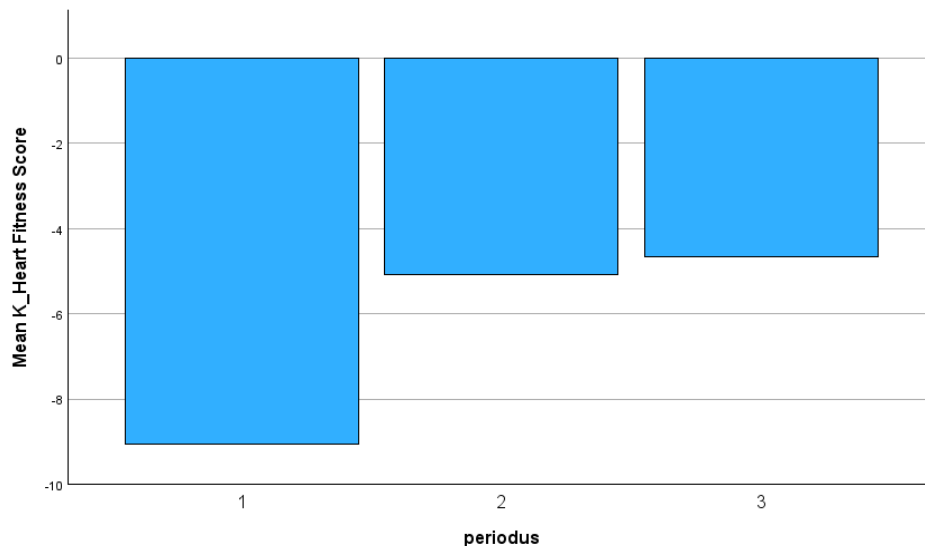
Eredmények

A vizsgálat során öt sportoló teljeskörű mérési vizsgálata, egy sportoló sérülés miatt bekövetkező időleges kiesése miatt részleges vizsgálata rendben lezajlott. HeartReader teljes mintán a hideg miatt néhány mérés megghiúsult így 139 mérési adat állt rendelkezésünkre. BalanceScale teljes mintán 154 mérés történt. A BalanceScale és a HeartReader több score-ban objektíven mutatta az edzésterhelés mértékét.

Időbeni változás, Heart Fitness Score – egyéni fejlődés!

A 6 hetes mérést 3 periódusra osztottuk. A heart fitness score szempontjából minél alacsonyabb a mért érték, annál terhelhetőbb a sportoló. A 3 oszlop a felkészülési időszak 3 szakaszát

mutatja (3.ábra). Az ábrán látható, hogy a kimerültség mértéke az edzések előrehaladtával csökken. A mérések kezdeti szakaszában az edzés jobban megterhelte a sportolókat, amely az edzések előre haladtával javult. Jól látható, hogy ez az érték 2 hét után majdnem csak a felére csökkent.



3. ábra Heart fitness score időbeni változása

HeartReader- BalanceScale korreláció analízis – teljes minta

A képen láthatóak a kiválasztott HeartReader score-ok és a Balance Scale score-jai. A Stability of balance modul, amely dominánsan a kilengés mértékét és irányát monitorozza jelentős kapcsolatot mutat a HeartReader szív és érrendszert monitorozó cardiovascular health score-ral és heart fitness score-ral.(2.táblázat) A postural stability index (másnéven overall stability index), amely dominánsan a visszatérítés dinamikájára fókuszál erős kapcsolatot mutat a HeartReader metabolic fitness score-jával (3.táblázat). Ez az erős kapcsolat jelzi, hogy a metabolizmushoz szükséges tápanyag kiürül, az egyensúly autonóm működése csorbát szenved, amely fokozott sérülési kockázatot jelent a sportoló számára.

2. táblázat Stability of balance kapcsolata a HeartReader score-ral

		Correlations						
		SoB	Autonomic Integrity Score	Blood Pressure Score	Cardiac Stability Score	Cardio Vascular Health Score	Heart Fitness Score	Metabolic Fitness Score
SoB	Pearson Correlation	1	,003	-,006	,161	-,240**	-,356**	-,178
	Sig. (2-tailed)		,971	,947	,077	,008	<,001	,050
	N	121	121	121	121	121	121	121

3. táblázat Postural stability index kapcsolata a HeartReader score-ral

		Correlations						
		PSI	Autonomic Integrity Score	Blood Pressure Score	Cardiac Stability Score	Cardio Vascular Health Score	Heart Fitness Score	Metabolic Fitness Score
PSI	Pearson Correlation	1	-,156	,099	-,215*	,157	,214*	,431**
	Sig. (2-tailed)		,088	,281	,018	,085	,019	<,001
	N	121	121	121	121	121	121	121

Korreláció

Érdekes megfigyelés, hogy az edzés után mért adatoknál megfigyelhető, hogy a korreláció mértéke magasabb, mint az edzés előtt mért adatoknál. (4.táblázat, 5.táblázat)

4. táblázat SOB – Heart Fitness Score korreláció

Edzés előtt				Edzés után			
Correlations				Correlations			
		SoB	Heart Fitness Score			U_SoB	U_Heart Fitness Score
SoB	Pearson Correlation	1	-,298*	U_SoB	Pearson Correlation	1	-,361**
	Sig. (2-tailed)		,027		Sig. (2-tailed)		,004
	N	55	55		N	62	62
Heart Fitness Score	Pearson Correlation	-,298*	1	U_Heart Fitness Score	Pearson Correlation	-,361**	1
	Sig. (2-tailed)	,027			Sig. (2-tailed)	,004	
	N	55	71		N	62	62

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

5. táblázat PSI – Heart Fitness Score korreláció

Edzés előtt				Edzés után			
Correlations				Correlations			
		PSI	Metabolic Fitness Score			U_PSI	U_Metabolic Fitness Score
PSI	Pearson Correlation	1	,322*	U_PSI	Pearson Correlation	1	,415**
	Sig. (2-tailed)		,016		Sig. (2-tailed)		<,001
	N	55	55		N	62	62
Metabolic Fitness Score	Pearson Correlation	,322*	1	U_Metabolic Fitness Score	Pearson Correlation	,415**	1
	Sig. (2-tailed)	,016			Sig. (2-tailed)	<,001	
	N	55	71		N	62	62

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Megbeszélés

A 6 hetes több 100 mérés alapján megállapíthatjuk, hogy a fotopletizmográfia és stabilometria a sportolói élettani paraméterek megismerésére gyors és eredményes vizsgálati módszerek.

A Heartreader és BalanceScale együttes használatakor kapcsolatot (korrelációt) mutató eredmények egyértelmű és erős iránymutatást adnak az edzői team számára.

A postural stability index és a metabolic fitness score közötti erős kapcsolat jelzi, hogy a metabolizmushoz szükséges tápanyag kiürülésével az egyensúlyt szabályozó autonóm működés csorbát szenved, amely fokozott sérülési kockázatot jelent a sportoló számára.

Összefoglalás

A rendszer használatának remélt előnyei

Mivel a rendszerek gyors és egyszerű működésűek, reményeink szerint elfogadottá válhatnak az élsportolók számára is. Az eszközök használatával megismert sportolói állapot pontosabb, egyénre optimalizált edzés terhelés meghatározását teszi lehetővé, ami sikeresebb sportolói eredményez. A kimerült sportolói állapot időben történő felismerésével a sérülés veszélyének kockázata csökkenthető. A fotoplethizmográfia és stabilometria együttes használata novum, a nemzetközi szakirodalomban hasonló vizsgálati eredményekről még nem számoltak be. Munkacsoportunk elkötelezett a kombinált monitoring rendszer nagyobb létszámú vizsgálati csoportokon való további tesztelésére, a lehetőségek feltárása érdekében.

Irodalomjegyzék

- 1; Makaracı, Y., Nas, K., Pamuk, Ö., & Aydemir, M. (2022b). Relationships among postural stability, physical fitness, and shooting accuracy in Olympic female goalball players. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 18(5), 308–317.
<https://doi.org/10.12965/jer.2244376.188>
- 2; Bourdillon, N., Nilchian, M., & Millet, G. P. (2018). Photoplethysmography detection of overreaching. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(4), 701–707.
<https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001836>
- 3; Fahoum, A. S. A., Zaben, A. A., & Seafan, W. (2015). A multiple signal classification approach for photoplethysmography signals in healthy and athletic subjects. *International Journal of Biomedical Engineering and Technology*, 17(1), 1.
<https://doi.org/10.1504/ijbet.2015.066962>
- 4; Wu, Y., Chiu, L., Wu, B., Lin, L. L., Ho, T., Chung, M., & Wu, S. (2023). Motion robust remote photoplethysmography measurement during exercise for contactless physical activity intensity detection. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 72, 1–14. <https://doi.org/10.1109/tim.2023.3256470>

5; Romero-Franco, N., Martínez-López, E., Hita-Contreras, F., & Martínez-Amat, A. (2014).

Indoor-season changes in the stabilometry of sprinters and middle-distance runners.

Science & Sports, 30(3), 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2014.06.006>

6; Andreeva, A., Melnikov, A., Skvortsov, D., Akhmerova, K., Vavaev, A., Golov, A., Draugelite,

V., Nikolaev, R., Chechelnickaia, S., Zhuk, D., Bayerbakh, A., Nikulin, V., & Zemková,

E. (2021). Postural stability in athletes: The role of sport direction. Gait & Posture,

89, 120–125. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.07.005>