ODOZVA ORGANIZMU NA STUPŇOVANÉ ZAŤAŽENIE V LABORATÓRNYCH A TERÉNNYCH PODMIENKACH U FUTBALISTOV

Mgr. JOZEF SÝKORA, Mgr. DAVID BRŰNN, PaedDr. ROMAN ŠVANTNER
Pracovisko: *Katedra telesnej výchovy a športu, Filozofická fakulta, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici*

Kľúčové slová: spiroergometria, intermittent yo-yo test, stupňované zaťaženie, futbal

Úvod

V kolektívnych športoch dlho pretrvával trend rozvoja aeróbnej výkonnosti prostredníctvom dlhotrvajúceho zaťaženia v nízkej intenzite. Fyziologicky a ani biomechanicky však toto zaťaženie nepredstavuje adekvátnu odozvu na organizmus športovca. V našom výskume sa sa preto rozhodli porovnať metabolickú odozvu organizmu na zaťaženie v laboratórnych a terénnych podmienkach a následne poukázať na možné východisko rozvoja spomínaných pohybových schopností.

Problém

„Štúdie o problematike metabolizmu laktátu tvoria v rovine fyziológie a biochémie veľký podiel prameňov, zaoberajúcich sa prácou svalu. Za posledných desať rokov, napriek viac ako 200 ročnej laktátovej ére a progresu skúmania metabilizmu laktátu, je téma kontroverznejšia ako kedykoľvek predtým (Bielik, 2014, s. 10)“. Podľa Dovalila a kol. (2008) je laktát, soľ kyseliny mliečnej, produkt štiepenia cukru (glukózy a glykogénu) za neprítomnosti kyslíku. Kučera a Truska (2000) uvádzajú, že pri činnosti trvajúcej viac ako 20 sekúnd (keď je ATP – CP systém vyčerpaný), úlohu hlavného energetického metabolizmu preberá práve laktátový systém. Ako však uvádza Brooks (1985), celkový význam laktátu ďaleko presahuje chápania z konca 19. storočia. V tomto období bol ešte považovaný za metabolický odpad, či jed. Bielik (2014) ďalej uvádza, že až po tzv. „laktátovú revolúciu“ v 70. rokoch 20s storočia bol laktát chápaný, ako nepotrebný odpodový produkt anaerobnej glykolýzy, dôsledok hypoxie, hlavnú príčinu kyslíkového dlhu počas zaťaženia, príčinu svalovej únavy, či kľúčový faktor acidózou-indukovanom tkanivovom poškodení.
Lam a kol. (2009) hovoria, že laktát je dôležitým medziproduktom v precesoch regenerácie a obnovy po zraneniach. Následne zhrnul Bielik (2014), že laktát by sa nemal považovať za „podozrivého zločinca“, ale skôr ako „kľúčového hráča“ vnútrobunkového, lokálneho a celkového metabolizmu organizmu. Dívald (2009) pri regeneračnej fáze hovorí, že laktát ju ovplyvňuje veľmi negatívnym spôsbom. Z pohľadu optimalizácie tréningového zaťaženia Neumann, Pfützner, Hottenrott (2005) uvádzajú, že meranie hodnôt laktátu má v súčastnom rekreačnom, výkonnostnom a vrcholovom športe pevné miesto. Máček a Radvanský (2011) tvrdia, že koncentráciu laktátu zisťujeme kapilárnym odberom z bruška prstu, alebo z ušného lalôčika. Dôležitým poznatkom je, pri nedodržaní základných hygienických zásad sa pot môže zmiešať s krvou a tým značne skresliť výsledky meraní (Bielik, 2014). Paugschová a Pupiš (2007) vo svojom výskume uvádzajú, že práve toto zisťovanie a registrovanie koncentrácie laktátu v krvi má kľúčové postavenie pri riadení tréningu a pre hodnotenie intenzity zaťaženia. Bielik (2014) V prípadoch vysokointenzívnych anaerobných zaťažení, je možné najvyššie hodnoty laktátu namerať medzi 5.-8. min po ukončení zaťaženia. Pri testoch maximálneho aerobného výkonu, sa tento interval pohybuje okolo 3 min. po dobehnutí. Na

vedomie treba brať, že čím jedinec dokáže dlhšie pracovať v kyslíkovom dlhu, tým dlhšia je aj kumulácia laktátu v krvi.

Dvořák (2015) sa tak ako my, zameriaval na porovnanie hodnôt VO_2max medzi spiroergometriou v laboratórnych podmienkach a terénnym yo-yo intermitentným testom. Autor tu zistil veľmi silnú pozitívnu koreláciu tak ako pri hodnotách VO_2max, tak aj medzi laboratórne nameranou hodnotou VO_2max a ubehnutou vzdialenosťou v yo-yo teste. Nakoľko autor porovnával hodnoty VO_2max, my sme sa v našom výskume zamerali práve na laktátovú odozvu týchto špecifických podmienok.

Cieľ, úlohy (hypotézy)

Cieľom našej práce bolo verifikovať, či u profesionálnych futbalistov zaznamenáme rozdielnu odozvu organizmu pri porovnaní laboratórneho a terénneho merania stupňovanej záťaže do odmietnutia.

U1 Štúdium materiálov a výskumnej činnosti v danej problematike.
U2 Zostavenie výskumnej situácie a výskumného súboru.
U3 Realizácia výskumu a vyhodnotenie výskumu.
U4 Porovnanie výsledkov výskumu s príbuznými štúdiami a tvorba záverov.

Metodika

Výskumná situácia bola realizovaná v tréningovom centre FITfactory (Nemce, Banská Bystrica) v priebehu júna 2016. Výskumný súbor tvorilo 15 fubalistov z tímu najvyššej fubalovej súťaže Fortuna ligy (Vek 24.4 ± 4.84, Výška 181.75 ± 3.87, Hmotnosť 77.50 ± 6.16), ktorí v priebehu niekoľkých dní s odporúčaním nevykonávať žiadne intenzívne aktivity 48 hodín pred a po testovaní absolvovali záťažové testy do odmietnutia na bežeckom páse (spiroergometria) a v prirodzených terénnych podmienkach (intermittent yo-yo test). Spiroergometria je funkčné záťažové vyšetrenie, ktoré sa využíva na zaznamenávanie práce dýchacích plynov ako aj výkonových parametrov a vďaka týmto údajom dokážeme určiť VO_2 max. (vitálnu kapacitu pľúc), AP (aeróbny prah), ANP (anaeróbny prah), maximálnu srdcovú frekvenciu a ďalšie. Na základe vyššie spomenutých parametrov dokážeme individuálne stanoviť tréningové zóny a intenzitu zaťaženia u každého športovca. V našom výskume bol použitý prístroj Cortex Meta control 3000 a bežecký pás Cosmos pulsar® 3p. Pre intermittent yo-yo test sme použili protišmykový povrch, kužele, meracie pásmo, zvukovú nahrávku, CD prehrávač a záznamové hárky. Kužele boli rozmiestnené vo vzdialenosti 20 metrov od seba vyznačujúce vzdialenosť pre beh s 2,5 metrovou zónou za kužeľmi pre deceleráciu a zmenu smeru. Hráči bežia na akustický signál 20 metrovú vzdialenosť a tú musia prebehnúť do zaznenia ďalšieho pípnutia. Následne otočia a po ďalšom signále bežia späť. Medzi každým behom nasleduje 5-10 sekundová pauza, počas ktorej testované osoby zaujmú postavenie a pripravia sa na ďalší beh. S odstupom času sa jednotlivé akustické signály stupňujú a hráči bežia dovtedy, pokiaľ dva razy nedokážu odbehnúť vzdialenosť 20 metrov, pričom po prvom neúspešnom pokuse dostávajú varovanie a test je ukončený po druhom neúspešnom dobehnutí. Pre zisťovanie odozvy organizmu na záťaž pri jednotlivých testoch bola hráčom odobraná vzorka krvného laktátu z bruška prsta ihneď po ukončení testu a vzápätí každé 3 minúty až do 15tich minút po ukončení testu. Na vyhodnotenie hodnôt krvného laktátu sme použili zariadenie Biosen C-Line. Biosen C-Line je analyzér, ktorý využíva špeciálny senzorový čip pre rýchle a presné merania s vysokým stupňom spoľahlivosti a nízkymi nákladmi na jedno meranie. Biosen dokáže analyzovať krvnú plasmu alebo sérum na zisťovanie hladiny krvnej glukózy alebo krvného laktátu s vysokou presnosťou (chybovosť menšia ako 1.5 %). Prístroj dokáže zistiť hladinu krvného laktátu v rozmedzí 0.5-40 $mmol.^{l-1}$. Prístroj je napojený na počítač a tlačiareň a dokáže uchovať až do 1000 výsledkov. Výsledky sme

zaznamenávali na záznamové hárky a vyhodnocovali sme ich spolu s výsledkami zo zariadenia Biosen C-Line v softvéroch Microsoft Excell a softvéri IBM SPSS v19, kde sme vypočítali štatistickú a vecnú významnosť. Štatistickú významnosť rozdielov diferencií sme vypočítali pomocou Wilcoxonovho testu pre 2 závislé premenné a výpočty sme doplnili aj o hodnoty vecnej významnosti effect size a koeficientom r. Dosiahnuté výsledky prezentujeme v grafoch a tabuľkách pre lepšie znázornenie. Tento výskum je súčasťou VEGA 1/0414/15.

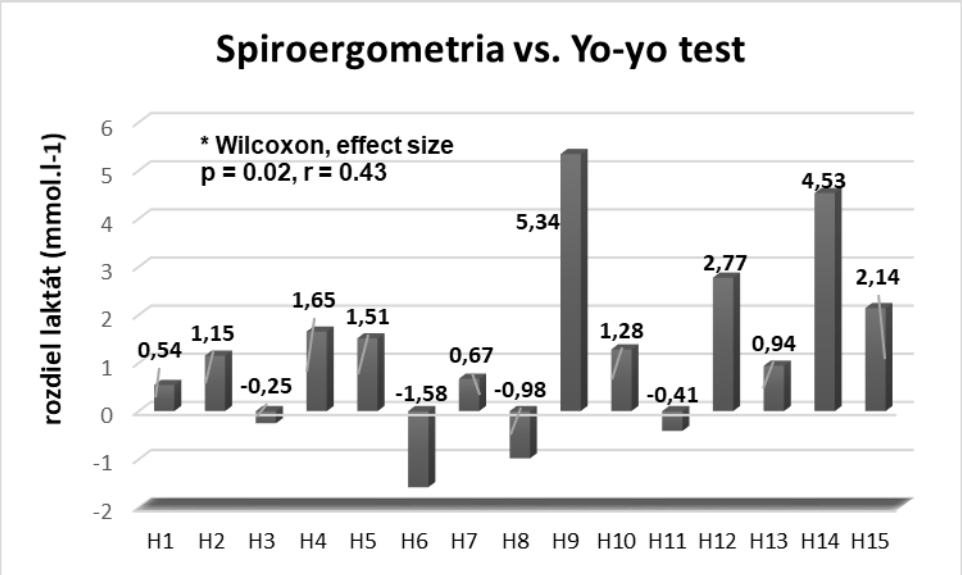
Výsledky

Dosiahnuté výsledky sme vyobrazili v grafoch a tabuľkách pre lepšiu interpretáciu. Nami sledovaný parameter bola hladina krvného laktátu 3 minúty po absolvovaní testov. V **Tabuľke 1** môžeme pozorovať minimálne, maximálne, priemerné hladiny laktátu dosiahnuté hráčmi počas spiroergometrie a intermittent yo-yo testu ako aj smerodajné odchýlky.

Tabuľka 1 Štatistické údaje spiroergometrie a Yo-yo testu

	Spiroergometria - laktát 3 min po teste (mmol.l-1)	Yo-yo test - laktát 3 min po teste (mmol.l-1)
Minimum	8.83	7.85
Maximum	14.09	14.97
Priemer	11.51	12.80
SD	1.74	1.81

V **Tabuľke 1** je možné pozorovať, že pri intermitentnom Yo-yo teste boli dosiahnuté rozdielne minimálne, maximálne ako aj priemerné hodnoty nameranej hladiny krvného laktátu u hráčov. Vzhľadom na to sme sa rozhodli zistiť rozdiel medzi nameranými hodnotami u každého hráča a zároveň verifikovať, či dané rozdiely sú štatisticky a vecne významné. Výsledky prezentujeme na **Obrázku 1.**



Obrázok 1 Rozdiely laktátu dosiahnuté počas spiroergometrie a Yo-yo testu

Obrázok 1 nám približuje rozdiely hladín krvného laktátu u jednotlivých hráčov. U štyroch z 15-tich hráčov sme zaznamenali vyššiu hladinu laktátu pri spiroergometrickom vyšetrení, no 9 hráčov dosiahlo vyššiu hladinu laktátu v rovnakom časovom odstupe po ukončení Yo-yo testu. Dané zistenie môže súvisieť aj s povahou testu, nakoľko pri intermitentnom Yo-yo teste dochádza k akcelerácii a decelerácii, ako aj k zmenám smeru, čo môže mať vplyv na kumuláciu únavy a hladiny krvného laktátu. Túto myšlienku podporuje aj výpočet štatistickej a vecnej významnosti. Nakoľko naše dáta

nespĺňali podmienku normálnej distribúcie pre výpočet štatistickej významnosti sme použili Wilcoxonov test pre 2 závislé premenné. Zistili sme, že rozdiely v dosiahnutých hladinách laktátu 3 minúty po realizácii spiroergometrie a intermitentného Yo-yo testu sú štatisticky aj vecne významné (p= 0.02, r= 0.43). Na základe vyššie uvedeného možno konštatovať, že v rámci optimalizácie športovej prípravy by sa mali realizovať testy nielen v laboratóriu ale aj v teréne, nakoľko výsledky sú signifikantne odlišné a s tým súvisí aj odlišné určenie tréningových zón a intenzity v tréningovom procese.

Záver

Odozva organizmu na stupňované zaťaženie u profesionálnych futbalistov je odlišná v laboratórnych a terénnych podmienkach. To potvrdzujú aj výskumy Broicha a kol. (2012), ktorí zstili, že je nemožné akokoľvek porovnávať terénne a laboratórne testy. Je teda nesmierne dôležité z hľadiska správneho plánovania tréningového procesu vychádzať z tých výsledkov, ktoré sa viac približujú podmienkami realizovanej tréningovej jednotke. Nakoľko futbal je šport v špecifických podmienkach pri ktorom sa vyskytujú náhle zmeny smeru a rýchlosti, v našom prípade sme trénerom odporučili vychádzať z výsledkov terénneho testu, ktorého štruktúra sa viacej podobá reálnemu výkonu vo futbale. Pri našom tvrdení sa primárne opiereame o zistenia Bakera (2011), ktorý sa venoval rozvoju aeróbnych schopností v kolektívnych športoch.

Literatúra:

1. BAKER, D. 2011. *Recent trends in high-intensity aerobic training for field sports*. UK strength and conditioning association, 22, 3-8. Dostupné na internete: https://scholar.google.sk/scholar?q=Recent+trends+in+high-intensity+aerobic+training+for+field+sports.&hl=sk&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart&sa=X&ved=0ahUKEwiih4zYtqTXAhWJbBoKHZt4AscQgQMIJDAA
2. BIELIK, V. 2014. *Laktát v športovom tréningu*. Senec: Sportdiag team, o.z., 2014. 96 s. ISBN: 978-80-970342-2-1
3. BROICH, H. – SPERLICH, B. – BUITRAGO, S. – MATHES, S. – MASTER, J. 2012. Performance assessment in elite football players: field level test versus spiroergometry. In *Journal of human sport & exercise*; 7(1), 287-295. ISSN 1988-5202.
4. DOVALIL, J. a kol. 2008. Lexikon sportovního tréninku. 2. upr. vyd. Praha: Karolinum, 2008. 313. ISBN 968-802-4614-045
5. DVOŘÁK, V. 2015. *Komparace laboratorních a terénních vytrvalostních testů u futbalistů.* Brno: Katedra atletiky, plavání a sportu v přírode. [Diplomová práca]
6. KUČERA, V. - TRUSKA, Z. 2000. *Běhy na střední a dlouhé trate.* Praha : Olympia, 2000, 287 s.
7. BROOKS, G. 1985. *Lactate: glycolytic product and oxidative substrate during sustained exercise in mammals - the 'lactate shuttle'.* In Comparative Physiology and Biochemistry:

Springer, Berlin. Current Topics and Trends, vol. A, Respiration-Metabolism-Circulation, ed. Gilles R, pp. 208-218

8. LAM C.X., a kol. 2009. *Evaluation of polycaprolactone scaffold degradation for 6 months in vitro and in vivo.* J Biomed Mater Res A. 2009: 906-19.
9. DÍVALD, L. 2009. *Kontrolovaný tréning. [neuvedený rok vydania publikácie]* Poprad: SLZA s.r.o.
10. NEUMANN, G. - PFÜTZNER, A. - HOTTENROTT, K. 2005. *Trénink pod kontrolou.* 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 181 s. ISBN 80-247-0947-3.
11. MÁČEK, M. - RADVANSKÝ, J. 2011. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity.* Praha: Galén, 2011, 245 s. ISBN 978-80-7262-695-3
12. PAUGSCHOVÁ, B. - PUPIŠ, M. 2007. *Laktátová krivka ako indikátor rôznych foriem zaťaženia v príprave biatlonistky.* In: Kvalita života I., 2007 Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Laben, Ústav zdravotnických studií, s. 123

Zhrnutie

Laboratórne a terénne testovanie u futbalistov je súčasťou každej športovej prípravy. Zaujímalo nás, či odozva organizmu na zaťaženie je totožná alebo odlišná po realizácii spiroergometrického vyšetrenia na bežeckom páse a intermitentného Yo-yo testu v terénnom prostredí. Oba testy mali stupňovaný charakter až do maximálneho vyčerpania, nasledované kapilárnymi odbermi krvného laktátu po ukončení testu. Výsledky priniesli signifikantné rozdiely nameraných hodnôt krvného laktátu (p= 0.02, r= 0.43) potvrdené strednou hladinou vecnej významnosti v prospech intermitentného Yo-yo testu (hladiny boli vyššie), čo mohlo byť spôsobené charakterom zaťaženia (zmeny smeru aj rýchlosti) a teda aj odozvou organizmu na tieto zmeny. Pre efektívne plánovanie tréningovej činnosti odporúčame vždy vychádzať z výsledkov takých diagnostických metód, ktoré sa svojím charakterom viacej približujú realizovanej činnosti v tréningovom alebo súťažnom prostredí.

Summary

The aim of our research was to verify, whether there are any differences in physiological response of elite soccer players to laboratory and outdoor gradated running load tests. Spiroergometry and Intermittent Yo-yo test had been used and post-test blood-lactate measurements with same time frame and methodology. Results showed, that after intermittent Yo-yo test, there is significant higher physiological response in players, when it comes about blood-lactate production (p= 0.02, r= 0.43). According our findings, we recommend to organize training process based on sport-specific tests´ results due to better transmition to sport performance itself.

PHYSIOLOGICAL RESPONSE OF PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS TO LABORATORY AND OUTDOOR GRADATED RUNNING LOAD.

Keywords: spiroergometry, intermittent yo-yo test, gradated running load, soccer