

ZMĚNY VYBRANÝCH KONDIČNÍCH A SOMATICKÝCH PŘEDPOKLADŮ U STUDENTŮ TĚLESNÉ VÝCHOVY V PRŮBĚHU JEDNOHO SEMESTRU

CHANGES OF SELECTED CONDITION AND SOMATIC PREREQUISITES AT STUDENTS OF PHYSICAL EDUCATION DURING ONE SEMESTER

P. Bahenský, R. Vobr, P. Požárek & R. Malátová

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy a sportu

ABSTRACT

Our study is focused on recognition of changes of chosen physical condition and somatic assumption at students of Physical Education and Sport at Pedagogical Faculty, South Bohemian University during one semester, when physical activity was increased by 137 % in average compared with the period before schooling. With the help of laboratory tests we compared changes of aerobic, anaerobic and somatic parameters. Eleven students at the age of 21.8 ± 2.1 years, average weight 76.0 ± 7.4 kg and height 180.2 ± 7.2 cm and four women students at the age of 20.7 ± 0.2 years, average weight 58.1 ± 8.6 kg and height 165.8 ± 9.7 cm took part in this study. During ten weeks reporting period, when schooling was taking place, these parameters were materially significant and statistically improved: VO_2max (by 3.74 %), FVC (by 12.83 %), AnC (by 4.35 %), maximum performance for 5 s. kg^{-1} (8.39 %), maximum performance. kg^{-1} (by 12.34 %), number of speed in Wingate test (by 2.41 %). Materially significant improvement occurred at $\text{VO}_2.\text{SF}^{-1}$ (by 3.29 %). At following variables neither materially significant nor statistically significant changes occurred: BMI, the amount of body fat, the amount of body water, the amount of muscles, maximum heart rate, $\text{VE}.\text{VO}_2^{-1}$ and fatigue index.

Keywords: fitness; testing; oxygen uptake; semester; students

SOUHRN

Naše studie je zaměřena na zjištění změn vybraných kondičních a somatických předpokladů u studentů tělesné výchovy a sportu na PF JU v průběhu jednoho semestru, kdy došlo k navýšení doby pohybové aktivity v průměru o 137 % oproti období před začátkem výuky. Pomocí laboratorních testů jsme porovnali změnu aerobních, anaerobních a somatických parametrů. Studie se zúčastnilo jedenáct studentů ve věku $21,8 \pm 2,1$ let, průměrnou hmotností $76,0 \pm 7,4$ kg a tělesnou výškou $180,2 \pm 7,2$ cm a čtyři studentky ve věku $20,7 \pm 0,2$ let, průměrnou hmotností $58,1 \pm 8,6$ kg a tělesnou výškou $165,8 \pm 9,7$ cm. Za sledované období deseti týdnů, kdy probíhala výuka, došlo k věcně i statisticky významnému zlepšení těchto parametrů: VO_2max (o 3,74 %), FVC (o 12,83 %), AnC (o 4,35 %), maximálního výkonu za 5 s. kg^{-1} (8,39 %), maximálního výkonu. kg^{-1} (o 12,34 %), počtu otáček ve Wingate testu (o 2,41 %). K věcně významnému zlepšení došlo ještě u $\text{VO}_2.\text{SF}^{-1}$ (o 3,29 %). U následujících proměnných nedošlo k věcně ani statisticky významné změně: BMI, množství tělesného tuku, množství tělesné vody, množství svalů, maximální srdeční frekvence, $\text{VE}.\text{VO}_2^{-1}$ a indexu únavy.

Klíčová slova: zdatnost; testování; spotřeba kyslíku; semestr; studenti

Úvod

V poslední době se ukazuje, že tělesná zdatnost je jedním z nejdůležitějších faktorů, který ovlivňuje zdravotní stav celé populace. Její pokles vyvolává zdravotně-ekonomické důsledky, inaktivita se stává hrozbou současné společnosti (Máček, Radvanský et al., 2011). V dnešní době, kdy výzkumy

potvrzují pokles funkční zdatnosti populace studentů VŠ (Štefániková, 2003), patří studenti oboru TV a sport k menší části populace, která pravidelně provozuje pohybové aktivity. Dle doporučení ACSM (American College of Sports Medicine, 1995) je minimální denní dávka pohybové zátěže pro zvýšení oběhové výkonnosti tři desetiminutové zátěže prováděné intenzitou 40 – 85 % maximální spotřeby kyslíku (VO_2max) nebo 55 – 90 % maximální srdeční frekvence (SFmax). Některá jiná doporučení uvádějí jako minimální dávky pohybové aktivity, vedoucí k navýšení tělesné zdatnosti, 20 až 60 minut pohybové aktivity alespoň 2 dny v týdnu, to ale platí pouze pro neadaptované osoby (Máček, Radvanský et al., 2011).

Kvalitu realizované pohybové intervence je možné hodnotit pomocí změn některých funkčních parametrů, které jsou pohybovou aktivitou ovlivňovány. K tomuto účelu jsou často využívána laboratorní zátěžová vyšetření. Z řady proměnných, které lze stanovit v zátěžové laboratoři, se jako použitelné pro tyto účely ukazují tělesné složení a parametry spojené s aerobní zdatností jedince, kterou charakterizuje maximální spotřeba kyslíku a maximální dosažený výkon (Bunc, 1989; Shephard, 1994; Shephard & Bouchard, 1994). Genetická podmíněnost u maximální spotřeby kyslíku se odhaduje na 25 – 40 %, někteří autoři udávají až 60 %, stupeň dědičnosti u maximální srdeční frekvence se odhaduje na 50 %. Vzhledem k faktu, že hmotnost a složení těla jsou faktory ovlivňující hodnotu naměřeného VO_2max , udává se hodnota vztažená na 1 kg (Máček, Radvanský et al., 2011). Vedle zjišťování aerobní zdatnosti patří mezi běžná vyšetření stanovení rychlostně-silových předpokladů, mj. anaerobního výkonu a kapacity (Wingate test), také složení těla, zejména % tělesného tuku a množství tukuprosté hmoty (Bartůňková et al., 2013; Heller & Vodička, 2011).

Při hodnocení a hlavně pak při interpretaci naměřených dat, je třeba vždy respektovat přesnost stanovení těchto údajů, která se v dostupných funkčních laboratořích pohybuje na úrovni procent jejich absolutní hodnoty (Bunc, 1989). Několikatýdenní aerobní trénink vyvolá adaptace nejen jednotlivých orgánů a systémů, ale především ve vzájemné koordinaci jejich činnosti. Pro zvýšení VO_2max není důležité pouze to, jak dlouhé jsou tréninkové podněty a jaká je jejich frekvence, podstatná je zejména jejich intenzita a celkový výdej energie (Máček, Radvanský et al., 2011). Pro potřeby řízení sportovního tréninku je navíc třeba respektovat i to, že každý ze sledovaných parametrů se mění v čase jinak. Tedy čas potřebný dosažení potřebné úrovně, která může zajistit maximální sportovní výkon je různý (Bunc, 2006).

Bunc (2006) zjistil změnu VO_2max vlivem tréninkového zatížení u fotbalistů o 4 % za období 2 měsíců, o 10 % změnu tělesného tuku, hmotnosti o 3,1 %. Máček, Radvanský et al. (2011) prezentovali efekt desetidenního intenzivního tréninku na ergometru u deseti mladých osob, kdy se VO_2max zvýšila o 10 %. Bunc (2006) také poukazuje na fakt, že aplikovaný tréninkový podnět je třeba vždy hodnotit vzhledem k vyvolaným změnám stavu organismu. Z tohoto pohledu se ukazuje, že použitý trénink je schopen vyvolat změny i u parametrů tělesného složení (Bunc, 2006).

Cíl

Cílem naší pilotní studie bylo posoudit změny vybraných kondičních a somatických předpokladů u studentů tělesné výchovy a sportu na PF JU v průběhu zimního semestru.

Hypotézy

- 1.) Předpokládáme, že v průběhu semestru dojde u studentů ke zlepšení vybraného kritéria aerobních předpokladů (maximální spotřeby kyslíku).
- 2.) Předpokládáme, že v průběhu semestru dojde u studentů ke zlepšení vybraných kritérií anaerobních předpokladů (anaerobní kapacity, maximálního pětisekundového výkonu a maximálního výkonu).
- 3.) Předpokládáme, že v průběhu semestru dojde u studentů ke snížení množství tělesného tuku (vybraného kritéria somatických předpokladů).

Metodika

Soubor

Patnáct studentů prvního a druhého ročníku PF JU, obor tělesná výchova a sport, z toho čtyři ženy ve věku $20,7 \pm 0,2$ let, průměrnou hmotností $58,1 \pm 8,6$ kg a tělesnou výškou $165,8 \pm 9,7$ cm a jedenáct mužů ve věku $21,8 \pm 2,1$ let, průměrnou hmotností $76,0 \pm 7,4$ kg a tělesnou výškou $180,2 \pm 7,2$ cm se zúčastnilo studie. Za účastníky studie byli vybráni přítomní studenti na první vyučovací hodině zimního semestru, s výjimkou zdravotně indisponovaných. Jeden student v polovině semestru vážně

onemocněl a z dalšího výzkumu byl vyřazen. Další čtyři prodělali ve druhé polovině semestru virózu, jejíž léčba si vyžádala týden, přesto se i nadále účastnili výzkumu.

Průběh testu

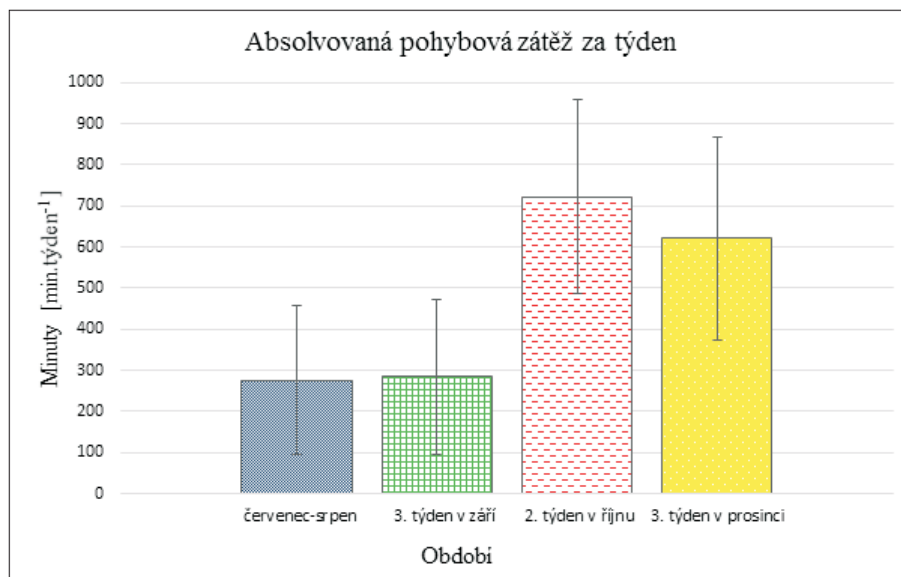
Zjišťovány byly vybrané parametry tělesného složení: aerobní zdatnost a anaerobní předpoklady. Všechny testy byly provedeny v jeden den. Nejdříve bylo zjištěno tělesné složení, poté Wingate test a na závěr, s odstupem půl hodiny spirometrie. Kontrolně jsme posuzovali, zda se ve výsledcích negativně nepromítne absolvování Wingate testu 30 minut před spirometrií, ale výsledky byly srovnatelné v obou variantách (spirometrie 30 minut po Wingate testu a 24 hodin po Wingate testu), proto jsme ve zvoleném režimu pokračovali. Uvedené hodnoty byly získány na začátku zimního semestru (poslední týden září) a opakované měření proběhlo v polovině prosince, daný interval mezi měřeními byl 10 týdnů. Obě měření (na začátku i na konci semestru) byla provedena u každého probanda vždy ve stejnou denní dobu.

Metody

Tělesné složení bylo stanoveno bioimpedanční metodou za použití přístroje Tanita BC-418 MA. Z parametrů tělesného složení bylo zjišťováno % tělesného tuku, % tělesné vody, % svalů a BMI. Maximální funkční parametry byly zjišťovány na bicyklovém ergometru pomocí stupňovaného zatížení do vita maxima. Po začátečním rozcvičení byla intenzita zátěže zvyšována o 20 W každou minutu až do okamžiku přerušení testu samotným probandem. Respirační parametry byly měřeny pomocí přístroje Metalyzer 3B od firmy Cortex. Posuzováno bylo: maximální spotřeba kyslíku - $\text{VO}_2\text{max.kg}^{-1}$, tepový kyslík, usilovný výdech vitální kapacity plic – FVC, maximální srdeční frekvenci při spirometrii – SF-max, poměr ventilace a spotřebovaného kyslíku - VE.VO_2^{-1} . Pro testování anaerobních předpokladů (anaerobní výkon a anaerobní kapacita) byl použit Wingate test na bicyklovém ergometru, parametry byly zpracovány pomocí Load Ergometry Manager. Z anaerobních předpokladů byl zjišťován anaerobní výkon - maximální výkon, nejvyšší 5s výkon a anaerobní kapacitu AnC - celková vykonaná práce v 30s Wingate testu na bicyklovém ergometru, také otáčky a index únavy.

Obrázek 1./ Figure 1.

Počet minut pohybové zátěže na studenta za týden./ The number of minutes of physical load per student per week.



Pro zjištění velikosti vlivu výuky na změnu sledovaných parametrů byly pomocí dotazníku zpracovány informace o objemu a intenzitě fyzického zatížení probandů v průběhu semestru a v období 3 měsíce před začátkem semestru. Byl zjištěn počet hodin pohybové aktivity v průběhu prázdnin

(červenec a srpen), v posledním týdnu před začátkem výuky (poslední týden září) a ve 2. a 12. týdnu semestru (některé předměty se vyučují pouze půl semestru).

Tabulka 1./ Table 1.

Průměrný počet hodin výuky týdně na studenta./ Average number of hours lesson per week per student.

Vyučovaný sport	Hodin týdně na studenta
Aerobik	0,50
Atletika	0,93
Basketbal	0,29
Florbal	0,64
Golf	0,21
Gymnastika	2,14
Házená	0,57
Hokej-bruslení	1,29
Kondiční trénink	0,07
Lezení	0,14
Plavání	1,29
Pohybové hry	0,07
Spinning	0,14
Squash	0,21
Stolní tenis	0,07
Tenis	0,43
Volejbal	0,64
Celkem	9,64

Data byla prezentována jako průměry a směrodatné odchylky. Pro jejich stanovení jsme použili konvenční statistické metody. Statistická významnost byla určena pomocí párového t-testu na hladině významnosti na úrovni $p < 0,05$. Věcnou významnost změn naměřených hodnot byla hodnocena pomocí tzv. koeficientu ω^2 jakožto podílu, resp. procenta vysvětleného rozptylu (Blahuš, 2000; Velicer et al, 2008; Cohen, 1988). Cohen (1988) doporučuje hodnotit velikost koeficientu $\omega^2 \geq 0,14$ jako velký efekt, tzn. více, jak 14 % podíl z celkové variance jsme v našem případě považovali za významné.

Tabulka 2./ Table 2.

Změny sledovaných parametrů v průběhu 10 týdnů semestru./ The observed changes of parameters during the 10 weeks of the semester.

	Před semestrem	Po semestru	Změna v %	Věcná významnost	Statistická významnost
BMI [kg.m ⁻²]	22,45±1,79	22,42±2,06	-0,13	-0,06	0,619
% tuku	12,39±5,77	12,63±5,53	1,94	-0,07	0,704
% svalů	83,32±5,36	83,08±5,16	-0,29	-0,06	0,689
% vody	64,16±10,8	63,97±4,05	-0,30	-0,06	0,692
VO ₂ max [ml. min ⁻¹ .kg ⁻¹]	51,29±7,38	53,21±6,58	3,74	0,30 *	0,024 *
VO ₂ .SF ⁻¹ [ml]	19,43±3,92	20,07±4,23	3,29	0,17 *	0,082
FVC [l]	4,52±0,66	5,1±0,94	12,83	0,45 *	0,005 *
SFmax [n.min ⁻¹]	185,5±6,47	186,57±6,79	0,58	-0,04	0,522
VE.VO ₂ ⁻¹	34,5±5,04	34,53±4,72	0,09	-0,08	0,976
AnC	248,53±22,03	259,34±20,87	4,35	0,32 *	0,020 *
max 5 s.kg ⁻¹ [W]	9,53±1,57	10,33±1,71	8,39	0,42 *	0,007 *
max výkon.kg ⁻¹ [W]	11,1±1,74	12,47±1,83	12,34	0,59 *	0,001 *
Otáčky [n]	62,29±4,27	63,79±3,44	2,41	0,30 *	0,024 *
index únavy [%]	44,98±11,06	49,87±6,9	10,87	0,10	0,144

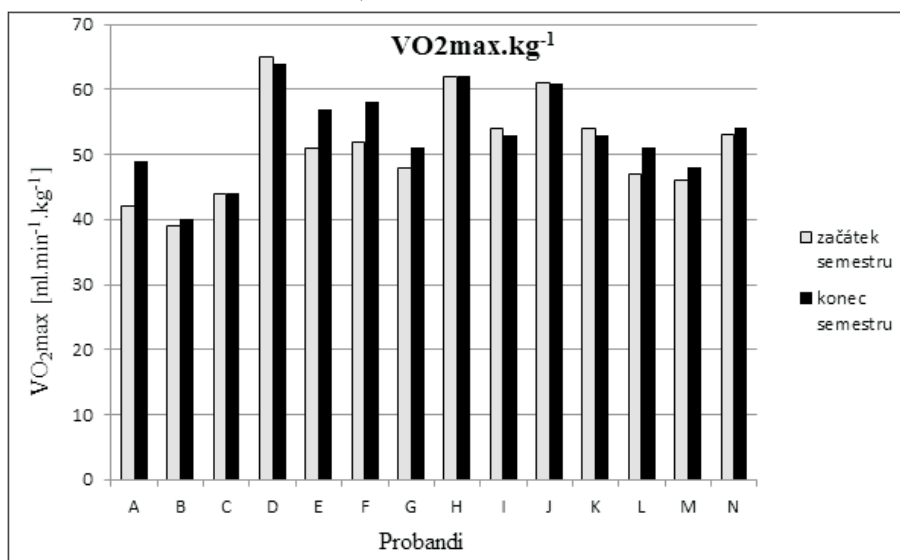
* - označení věcně a statisticky významných hodnot.

Výsledky

Celkový týdenní čas zatížení probandů pohybovými aktivitami v průběhu sledovaného období narostl z období před začátkem semestru (červenec, srpen a září), kdy měli studenti průměrně 284 minut pohybových aktivit týdně na 672 minut týdně v průběhu semestru (zobrazeno včetně směrodatných odchylek na obrázku 1). To představuje nárůst pohybové aktivity o 137 %.

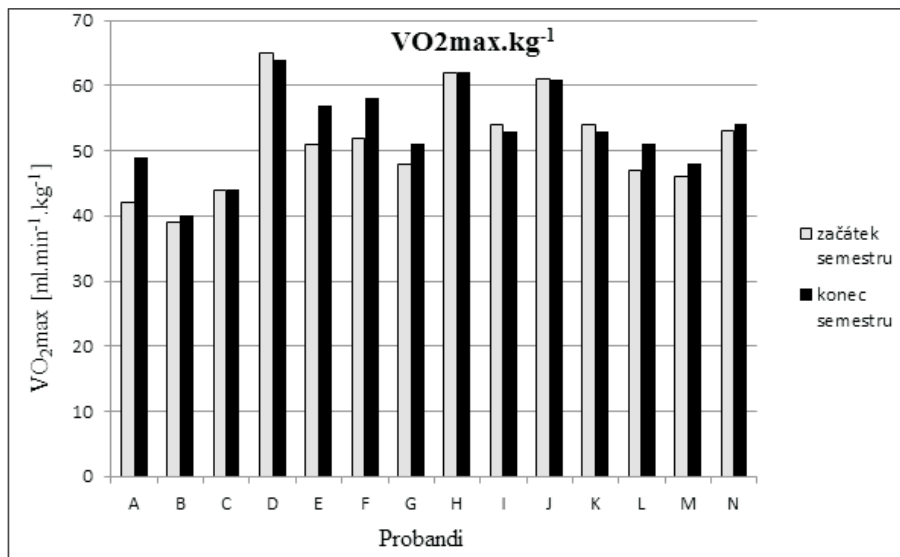
Obrázek 2./ Figure 2.

Změna $VO_2max.kg^{-1}$ v průběhu semestru./ Change $VO_2max.kg^{-1}$ during the semester.



Obrázek 3./ Figure 3.

Změna maximálního pětisekundového výkonu. kg^{-1} v průběhu semestru./ Changing the maximum five second performance. kg^{-1} during the semester.



V tabulce 1 je specifikace absolvované výuky – je zde uveden průměrný počet absolvovaných hodin jednotlivých předmětů na studenta ve sledovaném semestru.

V tabulce 2 jsou uvedeny změny sledovaných aerobních, anaerobních a somatických parametrů, včetně průměrů, směrodatných odchylek, změn v procentech a věcná a statistická významnost změn.

V maximální spotřebě kyslíku je úroveň sledovaných studentů průměrně na 119 % (před semestrem) až na 125 % (po semestru) normy pro běžnou populaci (dle Metalyzer 3B).

Na obrázku 2 je u jednotlivých probandů uvedena změna $\text{VO}_{2\text{max}} \cdot \text{kg}^{-1}$, jako nejvýznamnějšího ukazatele aerobní výkonnosti. Na obrázku 3 je vyznačena změna jednoho z anaerobních předpokladů - maximálního pětisekundového výkonu na kilogram.

Diskuze

Studenti TV a sportu na PF JU vysoce převyšují minimální doporučené dávky pohybové zátěže a jsou také nadprůměrně zdatní. Úroveň zjištěných výsledků je nepochybně ovlivněna nejen pohybovými aktivitami v rámci studia TV a sportu, ale také aktivitami mimo studium. Dva studenti provozují výkonnostní sport závodní formou, u nich došlo k menšímu zlepšení sledovaných proměnných, než u ostatních. Pouze u jedné studentky je veškerá pohybová aktivita soustředěna do výuky, všichni ostatní mají i volnočasové pohybové aktivity. Zjištěná změna předpokladů je pravděpodobně ovlivněna mj. výchozí úrovní zdatnosti jednotlivých probandů, individuální intenzitou absolvované výuky, frekvencí a délkou intervencí, genetickými předpoklady jednotlivých probandů a také absolvovanými předměty. Díky kreditnímu systému studia mají studenti různý počet praktických předmětů ve výuce, část předmětů je povinná a část volitelná. Jejich pohybová náplň v rámci výuky se tedy liší jednak obsahem, tak rozsahem. Výsledky ukazují na zvýšený kondiční rozvoj studentů v průběhu semestru, tzn., že pohybové aktivity v rámci výuky na PF JU na oboru TV jsou rozsahem na vyšší úrovni než pohybové aktivity volnočasové. K pravděpodobnému částečnému ovlivnění výsledných dat došlo také díky onemocnění čtyř studentů ve druhé polovině semestru virovou infekcí horních cest dýchacích.

Změna $\text{VO}_{2\text{max}}$ dosáhla podobné úrovně, jakou publikoval Bunc (2006) u fotbalistů. K největšímu zlepšení v průběhu semestru došlo v parametrech maximální výkon, maximální pětisekundový výkon, index únavy, anaerobní kapacita, maximální spotřeba kyslíku, tepový kyslík, usilovný výdech vitální kapacity. Naproti tomu, u somatických předpokladů se nepodařila prokázat souvislost mezi zvýšenou pohybovou zátěží v průběhu semestru a změnou ve složení těla. Tento fakt byl pravděpodobně dán i tím, že se část studentů ze zvoleného souboru snažila o nárůst svalové hmoty, jiní jedinci zase pracovali na redukci hmotnosti, z tohoto pohledu byla skupina velice různorodá.

Závěr

V naší studii jsme si ověřili metody a postupy, které využijeme v následném výzkumu na širším vzorku probandů. Cílem studie nebylo stanovit, jak přispěly ke změnám jednotlivé pohybové aktivity v rámci výuky a mimo rámec výuky, pouze stanoví změnu předpokladů za období konání zimního semestru.

Můžeme konstatovat, že v průběhu 10 týdnů výuky v zimním semestru došlo u studentů PF, oboru TV a sport k nárůstu aerobních i rychlostně-silových předpokladů. Hypotézy 1 a 2 byly tedy potvrzeny. Došlo k věcně i statisticky významnému nárůstu všech sledovaných anaerobních proměnných (anaerobní kapacity, maximálního pětisekundového výkonu, maximálního výkonu a otáček), stejně jako nejvýznamnějších aerobních parametrů (nejen u maximální spotřeby kyslíku, ale také u hodnot tepového kyslíku a usilovného výdechu vitální kapacity plic). Hypotéza 3 nebyla potvrzena, nenaplnil se tedy předpoklad, že absolvované zvýšené pohybové zatížení vyvolá věcně a statisticky významné změny parametrů tělesného složení. Pravděpodobně k tomuto výsledku přispěla i velká diverzifikace zaměření studentů.

Účastníci této pilotní studie jsou z části aktivní výkonnostní sportovci a z větší části studenti, kteří ve volném čase závodní sport neprovozují, sportují pouze rekreačně. V naší následné studii se pokusíme vyšetřit větší vzorek studentů a rozlišíme tyto skupiny studentů.

Literatura

- Bartůňková et al. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: FTVS UK.
Blahuš, P. (2000). Statistická významnost proti vědecké průkaznosti výsledků výzkumu. *Česká kinantropologie*, 4(2), 53-72.
Bunc, V. (1989). *Biokybernetický přístup k hodnocení reakce organismu na tělesné zatížení*. Praha: VÚT UK.

- American College of Sports Medicine. (1995). *Guidelines for exercise testing and prescription*. 5th ed. Baltimore: Williams and Wilkins.
- Bunc, V. (2006). Změny vybraných parametrů tělesného složení a aerobní zdatnosti u vysoce trénovaných fotbalistů v průběhu tréninkového roku. In Čepička, L. (ed). *Hry 2006*, 71-75. Plzeň: PF ZČU.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Heller, J., & Vodička, P. (2011). *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum.
- Máček, M., Radvanský, J. et al. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galen.
- Shephard, R. J., & Bouchard, C. (1994). Principal components of fitness: Relationship to physical activity and lifestyle. *Can. J. Appl. Physiol.*, 19, 200-214.
- Shephard, R. J. (1994). *Aerobic fitness and health*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Štefániková, Z. et al. (2003). Aktuálne poznatky o životnom štýle vysokoškolákov z aspektu kardiovaskulárneho rizika. *Vojenské zdravotnícké listy*, 72(4), 150-153.
- Velicer, W. F., Cumming, G., Fava, J. L., Rossi, J. S., Prochaska, J. O., & Johnson, J. (2008). Theory testing using quantitative predictions of effect size. *Applied Psychology: An International Review*, 57(4), 589-608.

Mgr. Petr Bahenský
KTVS PF JU
Na Sádkách 2/1
37 005 České Budějovice
pbahensky@pf.jcu.cz