

ZMĚNA INTENZITY ZATÍŽENÍ POUŽITÍM HOLÍ PŘI BĚHU U MLADÝCH VYTRVALCŮ

CHANGE TO LOAD INTENSITY DUE TO THE USE OF POLES IN RUNNING OF YOUNG LONG-DISTANCE RUNNERS

P. Bahenský & L. Michalov

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

ABSTRACT

We have assessed response of human body to change to the load due to the use of poles in running of young long-distance runners in our study. We have compared the measured values of lactate and average heart beat with the values from running at the same speed without the poles. We have reviewed the effects of use of the poles in the run taken by intensity of the load between aerobic and anaerobic threshold. On voluntary basis, seven men at age 16.4 ± 1.8 years with average weight 62.4 ± 6.7 kg and body height 177.6 ± 5.2 cm, and nine women at age 16.3 ± 1.9 years with average weight 54.2 ± 5.6 kg and body height 166.1 ± 4.7 cm participated in the study. At the time of testing, they all have been involved in daily running long-distance practice for at least one year. When running without the poles, we recorded lactate value 2.8 ± 1.0 mmol/l and average heart beat 170.3 ± 9.0 beats per minute; when running with the poles, the measured lactate values were 5.0 ± 1.6 mmol/l and average heart beat 178.3 ± 9.1 beats per minute. The lactate values ($\omega^2=0.541$) as well as heart beat ($\omega^2=0.230$) showed important differences between running with and without the poles. Running with poles is more intensive load than running without poles. Physiological load of the organism during running with poles is higher than without them.

Keywords: running with poles; lactate; heart rate; youth; aerobic threshold

SOUHRN

V naší studii jsme zjišťovali fyziologické zatížení organismu při použití holí při běhu u mladých běžců. Naměřené hodnoty laktátu a průměrné srdeční frekvence jsme porovnali s hodnotami při běhu stejnou rychlostí bez holí. Posuzovali jsme účinek použití holí při běhu absolvovaném intenzitou zatížení mezi aerobním a anaerobním prahem. Studie se dobrovolně zúčastnilo sedm mužů ve věku $16,4 \pm 1,8$ let, s průměrnou hmotností $62,4 \pm 6,7$ kg a tělesnou výškou $177,6 \pm 5,2$ cm a devět žen ve věku $16,3 \pm 1,9$ let, s průměrnou hmotností $54,2 \pm 5,6$ kg a tělesnou výškou $166,1 \pm 4,7$ cm. Všichni se v době testování věnovali každodennímu běžeckému vytrvalostnímu tréninku po dobu nejméně jednoho roku. Při běhu bez holí jsme zaznamenali laktát $2,8 \pm 1,0$ mmol/l a průměrnou srdeční frekvenci $170,3 \pm 9,0$ tepů/min, při běhu s holemi jsme naměřili hodnoty laktátu $5,0 \pm 1,6$ mmol/l a průměrné srdeční frekvence $178,3 \pm 9,1$ tepů/min. V hodnotách laktátu ($\omega^2=0,541$) i srdeční frekvence ($\omega^2=0,230$) jsme zaznamenali významné rozdíly mezi během s holemi a bez nich. Běh s holemi zatíží organismus prokazatelně více než prostý běh.

Klíčová slova: běh s holemi; laktát; srdeční frekvence; mládež; aerobní práh

Úvod

Nordic running (běh s holemi) společně s nordic walking (severská chůze) byly považovány za důležité prvky severských lyžařů letní přípravy již od počátku organizovaného lyžování. První zmínky o nich pocházejí z roku 1930. Nordic walking (NW) je vhodný i pro netréňované, v roce 2006 se této pohybové aktivitě věnovalo 7 miliónů lidí na celém světě (Karlsson, 2008). Použití holí při nor-

dic walking je velmi podobné použití holí lyžařských, umožňuje intenzivnější zapojení paží, ramen a zádočných svalů, čímž dochází k odlehčení dolních končetin. Více zapojených svalů má u chůze za následek zvýšení srdeční frekvence o 15 % a vyšší spotřebu energie o 20-50 % oproti kondiční chůzi bez holí při prakticky stejném úsilí. Při déletrvajícím výkonu tedy dochází v aerobní oblasti ke spalování většího množství tuků, proto chůze s ho-

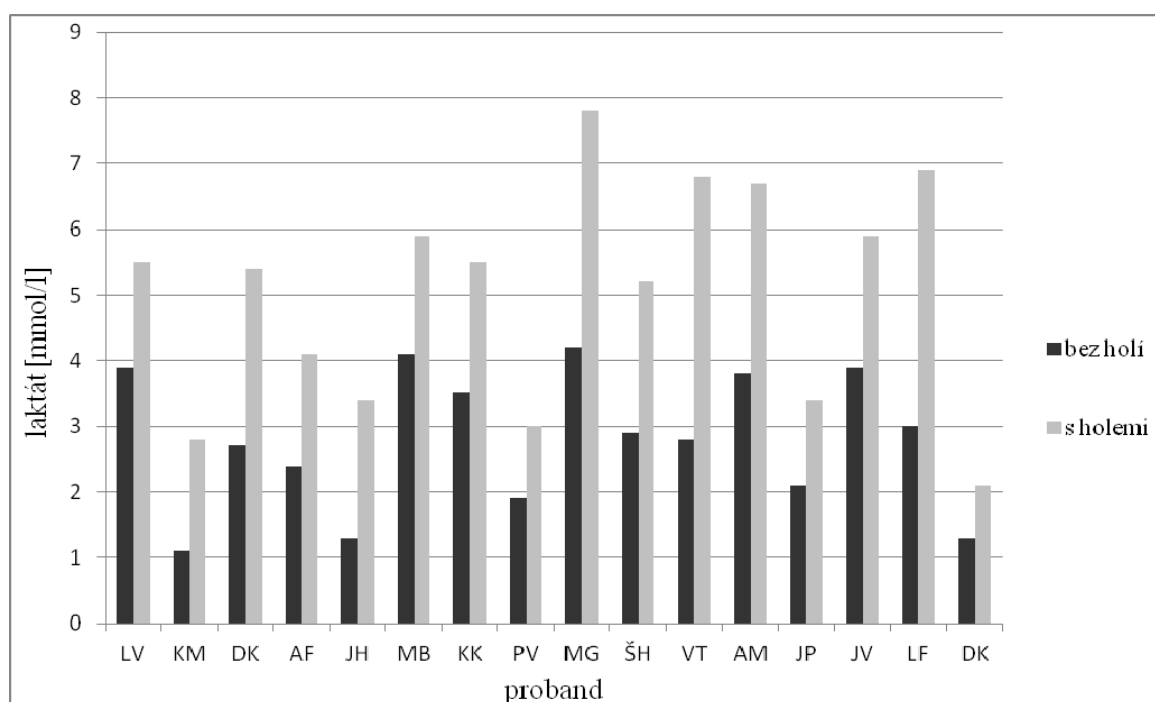
lemi pomáhá efektivněji zvyšovat kondici, než prostá chůze (Parkatti a kol., 2012; Sokelienė & Cesnaitienė, 2011; Piech & Raczyńska, 2010). Korvas a kol. (2010) udávají významně vyšší SF u chůze po rovině pouze při vyšší intenzitě. Předpokládáme, že i při běhu s holemi by mohla být odezva organismu srovnatelná.

Podobně jako se u kondiční chůze ukázala potřeba zvýšené opory, vyšší stability a odlehčení pohybového aparátu, začínají hole z těchto důvodů používat i běžci (Daviaux a kol., 2013; Tvrzník & Soumar, 2012). Použití holí snižuje riziko zranění (Bolt, 2000). Zastánci této formy běhu řadí mezi hlavní přínosy běhu s holemi možnost rychlejšího běhu i v náročnějším terénu (bahno, písek, sníh, kluzký povrch,...). Kromě větší stability při běhu v těchto podmínkách hole také snižují zatížení nosných kloubů dolních končetin a páteře, jelikož část zatížení přebírají paže. Běhat lze s holemi na nordic walking nebo i lyžařskými, ale ideálními jsou pro tyto účely speciálně upravené hole (Tvrzník & Soumar, 2012).

a loktů, při zapojení holí do běhu. Paže jsou tedy stále ohnuty v loktech přibližně v pravém úhlu a střídavě komíhají rovnoběžně s boky směrem vpřed. Ruka, v tomto případě svírající hůl, se vpředu dostává do výše ramene a vzaďu k boku (tj. opět stejně jako při běhu bez holí).

Mezi hlavní zásady správné techniky běhu s holemi patří (Kůtek, 2013):

- trup je v mírném náklonu vpřed
- odraz holí je časově i prostorově kratší než odraz holí při běhu na lyžích klasickou technikou
- hůl se zapichuje zhruba na úrovni paty opačné nohy
- pohyb paže s holí končí polohou ruky u boku, tj. nepokračuje až za trup (tím se běh s holemi odlišuje jak od běžkařského, tak od nordic-walkingového propínání loktu dozadu)
- pohyb ruky po rukojeti je mírně klouzavý; sevření není ani křečovitě pevné, ani příliš uvolněné



Obrázek 1. Hodnoty laktátu u jednotlivých probandů při běhu s holemi a bez holí.

Figure 1. Values of the lactate for individual probands during running with and without poles.

Podle Kůtka (2013) má běh s runningovými holemi blíže k běhu na lyžích klasickou technikou, než k nordic walkingu. Vyjdeme-li z lyžařské terminologie, můžeme jej zjednodušeně definovat jako dvoudobý střídavý běh na lyžích bez lyží. Základem správného provedení běhu s holemi je dodržení běžkové techniky, především pohybu paží

- velmi důležitá je správná délka [runningových holí](#); měly by být přibližně o deset centimetrů kratší, než hole pro běh na lyžích klasickou technikou (výška postavy $\times 0,8 \pm 3$ cm)

Při běhu dochází k velkému zatížení pohybového aparátu. Pokud je nedostatečně kompenzováno, dochází ke vzniku svalových dysbalancí, které vedou ke změnám pohybových stereotypů. Dochází ke změně v technice běhu a tím i ke snížení výkonu s následným přetěžováním vazů, šlach a kloubů (Malátová & Matějková, 2011; Malátová, Rokytová & Štumbauer, 2013). Význam

běhu s holemi spočívá mj. v tom, že toto zatížení nosných kloubů pomáhá snižovat odlehčením prostřednictvím opory rukou o hole. Při výzkumech bylo zjištěno, že se při použití holí sníží zátěž na dolní končetiny asi o 5 % při každém došlapu, což při dlouhých bězích představuje značnou úlevu (Tvrzník & Kůtek, 2012). Kromě zdravotně-preventivních aspektů běhu s runningovými holemi je třeba vyzdvihnout především jeho tréninkový přínos v důsledku zvýšení intenzity. Běžec s holemi totiž podává větší výkon, resp. má významně vyšší energetický výdej než při běžném běhu. Intenzivněji dýchá, mnohem více zapojuje horní končetiny a svalstvo hrudní oblasti. Při běhu s holemi tedy sportovec nejenom běží, ale současně i přirozeně posiluje. A na rozdíl od běhu na lyžích, kdy při jízdě z kopce odpočívají paže a při odrážení způsobem soupaž na rovině odpočívají naopak nohy, si při běhu s holemi neodpočinou ani paže, ani nohy (Kůtek, 2013). Při běhu s holemi se zvýší srdeční frekvence o 15-20 % a celkový energetický výdej vzroste asi o 25 % (Kůtek, 2012). Nezanedbatelným přínosem používání holí při běhu je zlepšení techniky běhu a koordinačních schopností, tedy efektivní souhru svalů a končetin, jež je nezbytným předpokladem zvyšování běžecké výkonnosti (Kůtek, 2012).

Podle Tvrzníka & Kůtky (2012) je běh z holemi nejvhodnější pro tyto skupiny sportovců:

- sportovci po zranění – díky odlehčení prostřednictvím holí mohou sportovci začít s tréninkem dříve
- vrhači – sportovci s robustnějším tělem mohou mít při běhu problémy se stabilitou, což vyřeší opora prostřednictvím holí
- vytrvalostní běžci – hole mají opodstatnění při ztížených terénních a povětrnostních podmínkách
- ostatní sportovci – s holemi je možné provádět i dynamická cvičení na rozvoj síly
- sportovci s omezenou fyzickou kondicí – hole jim pomohou uvolnit pohybový aparát

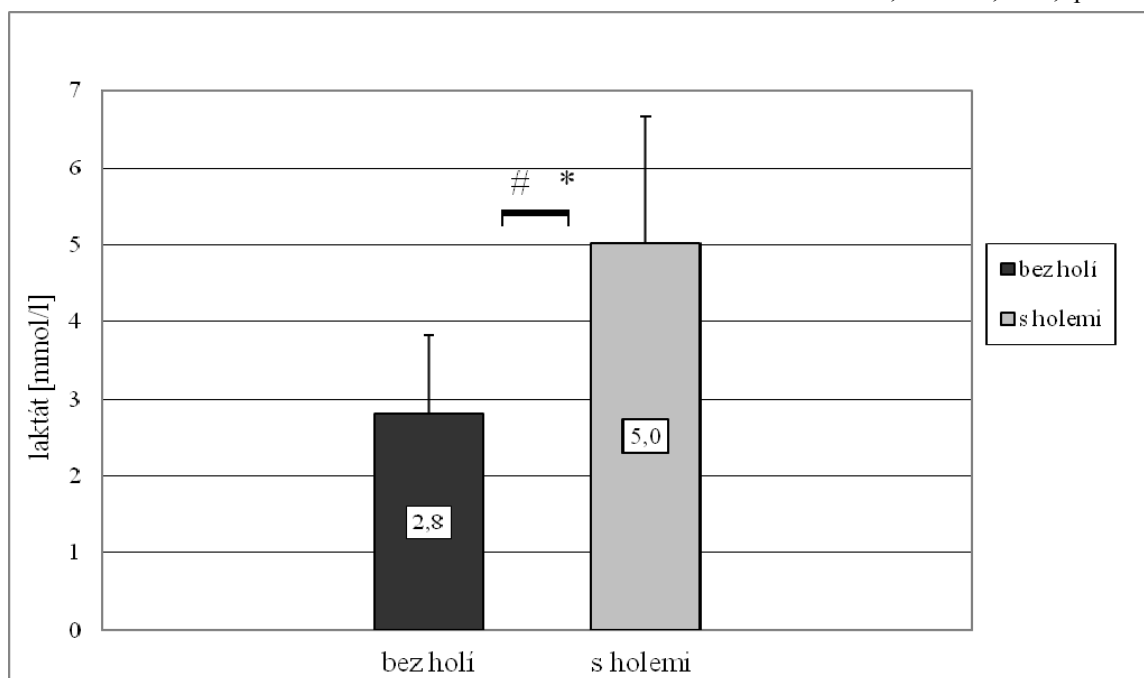
Cíl

Cílem naší studie bylo porovnat zatížení organismu při běhu stejnou rychlostí s holemi a bez holí prostřednictvím změn průměrné srdeční frekvence a laktátu. Předpokládáme, že zatížení organismu při běhu s holemi bude významně vyšší než u běhu bez holí.

Metodika

Soubor

Šestnáct běžců na střední a dlouhé tratě, z toho devět žen ve věku 16,3 s = 1,9 let, průměrnou



Obrázek 2. Průměr naměřených hodnot laktátu ($\pm s$) při běhu s holemi a bez holí.

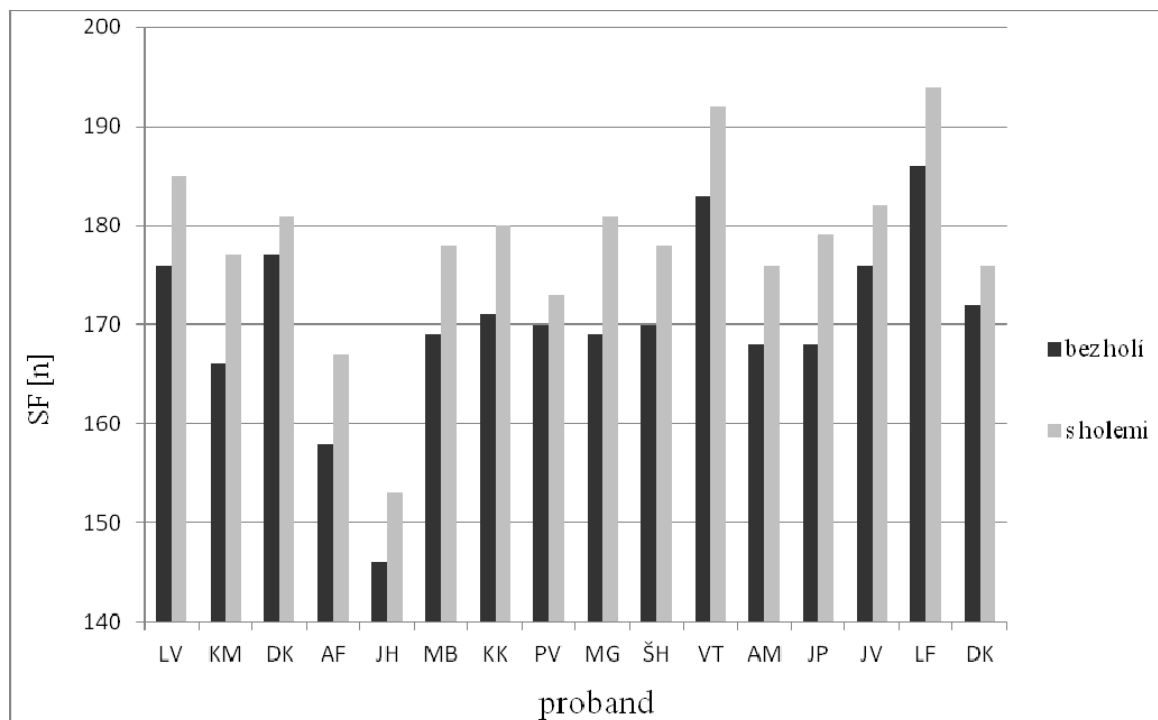
Figure 2. Average of measured values of lactate ($\pm s$) during running with and without poles.

*Legenda: # $\omega^2 > 0,14$, * $p < 0,01$*

hmotností 54,2 s = 5,6 kg a tělesnou výškou 166,1 s = 4,7 cm a sedm mužů ve věku 16,4 s = 1,8 let, průměrnou hmotností 62,4 s = 6,7 kg a tělesnou výškou 177,6 s = 5,2 cm se dobrovolně zúčastnilo studie. Všichni zkoumaní běžci a běžkyně se v době sledování věnovali každodennímu běžeckému vytrvalostnímu tréninku po dobu nejméně jednoho roku. S během s holemi neměli dlouhodobé zkuš-

nosti, absolvovali s nimi pouze jednu instruktážní tréninkovou jednotku.

krve odebrané z prstu 1 minutu po doběhu každého úseku.



Obrázek 3. Hodnoty průměrné SF u jednotlivých probandů při běhu s holemi a bez holí.
Figure 3. Values of the average heart rate for individual probands during running with and without poles.

Průběh testu

Běh s holemi i bez nich probíhal na tartanovém atletickém stadionu. Ke zjištění zatížení organismu bylo použito měření srdeční frekvence pomocí sporttesterů RS 300X (Polar, Finsko) a měřiče laktátu accutrend firmy Roche (Německo), u nějž výrobce udává možnou chybu měření 3 %. Testování běželi stejnou rychlostí 2 úseky dlouhé 3 km. Oblast mezi aerobním a anaerobním prahem je jednou z důležitých zón zatížení, je označována jako $O_2 - LA$ zóna neboli aerobně anaerobní zóna (Kučera & Truksa, 2000). Proto byla rychlost běhu stanovena u běhu bez holí v rozmezí mezi aerobním a anaerobním prahem, což odpovídá zatížení v rozmezí 60-80 % VO_{2max} (Bunc, 1989; Dovalil, 2005). Úsek s holemi byl v testu absolvován stejnou rychlostí, jako úsek bez holí. Individuální rychlost běhu v dané intenzitě (stanovení aerobního a anaerobního prahu) byla stanovena testem týden před samotným měřením. Náhodně vybraná polovina testovaných běžela nejdříve úsek s holemi, druhá polovina nejdříve bez holí. Délka pauzy mezi úseky byla 12 minut. Délku holí jsme zvolili každému individuálně: tělesná výška $\times 0,8 \pm 3$ cm. Po doběhu každého úseku jsme zaznamenali vedle času úseku také průměrnou srdeční frekvenci a hodnotu laktátu. Laktát byl měřen lékařem z kapky

Metody

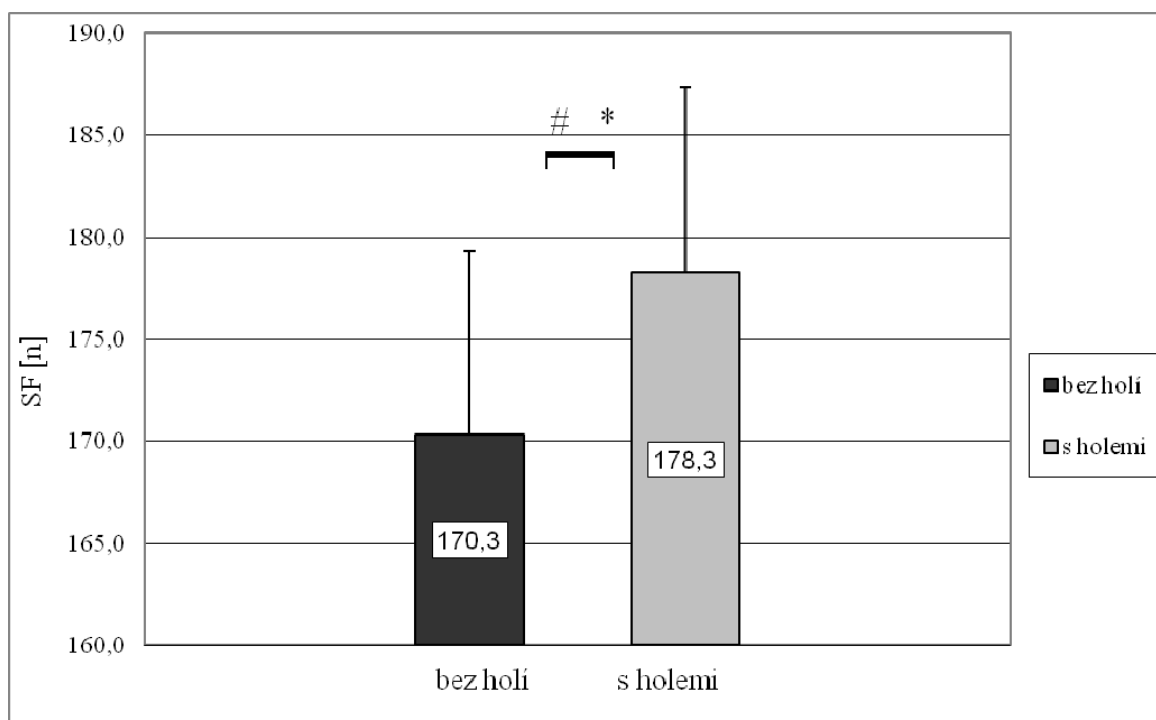
K charakteristice naměřených hodnot byla použita deskriptivní statistika a krabicové grafy. Věcná významnost hodnot při úseku s použitím holí a bez použití holí byla hodnocena pomocí tzv. koeficientu ω^2 jakožto podílu, resp. procenta vysvětleného rozptylu (Blahuš, 2000; Velicer a kol, 2008; Cohen, 1988). Cohen (1988) doporučuje hodnotit velikost koeficientu $\omega^2 \geq 0,14$ jako velký efekt. Koeficient ω^2 , jako ukazatel relativní věcné významnosti je nezávislý na rozsahu výběru. Více jak 14 % podíl z celkové variance jsme v našem případě považovali za významné. Hodnotili jsme též statistickou významnost na hladině $\alpha = 0,01$.

Výsledky

Na obrázku 1 jsou patrné jednotlivé hodnoty laktátu, na obrázku 2 jsou dokumentovány rozdíly v průměrných hodnotách laktátu. Na obrázku 3 jsou naměřené hodnoty průměrné SF a na obrázku 4 rozdíly v průměrných hodnotách průměrné SF při běhu a při běhu s holemi. Při běhu s holemi byl průměrný laktát $5,0 \pm 1,6$ mmol/l a průměrná srdeční frekvence $178,3 \pm 9,1$ tepů/min. Při běhu bez holí byl průměrný laktát $2,8 \pm 1,0$ mmol/l a průměrná srdeční frekvence $170,3 \pm 9,0$ tepů/min. Při použití holí oproti běhu bez nich byl shledán nárůst laktátu o 2,2 mmol/l, což odpovídá nárůstu o 79,1 %. Tento nárůst je ze 54,1 % vysvětlen použitím holí. Nárůst průměrné hodnoty SF byl o 7,9 úderů/min, tzn. o 4,7 %. Nárůst hodnot SF je vysvětlen ze 23,0 % použitím holí. Lze konstatovat, že statisticky i

věcně významné jsou rozdíly jak u hodnoty laktátu, tak i u hodnoty průměrné SF, viz tabulka 1.

podle očekávání vyšší než po úseku bez holí. Rozdíl mezi průměrnou srdeční frekvencí po běhu s holemi a bez holí byl v našem měření 4,7 %. Tento



Obrázek 4. Průměr hodnot průměrné SF ($\pm s$) při běhu s holemi a bez holí.

Figure 4. Average of values of the average heart rate ($\pm s$) during running with and without poles.

*Legenda: * $p < 0,01$, # $\omega^2 > 0,14$*

Diskuze

Některým testovaným běžcům se z důvodu malé zkušenosti a nervozity nepodařilo přesně dodržet stanovenou rychlost, což mělo za následek běh na nižší, případně vyšší hladině laktátu, než bylo plánováno. To ale nijak zásadně neovlivnilo výsledek šetření, protože oba úseky absolvovali stejnou rychlostí. Také si uvědomujeme, že výsledky mohly být částečně ovlivněny faktem, že probandi neměli velké zkušenosti s během s holemi a nebyl to pro ně dostatečně osvojený pohyb.

Tabulka 1. Statistická a věcná významnost hodnot laktátu a průměrné SF.

Table 1. The statistical and substantive significance of lactate and average heart rate.

	t-test (p)	ω^2
laktát	0,000000145	0,541
průměrná SF	0,0000000033	0,230

Potvrdil se předpoklad, že běh s holemi je oběhově náročnější než běh bez holí. Průměrná frekvence a hodnoty laktátu byly po úseku s holemi

rozdíl nedosahuje 15-20 % prezentovaných Kůtkem (2012), přesto můžeme konstatovat, že nárůst srdeční frekvence je významný věcně i statisticky. U hodnot laktátu byl rozdíl hodnot při použití holí 79,1 %, ale prozatím nikdo nepublikoval výsledky, se kterými bychom naše měření mohli porovnat. Vyšší hodnoty srdeční frekvence a laktátu po běhu s holemi jsou přičítány intenzivnějšímu zapojením trupu a horních končetin při použití holí. Nehodnotili jsme míru zapojení paží, ale dle výpovědí účastníků studie neumožňoval tartanový povrch dostatečnou oporou pro odpích. Snížená propulzní práce paží při běhu s holemi mohla přispět k menšímu navýšení srdeční frekvence, než je dosud publikováno.

Interindividuální rozdíly v nárůstu laktátu a průměrné SF by mohly být vysvětleny různou mírou zapojení paží při běhu s holemi a variabilitou zvládnutí správné techniky běhu. Dovednostní zvládnutí běhu s holemi bylo u jednotlivých účastníků velice rozdílné.

Při běhu s holemi nebyly prozatím prováděny výzkumy, zda délka holí ovlivní fyziologickou odpověď organismu při zátěži. Při chůzi je závislost fyziologické odpovědi na délce holí prokázána (De Angelise a kol., 2009). Reakce organismu na běh s holemi při běhu v terénu, reakce organismu na déletrvající běh s holemi či posouzení míry zapojení paží a vliv správné techniky na fyziologické zatížení organismu, to vše by mohly být náměty na další studie.

Závěr

Na 16 běžcích jsme porovnávali zatížení organismu při běhu a běhu s holemi prostřednictvím průměrné srdeční frekvence a laktátu. Tato studie potvrdila, že při běhu s holemi a bez holí je významný rozdíl v průměrné srdeční frekvenci i laktátu, běh s holemi zatíží organismus prokazatelně více než prostý běh. Tento fakt je možné využít v pohybových programech i v přípravě výkonnostních a vrcholových sportovců. Vyšší fyziologické zatížení je dáno komplexnějším zatěžováním organismu.

Literatura

- Blahuš, P. (2000). Statistická významnost proti vědecké průkaznosti výsledků výzkumu. *Česká kinantropologie*, 4(2), 53-72.
- Bolt, L. R. (2000). *The effect of running poles on the kinetics and kinematics of jogging*. Ball State University. Available from: <http://cardinalscholar.bsu.edu/handle/handle/186909>
- Bunc, V. (1989). *Biokybernetický přístup k hodnocení reakce organismu na tělesné zatížení*. Praha: VÚT UK.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Daviaux, Y., Hintzy, F., Samozino, P., & Horvais, N. (2013). Effect of using poles on foot-ground kinetics during stance phase in trail running. *European Journal of Sport Science*, 13(5), 468-474.
- De Angelis, M., Di Biase Arrivabene, P., Russo, L., F., M., & Velenti, M. (2009). *Physiological responses of nordic walking with different pole lengths*. Paper presented at the Mountain, Sport and Health, Rovereto.
- Dovalil, J. a kol. (2005). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Korvas, P., Bernaciková, M., & Cacek, J. (2010). Pilotní studie zatížení při bipedální a kvadrupedální chůzi. *Studia Sportiva*, 4(2), 15-24.
- Kučera, V., & Truksa, Z. (2000). *Běhy na střední dlouhé tratě*. Praha: Olympia.

Kůtek, M. (2012). Běhat s holemi? Rozhodně ano! *Run*, 7(6), 54-57.

Kůtek, M. (2013). *Správná technika*. <http://www.behsholemi.cz/beh-s-holemi/spravna-technika/>

Malátová, R., & Matějková, V. (2011). Svalové dysbalance vyskytující se u fotbalistů a možnosti jejich kompenzace. *Studia Kinanthropologica*, 12(1), 35-39.

Malátová, R., Rokytová, J., & Štumbauer, J. (2013). The use of muscle dynamometer for correction of muscle imbalances in the area of deep stabilizing spine system. *Proc Inst Mech Eng H*. August, 227(8), 896-903.

Parkatti, T., Perttunen, J., & Waker, P. (2012). Improvements in Functional Capacity From Nordic Walking: A Randomized Controlled Trial Among Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 20, 93-105.

Piech, K., & Raczyńska, B. (2010). Nordic Walking – A Versatile Physical Activity. *Pol. J. Sport Tourism*, 17, 69-78.

Tvrzník, A., & Kůtek, M. (2012). *Running with poles as an efficient training method eliminating overtraining of athlete's feet*. Dostupné z: <http://www.behsholemi.cz/wp-content/uploads/2013/06/running-with-poles.pdf>

Tvrzník, A., & Soumar, L. (2012). *Běhání*. Praha: Grada.

Sokelienė, V., & Cesnaitienė, V. J. (2011). The Influence of Nordic Walking on Physical Fitness of Elderly People. *Ugdymas, Kūno Kultūra, Sportas*, 3(82), 45–51.

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

370 05 České Budějovice

pbahensky@pf.jcu.cz