FYZIOLOGICKÉ ZATÍŽENÍ PŘI CHŮZI S HOLEMI (NORDIC WALKING) A BEZ NICH U AEROBNĚ TRÉNOVANÝCH ŽEN

PHYSIOLOGICAL DEMANDS DURING WALKING WITH OR WITHOUT POLES IN AEROBICALLY TRAINED WOMEN

Jiří Baláš, Petra Pospíšilová

Fakulta tělesné výchovy a sportu, Univerzita Karlova v Praze

ABSTRACT

The aim of the study was to assess physiological demands of walking with or without poles in different speeds and slopes in aerobically trained women. Six women in average age 27, $s = 1.0$ years, body mass 56, $s = 5$ kg and height 164, $s = 4$ cm volunteered to the study. The effect of using poles was evaluated on a treadmill in the speeds 4 km.h⁻¹, 6 km.h⁻¹ and slopes 0 % and 10 %. We have not found significant differences between using poles in oxygen consumption, heart rate and energy expenditure (only 3-17 % variance explained). Significant differences were found in ventilation (VE) in higher speed and slope (30-48 % of variability in VE explained). We account these differences to the connection of ventilatory rhythm and upper limbs locomotor action.

Keywords: nordic walking; energy cost; respiration

SOUHRN

Cílem naší studie bylo posoudit fyziologické zatížení chůze a NW u aerobně trénovaných žen při různých rychlostech a sklonech svahu. Šest žen ve věku 27, $s = 1,0$ let, průměrnou hmotností 56, $s = 5$ kg a tělesnou výškou 164, $s = 4$ cm se dobrovolně zúčastnilo studie. Posuzoval se se účinek použití holí při chůzi na běhacím koberci v rychlostech 4 km.h⁻¹, 6 km.h⁻¹ a ve sklonu 0 % a 10 %. Nebyly zaznamenány významné rozdíly mezi chůzí bez holí a s holemi ve spotřebě kyslíku, srdeční frekvenci a energetické náročnosti (pouze 3-17 % vysvětleného rozptylu). Významné rozdíly byly shledány pouze u ventilace (VE) při vyšší rychlosti a sklonu svahu (30-48 % variability VE). Tyto rozdíly přičítáme propojení respiračního rytmu s propulzní prací paží.

Klíčová slova: nordic walking; energetická náročnost; dýchání.

Klíčová slova: nordic walking; energetická náročnost; dýchání

Úvod

Chůze je v evropských zemích velmi oblíbenou pohybovou aktivitou, neboť neklade nároky na speciální dovednosti, materiál a je vhodná v podstatě pro všechny věkové skupiny (Davison & Grant, 1993). U zdravých a mladých jedinců ovšem nemusí chůze být natolik intenzivní aktivitou, aby vyvolala tréninkový efekt (Porcari, Ebbeling, Ward, Freedson, & Rippe, 1989). Rychlost chůze k dosažení požadovaných tréninkových intenzit je také pro mnohé limitujícím faktorem.

Chůze s holemi - Nordic Walking (NW) nebo také severská chůze je velmi populární formou pohybové aktivity. Počátky NW jsou datovány do 30. let 20. století ve Finsku. Jako sport je mezinárodně uznáván po vytvoření *International Nordic Walking Association* (INWA) v roce 1997.

Oproti chůzi je NW charakterizován zapojením svalů horní poloviny těla a většími centrální nároky na oběhový aparát (Church, Earnest, & Morss, 2002). NW byl významně energeticky náročnější než chůze u obézních žen ve sklonech -15 %, 0 %, 15 % (Figard-Fabre, Fabre, Leonardi, & Schena, 2009). Church et al. (2002) uvádí 20% zvýšení energetické náročnosti oproti chůzi v přírodních podmínkách. Saunders et al. (2008) dokonce o 67 % u starších rekreačních chodců při individuální rychlosti. Na druhou stranu, u populace s pravidelnou pohybovou aktivitou byly shledány významné energetické rozdíly pouze při chůzi s kopce v individuálně preferované rychlosti. Při chůzi po rovině a do kopce nebyla vyšší fyziologická odezva u NW zaznamenána (Perrey & Fabre, 2008).

Rozdíly v energetické náročnosti mezi chůzí a NW jsou pravděpodobně dány úsilím, které je vloženo do práce paží (Saunders, Hipp, Wenos, & Deaton, 2008), délkou holí (De Angelis, Di Biase Arrivabene, Russo, F., & Velenti, 2009; Hansen & Smith, 2009), a rovněž trénovaností testovaných (Jurimae, Meema, Karelson, Purge, & Jurimae, 2009).

Cílem naší studie bylo posoudit fyziologické zatížení chůze a NW u aerobně trénovaných žen při různých rychlostech a sklonech svahu.

Metodika práce

Soubor

Šest žen ve věku 27, $s = 1,0$ let, průměrnou hmotností 56 a tělesnou výškou $s = 5$ kg a 164, $s = 4$ cm se dobrovolně zúčastnilo studie. Všechny ženy se v době sledování nejméně rok pravidelně věnovaly aerobním aktivitám alespoň třikrát týdně po dobu 45 minut a udávaly průměrnou maximální spotřebu kyslíku $54,3 \pm 5,2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

Průběh testu

Chůze s holemi i bez nich probíhala na běhacím koberci (Cosmos, Německo) v laboratorních podmínkách. K zjištění energetické náročnosti bylo použito nepřímé kalorimetrie na základě spotřeby O_2 . Energetická náročnost byla vyjádřena v J.min^{-1} na základě předpokladu, že 1 ml spotřebovaného O_2 odpovídá 20,9 J, což platí striktně pouze při respiračním koeficientu 0,96 (Billat, Lepretre, Heugas, & Koralsztejn, 2004). Veškeré ventilační parametry byly měřeny v průběhu celého testu metabolickým analyzátozem (Geratherm, Německo). Srdeční frekvence (SF) byla snímána v průběhu celého testu (Polar RS 400, Finsko). U každé účastnice bylo měřeno osm sekvencí v pořadí chůze a NW 4 km.h^{-1} , 6 km.h^{-1} ve svahu 0 % a 10 %. Každá sekvence trvala 4 minuty. Mezi chůzí v 0% a 10% svahu byla provedena pauza k poklesu ventilačních hodnot do klidového stavu. Průměr minutové ventilace (VE), VO_2 a SF byl použit z časového intervalu sekvence 2:00 až 3:40.

Vyhodnocení výsledků

Deskriptivní statistika a krabicové grafy byly použity k charakteristice naměřených hodnot. Významnost hodnot mezi použitím holí v různých rychlostech a sklonech svahu byla hodnocena jednoduchou analýzou rozptylu. Předpoklady chybového rozptylu byly ověřeny Levenovým testem. Za významné byly považovány rozdíly na hladině alfa 0,05. K posouzení věcné významnosti bylo použito procento vysvětleného rozptylu experimentálním faktorem η^2 . Více jak 30 % vysvětleného rozptylu faktorem jsme v našem případě považovali za významné.

Výsledky

Na obrázcích 1-4 jsou dokumentovány rozdíly VO_2 , VE, SF a energetické náročnosti při chůzi s holemi a bez nich při různých rychlostech chůze a sklonu svahu. Lze konstatovat, že významné rozdíly byly pouze u VE při vyšší rychlosti a větším sklonu svahu. Tyto rozdíly vysvětlovaly 30-48 % variability VE. Ačkoli byly shledány vyšší hodnoty VO_2 , SF a energetické náročnosti pro NW, nebyly významné ani ze statistického hlediska, ani z pohledu věcného (pouze 3-17 % vysvětleného rozptylu).

Obr. 1: Průměrná spotřeba kyslíku vztažená na tělesnou hmotnost jedince ($\pm s$) pro chůzi a NW v různých rychlostech a sklonech.

Fig. 1: The mean oxygen cost ($\pm s$) related to body mass during walking with or without poles in different speeds and slopes.

Obr. 2: Průměrná minutová plicní ventilace ($\pm s$) pro chůzi a NW v různých rychlostech a sklonech.

Fig. 2: The mean ventilation per minute ($\pm s$) during walking with or without poles in different speeds and slopes.

* $p < 0,05$

$\eta^2 > 0,30$

Obr. 3: Průměrná srdeční frekvence (SF) ($\pm s$) pro chůzi a NW v různých rychlostech a sklonech.

Fig. 3: The mean heart rate ($\pm s$) during walking with or without poles in different speeds and slopes.

Obr. 4: Průměrná energetická náročnost ($\pm s$) pro chůzi a NW v různých rychlostech a sklonech.

Fig. 4: The mean energy cost ($\pm s$) during walking with or without poles in different speeds and slopes.

Diskuze

Cílem studie bylo posoudit fyziologické zatížení chůze s holemi a bez nich u aerobně trénovaných žen. Zúčastnilo se 6 žen, které udávaly průměrnou maximální spotřebu kyslíku $54,3 \pm 5,2 \text{ ml.kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Jednalo se o soubor s nadprůměrnou hodnotou aerobního výkonu oproti populaci bez pravidelné pohybové činnosti. Je potřeba upozornit, že počet žen v sledovaném souboru byl malý a výsledky mohou být těžko zobecnitelné.

Sledovány byly parametry VO_2 , VE, SF a energetické náročnosti. Řada studií uvádí větší energetickou náročnost NW než chůze (Figard-Fabre, Fabre, Leonardi, & Schena, 2009; Hansen & Smith, 2009; Church, Earnest, & Morss, 2002). Naše výsledky s aerobně trénovanými účastnicemi

ovšem tyto závěry nepotvrdily. Ačkoli všechny sledované fyziologické parametry (VO_2 , VE, SF, energetická náročnost) byly vyšší u NW, významné rozdíly byly shledány pouze u VE. Možné vysvětlení dokládá Perrey a Fabre (2008), kteří zaznamenali stejný dechový objem, ale vyšší dechovou frekvenci při NW ve srovnání s chůzí. Upozorňují tak na skutečnost, že kontrola respiračního rytmu může být spojena s propulzním pohybem paží.

V naší studii jsme zaznamenali rozdíly SF mezi chůzí a NW $4\text{--}10 \text{ tepů.min}^{-1}$. Vyšší rozdíly SF odpovídaly zátěži ve vyšší rychlosti a ve větším sklonu svahu. Vzhledem k vysoké variabilitě SF mezi účastnicemi nebyly tyto rozdíly shledány za významné. K podobným závěrům došli i jiní autoři (Perrey & Fabre, 2008). Na druhou stranu je často dokládána vyšší SF při NW ve srovnání s chůzí (Figard-Fabre, Fabre, Leonardi, & Schena, 2009; Kukkonen-Harjula et al., 2007). Tyto nesourodé nálezy by mohly být vysvětleny mírou zapojení paží. Při intenzivním zapojení lze předpokládat izometrickou kontrakci svalů předloktí, která způsobuje zvýšení SF (Baechle & Earle, 2008). Zvýšená poloha paží je rovněž důsledkem nárůstu SF (Astrand, Guharay, & Wahren, 1968). Dynamická usilovná práce paží by se pak měla projevit i na VO_2 . Toto úsilí může zapříčinit délka holí, jak dokládá studie De Angelise et al. (2009). Autoři prokázali vyšší fyziologickou odpověď (VO_2) při použití delších holí (75 % oproti 55 % a 65 % tělesné výšky). Efekt délky holí se projevil pouze u rychlosti 5 a 6 km.h^{-1} . Při rychlosti 4 km.h^{-1} rozdíly ve spotřebě O_2 nebyly shledány významné.

Jeví se, že propulzní práce paží bude odpovědná za rozdíly fyziologického zatížení mezi chůzí s holemi a bez nich. V naší studii nebyla míra zapojení paží sledována, ale dle výpovědí účastnic neumožňoval běhací pas dostatečnou oporu pro odpích. Malá propulzní práce paží se mohla odrazit v malých rozdílech ve VO_2 , SF a energetické náročnosti.

Limitací této studie je bezesporu malý počet sledovaných žen. To snižuje statistickou průkaznost výsledků a možnost zobecnění. I přes malý počet žen se ovšem parametr VE prokázal významný. K posouzení věcného významnosti jsme přistoupili k použití η^2 , které je nezávislé na počtu jedinců. Další limitací je realizace studie v laboratorních podmínkách. Je doloženo, že chůze v terénu je energeticky náročnější než chůze na běhátku (Pallicca, Pallicca, Fattorini, Pittiglio, & Rodio, 2009). Pro další studie by bylo proto vhodné posoudit míru zapojení horních končetin při NW.

Tato studie nepotvrdila, že NW je energeticky náročnější než chůze u vybraného souboru aerobně trénovaných žen. Zaznamenali jsme ovšem rozdíly ve VE mezi chůzí s holemi a bez nich. Tyto rozdíly přičítáme propojení respiračního rytmu s propulzní prací paží.

Studie byla podpořena výzkumným záměrem MSM 0021620864 a grantem GAČR 406/08/1514.

Literatura

Astrand, I., Guharay, A., & Wahren, J. (1968). Circulatory Responses to Arm Exercise with Different Arm Positions. *Journal of Applied Physiology*, 25(5), 528-&.

Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *Essentials of Strength Training and Conditioning* (3 ed.). Champaign: Human Kinetics.

Billat, V. L., Lepretre, P. M., Heugas, A. M., & Koralsztein, J. P. (2004). Energetics of middle-distance running performances in male and female junior using track measurements. *Japanese Journal of Physiology*, 54(2), 125-135.

Davison, R. C. R., & Grant, S. (1993). Is Walking Sufficient Exercise for Health. *Sports Medicine*, 16(6), 369-373.

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.

Figard-Fabre, H., Fabre, N., Leonardi, A., & Schena, F. (2009). Physiological and perceptual responses to Nordic walking in obese middle-aged women in comparison with the normal walk. *European Journal of Applied Physiology*, 108(6), 1141-1151.

Hansen, E. A., & Smith, G. (2009). Energy Expenditure and Comfort During Nordic Walking with Different Pole Lengths. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1187-1194.

Church, T. S., Earnest, C. P., & Morss, G. M. (2002). Field testing of physiological responses

associated with Nordic Walking. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73(3), 296-300.

Jurimae, T., Meema, K., Karelson, K., Purge, P., & Jurimae, J. (2009). Intensity of Nordic Walking in young females with different peak O-2 consumption. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 29(5), 330-334.

Kukkonen-Harjula, K., Hiilloskorpi, H., MÄnttÄri, A., Pasanen, M., Parkkari, J., Suni, J., et al. (2007). Self-guided brisk walking training with or without poles: a randomized-controlled trial in middle-aged women. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17(4), 316-323.

Pallicca, A., Pallicca, P., Fattorini, L., Pittiglio, G., & Rodio, A. (2009). *Energy demand during walking in boots on natural path*. Paper presented at the Mountain, Sport and Health Rovereto.

Perrey, S., & Fabre, N. (2008). Exertion during uphill, level and downhill walking with and without hiking poles. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7(1), 32-38.

Porcari, J. P., Ebbeling, C. B., Ward, A., Freedson, P. S., & Rippe, J. M. (1989). Walking for Exercise Testing and Training. *Sports Medicine*, 8(4), 189-200.

Saunders, M. J., Hipp, G. R., Wenos, D. L., & Deaton, M. L. (2008). Trekking Poles Increase Physiological Responses to Hiking without Increased Perceived Exertion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1468-1474.

Mgr. Jiří Baláš, Ph.D.
FTVS UK Praha
José Martího 31
16252 Praha 6
balas@ftvs.cuni.cz