

## Chůze a zdraví

**Pavel Stejskal, Fakulta sportovních studií MU, Brno**

Nedostatek pohybové aktivity významně zvyšuje riziko celé řady chronických onemocnění, mezi které patří zejména ischemická choroba srdeční, diabetes mellitus 2. typu nebo kolorektální karcinom. V současné době je považována za dolní hranici efektivní intervence, která redukuje uvedená rizika, 30 minutová pohybová aktivita prováděná po většinu dní v týdnu, nejlépe každý den. Bohužel většina lidí v civilizovaném světě tuto pohybovou intervenci nevyužívá a jejich sedavý životní styl je jednou z příčin vzrůstající prevalence dominujících chronických onemocnění.

Téměř ideální pohybovou aktivitou je chůze (1). I při rychlosti 5 km/hod spotřebujeme při chůzi množství energie odpovídající středně intenzivní pohybové aktivitě (2). Chůze je přirozená, nenáročná na vybavení, snadno dostupná, a proto vhodná forma pohybové aktivity, která je spojená s velmi nízkým rizikem zranění (3, 4); může být inkorporovaná do každodenního života a lze ji provádět až do vysokého věku. Při srovnání s ostatními pohybovými aktivitami podporuje více adherenci k pohybově aktivnímu životu (5).

Jestliže zvolíme rychlou chůzi jako pohybovou intervenci s určitým záměrem a cílem, potom je vhodné, abychom se na ni připravili stejně, jako kdybychom se připravovali na jakoukoliv jinou pohybovou aktivitu - rozcvičíme se a protáhneme si svaly. Snažíme se chodit v prostředí, kde je čisté ovzduší a menší nebo žádný provoz motorových vozidel (nejlépe v městském parku nebo mimo město v přírodě). V prvních minutách jdeme spíše pomaleji a dbáme na technicky dobré provedení chůze, to znamená, že držíme hlavu zpříma, máme uvolněná ramena a neprohýbáme se v bedrech. Volíme spíše delší krok a nestydíme se za paže pokrčené v loktech, které usnadňují držet rovnováhu a podporují optimální dynamiku chůze. Našlapujeme na paty, chodidla pokládáme do osy pohybu a dolní končetiny nepropínáme v kolenou. Postupně rychlost chůze zvyšujeme tak, abychom v průběhu 5 minut dosáhli žádoucí rychlosti nebo předepsané srdeční frekvence (4).

Bylo prokázáno, že pravidelná rychlá chůze působí pozitivně na aerobní kapacitu, na sacharidový a lipidový metabolismus, na krevní tlak a na složení těla, napomáhá redukovat nadměrnou tělesnou hmotnost a snižuje psychickou tenzi a anxieta. Chůze zlepšuje kardiovaskulární zdraví a má primárně i sekundárně preventivní účinky na ischemickou chorobu srdeční, diabetes mellitus 2. typu či kolorektální karcinom (6-16).

Část respektovaných experimentálních i epidemiologických studií konstatuje, že efektivita pravidelné pohybové aktivity je z hlediska zdravotních benefitů závislá zejména na intenzitě zatížení – čím více se blíží anaerobnímu (respiračnímu) prahu, tím výraznější je její pozitivní vliv na zdraví

člověka (6, 9). To platí nejen z hlediska primární prevence, ale u správně indikovaných pacientů i z hlediska sekundární prevence (17, 18).

Na první pohled se tedy zdá, že chůze, při které není zvýšení energetického výdeje tak vysoké, jako při většině dalších pohybových aktivit, nebude mít pro většinu populace významný vliv na její zdraví. Je to pravda?

Pro ilustraci energetické spotřeby při chůzi jsme si vybrali jednu z rovnic, která popisuje vztah mezi rychlostí chůze a spotřebou kyslíku ( $VO_2$ ) (19):

- $VO_2/kg.min (ml) = (0,395 \cdot v^2) + 4,268,$

kde  $v$  je rychlost v km/hod.

Pro člověka, který se nevěnuje závodní chůzi, je považována rychlost chůze kolem 7 km/hod (při použité rovnici  $v = 7,3$  km/hod) za hraniční, při které přechází přirozeně z chůze do běhu. Běh nebo klus je při těchto rychlostech z hlediska energetické efektivity výhodnější než chůze. (Tento závěr vyplývá také z rovnice výpočtu  $VO_2$  při běhu, při kterém  $VO_2/kg.min (ml) = (3,749 \cdot v) - 2,133$ )).

Samozřejmě, že při chůzi v kopcovitém terénu se energetický výdej zvyšuje. Je-li začátek a konec chodeckého úseku na stejném místě, potom energetickou spotřebu můžeme odhadnout podle rovnice

- $VO_2/kg.min = 0,395v^2 + 4,286 + 0,067v\% - 0,039\%,$

kde % vyjadřuje průměrnou hodnotu stoupání a klesání.

Jestliže charakterizujeme mírně zvlněný terén = 2 % stoupání a klesání, zvlněný terén = 5 % a kopcovitý terén = 10 %, potom odhad  $VO_2/kg.min$  v rozdílně zvlněném terénu při jednotlivých rychlostech od 4 do 7,25 km/hod je uveden v tabulce 1.

$VO_2$  na úrovni anaerobního prahu, který slouží k orientaci stanovení optimální intenzity zatížení, se pohybují od 55 do 85 %  $VO_2$  max; u vytrvalostně netréované populace je tento rozsah samozřejmě menší a ve středním věku se pohybuje kolem 70 %  $VO_2$  max.

Jestliže jsme odhadli  $VO_2/kg.min$  při různých rychlostech chůze v různě členitém terénu, potom můžeme odhadnout i aerobní kapacitu, které by tato  $VO_2/kg.min$  mohla odpovídat jako optimální (maximálně účinná) tréninková intenzita (kolem 70 %  $VO_2$  max) (tab. 1). Např. pohybová aktivita, při které  $VO_2/kg.min = 25$  ml/kg.min by byla vhodnou pohybovou aktivitou pro vytrvalostně netréované jedince s hodnotami  $VO_2/kg.min$  max mezi 34 a 37 ml/kg.min (68 – 73 %  $VO_2/kg.min$  max). I když je tento odhad jen hrubě orientační, je zřejmé, že hodnoty  $VO_2/kg$  max uvedené v tab. 1 odpovídají průměrným hodnotám naší populace, u žen v celém populačním rozsahu od 11 do 59 let (39,2 – 23,9 ml/kg.min), u mužů ve věku od 28 do 59 let (42,2 – 31,3 ml/kg.min) (20). Jinými slovy, chůze může být pro většinu vytrvalostně netréované populace adekvátní intenzivní zátěží, se kterou jsou spojeny všechny metabolické a kardiopulmonální benefity. Je jen zapotřebí volit na základě laboratorního zátěžového vyšetření přiměřenou rychlost a hledat přiměřeně členitý terén.

Samozřejmě lze namítat, že příliš rychlá chůze není pohybově komfortní a může vyvolat řadu nepříjemných problémů spojených s lokální únavou nebo přetížením. Zapojení dalších svalů, zejména horní poloviny těla, by umožnilo snížit rychlost pohybu a přitom zachovat stejné energetické nároky.

Takovou modifikací chůze je chůze se závažím, které proband buď drží v ruce nebo ho má připevněné na zápěstí nebo má závaží v rukavicích. Hmotnost závaží se pohybuje mezi 0,45 a 1,5 kg a jeho nošení na důrazně se pohybujících horních končetinách zvyšuje srdeční frekvenci (SF) o 5 – 20 stahů/min a  $VO_2$  o 1 – 5 ml/kg.min nebo o 5 – 15 % (21-24). Např. chůze s ručním závažím rychlostí 6,5 km/hod je z energetického hlediska srovnatelná s během bez závaží o 1,5 km/hod rychlejším (25).

Větší hmotnost závaží než 1,5 kg se obvykle nedoporučuje, neboť při důrazném pohybu horních končetin by mohla způsobit přepětí nebo přetížení svalů paže a ramene, které může vést k jejich poranění (26). Rovněž bylo zjištěno, že používání vyšších hmotností závaží upevněných na horních končetinách při chůzi nebo běhu může významně zvýšit výskyt bolestí zad (27). Protože může izotonický stisk závaží vést i k nežádoucímu zvýšení krevního tlaku (24), preferuje se spíš nošení „těžkých rukavic“ nebo upevnění závaží na zápěstí. Připevnění stejně těžkého závaží nad kotníky dolních končetin zvyšuje energetický výdej samozřejmě méně než závaží na horních končetinách.

Nošení vesty se zátěží je problematické, neboť relativně menší hmotnost vesty zvyšuje energetický výdej méně než nošení adekvátního závaží na horních končetinách. Naopak účinná hmotnost vesty není vhodná z hlediska přetížení svalstva krku a ramen; navíc nadměrně zatěžuje velké klouby dolních končetin a zejména páteř (26).

Z výše uvedených důvodů se zdá být velmi zajímavá a výhodná modifikace rychlé chůze se zapojením svalstva horní poloviny těla pomocí speciálně upravených chodeckých holí. O této aerobní aktivitě se začalo psát v devadesátých létech ve Spojených Státech (Excerstriding, Polestriding exercise, Power walk nebo Power poles). O něco dříve se začaly používat chodecké hole v severských zemích, kde se těší velké oblibě běžecké lyžování. Ve Finsku se chůze s holemi (Nordic walking - NW) rozšířila ze sportovních nadšenců a trénujících běžců na lyžích i na širší populaci a byla zařazena do výuky ve sportovních školách.

V roce 1997 byly vyvinuty hole určené speciálně pro NW a v roce 1998 bylo v Helsinkách založeno centrum pro NW; NW byla také zařazena do kurikula normální školní tělesné výchovy. V roce 2000 byla založena International Nordic Walking Association (INWA), jejímž hlavním cílem je rozšiřovat severskou chůzi po celém světě. Podle INWA provozuje NW pravidelně na celém světě několik milionů lidí (28).

Speciální chodecké hole, které je možno využít na začátku a na konci tréninku i pro protažení exponovaných svalových skupin, jsou vyrobeny z odolného a lehkého materiálu, který absorbuje nárazy hole na zem (28). Jsou opatřeny ergonomicky přizpůsobenou a adaptabilní rukojetí s poutkem a specificky konstruovaným hrotem, který je při chůzi na betonovém, asfaltovém, kamenném nebo

jiném tvrdém povrchu kryt gumovou „botičkou“. Výpočet správné délky chodeckých holí vychází z jednoduché rovnice, ve které se tělesná výška násobí konstantou 0,68. Hole jsou buď teleskopické, nebo mají délku 100 – 145 cm; protože se délka holí zvyšuje vždy o 5 cm, vypočtená délka se zaokrouhluje s přesností 5 cm. Dalším vodítkem pro určení správné délky holí je úhel loketního kloubu, který by měl být při opřené nebo zapíchnuté svislé holi a při sevřené rukojeti asi 90°. Při správném výběru holí hraje roli vedle tělesné výšky i zdatnost, kloubní pohyblivost, proporce končetin a terén.

Z kineziologického hlediska je NW technicky nenáročná pohybová aktivita. Odpich holí a odraz chodidla na opačné straně těla se odehrává více méně v jednom okamžiku; jde tedy o pohyb střídavý neboli „křížmochodní“ (29). V této dvojoporové fázi je hmotnost těla nerovnoměrně rozložena mezi „zadní“ dolní končetinu a hůl „přední“ horní končetiny. Hrot hole se zapichuje asi na úrovni paty chodidla „přední“ dolní končetiny či mírně za ní. Ve stejném čase je druhá horní končetina zapažená a propnutá v lokti a dokončuje odpich. Střídavý pohyb horních končetin tedy začíná za tělem při propnutém lokti. Po odpíchnutí se horní končetina pohybuje dopředu a nahoru a postupně se flektuje lokti až do fáze opory o hůl; po celou dobu svírají prsty pevně rukojeť hole. Potom se horní končetina pohybuje zpět za tělo až do extenze v loketním kloubu, kdy se dlaň otevírá a odrazová síla je přenášena přes poutko hole. Ruce obou horních končetin se míjejí mírně před tělem a hole po celou dobu pohybu směřují šikmo dolů (zepředu shora dozadu dolů). Po dokončení kroku a odpichu se celý cyklus opakuje v obráceném pořadí.

Z hlediska plynulosti pohybu je důležité vzpřímené držení trupu (mírný předklon) s krkem a hlavou v přirozeném prodloužení osy těla. Při opačné rotaci ramen a pánve se střed rotačních pohybů posunuje díky holím kranialně a těžiště těla se mírně snižuje. Aby při nezbytném prodloužení kroku nedošlo k hyperextenzi a k přetížení přední části kolenního kloubu, při došlápnutí by měl být kolenní kloub v mírné flexi.

Nejlépe se učí technika NW při chůzi do mírného kopce, kdy je předklon trupu větší, kroky jsou kratší, více jsou zapojeny svaly horní poloviny těla a intenzivněji pracují i flexory kolene. Používání holí umožňuje během stoupání prodloužit krok a zároveň odlehčit dolním končetinám.

Při chůzi s kopce jsou kroky výrazně kratší a těžiště těla se nachází níže. Kolena jsou po celou dobu chůze neustále v pokrčení, chodidla jsou po většinu času v kontaktu s terénem celou plochou podrážky a neustále přibrzdňují pohyb těla. V porovnání s chůzí po rovině nebo chůzí do kopce je odpich holemi méně výrazný. Důraz by měl být kladen na přenesení části hmotnosti na hole (odlehčení kloubům dolních končetin).

V důsledku kontaktu holí s terénem se při NW střídají dvojoporové a trojoporové fáze pohybu a v porovnání s běžnou chůzí se tím významně zvyšuje její bezpečnost. Tato skutečnost je významná

zejména u pacientů s poruchami rovnováhy nebo u starších osob, trpících obavami z pádu, kterým hole dodávají větší pocit jistoty při pohybu i v náročnějším nebo kluzkém terénu.

Při správném technickém provedení upravuje NW držení těla a zvyšuje zapojení horní části zádočných svalů, zadních svalů ramenního pletence, m. pectoralis major a extenzorů a flexorů předloktí. Přitom snižuje svalovou tenzi a vnímání bolesti v oblasti krku a ramen a zvyšuje významně laterální mobilitu bederní, hrudní i krční páteře. Při správné technice pomáhají chodecké hole vyrovnávat pozici pánve při extenzi v kyčelním kloubu, kde se v odrazové fázi výrazněji zapojují jeho flexory i extenzory. Použití holí redukuje při rychlejší chůzi v závislosti na technickém provedení vertikální reakční síly a extenční úhlové impulsní a opěrné momenty v kolenním kloubu (28, 30).

Z uvedených důvodů je možno zvážit využití NW při rehabilitaci u řady onemocnění pohybového systému nebo poúrazových stavů. U pacientů, u kterých je intenzita cvičení limitována ortopedickými problémy dolních končetin, může využití NW zvýšit terapeutický efekt této pohybové aktivity. Protože je hmotnost holí při NW menší než většina používaných ručních závaží a pohyby paží jsou přirozenější, je méně pravděpodobné, že by při NW mohlo dojít k podobným problémům jako při chůzi se závažím.

Na druhé straně je zřejmé, že NW může mít při špatném technickém provedení i negativní vliv na pohybový systém. Mohli bychom se setkat s přetížením ramenního pletence, krční páteře, kolenních kloubů (hyperextenze) nebo hrudní a bederní oblasti páteře (nadměrná rotace pánve). Možnost úrazu při náhlém zlomení hole v obtížném terénu je při použití speciálních chodeckých holí takřka vyloučena.

Ve srovnání s normální chůzí NW významně zvyšuje  $VO_2$  (o 15 – 25 %), SF (o 5 – 20 %) a energetický výdej (asi o 15 – 25 %) (31). Při chůzi na chodeckém pásu se zapojením horních končetin bylo zjištěno, že ve srovnání s chůzí bez zapojení horních končetin se při všech použitých rychlostech (0,89; 1,34 a 1,79 m/s) zvýšila významně ventilace,  $VO_2$  a SF. Energetická spotřeba se za těchto podmínek zvýšila v průměru o 20 - 55 % (31-33).

Subjektivní vnímání obtížnosti cvičení, vyjádřené RPE (rate of perceived exertion), je při NW při stejné energetické spotřebě významně menší než při normální chůzi (34). Rovněž bylo zjištěno, že použití holí při přenášení břemene na zádech prodlužuje krok, přibližuje kinematiku chůze k chůzi bez zátěže a redukuje aktivitu některých svalů dolních končetin. I když za těchto podmínek došlo ke zvýšení SF, RPE kleslo (35).

NW nabízí i přes určité riziko spojené se zvýšenými nároky na oběhový a dýchací systém široké možnosti pro prevenci a terapii celé řady onemocnění (kardiovaskulární a metabolická onemocnění, chronická obstrukční plicní nemoc, atd.). Nabízí se zejména kardiální rehabilitace po infarktu myokardu nebo cvičení při obliterující ateroskleróze tepen dolních končetin. Např. bylo prokázáno, že za půl roku pravidelné NW (3krát týdně) se u pacientů s obliterující aterosklerózou tepen dolních

končetin vedle významného zpomalení SF a zvýšení aerobní kapacity významně zvýšila i vytrvalost (prodloužení trvání zátěže téměř o 50 %); zároveň došlo při NW i ke zmírnění klaudikací. NW tedy zlepšuje u těchto pacientů klinické ukazatele kardiovaskulární zdatnosti a kvalitu života a snižuje klaudikační symptomy (36).

NW byla využita také u osob trpících Parkinsonovou chorobou, u kterých je stále více akcentována pravidelná pohybová aktivita (zvyšuje produkci a zlepšuje metabolismus dopaminu, jehož snížená hladina je s touto chorobou spojována) (37). Na základě dotazníkových informací bylo prokázáno, že u těchto nemocných došlo po dvouměsíčním kontrolovaném tréninku s holemi (3krát týdně až 45 minut při mírné intenzitě zatížení) k signifikantnímu zvýšení pocitu funkční nezávislosti a kvality života (38).

Z výše uvedených výsledků tedy plyne, že NW významně zvyšuje intenzitu zatížení a tím i účinnost tréninku – zkracuje vzdálenost a šetří čas. Je velmi pravděpodobné, že v přirozených terénních podmínkách, kdy je možno lépe využít techniky NW, je redukována i hodnota RPE. Tato skutečnost je velmi důležitá i proto, že příliš vysoká hodnota RPE může být příčinou redukce dlouhodobé adherence.

Vrátíme-li se k hodnotám  $VO_2$  odpovídajícím při prosté chůzi různým rychlostem a sklonům terénu (tab. 1) a zvýšíme-li tyto hodnoty při NW o 20 % (tab. 2), potom je zřejmé, že lze technicky správně provedenou chůzi se speciálními holemi využít pro intenzivní trénink nejen u žen, ale i u mužů v celém populačním rozsahu (tab. 3). Optimální intenzitu zatížení dosáhneme pomocí adekvátní rychlosti pohybu a terénního převýšení.

Závěrem se jen krátce zmíním o zvláštní formě chodeckého programu, za kterou je možno považovat H.E.A.T. program (High Energy Aerobic Training). Tento program využívá mechanický pás poháněný silou cvičícího jedince, s plynulým měněním sklonu z roviny až do imitace chůze nebo běhu v horském terénu. Jedná se o skupinové cvičení (většinou v délce 45 minut) vedené instruktorem, při kterém jsou různé techniky chůze používané v průběhu lekce doprovázeny speciálně zvolenou hudbou udávající optimální krokový rytmus. Při tomto programu je možné dosáhnout jak mírné, střední, submaximální i maximální intenzity zatížení. Je vhodná jak pro cvičení osob s velmi nízkou aerobní kapacitou, tak i pro vynikající vytrvalostní trénink sportovců. Kombinací frekvence kroků, sklonu pásu a fixace horních končetin na madlech je možno intenzitu zatížení poměrně plynule měnit podle potřeby. Využití tohoto programu v době, kdy pro outdoorový trénink nejsou podmínky, může být velmi zajímavé.

### Závěr

Rychlá chůze je ideální pohybová aktivita, která může pozitivně ovlivnit zdravotní stav většiny vytrvalostně netrénované populace, u které není pohyb kontraindikován. Použití speciálních holí nebo mechanických pásů toto indikační spektrum ještě rozšiřuje prakticky na celou populaci.

## Literatura

1. Morris JN, Hardman AE. Walking to health. *Sports Med* 1997;23(5):306-332.
2. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000.
3. Davison RR, Grant S. Is walking sufficient exercise for health? *Sports Med* 1993;16(6):369-373.
4. Stejskal P. Proč a jak se zdravě hýbat. Břeclav: Presstempus; 2004.
5. Dishman RK. *Advances in exercise adherence*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers; 1994.
6. Hu FB, Sigal RJ, Rich-Edwards JW, Colditz GA, Solomon CG, Willett WC, et al. Walking Compared With Vigorous Physical Activity and Risk of Type 2 Diabetes in Women. *JAMA* 1999;282(15):1433-1439.
7. Williams PT, Thompson PD. Walking Versus Running for Hypertension, Cholesterol, and Diabetes Mellitus Risk Reduction. *Arterioscler Thromb* 2013;33(5):1085-1091.
8. Brill J, Perry A, Parker L, Robinson A, Burnett K. Dose-response effect of walking exercise on weight loss. How much is enough? *Int J Obes* 2002;26(11):1484-1493.
9. Murphy MH, Nevill AM, Neville C, Biddle S, Hardman AE. Accumulating brisk walking for fitness, cardiovascular risk, and psychological health. *Med Science Sports Exerc* 2002;34(9):1468-1474.
10. Murtagh EM, Murphy MH, Boone-Heinonen J. Walking—the first steps in cardiovascular disease prevention. *Curr Opin Cardiol* 2010;25(5):490.
11. Boone-Heinonen J, Evenson KR, Taber DR, Gordon-Larsen P. Walking for prevention of cardiovascular disease in men and women: a systematic review of observational studies. *Obes Rev* 2009;10(2):204-217.
12. Halle M, Schoenberg MH. Physical activity in the prevention and treatment of colorectal carcinoma. *Dtsch Arztebl Int* 2009;106(44):722.
13. Franklin BA. Walking: the undervalued prescription. *Prev Cardiol* 2006;9(1):56-59.
14. Murphy MH, Nevill AM, Murtagh EM, Holder RL. The effect of walking on fitness, fatness and resting blood pressure: a meta-analysis of randomised, controlled trials. *Prev Med* 2007;44(5):377-385.
15. Ogilvie D, Foster CE, Rothnie H, Cavill N, Hamilton V, Fitzsimons CF, et al. Interventions to promote walking: systematic review. *BMJ* 2007;334(7605):1204.
16. Williams DM, Matthews C, Rutt C, Napolitano MA, Marcus BH. Interventions to increase walking behavior. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(7 Suppl):S567.
17. Tanasescu M, Leitzmann MF, Rimm EB, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB. Exercise type and intensity in relation to coronary heart disease in men. *JAMA* 2002;288(16):1994-2000.
18. Rognmo Ø, Hetland E, Helgerud J, Hoff J, Slørdahl SA. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004;11(3):216-222.
19. Hall C, Figueroa A, Fernhall B, Kanaley JA. Energy expenditure of walking and running: comparison with prediction equations. *Med Sci Sports Exercise* 2004;36:2128-2134.
20. Seliger V. Výsledky měření ukazatelů fyzické zdatnosti populace ČSSR ve věku 12-55 roků. III. Funkční ukazatele. *Teor Praxe Těl Vých* 1976;24(8):483-490.
21. Amos KR, Porcari JP, Bauer SR, Wilson PK. The safety and effectiveness of walking with ankle weights and wrist weights for patients with cardiac disease. *J Cardiopul Rehab Prev* 1992;12(4):254-260.
22. Auble T, Schwartz L. Physiological effects of exercising with handweights. *Sports Med* 1991;11(4):244-256.
23. Bhambhani Y, Burnham R, Singh M, Gomes P. Ankle and wrist weights: their effect on physiologic responses during treadmill running. *Arch Phys Med Rehabil* 1989;70(4):291.

24. Graves JE, Pollock ML, Montain SJ, Jackson AS, O'Keefe JM. The effect of hand-held weights on the physiological responses to walking exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19(3):260-5.
25. Miller JF, Stamford BA. Intensity and energy cost of weighted walking vs. running for men and women. *J Appl Physiol* 1987;62(4):1497-1501.
26. Rippe JM, Ward A, Porcari JP, Freedson PS. Walking for health and fitness. *JAMA* 1988;259(18):2720-2724.
27. Owens SG, Al-Ahmed A, Moffatt RJ. Physiological effects of walking and running with hand-held weights. *J Sports Med Phys Fitness* 1989;29(4):384-387.
28. Stejskal P, Vystrčil, M. Severská chůze a její využití v tělovýchovném lékařství. *Med Sport Bohem Slovac* 2005;14(4):158-165.
29. Svoboda Z, Stejskal P, Jakubec A, Krejčí J. Kinematical analysis, pole forces and energy cost of Nordic walking: Slope influence. *AUPO. Gymnica* 2011;41(2):27-34.
30. Willson J, Torry MR, Decker MJ, Kernozek T, Steadman J. Effects of walking poles on lower extremity gait mechanics. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(1):142-147.
31. Laukkanen R. Review: Scientific evidence on Nordic Walking. In: INWA; 2004. <http://www.headcoach.com.br/artigos/Atividade%20f%C3%ADsica/Review%20-%20Scientific%20evidence%20on%20Nordic%20Walking.pdf>
32. Porcari JP, Hendrickson TL, Walter PR, Terry L, Walsko G. The physiological responses to walking with and without Power Poles™ on treadmill exercise. *Res Q Exerc Sport* 1997;68(2):161-166.
33. Rodgers CD, VanHeest JL, Schachter CL. Energy expenditure during submaximal walking with Exerstriders [R]. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:607-607.
34. Jacobson B, Wright T, Dugan B. Load carriage energy expenditure with and without hiking poles during inclined walking. *Int J Sports Med* 2000;21(05):356-359.
35. Knight CA, Caldwell GE. Muscular and metabolic costs of uphill backpacking: are hiking poles beneficial? *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(12):2093-2101.
36. Langbein WE, Collins EG, Orebaugh C, Maloney C, Williams KJ, Littooy FN, et al. Increasing exercise tolerance of persons limited by claudication pain using polestriding. *J Vasc Surg* 2002;35(5):887-893.
37. van Eijkeren FJ, Reijmers RS, Kleinveld MJ, Minten A, Bruggen JPt, Bloem BR. Nordic walking improves mobility in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2008;23(15):2239-2243.
38. Baatile J, Langbein W, Weaver F, Maloney C, Jost M. Effect of exercise on perceived quality of life of individuals with Parkinson's disease. *J Rehabil Res Dev* 2000;37(5):529-534.