VLIV INTERVENČNÍHO PROGRAMU DECHOVÝCH CVIČENÍ NA VITÁLNÍ KAPACITU PLIC

THE INFLUENCE OF INTERVENTION OF BREATHING TRAINING PROGRAMME ON VITAL LUNGS CAPACITY

P. Bahenský, R. Malátová & M. Mareš

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

ABSTRACT

Ventilation plays a big role in endurance sports. The quality of breathing stereotype influences lungs capacity. The course of breathing wave can be influenced by targeted breathing exercise. We made a deliberate choice of 37 probands – long and middle-distance runners. We have tested 19 girls: aged $17,4 \pm 2,01$, weight $59,07 \pm 6,70$ kg, height $169,47 \pm 4,04$ cm. And 18 boys: aged $17,11 \pm 1,52$, weight $60,47 \pm 14,32$, height $176,40 \pm 9,49$ cm. 19 probands took part in practicing of breathing exercise, a testing group was made by 18 probands. We were discovering the influence of eight-week breathing intervention of breathing exercise on intensive exhalation of vital capacity and the volume of exhalation in one second. The probands have made breathing exercise on average $13,2 \pm 3,87$ minutes a day. Final result was made by the improvement of FVC values for 6 % from $4,51 \pm 1,131$ to $4,78 \pm 1,12$. The first FEV₁ values were improved for 6,1 % from $3,54 \pm 0,71$ l·s⁻¹ to $3,76 \pm 0,66$ l·s⁻¹. Both improvements are factually and statistically significant. Factual significance shows a little effect. Within the testing group only a minimal change of values was noticed. FVC increased for 0,45 % a FEV₁ o 0,86 %. Withing the research group breathing volume was improved and that can have an impact on endurance performance.

Keywords: spirometry; vital capacity; ventilation; breathing exercises; respiratory muscles

SOUHRN

Ventilace hraje ve vytrvalostních sportech důležitou roli. Kvalita dechového stereotypu ovlivňuje vitální kapacitu plic. Průběh dechové vlny je možné ovlivnit cíleným dechovým cvičením. Provedli jsme záměrný výběr 37 probandů – běžců na střední a dlouhé tratě. Testovali jsme devatenáct dívek: věk $17,40 \pm 2,01$ let, hmotnost $59,07 \pm 6,70$ kg, výška $169,47 \pm 4,04$ cm a osmnáct chlapců: věk $17,11 \pm 1,52$ let, hmotnost $60,47 \pm 14,32$ kg, výška $176,40 \pm 9,49$ cm. Devatenáct probandů se zúčastnilo nácviku dechových cvičení, osmnáct tvořilo kontrolní skupinu. Zjišťovali jsme vliv osmitýdenní dechové intervence dechových cvičení na usilovný výdech vitální kapacity a hodnoty objemu výdechu za jednu sekundu. Probandi prováděli dechová cvičení v průměru $13,2 \pm 3,87$ minuty denně. Výsledkem bylo zlepšení hodnot FVC o 6 % ze $4,51 \pm 1,13$ l na $4,78 \pm 1,12$ l. Hodnoty FEV₁ se zlepšily o 6,1 % z $3,54 \pm 0,71$ l·s⁻¹ na $3,76 \pm 0,66$ l·s⁻¹. Obě změny jsou věcně i statisticky významné, věcná významnost vykazuje malý efekt. U kontrolního vzorku došlo k minimální změně hodnot, FVC se zvýšilo o 0,45 % a FEV₁ o 0,86 %. U výzkumné skupiny došlo ke zlepšení dechových objemů, což se může projevit při vytrvalostním výkonu.

Klíčová slova: spirometrie; vitální kapacita; ventilace; dechová cvičení; dýchací svaly

Úvod

Dýchání patří mezi základní životní funkce. Rozeznáváme dýchání vnější – ventilaci a dýchání vnitřní – respiraci. Ventilace se skládá z vdechu, který je dějem aktivním zprostředkovaným dýchacími svaly a výdechem. Výdech je za běžných okolností procesem pasivním (Kenney, Wilmore & Costill, 2015; Mourek, 2005). Při kontrakci bránice je stlačován břišní obsah kaudálně a dochází k pohybu

žeber vzhůru a k vnější rotaci. Tím se zvětšuje objem hrudníku. Rozsah pohybu bránice je 1 – 2 cm při klidovém dýchání a až 10 cm při dýchání usilovném. Při něm se zapojují i zevní mezižební svaly. Při extrémní ventilaci se zapojují pomocné dýchací svaly, které zvedají 1. a 2. žebro a sternum (Rokyta, 2000).

Proces dýchání je dokonale koordinován (Smolíková & Máček, 2010). Dýchání je mimovolná činnost řízená z mozkového kmene a z prodloužené míchy. Můžeme ale kdykoliv ovlivňovat hloubku a rytmus dechu. Můžeme tedy vůlí ovlivnit jinak mimovolní činnost (Mourek, 2005; Votava, 1988). Ventilace je zajištěna dýchacími svaly, z nichž nejdůležitější je bránice. Tyto svaly plní ale i další funkce: jsou součástí pohybového systému a podílí se na stabilizační funkci. Při ovlivňování dýchacích funkcí je potřeba brát v úvahu provázanost dýchacího a pohybového systému (Kolář, 2009; Máček & Smolíková, 1995; Neumannová & Zatloukal, 2011). Dýchání zajišťují tři sektory dýchacích svalů: brániční, mezižební a podklíčkový. Na dýchání se podílejí různým podílem, největší měrou se podílí brániční dýchání, které zajišťuje zhruba 60 % vitální kapacity plic (Buchtová, 2010; Kolář, 2009).

Základní dechový vzor, někdy též označován jako správné dýchání, se skládá z těchto kroků:

- vdech nosem, ústa zavřená
- vdechová pauza na konci vdechu
- výdech ústy
- výdechová pauza na konci výdechu (Smolíková & Máček, 2010)

Provedení dechových pohybů se označuje jako dechová vlna. Začíná nádechem, postupuje od dolního sektoru přes střední k hornímu sektoru. Výdechová vlna začíná poklesem břišní stěny, současně klesá kaudálním směrem dolní část hrudníku. Následně dochází ke stažení hrudní kosti a výdech končí aktivitou břišních svalů (Bursová 2005; Mourek, 1995; Véle, 2006). Důležitost měření hrudní expanze potvrdili Bockenhauer, Chen, Julliard & Weedon (2007), také Fisher, Cawley & Holgate (1990). Jejich studie potvrdily významný vztah mezi hrudní rozpínavostí a vitální kapacitou plic.

Výkonost vysoce trénovaných vytrvalců může být limitována dýchacím systémem. Mezi základní diagnostické metody dýchací soustavy patří spirometrické vyšetření statických a dynamických ventilačních parametrů (Kenney, Wilmore & Costill, 2015).

Změna dechového stereotypu je možná pomocí nácviku hlubokého dýchání, což potvrdili ve své práci i Thomas & McIntosh (1994). V průběhu nácviku je nezbytné kontrolovat dechový vzorec probanda a upozornit jej na případné nedostatky (Smolíková & Máček, 2010). Aby se začaly projevovat důsledky nácviku některé techniky dýchání, je potřeba nácvik provádět určitou dobu, minimálně deset dechových cviků. Tím se v těle vytvoří důležitý pravidelný rytmus. Jednou z technik dýchání je izolované dýchání, kdy se nacvičují tři odlišné způsoby dýchání: brániční dýchání, hrudní dýchání a podklíčkové dýchání. Cílem nácviku bráničního dýchání je zejména uvědomit si činnost bránice a naučit se ji ovládat. Cílem procvičení hrudního dýchání je zvýšení pružnosti hrudního koše. Cílem nácviku podklíčkového dýchání je uvolnit oblast šíje a uvědomit si přístupnost horních laloků plic (Lysebeth, 1984; Votava, 1988). Aby bylo možné ovlivnit mezisvalovou koordinaci a zlepšit efekt nitrovalové koordinace, je potřeba cvičit minimálně šest až osm týdnů. Tyto adaptační změny ve formě hypertrofie se projevují až po delší době v řádu měsíců či roků (Dovalil et al., 2005).

V klinické i sportovní praxi se nejčastěji měří vitální kapacita plic prostřednictvím FVC (usilovný výdech vitální kapacity), kdy zjišťujeme i rychlost výdechu, např. za 1 sekundu (FEV_1). Ta ukazuje i na sílu výdechového svalstva, což je u vytrvalostních sportů zjišťovaný faktor. Vyšších hodnot vitální kapacity (VC) je možné dosáhnout vytrvalostním tréninkem, hodnoty jsou ovlivněné i tělesnou konstitucí a velikostí hrudníku (Bartůňková et al., 2013). V průběhu déletrvajícího submaximálního tréninku dochází k únavě inspiračních svalů, což může být limitujícím faktorem vytrvalostního tréninku. Dechovými cvičeními lze zvýšit výkonnost dechových svalů (Máček & Radvanský, 2011). Vytrvalostní sportovci mají vyšší hodnoty vitální kapacity, vytrvalostní výkon ale nemusí vždy být přímo závislý na hodnotách vitální kapacity plic. Nejvyšší hodnoty VC jsou naměřeny u plavců (až 8 litrů). To je způsobeno dýcháním do vody proti odporu (Bartůňková et al., 2013). Adaptace dýchání se projevuje snížením dechové práce při stejném výkonu proti neadaptovaným. Tím by se mělo snížit určité množství kyslíku pro jiné účely. V důsledku vytrvalostního tréninku se zvyšuje schopnost dýchacího ústrojí dodávat kyslík, což se projeví i při zátěži. Podstatně se ale nemění maximální statické a dynamické maximální hodnoty (Máček & Radvanský, 2011).

Cíl

Cílem práce je zjistit vliv absolvovaného dechového cvičení na hodnoty usilovného výdechu vitální kapacity plic.

Metodika

Tato studie byla provedena na KTVS PF JU v Laboratoři zátěžové diagnostiky. Studie se zúčastnilo 37 probandů – běžců na střední a dlouhé tratě, kteří se minimálně šestkrát týdně věnují vytrvalostnímu tréninku. Devatenáct probandů se zúčastnilo intervence (deset dívek a devět chlapců) a osmnáct tvořilo kontrolní vzorek (devět dívek a devět chlapců). Věk dívek byl v době měření $17,40 \pm 2,01$ let, hmotnost $59,07 \pm 6,70$ kg, výška $169,47 \pm 4,04$ cm. Věk chlapců byl v době měření $17,11 \pm 1,52$ let, hmotnost $60,47 \pm 14,32$ kg, výška $176,40 \pm 9,49$ cm. Byl proveden záměrný výběr, protože u vytrvalců se předpokládá, že jejich dechové funkce jsou nadprůměrné a mají souvislost s výkonem. Cílem výzkumu bylo ověření vlivu dechových cvičení na hodnoty vitální kapacity plic (VC). Předpokládáme, že existuje transfer zvýšení hodnot VC do hodnot dechového objemu při zátěži. Tím je ovlivněn vytrvalostní výkon, což ověříme v následném výzkumu.

Vitální kapacitu jsme měřili prostřednictvím usilovného výdechu vitální kapacity (FVC), také jsme zaznamenali hodnoty výdechu za 1 vteřinu (FEV_1). Následně probandi dostali instrukci provádět dechová cvičení po dobu dvou měsíců, minimálně pětkrát týdně po dobu alespoň deset minut. Přičemž jednou týdně probíhalo společné cvičení na konci běžecké tréninkové jednotky, kdy bylo provedení cvičení kontrolováno a korigováno. Probandi si každý den zapisovali délku cvičení do připravené tabulky, kterou průběžně odevzdávali. Po dvou měsících byl proveden re test všech sledovaných proměnných. U kontrolního vzorku probandů byla měření provedena ve stejnou dobu, jako u účastníků dechové intervence. Metodika testu byla realizována dle návodu přístroje: po klidném nádechu a výdechu následoval maximální nádech a usilovný maximální výdech. Tento postup byl proveden třikrát po sobě a zaznamenán nejlepší pokus. Přístroj zaznamenal, zda bylo dosaženo potřebného úsilí a potřebné délky výdechu. Pokud provedení testu nesplňovalo požadované hodnoty, pokus nebyl zaznamenán a opakoval se. Test FVC byl měřen ve vzpřímeném stoji na přístroji Spirometr Otthom, vyhodnocení proběhlo v programu ThorSoft. Na obrázku 1 je znázorněn průběh dechové křivky, jak jej zaznamenal spirometr.

V průběhu dvou měsíců provádění intervenčního programu testovaný soubor probandů prováděl cvičení zaměřená na izolované dýchání v různých polohách, na nácvik dechové vlny, plného dechu a rytmického dýchání. Také byl procvičován plný dech v souladu s pohybem v krátkých dynamických sestavách (Bursová, 2005; Hošková & Matoušová, 2007; Kombercová & Svobodová, 2000; Polášek, 1990). Kontrolní vzorek neprováděl žádná dechová cvičení.

Obrázek 1./ Figure 1.

Dechová křivka při testu FVC./ Breath curve in test FVC.

K vyhodnocení dat jsme použili: pro stanovení věcné významnosti Cohenovo d , dále Studentův párový t -test pro závislé výběry. Hladinu významnosti jsme zjišťovali na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Zpracování dat jsme provedli v programu Microsoft Excel 2016 a Statistica 12.

Obrázek 2./ Figure 2.

Hodnota FVC u jednotlivých probandů před intervencí dechových cvičení a po ní./ FVC value of individual probands before the intervention of breathing exercises and after.

Výsledky

Probandi prováděli dechová cvičení po dobu dvou měsíců v průměru $13,2 \pm 3,87$ minuty denně. U testovaného souboru jsme naměřili FVC před intervencí $4,51 \pm 1,13$ l a po intervenci $4,78 \pm 1,12$ l (viz obrázek 2 a 3). U kontrolního souboru před intervencí $4,39 \pm 1,21$ l a po intervenci $4,41 \pm 1,23$ l. U testovaného souboru došlo ke zlepšení dechového objemu při FVC o 6,0 %, u kontrolního vzorku o 0,45 %. U testovaného souboru probandů došlo k věcně významné změně hodnoty FVC (Cohenovo $d = 0,24$, tedy malý efekt), změna je i statisticky významná. Mezi změnami výsledků děvčat a chlapců nejsou věcně významné rozdíly.

Obrázek 3./ Figure 3.

Rozložení hodnot FVC u probandů před intervencí dechových cvičení a po ní./ The distribution of values of FVC in probands before interventions breathing exercises and after.

U testovaného souboru jsme naměřili FEV_1 před intervencí $3,54 \pm 0,71 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ a po intervenci $3,76 \pm 0,66 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (viz obrázek 4 a 5). U kontrolního souboru před intervencí $3,50 \pm 0,72 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ a po intervenci $3,53 \pm 0,80 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. U testovaného souboru došlo ke zlepšení dechového objemu při FVC o 6,1 %, u kontrolního vzorku o 0,86 %. U testovaného souboru probandů došlo k věcně významné změně hodnoty FVC (Cohenovo $d = 0,32$, tedy malý efekt), změna je i statisticky významná. Nejsou věcně významné rozdíly mezi změnami výsledků děvčat a chlapců.

Obrázek 4./ Figure 4.

Hodnota FEV_1 u jednotlivých probandů před intervencí dechových cvičení a po ní./ FEV_1 at each probands before the intervention of breathing exercises and after.

Obrázek 5./ Figure 5.

Rozložení hodnot FEV_1 u probandů před intervencí dechových cvičení a po ní./ Distribution of FEV_1 in probands before the intervention of breathing exercises and after.

Diskuze

Cílem stanoveného intervenčního programu bylo dostat správnou stabilizační souhru při dýchání pod kontrolu a zautomatizovat ji. Úspěšnost terapie předpokládala aktivní účast probandů. To, že se ne vždy povedlo, u některých probandů byl zaznamenán malý pozitivní výsledek cvičení, u ně-

kterých dokonce byly výstupní hodnoty mírně horší než vstupní. Probandi prováděli dechová cvičení jednou týdně pod kontrolou, ověřovali jsme, zda dechová cvičení provádějí správně. Pokaždé byla provedena korekce. Protože ale cvičení v ostatních dnech probíhalo samostatně mimo kontrolu, mohlo pravděpodobně dojít k ovlivnění výsledků díky rozdílům v kvalitě provedení cvičení. To se projevilo v nestejnoměrných výsledcích testu FVC, kde u poloviny probandů došlo ke zlepšení o více než 0,3 l, ke zlepšení nedošlo pouze u dvou probandů. Po dvouměsíčním intervenčním cvičení došlo ke zlepšení hodnoty FVC u 95 % sledovaných probandů. Tato změna je věcně i statisticky významná. Nejsou věcně významné rozdíly mezi výsledky děvčat a chlapců. U hodnot FEV₁ došlo ke zlepšení u 78 % probandů, u poloviny všech o více než 0,3 l·s⁻¹. U čtyř probandů jsme změřili zhoršení hodnot FEV₁, i když zcela minimální.

Náš intervenční program byl sestaven právě na dobu osmi týdnů s důrazem na ovlivnění dechového vzorce. Potvrdilo se, že tato doba je dostatečná pro adaptační změny mezisvalové koordinace a zlepšení efektu nitrosvalové koordinace (Dovalil et al., 2005). Přesto se v dalším výzkumu zaměříme na intervenci po ještě delší dobu.

Závěr

V naší studii se potvrdilo, že dvouměsíční intervence dechových cvičení má věcně i statisticky významný vliv na zvýšení hodnot FVC a FEV₁. Předpokládáme, že zlepšené dýchání a případný transfer zlepšeného klidového dýchání do dýchání při zátěži může umožnit zlepšení výkonu u vytrvalostních sportovců.

Výzkum byl podpořen Grantovou agenturou JU v rámci řešení Týmového grantového projektu č. 034/2015/S.

Literatura

- Bartůňková, S., Heller, J., Kohlíková, E., Petr, M., Smitka, K., Štefl, M., & Vránová, J. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: FTVS UK.
- Bockenbauer, S. E., Chen, H., Julliard, K. N., & Weedon, J. (2007). Measuring thoracic excursion: reliability of the cloth tape measure technique. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 107(5), 191-196.
- Buchtová, B. (2010). *Rétorika-Vážnost mluveného slova*. Praha: Grada Publishing as.
- Bursová, M. (2005). Kompenzační cvičení. Praha: Grada.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., ... Bunc, V. (2005). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Fisher, L. R., Cawley, M. I., & Holgate, S. T. (1990). Relation between chest expansion, pulmonary function, and exercise tolerance in patients with ankylosing spondylitis. *Ann Rheum Dis.*, 49, 921-925.
- Hošková, B., & Matoušová, M. (2007). *Kapitoly z didaktiky zdravotní tělesné výchovy*. Praha: Karolinum.
- Kenney, W. L., Wilmore, J., & Costill, D. (2015). *Physiology of Sport and Exercise 6th Edition*. Human kinetics.
- Kolář, P., Bitnar, P., Dyrhonová, O., Horáček, O., Kříž, J., Adámková, ... Zumrová, I. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Komercová, J., & Svobodová, M. (2000). *Autorehabilitační sestava*. Praha: Fontána.
- Lysebeth, A. V. (1984). *Jóga*. Praha: Olympia.
- Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén.
- Máček, M., & Smolíková, L. (1995). *Pohybová léčba u plicních chorob: respirační fyzioterapie*. Praha: Victoria Publishing.
- Mourek, J. (2005). *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada.
- Neumannová, K., & Zatloukal, J. (2011). Ovlivnění poruch dýchání pomocí tréninku dýchacích svalů. *Rehabil. fyz. Lék*, 18(4), 188-192.
- Polášek, M. (1990). *Joga osm stupňů výcviku*. Bratislava: Šport.
- Rokyta, R. (2000). *Fyziologie: pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV.
- Smolíková, L., & Máček, M. (2010). *Respirační fyzioterapie a plicní rehabilitace*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů.

- Thomas, J. A., & McIntosh, J. M. (1994). Are incentive spirometry, intermittent positive pressure breathing, and deep breathing exercises effective in the prevention of postoperative pulmonary complications after upper abdominal surgery? A systematic overview and meta-analysis. *Physical Therapy*, 74(1), 3-10.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton.
- Votava, J. (1988). *Jóga očima lékařů*. Praha: Avicenum.

Mgr. Petr Bahenský
KTVS PF JU
Na Sádkách 2/1
370 05 České Budějovice
pbahensky@pf.jcu.cz