

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta

Bakalářská práce

**Vliv intervenčního programu dechových
cvičení na vybrané spirometrické hodnoty
a na dechový stereotyp**

Vypracovala: Zuzana Obrdlíková

Vedoucí práce: Mgr. Petr Bahenský, Ph.D.

(Katedra tělesné výchovy a sportu)

České Budějovice, 2017

Obrdlíková, Z. (2017): Vliv intervenčního programu dechových cvičení na vybrané spirometrické hodnoty a na dechový stereotyp. [The effect of the intervention program, breathing exercises on the selected value, and the wind spirometry stereotype. Bc. Thesis, in Czech.] – 44 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Annotation:

This thesis deals with functioning of breathing system, concretely by breathing stereotype and lung's capacities. The aim was to find out if an intervention program of breathing exercises has a positive influence on breathing stereotype and increase of vital capacity and strenuous exhale VC. For stereotype checkup was used muscular dynametr, capacities were measured by spirometry. 34 probands take part in the study, 18 of them were control sample and 16 probands were participated in intervention. They were athletes in the age $15,94 \pm 1,95$ years, runner to medium and long distance. Probands undertook an entrance checkup, the intervention program, and when the interveticion was finished, there was an output measurment.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě archivovaných elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu své kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 13. dubna 2017

.....
Zuzana Obrdlíková

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce panu Mgr. Petru Bahenskému, Ph.D. za odborné rady, pomoc při měření v laboratoři, za zapůjčení materiálů a literatury. Dále děkuji paní PhDr. Renatě Malátové, Ph.D. za sestavení intervenčního programu a cenné rady. Poslední dík patří všem zúčastněným probandům, především atletům z T. J. Sokol České Budějovice, kteří věnovali čas cvičení.

Obsah

1 Úvod	7
2 Přehled poznatků	8
2.1. Anatomie plic	8
2.2. Fyziologie dýchání	9
2.2.1. Ventilace.....	10
2.2.3. Regulace dýchání.....	11
2.2.4. Fyziologické typy dýchání.....	13
2.2.5. Dýchací svaly	13
2.2.6. Dechová vlna a plný dech.....	15
2.2.7. Typy dýchání	15
2.2.8. Dechový cyklus.....	17
2.3. Různé vlivy na dýchání	17
2.3.1. Poloha těla a její vliv na dýchání	17
2.3.2. Vliv fyzické aktivity na dýchací soustavu.....	18
2.4. Změny dýchacího systému při cvičení.....	18
2.4.1. Reaktivní změny	18
2.4.2. Adaptační změny.....	20
2.5. Testování výkonnosti	21
2.5.1. Dynamometrie	21
2.5.2. Spirometrie.....	21
2.5.3. Vitální kapacita.....	21
2.5.4. Plicní objemy a kapacity.....	22
Statické plicní objemy	22
2.6. Atleti – běžci.....	24
2.6.1. Běh	24
2.6.2. Motorické složky výkonu.....	24
2.6.3. Specifika dýchání u atletů	26
3 Cíle, hypotézy a úkoly práce.....	27
3.1. Cíle práce.....	27
3.2. Hypotézy	27
3.3. Úkoly	27
4 Metodika	28
4.1. Metodika měření.....	28
4.2. Organizace a postup při testování	29

4.3. Charakteristika souboru	30
5 Výsledky	31
5.1. Výsledky dynamometrie	31
5.1.1. Dechový stereotyp při klidovém dýchání.....	31
5.1.2. Dechový stereotyp při hlubokém dýchání	35
5.2. Výsledky spirometrie.....	39
5.2.1. Vitální kapacita (VC)	39
5.2.2. Usilovná vitální kapacita (FVC)	40
6 Diskuze	42
7 Závěr.....	44
Referenční seznam.....	
Literatura.....	
Přílohy	

1 Úvod

Dýchání je jednou z podmínek života, umožňuje buňkám získávat energii (Rokyta & Šťastný, 2002). Je spojeno se všemi fyziologickými funkcemi organismu. Špatný dechový stereotyp může naznačovat mechanické, fyziologické nebo psychologické poruchy (Clifton – Smith & Rowley, 2011).

Bakalářská práce s názvem Vliv intervenčního programu dechových cvičení na vybrané spirometrické hodnoty a na dechový stereotyp má za úkol zjistit, zda probandi správně využívají dýchací svaly. Cílem bylo změřit potřebné hodnoty v Laboratoři funkční zátěžové diagnostiky a hodnoty probandů po ukončení intervence porovnat.

První část práce - Teoretické poznatky - popisuje anatomii dýchací soustavy, fyziologii, změny dýchání při fyzické aktivitě, možnosti testování dýchací soustavy a různé vlivy na ni.

Dále je v práci charakterizována testovaná skupina, popsána metodologie, organizace testování a výsledky. Výsledky jsou shrnuty do grafů a tabulek, které jsou popsány.

Sestavy intervenčního programu jsou uvedené v příloze. Výzkum byl podpořen Grantovou agenturou JU v rámci řešení Týmového grantového projektu č. 034/2015/S.

2 Přehled poznatků

2.1. Anatomie plic

Dýchací soustava se skládá z dýchacích cest a plic. Patří do ní i plicní krevní oběh, ten má dvě funkce - funkční a nutritivní. Nutritivní funkce je vyživovací a má za úkol dovádět kyslík a živiny a naopak odvádět zplodiny metabolismu. Funkční funkce zařizuje výměnu dýchacích plynů (Merkunová & Orel, 2008).

Dýchací cesty zahrnují horní a dolní cesty dýchací (Dylevský, Druga & Mrázková, 2000). Jsou tvořeny sliznicí, kterou pokrývá cylindrický řasinkový epitel, jehož funkcí je posunutí hlenu; tím se cesty zbaví různých mikroorganismů a nečistot. Dále zde nacházíme podslizniční vazivo. Vazivo se vyskytuje převážně v hrtanu a je tvořeno uzlíky z lymfatických buněk, ty tvoří ochranu před infekcí. Díky chrupavčitému skeletu trubic a kostěnému skeletu dutin nedojde k zúžení dýchacích cest. Součástí dýchacích cest je také hladká svalovina. Kontrakcí této svaloviny dochází k peristaltickému pohybu, a tím k zúžení trubice, chrupavky však zabraňují úplnému uzavření. Díky pohyblivému skeletu se zde tvoří hlas. Skelet je tvořen chrupavkami v hrtanu, ty jsou kloubně připojeny k sobě, svaly zajišťují jejich pohyb, a tak dochází ke změně napětí vazů hlasivek, mění se tím i tvar hlasivkové štěrbiny (Dylevský, 2000).

Dýchací cesty začínají nosní dutinou (cavum nasi). V přední části přechází v nos a v zadní přes dva otvory, choany, v nosohltan (Dylevský, 2000; Merkunová & Orel, 2008). Je spojena s vedlejšími nosními dutinami (sinus paranasalis), které jsou vyplněné vzduchem. Jsou vystlány cylindrickým řasinkovým epitelem a hlenovými žlázkami. Řasinky umožňují pohyb hlenu a tím jeho vykašlání, vysmrkání nebo polknutí. Nosní dutina má několik funkcí, předejde hřívá vzduch na teplotu těla a zvlhčuje ho, podílí se na tvorbě hlasu, rozpouští pachové látky, a následně dráždí čichové receptory, zachycuje nečistoty a mikroorganismy, lymfatická tkáň brání vstupu infekce (Dylevský, 2000; Merkunová & Orel, 2008).

Nosohltan (nasopharynx) vede vzduch z dutiny nosní do ústní části hltanu, tam se kříží cesty dýchací a trávicí soustavy (Merkunová & Orel, 2008). Od dutiny ústní je oddělen měkkým patrem (Dylevský, 2000). Je spojen se středním uchem pomocí Eustachovy trubice, ta vyrovnává tlak středouší s atmosférou. Na zadní straně najdeme

lymfatické uzlíky (hltanové mandle), které slouží jako ochrana před infekcí (Merkunová & Orel, 2008; Dylevský, 2000).

Hrtan (larynx) je tvořen devíti chrupavkami. Největší z nich je štítná chrupavka. Jeho dolní část laryngopharynx přechází v průdušnici. Důležitá je hrtanová příklopka (epiglottis), která je také tvořena chrupavkami a odděluje hrtan a hltan, uzavírá hrtan při polykání. Díky epiglottis se potrava nedostane do dýchacích cest. Dutina hrtanu je pokryta řasinkovým epitelem (Dylevský, 2000; Merkunová & Orel, 2008; Bartůňová, 2010).

Průdušnice (trachea) má délku asi 12 cm, plynule navazuje na hrtan. Její stěna je tvořena prstencovými chrupavkami a ze zadní části hladkou svalovinou. Asi u pátého hrudního obratle se rozdvouje na dvě průdušky (bronchy). Průdušky se dále rozdělují na průdušinky (bronchioly), tím vzniká průduškový strom. Postupně ubývá prstencové chrupavky, kterou střídá hladká svalovina. Hladkou svalovinu ovládá sympatikus a parasympatikus. Sympatikus spolu s hormony dřeně nadledvin zajistí snížení napětí, tím se zvýší průměr dýchacích cest a ventilace. Činnost těchto hormonů je důležitá při fyzické aktivitě. Parasympatikus a histamin pracují naopak, když jsme v klidu, dojde ke stahu svaloviny a tím k zúžení dýchacích cest (Merkunová & Orel, 2008).

Plíce (pulmo, pulmones) se nachází v dutině hrudní. Jsou dvě, od sebe oddělené mezihrudím. Pravá plíce je ze tří laloků, levá pouze ze dvou, protože na levé straně se nachází srdce. Laloky se dále dělí na segmenty, segmenty na lalůčky. Plicní tkáň je tvořena průduškami o různé velikosti, cévami a nervy a elastickým vazivem. Plíce jsou pokryty blánou poplicnicí, a u hrudníku zevnitř se nachází pohrudnice. Mezi oběma blánami je prostor, pleurální dutina. Do obou plic, všech pěti laloků i jednotlivých segmentů i lalůček, vede koncová průdušinka, ta se dělí na respirační průdušinky, zde začíná dýchání. Respirační průdušinky přechází v alveolární chodbičky, které jsou zakončeny plicními váčky. Váčky jsou vypouklé v plicní sklípky, alveoly (Dylevský, 2000; Merkunová & Orel, 2008).

2.2. Fyziologie dýchání

Dýchání rozdělujeme na ventilaci, tedy vnější dýchání, a respiraci, která označuje vnitřní dýchání (Mourek, 2005). Vnější je přijímání kyslíku a vylučování oxidu uhličitého organismem. Vnitřní respirací se rozumí využití O₂ buňkami a jeho rozvod do

tkání (Ganong, 1995). Je to jediná životní funkce, kterou je částečně možné ovládat vůlí (Hromádková, 1999).

Kyslík je důležitý pro získávání energie, ta je důležitá pro pohyb, termoregulaci, transport látek přes membránu a syntézu látek. Dýchací soustava a spolu s ní i oběhová zajišťují přenos kyslíku z okolní atmosféry k buňkám jednotlivých tkání. Energie vzniká v buňkách organismu oxidací cukrů, bílkovin a tuků, právě oxidací těchto živin se spotřebovává kyslík a do okolí se naopak uvolňuje oxid uhličitý (Trojan et al., 2003). Kyslík je také finálním akceptorem protonu (H^+) v oxidativní fosforylaci. Při nedostatku O_2 se zpomaluje Krebsův cyklus a je znemožněna reoxidaci NADH na NAD^+ . Následně začne probíhat anaerobní část glykolýzy a místo 30 – 32 ATP na jednu molekulu glukózy vznikají pouze 2 molekuly ATP (Košťál, 2015).

2.2.1. Ventilace

Jedná se o pravidelně se opakující nádech (inspirium, inflace) a výdech (expirium, deflace), tyto pohyby zajišťují výměnu plynů okolního vzduchu s alveolami (Mourek, 2005; Trojan et al., 2003). Ventilace se uskutečňuje díky změnám objemu hrudníku a plic během dechového cyklu. Platí zde Boyleův-Mariottův zákon, který říká, že při zvětšení objemu naplněného plynem tlak plynu klesá a naopak. Vzduch proudí směrem po tlakovém gradientu. Stav, kdy je dokončen výdech, ale ještě nezačal nádech, nazýváme klidová poloha, tlak je v plicích i v dýchacích cestách stejný jako atmosférický, tedy nula. Při nádechu se plíce naplňují kyslíkem a jejich objem se tedy zvětšuje, atmosférický tlak je vyšší než intrapulmonální tlak v alveolách (Slavíková & Švíglerová, 2012; Rokyta et al., 2008). Vzniká tak tlakový gradient mezi atmosférou a plícemi, vzduch může proudit dovnitř. V konečné fázi nádechu se tlaky opět vyrovnají. U výdechu je to přesně naopak (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Samotná ventilace se děje pouze v alveolech. Alveolární ventilace (VA) nám říká, jaké množství vzduchu je pro výměnu v alveolech efektivní. Pokud je intenzita zátěže do 60 % VO_2max , organismus přijímá nádechem více kyslíku a ve vydechaném vzduchu je kyslíku méně. Při vyšší intenzitě zátěže se rozdíl kyslíku při spotřebě a výdeji snižuje (Máček & Radvanský, 2011).

Při klidném dýchání se nadechneme, a vydechneme, asi 15x za minutu, rozsah je však 8 až 28x za minutu, a vymění se asi 0,5 litru vzduchu v plicích (Trojan et al., 2003).

2.2.3. Regulace dýchání

Dýchání je samočinný proces, který řídí složité systémy založené na zpětné vazbě. Je částečně ovladatelné vůli, protože na inspirační centrum působí, mimo jiné, mozková kůra (Slavíková & Švíglerová, 2012; Dylevský, Druga & Mrázková, 2000). Pravidelně se střídající fáze nádechu a výdechu jsou řízeny centrem z mozkového kmene (Slavíková & Švíglerová, 2012). Toto centrum se nazývá pneumotaxické. Dýchací svaly jsou řízeny dýchacím centrem, které je uloženo v prodloužené míše. Podněty pro řízení dýchacích center přichází z periferních nervů nebo CNS (Mourek, 2005). Dýchací centra řídí hloubku a frekvenci dýchání tak, aby plicní ventilace co nejvíce odpovídala aktuálním potřebám organismu (Slavíková & Švíglerová, 2012). Regulaci dýchání můžeme dělit na nervové řízení a látkové neboli chemické, to dále ještě na centrální a periferní (Bartůňková, 2010). Mimo to může být dýchání ovlivněno emocemi a bolestí, ovlivnění z limbického systému a hypotalamu (Ganong, 1995).

Chemická regulace

Tato regulace závisí na koncentraci kyslíku, oxidu uhličitého a H^+ iontů v krvi i ve tkáních. Parciální tlak kyslíku a CO_2 a pokles pH působí na periferní chemoreceptory, které se nacházejí v aortálních a karotických těliscích. Tělíska jsou hodně prokrvena a průtok krve je vysoký (Trojan et al., 2003). Buňky periferních chemoreceptorů jsou zásobovány spíše fyzikálně rozpuštěným kyslíkem než kyslíkem navázaném na hemoglobinu (Slavíková & Švíglerová, 2012). Rozdíl mezi krví arteriální a venózní je velmi malý, proto ve skutečnosti zaznamenávají změny pO_2 v arteriální krvi (Trojan et al., 2003). Při poklesu pO_2 v krvi je veden vzruch do mozkového kmene k respiračním neuronům aferentní dráhou pomocí bloudivého a jazykohltanového nervu (Silbernagl & Despopoulos, 2004; Slavíková & Švíglerová, 2012). Podobně je tomu tak při vzestupu pCO_2 a poklesu pH (Silbernagl & Despopoulos, 2004). Pokles pO_2 není tolik účinný na plicní ventilaci jako vzestup pCO_2 . Dýchání při fyziologických podmínkách tedy stimuluje převážně CO_2 (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Existují ještě centrální chemoreceptory, jsou umístěné v prodloužené míše. Způsobují zvýšení ventilace po vyřazení funkce aortálních a karotických tělísek. CO_2 snadno prochází membránami a v mozkomíšním moku se hydratuje na H_2CO_2 , tato kyselina následně disociuje, a tím zvyšuje množství H^+ . Centrální chemoreceptory zjišťují koncentraci vodíkových iontů ve tkáňovém a mozkomíšním moku, a tím monitoruje parciální tlak CO_2 . Experimenty, kdy byl zvýšen pCO_2 , ale koncentrace H^+ zůstala stejná, ukázaly, že CO_2 dýchání téměř neovlivňuje, významný vliv má změna koncentrace H^+ , kterou oxid uhličitý způsobuje (Ganong, 1995).

Respirační centra v prodloužené míše obsahují respirační neurony, ty se dělí podle funkce na expirační a inspirační. Při dýchání v klidu jsou nervové vzruchy vedené pouze inspiračními neurony, proto je klidný výdech děj pasivní. Expirační neurony jsou spolu s inspiračními aktivovány při usilovném dýchání. Respirační neurony navzájem inhibují svoji funkci, to usnadňuje dýchací pohyby. Jejich axony vedou vzruch k motoneuronům dýchacích svalů (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Vyskytují se ve dvou skupinách. První se nazývá dorzální respirační skupina (DRS). Jak je již z názvu patrné, nachází se na dorzální straně míchy. DRS je tvořena inspiračními neurony, jsou tedy důležité pro nádech, a to klidný i usilovný. Ovlivňuje pouze hlavní nádechové svaly, bránici a mezižeberní svaly (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Druhou skupinou je ventrální respirační skupina (VRS). Ta se na rozdíl od DRS vyskytuje na ventrální straně prodloužené míchy. V horní části VRS se vyskytují převážně inspirační neurony, vedou vzruch do motoneuronů aktivujících pomocné nádechové svaly. V dolní části jsou naopak expirační neurony, které regulují, jak již bylo zmíněno, výdechové svaly. Neurony z ventrální skupiny zvyšují ventilaci, proto jsou aktivní pouze při usilovném dýchání (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Respirační centra v pontu obsahují oba typy neuronů, informace se k nim dostávají jak z vyšší nervové soustavy, tak i z periferních receptorů. Ovlivňují činnost neuronů v centrech prodloužené míchy. Hlavním úkolem je změnit frekvenci dýchání, zajistit plynulé střídání nádechu a výdechu a ovlivnit jejich dobu trvání (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Volní kontrola

Jak již bylo zmíněno, dýchání můžeme částečně ovlivnit vůlí. Využíváme toho na zadržení dechu při potápění, při mluvení, zpívání a spousty dalších činností. Při vědomé regulaci dýchání vedou dráhy vzruch z motorické kůry do motoneuronů dýchacích svalů. Jakmile dojde k velkým změnám koncentrace H^+ a parciálního tlaku O_2 a CO_2 nastává místo volní automatická regulace dýchání (Slavíková & Švíglerová, 2012).

2.2.4. Fyziologické typy dýchání

U normálního dýchání se vyskytuje lehce prodloužený výdech, jinak je dýchání pravidelné, rytmické a rovnoměrné (Trojan et al., 2003; Bartůňková, 2010). Mělké i zrychlené dýchání je pro tělo méně efektivní, tedy i neekonomické, a to kvůli malým dechovým objemům. Trénovaní jedinci dokáží při fyzické aktivitě dýchat zrychleně, ale zároveň i prodlouženě. Fyziologické typy jsou rozdílné v hloubce a frekvenci. Zástavu dechu nazýváme apnoe, rozděluje se na inspirační, expirační a reflexní nebo volní. Inspirační trvá u žen asi 45 s, u mužů 60 s a je o něco delší než expirační (muži 45 – 50 s, ženy 35 – 40 s). Schopnost organismu reagovat na hypoxii, nedostatek kyslíku ve tkáních, lze zjistit pomocí apnoického testu (Bartůňková, 2010; Ganong, 1995). Rozlišujeme několik typů dýchání, a to: eupnoe (normální dýchání v klidu), bradypnoe (dechová frekvence je nižší oproti normálu), tachypnoe je opak bradypnoe, hyperpnoe (prohloubené dýchání) a hypopnoe což je opak hyperpnoe (Schmidt, 1993).

2.2.5. Dýchací svaly

Dýchací svaly zajišťují dýchací pohyby, ty se skládají z inspiria a exspira, přechodné období mezi těmito fázemi je preinspiration a preexpirium. Dýchací pohyby uskutečňují ventilaci plic, ovlivňují pohyb hrudníku a páteře, proto mají vliv na držení těla a posturální funkci. Svaly se dělí na primární a pomocné. Pomocné svaly se aktivují při fosírovaném dýchání a částečně i při dýchání nosem. Dýchání ústy není za běžných podmínek fyziologické (Véle, 2006).

Dýchací svaly, stejně jako jiné, je možné trénovat, a to pro zlepšení vytrvalosti i zvýšení síly. Sílu dýchacích svalů je možné trénovat dýcháním proti odporu. Vytrvalost se zvyšuje prohloubeným dýcháním, to je často spojeno s fyzickou aktivitou (Máček & Máčková, 1995).

Véle (2006, str. 229) rozděluje dýchací svaly následovně:

- **Primární svaly inspirační:** bránice, mm. intercostales externi a mm. levatores costarum.
- **Aksesorní svaly inspirační:** svaly šíjové (mm. scaleni, mm. suprahyoidei et mm. infrahyoidei, m. sternocleidomastoideus)
- **Primární svaly expirační:** m. intercostales interni, m. sternocostalis.
- **Aksesorní svaly expirační:** břišní svaly (m. transversus abdominis, mm. obliqui abdominis externi et interni, mm. recti abdominis, m. quadratus lumborum a svaly pánevního dna), zádové svaly (m. iliocostalis (pars inferior), m. erector spinae, m. serratus posterior inferior).

Uvedené svaly ve skutečnosti působí v koaktivaci. Bránice a břišní svaly spolupracují při nádechu i výdechu. Hluboké krátké zádové svaly nastavují polohu obratlů, tím se účastní na obou dýchacích pohybech a mají vliv na držení těla. Pánevní dno se účastní dýchání tak, že reguluje tlak na dutinu břišní (Véle, 2006).

Nádech je aktivní pohyb a účastní se ho především bránice (diafragma), která je hlavní nádechový sval a vykonává až 75 % změn objemu hrudníku při klidném dýchání (Ganong, 1995). Při dýchání v klidu se posune asi o 1,2 cm. Při maximálním nádechu to může být až 10 cm (Slavíková & Švíglerová, 2012). Diafragma se nachází v dutině břišní a upíná se na spodní část hrudníku, tím odděluje dutinu hrudní od břišní (Ganong, 1995). Při pohybu dolů se objem hrudníku zvětšuje, vzestup bránice způsobuje naopak zmenšení objemu hrudníku (Slavíková & Švíglerová, 2012). Bránici lze rozdělit na tři části: pars lumbalis, pars costalis a pars sternalis. Toto dělení a fakt, že ovlivňuje konfiguraci hrudníku, osového orgánu a tvar hrudníku, má vliv na posturální funkci. Spolu s bránicí jsou primární inspirační svaly i muscoli levatores costarum, které podporují nádech. Dalším inspiračním svalem je musculus levator costae, který zvedá žebro při inspiriu. Musculus intercostalis internus pravděpodobně také zvedá žebra (Véle, 2006).

Výdechové svaly zajišťují, oproti nádechovým, zmenšení hrudníku. Patří sem vnitřní mezižební svaly, které mají směr kolem žeber šikmo dolů a dozadu. Při jejich stažení se pohybuje hrudník směrem dolů (Ganong, 1995). Dalším svalem je musculus sternocostalis, ten působí na žebra a zapřičiňuje jejich pokles směrem dolů. Klidný

výdech je pohyb pasivní, ale usilovný se již děje aktivně a zapojují se pomocné svaly (Slavíková & Švíglerová, 2012). Mezi svaly výdechu patří i přední břišní svaly, při jejich kontrakci se zvýší tlak v břišní dutině, a to způsobí pohyb bránice nahoru (Ganong, 1995). Břišní svaly jsou spíše svaly partnerské, a to s bránicí a pánevním dnem, než pouze pomocné. Aktivují se při výdechu i nádechu, významné jsou nejen pro dýchání, ale i posturální a stabilizační funkci (Véle, 2006).

2.2.6. Dechová vlna a plný dech

Správná dechová vlna jde směrem zespoda nahoru. Začíná jak při nádechu, tak i výdechu v dutině břišní a postupně přechází do spodní hrudní a následně do horní hrudní oblasti. Dýchání by mělo probíhat pomalu, být rytmické a hluboké, bez násilného ovládní a nemělo by být slyšet. Nádech i výdech na sebe musí plynule navazovat. Chybný dechový stereotyp často souvisí s jiným onemocněním nebo vadným držení těla (Bursová, 2005).

Správný dechový stereotyp je v souladu s plným jógovým dechem (Bursová, 2005). Plným využíváním dechu se dostáváme do duševní rovnováhy, ale navíc je možné podat stejný výkon s menším úsilím. Při plném jógovém dechu je využíván všechen momentálně se vyskytující objem plic, který je možné využít, tedy vitální kapacita. Jde o to připomenout si, jak jsme dýchali dřív, když na nás nepůsobil stres, a opět začít dýchat uvolněně (Šponar, 2003).

2.2.7. Typy dýchání

Rozlišujeme tři druhy dýchání. Břišní, někdy nazývané abdominální, horní hrudní (podklíčkové, klavikulární) a dolní hrudní neboli žeberní (Šindelářová, 2005; Véle, 2006). Dýchací pohyby probíhají v dolním, středním a horním sektoru. Dolní sektor zahrnuje břišní dýchání, a je vymezen od bránice po pánevní dno. Střední sektor, dolní hrudní dýchání, se nachází mezi Th 5 a bránicí. Mezi Th 5 a dolní krční páteří je hrudní sektor, horní hrudní dýchání. Hrudník je rozdělen na dva sektory kvůli rozdílnému pohybu žeber (Véle, 2006). Při klidném dýchání by mělo 60 % tvořit břišní dýchání, 30 % hrudní a 10 % podklíčkové (Šponar, 2003).

Břišní dýchání

Při břišním dýchání se zapojuje převážně bránice a pomáhá výměně dýchacích plynů ve spodní části plic. Muži mají větší podíl břišního dýchání než ženy. U žen se během těhotenství ještě sníží a postupně není využíváno vůbec (Šponar, 2003).

Svaly břišní stěny jsou při nádechu aktivní, bránice se posunuje směrem dolů, to způsobí nafouknutí břicha, kyslík se dostává do spodní části plic (Šponar, 2003; Van Lysebeth, 1984). Poklesem bránice se vytvoří větší prostor pro roztažení plic, dojde ke stlačení orgánů v břišní dutině. Při výdechu se bránice naopak pohybuje směrem nahoru, a pomáhá tak vydechnutí vzduchu z plic (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Tento typ dýchání je potřebný pro návrat žilní krve z dolních končetin, pro správné fungování pohlavní i trávicí soustavy. Nabíjí nás energií. Dechová cvičení na břišní dýchání neprovádíme při menstruaci, těhotenství a akutních onemocněních v břišní dutině (Šponar, 2003).

Hrudní dýchání

Do hrudního dýchání se zapojují převážně svaly mezižeberní. Při nádechu se díky jejich činnosti hrudník zvedá a rozpíná do stran. Při usilovném dýchání pracují mezižeberní svaly i na výdechu, při dýchání v klidu je výdech pasivní a je zajištěn elasticitou hrudníku. Výměna dýchacích plynů probíhá ve střední části plic (Šponar, 2003). Organismus tímto typem dýchání přijímá méně kyslíku než při břišním dýchání (Van Lysebeth, 1984).

Správné žeberní dýchání působí pozitivně jako prevence onemocnění krevního oběhu a srdce. Při hlubokém dýchání nádech napomáhá návratu krve žilami zpět do srdce. Výdech naopak podporuje vypuzení krve do krevního oběhu při stahu srdce. Může dojít i k případu, kdy dechové pohyby krevní oběh zatíží, výsledný dopad je ale nakonec také pozitivní, protože tím si srdce vytváří lepší kondici; důsledkem toho nastává stadium, kdy si srdce odpočine důkladněji. Nepochvičujeme při zlomeninách žeber. Naopak cvičení hrudního dechu může být prospěšné při onemocnění srdce a plic, není ale vhodné dlouhé zadržování dechu (Šponar, 2003).

Podklíčkové dýchání

Zapojují se u něj mezižeburní svaly, stejně jako u hrudního dýchání, ale navíc jsou aktivní i šikmé svaly krku. Svaly krku jsou u netrénovaných jedinců používány pouze při akutní dechové tísní, jako je astmatický záchvat nebo dušení. Tímto typem dýchání se vyměňuje vzduch v horní části plic, v takzvaných plicních hrotech. Při klavikulárním dýchání se zapojují nejkratší žebra, ta jsou obtížně pohyblivá; toto dýchání vyžaduje proto větší úsilí než hrudní dýchání (Šponar, 2003).

Tento druh dýchání provzdušňuje plicní hroty, pomáhá proti zánětům a je prevencí astmatu. Jak už bylo řečeno, většina lidí neumí plně využívat podklíčkové dýchání. Plíce ale potřebují být provzdušněné ve všech oblastech; pokud se tak nestane, dochází ke špatnému samočištění plic a obranyschopnosti imunitních buněk v alveolách (Šponar, 2003).

2.2.8. Dechový cyklus

Pro správné provedení respiračního cyklu je nutná spolupráce dýchací a oběhové soustavy (Dylevský, Druga & Mrázková, 2000). Cyklus je složen ze dvou fází, nádechu a výdechu. Během nádechu se rozšiřuje hrudník ve všech směrech. Rozšíření je umožněno pohybem žeber, hrudní kosti a bránice. Pokud se pohybují horní žebra a hrudní kost, jedná se o rozšíření hrudníku v předozadní rovině. Při pohybu dolních žeber a bránice se jedná o pohyb v příčném směru. To, který mechanismus převládá, záleží na poloze těla, typu hrudníku a činnosti svalů. Výdech se děje pomocí opačného pohybu hrudníku a diafragmy. Postavení hrudníku v klidu se podobá spíše výdechovému než nádechovému postavení, proto je výdech do určité míry děj pasivní (Fleischmann & Linc, 1987).

2.3. Různé vlivy na dýchání

2.3.1. Poloha těla a její vliv na dýchání

I poloha těla má vliv na dýchání, rozlišujeme dvě základní polohy těla, a to vertikální a horizontální. Stoj nebo sed je poloha vertikální. Ve vertikální poloze dosahuje vitální kapacita nejvyšších hodnot. Ve stoji je dýchání omezováno hmotností horních končetin a útrobu, ale i přesto je to vhodné postavení pro provádění dechových cvičení. Sed je často základní polohou při respirační fyzioterapii. Ve vzpřímeném sedu

převládá hrudní dýchání – napnutá břišní stěna redukuje brániční dýchání, hrudník je v nádechovém postavení. Pokud jsou ruce v bok, zvýší se dýchání v horní části hrudníku. S rukama postavenýma výše než je hlava se zintenzivní dýchání do bránice (Hromádková, 1999).

Za horizontální polohu považujeme leh na zádech. Hrudník je opět v nádechovém postavení, proto je obtížnější expirační fáze. Je tedy nutná větší aktivita břišních svalů. Tato poloha je označována jako zátěžová pro dýchání kvůli omezenému pohybu dolních žeber a horší pohyblivosti bránice. Poloha se využívá pro relaxaci (Hromádková, 1999).

2.3.2. Vliv fyzické aktivity na dýchací soustavu

Během fyzické aktivity má organismus větší nároky na dodávku kyslíku, spotřebovává ho více, a zároveň vytváří více oxidu uhličitého. Jak spotřeba O_2 , tak produkce CO_2 se může zvýšit až 20x (Trojan et al., 2003). Zvýší se plicní ventilace a průtok krve plicním oběhem, aby byl namáhaný organismus dostatečně zásobován O_2 a koncentrace CO_2 byla naopak snižována. Protože minutová plicní ventilace se zvyšuje přímo úměrně se spotřebou O_2 , hodnoty parciálního tlaku pO_2 , pCO_2 a koncentrace H^+ se při fyzické aktivitě mění pouze nepatrně (Slavíková & Švíglerová, 2012). Organismus reaguje na zátěž velmi rychle, proto se zde pravděpodobně neuplatňují humorální faktory. Hlavní je nervová regulace, a to podněty z proprioreceptorů (ventilace se zvýší i při pasivních pohybech) a motorické kůry (Trojan et al., 2003; Slavíková & Švíglerová, 2012).

2.4. Změny dýchacího systému při cvičení

2.4.1. Reaktivní změny

Jedná se o změny, které můžeme pozorovat již před začátkem práce. Dráždění CNS a projev podmíněných reflexů způsobuje zvýšení ventilačně – respiračních hodnot (Havlíčková et al., 2004). Mezi reaktivní změny podle Bartůňkové řadíme: změny ventilačních parametrů, změny v difúzi, mrtvý bod a druhý dech, setrvalý stav a kyslíkový dluh a deficit (Bartůňková, 2010).

Jednou z reaktivních změn jsou změny ventilačních parametrů - potřeba tkání získávat kyslík se zvyšuje přímo úměrně se zátěží, proto se při zvyšující zátěži zvyšuje i

hodnota ventilačních parametrů. Stejnou závislost, do hodnoty anaerobního prahu, má na zátěži i minutová ventilace. Při vyšší intenzitě cvičení se zvýší anaerobní glykolýza, a tím i tvorba laktátu, tím je spuštěna metabolická acidóza. Metabolická acidóza je upravena bikarbonátovým pufrovacím systémem. Následně je vyvolaná hyperventilace tím, že se nestabilní H_2CO_3 rozpadá a uvolněný CO_2 dráždí dýchací centrum. Pokud měříme vitální kapacitu plic po lehkém cvičení, dostaneme vyšší než klidovou hodnotu, naopak po vyčerpávající práci se VC sníží až o 60 % oproti hodnotě v klidu. Po zátěži se střední náročností se VC od klidové nemění (Bartůňková, 2010).

Dále sem patří změny v difúzi. Při fyzické zátěži se difúze oproti klidu 2 – 3x zvýší. Důvodem je aktivizace více kapilár a rozšíření cév, větší dýchací plocha (menší mrtvý prostor), menší vrstva roztaženého plicního sklípku a nárůst koncentračního gradientu dýchacích plynů (Bartůňková, 2010).

Při změně anaerobního způsobu získávání energie na aerobní vzniká mrtvý bod, další reaktivní změna. Záleží na vynaloženém úsilí, ale většinou se tak děje hned na začátku aktivity. Dochází k němu kvůli nerovnováze funkcí orgánů zabezpečujících pohyb a kvůli narušené homeostáze (Bartůňková et al., 2013). Existují subjektivní a objektivní příznaky. Mezi objektivní řadíme neúsporné navýšení ventilace, krevního tlaku, srdeční i dechové frekvence, naopak se sníží dechový objem a VO_2 , to způsobí nedostatek kyslíku ve svalech (Bartůňková, 2010). To vše může vyvolat zhoršení výkonu, koordinace a pohybového stereotypu (Bartůňková et al., 2013). Subjektivním projevem je hlavně nouze o dech, dále jsou to křeče a bolesti svalů (Bartůňková, 2010). Po chvíli následuje mírné snížení tepové a srdeční frekvence, prohlubuje se dýchání, dechová frekvence se opět snižuje, výkonnost organismu naopak mírně stoupá a nastává druhý dech. U netrénovaných jedinců dochází ke korovému útlumu, druhý dech tento útlum zmírňuje a obnovuje porušené funkce (Havlíčková et al., 2004).

I setrvalý stav se řadí mezi reaktivní změny. K setrvalému, neboli rovnovážnému, stavu dochází po 2 – 4 minutách cyklického stálého pohybu. Záleží na intenzitě aktivity a na trénovanosti. Setrvalý stav začíná dříve u trénovaných jedinců. S vyšší intenzitou cvičení nastává rychleji. Ve fázi setrvalého stavu je možné cvičit s neměnicí se intenzitou až desítky minut. Jeho nejvyšší hodnotu vyjadřuje anaerobní práh, kdy se potřeba kyslíku rovná spotřebě a zároveň zůstává vyrovnaná tvorba i využití laktátu (Bartůňková, 2010). Takto můžeme popsat pravý setrvalý stav, ale

existuje i nepravý setrvalý stav. Nepravý setrvalý stav nastává při stále se zvyšující intenzitě cvičení, spolu s intenzitou se zvyšuje i spotřeba kyslíku. Může dojít až k zapojení pochodů, které obstarávají doplnění kyslíku z rezerv. Tento stav nazýváme kyslíkový dluh. V momentě, kdy organismus není schopný pracovat na dluh, musí snížit intenzitu aktivity nebo ji ukončit (Havlíčková et al., 2004).

Poslední zmíněnou reaktivní změnou je kyslíkový dluh a deficit. Bartůňková (2010, str. 86) definuje kyslíkový deficit jako „*rozdíl mezi potřebou a spotřebou kyslíku na začátku anaerobně prováděné práce.*“ Kyslíkový dluh označuje fakt, že spotřeba kyslíku v klidovém stavu je nižší, než spotřeba po zátěži, kde převažuje anaerobní metabolismus. Má tři fáze, a to rychlou alaktátovou, pomalou laktátovou a pomalou alaktátovou (Bartůňková, 2010). Patří k němu i kyslíkové rezervy, tedy zásoby kyslíku, které jsou v organismu přítomny a jsou použity při anaerobní zátěži. Proto je kyslíkový dluh vyšší než kyslíkový deficit (Bartůňková et al., 2013).

2.4.2. Adaptační změny

Adaptační změny se objevují po dlouhodobém zatěžování. Tréninkem se zlepši hospodaření s dechem, maximální hodnoty sledovaných parametrů a zvýší se funkční kapacity (Havlíčková et al., 2004).

Tyto změny se podle Bartůňkové liší u trénovaných a netrénovaných jedinců. Přínosy vytrvalosti řadí do dvou skupin, zlepšení ekonomiky dechových funkcí a vyšší výkonost a s tím spojené vyšší maximální hodnoty (Bartůňková, 2010).

Do první zmíněné skupiny patří u trénovaných jedinců zlepšení perfuze, difuze i distribuce dýchacích plynů, lepší využití kyslíku s nižším ventilačním ekvivalentem a naopak vyšší arterio – venózní ventilace kyslíku, minimalizuje se projev mrtvého bodu, vylepší se mechanika dýchání (zvětší se pohyb bránice a rozpínání hrudního koše). Trénovaní také dosahují nižší minutové ventilace při běžném zatížení, dříve se dostanou do setrvalého stavu, sníží se jim frekvence dýchání a dechový objem se zvýší, a to jak v klidu, tak při zátěži (Bartůňková et al., 2013).

Do druhé skupiny, změn charakterizujících lepší výkonnost, patří zlepšení, tedy navýšení hodnoty vitální kapacity, navýšení maximální spotřeby kyslíku, kyslíkového dluhu i minutové ventilace a dosažení anaerobního prahu při větší spotřebě kyslíku i intenzitě zátěže. Zvýšení maximální potřeby kyslíku (VO_2max) je nejdůležitější změna,

protože kyslík je ihned veden k pracujícím svalům; důležitou roli hraje i kyslík vázaný na hemoglobin. Vytrvalci mají nejvyšší hodnoty $VO_2\text{max}$, mezi vytrvalci jsou na prvním místě běžci na lyžích a hned po nich běžci maratónů (Bartůňková et al., 2013).

2.5. Testování výkonnosti

2.5.1. Dynamometrie

Dýchací pohyby dělíme do tří sektorů: brániční, střední a horní hrudní. Tyto dýchací pohyby jsou důležité pro správnou ventilaci, dále ovlivňují posturální funkci a držení těla (Kolář et al., 2009). Pro vyšetření svalů byl vyvinut svalový dynamometr. Lze s ním měřit skoro všechny svaly na lidském těle. Jeho funkce je také významná v zaznamenání výchozího stavu a stavu svalů po intervenci. Skládá se ze čtyř pásků na suchý zip, na pásku se nacházejí sondy. Sondy mají tenzometrický převodník síly na digitální signál, tento signál je veden do mikroprocesorové vyhodnocovací jednotky. Tato jednotka upravuje informace ze sond tak, aby byly ve správném tvaru s USB vstupem do počítače (Malátová, 2012).

2.5.2. Spirometrie

Spirometrie je jedním ze základních funkčních vyšetření plic. V současné populaci se čím dál tím více vyskytují různá respirační onemocnění, i proto je spirometrie velmi důležitá (Miller, 2005). Je možné měřit FVC, FEV₁, FEF₂₅₋₇₅, VC a další (Bartůňková et al., 2013; Chlumský, Fišerová, Kociánová, Zindr, & Koblížek, 2013). Provádí se na přístroji spirometru (Rokyta et al., 2008). Podstata je v měření vdechovaného nebo vydechovaného množství vzduchu. Měřit lze ventilační objemy i kapacity (Placheta et al., 1999). Získané hodnoty jsou zaznamenány do spiogramu, ten vyjadřuje závislost změny objemu na čase. Získané hodnoty jsou porovnány s náležitými hodnotami (Neumannová, 2012).

2.5.3. Vitální kapacita

Vitální kapacitu značíme jako VC. Bartůňková (2013, str. 35) uvádí: „*Vitální kapacita (VC) je jednorázový maximální dechový objem, měřený v klidových podmínkách. Je hodnocena maximálním výdechem po předchozím maximálním nádechu.*“ Nejlepším hodnocením VC je relativní hodnota, tedy hodnota, vypočítaná vzhledem ke svému pohlaví, výšce, váze a věku. Dalším porovnáním může být hodnota

náležitá, říká nám, jaké hodnoty VC by jedinec měl dosahovat (Bartůňková et al., 2013). Náležitou hodnotu zjistíme dosazením informací o probandovi, většinou se jedná o výšku a váhu, do regresních rovnic (Slavíková & Švíglerová, 2012). U netrénovaných žen se vyskytuje v rozmezí 3,5 – 4 litry, u mužů o jeden litr více. V praxi se využívá spíše hodnoty usilovného výdechu VC, protože je v něm zahrnuta i síla výdechových svalů. Je tedy možné zjistit celkovou hodnotu usilovného výdechu, která se značí FVC. Hodnota VC se může zvýšit pomocí vytrvalostního tréninku, další vliv může mít stavba a velikost hrudníku. VC se měří spirometry, většina z nich toho umí změřit více než jen vitální kapacitu, například rezervní a reziduální objem nebo průtokové rychlosti (Bartůňková et al., 2013).

2.5.4. Plicní objemy a kapacity

Statické plicní objemy

Dechový objem se značí V_T a udává objem vydechnutého nebo vdechnutého vzduchu jedním nádechem nebo výdechem. Jeho velikost v klidu je asi 0,5 l. (Slavíková & Švíglerová, 2012). Součástí tohoto objemu je i mrtvý prostor, ten je v plicích stále. Přimo na dýchání, tedy na výměně plynů v alveolech, se nepodílí. Je ale velmi důležitý pro fyziologickou výměnu plynů v plicích. Dělí se na anatomický a fyziologický, ty se od sebe u zdravého člověka zásadně neliší. Anatomický mrtvý prostor tvoří dýchací cesty a končí v místě respiračních bronchiol, jeho velikost je asi 150 ml. Fyziologický zahrnuje anatomický mrtvý prostor a objem vzduchu v alveolech, kde nedochází k výměně plynů (Trojan et al., 2003; Mourek, 2005; Bartůňková, 2010).

Při dýchání v klidu projde plicemi asi 500 ml vzduchu, to je klidový dechový objem. Klidový dechový objem dělíme na vzduch v mrtvém prostoru (150 ml) a zbylých 350 ml nazýváme alveolární vzduch (Mourek, 2005). Dále inspirační rezervní objem (IRV) udává, jaký objem vzduchu je možné vdechnout po klidném nádechu. Pohybuje se okolo 3 l (Trojan et al., 2003). Naopak objem vzduchu, který je po klidném výdechu ještě možné pomocí úsilí vydechnout, se nazývá expirační rezervní objem (ERV) (Slavíková & Švíglerová, 2012). I po maximálním výdechu v plicích zůstává asi 1,2 l vzduchu, tzv. reziduální objem (Trojan et al., 2003). Plíce s věkem ztrácí svou elasticitu, proto se tento objem s věkem zvyšuje (Mourek, 2005). Na rozdíl od ostatních objemů je možné ho měřit pouze nepřímými metodami, například diluční technikou nebo

celotělovou pletyzmografií (Slavíková & Švíglerová, 2012). Klidový dechový objem, IRV a ERV vytváří vitální kapacitu plic, její hodnota je 3 – 5 l a je možné ji zvýšit tréninkem (Mourek, 2005).

Statické plicní kapacity

Rozdělujeme čtyři statické kapacity. Jejich objemy jsou u mužů asi o 20 – 25% větší než u žen. Jednou z nich je inspirační kapacita (IC). Skládá se z inspiračního rezervního objemu a dechového objemu. Představuje objem vzduchu, který se dostane do plic maximálním nádechem po výdechu v klidu. Její objem je průměrně 3,5 – 3,8 l (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Další kapacitou je již zmíněná vitální (VC). Je to objem vzduchu, který je vydechnut s maximálním úsilím po maximálním nádechu (Ganong, 1995).

Celková vitální kapacita (TLC) zahrnuje vitální kapacitu a zbytkový, reziduální, vzduch. Je to tedy všechen vzduch v plicích po maximálním expiriu (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Poslední statickou kapacitou je funkční reziduální kapacita (FRC). Je součtem ERV a RV. Označuje zbytkový vzduch v plicích po klidném výdechu (Trojan et al., 2003).

Dynamické ventilační parametry

Tyto parametry se zjišťují pomocí spirometrie. Jsou to ukazatele funkční zdatnosti dýchací soustavy. Patří sem usilovná vitální kapacita (FVC). Vyjadřuje objem vzduchu vydechnutého po maximálním inspiriu největší možnou rychlostí s maximálním úsilím. Hodnota by měla být podobná vitální kapacitě (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Dalším parametrem je usilovný výdech vitální kapacity za 1s (FEV_1). Z toho vyplývá, že je to objem vzduchu vydechnutý za první sekundu maximálního výdechu. Vychází z něj Tiffeneauův index – FEV_1/VC (Trojan et al., 2003).

Třetím a posledním parametrem je střední výdechová rychlost (FEF_{25-75}). Vyjadřuje hodnotu objemu zjištěného ze středního úseku křivky FVC, tedy mezi 25 % a 75 % FVC (Slavíková & Švíglerová, 2012).

2.6. Atleti – běžci

2.6.1. Běh

Běh je přirozený lokomoční pohyb a je základním a nejstarším cvičením pro člověka. V atletických soutěžích představují běhy asi 67 % všech atletických disciplín. Běhy se rozdělují podle místa – na dráze nebo mimo dráhu (přespolní, lesní, silniční, aj.), podle charakteru běžecké tratě na hladké a překážkové, také podle počtu běžců na jednotlivce a družstva (štafety) a poslední dělení je podle vzdálenosti, dělí se na běhy na krátké, střední, dlouhé a velmi dlouhé vzdálenosti (Jirka et al., 1990).

Běh je cyklický, jedná se o rytmickou soustavu kroků. Nejdůležitější částí v běhu je odraz. Cílem v běžeckých závodech je proběhnout trať co nejrychleji. Důležité je najít správný poměr mezi délkou a frekvencí kroků pro danou trať (Jirka et al., 1990).

Při běhání na střední vzdálenosti se využívá jak aerobní, tak i anaerobní získávání energie. Technicky se jedná o švihový způsob běhu s vysokou frekvencí a délkou kroku (Jirka et al., 1990). Na střední tratě má výhodu somatický typ ektomorfní mezomorf, to znamená, že nejvýhodnější je mít postavu mezi ektomorfem a mezomorfem (Kodým, 1978). Předpokladem pro dobrou výkonnost je i aerobní kapacita ($VO_2 \max$), a to 70 – 75 ml/kg (Vindušková, 2003).

Běžci na dlouhé tratě využívají anaerobní glykolýzu a aerobní fosforylaci. Výhodný somatotyp je mezomorfní ektomorf. Mají štíhlé dolní končetiny a nejméně svalů ze všech skupin běžců (Bernaciková et al., 2011).

Příprava je zaměřena na rozvoj obecné vytrvalosti, speciální vytrvalosti, tempové vytrvalosti a maximální a tempové rychlosti. Důraz je i na sílu dolních končetin a celkovou kondici (Jirka et al., 1990).

2.6.2. Motorické složky výkonu

Máme 3 motorické složky, které je potřeba rozvíjet, a to všeobecné a speciální pohybové schopnosti a techniku běhu. Prvně se trénují všeobecné schopnosti a pomalu se přistupuje k tréninku schopností speciálních a nakonec techniky běhu (Kučera & Truska, 2000).

Silové schopnosti

V běhu je důležitá dynamická síla, která se dělí na výbušnou, rychlou, pomalou a vytrvalostní. Rozvoj síly patří do všeobecných schopností. Silová příprava lze rozdělit na tři části:

- a) maximální svalové síly – využití těžké zátěže a velkého odporu, malý počet opakování
- b) rychlostní svalová síla – středná až velká zátěž, rychlé provedení cviků
- c) vytrvalostní síla – malá zátěž, ale velký počet opakování (Kučera & Truska, 2000).

Rychlostní schopnosti

Tyto schopnosti se skládají z rychlosti jednotlivého pohybu, rychlosti reakce a rychlosti celkového pohybu, která je pro atlety – běžce nejdůležitější. Rychlost ovlivňuje technika běhu, ohebnost, pružnost a dynamická síla. Rychlostní schopnosti můžeme zdokonalovat hraním míčových her, starty a koordinačními běhy (Kučera & Truska, 2000).

Vytrvalostní schopnosti

Vytrvalost se dá trénovat mnoha sporty, například turistikou, cyklistikou, plaváním, během na lyžích a dalšími sporty (Kučera & Truska, 2000).

Pohyblivost a obratnost

Pohyblivost je aktivní a pasivní. Pasivní pohyblivost je rozsah kloubů při působení vnějších vlivů. Aktivní je pomocí stahu svalů. Při běhu však není nejlepší příliš velká pohyblivost v některých kloubech. Pohyblivost lze zvyšovat pomocí aktivního dynamického (švihy) a statického cvičení (strečink), protahování ve dvojici s pomocí a využití kontrakce svalů, po které následuje relaxace (Kučera & Truska, 2000).

S rozvojem obratnosti by se mělo začít už v dětství, trénovat by se měla i v dospělosti. Zařazuje se do přechodného a prvního přípravného období. Obratnost se trénuje pomocí gymnastického cvičení, koordinačních štafet, startů z různých poloh, cvičení přes překážky (koordinační cvičení, přeskoky a přebíhání), odrazových cvičení (Kučera & Truska, 2000).

Technika běhu

Zlepšování techniky je možné pomocí porovnání s pokročilejšími běžci, pozorováním trenéra nebo využití videa a následného rozboru. Využívá se také běhání rovinek s různými kroky (aby odpovídali technice určité délky tratě), atletická abeceda, vlnovitě probíhané úseky, stupňované, rozkládané a vypuštěné úseky, překážkový běh. Dále se může provádět metoda kontrastu (zdůraznění nedostatku nebo přednosti) a běhání úseků s určenou délkou tratě (frekvence kroku, prodloužení nebo zkrácení kroku) (Kučera & Truska, 2000).

2.6.3. Specifika dýchání u atletů

Správné dýchání je pro běžce, a to hlavně vytrvalostní, velmi důležité. Díky správnému dýchání lze zajistit dostatečné množství kyslíku v organismu a také předejít dechovým potížím, kvůli kterým může dojít až k nutnosti ukončit běh (Bartůňková et al., 2013). Jde o to najít správný dechový vzorec, tedy poměr frekvence a délky dýchání, který bude nejméně energeticky náročný (Máček & Máčková, 1995). Nejběžnější dechový vzorec je nádech na dva kroky a výdech na další dva kroky. Další možné vzorce jsou 2:1 nebo 3:3. Poměr mezi nádechem a výdechem záleží vždy i na kondici a intenzitě cvičení. Čím vyšší je kondice, tím je dechový cyklus delší a zvyšuje se podíl výdechové části cyklu. Na začátku cvičení by neměl být dechový vzorec 2:1, podle toho volíme intenzitu zátěže. Energeticky velmi náročný je vzorec 1:1, proto není příliš vhodný. Často vede k mělkému dýchání a píchání v boku. Vzorec 3:3 je využíván běžci na začátku maratónu. Při běhu na 10 km se začíná poměrem 2:2, později 2:1. Stejně tak rychlejší tréninky jsou v tempu, alespoň na začátku, 2:2. Tyto dechové vzorce neplatí pro sprinty, ty jsou založené na principu dýchat co nejvíce a neomezit pohyb (Bartůňková et al., 2013).

3 Cíle, hypotézy a úkoly práce

3.1. Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zjistit vliv dechového cvičení na spirometrické ukazatele a dechový stereotyp.

3.2. Hypotézy

1. Předpokládáme, že dojde k významné změně vitální i usilovné vitální kapacity plic.
2. Předpokládáme, že se významně zvýší zapojení břišního dýchání a omezí se dýchání hrudní.
3. Předpokládáme, že naměřené hodnoty VC a FVC budou významně vyšší než náležité.

3.3. Úkoly

1. Prostudovat odbornou literaturu a sepsat rešerši;
2. Provést výběr probandů a charakterizovat je;
3. Provést vstupní spirometrické vyšetření a vyšetření dechového stereotypu (dynamometrii);
4. Vytvoření intervenčního programu;
5. Představení programu probandů a pravidelná kontrola správného provedení;
6. Provést výstupní vyšetření (stejně jako vstupní);
7. Zpracování výsledků;
8. Charakteristika výsledků v diskuzi, závěr.

4 Metodika

„Vědecká metoda je přesně vymezený způsob poznávání jevů reálné skutečnosti“ (Štumbauer, 1990; str 19). Jedná se o proces, který je prováděn s jasným cílem, plánovaným postupem a přesně stanoveným myšlením a jednáním. Tím je možné dosáhnout cíle, poznání nebo řešení (Štumbauer, 1990).

Pro přípravu práce, určení hypotéz a postup měření byly využity převážně poznatky z knih Bartůňkové (2010; 2013), Havlíčkové (2004), Šponara (2003) a Dovalila (2005).

V kapitole přehled poznatků je použita metoda obsahové analýzy. Pomocí obsahové analýzy dostaneme potřebné informace k psaní práce, dále slouží k pozorování a porovnání výsledků. Pomocí analýzy zjišťujeme hlavní stránky zkoumaných jevů, jejich vnitřního obsahu, struktur a souvislostí (Štumbauer, 1990).

Pro testování bylo využito zázemí Laboratoře zátěžové diagnostiky na Katedře tělesné výchovy a sportu Jihočeské univerzity a zkušeností vedoucího bakalářské práce Mgr. Petra Bahenského, PhD.

Testování se zúčastnili atleti z atletického oddílu T. J. Sokol Č. Budějovice. Měření proběhlo v dubnu a červnu 2016. Byly vybrány dva testy, spirometrie pro určení VC a FVC a dynamometrie pro analýzu dechového stereotypu. Proběhlo vstupní a výstupní testování, a také testování kontrolního vzorku.

4.1. Metodika měření

Dechový stereotyp byl vyšetřen pomocí svalového dynamometru. Použity byly tři sondy, které byly umístěny podle rozdělení dýchacích sektorů. Test byl proveden ve fyziologické poloze pro dýchání, tedy ve stoje. Sondy zaznamenávaly zdvih jednotlivých sektorů za jednu minutu jak při klidovém, tak i při prohloubeném dýchání. Zpracovaná data jsou spočítána z průměru deseti nádechů a deseti výdechů (Malátová & Bahenský, 2016).

Metodika měření VC a FVC byla provedena podle návodu přístroje. Průběh testování byl následující: po klidném nádechu a výdechu následoval nádech i výdech s maximálním úsilím. Toto měření proběhlo třikrát po sobě, zaznamenán byl pokus s nejlepším výsledkem. Test musel být proveden s potřebným úsilím a dostatečnou

délkou výdechu; pokud tak nebylo, byl opakován (Malátová & Bahenský, 2016). Další způsob provedení testu byl následující: byl proveden třikrát klidný nádech a výdech, následoval jeden maximální nádech a výdech s maximálním úsilím.

Pro vyhodnocení dat byl stanoven Studentův párový t-test pro závislé výběry, statistická významnost byla zjišťována na hladině $\alpha=0,05$. Dále byla stanovena věcná významnost Cohenovo d. Cohenovo d se běžně hodnotí následovně: $d \geq 0,80$ – velký efekt, $d = 0,50$ až $0,80$ – střední efekt, $d = 0,20$ až $0,50$ – malý efekt (Cohen, 1988; Sheskin, 2007). Data byla zpracována v programu Microsoft Excel 2016 a Statistica 12.

4.2. Organizace a postup při testování

Před zahájením dechového cvičení byli atleti testováni v Laboratoři zátěžové diagnostiky Jihočeské univerzity. Podmínky byly během testování vždy stejné a neměnné. Před začátkem měření se probandi převlékli do pohodlného, sportovního oblečení a obuvi. Následně jim byla změřena váha a podíl tělesného tuku na přístroji Tanita. Proband bez obuvi stoupl na elektrody vyznačené na podložce a další dvě elektrody uchopil do rukou, ruce se nedotýkaly zbytku těla. Výška byla měřena pomocí posuvného antropometrického měřidla. Měření bylo prováděno bez bot, na rovné podlaze. Proband stál zády k měřidlu, dbalo se na to, aby jeho postoj byl správný, nesměl tedy být v předklonu ani v záklonu. Měřila se vzdálenost od podložky k temeni hlavy. Po zjištění potřebných informací, jako je celé jméno, datum narození, a to, zda je proband kuřák, byly všechny informace, i somatické, zadány do počítače a mohlo začít samotné testování. Testování byli i probandi, kteří neprováděli dechová cvičení, jako kontrolní vzorek.

VC a FVC byly zjišťovány na spirometru. Důležité bylo před začátkem testování přístroj zkalibrovat. Po kalibraci bylo atletům vysvětleno, jak bude test probíhat a co musí během testu dělat. Následně bylo zahájeno testování. Proband musí mít u testu zacpaný nos speciálním kolíkem. Během testu se dýchá do trubičky, tím je vytvořen uzavřený systém mezi dýchacími cestami a přístrojem. Na spirometru byly provedeny dva testy. Při prvním z nich proband provede tři normální nádechy, poté maximální nádech následovaný maximálním výdechem. Dalším provedením je pouze maximální nádech a maximální výdech (sfouknutí svíček na dortu). Přístroj hodnotí vitální

kapacitu plic, celkovou kapacitu plic, funkční reziduální kapacitu plic, klidový dechový objem, reziduální objem a inspirační a expirační dechový objem.

Druhým testem byla dynamometrie pro určení dechového stereotypu. Dynamometr má čtyři pásy, při měření dýchacích svalů byly použity tři. Pásy se připevní na jednotlivé segmenty trupu. Pro přesnější měření umísťuje pásy pouze jedna osoba, neboť každý umístí pásy trochu jinak. Modrý pás patří na podklíčkovou oblast, zelený na hrudní a červený pás se připevňuje na oblast břicha okolo pupíku. Přístroj je propojen s počítačem, který vše zaznamenává. Test se provádí ve stoje. Proband po dobu jedné minuty dýchá klidně, následující minutu dýchá zhluboka. Při testování se nedívá na obrazovku, mohl by tím být ovlivněn průběh testování. Test sleduje zapojení jednotlivých segmentů dýchání, který segment je dominantní a který je naopak využíván málo.

Po úvodním testování bylo atletům předvedeno správné provedení dechového cvičení a rozdány detailní postupy se sestavou cviků. Cvičení prováděl každý individuálně. Intervenční program byl sestaven PhDr. Renatou Malátovou, Ph.D. Sestavy cviků byly dvě (viz příloha): první, s jednoduššími cviky, cvičili po dobu 4 týdnů, následně byla předvedena druhá, již složitější sestava, kterou cvičili další 4 týdny. Cvičení tedy trvalo celkem 8 týdnů. Dobu cvičení zaznamenávali každý den do tabulky. Pro správné zacvičení bylo potřeba u první sestavy alespoň 10 – 15 minut, u druhé 15 – 20 minut.

4.3. Charakteristika souboru

Do výzkumu se zapojilo 34 probandů. Intervence se zúčastnilo 16 – deset dívek a šest chlapců. Osmnáct probandů tvořilo kontrolní vzorek, devět dívek a devět chlapců. U chlapců byla výška $174,14 \pm 10,38$ cm, hmotnost $58,69 \pm 15,61$ kg a věk $16,73 \pm 1,82$ let. Dívky měly průměrnou výšku $168,38 \pm 4,88$ cm, hmotnost $58,74 \pm 7,28$ kg a věk $16,85 \pm 2,18$ let.

Všichni probandi, kteří se zúčastnili intervence, byli atleti, kteří běhají střední nebo dlouhé tratě a jsou velmi aktivními sportovci. Vytvalostnímu tréninku se věnují šestkrát týdně.

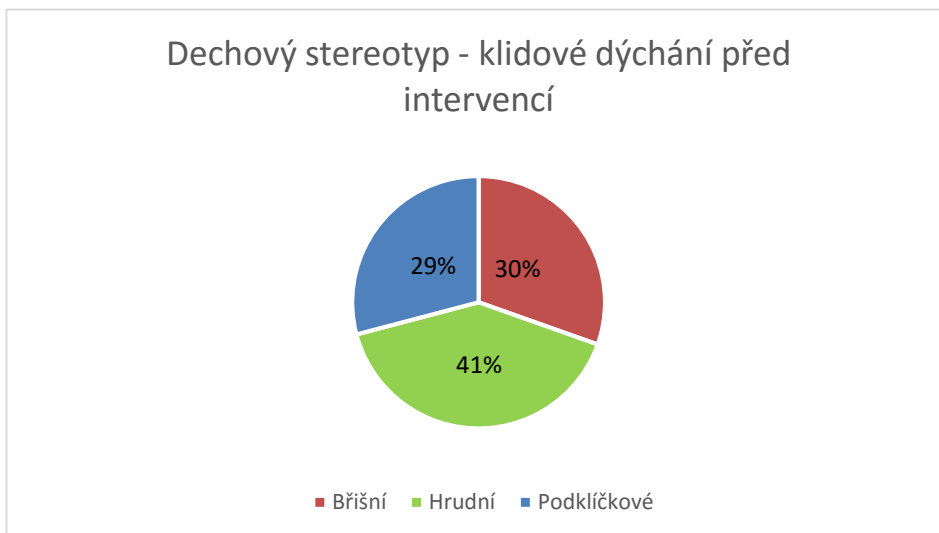
5 Výsledky

V kapitole jsou zpracovány výsledky zjištěné spirometrií i dynamometrií. Výsledky jsou zaneseny do tabulek a grafů, zpracované v programu Statistica 12 nebo Microsoft Excel. Ze spirometrie byly vybrány dvě hodnoty, vitální kapacita plic a usilovná vitální kapacita plic. Dynamometrie porovnává rozložení břišního, hrudního i podklíčkového dýchání před a po intervenci, a to jak klidové dýchání, tak i dýchání hluboké.

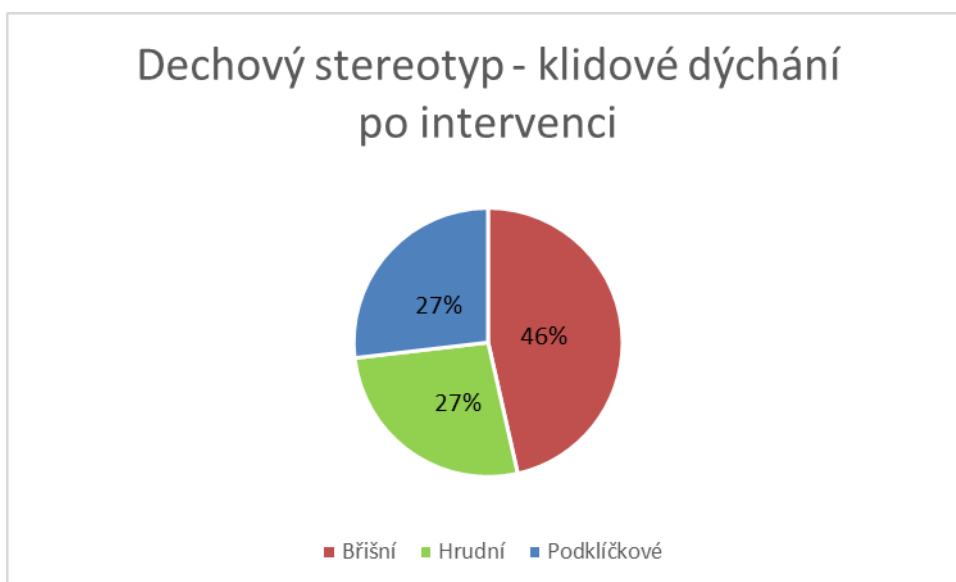
5.1. Výsledky dynamometrie

5.1.1. *Dechový stereotyp při klidovém dýchání*

Graf klidového dýchání s hodnotami před intervencí nám ukazuje, že zapojení hrudního dýchání je dominantní nad ostatními segmenty, břišní je naopak využíváno velmi málo. Hrudní dýchání činí 41 %, břišní segment je zapojen o polovinu méně, než by měl být, pouze 30 % a podklíčkový zase více, tvoří 29 %. Po intervenci se břišní dýchání zvedlo o 16 %, tvořilo tedy 46 %, hrudní bylo omezeno o 14 % na 27 %, podklíčkové zůstalo téměř stejné, 27 %. Je patrné, že po intervenci se dechový stereotyp více přiblížil správnému rozložení. U břišního dýchání je výsledek statisticky významný ($p < 0,05$) i věcně významný s malým efektem, Cohenovo d je 0,40. U hrudního dýchání výsledek statisticky významný není ($p > 0,05$) ale věcně ano, Cohenovo $d = 0,41$, to značí významnost s malým efektem.

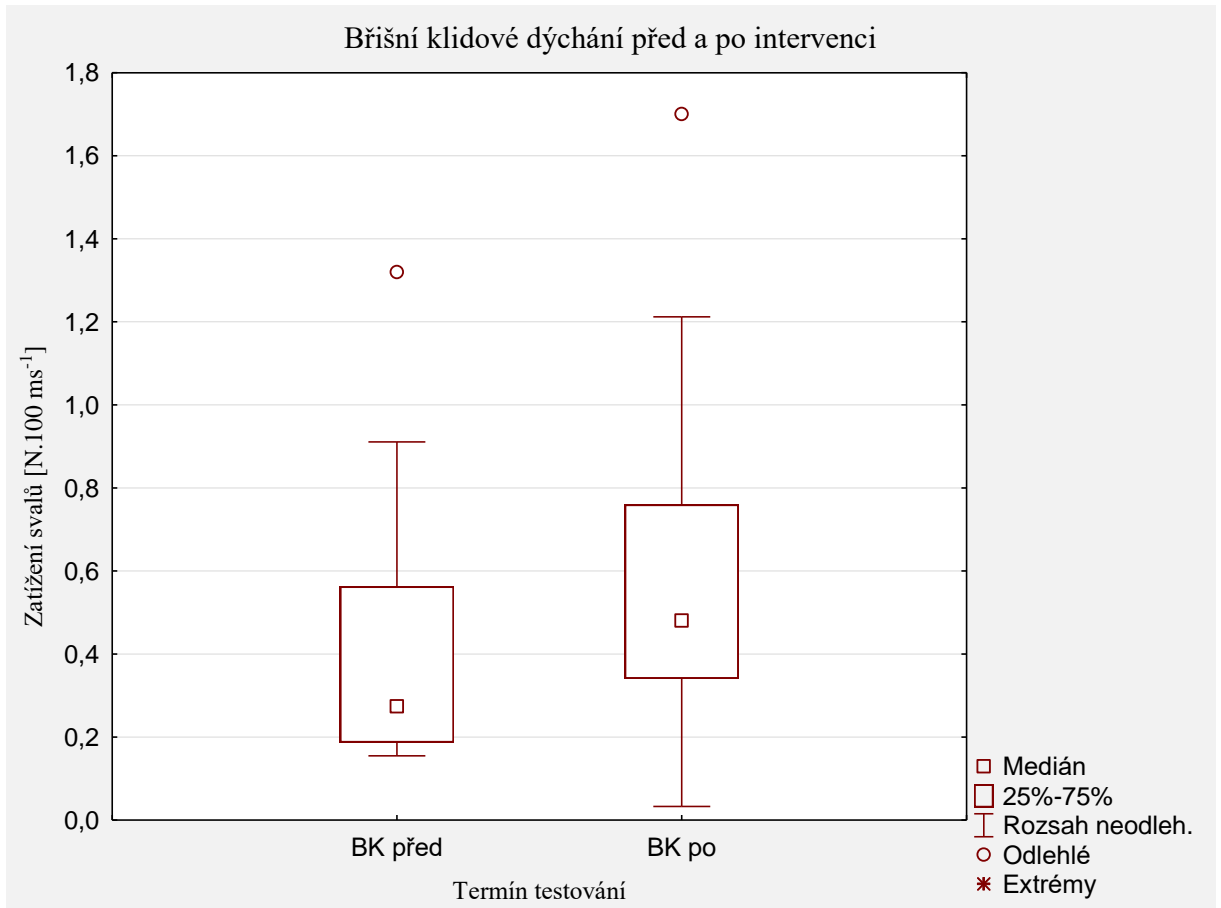


Obrázek 1: Dechový stereotyp – klidové dýchání před intervencí



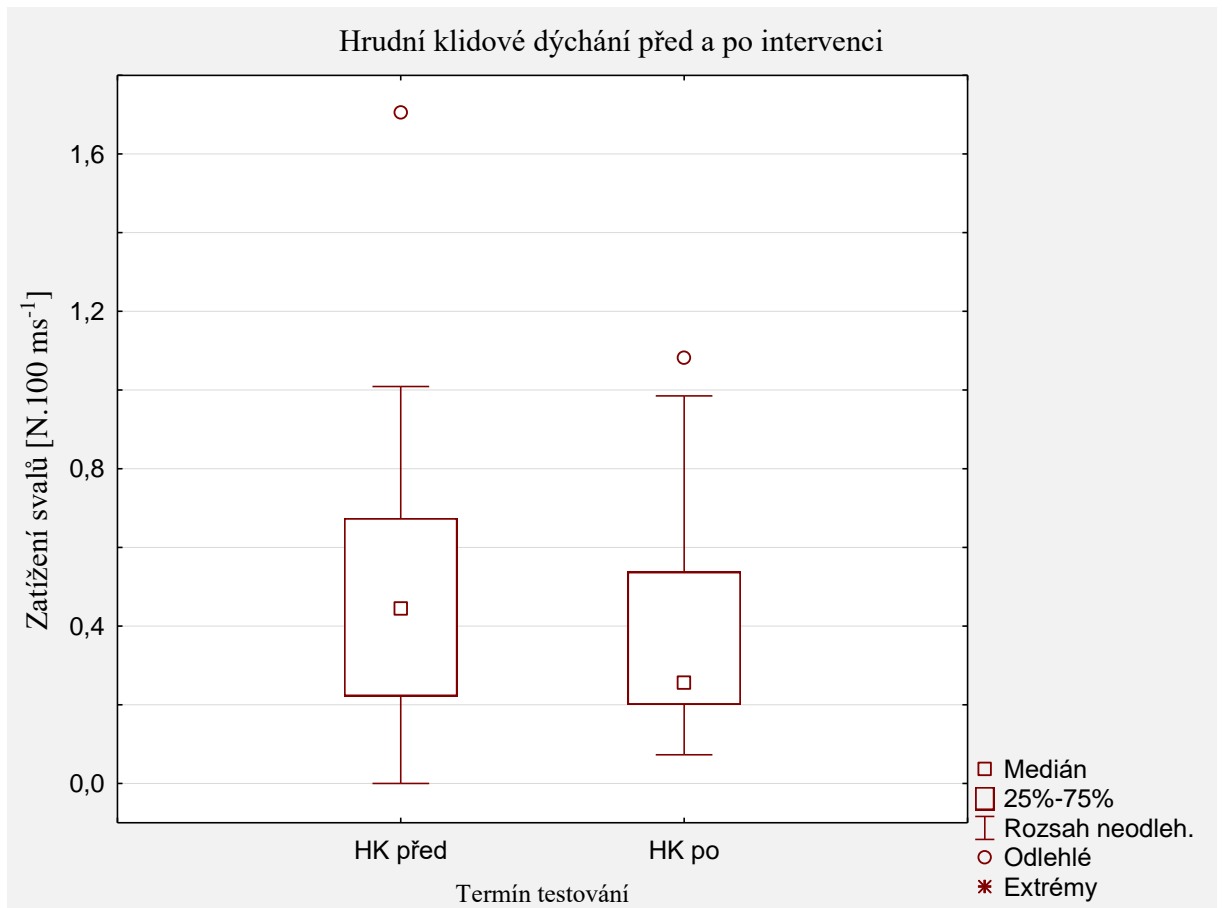
Obrázek 2: Dechový stereotyp – klidové dýchání po intervenci

I u následujícího grafu je vidět zlepšení po intervenčním programu. U břišního dýchání dosáhl vyšších hodnot jak medián, tedy prostřední hodnota, tak i hodnoty mezi 25 % a 75 %.



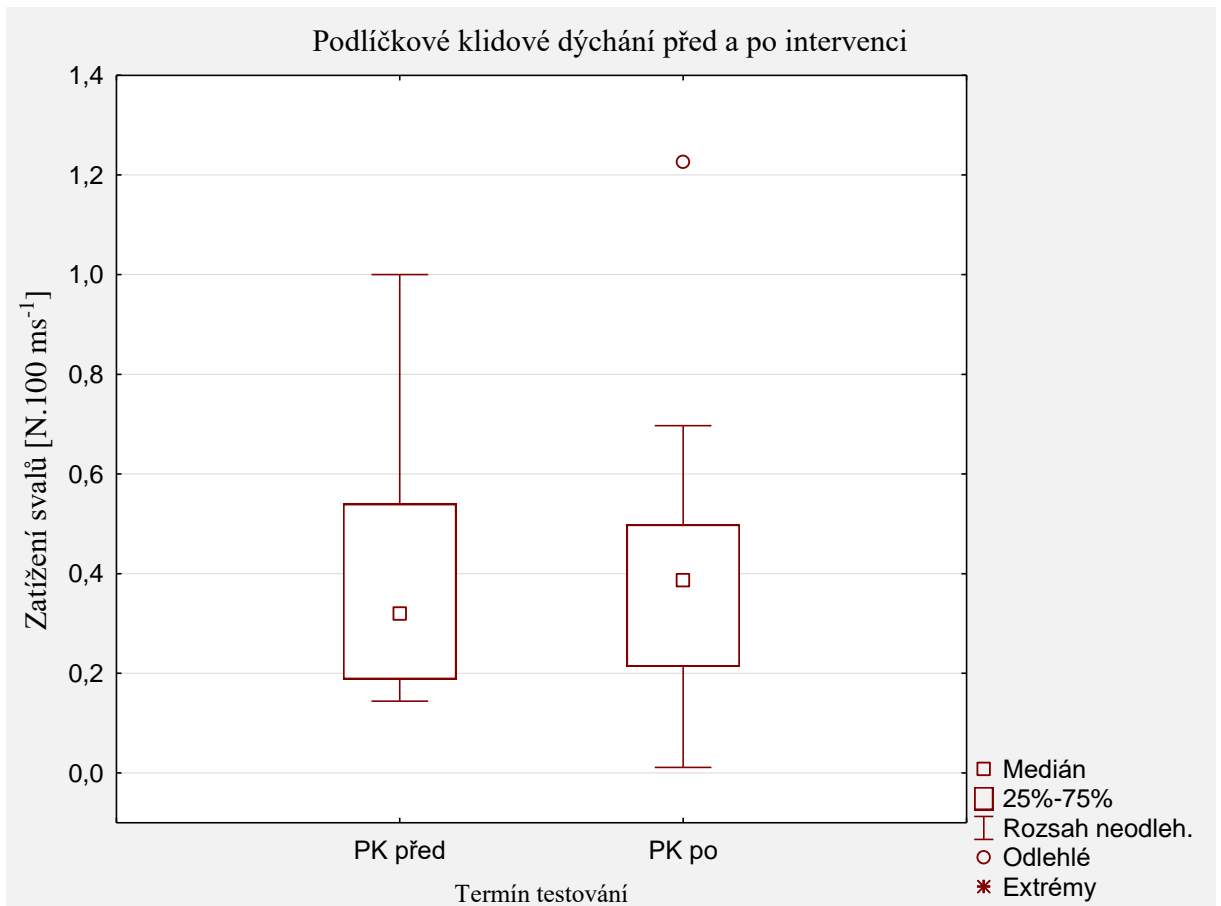
Obrázek 3: Břišní klidové dýchání před a po intervenci (BK – břišní klidové)

Z následujícího grafu můžeme vyčíst to, co již bylo zmíněno, hrudní dýchání se zredukovalo. Není zde tolik patrný rozdíl odlehlých hodnot, tedy těch, co nejsou mezi 25 % - 75 % jako u břišního dýchání. Hodnota mediánu i průměrných hodnot mezi 25 % až 75 %, hlavně horní hranice, se snížila.



Obrázek 4: Hrudní klidové dýchání před a po intervenci (HK – hrudní klidové)

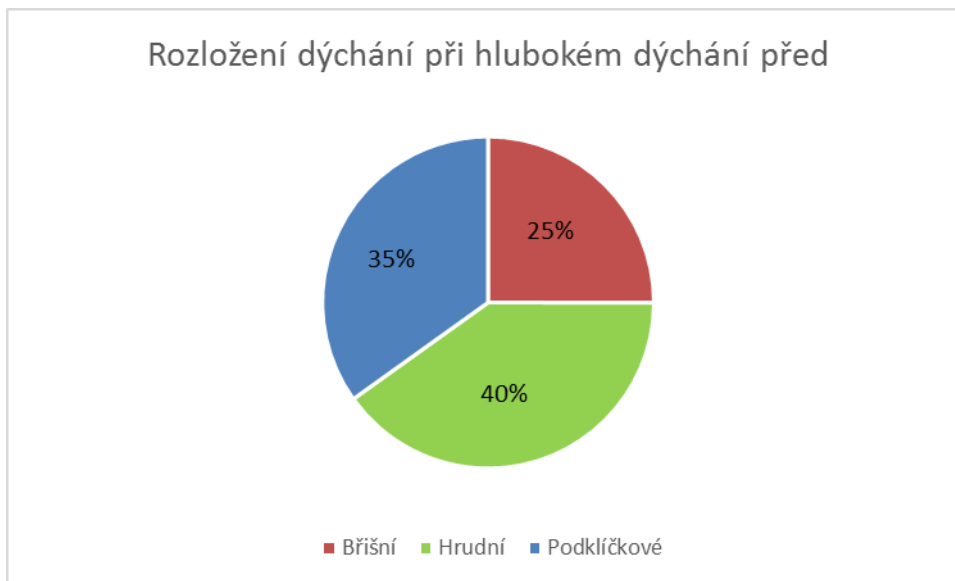
Z grafu lze vyčíst, že hodnoty mezi 25 % a 75 % se u podklíčkového dýchání příliš nezměnily, jen se zmenšil rozdíl mezi jednotlivými hodnotami; oblast na grafu je tedy menší, některé hodnoty se snížily, jiné naopak zvýšily. Střední hodnota, medián, se mírně zvýšila. A rozsah neodlehých hodnot se snížil.



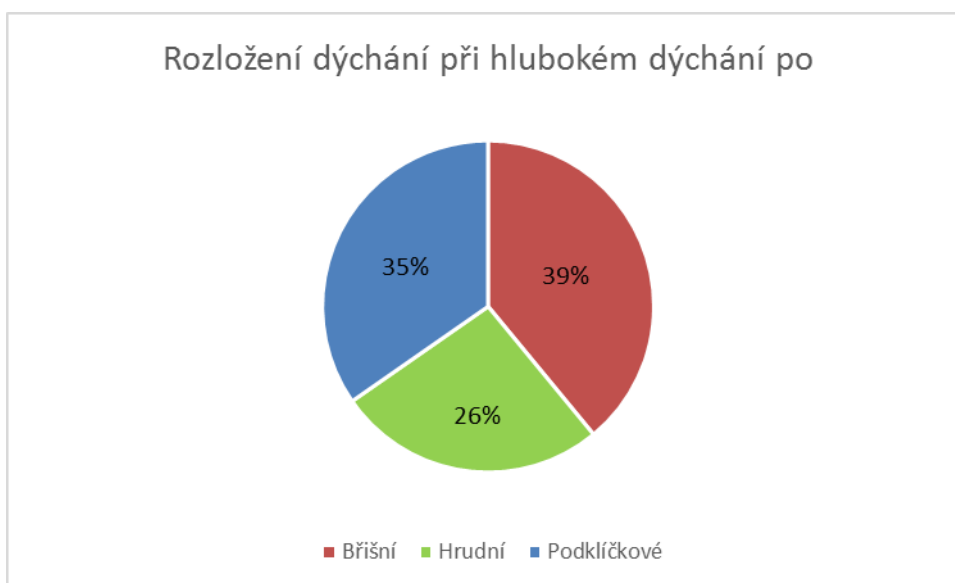
Obrázek 5: Podklíčkové klidové dýchání před a po intervenci (PK – podklíčkové klidové)

5.1.2. Dechový stereotyp při hlubokém dýchání

Při hlubokém dýchání se dechový stereotyp také výrazně změnil. Zapojení hrudního segmentu se snížilo ze 40 % na 26 %, změna je věcně významná (Cohenovo $d = 0,55$, střední efekt) i statisticky významná ($p < 0,05$). Podklíčkové zůstalo stejné a břišní segment se zapojoval více, konkrétně místo 25 % byl využíván na 39 %. Výsledek zvýšení zapojení břišního segmentu je věcně významný ($d = 0,46$, jedná se pouze o nízký efekt) i statisticky významný ($p < 0,05$).

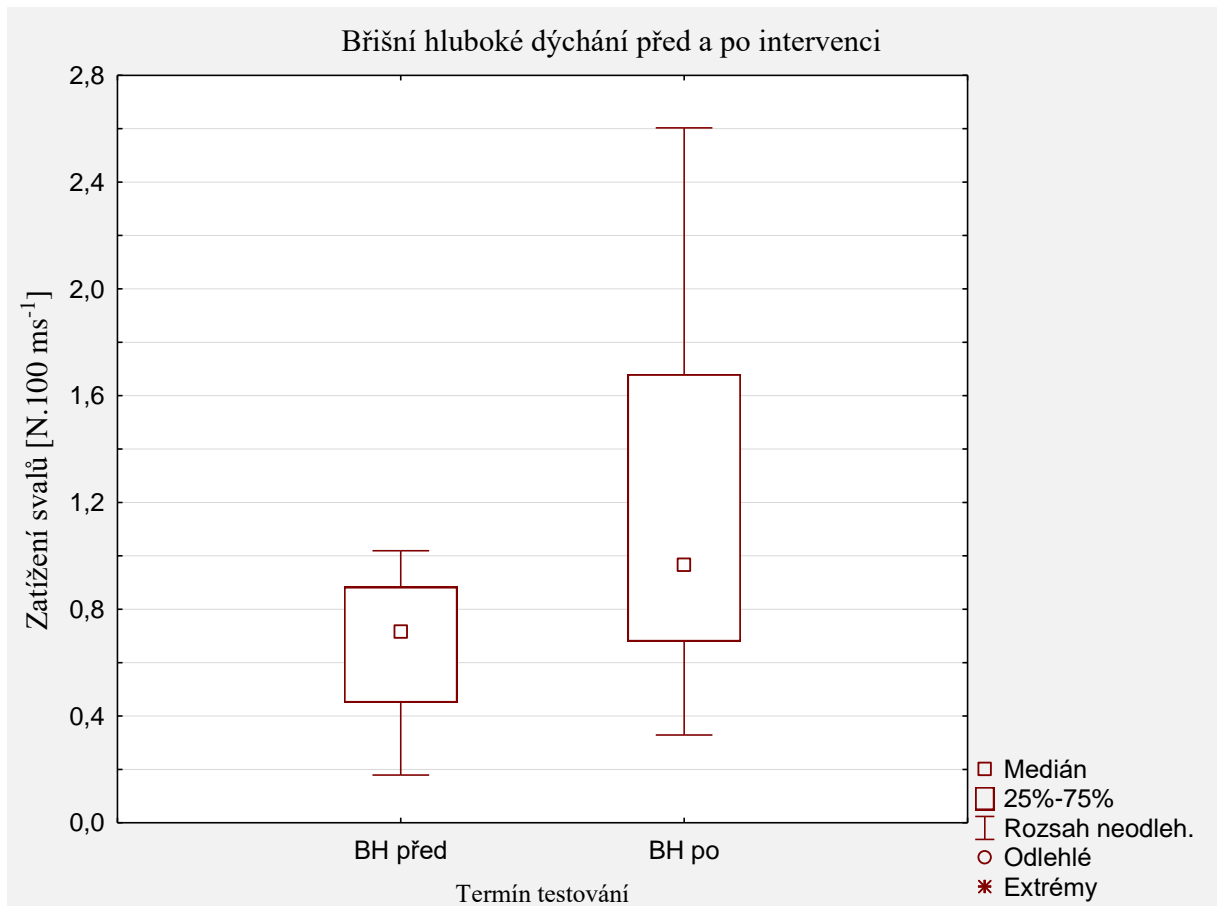


Obrázek 6: Dechový stereotyp – hluboké dýchání před intervencí



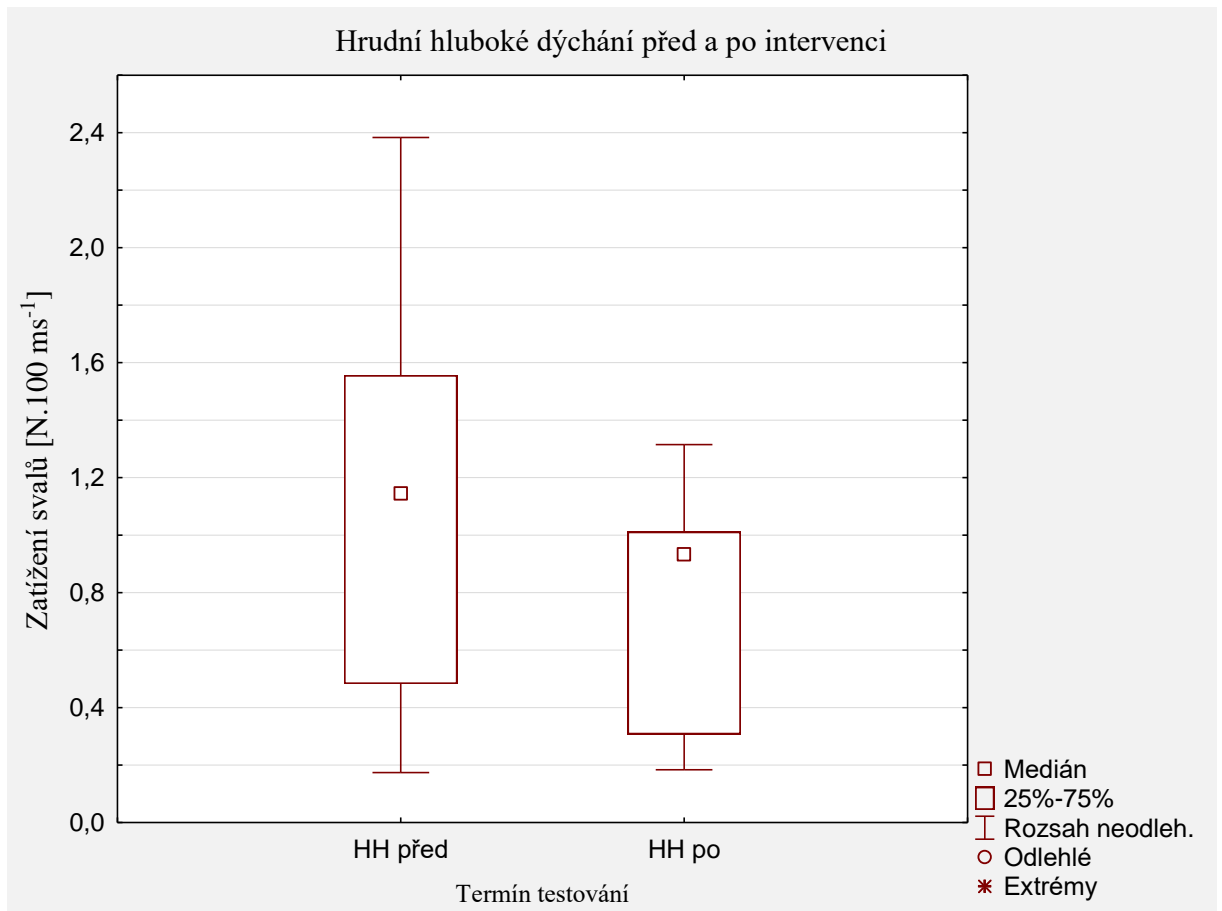
Obrázek 7: Dechový stereotyp – hluboké dýchání po intervencí

U hlubokého dýchání do břicha nastala výrazná změna, větší než u klidového dýchání. Několikanásobně se zvětšily všechny hodnoty, tedy medián, hodnoty mezi 25 % a 75 % i neodlehle hodnoty. Největší nárůst je v horní hranici hodnot mezi 25 % a 75 % a neodlehlých hodnot.



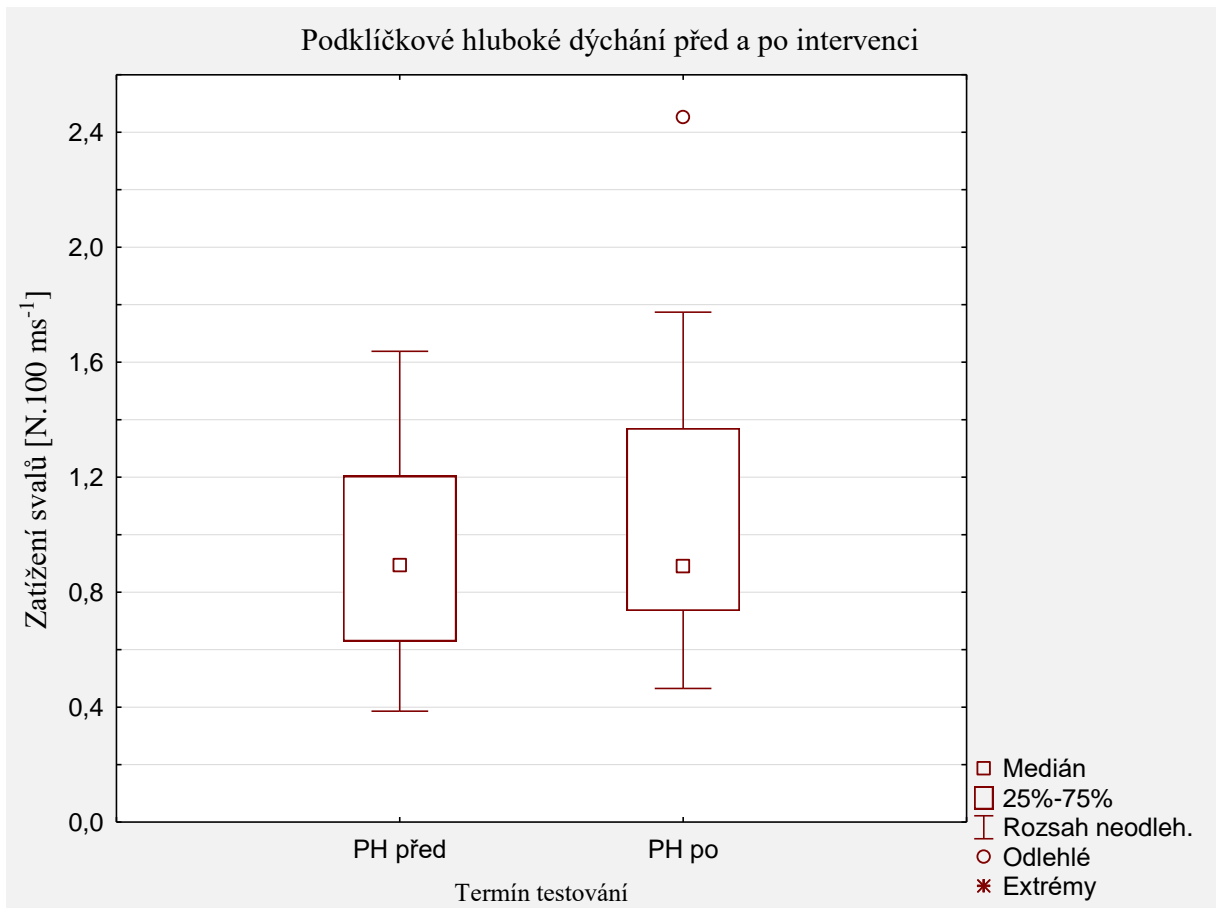
Obrázek 8: Břišní hluboké dýchání před a po intervenci (BH – břišní hluboké)

Změny u hlubokého hrudního dýchání jsou opačné oproti hlubokému břišnímu dýchání. Využití tohoto segmentu se výrazně redukovalo.



Obrázek 9: Hrudní hluboké dýchání před a po intervenci (HH – hrudní hluboké)

U podklíčkového dýchání nenastala výrazná změna. Byl zaznamenán mírný nárůst hodnot mezi 25 % a 75 % i neodlehých hodnoty. Medián zůstal téměř nezměněn.



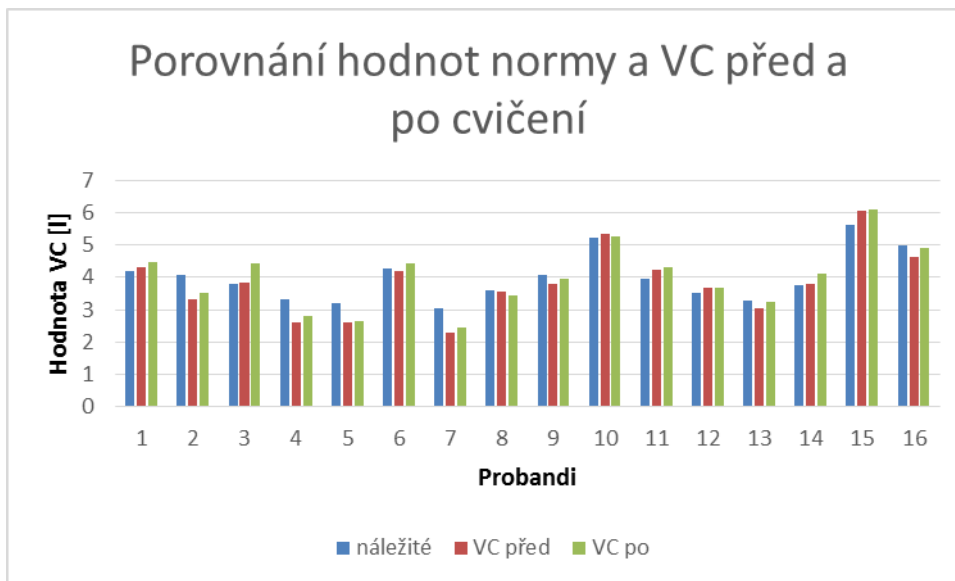
Obrázek 10: Podklíčkové hluboké dýchání před a po intervenci (PH – podklíčkové hluboké)

5.2. Výsledky spirometrie

5.2.1. Vitální kapacita (VC)

Po intervenčním programu se VC zvýšila u 13 probandů. Průměrná hodnota VC ve vstupním měření byla $3,83 \pm 0,96$ l, po ukončení programu $3,99 \pm 0,95$ l. Změna je věcně významná (Cohenovo $d = 0,89$, vysoký efekt). Výsledek není statisticky významný ($p > 0,05$). Probandi nedosahují v parametru VC hodnot normy v 9 případech, naměřené hodnoty byly významně nižší, než individuální norma, věcná významnost

dosahovala velkého efektu ($d = 0,85$), výsledek není statisticky významný ($p > 0,05$).
Výsledky ukazuje následující graf.



Obrázek 11: Porovnání hodnot VC [l] náležitých a před a po intervenci

Tabulka popisuje průměrné hodnoty vitální kapacity v litrech před a po intervenci, maximální a minimální naměřenou hodnotu u probandů, je do ní zanesena i směrodatná odchylka.

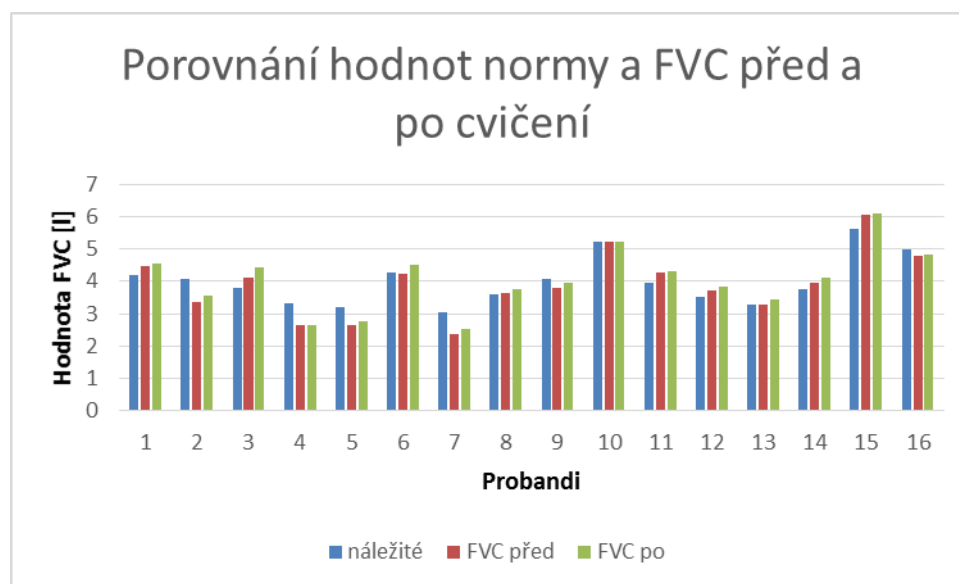
	VC [l] před	VC [l] po
Aritmetický průměr	3,83	3,99
Minimální hodnota	2,29	2,47
Maximální hodnota	6,07	6,11
Největší změna hodnot	3,85	4,45
Směrodatná odchylka	0,96	0,95

Tab. 1: Porovnání hodnot VC [l] před a po intervenci.

5.2.2. Usilovná vitální kapacita (FVC)

Během intervence se hodnota zvýšila u 15 probandů, u jednoho zůstala stejná. Průměrná počáteční hodnota byla $3,92 \pm 0,94$ l, při konečném měření byla hodnota $4,03 \pm 0,92$ l. Zvýšení hodnoty je věcně významné (Cohenovo $d = 0,82$, vysoký efekt).

Změna není statisticky významná ($p > 0,05$). Probandi nedosahují v parametru FVC hodnot normy v 7 případech, naměřené hodnoty byly významně nižší, než individuální norma, věcná významnost dosahovala velkého efektu ($d = 83$), výsledek není statisticky významný ($p > 0,05$). Hodnota FVC se v klinické i sportovní praxi využívá častěji než hodnota VC, a to proto, že spolu s rychlostí výdechu je měřena i síla výdechových svalů (Bartůňková et al., 2013).



Obrázek 12: Porovnání hodnot FVC [l] náležitých a před a po intervenci

V tabulce je zaznamenán aritmetický průměr usilovné vitální kapacity v litrech, maximální a minimální naměřená hodnota a směrodatná odchylka. V prvním sloupci jsou hodnoty před intervencí, ve druhém po dokončení programu.

	FVC [l] před	FVC [l] po
Aritmetický průměr	3,92	4,03
Minimální hodnota	2,37	2,55
Maximální hodnota	6,07	6,1
Největší změna hodnot	4,11	4,45
Směrodatná odchylka	0,94	0,92

Tab. 2: Porovnání hodnot FVC [l] před a po intervenci.

6 Diskuze

Sestavený intervenční program měl za úkol napravit dechový stereotyp, souhru dýchacích svalů a navýšení dechových objemů. Pro úspěšnost byla nutná aktivní účast probandů. Museli provádět sestavené cvičení, nejlépe každý den. Důležitá byla i kontrola správného provedení cviků a korekce.

Pro správnou intervenci je důležité znát složky plného dechu, břišní dýchání (60 %), hrudní (30 %) a podklíčkové (10 %), procvičit každou oblast zvlášť a následně je zase spojit (Malátová & Bahenský, 2016). Tento poměr bychom měli dodržovat během většiny činností (Šponar, 2003). Terapie se snažila, aby se výstupní rozložení zapojení těchto segmentů co nejvíce přiblížilo ideálnímu stavu. Zlepšení bráničního (břišního) dýchání a zároveň omezení zapojení hrudního sektoru vede ke správnému zapojení dýchacích svalů (Kolář et al., 2009). Výsledky ukazují, že díky intervenčnímu programu se zlepšilo břišní klidové i hluboké dýchání, které bylo nedostačující. Naopak hrudní dýchání, které bylo využíváno nadměrně, se při klidovém i hlubokém dýchání redukovalo. Využívání podklíčkové oblasti se při klidovém dýchání nepatrně snížilo, u hlubokého dýchání zůstala hodnota stejná. Pouze u jednoho z testovaných se břišní klidové dýchání po intervenci zhoršilo - důvodem může být špatné nebo nedostatečné provádění cvičení.

Díky cvičení docházelo k adaptačním změnám. Hodnoty vitální i usilovné vitální kapacity byly u většiny po intervenci naměřeny vyšší. VC se zlepšila u 13 probandů, pouze u tří se hodnoty nepatrně snížily. FVC se navýšila u 15 probandů a u jednoho zůstala stejná.

Mezisvalová adaptace je výsledkem silové adaptace, ke které dochází v první fázi, to je po dvou týdnech. Po šesti až osmi týdnech se může projevit efekt zlepšené nitrosvalové koordinace. Změny hypertrofie jsou pozorovatelné až po delší době, měsíce až roky (Dovalil et al., 2005). Intervence byla sestavena na osm týdnů, hlavním cílem bylo ovlivnění dechového vzorce a posílení dýchacích svalů, díky kterému došlo ke změně nitrosvalové koordinace (Malátová & Bahenský, 2016).

Náš první předpoklad, že se zvýší VC i FVC byl potvrzen. Změna VC byla věcně významná ($d=0,82$) s velkým efektem. U FVC je změna také věcně významná ($d= 0,89$) s velkým efektem. U obou parametrů změna statisticky významná není ($p > 0,05$).

I další hypotéza byla potvrzena, výsledek břišního dýchání klidového je věcně významný (Cohenovo $d = 0,40$), což představuje malý efekt, výsledek je též statisticky významný ($p < 0,05$). Stejně je to tak i s břišním hlubokým dýcháním, výsledek je statisticky významný ($p < 0,05$) i věcně významný, Cohenovo $d = 0,46$, to značí malý efekt. Výsledek hrudního hlubokého dýchání vyšel také statisticky významný ($p < 0,05$) i věcně významný, Cohenovo $d = 0,55$, to představuje střední efekt. Hrudní klidové dýchání statisticky významné není ($p > 0,05$). Věcná významnost vyšla s nízkým efektem, Cohenovo $d = 0,41$, výsledek tedy věcně významný je.

Poslední hypotézu výsledky nepotvrdily. Probandi měli významně nižší hodnoty FVC, než jsou hodnoty náležité, výsledek je věcně významný ($d = 0,83$, velký efekt), statisticky významný není ($p > 0,05$). I hodnoty VC byly u probandů významně nižší než hodnota náležitá, výsledek je věcně významný ($d = 0,85$), to značí velký efekt, statisticky významný výsledek není ($p > 0,05$).

7 Závěr

Úkolem práce bylo zjistit vliv intervenčního programu na spirometrické ukazatele a dechový stereotyp. Intervence se zúčastnili atleti, běžci na střední a dlouhé tratě. Jejich přístup k dechovému cvičení byl svědomitý.

Práce potvrdila, že dvouměsíční intervence má věcný i statisticky významný vliv na zvýšení kapacit plic a dechový stereotyp. Zvýšila se vitální a hlavně usilovná vitální kapacita. Tím byla potvrzena první hypotéza. Největší změna nastala především u břišního dýchání, které před intervencí bylo téměř nevyužívané. Hrudní dýchání se omezilo a břišní bylo využíváno více, tím se potvrdila druhá hypotéza. Hodnota FVC byla stejná nebo větší než hodnota náležitá u 9 probandů, VC pouze u 7, třetí hypotéza tedy potvrzena nebyla. Na základě výsledků můžeme říct, že intervenční program byl úspěšný nejen díky zlepšení procentuálního rozložení dýchacích segmentů, ale i navýšení kapacit plic. Práce potvrdila, že pravidelné cvičení dechových cviků dokáže napravit dechovou vlnu.

Správné dýchání je velmi důležité. Většina lidí neumí dýchat správně (Veltrubská & Chamoutová, 1998), proto je zjištění, že cvičením je možné dýchání napravit, významné. Dýchání ovlivňuje posturální funkce, dále má vliv na správné držení těla a metabolismus a s ním spojenou výměnu plynů (Véle, 2012).

Nevýhodou práce je, že výzkum byl proveden na poměrně malém vzorku.

V budoucnu by měl na výsledky navazovat další výzkum, jehož úkolem by bylo zjistit, zda má intervence vliv i na výkon.

Referenční seznam

Literatura

- Bartůňková, S. (2010). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: učební texty pro studenty fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. Praha: Karolinum.
- Bartůňková, S., Heller, J., Kohlíková, E., Petr, M., Smitka, K., Šteffl, M., & Vránová, J. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.
- Bernaciková, M., Kapounková, K., Novotný, J., Sýkorová, E., Bernacik, S., Hřebíčková, S., ... Chovancová, J. (2011). *Fyziologie sportovních disciplín* [online]. 1 vyd. Brno: Masarykova univerzita. 2011 [cit. 2017-02-24]. Elportál. Dostupné z: <<http://is.muni.cz/elportal/?id=920876>.
- Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení: uvolňovací, protahovací, posilovací*. Praha: Grada.
- Clifton - Smith, T., & Rowley, J. (2011). *Breathing pattern disorders and physiotherapy: inspiration for our profession*. Breathing Works Physiotherapy Clinic, Auckland, New Zealand.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. (4th ed.). New York: Academic Press.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., ... Bunc, V. (2005). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Dylevský, I., Druga, R., & Mrázková, O. (2000). *Funkční anatomie člověka*. Praha: Grada.
- Dylevský, I. (2000). *Somatologie*. Olomouc: Epava.
- Fleischmann, J., & Linc, R. (1987). *Anatomie člověka II*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Ganong, F. (1995). *Přehled lékařské fyziologie*. Jinočany: H & H.
- Havlíčková, L., Bartůňková, S., Dlouhá, R., Melichna, J., Šrámek, P., & Vránová, J. (2004). *Fyziologie tělesné zátěže. I, Obecná část*. Praha: Karolinum.
- Hošková, B., & Matoušová, M. (2007). *Kapitoly z didaktiky zdravotní tělesné výchovy*. Praha: Karolinum.
- Hromádková, J. (1999). *Fyzioterapie*. Praha: H.
- Chlumský, J., Fišerová, J., Kociánová, J., Zindr, V., & Koblížek, V. (2013). *Doporučený postup pro interpretaci základních vyšetření plicních funkcí: Aktualizace 2013*. Dostupné online: <http://www.pneumologie.cz/guidelines/>.
- Jirka, J., Popper, J., Havlín, J., Hrnčíř, S., Skočkovský, M., Vaněk, K., ... Pilný, K. (1990). *Malá encyklopedie atletiky*. Praha: OlympiaKodym, M. (1978). *Výběr sportovních talentů*. Praha: Olympia.
- Kolář, P., Bitnar, P., Dyrhonová, O., Horáček, O., Kříž, J., Adámková, M., ... Zumrová, I. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Košťál, V. (2015). *Dýchání: plíce, přenos dýchacích plynů* [online]. [cit. 2017-12-07]. Dostupné z WWW: http://rum.prf.jcu.cz/public/fyziologie_zivocichu/06_Dychani.pdf.
- Kučera, V., & Truska, Z. (2000). *Běhy na střední a dlouhé tratě*. Praha: Olympia.
- Malátová, R. (2012). *Využití svalového dynamometru při korekci svalových dysbalancí v oblasti hlubokého stabilizačního systému páteře*. In Vobr, R. a kol. *Aplikovaná*

- antropomotorika I. Brno: Masarykova univerzita. Dostupné online: <https://publi.cz/books/56/05.html>.
- Malátová, R., & Bahenský, P. (2016). *Intervence dechových cvičení a její vliv na dechový stereotyp*. *Studia Kinanthropologica.*, 17(1), 23-29.
- Máček, M., & Máčková, J. (1995). *Fyziologie tělesných cvičení*. Praha: Onyx.
- Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén.
- Merkunová, A., & Orel, M. (2008). *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Grada.
- Miller, M. R. (2005). *General Considerations for Lung Function Testing*. *European Respiratory Journal* 26, 153 - 161.
- Mourek, J. (2005). *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada.
- Neumannová, K. (2012). *Asthma bronchiale a chronická obstrukční plicní nemoc: Možnosti komplexní léčby z pohledu fyzioterapeuta*. Praha: Mladá fronta.
- Placheta, Z., Siegelova, J., & Štejfa, M. (1999). *Zátěžová diagnostika v ambulantní a klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing.
- Polášek, M. (1990). *Joga osem stupňov výcviku*. Bratislava: Šport.
- Rokyta, R., & Šťastný, F. (2002). *Struktura a funkce lidského těla*. Praha: Tigris.
- Rokyta, R., Bernášková, K., Franěk, M., Kříž, N., Paul, T., Pekárková, I., ... Yamamoto, A. (2008). *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodních a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV.
- Sheskin, D. J. (2007). *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures* (4th ed.). Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC.
- Schmidt, R. F. (1993). *Memorix - Fyziologie*. Praha: Scientia Medica.
- Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2004). *Atlas fyziologie člověka*. Praha: Grada.
- Slavíková, J., & Švíglerová J. (2012). *Fyziologie dýchání*. Praha: Karolinum.
- Šindelářová, R. (2005). *Umíte dýchat?* [online]. In *webmagazin.cz*. [cit. 2017-02-10]. Dostupné z WWW: <http://www.webmagazin.cz/index.php?styp=all&id=2682>.
- Šponar, D. (2003). *Základy práce s dechem*. Dostupné online: http://www.cvicime.cz/pdf/prace_s_dechem.pdf.
- Štumbauer, J. (1990). *Základy vědecké práce v tělesné kultuře*. Č. Budějovice: Pedagogická fakulta.
- Trojan, S., Langmeier, M., Hrachovina, V., Kittnar, O., Koudleková, J., Kuthan, V., ... Wünsch, Z. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada.
- Veltrubská, I., & Chamoutová, K. (1998). *Duševní zdraví*. Praha: Credit.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton.
- Vindušková, J. (2003). *Abeceda atletického trenéra*. Praha: Olympia.

Přílohy

Cviky byly čerpány z následujících knih: Polášek (1990), Hošková & Matoušová (2007), Kombercová & Svobodová (2000) a Bursová (2005).

Příloha 1: První sestava intervenčního programu

Dechová cvičení

Zásada: **nádech i výdech provádíme vždy NOSEM**

Lokalizované dýchání - nácvik

1. Leh na zádech s nohama mírně roznoženými na šířku pánve, pokrčíme nohy, chodidla opřeme o podložku (mírně paty a celá chodidla zatlačíme do podložky, tím vyrovnáme bederní páteř), bradu mírně přitáhneme k hrudníku.

Soustředíme se na svůj dech. Pozorujeme nádech a výdech.

a) **Břišní dýchání (dolní)**. Položíme dlaně na břicho a vedeme svůj dech do břicha. Při nádechu stoupá pod rukama tlak, břicho se lehce vyklenuje nahoru a do stran. Při výdechu břicho klesá a napětí se ztrácí. Opakujeme 10x.

b) **Hrudní dýchání (střední)**. Položíme dlaně na dolní žebra. Zpevněním břišní dutiny při výdechu omezíme břišní dýchání. Následně vedeme svůj dech do oblasti dolních žeber a sledujeme, jak se s nádechem žebra roztahují do stran (prsty rukou se oddalují) a s výdechem se stahují k sobě (prsty rukou se přibližují). Opakujeme 10x.

c) **Podklíčkové dýchání (horní)**. Položíme ruce na horní žebra pod klíční kosti. Vedeme svůj dech do horních částí plic, sledujeme, že se nám při nádechu zvedají hlavně horní žebra a klíčky (hrudník se rozevírá a mírně zvedá, aniž by se zvedala ramena), břicho a spodní žebra se tohoto pohybu téměř neúčastní (stejně jako u hrudního dýchání při výdechu zpevníme břišní svaly a tím omezíme břišní dýchání). Opakujeme 10x.

2. Sed na patách. Paty by měly být přímo pod hýžděmi (chodidla ani paty se nerozestupují). Hlava, ramena i hýždě jsou v jedné rovině, kolmé k zemi. Ruce jsou dlaněmi volně položeny na horní části stehen.

Pokud tato pozice pro cvičence není pohodlná, lze cvičení provádět v tureckém sedu. Uvědomíme si sedací kosti a mírně je zatlačíme do podložky. Hlava se vytáhne za temenem vzhůru, páteř se napřímí, ramena a lopatky stáhneme vzad a dolů směrem k pánvi.

a) **Břišní dýchání (dolní)**. Položíme ruce co nejvýše na stehna hřbetem vzhůru a palec a ukazováček jsou spojeny svými konečky tak, že tvoří kroužek. Ostatní prsty jsou volně natažené a přitažené k sobě. Poté ruce otočíme dlaně položíme na stehna, spojený palec s ukazováčkem směřují do třísel. Pozorujeme, že při nádechu se břicho lehce vyklenuje vpřed a do stran. Při výdechu břicho klesá. Prodýcháváme 10-20x.

b) **Hrudní dýchání (střední)**. Výchozí pozice v sedu na patách zůstává stejná. Palec a ukazováček jsou opět spojeny a vytvářejí kroužek, ostatní tři prsty jsou stočeny do dlaně. Ruka je opět položena dlaní dolů na horní části stehna. Pozorujeme, že nádech i výdech je realizován v dolní části hrudníku v oblasti dolních žeber. Prodýcháváme 10-20x.

c) **Podklíčkové dýchání (horní)**. Výchozí pozice v sedu na patách zůstává stejná. Palec ruky je ohnut do dlaně a je překryt ostatními prsty, které jsou lehce sevřeny v pěst. Ruka je opět položena dlaní dolů na horní části stehna. Pozorujeme, že nádech i výdech je realizován v horní části hrudníku pod klíčními kostmi. Prodýcháváme 10-20x.

V případě bolesti, únavy či křečí v dolních končetinách přejdeme do vzporu klečmo a nohy uvolníme, případně vytřeseeme a následně se vrátíme zpět do sedu na patách či tureckého sedu.

Plný dech - nácvik

Základní pozice: kočka, vzpor klečmo, zkontrolujeme, zda máme kolena pod kyčlemi, které jsou od sebe vzdáleny na šířku pánve a ruce pod rameny, které jsou od sebe vzdáleny na šířku ramen, prsty rukou natočíme mírně k sobě, lokty nejsou propnuté.

Koncentrace: na páteř a vnímání plného dechu (s nádechem nejprve vedeným do břišní oblasti, přes střední hrudní část je nádech veden až do podklíčkové oblasti, hrudník se rozevívá, aniž by se zvedala ramena)

- S nádechem se postupně od kostrče prohýbáme páteř, následně se zvedá hlava do záklonu, pohled směřuje vzhůru
- S výdechem od kostrče pomalu vyhrbujeme páteř, následně skloníme hlavu, pohled směřuje na pupík.
- Vtažením břicha proti bedrům při výdechu podpoříme aktivní vyhrbení v oblasti bederní páteře.
- To samé cvičení provedeme 10x v rytmu svého dechu.
- Poté dosedneme na paty do pozice sedu na patách, pozorujeme náš dech, uvědomujeme si plný dech (s nádechem nejprve vedeným do břišní oblasti, přes střední hrudní část až do podklíčkové oblasti)
- Následně se vrátíme do vzporu klečmo (kočky) dosedneme na paty do kleku sedmo, ruce necháme v prodloužení v předpažení položené na zemi, čelo opřeme o podložku a chvíli relaxujeme. Pozice umožňuje prodýchat zadní část plic, tím nastává masáž břišních orgánů.

Příloha 2: Druhá sestava intervenčního programu

Dechová cvičení II. část

Zásada: nádech i výdech provádíme vždy NOSEM, dýcháme uvolněně bez úsilí s mírným důrazem na výdech, cvičíme POMALU v souladu s dechem, soustředíme se na prováděný pohyb

1. Klek sedmo (sed na patách), paty jsou přímo pod hýžděmi (chodidla ani paty se nerozestupují). Hlava, ramena i hýždě jsou v jedné rovině, kolmo k zemi. Ruce jsou dlaněmi volně položeny na horní části stehna.

- S hlubokým nádechem vzpažíme a protáhneme páteř směrem vzhůru.
- S výdechem položíme ruce na stehna, vyrovnáme páteř, hlava, ramena i hýždě jsou v jedné rovině, kolmo k zemi.
- S nádechem předpažíme a současně přecházíme do kleku (přechod do kleku je pomalý, rovnoměrný, trvá stejně dlouho jako hluboký nádech, hlava je v prodloužení páteře kolmo k zemi, rozšířený hrudník).
- S výdechem pozvolna přejdeme do vzporu klečmo (kočky - paže jsou od sebe na šíři ramen kolmo k zemi, stejně tak stehna jsou od sebe na šířku pánve kolmo k zemi, lokty nejsou propnuté, záda a hlava jsou v jedné přímce), zde setrváme na několik dechů. Jedná se o rytmické hluboké dýchání (můžeme si v duchu počítat na 4doby nádech a na 4doby výdech, rychlost počítání je zhruba v sekundových intervalech)
- Stále si v duchu počítáme a začínáme k tomu přidávat pohyby. S nádechem (na 4doby) jdeme do prohnutí, hrudník je rozšířený, s výdechem (na 4doby) jdeme do vyhrbení, břicho je vtaženo proti bedrům, hlava je skloněna mezi pažemi, směřuje mírně k pánvi. Opakujeme 6x.
- S nádechem si klekneme a zároveň předpažíme.
- S výdechem se posadíme na paty a ruce položíme na stehna

- S nádechem přejdeme zpět do kočky (vzporu klečmo) a dosedneme do kleku sedmo, ruce necháme v prodloužení v předpažení položené na zemi, čelo opřeme o podložku a chvíli relaxujeme.

2. Klek sedmo (sed na patách), paty jsou přímo pod hýžděmi (chodidla ani paty se nerozestupují). Hlava, ramena i hýždě jsou v jedné rovině, kolmo k zemi. Ruce v bok.

- S výdechem volně předkloníme hlavu, záda zůstávají rovná.
- S nádechem přejdeme do kleku, pánev protlačíme dopředu, hlava jde pouze do mírného záklonu.
- S výdechem se zvolna vracíme zpět do sedu na patách, záda zůstávají rovná, mírně vtáhneme břicho proti bedrům, hlavu volně spustíme na hrudník, uvolníme ruce.
- Opakujeme 6x (nádech provádíme alespoň na 4 doby, výdech je delší).

3. Klek sedmo (sed na patách), opřeme se o ruce za zády tak, že ruce položíme na podložku, prsty rukou se dotýkají prstů na nohách.

- S výdechem necháme hlavu volně klesnout k hrudníku, vtáhneme břicho a odlehčíme ruce.
- S nádechem (3-4doby) plynule zdvihněme pánev co nejvýše, hlava je v prodloužení nebo v mírném záklonu.
- S výdechem spustíme pánev dolů a vrátíme se do výchozí pozice.
- Opakujeme 6x.

4. Sed na patách, předkloníme se a opřeme dlaně o podložku těsně před kolena (prsty směřují vpřed). Dlaně zatlačíme do podložky, vyrovnáme záda, zpevníme břišní stěnu, hlava je v prodloužení páteře. Zhluboka dýcháme do hrudníku, prodýcháme 6x, poté spustíme čelo na podložku, paže položíme volně kolem hlavy a ještě chvíli pokračujeme v hlubokém dýchání, relaxujeme.

5. Sed, opřeme se za zády nejprve o jeden loket poté o druhý loket. Na lokty a předloktí přeneseme váhu a hlavu volně zakloníme. Máme vyklenutý otevřený hrudník a zhluboka dýcháme, nohy jsou uvolněné. Prodýcháme 6x. Poté se volně spustíme do lehu na zádech a chvíli relaxujeme.

6. Sed na patách.

- S nádechem zapažíme paže, propleteme prsty na rukách, propneme paže.
- S výdechem přecházíme do předklonu, čelo opřeme o podložku (zůstáváme sedět na patách) a potom začneme zvedat ruce a dokončíme výdech (snažíme se vydat z plic veškerý vzduch).
- S nádechem vracíme ruce zpět na záda (hlava zůstává stále opřená čelem o podložku).
- V této poloze začneme opět vydechovat, a když už jsme u konce výdechu, začneme opět zapažovat (zvedat) ruce a dokončíme intenzivní výdech.
- Opakujeme 6x.
- Nakonec se přes kulatá záda pomalu zvedáme do sedu na patách, hlava se zvedá poslední.

Toto cvičení lze provádět i ve stoji, provedeme předklon a provádíme výše popsané cvičení (varianta pro jedince, kterým nevyhovuje sed na patách)

7. Leh na zádech s nohama mírně roznoženýma na šířku pánve, pokrčíme nohy, chodidla opřeme o podložku (mírně paty a celá chodidla zatlačíme do podložky, tím vyrovnáme bederní páteř), bradu mírně přitáhneme k hrudníku. Ruce podél těla.

S výdechem zvedneme ruce a před tělem (nad břichem) je překřížíme, zavíráme hrudník, abychom vydýchli co nejvíce vzduchu.

- S nádechem vedeme paže přes upažení (otevíráme hrudník do stran), dlaně otáčíme vzhůru, do vzpažení a opět překřížíme ruce.
- S výdechem vracíme paže přes upažení zpět, na závěr ruce opět překřížíme.
- Opakujeme 6x. Pohyb rukou je v souladu s dechem. Vnímáme činnost hrudníku během pohybu rukou.

8. Sed, natažené nohy, dlaně opřeme za zády o podložku, prsty směřují k hýždím.

- S nádechem zvedneme pánev co nejvýše, hlava je v prodloužení, celá chodidla propnutých nohou zatlačíme do podložky. V zádrži dechu v poloze chvíli setrváme.
- S výdechem spustíme pánev zpět do sedu, pokrčíme nohy a rukama se chytíme za kolena (pravou rukou pravé koleno a levou rukou levé koleno) a přitáhneme je k hlavě a zároveň hlavu přitáhneme ke kolenům. Tím stehny stlačíme břicho a dosáhneme hlubokého výdechu. Zároveň si protáhneme záda.
- S nádechem protáhneme nohy, opřeme se za zády o ruce a opět zvedáme pánev.
- Opakujeme 6x.

9. Ve stoji spojném

- Ve stoji spojném s nádechem otočíme dlaně dopředu a plynulým obloukem přes upažení plynule vzpažíme, zkřížíme předloktí nad hlavou a hlavu spustíme do mírného záklonu.
- S výdechem se plynule obloukem přes upažení vrátíme zpět a za zády propleteme prsty rukou natažených paží.
- Pokračujeme ve výdechu dále do hlubokého předklonu, ruce máme volně položeny na zádech, pro dokončení výdechu a vytlačení posledních zbytků vzduchu z plic zapážíme a dlaně vytočíme ven.
- S nádechem dlaně otočíme zpět, paže položíme volně na záda, následně se obrátel po obratli vracíme zpět do stoje. Když dosáhneme vzpřímeného stoje, rozpojíme ruce, dlaně otočíme vpřed a pokračujeme přes upažení do vzpažení, zkřížíme předloktí nad hlavou a hlavu spustíme do mírného záklonu.
- Opakujeme 6x.

10. Leh na zádech.

Varianta A. protažení jedné strany těla:

- S nádechem přes předpažení vzpažíme pravou ruku a protáhneme ji do dálky, zároveň vytáhneme do dálky pravou nohu za patou. S výdechem vracíme pravou ruku přes předpažení zpět do připážení.
- Během cvičení kontrolujeme bederní oblast, aby nedošlo k prohnutí (zvětšení bederní lordózy) bederní páteře, aby se bederní oblast příliš neoddalovala od podložky.
- To samé cvičení provedeme i s levou rukou.

Varianta B. protažení v úhlopříčce těla:

- S nádechem přes předpažení vzpažíme pravou ruku a protáhneme ji do dálky, zároveň vytáhneme do dálky levou nohu za patou. S výdechem vracíme pravou ruku přes předpažení zpět do připážení.
- Během cvičení kontrolujeme bederní oblast, aby nedošlo k prohnutí (zvětšení bederní lordózy) bederní páteře, aby se bederní oblast příliš neoddalovala od podložky.
- To samé cvičení provedeme i s levou rukou a pravou nohou.

Varianta C. protažení obou stran těla současně:

- S nádechem přes předpažení vzpažíme obě ruce a protáhneme je do dálky, zároveň vytáhneme do dálky obě nohy za patami. S výdechem vrátíme ruce přes předpažení zpět do připažení.
- Během cvičení kontrolujeme bederní oblast, aby nedošlo k prohnutí (zvětšení bederní lordózy) bederní páteře, aby se bederní oblast příliš neoddalovala od podložky.

Na závěr zůstaneme uvolněně ležet v lehu na zádech s nohama mírně roznoženýma na šířku pánve, za patami nohy protáhneme do dálky a uvolníme. Paže položíme volně podél těla dlaněmi do podložky, poté dlaně mírně zatlačíme do podložky a zároveň protáhneme směrem k patám, následně uvolníme a otočíme dlaně vzhůru. Bradu přitáhneme mírně k hrudníku. Zavřeme oči. Pozorujeme svůj dech. Relaxujeme.