

**MASARYKOVA UNIVERZITA
FAKULTA SPORTOVNÍCH STUDIÍ**

**VÝZNAM DECHOVÉHO STEREOTYPU
A MOŽNOSTI JEHO OVLIVNĚNÍ
(habilitační práce)**

Autor práce: PhDr. Renata Malátová, Ph.D.

Brno, 2019

Jméno a příjmení autora: PhDr. Renata Malátová, Ph.D.

Název habilitační práce: Význam dechového stereotypu a možnosti jeho ovlivnění

Pracoviště autora: Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Katedra tělesné výchovy a sportu, Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice

Abstrakt

Dýchání je jednou ze základních životních funkcí, která přímo či nepřímo souvisí se všemi fyziologickými funkcemi organismu. Přesto dechu v běžném životě málokdy věnujeme pozornost. Správný dechový stereotyp je zajištěn harmonickou koordinací dýchacích svalů a aktivit všech dýchacích sektorů (dolního, středního i horního). Díky současnému životnímu stylu se s poruchou dechového stereotypu setkáváme velmi často i přes skutečnost, že správné dýchání je nezbytným předpokladem optimálního fungování pohybového aparátu, správného držení těla i psychické pohody. Hlavním dýchacím svalem je bránice, která zároveň plní funkci posturální a je součástí hlubokého stabilizačního systému páteře. Cílem práce bylo ověřit vliv intervenčního programu jógových dechových cvičení na dechový stereotyp zdravých pravidelně sportujících adolescentů. Vyšetření dechového stereotypu bylo realizováno svalovým dynamometrem MD03. Vyšetření dechových funkcí bylo provedeno přístrojem Spirometr Otthon. Za účelem stanovení statistické významnosti byly použity Wilcoxonovy párové testy. Za účelem věcné významnosti byla dále stanovena statistika „Cohenovo d“. Veškeré numerické výsledky byly získány prostřednictvím software MS Excel a R 3.6.2. Výzkumná studie prokázala významný vliv intervenčního programu jógových dechových cvičení na dechový stereotyp sledované skupiny zdravých pravidelně sportujících adolescentů.

Klíčová slova: dechové pohyby, dýchací svaly, posturálně-respirační funkce bránice, hluboký stabilizační systém páteře, dechová cvičení, jóga

Author's name and surname: PhDr. Renata Malátová, Ph.D.

Title of the habilitation thesis: The importance of breathing stereotype and intervention possibilities.

Author's affiliation: University of South Bohemia, Faculty of Education, Department of Sports Studies, Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice

Abstract

Breathing is one of the basic life functions, which is directly or indirectly connected with all physiological body functions. In spite of this, breathing is paid little attention in everyday life. The correct breathing stereotype is taken care of by the harmonic coordination of breathing muscles and the activation of all breathing sectors (lower, middle and upper). Today, we frequently encounter disorders of the breathing stereotype caused by the contemporary lifestyle despite the fact that correct breathing constitutes an essential prerequisite for the optimal mechanics of the musculoskeletal system, the correct body posture as well as mental wellbeing. The diaphragm is the major breathing muscle, which also serves the postural function and forms a part of the deep stabilizing system of the spine. The objective of the present study is to verify the impact of an intervention programme of yoga breathing exercises on the breathing stereotype of healthy adolescents who exercise regularly. The breathing stereotype was examined using muscle dynamometer MD03. Breathing functions were examined by means of Spirometer Otthon. Wilcoxon pair tests were used to determine the statistical significance. Cohen's d statistics was established for the purpose of the substantive significance. All numerical results were obtained using software MS Excel and R 3.6.2. The research study has proven a considerable impact of an intervention programme of yoga breathing exercises on the breathing stereotype of the analysed group of healthy adolescents who exercise regularly.

Keywords: breathing movements, breathing muscles, postural and respiratory functions of the diaphragm, deep stabilizing spine system, breathing exercises, yoga

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem habilitační práci vypracovala samostatně s využitím zdrojů uvedených v soupisu literatury.

Datum.....

.....
PhDr. Renata Malátová, Ph.D.

Poděkování

Tímto bych chtěla moc poděkovat svým rodičům za podporu a pomoc, zejména když byly děti malé. Bez jejich pomoci bych dnes nemohla předkládat habilitační práci. Dále bych chtěla poděkovat svým dětem a hlavně manželovi za podporu, trpělivost a pochopení pro moji obvyklou večerní práci u počítače. Děkuji také PhDr. Petru Bahenskému, Ph.D., kolegovi, se kterým výzkum zaměřený na ovlivnění dechového stereotypu a dechových funkcí realizujeme a dále Ing. Michaelovi Rostovi, Ph.D. za pomoc se statistickým zpracování dat a též probandům, kteří se ochotně zapojili do výzkumu. Poděkování rovněž patří Prof. PaedDr. Pavlu Kolářovi, Ph.D., jenž mne vedl v rámci doktorského studia a předal mi cenné zkušenosti, které využívám dodnes. Děkuji i Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity za finanční podporu, bez níž by výzkum nemohl být realizován.

Obsah

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Obsah | 6 |
| 1 Úvod | 7 |
| 2 Teoretický podklad k problematice dechového stereotypu | 10 |
| 2.1 Dech a jeho význam | 10 |
| 2.2 Dechové pohyby..... | 12 |
| 2.2.1 Mechanika dechových pohybů, anatomický základ..... | 13 |
| 2.2.2 Fyziologie dýchání..... | 35 |
| 2.2.3 Řízení dýchání | 44 |
| 2.2.4 Nerespirační funkce dýchacího systému | 49 |
| 2.3 Dýchání z pohledu jógy..... | 50 |
| 2.3.1 Jóga a dech..... | 50 |
| 2.3.2 Jógová cvičení..... | 61 |
| 2.3.3 Jóga versus tělesná výchova..... | 62 |
| 2.4 Dechový stereotyp a jeho hodnocení..... | 64 |
| 2.5 Poruchy dechového stereotypu a viscerosomatické vztahy | 68 |
| 2.6 Zdravotní tělesná výchova a dechová cvičení | 81 |
| 2.7 Plicní rehabilitace | 85 |
| 2.8 Dechové sektory a inspirační a expirační tlak..... | 88 |
| 3 Cíl práce | 91 |
| 4 Metodika práce | 91 |
| 4.1 Charakteristika souboru..... | 91 |
| 4.2 Sběr dat..... | 92 |
| 4.2.1 Měření Svalovým dynamometrem MD03..... | 92 |
| 4.2.2 Vyšetření dechových funkcí spirometrem Otthon..... | 96 |
| 4.3 Intervenční program | 97 |
| 4.3.1 Zásady dechových cvičení | 98 |
| 4.3.2 Intervenční program jógových dechových cvičení | 99 |
| 4.4 Organizace výzkumu | 113 |
| 4.5 Zpracování dat..... | 114 |
| 5 Výsledky | 116 |
| 5.1 Odpověď na otázku VO1 | 116 |
| 5.1.1 Vyhodnocení hypotézy H1..... | 116 |
| 5.1.2 Vyhodnocení hypotézy H2..... | 124 |
| 5.2 Odpověď na otázku VO2..... | 128 |
| 6 Diskuse | 132 |
| 6.1 Diskuse k otázce VO1 | 132 |
| 6.2 Diskuse k otázce VO2 | 137 |
| 6.3 Limity výzkumné studie | 140 |
| 7 Závěr | 141 |
| Referenční seznam | 142 |

1 Úvod

V naší moderní západní civilizaci věnujeme dechu pozornost především tehdy, když nás ruší a nefunguje tak, jak bychom si přáli. Takzvaných dechových obtíží v současné době velkou měrou přibývá. Důvodem je znečištěné ovzduší, nesprávná strava, přetechnizovanost lidského prostředí a zejména nedostatek pohybu.

Díky svému zaměstnání, kde se jako odborný asistent na Katedře tělesné výchovy a sportu dennodenně setkávám se studenty studijního programu Tělesná výchova a sport, vidím, že i tito jedinci, kteří od útlého mládí sportují a měli by tedy být edukováni ke správnému držení těla, mají bolesti pohybového aparátu. Velmi často se u nich vyskytují funkční poruchy jako důsledek svalových dysbalancí a porucha dechového stereotypu. V praktických hodinách předmětu Zdravotní tělesná výchova, kdy se věnujeme nácviku správného dechového stereotypu, bývají studenti často překvapeni, že některý z dechových sektorů nejsou schopni aktivovat, že nedýchají správně.

Stejně tak i já, ve své dlouholeté sportovní praxi, jako žákyně Základní sportovní školy a následně studentka Sportovního gymnázia v Plzni a členka střediska vrcholového sportu, jsem se s cílenými dechovými cvičeními nesetkala. Většinou se informace, týkající se dechu, omezovaly na povel „dýchejte zhluboka“, ale jak tento povel vykonat správně, řečeno nebylo.

Dýchací systém je v úzkém aktivním spojení s vnějším prostředím, ze kterého přijímáme kyslík a zpět vydáváme oxid uhličitý. Většina populace si vlastní dýchání, svůj dechový stereotyp, vůbec neuvědomuje, tedy ani je nenapadne, že by se zde mohl vyskytovat problém. Pravděpodobně tato skutečnost nastává právě díky tomu, že dýchání je naše základní životní funkce. Jedná se o biologický proces, který přímo či nepřímo souvisí se všemi fyziologickými funkcemi organismu. Každá živá buňka našeho těla potřebuje kyslík, aby v ní mohla probíhat látková přeměna. Dýchat znamená žít. Jedná se o trvalý děj, kdy prvním vdechem novorozence život začíná a posledním výdechem život končí. Mezi tím probíhají miliony nádechů a výdechů, které všemi možnými způsoby ovlivňují náš život.

Když se na dýchání zaměříme, můžeme vypořádat, že dýchací ústrojí pracuje jako čerpadlo na základě změn tlaku v plicích. Správné dýchání zahrnuje harmonickou koordinaci dýchacích svalů. Dýchání založené na špatných pohybových návycích má negativní vliv na náš organismus. Snižuje se výkonnost plic a omezuje se přívod kyslíku do buněk. Organismus je nedostatečně vyživován, jeho funkce se zpomalují a vznikají obtíže, jako je únava, nespavost, metabolické poruchy a další.

O problematiku dechového stereotypu jsem se hlouběji začala zajímat díky absolvování konference v roce 2013, kterou pořádala Společnost pro myoskeletální medicínu České lékařské společnosti J. E. Purkyně, s názvem Poruchy dechového stereotypu, kde hlavním zvaným přednášejícím byl světově uznávaný specialista na tuto problematiku Dr. Leon Chaitow a dále mne oslovily vystoupení prof. PaedDr. Pavla Koláře, Ph.D. a PhDr. Jiřího Čumpelíka, Ph.D. Celkově tato konference, jejíž součástí byly i praktické semináře, pro mě byla velmi inspirativní.

Zároveň předloženou práci s názvem „Význam dechového stereotypu a možnosti jeho ovlivnění“ navazuji na disertační práci s názvem „Objektivizace léčebných metod v oblasti hlubokého stabilizačního systému páteře“, neboť bránice, jako hlavní dýchací sval, je součástí hlubokého stabilizačního systému páteře, kde plní zároveň funkci posturální.

Hluboký stabilizační systém páteře představuje svalovou souhru, která zabezpečuje stabilizaci, neboli zpevnění páteře během všech pohybů (doprovází každý pohyb horních a dolních končetin) a je aktivován i při jakémkoliv statickém zatížení (stojí, sedí apod.). Na stabilizaci se v důsledku svalového propojení podílí vždy celý svalový řetězec. Změny zapojení svalů do stabilizace jsou jedním z hlavních důvodů vzniku vertebrogenních obtíží, se kterými souvisí i změna dechového stereotypu (Kolář & Lewit, 2005).

Tato fakta mě vedla k hlubšímu studiu daných jevů a byla jedním z důvodů, proč jsem se začala věnovat józe, neboť správné dýchání je základem jógové praxe. Dalším důvodem, který mě přivedl k józe, je skutečnost, že většina prezentovaných cvičení ve zdravotní tělesné výchově svou podstatou vyhází z jógových cvičení.

Na základě studia a rozboru odborné literatury věnované problematice poruch dechového stereotypu, můžeme říci, že jsou uváděna fakta, která souvisí se změnou dechového vzoru v souvislosti s onemocněním dýchacího nebo kardiovaskulárního systému či v novějších publikacích i v souvislosti s bolestmi pohybového aparátu, ale nenašli jsme publikaci, kde byl prováděn výzkum na zdravých jedincích. I Courtney (2009) uvádí, že předložit důkaz, že dechové terapie opravují dysfunkce dýchání a podporují funkce dýchání, je relativně vzácný, jelikož výzkum má v současné době tendenci soustředit se spíše na onemocnění a psychologické následky než na zkoumání působení na dýchací parametry. Z uvedeného důvodu nás zajímalo, jaký dechový vzor bude převládat u zdravých jedinců a jak daný dechový vzor bude reagovat na intervenci dechových cvičení.

Cílem práce bylo vyšetřit průběh dechové vlny svalovým dynamometrem MD03, tedy aktivaci jednotlivých dechových sektorů, během klidového a prohloubeného dýchání u zdravých

jedinců, kteří se pravidelně věnují sportovní aktivitě. Dále aplikovat cílená dechová cvičení a vyhodnotit vliv intervence na dechový vzor.

2 Teoretický podklad k problematice dechového stereotypu

2.1 Dech a jeho význam

Dech je pro nás přirozený a spontánní. Přestože je dýchání zdrojem života, zřídka mu věnujeme pozornost. Nemyslíme na to, jak dýcháme, ani na vliv, jaký to má na náš život. Dokonce často zapomínáme, že vůbec dýcháme. Přitom náš život je na dýchání závislý. Jak je tedy možné, že v běžném životě dechu věnujeme tak málo pozornosti (Hall, 2016)?

Rovněž další autoři uvádí, že dýchání je ústředním aspektem celého našeho bytí a jednou z našich nejdůležitějších životních funkcí. Poruchy dechového stereotypu mohou být prvním příznakem toho, že v rámci našeho těla něco není zcela v pořádku, ať už se jedná o muskuloskeletální, fyziologické nebo psychické dysfunkce (CliftonSmith & Rowley, 2011).

Dech v každé době odráží naše duševní rozpoložení. Naše nálady, jako je například zlost, strach, agrese, stres stejně jako radost, láska a harmonie, vyvolávají řetězovou reakci tělesných pochodů, které na naše zdraví často působí přes mnoho rovin. Správně zvolené dýchání může eliminovat negativní působení některých nálad a náš organismus harmonizovat (Schirner, 2003).

Dech byl od pradávna spojován s nehmotným duchem oživující tělo. V řecké filosofii mu byla přidělována vlastnost rozumu, tvořícího nehmotného rozumového průvodce duše, která byla úzce spojována s životními funkcemi odcházejícími při smrti spolu s tělem. Duch však neodchází s tělem, protože je nehmotný. Z tohoto důvodu je i dnes zdůrazněn jak metabolický význam dechu, tak i jeho předpokládaný vztah ke spirituálním (duchovním) dějům a rozumovým činnostem, které se nadřazují nad děje živočišné (animální), (Véle, 2012).

Už od pradávna lidé objevují a poznávají sílu uvědomování si svého dechu a věnují proto velkou pozornost dechovým cvičením. Dechová cvičení jsou historicky provázána i se vznikem a vývojem tělovýchovných škol, filozofických směrů či různých kultur, ale nacházíme je i ve spojitosti s lékařskými vědami (CliftonSmith & Rowley, 2011).

V klasické čínské medicíně se tvrdilo, že čchi (vitální energie) je v celém těle řízena plícemi. Zároveň byl chápán neoddělitelný vzájemný vztah mezi srdcem a plícemi, kdy srdce řídí krev a plíce čchi a dýchání. Specifické způsoby dýchání byly používány při meditacích. Rozlišovalo se dýchání taoistické a budhistické. I v dalších zemích východní Asie byla velká pozornost věnována dýchání, a to zejména v rámci jógy. V Evropě, v době antiky, Hippokrates, který se narodil okolo roku 460 před naším letopočtem na ostrově Kos a je považován za zakladatele vědecké racionální medicíny, tvrdil, že celé tělo vdechuje a vydechuje. Galén (130–201 našeho letopočtu), jeden z nejznámějších starověkých římských lékařů, svým pacientům s poruchami

dýchání doporučoval i zpěv. Avicenna, významný středověký arabský lékař, ve svém díle Kánon medicíny, které vzniklo kolem roku 1030 našeho letopočtu, věnoval celou jednu část dýchání (Opavský, 2017; Tesařová, 2012).

Fitzgerald & Cherniack (2012) píše, že ačkoli obdiv k záhadnému fenoménu dýchání začal před více než dvěma tisíciletími, tak seriózní fyziologické zkoumání jeho řízení je velmi mladé. Vzestup chemie v 18. století objasnil role plynů významných v respiračním chování. Bylo potřeba více času k pochopení toho, jaké plyny vyvolaly zvýšení dýchání a jak tyto plyny působí. Řízení dýchání se tak dostává do popředí zájmu. Až v polovině 20. století, se začíná objevovat snaha o matematizaci proměnných související s řízením dýchání.

I v dalších studiích se uvádí, že od přelomu století západní medicína bere na vědomí významnou roli dechu v našem zdraví (CliftonSmith & Rowley, 2011). V nedávné době výzkumy odhalily zásadní roli, kterou hraje dech jak v našem zdraví, tak i v nemocech (Gosselink, 2004; Courtney, 2009; Chaitow, Bradley & Gilbert, 2014). Koncept dysfunkčního dýchání nebo poruch dechového stereotypu (PDS) byl definován pro popis chybných podob dechových stereotypů vyvolávajících různé symptomy (CliftonSmith & Rowley, 2011). Stanovení a popis PDS je stále se vyvíjející proces, různé obory poskytují specifické úhly pohledu a jsou podkladem pro multidimenzionální porozumění mnohostranné funkce dýchání (Chaitow, Bradley & Gilbert, 2002). Výzkumy nám poskytují nové poznatky, které vyzdvihují komplexní přístup v optimalizování poruch dechového stereotypu (Chaitow, Bradley & Gilbert, 2014). V současné době roste zájem o dopad dysfunkcí dýchání na běžné zdravotní potíže jako je astma, chronické bolesti zad a hlavy, posturální stabilitu, kardiovaskulární choroby, pocity úzkosti a deprese. Proto jsou dechové terapie stále častěji používány jako komponenty léčebných metod zmíněných zdravotních potíží.

V celostní manuální terapii je již dlouho uznáváno, že dýchání je běžně poškozenou funkcí těla, která pokud není léčena, může mít rozsáhlý vliv na funkci a strukturu těla. Dále se uvádí, že ačkoli jsou poruchy dechového stereotypu běžné, jsou často přehlíženy a pokud nejsou odhaleny a léčeny, vedou ke zbytečným komplikacím zdravotního stavu. Výskyt těchto dysfunkcí v běžné populaci je odhadován na 5–11 %, u astmatiků na 30 % a u lidí s psychickými problémy až na 83 % (Courtney, 2009; Chaitow, Bradley & Gilbert, 2014; Boulding et al., 2016).

Z uvedeného plyne, že problematika dechového stereotypu je v současné době velmi aktuální. Jak již bylo zmíněno, skutečností je, že dýchání je jednou ze základních životních funkcí. Jedná se o biologický proces, který přímo či nepřímo souvisí se všemi fyziologickými funkcemi organismu. Víme, že každá činnost těla je s dechem úzce spjata, a kvalita dechových funkcí má

rozhodující vliv na naše zdraví. Současný nepřírozený způsob života vedoucí k omezení přirozené pohybové aktivity, sedavé zaměstnání a pasivní trávení volného času vedou ke skutečnosti, že dnešní člověk neumí dýchat. Jen málo lidí dýchá plně. Pravěký člověk, který žil v přirozených podmínkách se nemusel učit dýchat. Námaha lovu, boj s přírodními živly, pobyt na čerstvém vzduchu a přirozené tělesné pohyby jej instinktivně nutily dobře dýchat (Haichová & Yesudian, 2014).

Dnes se dechové obtíže vyskytují napříč celým spektrem populace. S poruchou dechového stereotypu se setkáváme velmi často i přes skutečnost, že správné dýchání je nezbytným předpokladem optimálního fungování pohybového aparátu, správného držení těla i psychické pohody. Chaitow, Bradley & Gilbert (2014) zastávají názor, že funkce a struktura jsou spolu tak úzce spojeny, že pokud dojde k změně jednoho z těchto aspektů, povede to zákonitě i ke změně druhého z nich. Jako klíčový faktor způsobující PDS uvádí strukturní nedostatky jako například špatné držení těla. Nesprávné dýchání dále může být způsobeno blokádami obratlů a žeber, špatnou funkcí dechových a stabilizačních svalů, alergiemi, onemocněním plic, srdeční slabostí a především nadměrným stresem. Pokud podněty způsobující nevhodný dechový stereotyp působí příliš dlouho, porucha se zafixuje a je nutné ji vědomým korigováním (např. cíleným dechovým cvičením) odstranit.

Vzhledem k vícerozměrnosti dýchání se v klinické praxi pro stanovení dysfunkčního dýchání doporučuje využít vícerozměrné hodnocení. To zahrnuje ventilační parametry, vyšetření dechových pohybů a hodnocení subjektivních pocitů. Pro kvantifikaci a hodnocení normality subjektivních pocitů se používá dotazník Nijmegen (Dixhoorn & Folgering, 2015; Chaitow, Bradley & Gilbert, 2014).

Abychom mohli hodnotit ventilační parametry a dechové pohyby jak v klinické, tak v tělovýchovné praxi, je velmi důležité znát dechovou mechaniku.

2.2 Dechové pohyby

Zhruba 10 až 15 dechových cyklů za minutu, což představuje téměř 21 000 dechových cyklů za den, které vykoná průměrný člověk, jsou umožněny tím, že dýchací svaly, napojené na stěnu hrudníku, mění jeho tvar (Courtney, 2009).

Hlavní úlohou dechových pohybů je výměna plynů mezi organismem a vnějším prostředím. Tato výměna je nutná pro udržení metabolických dějů, které zajišťují základní životní procesy. Neméně důležitou úlohu plní dechové pohyby i při komunikaci řečí se sociálním prostředím. Dechové pohyby se rytmicky opakují, ovlivňují tak držení těla a podílejí se na posturální funkci.

Rytmicita dechových pohybů ovlivňuje i dráždivost nervové soustavy. Při nádechu je nervová soustava stimulována a současně je stabilizována postura. Během klidného výdechu dochází k útlumu a relaxaci. Při aktivním výdechu proti odporu je však nervová soustava opět stimulována a postura je stabilizována. Dechové pohyby spojené s dýcháním zároveň ovlivňují i stav mysli. Proto se dechová cvičení využívají jako terapeutický prostředek k léčbě poruch držení těla i k ovlivnění mysli. Dýchací pohyby působí i v oblasti břišní dutiny, kdy rytmické střídání nádechu a výdechu masíruje břišní orgány a podporuje jejich funkci (Véle, 2006; Véle 2012).

Dechové pohyby provází současně tři odlišné procesy. Prvním z nich je proces mechanický, jedná se o mechaniku dechových pohybů. Druhým je fyziologický proces, kdy jde o výměnu plynů a změny dráždivosti centrální nervové soustavy (CNS). Poslední proces, který probíhá při dýchacích pohybech, je řídicí. Jedná se o řízení dechových a posturálních pohybů s účastí nervové soustavy včetně vlivu na psychiku, svaly a vnitřní orgány (Véle, 2012).

Stejně tak i Dixhroorn (1994) popsal dýchání jako soubor třech funkcí. První z nich je respirační funkce zajišťující výměnu plynů a s tím spojené dorozumívající se projevy jako je řeč a čich. Druhá funkce zajišťuje muskuloskeletální pohyb zahrnující pohyb tělních tekutin a udržování mobility a stability trupu a třetí funkcí je vědomé uvědomění těla (Dixhroorn, 1994; CliftonSmith & Rowley, 2011).

2.2.1 Mechanika dechových pohybů, anatomický základ

Mechanika dechových pohybů vychází z anatomického, tedy strukturálního podkladu opěrného systému a z aktuálního stavu výkonné složky pohybu, tedy svalové soustavy, a je závislá na kinematice hrudníku a břišní stěny.

Dechová mechanika z pohledu fyzioterapie a zdravotní tělesné výchovy je zaměřena na dechové svaly. Pohybový systém umožňuje dýchání tím, že pohybuje hrudníkem a plícemi. Pohybová soustava musí koordinovat specifickou respirační motoriku s ostatní pohybovou funkcí těla. Tato úloha je tak složitá a přitom vitální, že by byl zázrak, aby nedocházelo k poruchám se závažnými následky (Lewit, 2003).

Dýchací systém rozdělujeme na horní a dolní cesty dýchací. Horní cesty dýchací tvoří dutina nosní, orofaryng a laryng. Dolní cesty dýchací jsou složeny z trachey, bronchů, bronchiolů a alveolů. Porucha v jakékoli části dýchacích cest může vést k poruše dýchání s různými projevy (Neumannová et al., 2018).

Slováková et al. (2000) píší, že vdechnutý vzduch prochází nosem a nosohltanem, kde se ohřeje na 36,5 °C a obohatí se o vodní páry na 100 %, pokračuje průduškami až po alveoly. Při

výdechu se hrudník vrací do původní polohy a přebytečný vzduch odchází z alveolárního prostoru přes dýchací cesty ven.

Dýchací orgány jsou uloženy v hrudníku, který se skládá z kostěného základu a svalů. Hrudník (*thorax*) plní dvě základní funkce. První funkcí je, že vytváří pevnou, elastickou a prostorovou schránku pro srdce, plíce, velké cévy, jícen a další orgány mezihrudí. Druhá funkce hrudníku je dána pohyblivými složkami skeletu, které tvoří rigidní oporu pro svaly zabezpečující dýchací pohyby i při současných pohybech hrudní páteře. Kostra hrudníku je složena z dvanácti hrudních obratlů, dvanácti párů žeber a z nepárové ploché v předu uložené hrudní kosti. Kosti jsou vzájemně spojeny vazy, chrupavkami a klouby a ohraničují spolu se svaly dutinu hrudní, *cavitas thoracis*. Hrudní dutina je bránicí oddělena od dutiny břišní a kraniálně komunikuje s prostorem a útvary na krku (Dylevský, 2009; Dylevský, Kubálková & Navrátil, 2001).

Kolář et al. (2009) uvádějí, že hrudník tvoří *punctum fixum* pro svaly s převodním vlivem na horní a dolní končetiny. *Punctum fixum* tedy znamená, že jedna z úponových částí svalu je zpevněna (vlivem zpevňovací aktivity jiných svalů), aby druhá úponová část svalu mohla provádět v kloubu pohyb (*punctum mobile*).

Hrudník formuje horní část trupu a má přední část, tedy hrud' neboli prsa (*pectus*) a záda (*dorsum*). Hrudník novorozence má kuželovitý tvar s téměř kruhovitým tvarem průřezu. Tvarově se dětský hrudník dospělému začíná podobat mezi 6.–8. rokem života. V dospělosti kostra hrudníku má tvar ventrodorzálně zploštělého komolého kužele, se širší základnou obrácenou dolů a s páteří prominující dovnitř hrudní dutiny. K těmto změnám dochází po narození v době, kdy se dítě učí stát a chodit, tedy s postupným napřimováním těla. Tvar hrudníku ovlivňuje i sklon a zakřivení žeber (Dylevský, 2009; Kučera et al., 1997; Dylevský, Kubálková & Navrátil, 2001).

Dlouhý (astenický) tvar hrudníku je charakteristický svým výrazným předozadním oploštěním, svěšenými žebry a úzkými mezižeberními prostorem. Vyznačuje se poměrně značnými dýchacími exkurzemi, tedy rozdílem mezi délkou obvodu hrudníku při nádechu a při výdechu, a poměrně dobrou ventilační výkonností. Tento typ hrudníku se nejčastěji vyskytuje u hubené populace. Opakem je hrudník soudkovitý, pro který je typické horizontální postavení žeber se širokými mezižeberními prostorem. Vyznačuje se malými rozdíly v dýchacích exkurzích a malou ventilační výkonností. Vzhled hrudníku připomíná trvalé inspirační postavení (Dylevský, 2009; Dylevský, Kubálková & Navrátil, 2001).

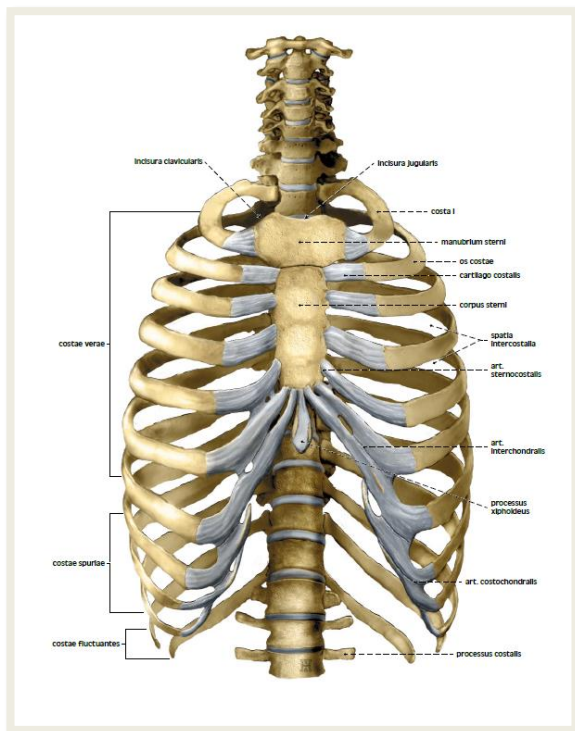
Hrudní kost (*sternum*) je plochá nepárová kost na přední straně hrudníku, která fixuje žebra a uzavírá horní stěnu. Je skloubena se sedmi páry pravých žeber a s klíčními kostmi. Má tři

hlavní složky: tělo kosti hrudní (*corpus sterni*), rukojeť kosti hrudní (*manubrium sterni*), mečovitý výběžek (*processus xiphoideus*). Je hmatatelná v celém jejím rozsahu. Svojí tuhostí sternum optimalizuje pružnost hrudníku a účastní se na dýchacích pohybech žebíř (Čihák, 2001).

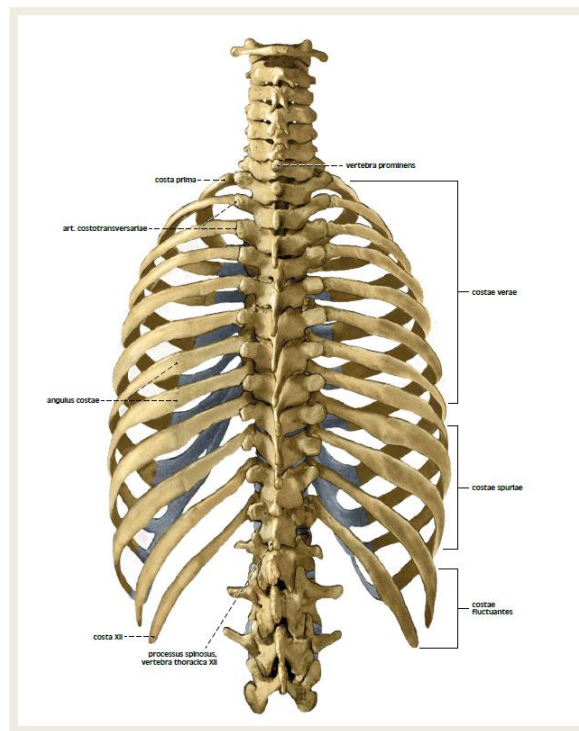
Hrudní páteř je tvořena dvanácti hrudními obratli (*vertebrae thoracicae*). Těla hrudních obratlů (*corpus vertebrae*) jsou poměrně dosti vysoká a v předozadní rovině dosti hluboká. Jejich výška se kraniokaudálně zvětšuje a pohybuje se mezi 20–25 mm. Otvory v hrudních obratlích (*foramen vertebrale*) jsou okrouhlé. Na konci příčných výběžků (*processi transversi*), které jsou delší a zaoblené, jsou kloubní plošky pro skloubení s hrbolky žebíř (*fovea costalis processus transversus*). Na těle hrudního obratle jsou jamky pro skloubení s hlavicí žebíř (*fovea costalis superior, fovea costalis inferior*), (Čihák, 2011; Dylevský, 2009).

Součástí hrudního koše je dvanáct párů žebíř (*costae*), která jsou kloubně připojena k hrudním obratlům. Žebro (*os costale*) se skládá z větší kostěné části a menší chrupavčité části. Rozlišujeme žebíř pravá (prvních sedm párů), která jsou na konci svých chrupavek přímo skloubena s hrudní kostí, a žebíř nepravá (8.–10. pár), která jsou vpředu svými chrupavkami skloubená s chrupavkami žebíř předešlých a dále žebíř volná (11. a 12. pár), která končí volně ve svalovině břišní stěny (Čihák, 2011; Rokyta & Šťastný, 2002).

Pro kinetiku (pohyb) žebíř má zásadní význam zakřivení žebíř, která jsou zakřivena trojím způsobem, a to plošně na obvodu hrudníku, dále podle dolní hrany (položíme-li žebro hranou na podložku, pak se jí dotýká pouze ve dvou místech) a třetí způsob představuje torze žebíř (zevní plocha žebíř stojí vzadu svisle, vpředu je obrácena šikmo vzhůru a dopředu), (Dylevský, 2009; Kučera et al., 1997). Žebíř jsou pohyblivě (kloubně) spojena s páteří a hrudní kostí. *Articulationes costovertebrales* spojují vzadu žebíř s páteří. Toto spojení je dvojího typu. První, *articulationes capitum costarum*, spojují hlavice žebíř s těly obratlů. Druhé, *articulationes costotransversariae*, spojují hrbolky žebíř s příčnými výběžky obratlů. Spojení žebíř se sternem zajišťují *articulationes sternocostales*. Kolář et al. (2009) uvádí, že *articulationes interchondrales* vzájemně spojují chrupavky 7.–10. žebíř. Dylevský (2009), Kučera et al. (1997) a Čihák (2011) uvádějí, že *articulationes interchondrales* vzájemně spojují chrupavky 6.–10. žebíř. *Articulationes interchondrales* zároveň slouží k připojení nepravých žebíř k chrupavkám žebíř předchozích. Souvislá kloubní pouzdra se netvoří a pohyblivost těchto spojů je minimální. *Articulationes costovertebrales* i *articulationes costotransversariae* mají krátká a tuhá pouzdra, která nedovolují velké pohybové exkurze.

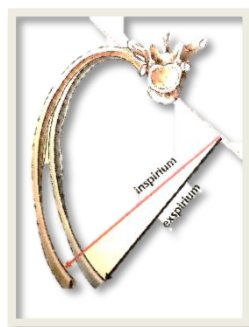


Obr. 1a. *Thorax*, pohled zředu (Grim, Naňka & Helekal, 2014, s. 223).

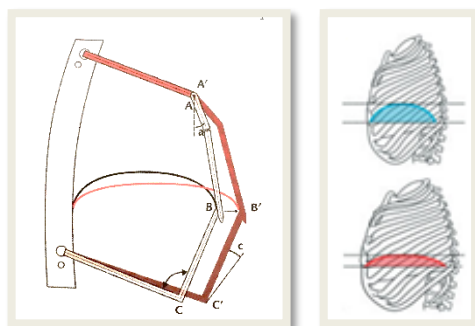


Obr. 1b. *Thorax*, pohled zezadu (Grim, Naňka & Helekal, 2014, s. 226).

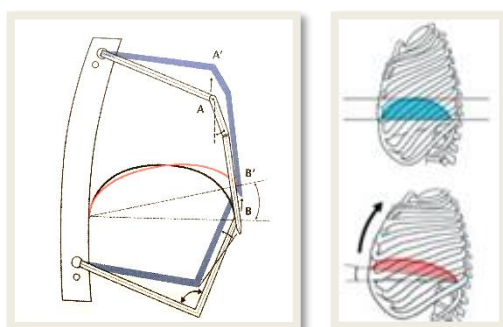
Žebra se při dýchání zdvihají, klesají a otáčejí kolem osy kostovertebrálních kloubů. Zároveň se přední konce žeber zdvihají (i s hrudní kostí) a v předozadním směru zvětšují hrudní dutinu. Tento pohyb je nejvydatnější u 6.–8. žebra. První tři páry žeber se pohybu příliš neúčastní. Osa žebního krčku se u dolních žeber sklání dozadu a zevně, proto se při pohybu dolních žeber rozšiřuje hrudní dutina i v příčném směru. Zvětšování hrudní dutiny v předozadním směru nazýváme horním typem dýchání; zvětšování v příčném směru dolním typem dýchání. Svoji roli při zvětšování hrudní dutiny hraje i rozdílné zakřivení žeber (Dylevský, Kubálková & Navrátil, 2001; Dylevský, 2009; Kučera et al., 1997; Kolář et al., 2009).



Obr. 2. Pohyby žeber v kostovertebrálních kloubech. Elevace žeber zvětšuje předozadní rozměr hrudníku (Kolář et al., 2009, p. 132).



Obr. 3. Brániční dýchání. Sternum se pohybuje ventrálně (BB') bez vertikálního souhybu (AA'). Pohyb se děje ve sternoklavikulárním skloubení (Kolář et al., 2009, p. 133; Kolář, 2006, s. 163).



Obr. 4. Kostální dýchání. Sternum se pohybuje kraniálně (BB', AA'). Pohyb se děje akromioklavikulárním skloubení (Kolář et al., 2009, p. 133; Kolář, 2006, s. 163).

Jak již bylo uvedeno, žebra se během pohybů hrudníku v průběhu dýchání zdvihají a klesají kolem osy vycházející ze středu hlavice žebra šikmo dorzolaterálně do kostotransverzálního kloubu. Obdobný pohyb vykonávají i při aktivaci svalstva během zpevnění trupu, tedy nezávisle na dýchání. Protože jsou žebra spojena s hrudní kostí, musí být jejich pohyb vždy spojen i s pohybem hrudní kosti. Při fyziologickém pohybu se hrudní kost pohybuje dopředu (obr. 3.) nikoli kraniálně (obr. 4.). S kraniálním pohybem hrudní kosti se setkáváme u paradoxního typu dýchání. Při fyziologickém pohybu se zapojují hlavní dýchací svaly, tedy bránice a mezižební svaly, bez aktivace pomocných dýchacích svalů. Pohyb sternu probíhá ve sternoklavikulárním skloubení. Dutina hrudní se zvětšuje dopředu a vlivem zakřivení žeber současně i do stran. V oblasti *manubria* a prvních žeber jsou dýchací a stabilizační pohyby minimální. Největší pohyb je zaznamenán u nejdelších žeber (7. a 8. žebra). Při nefyziologické situaci, vertikálním pohybu sternu (hrudníku), probíhá při dýchání a během stabilizace pohyb v akromioklavikulárním kloubu (Kolář et al., 2009).

Je třeba zmínit, že v hrudníku jsou uloženy plíce, na jejichž povrchu je lesklá, hladká a průhledná blána – poplicnice (*pleura visceralis*), která v plicních hilech přechází v nástěnnou pohrudnici (*pleura parietalis*). Pohrudnice s poplicnicí vytvářejí kolem každé plíce uzavřenou

pohrudniční dutinu (*cavitas pleuralis*). Plíce uzavřené v těchto prostorech jsou ve stavu trvalého elastického napětí, které působí směrem k plicnímu hilu. Tímto tahem vzniká v pohrudniční štěrbině nižší tlak, než je tlak v plicních sklípcích a v průduškách. Při kontrakci vdechových svalů (především bránice) se zvětšuje obvod celého hrudníku, zvláště v předozadním směru. Pohrudnice následuje pohyb hrudní stěny i bránice a zvětšuje se tak i prostor pohrudniční dutiny, ve které dále klesá tlak. Pružná plicní tkáň je rozpínána nejen vlastní elasticitou, ale i vyšším vnitřním tlakem v plicních sklípcích, než je tlak v pohrudniční dutině, a následuje proto pohyb hrudní stěny. Dýchací trubici je přitom nasáván do plic vzduch (Dylevský, 2011).

V kinetice hrudníku se většinou zdůrazňuje výše uvedený charakteristický pohyb žeber. Ale velmi významná je i kinematika hrudního oddílu páteře v závislosti na souhře celého axiálního (osového) systému, kde axiální systém chápeme jako součást (podsystem) pohybové soustavy zajišťující stabilitu a pohyb trupu. Páteř tak zabezpečuje statickou stabilitu a svaly a vazy pak dynamickou stabilitu (Dylevský, 2009).

Z hlediska kineziologie je páteř nejdůležitější částí kostry, ve které má odezvu prakticky každý pohyb trupu, končetin i hlavy. Pohybový segment páteře je její základní funkční jednotkou. Skládá se ze dvou sousedících polovin obratlových těl, páru meziobratlových kloubů, meziobratlové destičky, fixačního vaziva a svalů. Z funkčního hlediska má pohybový segment tři základní komponenty. První, nosnou a pasivně fixační komponentu, tvoří páteř a páteřní vazy. Druhou, hydrodynamickou komponentu, tvoří meziobratlová destička a cévní systém páteře. Třetí, kinetickou a aktivně fixační komponentu, tvoří klouby a svaly. Pohyb je realizován díky ploténkám a intervertebrálním kloubům. Tvar a sklon jejich kloubních plošek pohyb přesně limituje (Kučera et al., 1997).

Z funkčního hlediska pak páteř rozdělujeme na horní krční sektor (kraniocervikální), který zahrnuje atlantookcipitální spojení a sahá od prvního krčního ke třetímu až čtvrtému krčnímu obratli. Dále na dolní krční sektor (cervikobrachiální) tvoří segmenty C₃₋₄ až Th₄₋₅. Poté na horní hrudní sektor (cervikotorakální, horní hrudník), který zahrnuje anatomický přechod krční a hrudní páteře (C₇–Th₁), horní hrudní aperturu a hrudní obratle až k Th₆₋₇. Následně na dolní hrudní sektor (dolní hrudník), který sahá od Th₆₋₇ k L₁₋₂. V tomto vymezení je zahrnuta i dolní hrudní apertura. Tento sektor má bezprostřední vztah k bránici, a tedy i k dýchacím funkcím a promítají se zde i procesy z některých retroperitoneálních orgánů, především ledvin a slinivky břišní. Dále rozlišujeme horní bederní sektor (thorakolumbální) je anatomicky vymezen přechodem hrudní a bederní páteře (Th₁₂–L₃), který souvisí i s dolním hrudním sektorem a realizuje tzv. břišní dýchání, ale promítají se do něj i poruchy dolních břišních orgánů a orgánů

z horních etáží pánve. Přechodným segmentem je L₃, který představuje i funkční předěl mezi účinkem svalů upínajících se na skelet hrudníku a svalů jdoucích k pánvi. Poslední částí funkčního dělení páteře je dolní bederní sektor, který je přechodem mezi L₄ až S₁ a realizuje se zde přenos sil z axiálního skeletu do struktur pánevního kruhu (Dylevský, 2009).

Pohyby páteře zahrnují předklon a záklon (flexe a extenze), úklony (lateroflexe), otáčení (rotace, torze) a krouživé pohyby jako kombinace flexe, extenze a lateroflexe (krční a bederní páteř). Mezi jednotlivými obratli je rozsah pohybu malý. Výsledný pohyb daného úseku páteře je dán součtem dílčích pohybů. Za fyziologických podmínek pohyb začíná pohledem očí za určitým podnětem, potom následuje hlava, krk, trup a končetiny. Z postavení a tvaru kloubních ploch krční, hrudní a bederní páteře vyplývá odlišná pohyblivost zmíněných úseků páteře (Kolář et al., 2009).

Páteř je zakřivena v rovině sagitální a frontální. V rovině sagitální je dvakrát esovitě prohnutá, a to konvexitou vpřed, kdy vzniká krční lordóza s vrcholem mezi třetím a čtvrtým krčním obratlem a bederní lordóza s vrcholem v pátém bederním obratli. Druhá konvexita páteře je vzad, kdy vznikne hrudní kyfóza s vrcholem mezi pátým až šestým hrudním obratlem. Zřetelné úhlovité zalomení na přechodu posledního bederního obratle a křížové kosti s prominující meziobratlovou ploténkou se nazývá předhoří, promontorium. Křížová kost pak pokračuje dozadu konvexním obloukem a je kyfoticky zakřivena (Kolář et al., 2009).

Zakřivení páteře se postupně vyvíjí. U fétu je páteř kyfoticky zakřivena do oblouku, u novorozence je tomu obdobně. Lordózy se vytvářejí později, zpočátku nejsou stabilní a fixují se po 5. roku věku dítěte. Esovitě zakřivení páteře zvyšuje pružnost páteře a umožňuje pérovací pohyby při doskoku. Zakřivení páteře v sagitální rovině má zásadní význam pro posturální funkce. Z funkčního hlediska je nejdůležitější posturální vyváženost, tedy udržení vzpřímeného držení těla minimální svalovou aktivitou. Posturální vyváženost je závislá na kvalitě řídicích mechanismů (Kolář et al., 2009).

Stabilita osového systému znamená schopnost udržet klidovou konfiguraci páteře, danou tvarem obratlů a zakřivením páteře jako celku, a toto základní postavení udržet i při fyziologickém rozsahu pohybu. Statická stabilita osového systému je podmíněna třemi stabilizačními pilíři páteře. Přední pilíř tvoří obratlová těla s meziobratlovými destičkami provázanými podélnými vazy. Dva postranní pilíře formují kloubní výběžky, pouzdra intervertebrálních kloubů a vazy svazující sousedící obratle. K systému statické stabilizace páteře patří i pletence horní a dolní končetiny a kostra hrudníku. Dynamická stabilita osového systému je zajišťována pružností axiálních vazivových struktur a svaly. Vazivo tvoří pružný skelet svalů, jejich fasciální

obaly i úponové šlachy. Ve vazivu se akumuluje část energie, kterou generují svaly při své aktivitě, a vazivo svojí pružností působí jako brzda při náhlých pohybech. Vazivo také zajišťuje přenos svalového stahu (svalové síly, tedy změny svalového tonu) na často velmi vzdálené struktury v rámci tzv. svalových smyček. Ploché a silné fascie jsou i místy mechanické opory svalových řetězců. Vazivo je i velmi významným zdrojem aferentací, které po zpracování v centrálním nervovém systému zajišťují nastavení, tedy dynamickou stabilitu příslušných segmentů a sektorů osového systému. Svalová dysfunkce, vyvolaná například bolestivým podnětem, může vyvolat chybné nastavení hybného segmentu a následnou poruchu (Dylevský, 2009).

Zásadní význam pro dýchání a stabilizační funkce páteře má pohybová funkce hrudníku. Pohyby hrudníku jsou dvojí. Jednak jsou vázány na pohyby páteře a jednak probíhají v kostovertebrálních kloubech nezávisle na pohybu páteře. Klinické rozlišení těchto pohybů má hlavní význam pro hodnocení kvality dechových a stabilizačních funkcí. Při anteflexi hrudní páteře dojde k předklonu, žebra klesají a mezižeberní prostory se zužují. Při napřímění páteře probíhá opačný děj, hrudník se nastavuje kraniálně. Při rotaci hrudní páteře se pohybuje i hrudní koš (Kolář et al., 2009).

Dylevský (2009) uvádí, že při anteflexi v důsledku pohybu žeber dochází k oploštění hrudníku. Orgány břišní dutiny se vtlačují do hrudní dutiny a vytlačují před sebou bránici. Hrudník se dostává do krajního expiračního postavení. Při retroflexi se děj obrací a hrudník se dostává do inspiračního postavení. Změn hrudní stěny se účastní i hrudní kost, která svojí tuhostí optimalizuje pružnost hrudníku. Kostra hrudníku svým tvarem, stavbou a spojením jednotlivých kostí vytváří konstrukční předpoklady pro realizaci dýchacích pohybů. Z uvedeného vyplývá, že pohyby hrudní páteře ovlivňují dynamiku dýchání, dýchání ovlivňuje dynamiku páteře.

Pro správnou pohyblivost hrudníku během inspiria a expiria je důležité, aby se nevyskytovaly patologické změny na kostěných nebo kloubních strukturách hrudního koše. Neméně důležitou složkou pro pohyblivost hrudníku je aktivita dýchacích svalů a jejich řízení centrálním a periferním nervovým systémem (Neumannová et al., 2018; Chaitow, Bradley, & Gilbert, 2002).

Véle (2006) rozděluje dechové pohyby v rámci trupu do tří sektorů, a to do břišního sektoru (dolní sektor trupu), který je nachází v prostoru od bránice po pánevní dno. Dále do dolního hrudního (střední sektor trupu) sektoru, který je vymezen bránicí a pátým hrudním obratlem. A nakonec do horního hrudního sektoru (horní sektor trupu), který se vymezuje od pátého hrudního obratle po dolní krční páteř. Hrudní sektory jsou dva (dolní hrudní a horní hrudní), a to

z důvodu rozdílného pohybu žeber v daných úsecích. Dolní žebra se pohybují více do stran, horní žebra více nahoru z důvodu jiných os otáčení v kostovertebrálních kloubech.

Dylevský (2009) uvádí, že při analýze dýchacích pohybů vycházíme z koncepce tzv. tří sektorů nebo tří partií hrudníku. Dolní sektor hrudníku (abdominální) je pod *apertura thoracis inferior*. Anatomicky se na stavbě sektoru účastní břišní svaly a jejich začátky na chrupavčité části nepravých žeber a na hrudní kosti. Střední sektor hrudníku (dolní hrudní) je na hrudní páteři vymezen úsekem Th₆–Th₁₂ a pátým až dvanáctým žebrem. Horní sektor hrudníku (horní hrudní, apikální) sahá asi od C₄ po Th₃₋₄ a od horní hrudní apertury k pátému žebru.

Dechové pohyby se opakují rytmicky ve dvou fázích: *inspirum* (nádech) a *expirum* (výdech). Výdech má inhibiční vliv na svalovou aktivitu posturálně-lokomočního systému a lze ho zvýšit zádrží dechu před inspirací. Naopak nádech má excitační vliv a lze ho též zvýšit zádrží dechu před expirací. Přečodná krátká období mezi nádechem a výdechem se nazývají preinspirum a preexpirum (Véle, 2006; Smolíková & Máček, 2010). Preinspirum je krátká pauza na konci výdechu před nádechem, trvající asi 250 ms. V této fázi již dochází k aktivaci bránice a při konci této fáze přechází inhibiční fáze inspirace do facilitační fáze. Inhibiční efekt se používá k uvolnění a relaxaci svalového napětí. Preexpirum je krátká perioda po skončení nádechu před výdechem a trvá asi 50–100 ms (Véle, 1995; Véle, 2006).

Nádech začíná v břišním sektoru, kdy bránice aktivně snižuje klenbu a stlačuje tím útroby. Vlivem toho nitrobřišní tlak stoupá a břišní stěna se mírně vyklenuje. Dolní žebra se postupně rozvíjejí do stran a páteř se přitom mírně extenduje. V hrudní dutině, která se zvětšuje, klesá tlak a vzduch proudí do plic. Pohyb bránice směrem dolů postupně zpomaluje díky vzrůstajícímu tlaku v dutině břišní, na kterém se podílí jak bránice, tak i *m. transversus abdominis*, ale i ostatní svaly břišní stěny, které ji přitlačují k páteři, ale nepřibližují sternum k symfýze. Dále se aktivují svaly pánevního dna, které zabraňují průniku útroby do pánevního otvoru. Vzrůstem nitrobřišního tlaku se stabilizuje páteř. Aktivita se postupně přesouvá do oblasti středního sektoru tedy dolního hrudníku, který se rozvíjí rozevíráním dolních žeber do stran aktivitou interkostálních svalů podporovaných činnostmi bránice. Nakonec pohyb přechází i do horního dýchacího sektoru. Horní žebra se zvedají a hrudník se rozšiřuje i v tomto sektoru, a to směrem vzhůru a do stran. Sternum se nemá pohybovat příliš dopředu pro lepší stabilizaci hrudníku i ramenního pletence. Tím se dosahuje vyrovnaného postavení v ramenních kloubech (Véle, 1995; Véle, 2006). Této postupné aktivaci říkáme dechová vlna.

Výdech probíhá podobně od dolního sektoru přes střední až po horní sektor. Napětí ve sva-
lech klesá, prostor hrudníku se postupně zmenšuje, bránice se opět vyklenuje a vzduch proudí

z plic ven. Bránice spolu s břišními svaly a svaly pánevního dna jsou aktivní v určitých úsecích výdechu i nádechu, a tím mají přímý vliv na posturální funkci. Přírozenou tendenci k flexi hrudníku při výdechu je třeba omezovat, aby nedocházelo k posturálně nevýhodnému flekčnímu držení těla (Véle, 2006). Zkušenost ukázala, že u oslabených či nemocných jedinců je výdech tou fází dechového cyklu, která je častěji a dříve postižena (Paleček et al., 1999).

Při nedostatku vzduchu, který se pojí se vzrůstajícím tlakem na ventilaci plic, se aktivují i pomocné inspirační svaly, které zvětšují objem hrudní dutiny, aby do ní mohlo proudit více vzduchu. Intenzita a frekvence dýchacích pohybů stoupá přímo úměrně k potřebám krevního zásobení, to zajišťuje kardiovaskulární soustava na základě energetických nároků organismu. Nejen pohybový systém, ale i psychika či humorální reakce při infekčních či zánětlivých onemocnění se podílí na energetických nárocích organismu a ovlivňují tak frekvenci a rozsah dýchacích pohybů (Véle, 2006).

Průběh aktivity dýchacích svalů závisí na okolnostech, ve kterých dýchací pohyb probíhá, protože svaly považované za výrazně respirační svaly, mají rovněž posturální funkci, mění konfiguraci pohybových segmentů při dýchání a ovlivňují tím držení těla. Proto respirační svaly můžeme nazývat posturálně-respiračními (Véle, 2006).

Dýchací pohyby probíhají díky střídavé rytmické aktivitě dýchacích svalů se současnou aktivitou svalů osového orgánu. Dýchací svaly lze dělit podle různých hledisek, nejčastěji podle funkčně anatomického rozdělení na svaly inspirační a expirační (Dylevský, 2009; Véle, 2006).

Rozlišujeme primární svaly inspirační, kde hlavním inspiračním svalem je bránice (*diaphragma*) a *mm. intercostales externi* a *mm. levatores costarum* (Dylevský, 2009; Véle, 2006). Autoři jsou ve shodě, že hlavním inspiračním svalem je bránice. Rozdílný je názor na další primární dýchací svaly. Paleček et al. (1999) řadí mezi hlavní inspirační svaly *mm. intercostales* a *mm. scaleni*. Chaitow, Bradley & Gilbert (2002) řadí mezi hlavní inspirační svaly *mm. intercostales externi*, *mm. levatores costarum* a *mm. scaleni*.

Dále jsou to akcesorní (pomocné) svaly inspirační, kam Dylevský (2009) a Véle (2006) řadí skupinu svalů šíjových, *mm. scaleni*, *mm. suprahyoidei* et *mm. infrahyoidei*, *m. sternocleidomastoideus*. Skupinu svalů hrudníku, *mm. pectoralis*, *m. serratus anterior*, *m. serratus posterior superior*, *m. latissimus dorsi*. A dále skupinu svalů zádočných, a to *m. iliocostalis* a *m. erector spinae* a krátké hluboké svaly zádočné.

Rovněž rozlišujeme primární svaly expirační, což jsou *mm. intercostales interni*, *m. sternocostalis*. Předpokládá se, že tyto svaly se aktivují poměrně málo, a to z důvodu, že exspirium je převážně pasivní děj, který je zajišťován pružností plicního vaziva a elasticitou hrudní stěny.

Pokud vydechujeme ústy, tedy bez odporu, postačí pro výdech pružnost všech dýchacích komponent a gravitační síla působící na vzpřímený trup (Dylevský, 2009). Při výdechu nosem se expirační svaly mírně aktivují. Akcesorní svaly expirační se uplatňují při dýchání proti odporu. Jedná se o *mm. abdominis*, *m. iliocostalis (pars inferior)*, *m. erector spine*, *m. serratus posterior inferior* a *m. quadratus lumborum*, včetně svalů pánevního dna (Dylevský, 2009; Véle, 2006).

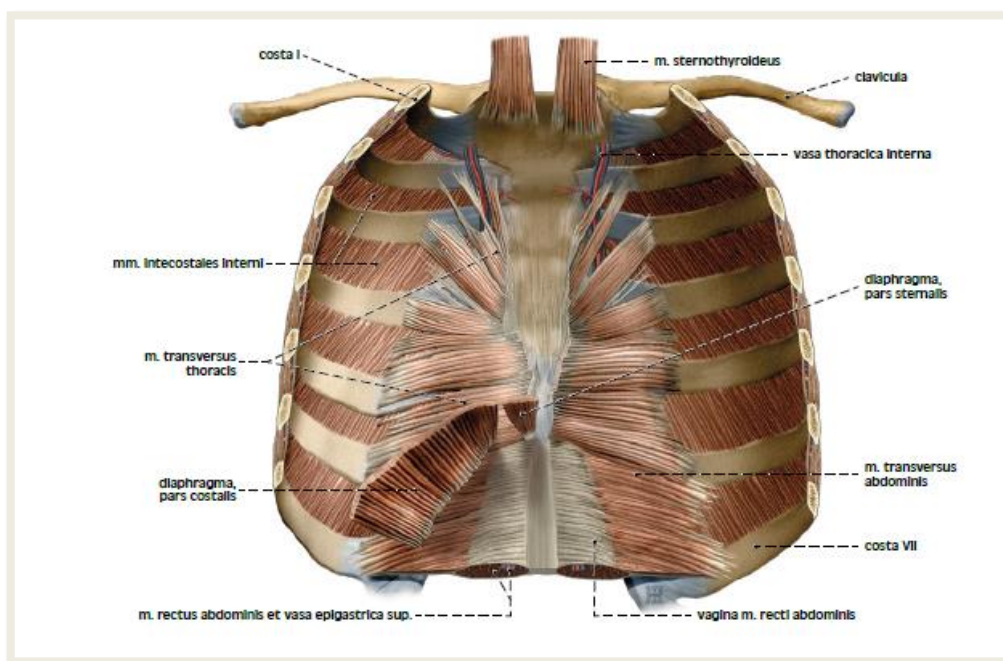
Neumannová et al. (2018) uvádějí rovněž, že inspirium je děj aktivní. Pokud však dojde k oslabení inspiračních svalů, nastává nebezpečí vzniku hypoventilace se všemi klinickými důsledky. Expirium je podpořené pružností plic, pružností hrudní stěny, alveolárním tlakem a expiračními svaly, brzdí jej inspirační svaly, pružnost hrudní stěny, odpor dýchacích cest, zvláště laryngu, a transmurální tlak (rozdíl mezi alveolárním tlakem a tlakem pleurálním) dýchacích cest.

Ve skutečnosti v průběhu dechových fází inspirační i expirační svaly působí v koaktivaci. Činnost bránice a břišních svalů probíhá při nádechu a výdechu v partnerské spolupráci. Hluboké krátké zádové svaly participují na dýchacích pohybech nastavováním polohy jednotlivých obratlů (extenční pohyb při inspiraci a flekční pohyb při expiraci), což se promítá do držení těla. Dýchacích pohybů se účastní i svalstvo pánevního dna, které participuje na regulaci tlaku v břišní dutině a má vliv na proměnlivou konfiguraci páteře při dýchání. Tím, že dýchací pohyby ovlivňují pohyb hrudníku i páteře, participují na držení těla, ale podílejí se i na vzniku bolestivých syndromů páteře označovaných jako vertebrogenní poruchy, připisované vadnému držení těla (Véle, 2006).

Podle Dylevského (2009) dalším hlediskem, jak můžeme dělit dýchací svaly, je uložení anatomických skupin. Pro klidové fyziologické dýchání je rozhodující komplex svalů hrudní stěny, bránice a břišní stěny.

Hrudní svaly prezentují tři svalové skupiny. První skupinou jsou thorakohumerální svaly, které začínají na hrudníku a upínají se na skelet horních končetin, zajišťují hybnost horní končetiny. Jedná se o horní část *m. trapezius*, přední okraj *m. trapezius*, dolní část *m. trapezius* a o úpon a zevní okraj *m. latissimus dorsi*. Druhou skupinu tvoří hluboké hrudní svaly, které jsou uloženy především v mezižeberních prostorech. Jedná se o *mm. intercostales externi*, které vyplňují mezižeberní prostory a spojují protilehlé okraje žeber. Provádí elevaci (zdvih) žeber, proto patří mezi inspirační svaly. *Mm. intercostales interni* mají opačný průběh snopců než *mm. intercostales externi*, vyvolávají depresi (pokles) žeber, a proto jsou expiračními svaly. Jejich

aktivita není při vlastním klidovém dýchání příliš výrazná. Hlavní funkce pravděpodobně spočívá v zábraně paradoxních pohybů žebber při poklesu bránice, kdy zpevňují a fixují hrudní stěnu. Nejhlouběji uložené jsou *mm. intercostales intimi*. Jejich funkcí je deprese žebber. Dalším svaem této skupiny je *m. transversus thoracis*. Jedná se o plochý vějířovitý sval uložený na vnitřní ploše hrudníku (obr. 5). Jeho funkcí je stahování žebber kaudálně, je tedy inspiračním svaem (Dylevský, 2009).



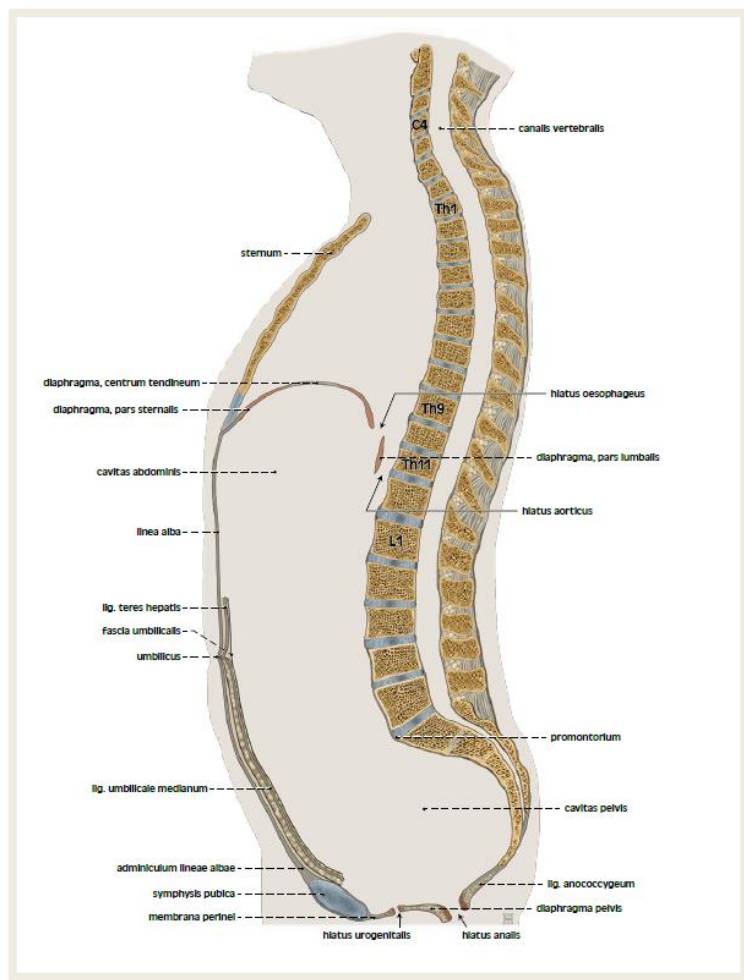
Obr. 5. Svaly trupu, pohled zezadu (Grim, Naňka & Helekal, 2014, s. 253).

Neumannová et al. (2018) uvádí, že nejednotnost autorů v rozdělování hlavních a pomocných dýchacích svalů může vznikat na základě různých typů svalové kontrakce (např. koncentrická, excentrická kontrakce) a zapojování dýchacích svalů během dechového cyklu. Je důležité respektovat, že např. břišní svaly jsou svaly výdechové, ale zapojují se i při nádechu. Tato aktivita je důležitá, aby mohlo dojít k vytvoření *punctum fixum* pro bránici a bránice se mohla tak během nádechu správně a dostatečně zapojit.

Jak již bylo uvedeno, hlavním dýchacím svaem je bránice (*diaphragma*). Jedná se o příčně pruhovaný sval, proto její funkce vždy souvisí s kontrakcí jejích vláken, případně má pasivní význam jako stěna tělesných dutin. Je to plochý, kopulovitě uspořádaný sval, který v podobě horizontálně postavené membrány odděluje hrudní dutinu od dutiny břišní, kterou distálně uzavírají svaly pánevního dna (*diaphragma pelvis*), ventrálně a laterálně svaly břišní společně s *m. quadratum lumborum*. Vrchol brániční kopule tvoří šlachovité *centrum tendineum*, odtud se radiálně rozbíhají svalová vlákna směrem k periferii (žeberrní chrupavky, konce 11. a 12. žebra,

oblouky žeber). Na obratle se bránice upíná dvěma cípy nazývanými *crura diaphragmatis*. Ve šlašité části kopule souvisí s vazivem mezihrudí (*mediastina*), které poněkud omezuje její pohyb dolů. Dále se stýká s *m. iliopsoas* a *m. quadratum lumborum*. Bránice je utvořena jako dvojitá klenba, prominující vysoko do hrudníku. Vrchol pravé klenby je ve čtvrtém mezižebří, vrchol levé klenby v pátém mezižebří. Mezi pravou a levou klenbou je bránice snížena do výše mečovitého výběžku hrudní kosti. Skulinami v bránici prochází aorta, jícen, dolní dutá žíla a řada drobnějších útvarů. Bránice má dvě hlavní funkce, je hlavním inspiračním svalem a dále se spoluúčastní na vzniku břišního lisu. Při dýchacích pohybech bránice se pohybují prakticky jen brániční klenby, *centrum tendineum* je nehybné. Při inspiraci se zároveň s bránicí smršťují i *mm. intercostales externi*. Svalové snopce bránice se koncentricky kontrahují a vyvolávají shora tlak na obsah břišní dutiny. Tento tlak se přenáší až do pánevní oblasti. Aby nevznikl výhřez pánevních orgánů, kontrahuje se současně s bránicí koncentricky i svalstvo pánevního dna. Bránice a pánevní dno společně tvoří dva jakési píсты, které působí proti sobě shora a zdola, čímž roztlačují obsah břišní dutiny do zbylých směrů, tedy vpřed a do stran, resp. vzad. Bránice má poměrně velkou plochu (460–470 cm²), proto se při jejím poklesu zvyšuje nitrobřišní tlak, a zároveň výrazně stlačuje bederní páteř. Zde se uplatňuje funkce příčného břišního svalu, který se aktivuje excentricky a brání obsahu břišní dutiny v pohybu vpřed a do stran. Proto se při nádechu zvětšuje obvod pasu. Tendence k pohybu obsahu břišní dutiny při nádechu směrem vzad je při většině posturálních situací minimální (Dylevský, 2009; Véle, 1997; Véle, 2006; Kučera et al., 1997).

Kocjan et al. (2017) uvádějí, že bránice je 2–4 mm tenký kosterní sval, který odděluje hrudní a břišní dutinu. V anatomické poloze se bránice zakřivuje do pravé a levé kopule. Pravá kopule je mírně vyšší než levá a dosahuje až k horní hranici pátého žebra. Levá kopule může dosahovat až k dolní hranici pátého žebra. Důvodem vyšší pravé kopule, je pravděpodobně vyšší pravý lalok jater. *Centrum tendineum*, které leží mezi oběma kopulemi, zůstává na úrovni xiphosternálního spojení (obr. 6). Kopule membrány podporují pravou a levou plíci, zatímco *centrum tendineum* podporuje srdce. Poloha a tvar bránice není absolutní, ale mění se s fází dýchání. S plným výdechem, kopule membrány může ventrálně vystoupit až na úroveň čtvrtého mezižebřího prostoru (úroveň bradavky). S plným nádechem se bránice zploští, čímž se hrudní dutina sníží dorsálně až na úroveň dvanáctého žebra. Pozice bránice závisí na držení těla (nižší poloha bránice, když osoba sedí nebo stojí; vyšší poloha bránice v poloze na zádech) a stupni distrakce (rozložení) břišních orgánů.



Obr. 6. Sagitální řez tělními dutinami (Grim, Naňka & Helekal, 2014, s. 256).

Bránice je současně i důležitým svalem s posturální funkcí. V experimentálních studiích je opakovaně zmíněna skutečnost, že aktivace bránice, pánevního dna, břišních a zádových svalů (tedy svalů, které zajišťují zpevnění trupu a tím umožňují pohyb končetin) předbíhá pohybovou činnost horní a dolní končetiny. Rovněž je uváděno společné zapojování svalstva bránice, *m. transversus abdominis*, pánevního dna a *m. multifidus*, tedy hlubokého stabilizačního systému páteře, při posturální aktivitě (Hodges & Richardson, 1996; Deyo, 2004; Philips et al., 2008; Stanford, 2002; Norris, 2008; Kolář & Lewit, 2005). Každý pohyb v segmentu je tak převáděn do celé postury, jinými slovy každý pohybový manévr má převod stabilizace do úponově provázaných oblastí, potažmo do celého těla. Souhra všech svalů tvořících hluboký stabilizační systém páteře dovoluje udržet relativně neměnný nitrobřišní tlak v průběhu dýchání (Lewit, 1999).

Podle Koláře et al. (2009) samotná činnost bránice je schopná zajistit 75 % změny nitrohruďního prostoru při klidném dýchání a je dostatečná k ventilaci 2/3 vitální kapacity plic. Dylevský (2009) uvádí, že samotná bránice zajistí 60 % objemu vdechovaného vzduchu.

Její podíl na dýchání je důvodem, proč je po srdci považována za nejdůležitější sval. Má rovněž významnou posturální funkci, a to jak při dýchání, tak při nerespirační aktivitě. Pokles bránice ve spolupráci s činností svalů břišní stěny a svalů pánevního dna vede k nárůstu nitrobrišního tlaku. To má vliv na všechny orgány břišní i pánevní a na stabilizaci páteře. Díky poklesu bránice dojde ke snížení kompresivní síly působící na bederní obratle (Chaittow et al., 2014; Kolář et al., 2009; Véle, 2006).

Funkce bránice při dýchacích pohybech lze přirovnat k pohybům pístu, kdy píst se však volně pohybuje v dutině válce. Bránice je ale ke stěnám dutiny pevně připojena a pracuje jako membránové čerpadlo. Svým tahem za úpony na žebrech, na páteři a tlakem na útroby ovlivňuje konfiguraci hrudníku, osového orgánu a tím zasahuje do posturální funkce (Véle, 2006). Hodges & Gandevia (2000) rovněž uvádějí, že se během stabilizace i při respirační aktivitě spolu s bránicí zapojují i břišní svaly a svaly pánevního dna a participují tak na vytváření nitrobrišního tlaku.

Bránice má, jako hlavní iniciátor proudění vzduchu v dýchacích cestách, vztah také k ochranným dějům odvozeným od dýchání, a to ke kašli či kýchání. Navíc je jemné sladění brániční motoriky se svaly hrtanu podkladem fonace. Dále má význam při defekaci, usilovné mikci a při porodu (Kolář et al., 2009).

Bránici lze rozdělit do tří částí: *pars lumbalis*, *pars costalis*, *pars sternalis*. *Pars lumbalis* začíná po stranách bederní páteře (od těl prvního až třetího bederního obratle, vpravo i od těla čtvrtého bederního obratle) jako *crus dextrum et sinistrum* a dále laterálněji od vazivových mediálních i laterálních obloučků *lig. arcuatum mediale et laterale*. Mediální oblouček pokračuje v *m. psoas major* a laterální pak v *m. quadratus lumborum*. Oba oblouky se kraniálně před páteří kříží a vytvářejí otvor, *hiatus aorticus*, kterým prochází aorta a mízovod, dále je zde protáhlý *hiatus oesophageus*, zde prochází jícen a *nn. vagi*. Ventrálně vpravo v *centrum tendineum* je okrouhlý otvor pro *vena cava inferior*. *Pars costalis* je plošně největší část bránice, která začíná od chrupavek sedmého až dvanáctého žebra. *Pars sternalis* je nejmenší část bránice, začíná od zadní plochy *processus xiphoideus* a od zadního listu pochvy přímých břišních svalů (Dylevský, 2009).

Stejně tak Kocjan et al. (2017) píší, že z hlediska struktury se bránice skládá ze dvou částí, a to z centrálně umístěné nestažitelné šlachy (plochá aponeuróza z hustých kolagenových vláken) a z periferní části kosterní svaloviny, která je rozdělena do tří částí na bázi vláken.

Čihák (2011) uvádí, že sternální část je tvořena dvěma malými svalovými svazky vycházejícími od zadní plochy *processus xiphoideus* a od zadní strany pochvy přímých břišních svalů.

Kostální část bránice začíná na posledních šesti žebrech, kde svalové snopce bránice začínají od chrupavek žeber postupně zezadu dopředu od 12. žebra po 7. Lumbální část bránice začíná od lumbální páteře mediálními snopci zvanými brániční pilíře *crus dextrum* (rozkládající se od 1. po 4. bederní obratel) a *crus sinistrum* (rozkládající se od 1. po 3. bederní obratel) a dále od šlašitých oblouků vedle páteře. Laterálními oblouky jsou *ligamentum arcuatum mediale* (psoa-tická arkáda) – jdoucí od těla obratle L₁₋₂ ke hrotu *processus costalis* L₁. A dále *ligamentum arcuatum laterale* jdoucí zevně od předchozích (kvadratická arkáda). *Ligamentum arcuatum laterale* jsou rozepjaté od *processus costalis* L₁ přes *m. quadratus lumborum* ke 12. žeburu. *Crus dextrum* a *sinistrum* se těsně před páteří kříží a uzavírají tak otvor pro aortu, který je vpředu nahoře lemovaný vazivovým pruhem *ligamentum arcuatum medianum*. Výše uvedené členění bránice popisují i Bordoni & Zanier (2013).

Slováková et al. (2000) uvádí, že se donedávna o bránici hovořilo jako o celistvém svalu, což ale není pravda, odborníci dnes popisují 16 cípů, které se sdružují do tří částí, a to *pars sternalis*, *pars costalis* (*crus dextrum* a *crus sinistrum*) a *pars lumbosacralis*. Každá část bránice může fungovat nezávisle na ostatních. Činnost bránice je úzce spjata s činností břišních svalů a svalů pánevního dna. *Pars sternalis*, má vývojově i funkčně vztah s horní třetinou břišní stěny, *pars costalis* má funkční vztah se střední třetinou břišní stěny a *pars lumbalis* s dolní třetinou břišní stěny.

Na klenbu hrudní části bránice je přiložena pravá a levá dutina pohrudnicová, v nichž na bránici naléhají plíce. Mezi bráničními klenbami je z vrchní části k *centrum tendineum* přirostlý osrdečník, v něm na *centrum tendineum* naléhá brániční plocha srdce. Ze spodní části jsou do kleneb bránice vsunuty břišní orgány. Vpravo jsou uložena játra a vlevo je uložen žaludek a slezina. Na zadní část bránice naléhají horní části ledvin a nadledvin (Čihák, 2011).

Čumpelík et al. (2006) ve své studii, kdy sledovali změny postavení bránice pomocí magnetické rezonance, došli k závěru, že při změně polohy hlavy dojde vždy ke změně postavení bránice a jejího následného dechového pohybu. Dále uvádějí, že bránice může zapínat své přední nebo zadní svalové snopce individuálně podle potřeby posturální funkce.

Bordoni & Zanier (2013) uvádí, že jsou velmi důležité fasciální a spojovací vazby mezi bránicí, pánevním dnem a zbytkem těla. Fascie jsou bohaté na proprioreceptory, jako jsou Ruffiniho tělíska, Paciniho tělísko a Golgiho tělísko, které poskytují významné periferní informace. Fasciální tkáň dále obsahuje vlákna, která jsou schopna kontrakce, což pravděpodobně způsobuje křeče, následované dysfunkcí a vznikem bolesti.

Bránice je překryta z obou stran fasciemi. Vrchní část bránice překrývá *fascia diaphragmatica superior*. Tato fascie, kryje hrudní plochu bránice a je součástí pleury vystylající hrudní dutinu. Spodní část bránice je překryta *fascia diaphragmatica inferior*, která je součástí peritonea vystylající břišní dutinu (Čihák, 2011). *Fascia endoabdominalis* pokrývá břišní plochu bránice a svaly uvnitř břišní dutiny (Naňka & Elišková 2009).

Je třeba zmínit i thorakolumbální fascii. Ta je kritickou částí myofasciálního pletence, který obklopuje dolní část trupu, hraje důležitou roli v držení těla, přenosu zátěže a při dýchání (Willard et al., 2012).

Pokud se vyskytne problém v bránici nebo v jakékoliv struktuře, se kterou je fasciálně propojena, dojde k dysfunkci (Loukas et al., 2008; Kolář et al., 2009; Willard et al., 2012).

Kontrakce bránice zvětšuje všechny tři rozměry hrudníku (horní, střední a dolní sektor hrudníku), a proto je sama schopna zajistit všechny inspirační funkce (Dylevský, 2009). Jednotlivé partie bránice se mohou aktivovat i izolovaně, a tak měnit tvar jednotlivých sektorů hrudníku a břišní stěny, což má význam při provádění lokálního dýchání jako terapeutické metody (Véle, 1997). I Dylevský (2006) uvádí, že možnost samostatné funkce jednotlivých bráničních segmentů je důležitá pro posturální funkci a je běžně využívána ve fyzioterapii k lokalizovanému dýchání při lokálních poruchách plic nebo při skolióze. Dále uvádí, že vyšší tlak v dutině břišní může způsobit i brániční hernii.

Kolář (2006) uvádí, že aktivace bránice v posturálním režimu je podmínkou každé pohybové činnosti a její intenzita rozhoduje o tom, zda si dechová a posturální aktivita nekonkurují. Oba děje probíhají paralelně nebo probíhá synchronizace dechu s posturálně náročnější činností, nebo dokonce dojde k apnoické pauze. Po tuto dobu je zapojeno respirační svalstvo plně ve prospěch postury za cenu krátké hypoxie. Při stabilizační funkci páteře dojde při dýchání k oploštění konvexní kontury a dýchání probíhá při jejím zvýšeném tonickém napětí. Na vrcholu nebo těsně po skončení vrcholného úsilí, jak tomu bývá při sportovním nebo pracovním výkonu, dochází k uvolnění a výdechu, často spojenému s akustickým doprovodem prudce rozkmitaných hlasivek.

Aktivita bránice (resp. zvýšení transdiafragmatického tlaku) je spojena s každým pohybem končetin. Tohoto faktu se využívá u respiračních technik. Pohyb a činnost bránice vyvolá také změny cirkulační, kdy tlakové změny ve velkých cévách jako je aorta, horní a dolní dutá žíla mají výsledný dopad na krevní tlak a tepovou frekvenci (Kolář et al., 2009).

Lysebeth (2017) uvádí, že tím jak bránice vykonává vertikální pohyb, vyvolává tak velmi účinnou rytmickou masáž břišních útrob, stimuluje střevní peristaltiku, usnadňuje trávení, působí proti zácpě a napomáhá eliminaci plynů, které se tvoří v trávicím traktu. Mimo to silně ovlivňuje krevní oběh.

Břišní svaly (*mm. abdominis*), (obr. 7) se nacházejí mezi dolním obvodem *apertura thoracis inferior* a horním obvodem pánve. Jde o ploché, široké a nepříliš silné svaly, které se podílejí na tvorbě břišní stěny vpředu, laterálně a vzadu, účastní se tvorby břišního lisu, dýchání a kinetiky páteře. Do určité míry jde o antagonisty zádočných svalů. Kromě *m. quadratum lumborum* jsou nazývány podle průběhu svých snopců. Právě díky tomuto různému prostorové uspořádání je dosaženo významného zpevnění břišní stěny (Dylevský, 2009; Kolář et al., 2009; Véle, 2006; Véle, 2012).

Svaly břišní stěny tvoří přední, boční a zadní svalovou skupinu. Přední svalová skupina reguluje objem břišní dutiny. Jedná se o *m. rectus abdominis*, který je v podobě dlouhého plochého pásu uložený ventrálně při střední čáře trupu. Začíná na chrupavkách 5.–7. žebra a *processus xiphoides* a upíná se krátkou silnou šlachou na *os pubis*, zevně od symfýzy. Ve svém průběhu je třemi šlašitými vložkami rozdělen na čtyři bříška. Jde o výdechový sval, tedy stahuje žebra kaudálně (při výdechu) a předklání trup. Při fixaci trupu zdvihá pánev a zmenšuje tak pánevní sklon, tím snižuje bederní lordózu, dále se podílí na vytváření břišního lisu, který je důležitý pro udržování břišních orgánů v jejich anatomické poloze, je důležitý při vyprazdňování a uplatňuje se i při kašli a kýchání (Dylevský, 2009; Kolář et al., 2009; Véle, 2006; Véle, 2012).

Boční svalová skupina je tvořena třemi svaly. *M. obliquus externus abdominis* (zevní šikmý sval břišní) je velmi rozsáhlý, plochý sval ležící na povrchu boční břišní stěny. Začíná od 5.–12. žebra, kdy se jeho části vsouvají mezi *m. serratus anterior* a *m. latissimus dorsi*. Sestupuje mediokaudálně. Upíná se v *linea alba*, dále na hřeben kosti kyčelní a dále pak směrem do tříselné krajiny v tříselném vazu (*ligamentum inguinale*). Jeho hlavní funkcí je flexe páteře a zdvihání pánve, při oboustranné kontrakci je synergistou *m. rectus abdominis*. Při unilaterální kontrakci svalu se rotuje trup na opačnou stranu. Sval je součástí břišního lisu. *M. obliquus internus abdominis* je hlouběji uložený velký, plochý sval, který při jednostranné kontrakci, společně se zevním šikmým svalem rotuje trup na tutéž stranu. *M. obliquus internus abdominis* (vnitřní šikmý sval břišní) začíná od hlubokého lisu thorakolumbální fascie, od *crista iliaca* a od zevní části *ligamentum inguinale*. Úpony jdou na kaudální žebra, do *linea alba* i do mediální části *ligamentum inguinale*. Průběh svalových snopců je opačný než u *m. obliquus externus*

abdominis. Šikmé břišní svaly při kontrakci stahují v pase břišní stěnu do tvaru písmene X. Aponeurotická vlákna *m. obliquus externus abdominis* jedné strany totiž přecházejí mezi vlákna *m. obliquus internus abdominis* druhé strany a naopak. Oba *mm. obliqui abdominis* jsou proto i významné expirační svaly. *M. transversus abdominis* (příčný sval břišní) je nejhluběji uložený, velký a plochý sval břišní stěny, účastní se na práci břišního lisu a expirace. Začíná na vnitřní straně chrupavek 5.–12. žebra, dále od thorakolumbální fascie, od hrany kyčelní kosti a od zevní části *ligamentum inguinale*. Svalové snopce probíhají horizontálně a ventrolaterálně. Upíná se v *linea alba*. Podílí se na činnosti břišního lisu a na expiraci. Při jednostranné kontrakci rotuje trup. Dolní okraj svalu kontroluje v oblasti tříselného kanálu napětí břišní stěny (Dylevský, 2009; Kolář et al., 2009; Véle, 2006; Véle, 2012).

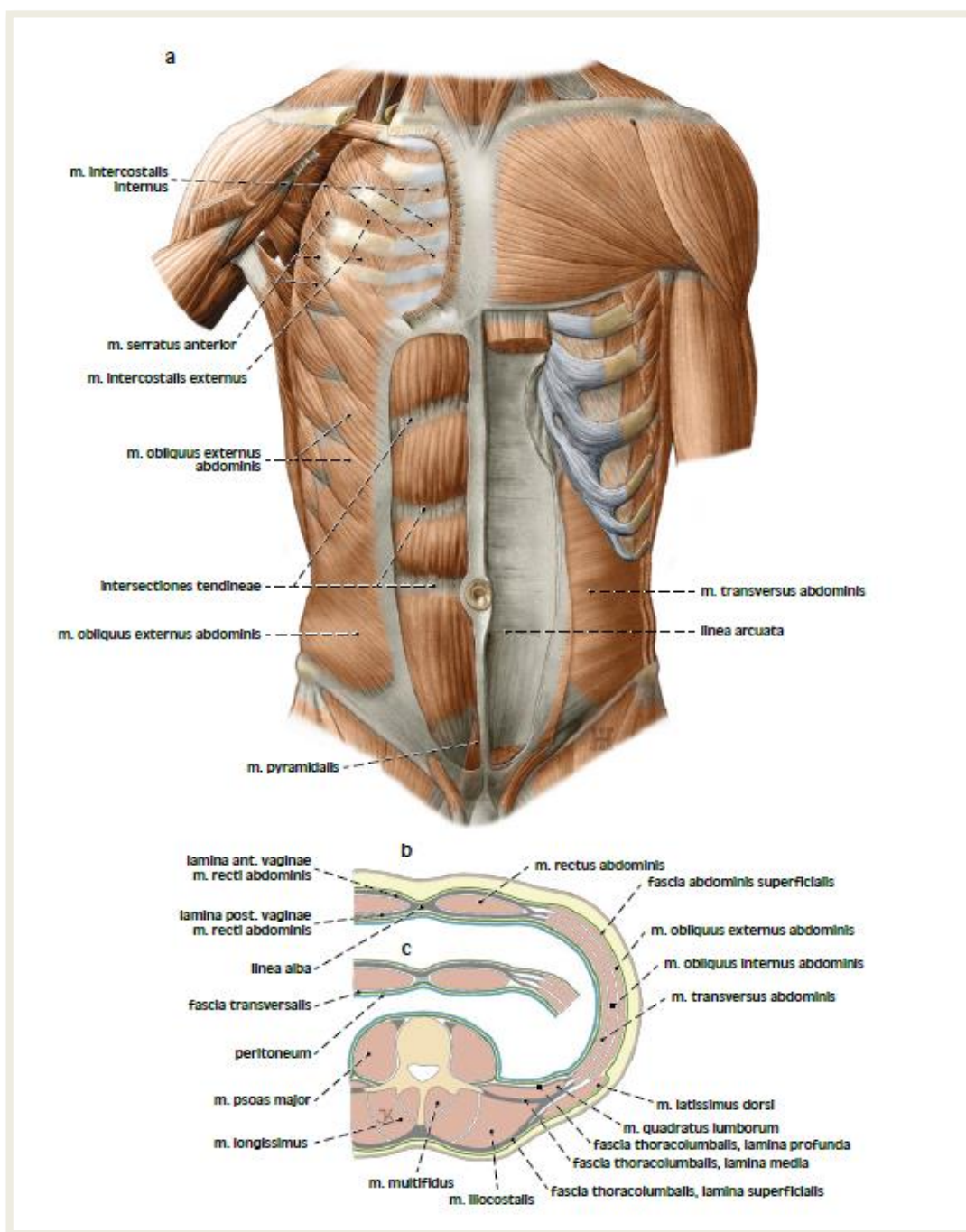
Zadní svalová skupina ovládá vzájemnou polohu žeber, páteře a pánve a je zastoupena čtyřhranným bederním svalem (*m. quadratus lumborum*). *M. quadratus lumborum* je plochý, čtyřúhelníkový sval uložený po stranách páteře. Začíná na okraji 12. žebra a na *processus costarii* prvního až čtvrtého bederního obratle a upíná se na *crista iliaca*. Při jednostranné aktivaci svalu vzniká lateroflexe (úklon) páteře. Oboustranná svalová kontrakce vyvolává extenzi bederní páteře a fixaci dvanáctého žebra. Zpevnění kaudálního úseku osového skeletu je nezbytné pro následnou kontrolovanou fixaci bránice. *M. quadratus lumborum* zprostředkovává pomocí bederní páteře správný stupeň relaxace bránice, který je nezbytný pro pomalou a přesně dávkovanou expiraci při řeči a zpěvu (Dylevský, 2009; Kolář et al., 2009; Véle, 2006; Véle, 2012).

Břišní svaly jako celek je třeba v rámci dechové mechaniky vnímat jako svaly partnerské s bránicí i s pánevním dnem, které se účastní obou dechových fází a mají nejen dechový, ale i posturální a stabilizační význam. Podobný průběh svalových vláken bránice s *m. transversus abdominis* svědčí o blízkém funkčním vztahu mezi těmito dvěma svaly.

Čumpelík et al. (2006) a Véle (2009, 2012) uvádí, že sternální (přední) část bránice má funkční vztah k horním partiím *m. transversus abdominis* v oblasti epigastria. Pohyb epigastria je tedy sdružen s pohybem sternální části bránice. Pohyb kostální části bránice je sdružen s pohybem *m. transversus abdominis* v oblasti mezogastria a pohyb dorzální části bránice je spojen s pohybem *m. transversus abdominis* v oblasti hypogastria. Tento vztah se projevuje i na dýchacích pohybech břišní stěny. Za normální situace v rámci uvedeného vztahu nastává aktivní dynamická rovnováha zajišťující plynulost dýchacích pohybů, ale i vzpřímené uspořádání osového orgánu a tím držení těla.

Tuto úzkou funkční souhru mezi bránicí a *m. transversus abdominis* potvrzuje i studie Dvořáka a Hoblinky (2006), kteří uvádí, že strukturální charakter mechanické vazby obou svalů

v zájmovém prostoru svědčí o jejich neoddělitelné participaci na respiračních a posturálních dějích.



Obr. 7. a) svaly hrudníku a břicha, b) příčný řez stěnou trupu v rovině nad pupkem, c) příčný řez stěnou trupu v rovině pod pupkem (Grim, Naňka & Helekal, 2014, s. 252).

Čumpelík et al. (2006) dále uvádí, že představa o tom, že bránice se při dechových pohybech chová jako píst, který nasává vzduch, není vždy všeobecně platná. Bránice je přirostlá ke stěně tělní dutiny a rozděluje ji na část hrudní a břišní. Její pohyb by se dal spíše přirovnat k práci

membránového čerpadla. Membrána je aktivním zdrojem síly a není homogenní ve svém průběhu. Bránice tedy může zapínat své přední nebo zadní svalové snopce individuálně podle potřeby posturální funkce, jako je tomu např. při změně postavení hlavy. Zdá se, že dechový mechanismus podléhá adaptačním vlivům obdobně jako držení těla.

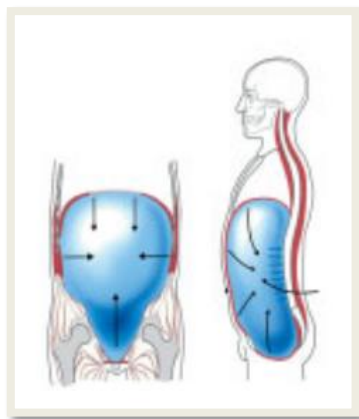
Z hlediska držení těla a jeho stabilizace je tedy nutné sladit program mechaniky dýchání s programem řízení držení těla. O bránici jako membránovém čerpadle se zmiňuje i Véle (2006), Willard et al. (2012) a Kocjan et al. (2017).

Druhou svalovou membránu tvoří svaly pánevního dna. Svalové dno pánevní je v rámci mechaniky dýchání protějškem bránice. Klesá-li bránice (během nádechu), vyklenuje se pánevní dno a naopak. Pánevní dno tvoří dvě svalové přepážky. První z nich je *diaphragma pelvis*, která má tvar nálevky odstupující od stěn pánve s vrcholem obráceným ke konečníku a tvoří ji *m. levator ani* a *m. coccygeus*, což je rudimentální, zřejmě bezvýznamný sval s četnými výživovými snopci, který vzadu doplňuje *diaphragma pelvis*. *M. levator ani* je plochý sval, který zesiluje svalové dno v místech, kde je skelet nejvzdálenější. U žen má důležitou funkci, protože udržuje správnou polohu dělohy. Zároveň je svěřáčem dutých orgánů a zvedá pánevní dno. Druhou svalovou přepážkou je *diaphragma urogenitale*, která má tvar trojúhelníkové svalové ploténky a rozprostírá se mezi rameny stydkých a sedacích kostí. Zesiluje přední část *diaphragma pelvis*. Tato přepážka se skládá ze dvou svalů. Prvním z nich je *m. transversus perinei profundus*. Jedná se o trojúhelníkovitý plochý sval, který tvoří prakticky celou *diaphragma urogenitale*. Uzavírá přední partii pánevního dna a zpevňuje močovou trubici a pochvu. Druhým svalem je *m. transversus perinei superficialis* (hlubokého hrázového svalu), který je tvořen pouze několika svalovými snopci na zadním okraji hlubokého hrázového svalu (Dylevský, 2009).

Poslední studie (Weber et al., 2017; Ki, Heo, Kim, & Kim, 2016; Phillips, Mercer, & Bogduk, 2008; Norris, 2008; Brown & McGill, 2008; Stanford, 2002) ukazují, že významnou roli pro celý dechový rytmus má systém hluboko uložených svalů, jehož jsou součástí i výše popsané svaly.

Tento svalový systém hluboko uložených svalů se nazývá hluboký stabilizační systém páteře (HSSP) a zahrnuje svalstvo flexorů, hluboký svalový systém páteře, svalstvo pánevního dna, břišní muskulaturu a především bránici v její posturální funkci (Kolář et al., 2009). Koordinovaná aktivita stěny břišní dutiny (bránice, břišních svalů a pánevního dna) vyvíjí a adjustuje nitrobřišní tlak. Obsah břišní dutiny se chová jako viskózně – elastický sloupec, který poskytuje oporu bederní páteři a vyvažuje funkci extenzorů (Kolář, 2006), (obr. 8).

V praxi pracuje bránice v partnerském vztahu (kokontrakci) s břišními svaly i svaly pánevního dna v obou fázích dechového cyklu. Kdyby při nádechu břišní stěna zcela ochabla, tlačila by bránice útroby nejen do malé pánve, ale i dopředu. Proto musí současná mírná aktivace *m. transversus abdominis* tomuto stavu zabránit. Jeho činnost usnadňuje i zvednutí žeber bránicí (Véle, 1997).



Obr. 8. Svalová souhra mezi autochtonní muskulaturou, bránicí, svaly pánevního dna a břišními svaly za fyziologické situace (Kolář, 2006, s. 162).

M. transversus abdominis je jediným břišním svalem, který reaguje svým stahem na různé pohyby trupu a končetin shodně, bez ohledu na směr. U ostatních břišních svalů se jejich zapojení mění v závislosti na směru pohybu. U zdravých jedinců kontrakce *m. transversus abdominis* vždy předchází kontrakci ostatních svalů trupu (Norris, 2008). Byly popsány možné faktory přispívající ke stabilitě bederní páteře z hlediska svalové aktivity. Uvedené studie potvrzují význam lokálních stabilizátorů, respektive *m. multifidus* a *m. transversus abdominis*. Není však možné, aby tyto svaly pracovaly ve stabilizační funkci izolovaně (např. Cresswell, Grundstrom, & Thorstensson, 1992; Cresswell, Oddsson, & Thorstensson, 1994; Deyo, 2004; Gracovetsky, Farfan, & Helleur, 1985; Hides, Richardson & Jull, 1996; Hodges, 1999; Hodges & Richardson, 1996; Hodges & Gandevia, 2000; Phillips, Mercer, & Bogduk, 2008; Malátová, 2006; Malátová et al., 2007; Malátová et al., 2008). Norris (2008) popisuje význam zapojení břišní muskulatury při předklonu pro snížení zatížení přechodu bederní a křížové části páteře. Je třeba si však uvědomit, že pro zvýšení intraabdominálního tlaku je nutná současná kontrakce *m. transversus abdominis*, bránice a svalů pánevního dna, tedy svalů HSSP (Hodges, 1999).

Lewit (2001) píše, že pro dosažení stability, musí být zajištěny všechny stěny břišní dutiny, tedy i oblast bederní páteře.

Z klinických pozorování je zřejmé, že volní kontrakce *m. transversus abdominis* je spojená s kontrakcí *m. multifidus* a naopak, a že instruované zapojení pánevního dna přímo usnadňuje

aktivaci *m. transversus abdominis* (Richardson et al., 1999). S tím souvisí také anatomické spojitosti. Kaudální žebra jsou místem spojení *m. transversus abdominis* a bránice.

Na základě uvedených skutečností lze konstatovat, že oslabení *m. transversus abdominis* vede k závažným poruchám stabilizace páteře a dechového stereotypu. Uvedené svaly v rámci HSSP fungují jako jedna funkční jednotka. Dysfunkce jediného z nich znamená vždy dysfunkci celého systému, a to s negativním vlivem na dechový stereotyp. Příkladem je syndrom otevřených nůžek. Jedná se o oslabení posturální funkce bránice, břišních svalů i svalů pánevního dna, dochází k antevertzi pánve projevující se hyperlordózou bederní páteře, s ventrálním vyklenutím břišní dutiny (Kolář et al., 2009).

Pro vývoj patologie v oblasti HSSP je zásadní, že kineziologický vzor posturální stabilizace páteře je integrován do všech našich pohybů. Nejčastějším problémem je insuficience přední stabilizace páteře a naopak převaha extenční aktivity povrchových zádoových svalů (Kolář, 2006).

Maehle (2014) uvádí, že během nádechu dochází ke koncentrické kontrakci bránice a k excentrické kontrakci *m. transversus abdominis*. Při koncentrické kontrakci *m. transversus abdominis* musí bránice naopak pracovat excentricky. Rovněž Véle (1997) uvádí, že mezi bránicí a břišními svaly existuje při dýchání dynamická aktivní rovnováha, která zajišťuje plynulou respirační funkci.

Z výše uvedeného plyne, že musíme vždy respektovat úzký oboustranně vzájemný vztah mezi dechovou a posturální muskulaturou v rámci HSSP, a skutečnost, že chceme-li upravit držení těla, musíme upravit i dýchací pohyby a naopak.

2.2.2 Fyziologie dýchání

Jak již bylo uvedeno, dýchací pohyby provází současně tři odlišné procesy. První proces, který se týká mechaniky dechových pohybů, je popsán výše. Druhým procesem jsou fyziologické pochody, související s výměnou plynů a změnou dráždivosti centrální nervové soustavy (CNS), kterému se věnujeme v této podkapitole. Třetí proces, tedy řízení dechových a posturálních pohybů, je popsán v podkapitole následující.

Dýchání jako takové je dobře popsané, životně důležité a překvapivě složité chování s behaviorálními a fyziologickými výstupy, které lze snadno měřit (Del Negro, Funk, & Feldman, 2018).

Příjem kyslíku z atmosféry je děj stálý. Na rozdíl od příjmu potravy a vody nelze bez závažných důsledků přívod kyslíku v organismu přerušit na delší dobu než několik minut. Rozdíl

mezi příjmem kyslíku a potravy či vody je v tom, že v organismu neexistují žádné podstatné zásoby kyslíku. Veškerý kyslík, který má člověk k dispozici po přerušení jeho přívodu, je kyslík v plicích sklípcích, v krvi, rozpuštěný v tkáních a navázaný na hemoglobin ve svalech. Relativně nejvíce je ho v krvi asi 60 %, v plicích přibližně 25 % a v tkáních 15 %. Celkově tyto zásoby představují asi 1100 ml kyslíku, což znamená při klidové spotřebě 250 ml kyslíku za minutu rezervu asi na 4–7 minut (Paleček et al., 1999).

Slavíková & Švíglerová (2014) rovněž uvádí, že nezbytnost respirace souvisí i se skutečností, že příjem kyslíku do organismu lze přerušit bez závažných následků pouze na několik minut, protože zásoby kyslíku v organismu jsou malé. Tvoří je kyslík v respiračních bronchiolích, alveolech, kyslík obsažený v krvi, rozpuštěný v tkáních a kyslík vázaný na myoglobin. Při klidové spotřebě kyslíku představuje toto množství funkční rezervu na 4–7 minut.

Z toho plyne, že absence kyslíku vede ke smrti, protože buňky přestanou vyrábět energii, kterou potřebují pro svoji existenci a zanikají. Nejrychleji reagují na nedostatek kyslíku ty orgány, které mají jeho vysokou spotřebu (a tedy i vysokou spotřebu energie), tj. např. mozek a srdeční sval (Mourek, 2012).

Víme, že respirace je pro činnost organismu nezbytná, protože se podílí na vzniku potřebné energie. Organismus energii získává postupným štěpením jednotlivých živin (cukrů, tuků, aminokyselin), při kterém se spotřebovává kyslík a tvoří se oxid uhličitý (Langmeier et al., 2009).

Výměnu dýchacích plynů mezi plicemi a zevní atmosférou zajišťuje plicní ventilace. Difuze pak umožňuje výměnu kyslíku a oxidu uhličitého mezi plicními alveoly a krví. Krev v oběhovém systému zprostředkuje transport dýchacích plynů mezi plicemi a tkáněmi (Langmeier et al., 2009).

Z toho vyplývá, že pro realizaci respiračního cyklu je nezbytná kooperace dvou orgánových systémů a to oběhového a dýchacího, které spolu tvoří funkční celek, tzv. kardiopulmonální systém (Dylevský, Druga, & Mrázková, 2000; Bartůňková, 2007). V literatuře se můžeme setkat i s pojmem transportní systém pro kyslík (Chaloupka et al., 2003). A to proto, že dýchací systém se bezprostředně podílí pouze na ventilaci a difuzi. Pro provedení celého respiračního cyklu, tedy následný transport plynů, je nezbytná činnost oběhového systému (Dylevský, 2011).

Přijímaný atmosférický vzduch tvoří směs plynů o různé koncentraci. Hodnota jednotlivých parciálních tlaků ve směsi plynů se mění podle toho, zda jde o suchý nebo vlhký vzduch a podle nadmořské výšky. Se stoupající nadmořskou výškou barometrický tlak klesá, a tím také klesá hodnota jednotlivých parciálních tlaků. Vzduch proudí do nebo z plic dýchacími cestami ve směru tlakových gradientů. Vzduch do plic proudí, pokud je tlak v plicích nižší, než je tlak

atmosférický. Z plic do okolního prostředí proudí, pokud tlak v plicích převyšuje tlak atmosférický. Toto se děje díky skutečnosti, že dutina hrudní, na rozdíl od plic, nekomunikuje s okolím (Langmeier et al., 2009).

Základní podmínkou toho, aby se plíce pohybovaly shodně s pohybem hrudního koše, je existence interpleurálního prostoru. Je to prostor mezi poplicnicemi (pleurou viscerální a parietální). Interpleurální (intrapleurální či nitrohrudní) tlak je tedy tlak mezi listy pleury. Tato štěrbina má vůči atmosférickému tlaku negativní hodnotu (negativní interpleurální tlak). Při klidném výdechu má hodnotu -2 až -4 torry (1 torr = 1 mm Hg = 133 Pa – Pascal) a při klidném nádechu se zvyšuje až na hodnotu -6 až -8 torrů (Mourek, 2012; Slavíková & Švíglerová, 2012).

V klidové poloze (po ukončení výdechu, před začátkem vdechu) je tlak uvnitř plic (tlak intrapulmonální či intraalveolární) roven tlaku atmosférickému (Mourek, 2012). Slavíková & Švíglerová (2012) píšou, že intrapulmonální tlak je nepřístupný přímému měření a jeho hodnota se posuzuje z hodnot ústního, nosního nebo tracheálního tlaku. Při nádechu se vlivem stoupající negativy tlaku interpleurálního stává také negativním asi o 3 torry. Tím se vytvoří tlakový gradient mezi tlakem atmosférickým a intrapulmonálním (směřujícím do plic) a dojde k proudění vzduchu do plic. Při výdechu se zase tlak v plicích díky zmenšenému objemu hrudníku a retrakční síle plic (tendence stáhnout se k hilu) zvýší asi o 3 torry nad tlak atmosférický, tím se tlakový gradient opět obrátí a vzduch proudí z plic (Mourek, 2012). Slavíková & Švíglerová (2012) hovoří o transpulmonálním tlaku, který udává rozdíl mezi intraalveolárním tlakem a intrapleurálním tlakem. Hodnoty tlaků v respiračním systému se vyjadřují relativně a jsou vztaženy k hodnotě okolního atmosférického tlaku.

Dechový cyklus se skládá z inspiria, které je zahájeno kontrakcí inspiračních svalů vedoucí ke zvětšení objemu hrudníku. Při klidném vdechu zvětšení objemu hrudníku a plic ze 60–70 % zajišťuje kontrakce bránice. Následuje klidný výdech, který je zahájen relaxací inspiračních svalů, objem hrudníku se zmenšuje na úroveň před vdechem. Usilovný výdech je, kromě relaxace inspiračních svalů, iniciován kontrakcí expiračních svalů, tlakově-objemové změny jsou pak výraznější (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Zvětšení objemu hrudníku dále závisí na pružnosti hrudní stěny a plic. Pružnost je vlastnost těles nabývat po přechodné deformaci původní tvar. Tato vlastnost se týká většiny tkání lidského těla. Mírou pružnosti je poddajnost (compliance) nebo její převrácená hodnota – smrštivost (elastance), (Slavíková & Švíglerová, 2012). Compliance plic označujeme mírou objemové změny plic v závislosti na změně tlaku. Čím jsou plíce pružnější (u mladších jedinců), tím více zvětší svůj objem při jednotkové změně tlaku. Naopak, čím je plíce méně pružná (ve stáří), tím

je zapotřebí větší síly k dosažení žádaného objemu při inspiriu. Ztráta pružnosti plic, náhrada plicní tkáně vazivem, je příčinou rozedmy plic (emfyzému). Takový jedinec musí vynakládat velké úsilí k dostatečné ventilaci plic (dříve typická nemoc horníků ze zaprášení plic). Dýchání je pak pro něj namáhavý proces (Mourek, 2012). Poddajnost hrudníku je dána anatomickou stavbou hrudníku. Spojení žeber a sterna umožňuje zvedání, rotaci i ohýbání žeber, a to jak v kostěných, tak chrupavčitých oddílech žeber (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Jak již bylo uvedeno, při vdechu proudí vzduch dýchacími cestami do plic ve směru tlakového gradientu. Kontrakcí dýchacích svalů (bránice a zevních mezižeberních svalů) se rozšiřuje hrudník a díky vysoké přilnavosti poplicnice (viscerální pleura) a pohrudnice (parietální pleura) plíce sledují pohyb hrudníku, rozšiřují se a tlak v nich klesá. Důvodem vysoké přilnavosti je přítomnost malého množství tekutiny mezi oběma pleurami a tím, že tlak v dutině hrudní je nižší, než je tlak atmosférický. Důvodem negativního interpleurálního tlaku je vliv dvou, opačně působících sil, a to retrakční síly plic směřující směrem k hilu a na opačnou stranu působí pružnost hrudníku (Langmeier et al., 2009). Retrakční síla plicní tkáně závisí na přítomnosti a stavu elastických vláken plicní tkáně a především na povrchovém napětí lokalizovaném na rozhraní alveolárního vzduchu a tenké vrstvičky tekutiny vystýlající vnitřní povrch alveolů. Velmi důležitým faktorem, který modifikuje povrchové napětí v alveolech, je surfaktant. Jde o látku lipoidní povahy produkovanou plicními buňkami, která zeslabuje sílu povrchového napětí a zabraňuje případnému kolapsu alveolů při výdechu (Mourek, 2012).

Při klidném dýchání dochází k dechové práci kontrakcí dýchacích svalů pouze v inspiriu, které je dějem aktivním. Klidné exspirium je děj zcela pasivní, zajištěný retrakční silou plic, pružností a hmotností hrudníku při relaxaci dýchacích svalů. Dýchací svaly tedy vykonávají v inspiriu dechovou práci, která zahrnuje tři složky. První složkou je práce nutná k překonání retrakční síly plic (tj. elastického odporu). Jedná se o práci elastickou nebo také statickou, která je tím menší, čím je poddajnost plic větší. Je nízká při malém dechovém objemu. Druhou složku tvoří práce nutná k překonání odporu hrudníku a plicní tkáně (tj. viskózního odporu), kterou nazýváme prací tkáňového odporu. Jedná se o práci dynamickou. Třetí složkou je práce, která je nutná k překonání odporu, který kladou dýchací cesty proudy vzduchu. Jedná se o práci odporu dýchacích cest. Je tím menší, čím menší je odpor dýchacích cest a nižší rychlost proudy vzduchu. Energetická náročnost dechové práce při klidovém dýchání je nepatrná, činí pouze 2–5 % celkové energetické spotřeby organismu. Během intenzivní svalové práce může ale spotřeba energie mnohonásobně stoupnout, a to zvláště u osob s omezenou poddajností plic nebo se zvýšeným odporem dýchacích cest (Slavíková & Švíglerová, 2012). Rovněž Langmeier et al.

(2009) píše, že za fyziologických okolností je spotřeba energie dýchacími svaly i při fyzické zátěži poměrně nízká, z celkové spotřeby činí asi 3 %. Je však nutná k překonání působících elastických sil plic a hrudníku, navození pohybu hrudníku a plic a k překonání odporu v dýchacích cestách.

Havlíčková et al. (2006) píše, že se během pohybové činnosti mění mechanika dýchání. Při stupňované zátěži se popisuje přesun dýchání do inspirační polohy. Dýchání probíhá stejně jako v klidových podmínkách s minimálními energetickými požadavky, kdy vdech je aktivní a výdech pasivní. Platnost Boyle-Mariottův zákona, říkájícího, že součin tlaku a objemu je konstantní, vysvětluje fakt, že se při výdechu nemusí aktivovat dýchací svaly, ale pasivní elasticita tkání plně dostačuje k realizaci výdechu. Po dosažení vyššího stupně intenzity se dechový objem musí zvyšovat a vydechnout se musí v kratší době. Do činnosti se tak musí zapojit i výdechové svalstvo (vnitřní mezižeberní svaly a svaly břišní), což vyžaduje větší spotřebu energie (Havlíčková et al., 2006; Šorfová, Tlapáková, & Matějková, 2018).

Odpor respiračního systému zahrnuje statický (elastický) a dynamický (neelastický) odpor. Velikost elastického odporu je nepřímě úměrná poddajnosti plic a je dána napětím elastických vláken a povrchovým napětím v alveolech. Neelastický odpor zahrnuje viskózní odpor tkání hrudníku a odpor dýchacích cest (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Pro funkční vyšetření plic využíváme spirometrické měření. Jedná se o neinvazivní vyšetření, které se používá k měření objemů a kapacit plicní ventilace, které dělíme na statické (klidové objemové parametry) a dynamické. Naměřené hodnoty jsou procentuálně srovnány s náležitou hodnotou, která je určena podle pohlaví, věku, výšky a váhy jedince. Mezi statické plicní objemy a kapacity řadíme dechový objem (V_T), vitální kapacitu (VC), inspirační vitální kapacitu (IVC), inspirační kapacitu (IC), inspirační rezervní objem (IRV), expirační rezervní objem (ERV), celkovou kapacitu plic (TLC), reziduální objem (RV) a funkční reziduální kapacitu (FRC). Mezi dynamické plicní objemy řadíme minutovou ventilaci (MV), maximální minutovou ventilaci (MVV), vitální kapacitu při usilovném výdechu (FVC), usilovně vydechnutý objem za 1 sekundu (FEV_1) a Tiffenauův index (FEV_1/FVC), což je poměr usilovně vydechnutého objemu za 1 sekundu v procentech vitální kapacity při usilovném výdechu (Neumannová et al., 2018).

Velikost plicních objemů a kapacit je z části závislá na funkci dechových svalů. Na tom, jakou sílu jsou dýchací svaly schopny vyvinout, závisí schopnost překonat elastický retrakční tlak plic a hrudní stěny (Chlumský, 2014).

Zdravý jedinec za klidových podmínek prodýchá za 1 minutu asi 7,5 litrů. Jedná se o minutovou ventilaci (MV), jejíž hodnota je dána dechovou frekvencí, kterou násobíme klidovým dechovým objemem. Zrychlením dechové frekvence (F_B), ale i prohloubením dechu se minutová ventilace může výrazně zvýšit. Klidová dechová frekvence představuje 12–16 dechů/min a klidový dechový objem dosahuje 500 ml. Klidový dechový objem (objem vzduchu, který se při klidném dýchání vymění jedním dechem) je dán vzduchem v anatomicky mrtvém dýchacím prostoru (tedy vzduchem v dýchacích cestách, který se na výměně dýchacích plynů přímo nepodílí), tj. 150–250 ml, a vzduchem v alveolech, tj. alveolárním vzduchem o objemu 250–350 ml. Po ukončení klidového výdechu zapojením pomocných výdechových svalů můžeme ještě maximálně vydechnout objem asi 1,1–1,7 litru, který odpovídá tzv. expiračnímu rezervnímu objemu (ERV). Stejně tak po klidném vdechu zapojením pomocných vdechových svalů můžeme ještě vdechnout ještě asi 2–3 l vzduchu, jedná se o tzv. inspirační rezervní objem (IRV). Tyto 3 objemy (dechový objem – V_T , ERV a IRV) dávají dohromady tzv. vitální kapacitu plic (VC). Její fyziologická norma závisí na věku, pohlaví, výšce a hmotnosti jedince a na životním stylu. Pohybuje se v rozmezí 3 až 5 litrů. Její hodnota se však dá výrazně zvýšit trénovaností (Mourek, 2012; Langmeier et al., 2009, Neumannová et al., 2018). Z plicních objemů je ještě nutné zmínit tzv. reziduální objem (RV), který činí asi 1,2 litru. Tento objem se s věkem zvětšuje, protože plíce ztrácí postupně na pružnosti a elasticitě (Mourek, 2012).

Pružnost (elasticitu) plic a kvalitu dýchacích cest můžeme posuzovat pomocí tzv. časově rozepsaného výdechu, kdy po maximálním nádechu se snažíme nejen maximálně, ale i co nejrychleji vydechnout celou vitální kapacitu. Hodnotíme objem vydechnutého vzduchu za vteřinu (FEV_1), který se má pohybovat v rozmezí 70–90 % VC. Jeho velikost se s věkem snižuje (Mourek, 2012).

Jak již bylo uvedeno, pro realizaci celého dechového cyklu je nutná spolupráce kardiovaskulární soustavy, proto musíme zmínit i průtok krve plicemi a transport dýchacích plynů krví.

Pro vyšetření reakce transportního systému pro kyslík na zátěž využíváme spiroergometrii. Jedná se o dynamický zátěžový test, který využíváme pro analýzu plicní ventilace a výměny O_2 a CO_2 , která je součástí funkční zátěžové diagnostiky fyziologie či patofyziologie tělesné zátěže. V poslední době se spiroergometrie používá i v klinické kardiologické praxi k diferenciální diagnostice příčin námahové dušnosti a omezené tolerance zátěže (Chaloupka et al., 2003).

Příjem kyslíku musí dlouhodobě odpovídat jeho spotřebě organismem. Krátkodobě může spotřeba převyšovat jeho příjem (typicky na začátku tělesné námahy). Pak hovoříme o kyslíkovém deficitu, který se po skončení zátěže vyrovnává tím, že příjem dočasně převyší spotřebu (Paleček et al., 1999).

Většina běžných fyzických aktivit, s výjimkou krátkodobých rychlostních či silových výkonů, je závislá na aerobním hrazení energie, a proto je limitována jednak schopností dodat pracujícím svalům potřebné množství kyslíku, jednak schopností svalů tento kyslík využít k aerobní fosforylaci adenzindifosfátu (ADP) na adenzintrifosfát (ATP), (Chaloupka et al., 2003).

Významným globálním ukazatelem tělesné výkonnosti je maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max}). Je to taková spotřeba kyslíku, která při dalším zvyšování zátěže u daného jednotlivce již výrazně neroste. Tato definice je spíše teoretická, protože v praxi cvičící osoba zpravidla končí pro vyčerpání před dosažením plató spotřeby kyslíku. Z tohoto důvodu se obvykle používá pojem vrcholová spotřeba kyslíku (VO_{2peak}), což je spotřeba kyslíku (VO_2) dosažená při maximální zátěži. Kde spotřeba kyslíku je dána součinem srdečního výdeje a arteriovenózní difference O_2 a závisí na součinnosti několika systémů, které tvoří transportní systém pro kyslík. Jedná se o plíce (adekvátní ventilace, perfuze, difuzní kapacita), krevní oběh (zvýšení srdečního výdeje zvýšením tepového objemu a srdeční frekvence, distribuce srdečního výdeje – vazodilatace v pracujících svalech, vazokonstrikce v ostatních řečištích kromě mozkového kmene a koronárního), dále o krev (koncentrace hemoglobinu a jeho afinita k O_2) a o svaly (hustota kapilární sítě, vazodilatační kapacita, obsah myoglobinu, počet mitochondrií, enzymatická výbava), (Chaloupka et al., 2003).

U zdravých osob (s výjimkou extrémně trénovaných vytrvalců) není VO_{2max} limitována funkcí plic. Při práci konané menšími svalovými skupinami (např. horními končetinami) je spotřeba kyslíku úměrná množství zapojení svalové hmoty a limitujícím faktorem je zde kapacita pracujících svalů pro krevní průtok a pro odběr O_2 . Pokud je do práce zapojeno více než 50 % celkové svalové hmoty, umožňuje vazodilatační kapacita svalů pojmout větší průtok, než může srdeční výdej pokrýt, a limitujícím faktorem se stává schopnost zvýšit srdeční výdej. Tak je tomu obvykle při práci konané dolními končetinami, přičemž při zátěži na bicyklu bývá VO_{2max} o 5–10 % nižší než na běhacím pásu, kde je zapojena větší hmota svalů. Práce všemi čtyřmi končetinami současně u zdravých osob již k významnějšímu zvýšení VO_{2max} nevede (Chaloupka et al., 2003).

Dylevský (2011) uvádí, že svalový výkon výrazně zatěžuje dýchací orgány. Spotřeba kyslíku se u trénovaných sportovců může zvýšit až 20×. Ischii et al. (2018) píše, že během aerobního cvičení se ventilace postupně zvyšuje v poměru k metabolickým nárokům zatěžovaných svalů. Změny v minutové ventilaci (V_E) spojené s cvičením jsou vyvolány zvýšenou dechovou činností.

Stejně jako ostatní kosterní svaly potřebují i dýchací svaly dostatečný průtok krve k uspokojení potřeby kyslíku spojené se zvýšenou dechovou činností. U zdravých lidí spotřeba kyslíku respiračních svalů při maximálním výkonu představuje 10–15 % maximální spotřeby kyslíku v celém těle (VO_{2max}). U pacientů s chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN) se kromě vlivu poškozené funkce plic, zvyšuje i spotřeba kyslíku respiračních svalů ve vztahu k nadměrné funkci respiračních svalů během pohybové aktivity. V důsledku toho klesá spotřeba kyslíku ve svalech nohou se snížením celkové vytrvalostní kapacity (Ischii et al., 2018). Collins et al. (2008) uvádějí, že aerobní cvičení a řízené dýchání s prodlouženým výdechem vykazují významný účinek ve srovnání se samotným aerobním cvičením u pacientů s CHOPN. Řízené dýchání hraje tedy důležitou roli při aerobním cvičení. Jones, Dean & Chow (2003) uvádějí, že brániční dýchání vedlo k menší spotřebě kyslíku respiračními svaly během statického cvičení.

Schopnost tkání využívat při fyzické zátěži kyslík, stoupá i u netrénovaných osob až do dvaceti let věku. Tréninkem zaměřeným na dýchací svaly a spoje hrudní stěny lze dosáhnout zvýšení spotřeby kyslíku jen asi o 10–20 %. Další zlepšení je závislé na řadě faktorů – např. na konstituci, pohlaví, ale především na účinnosti transportní fáze respiračního cyklu, tj. na schopnosti tkání přebírat kyslík z cirkulující krve, tzn. na výkonnosti tkáňové cirkulace. Horní mez spotřeby kyslíku v organismu není tedy dána pouze výkonností plicní ventilace, tj. např. výkonností dýchacích svalů, anatomii dýchacích cest a pružností hrudníku. Speciálně zaměřený trénink plicní ventilaci zvyšuje, ale dosažitelný efekt je limitován stavbou a fyziologickými parametry dýchacích cest. Významnější zvýšení výkonnosti dýchacího systému je možné pouze se současným rozvojem výkonnosti oběhové soustavy a se zlepšením tkáňové cirkulace (Dylevský, 2011).

Dýchací systém se podílí i na jiných funkcích než je výměna dýchacích plynů. V dýchacích cestách se vzduch otepluje nebo ochlazuje, zvlhčuje a očišťuje. Neporušenost sliznice, přítomnost hlenu a činnost řasinkového epitelu, stejně jako imunoglobuliny A v sekretu chrání organismus před infekcí. Obrannou funkci mají i plicní alveolární makrofágy. Dýchací systém je důležitý i pro fonaci (Langmeier et al., 2009).

Svým složením se dýchací svaly obecně neliší od ostatních kosterních svalů. Celkový vzhled svalu i jeho funkční vlastnosti závisí na morfologických, biomechanických a funkčních vlastnostech jednotlivých svalových vláken (Paleček et al., 1999).

V dospělé lidské bránici je asi 55 % pomalých oxidačních vláken (SO – slow oxidative), 21 % rychlých oxidačních glykolytických vláken (FOG – fast oxidative glycolytic) a 24 % rychlých glykolytických vláken s nízkou oxidační kapacitou (FG – fast glycolytic), (Paleček et al., 1999; Polla et al., 2004). Klidné dýchání využívá hlavně pomalá svalová vlákna, rychlá svalová vlákna se zapojují specificky, když se zvyšuje rychlost dýchání (Polla et al., 2004).

Během klidného dýchání je většina ventilace zajišťována samotnou bránicí, je proto zapojena do nepřetržité rytmické aktivity, která neumožňuje žádnou pauzu k odpočinku, takže svalová vlákna bránice musí být velmi odolná proti únavě (Polla et al., 2004). Paleček et al. (1999) uvádí, že na běžné kontrakci bránice se rychlá svalová vlákna podílejí jen malou částí, přestože tvoří asi 50 %. Při maximální izometrické kontrakci se na síle bránice podílí vlákna pomalá a některá vlákna rychlá. Za běžných podmínek kontrakce se bránice pravděpodobně vůbec neunaví. Mantilla & Sieck (2013) píše, že při realizaci ventilačního chování je bránice aktivní přibližně 40 % času (v rámci dechového cyklu) každý den po celý život. Ventilační chování však může být dosaženo aktivací pouze 10–25 % celkové kapacity generující sílu bránice.

Obecně maximální síla izometrické kontrakce závisí na průřezu svalu (tj. na množství paralelně aktivovaných sarkomer) a na výchozí délce svalu. Rychlost zkrácení naproti tomu závisí na rychlosti tvorby aktinomyosinových můstků. Typický rychlý sval se při únavě kontrahuje menší silou a pomalu, kdežto pomalý sval se při únavě kontrahuje menší silou, avšak stejnou rychlostí. U pomalých svalů nedochází při únavě k acidóze, a proto odpadá blokující vliv zvýšené koncentrace H^+ na myozinovou ATPázu. U bránice, smíšeného svalu, jsou při únavě postiženy jak síla, tak rychlost kontrakce. Při zkrácení výchozí délky svalu se jeho schopnost vytvářet sílu snižuje. Při únavě inspiračních svalů se jejich schopnost vytvářet sílu snižuje při všech plicních objemech (Paleček et al., 1999).

Svalová vlákna bránice mají obecně menší průřezovou plochu než svaly končetin. Vzhledem k tomu, že počet kapilárních cév obklopujících každé vlákno je podobný, je difuzní vzdálenost snížena, což činí přívod kyslíku účinnějším v bránici než v jiných svalech (Polla et al., 2004).

Kontrakce inspiračních svalů se uskutečňuje v době, která odpovídá trvání inspiria, tedy době, kdy proudí vzduch do plic a době, kdy se inspirační svaly kontrahují ještě po ukončení proudu vzduchu do plic a brzdí začátek expiria. V době expiria inspirační svaly relaxují

a mají možnost metabolicky obnovit energetické zdroje nutné ke kontrakci. Poměr trvání inspiria k trvání cyklu je relativně stálý, a to nejen u zdravých osob, ale i u různých chronických respiračních onemocnění. Jeho hodnota je cca 0,39. Pokud experimentálně podíl trvání inspiria na dechovém cyklu prodloužíme, zvětšíme předpoklady pro vznik svalové únavy, protože zkrátíme čas na obnovu energie (Paleček et al., 1999).

Relativní trvání inspiria (poměr trvání inspiria k trvání cyklu) je jednou z charakteristik potřebných pro stanovení „Tension-time indexu (TTI)“, který lze zjednodušeně definovat jako průměrnou tenzi svalu periodicky se kontrahujícího. TTI popisuje zátěž bránice a ostatních respiračních svalů. TTI rovněž dobře koreluje se stupněm únavy, zvláště při kontrakcích izometrických. Svalová tenze rovněž omezuje průtok krve svalem. To má vliv nejen na dodávku energetických substrátů, ale též na odstranění metabolitů, které mohou ovlivnit kontrakční aktivitu (Paleček et al., 1999).

Vdech je základním prvkem činnosti dýchacích svalů a je aktivní částí dechového cyklu. Proto jakékoliv oslabení funkce inspiračních svalů ohrožuje jedince hypoventilací se všemi důsledky. Síly uplatňující se při výdechu jsou dvojího druhu. Prvními jsou síly v pružných strukturách respiračního systému při vdechu. Rozpětím hrudníku při vdechu se vytvoří zdroj síly v pružných strukturách plic a hrudní stěny, který se uplatní při výdechu. Druhými jsou síly kontrakce výdechových svalů. Výdechovými svaly jsou především svaly stěny břišní a *m. triangularis sterni*. Při kontrakci břišních svalů se zvýší tlak v dutině břišní, který vytlačuje relaxovanou bránici do dutiny hrudní, a tím napomáhá ke zvýšení alveolárního tlaku. Aktivní expirium, tedy výdech za přispění expiračních svalů, se uskutečňuje zejména při expulsních dějích, jako je kašel a kýčání. Mimo to lze vědomě aktivovat výdechové svaly a provádět volní výdechové úkony (Paleček et al., 1999).

Slabost dýchacích svalů lze definovat jako stav, kdy je snížena schopnost odpočínutého svalu vytvářet sílu. Na rozdíl od únavy není slabost rychle reverzibilní. Únavě dýchacích svalů normálně brání velká funkční rezerva, umožňující jak zapojování různých typů svalových vláken, tak střídání celých funkčních skupin inspiračních svalů (Paleček et al., 1999).

2.2.3 Řízení dýchání

Posledním procesem, který probíhá současně s mechanikou dýchacích pohybů a fyziologickými pochody, je proces řídicí.

Jedná se o řízení dechových a posturálních pohybů s účastí nervové soustavy včetně vlivu na psychiku, svaly a vnitřní orgány (Véle, 2012). Mourek (2012) píše, že řízení dýchání je velmi složitý proces a do dnešního dne není zcela a úplně vyjasněný.

Pravidelné střídání vdechu a výdechu je zajištěno spontánní a rytmickou aktivitou respiračních center uložených v mozgovém kmeni. Hloubka a frekvence dýchání jsou ovlivňovány celou řadou chemických a i nechemických vlivů tak, aby plicní ventilace byla maximálně přizpůsobena aktuálním požadavkům organismu (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Rovněž Paleček et al. (1999) uvádí, že je ventilace regulována tak, že optimalizuje dýchání z hlediska přežívání organismu, minimálního výdeje energie, součinnosti s jinými systémy a u člověka zvláště výrazně z hlediska realizace funkcí řízených kůrou mozku. Pro přežití je podstatné zachování určité úrovně metabolismu. Právě chemická regulace dýchání slouží k tomu, aby ventilace plic byla přiměřená aktuálním potřebám metabolismu. Ventilaci plic lze uskutečnit různými dechovými vzory. Bloudivé nervy se spolu s aferencí z dýchacích svalů podílejí na optimalizaci dechového vzoru z hlediska energie vynaložené na dechovou práci. Reflexy z faryngu modifikují ventilaci tak, aby nedocházelo k aspiraci tekutin či potravy. Reflexy z dýchacích cest (kýchání, kašel) napomáhají odstraňovat nežádoucí látky a rovněž upravují normální dechový rytmus. Ventilaci modifikuje i reflexní a centrální vazba na systém kardiovaskulární a na termoregulaci. Samotné dráhy kortikospinální upravují ventilaci tak, že člověk může mluvit, zpívat, foukat a vůbec ovlivňovat ve značném rozsahu svůj dechový vzor.

Za aktivitu dýchacích svalů je odpovědné dýchací (respirační) centrum v retikulární formaci mozkového kmene, tvořené inspiračními a expiračními neurony. Proto, aby docházelo k rytmickému a současně automatickému střídání vdechu a výdechu, je nutná další skupina buněk (centrum) v mozgovém kmeni. Toto centrum se nazývá pneumotaxické. Všechna centra jsou pod vlivem celé řady podnětů, přicházejících jak z periferie, tak z vyšších oddílů CNS tak, aby se ventilace přizpůsobila nárokům a potřebám organismu (Mourek, 2012).

Slavíková a Švíglerová (2012) uvádí, že dýchání je automatický proces, který probíhá mimovolně. Zároveň je dýchání jediná vitální funkce, která do jisté míry podléhá volní kontrole.

Langmeier et al. (2009) uvádějí, že na řízení dýchání se podílí dva regulační mechanismy, a to nervový a chemický. Stejně tak i Dylevský (2011) uvádí, že dýchání je řízeno a regulováno složitým systémem zpětnovazebných mechanismů a že dýchací cyklus je řízen z dýchacího centra v prodloužené míše, které má inspirační (vdechový) a expirační (výdechový) oddíl.

Nervová regulace dýchání souvisí s činností skupiny neuronů, které jsou odpovědné za spontánní rytmické dýchání a jsou uloženy v retikulární formaci mozkového kmene. Jejich nervové

výběžky končí na motoneuronech předních rohů míšních. Z oblasti C₃–C₅ vychází *n. phrenicus*, který inervuje hlavní dýchací sval – bránici. Z motoneuronů v oblasti Th₁–Th₇ jsou inervovány zevní mezižeberní svaly. Další motoneurony řídí činnost výdechových svalů (vnitřních mezižeberních svalů), (Langmeier et al., 2009). Základem spontánního rytmického dýchání je činnost neuronů dechového centra, které tvoří dvě základní skupiny – dorzálně uložené inspirační neurony v *nc. tractus solitarius*, které jsou aktivní především během inspira a ventrální skupina neuronů v *nc. ambiguus a retroambiguus*, které jsou aktivní jak během expirace, tak i během inspira. Činnost neuronů dechového centra je ovlivňována dalšími skupinami neuronů jak v prodloužené míše, tak i v mostu (*pons Varoli*). Z experimentů a z klinických pozorování se zjistilo, že zástava dýchání nastává přerušáním nervových drah pod prodlouženou míchou. Pokud dojde k poškození nad prodlouženou míchou, je rytmické střídání vdechu a výdechu nahrazeno intenzivním vdechem přerušovaným krátkými výdechy (apneusis) nebo přetrvávající výdech je přerušován krátkými nádechy (gaspings). Pokud je poškození mozku nad pontem, rytmické dýchání zůstává zachováno (Paleček et al., 1999; Langmeier et al., 2009).

Činnost neuronů dechového centra se mění podle informací z mechanoreceptorů, které reagují na změnu napětí v dýchacích cestách a v plicích. Dostředivým nervem je *nervus vagus*. Reakci na změnu napětí popisuje Heringův-Breuerův reflex. Zvětšením objemu plic se inhibují inspirační neurony a je zahájena expirace. Naopak, při snížení objemu plic, se aktivita inspiračních neuronů zvyšuje. Proprioreceptory, svalová vřeténka a šlachová tělíska jsou zdrojem informací o změnách napětí nejenom v dýchacích svalech, ale i v jiných kosterních svalech, které jsou aktivovány např. při intenzivnější fyzické zátěži organismu (Langmeier et al., 2009).

V regulaci dýchání se uplatňují i termoreceptory. Např. pokles tělesné teploty pod mez, kterou ještě kompenzují termoregulační mechanismy, navodí útlum plicní ventilace (Langmeier et al., 2009). Naopak vzestup teploty zvyšuje ventilaci jednak urychlením metabolismu, tedy nepřímou, tak i přímou stimulací dechového centra zvýšenou teplotou (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Aktivitu spinálních motoneuronů je možno ovlivnit přímo z mozku prostřednictvím *tractus corticospinalis*. Tímto způsobem je řízeno volní dýchání. Díky němu můžeme zadržet dech (apnoe), můžeme změnit frekvenci i hloubku dýchání. Potlačení spontánní rytmicity neuronů dechového centra je pouze dočasné. Navozené změny vnitřního prostředí (pCO₂, pO₂, pH) jsou registrovány chemoreceptory, jejichž aktivací se potlačí volní dýchání a plicní ventilace se opět přizpůsobí chemickým změnám. Volní kontrola tedy byla nahrazena kontrolou automatickou (Langmeier et al., 2009). Automatická a volní kontrola dýchání jsou tedy od sebe odděleny.

Při silné bolesti nebo emocích ovlivňují dýchání aferentní spoje z limbického systému a z hypotalamu. Při svalové činnosti jsou respirační centra, mimo jiné, aktivována vzruchy z motorické kůry (jedná se o kolaterály kortikospinálních drah), (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Chemická regulace dýchání souvisí s plicní ventilací (výměnou dýchacích plynů mezi plícemi a okolním prostředím), která se mění v souvislosti s metabolickou aktivitou buněk. Zvýšení aerobního metabolismu vyžaduje zvýšený přísun kyslíku a naopak odvod oxidu uhličitého. Metabolickým požadavkům se přizpůsobuje nejenom činnost dýchacích svalů, a tím i plicní ventilace, ale i činnost oběhového systému zajišťujícího transport dýchacích plynů k nebo od metabolicky činných tkání. Změny chemického složení krve ($p\text{CO}_2$, $p\text{O}_2$, pH) jsou registrovány chemoreceptory, které podle umístění lokalizujeme do periferie (karotická a aortální tělíska) nebo do centra (mozkový kmen). Průtok krve aortálními a karotickými tělisky je vyšší než průtok krve mozkem nebo ledvinami. Vzhledem k vysokému průtoku krve jsou periferní chemoreceptorové buňky aktivovány snížením $p\text{O}_2$, zvýšením $p\text{CO}_2$ a zvýšením koncentrace vodíkových iontů. Při poklesu parciálního tlaku kyslíku se z buněk karotických tělísek uvolňuje dopamin, který prostřednictvím určitých receptorů depolarizuje nervová zakončení. Aferentní vlákna z karotických tělísek jsou vedena k neuronům dechového centra prostřednictvím *nervus caroticus* a *nervus glossopharyngeus*, z aortálních tělísek jdou vlákna s *nervus vagus*. Centrální chemoreceptory jsou umístěny na ventrálním povrchu prodloužené míchy. Reagují na změnu koncentrace H^+ v mozkomíšním moku. Změna koncentrace vodíkových iontů je navozena přestupem oxidu uhličitého z krve přes hematoencefalickou bariéru. Zvýšená koncentrace H^+ (vyvolaná zvýšením $p\text{CO}_2$) stimuluje aktivitu neuronů dechového centra, a tím i plicní ventilaci (Langmeier et al., 2009).

Mourek (2012) uvádí, že informace, které regulují činnost dýchací soustavy, můžeme rozdělit do třech základních oblastí.

Prvními z nich jsou informace, či vliv vyšších oblastí CNS. Především je to mozková kůra, která kontrolou dýchacího centra ovlivňuje formu zvukové komunikace a zajišťuje volní kontrolu ventilace. Informace z dalších oddílů CNS (např. center vegetativního systému v hypotalamu a z limbického systému) modifikují ventilaci při silných emocionálních projevech (úlek, strach, smích, pláč, bolest atd.), (Mourek, 2012).

Druhými z nich jsou informace z plic, které mají i zpětnovazebný charakter. Jsou nezbytné pro pravidelné střídání činnosti vdechového a výdechového centra. V plicích jsou receptory, které reagují na pohyb plicní tkáně. Inflační receptory se dráždí při nádechu a cestou bloudivého nervu (*nervus vagus*) se z nich vedou impulzy do dechového centra, kde dojde k útlumu vdechu

a iniciaci výdechu. Při výdechu se zase dráždí deflační receptory a tato informace utlumí výdech a spouští vdech. Jedná se o autoregulační dýchací reflex Hering-Breuerův. Řídící centrum dostává ovšem i další zpětné informace (z proprioreceptorů dýchacích svalů a receptorů registrujících proudění vzduchu v horních dýchacích cestách), (Mourek, 2012).

Třetími z nich jsou informace o stavu dýchacích plynů ve vnitřním prostředí z periferních a centrálních chemoreceptorů, které mají vliv na rozsah ventilace. Periferní chemoreceptory jsou umístěny v oblouku aorty a v tzv. *glomus caroticum* (tělísko v rozvětvení krkavic) a jsou citlivé především na pokles pO_2 , čili hypoxii, na změny pCO_2 či pH. Centrální chemoreceptory jsou umístěny přímo na povrchu prodloužené míchy a reagují především na změny pH. Díky tomu hyperkapnie vede ke zvýšení minutové ventilace (hyperventilaci). Je to logický mechanismus, protože při zvýšené námaze (práce, sport atd.) musí být zvýšené množství vyprodukovaného CO_2 odstraněno a současně musí být pokryta zvýšená spotřeba kyslíku (Mourek, 2012).

Dylevský (2011) obdobně popisuje řízení dýchání. Uvádí, že aktivní fázi dýchacího cyklu je inspirium. Inspirace je řízena systémem dostředivých a odstředivých spojů. Dostředivou část reflexního řídicího oblouku vedoucího do inspiračního centra tvoří vlákna bloudivých nervů, vlákna bráničních nervů, vlákna míšních nervů inervující dýchací (inspirační) svaly, míšní dráhy a autonomní vlákna, která inervují hladkou svalovinu bronchů. Inspirační centrum je ovlivňováno i mozkovou kůrou. Proto je možné dýchání v určitém rozsahu ovlivňovat vůlí. Rozhodující je však vliv autonomních chemorecepčních okruhů. Inspirační centrum je vystaveno rozsáhlému proudu vzruchů přicházejících z uvedených receptorových oblastí, ale také vlastní centrum je přímo drážděno protékající krví, jejíž klesající pH je pro inspirační centrum dalším aktivním podnětem. Inspirační centrum dostává také informace z chemoreceptorů velkých cév. Např. z receptoru ve stěně krkavice, který je citlivý na změny kyselosti a pO_2 protékající krve. Kyselost krve se mění podle množství vázaného CO_2 v plicní tkáni. Větší koncentrace CO_2 vyvolává pokles pH krevní plazmy (Dylevský, 2011).

Mohutná aktivace inspiračního centra vede nejprve k jeho dráždění a k vyslání impulzů probíhajících míšními dráhami a míšními nervy k inspiračním svalům. Dochází k jejich kontrakci a tím i k vdechu. Pokračující dráždění vyvolává útlum inspiračního centra. Inspirace se zastavuje a převládne aktivita centra expiračního. Vlastní aktivita expiračního centra je mnohem menší než aktivita centra inspiračního. Expirační centrum je mnohem méně dráždivé a za normálních okolností je pravděpodobně jeho podíl na výdechu minimální. Výdech se proto uskutečňuje převážně pasivně, a to pružností plicní tkáně a pružností a hmotností hrudní stěny. Bylo

již uvedeno, že v pohrudniční dutině je mírný podtlak. Pokud je dutina uzavřena proti atmosféře, jsou oba listy v kontaktu a ve štěrbině je vrstvička tekutiny. Dojde-li k otevření pohrudniční dutiny (zraněním hrudní stěny a pohrudnice), vyrovnává se tlakový rozdíl, který udržuje plíce rozepjaté, a plíce kolabují. Vzniká pneumotorax, který je podle svého rozsahu provázen dušností (Dylevský, 2011).

2.2.4 Nerespirační funkce dýchacího systému

Dýchací systém zajišťuje, kromě výměny plynů, celou řadu nerespiračních funkcí. Dýchací ústrojí disponuje četnými nástroji imunity. Větší částice se většinou zachytí na sliznici bronchů, odkud jsou odstraněny pohybem řasinek epiteliálních buněk, kýcháním nebo kašláním. Do bronchiálního sekretu jsou navíc secernovány imunoglobuliny A, které zajišťují specifickou imunitní odpověď. Malé částice cizorodých látek doputují až do alveolů. Jsou fagocytovány alveolárními makrofágy. Pokud proniknou až do intersticia, jsou vychytávány intersticiálními makrofágy nebo doplaveny lymfatickými cévami. Při nadměrném přísunu malých prachových částic nemusí být fagocytóza dostatečně efektivní. Částice jsou pak ukládány v intersticiu, což může vést k plicní fibróze. Další nerespirační funkce dýchacího systému je tvořena obrannými dýchacími reflexy, které brání vdechnutí nežádoucích látek. Patří sem kašlací reflex, kýchací reflex a Kratschmerův apnoický reflex, který je iniciován podrážděním receptorů v horních cestách dýchacích dráždivými látkami. Dále vzhledem k velké poddajnosti plicních cév slouží plicní řečiště jako rezervoár krve. V plicním oběhu jsou také odstraňovány malé emboly (zejména krevní sraženiny) ze žilní krve. Tím je zabráněno vniknutí embolů do systémového oběhu a možnému ucpání cév v důležitých orgánech. Dýchací systém rovněž kompenzuje změnu pH. Zvýšená ventilace vede ke zvýšenému odstraňování CO₂ z těla a následně k vzestupu pH, hypoventilace působí opačně. Změna charakteru dýchání je důležitá pro normální průběh polykání, defekace, mikce, zvracení nebo pro čichání. Dýchání je rovněž důležité pro vznik hlasu neboli fonaci. Dýchání ještě přispívá ke ztrátám tepla a vody z povrchu dýchacích cest. Mezi nerespirační funkce dýchacího systému je řazeno i zívání, při kterém dochází k výraznému zvětšení hrudníku a dechového objemu, pravděpodobně slouží k otevření zkolabovaných alveolů (i u zdravého člověka může být část plicních alveolů zkolabována). Zívání se objevuje hlavně v situacích, kdy se člověk brání spánku, únavě či nudě. Zívání krátkodobě zvyšuje okysličení krve (Slavíková & Švíglerová, 2012).

2.3 Dýchání z pohledu jógy

2.3.1 Jóga a dech

Při podrobné revizi dostupné literatury týkající se dechu, dýchání či dechových cvičení byl v literatuře vždy nalezen určitý odkaz jógy. I Véle (2006) odkazuje na cvičení podle jógových mistrů.

Rovněž v rehabilitaci bývá používáno mnoho jednotlivých prvků jógy, zejména jógových pozic, případně dechových technik či relaxace. V těchto případech se však jedná pouze o fyzické cvičení, které nemůže využít komplexní, bio-psycho-sociální potenciál jógy prokázaný zahraničními studii (Kubát, 2019).

Celý systém jógových cvičení je postaven na dýchání. Jogíni vycházeli z názoru, že na správném dýchání závisí zdraví člověka (Kogler, 1971).

Stáří jógy se odhaduje na několik tisíc let. Z této skutečnosti vyplývá nezměrná zkušenost s jejím praktikováním. Základní principy učení jógy zůstávají stejné, ale je třeba volit formu přijatelnou pro dnešního člověka, metody vhodné pro současný způsob života a přístup respektující zejména duševní vývoj během uplynulých staletí či tisíciletí. Řada ezoterních směrů předepisovala v minulosti zájemcům o hlubší poznání života často izolaci od vnějšího světa. Současná situace (alespoň v západních zemích) neumožňuje odchod do ústraní, ale takový způsob seberealizace ani není žádoucí. Úkolem dnešní doby je naopak spojení duchovního a světského (vnitřního a vnějšího) způsobu života. Tyto dvě formy žití by měly být alespoň v relativní rovnováze. Pro dnešního člověka to většinou znamená si naplánovat trochu samoty jako vyvážení hyperaktivity vnějšího světa. Mnoho lidí, zvyklých na dnešní uspěchaný styl života, chápe samotu jako něco nepříjemného či nežádoucího. Přesto člověk potřebuje chvílky, kdy je sám se sebou nebo sám sebou. Téměř nepřetržitý tok vnějších vlivů neustále odvádí naši pozornost od vnitřního světa. Pokud ale chceme více porozumět sami sobě, což zahrnuje i dýchání, musíme část pozornosti věnovat našemu světu vnitřnímu (Mihulová & Svoboda, 2013).

Podle Gítánandy (1999) by jóga měla být způsobem života, tedy způsobem jak integrovat celou naši povahu tak, aby všechny aspekty našeho života začaly pracovat v harmonii. Pak se jedná o sjednocený život, který reprezentuje prožitkovlné, harmonické a nádherné žití. V takovém případě se může jóga nazývat vědou o celistvém pojetém člověku. Jóga je vědomý vývoj, učení, jak růst prostřednictvím evolučního procesu. Obecně se stáváme lepším člověkem.

Pojem jóga pochází ze Sanskrtu, jednoho z nejstarších jazyků světa. Většinou se překládá jako spojení. V době, kdy se jóga formovala, byla spojena se širokou tradicí védanty, uváděnou

v upanišadách. Později, ve třetím století, provedl anonymní tvůrce Bhagavadgíty bible hinduismu, jedinečné sjednocení tehdy existujících jógových přístupů. Ale až ve druhém století před naším letopočtem Pataňdžali v díle Jógasútra (Aforismy o józe) dal józe klasickou formu (Skarnitzl, 2010).

Učení jógy se dělí do několika různých směrů. Nejznámější z nich je karmajóga (jóga činnosti, konání, cílem je ovládnout jednání tak, aby bylo dosaženo osvobození), džňánajóga (jóga poznání, vědění), bhaktijóga (jóga lásky, obětuje všechny emoce tvůrci vesmíru), rádžajóga (jóga královská, vede k ovládnutí mysli) a hathajóga (cílem je ovládnutí těla a jeho fyziologických pochodů). Tyto jednotlivé směry se navzájem doplňují. Všechny jsou popsány v Bhagavadgítě (Mihulová & Svoboda 2014; Bartoňová, Bašný, Merhaut & Skarnitzl, 1971).

Podstatou Rádžajógy (neboli aštángajógy – jógy o osmi částech nebo také královské stezky či Pataňdžaliho osmidílné stezky jógy), která je popsána v díle Jógasútra, je ovládnutí těla a mysli. Z hlediska praxe upravil Pataňdžali svůj systém do osmi stupňů. Každý stupeň má svůj význam a nemůže být vynechán. Prvním z nich je jama neboli zákazy či sklony lidské povahy, které je třeba eliminovat. Druhý stupeň představuje nijama neboli příkazy či sklony lidské povahy, které je třeba rozvíjet. Třetím stupněm je ásana, tělesná pozice. Tento stupeň představuje tělesná cvičení. Čtvrtým stupněm je pránájáma neboli ovládnutí dechu a životní energie. Pátý stupeň představuje práťjáhára, ovládnutí smyslů, odpoutání se od smyslových vjemů. Šestý stupeň prezentuje dhárana neboli koncentrace, soustředění mysli na určitý objekt či představu. Sedmým stupněm je dhjána neboli meditace, rozjímání, kdy se pozorovaný objekt stává subjektem. Posledním osmým stupněm je samádhi, dokonalé pohroužení, nazírání, samovolný stav čistého vědomí, kterého se může dosáhnout po zvládnutí předchozích stupňů (Mihulová & Svoboda, 2014; Skarnitzl, 2010).

Pránájáma, která se věnuje práci s dechem, je známá a užívána od dávných dob k tomu, aby zmírnila stres a stabilizovala autonomní funkci těla (Bhimani, Kulkarni, Kowale & Salvi, 2011).

Z pohledu jógy jsou dechová cvičení řazena do přípravné pránájámy. Jejím cílem je naučit cvičence správně dýchat, jedná se o zvládnutí plnosti dechu, rytmu dechu a polarity dechu. Tyto techniky jsou přípravou na klasickou pránájámu. Sanskrtské slovo pránájáma se skládá ze dvou částí, kde prána znamená univerzální tvůrčí sílu (energii) a ajáma znamená kontrolu či řízení. Pránájáma je tedy vědomá práce s dechem a energií, její ovládnutí a kontrola, někdy bývá překládána jako věda o dechu. Dechová cvičení kromě posílení dýchacích svalů, zafixování správného dechového stereotypu a zvýšení vitální kapacity plic mají i další význam, který spočívá

v příjmu dostatečného množství energie a účelném hospodaření s ní. Tato energie, prána, se pak projevuje v různých podobách (prána, samána, vyána, udána, apána) v aspektech lidského života. V Pataňdzalio osmidílné stezce pránájáma představuje čtvrtý stupeň. Technické detaily pránájámy v Jógasútře ale nejsou popsány. Této problematice je věnováno pouze několik veršů. Techniky pránájámy jsou popsány až v pozdějších dílech jako je Hathajógapradípika anebo Ghérandova a Šivova sbírka (Mrnuščíková, 2014).

Často se uvádí, že „není rádži bez hathy“. Toto rčení vychází z předpokladu, že každý potřebuje nějaké zdokonalení v pozici či dýchání. Hathajógapradípika (klasické dílo o hathajóze) zdůrazňuje, že různá cvičení hathajógy jsou korunována tehdy, když vyústí v rádžajógu. Pokud cvičenec pocítuje dechové překážky a nedostatky, měl by si pro jejich odstranění zvolit některé z jednoduchých dechových cvičení a ty by pak měl provádět 1–2 krát denně. Je nutné upozornit, že lehkomyšlné přepínání dechových cvičení či špatná aplikace pránájámy může vyvolat zdravotní obtíže, jako jsou kašel, bolest hlavy, bolest očí, uší a další (Bartoňová, Bašný, Merhaut & Skarnitzl, 1971).

Dech je pak popisován jako zpomalování a prodlužování zpočátku přirozených, později cílených okamžiků zklidnění mezi jednotlivými nádechy a výdechy, přecházíme k uvědomění si těchto zastavení (nazývaných kumbhaky) a jejich charakteristik. Vnější stav dechového cyklu, tedy výdech neboli réčaka, odvádí vzduch ven. Vnitřní stav dechového cyklu, nádech neboli púraka, přivádí vzduch směrem dovnitř. Stav bez pohybu, tedy jednotlivá zastavení mezi nádechem a výdechem jsou již zmiňované kumbhaky. Rozlišujeme bahir kumbhaku, což je zastavení po výdechu a antar kumbhaku, což je zastavení po nádechu. Dále pro pránájámu je důležité, kde se dech realizuje (soulad s prostorem), jaký má rytmus (soulad s časem) a kolik dechových cyklů provádíme (soulad s počtem). Soulad s počtem v praxi znamená, že při provádění dechových technik se držíme v množství provedených dechových cyklů násobků tří. Cílem pránájámy je uvědomování si pránických proudů ovlivněných způsobem dýchání a zaměřením pozornosti. Z tohoto vyplývá značný rozdíl mezi běžným dýcháním a pránájámickým dýcháním. Běžné dýchání, kdy nám jde o výměnu plynů, je podvědomý proces, který řídí dechové centrum v prodloužené míše. Dýchání je životně důležitý instinkt a jeho vědomé řízení je umožněno jen v jistých mezích. Pránájáma a její techniky představují jakousi nadstavbu nad tímto základem. Proto je třeba před prováděním pránájámy mít tento základ dobře zvládnutý. Podstatný rozdíl mezi základním dýcháním a pránájámou je, že pránájáma je vědomé dýchání, které vede k určité energetické odezvě. V tomto případě je pak celý proces řízen mozkovou kůrou. To znamená, že před vlastní pránájámou je nutné projít jakousi přípravnou částí, jejímž cílem

je zvládnout korektně dýchat. Na tomto místě nastupují dechová cvičení, která se též označují jako přípravná pránájáma (Mrnuščíková, 2014).

Plnost dechu, umožňuje plné využití kapacity plic. Jedná se o hluboké vědomé dýchání, kdy si uvědomujeme projevy dechu nejen směrem vpřed, ale i do stran a vzad. Takové dýchání nám přináší dostatečné množství kyslíku, je výrazně hlubší a pomalejší než neúplný dech. Má zklidňující vliv na psychiku a umožňuje lepší přestup kyslíku do krevního oběhu. Při neúplném dýchání se narušuje optimální energetické zásobování jednotlivých systémů a částí těla. Pro nácvik lokalizovaného dýchání používáme hatény. Jedná se o polohy a techniky, při nichž posilujeme konkrétní primární a sekundární dýchací svaly, dále dochází ke stimulaci nervů odpovídajících té části plic, kterou chceme aktivovat. Můžeme je provádět dvěma způsoby, dynamicky, kdy vždy s nádechem popřípadě s výdechem provádíme pohyb a jdeme do dané polohy a opět s nádechem popřípadě s výdechem se vracíme zpět do výchozí polohy. Nebo staticky, kdy dynamickým pohybem se dostaneme do požadované polohy, kterou můžeme chápat jako ásanu (jógovou pozici), proto zde setrváme a pozici prodýcháme, z pozice se opět vracíme v souladu s dechem (Gítánanda, 1999; Mrnuščíková, 2014).

Pro nácvik lokalizovaného dýchání a následně plného jógového dechu lze použít hasta-mudry. Jedná se o polohy rukou využívané v nejrůznějších sedech, kdy máme vzpřímenou páteř (Mrnuščíková, 2014). Hasta-mudry jsou podle Véleho (2006) specifické modifikace poloh horních končetin, které působí tím, že vysílají do CNS definovaný soubor proprioceptivních a exteroceptivních vzruchů aferentací z kloubů a svalů horní končetiny. Tento soubor vzruchů ovlivňuje řídicí pochody CNS s působností v jednotlivých dechových sektorech. Vliv hasta-mudry lze využít jednostranně nebo symetricky, a to jak inhibičně, tak i facilitačně. Kombinací poloh na obou končetinách lze vytvořit vhodné podmínky pro lokální ovlivnění respirace. Dlouhodobou aplikací specifických poloh lze ovlivnit i formování hrudníku a tím i osového orgánu. Vliv hasta-mudry na dýchání je sice slabý tak, že se pozná pouze při soustředěné pozornosti, ale jeho vytrvalé opakování, které není nijak náročné, ovlivní respirační funkce součtovým vlivem.

Podklíčkové dýchání v horním sektoru hrudníku aktivuje adhi mudrá (obr. 9). Horní části plic můžeme plnit i střídavě na základě střídavého zaujímání adhi mudry pravou a levou rukou. Lze tedy pociťovat tok vzduchu v horním sektoru hrudníku z pravé strany na levou či naopak (Mrnuščíková, 2014). Podklíčkové dýchání provzdušňuje plicní hroty, které většina lidí vůbec nepoužívá. Šponar (2003), uvádí, že plíce řádně fungují při dostatečné výměně dýchacích

plynů ve všech jejich částech. Pokud někde trpí nedostatkem provzdušnění, je omezeno samočištění plic a obranyschopnost imunitních buněk v plicních sklípcích.



Obr. 9. Adhi-mudrá (foto autor).

Střední oblast hrudníku je ovlivňována činnou mudrou (obr. 10). Pohyb ve střední oblasti hrudníku pochází z činnosti bránice i mezižeberních svalů. Při nádechu dochází zde ke zvedání hrudního koše a k jeho rozpínání do stran. Výdech je v případě klidového dýchání zabezpečen elasticitou hrudníku a probíhá pasivně. Při usilovném výdechu se zapojují mezižeberní svaly, výdech je pak aktivní. Takto realizované lokalizované dýchání podporuje výměnu dýchacích plynů ve střední části plic. Náležitě zapojení hrudního dechu působí preventivně proti onemocněním srdce a krevního oběhu. Působení na krevní oběh se uskutečňuje střídáním podtlaku a přetlaku v dutině hrudního koše. Návrat krve žilami zpět do srdce je podporován nádechem (vzniká podtlak). Výdech (vzniká přetlak) pak pomáhá srdci k vypuzení krve při jeho stahu dále do krevního oběhu. Efekt hlubokého dýchání na krevní oběh je kladný. V situaci, kdy hluboký dech ztěžuje srdci jeho práci, mu současně napomáhá budovat kondici (např. v aerobních aktivitách). Tím automaticky taky nastávají i fáze, v nichž si srdce důkladněji odpočine. Naopak ti, kteří dýchají povrchně, nedají srdci možnost získat lepší kondici, ale ani možnost lépe si odpočinout (vzrůstá tím náchylnost k srdečním onemocněním). Kostální dýchání aktivně neprocvičujeme při zlomeninách žeber. Naopak při srdečních a plicních onemocněních je velmi vhodné, ale bez delší zádrže po nádechu (Šponar, 2003; Votava et al., 1988).



Obr. 10. Činmaja-mudra (foto autor).

Nejspodnější oblast, tedy břišní neboli brániční dýchání, je ovlivňována čin mudrou (obr. 11). Tento typ dýchání většinou lépe používají muži. U žen je jeho podíl často nižší s ohledem na to, že během těhotenství je tento typ dechu postupně až zcela vyřazen. Břišní dýchání podporuje výměnu dýchacích plynů ve spodní části plic. Břišní dýchání je důležité pro správnou funkci zažívacích i pohlavních orgánů, je významné i pro dobrý žilní návrat z dolních končetin. Při jeho nedostatečnosti se rozvíjí sklon k zácpě, špatnému trávení, k hemeroidům, pocitu nedostatku energie. Může se spolupodílet na některých poruchách plodnosti. Nepochvíujeme jej při akutních onemocnění v břišní dutině, dále při menstruaci a v těhotenství (Šponar, 2003).

V obou uvedených dechových sektorech (střední a dolní) také můžeme vnímat střídavé proudění vzduchu dle zaujmutí mudry pravou či levou rukou tak, jak je uvedeno u podklíčkového dýchání.



Obr. 11. Čin-mudrá (foto autor).

Brahma mudrá se pak používá pro hluboký kompletní dech, kde se během nádechu nejprve naplňuje spodní dechový sektor, dále střední sektor a nakonec se plní horní dechový sektor.

Výdech je pak proveden ve stejném pořadí. Nejprve odchází vzduch z břišní oblasti poté z mezižeberní a nakonec z podklíčkové (Gítánanda, 1999).

Během plného jógového dechu využíváme veškerý aktuálně dosažitelný objem plic, tedy vitální kapacitu plic. Nejde o to naučit se novému typu dýchání, ale o to rozpomenout si, jak jsme dýchali, než v nás stres a současný životní styl tento uvolněný typ dechu postupně potlačil. Pro plný jógový dech je třeba si uvědomit jeho tři složky, ty procvičit zvlášť v rámci lokalizovaného dýchání a pak je zase spojit do dechové vlny. Množství dechu získaného plným jógovým dechem je výsledkem součtu jeho jednotlivých složek, kde břišní (brániční) dýchání odpovídá 60 % celkové účinnosti dýchání, hrudní pak 30 % celkové účinnosti dýchání a podklíčkové 10 % celkové účinnosti dýchání. Uváděný procentuální poměr platí pro většinu činností během dne. Při různých typech cviků nebo při některých změnách organismu se tyto poměry výrazně mění (Šponar, 2003). Lysebeth (1973) též uvádí, že brániční dýchání se účastní na celkové plicní ventilaci až 65% podílem.

Význam dechu souvisí se skutečností, proč mají dechová cvičení (pránájáma) tak výsadní postavení v józe. Dech umožňuje zásah naší vůle do jinak mimovolní činnosti vnitřních orgánů. Žádný z vnitřních orgánů nemůžeme ovlivnit přímo, ale dýchání ano. Kdykoli můžeme svou vůlí dech zastavit, či prohloubit nebo zrychlit anebo zpomalit. Dech je ale silně ovlivněn emocemi a jeho modifikací vznikají vrozené emoční projevy, smích a pláč. Dále je důležitý pro dorozumívání, tedy vytváření zvuků a hláskové řeči. Při zpěvu (např. jógové mantry Óm) se tělo navíc rozechvívá. Vzniklé vibrace působí mechanicky na různé části těla a emočně ovlivňují naši psychiku. Při dýchání vznikají zřetelné tlakové změny. Při vdechu vzniká v plicích podtlak a při výdechu naopak přetlak. Primárním cílem je nasávání a vypuzování vzduchu, vedlejším účinkem je působení tlaku na všechny orgány uložené v hrudníku, částečně i v oblasti břicha (Votava et al., 1988).

Rytmické dýchání. V podstatě každé dýchání je rytmické, to je dáno pravidelným střídáním nádechu a výdechu. Základem je si tento rytmus uvědomit, zpravidelnit jej a využít jeho vliv na celý organismus a psychiku. K nácviku rytmického dýchání bychom měli přistoupit již v přípravné pránájámě, ale až po zvládnutí plného dechu. Během nácviku celou dobu dýcháme nosem oběma nosními dírkami. Vědomé rytmické dýchání ovlivňuje dechové centrum prodloužené míchy, které je propojené s ostatními centry řídicími tep srdce, příjem a výdej tekutin a další procesy našeho organismu. Převodem rytmu do vědomí dochází k harmonizaci celého organismu (Gítánanda, 1999; Mrnuščíková, 2014).

V rytmickém dýchání se jedná o vzájemný poměr délek jednotlivých dechových fází, tedy nádechu, zastavení po nádechu, výdechu a zastavení dechu po výdechu. Základní rytmus je 2–1, kdy aktivní fáze jsou dvakrát tak dlouhé ve srovnání s pasivními fázemi. Popsána je řada technik. Uvádíme např. sávitří pránájámu, kde je rytmický dech prováděn v poměru 8–4–8–4 (Mrnuščíková, 2014).

Polarita dechu, dýchání samo o sobě je polaritní. Projevem polarity dechu je právě nádech a výdech. Dýcháním tak neustále vyžadujeme příjem a výdej. Dalším rozměrem polarity dechu je skutečnost, že máme pravou a levou nosní díрку. Pravá nosní dířka je spojena s levou mozkovou hemisférou, která ovlivňuje pravou polovinou těla a naopak levá nosní dířka je spojena s pravou mozkovou hemisférou, která ovlivňuje levou stranu těla. Polarizační techniky, kdy nějakým způsobem střídáme dýchání v obou nosních dířkách, nazýváme střídavé dechy (Mrnuščíková, 2014).

Polarita dechu je závislá i na biorytmech. Tato skutečnost byla známá již starým jogínům. Jedná se o endogenní rytmus, který je charakterizován dominancí dýchání jednou nosní dířkou. Tato dominance se během 24 hodin asi desetkrát změní. Z toho vyplývá, že změna v dominanci dýchání pravou či levou nosní dířkou se každé dvě až tři hodiny mění. Toto má význam při udržování rovnováhy autonomního nervového systému. Je známo, že levá nosní dířka je spojena s parasympatickou větví autonomního nervového systému a pravá nosní dířka se sympatickou větví autonomního nervového systému. Pokud je toto přepínání nosních dířek omezeno, dochází k narušení rovnováhy mezi sympatickou a parasympatickou částí autonomního nervového systému a vzniku somatických problémů (Srinivasan, 1991).

Význam dechu popisuje Véle (1997) a Véle & Čumpelík (1997). Rozlišuje metabolický, mechanický, formativní, regulující a terapeutický význam dechu pro jedince. Metabolický význam se opírá o skutečnost, že dech náš organismus zásobuje kyslíkem a odvádí z něj oxid uhličitý, tím zajišťuje chemickou rovnováhu. Tato rovnováha je důležitá pro zdárný průběh základních metabolických procesů. Hloubka a frekvence dechu včetně práce dýchacích svalů má vliv na stabilitu této rovnováhy. Primární potřeba zajištění kyslíku podmiňuje funkci všech orgánů, obzvláště řídicí funkci centrální nervové soustavy. Mechanický význam spočívá ve změně tlaku během dýchání, který má vliv na orgány uložené v hrudním koši a břišní dutině a ovlivňuje cirkulaci vzduchu. Formativní význam dechu se zakládá na dechových pohybech, které ovlivňují postavení hrudního koše, páteře, pánve a hlavy. Což se odráží v celkovém držení těla. Dále popisují regulující význam dechu, jehož podstatou je aktivita v rámci dechového cyklu. Během nádechu se povzbuzuje činnost centrální nervové soustavy a osového svalstva a

při výdechu činnost CNS klesá. CNS společně s psychikou je pod přímým a stálým vlivem dechu. Terapeutický význam dechu souvisí s působením dechových pohybů na postavení osy těla (hlava–páteř–pánev) a hrudního koše. Toto formující působení dechových pohybů můžeme úspěšně využívat při odstraňování funkčních poruch pohybového systému, vadného držení těla.

Votava et al. (1988) uvádí, že dýchání je v józe ze všech vnitřních funkcí tou nejvýznamnější. Píše, že většina osob dýchá špatně, takže pak celý život trpí nedostatkem kyslíku a právě tomu se zabrání soustavným dechovým cvičením. Dále píše, že přívod kyslíku v klidu, kromě osob trpících klidovou dušností, je dostatečný. Potřeba kyslíku se zvyšuje zejména při intenzivní svalové práci a teprve v této situaci se pozná kdo má jaké rezervy. Proto stačí, abychom dokázali přizpůsobit svůj dech zátěži při běžném životě, zvláště při práci a rekreačním sportu. Přesto řada lidí dýchá nesprávně a to neekonomicky s příliš velkým úsilím. Nevyužívají dostatečně hlavní dýchací sval, tedy bránici, a vyvíjí tak zbytečné úsilí na svaly, které zdvihají hrudník vzhůru (kývače, svaly skalenové). Trvalé napětí v těchto svalech se přenáší na krční páteř a vyvolává bolest šíje a hlavy. Faktem je, že bolesti hlavy patří mezi nejrozšířenější a nejčastější zdravotní problémy. Epidemiologické studie ukázaly, že 4,5 % populace západní Evropy má bolesti hlavy nejméně 15 dní v měsíci (Weatherall, 2015). I Šponar (2003) píše, že většina lidí neumí dech využívat optimálně, což souvisí s přebytečným napětím, ve kterém velká část z nás žije.

Lysebeth (1973) v souvislosti s dýcháním nazývá bránici druhým srdcem. Jenže zatímco srdce zná každý, bránici si dokáže představit pouze málo lidí. Bránice je, společně se srdcem, nejvýkonnějším a nejaktivnějším svalem v těle. Pracuje bez přestání a odpočívá jen mezi výdechem a nádechem, proto má mimořádnou hodnotu zadržetí dechu při prázdných plicích. Je to jediný moment, kdy je možné bránici vědomě relaxovat (Lysebeth, 1973; Lysebeth, 2017).

Dýchání nosem má velmi rozsáhlý vliv na organismus. Jsou např. prokázány spoje z nosní sliznice do hypotalamu a mozkové kůry, souvislost rytmu střídání průchodnosti nosních dírek s aktivitou sympatiku apod. Při dlouhodobém vyřazení dýchání nosem dochází ke zvýšení četnosti výskytu respiračních onemocnění a projevuje se i souvislost s onemocněním jiných systémů. Řízení dechu, představuje složitý mechanismus. V mozkovém kmeni a v prodloužené míše jsou centra, která zajišťují dechový rytmus. Jejich nervové buňky se dělí na tři skupiny podle toho, kdy jsou aktivní, tedy při nádechu, výdechu či při zádrži dechu. Průběh dechového rytmu je ovlivňován řadou receptorů. Ty, které reagují na koncentraci kyslíku a oxidu uhličitého v krvi, jsou umístěny v mozkovém kmeni, v míše, v plicích a srdci. Tělíška ve stěně krkavic a srdečnice signalizují změny krevního tlaku. Další receptory jsou drážděny roztažením stěny

průdušek. Rytmus dechu ovlivňují i informace ze svalů, šlach a kloubů, které působí na dechová centra. Dechová centra pak mají značný vliv na celý centrální nervový systém. Dýchání představuje základní biologický rytmus. Zároveň s ním probíhá řada dalších quasiperiodických změn jejichž cyklus probíhá od tisícin sekundy až po několik let. Rytmy, které probíhají současně, se vzájemně ovlivňují. Nejznámější je vzájemné ovlivnění srdečního a dechového rytmu. Při pránájámě ovlivňujeme dech, tím měníme dechový rytmus, který se takto přenáší do jiných systémů nervové soustavy (Votava et al., 1988).

Toto potvrzují Nivethitha, Mooventhan & Manjunath (2017), kteří na základě dostupné vědecké literatury provedli narativní recenzi. Cílem jejich práce bylo zjištění efektu různých dechových technik patřících do pránájámy na kardiovaskulární proměnné a proměnné v rámci autonomního nervového systému. Bylo provedeno elektronické vyhledávání dat od roku 1988 do dubna 2016 v databázi Medline / PubMed, kde je možné zrevidovat příslušné články pomocí klíčových slov jako je pránájáma či jógové dýchací techniky. Analýze podrobili 63 prací a došli k závěru, že pomalé jógové dýchání má příznivý účinek na kardiovaskulární a autonomní proměnné, zatímco rychlé dechové techniky (kapálabhāti, bhástrika a bhrámarí pránájáma) nevyvolávají takové účinky v oblasti kardiovaskulárních a autonomních proměnných.

I v posledních dvou letech se vyskytují studie, které se zabývají vlivem jógových cvičení na kardiovaskulární systém, uvádíme např. studii autorů Yadav, Yadav, Sarvottam & Netam (2017), kde se 554 subjektů účastnilo krátké intervence na bázi jógy. Autoři došli k závěru, že intervenční program zaměřený na zdravý životní styl založený na józe významně snižuje nízké až střední riziko vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Dále např. práce autorů Vinay, Venkatesh & Ambarish (2016) zabývající se vlivem krátkodobé praxe jógy na variabilitu srdeční frekvence. Či práce autorů Kuppusamy, Kamaldeen, Pitani & Amaldas (2016), kteří se sledovali okamžité účinky bhrámarí pránájámy na klidové kardiovaskulární parametry u zdravých dospívajících.

Práce autorů Govindaraj et al. (2016) se věnuje komparaci jógy, jógových cvičení a fyzických cvičení z fyziologického, psychologického a duchovního hlediska. Uvádí, že jóga v současné době získává velkou popularitu u lidí všech vrstev života. Proto je srovnávána s fyzickými cvičeními. Zjevná podobnost vnějších pohybů umožňuje toto porovnání. Píší, že fyzické cvičení a fyzické složky jógových praktik mají několik podobností, ale také důležité rozdíly. Došli k závěru, že intervence jógy prokazuje stejné anebo lepší výsledky. Důraz na regulaci dechu, vnímavost během cvičení a důraz kladený na udržení postojů (ásan, základních jógových pozic), jsou prvky, které odlišují praktiky jógy od fyzických cvičení.

Další studie autorů Chauhan, Semwal, Mishra & Semwal (2017) ověřovala, zda jógová cvičení mají vliv na snížení indexu tělesné hmotnosti (BMI) a na snížení hodnot krevního tlaku vlivem jednoměsíční intervence. Experimentální skupina praktikovala vedenou lekci jógy každé ráno. Jednalo se tedy o intenzivní krátkodobou intervenci. Výsledky prokázaly snížení indexu BMI i snížení hodnot tlaku krve u experimentální skupiny. Závěrem autoři uvádí, že praxe jógy má potenciál kontrolovat BMI a tlak krve bez užívání jakýchkoli léků.

Chybné postoje způsobené sedavým životním stylem způsobují oslabení svalů hlubokého stabilizačního systému, což přispívá ke zvýšení výskytu muskuloskeletálních poruch. Z toho faktu vycházejí autoři Rathore, Trivedi, Abraham & Sinha (2017), kteří se zabývali korelací mezi anatomií svalů tvořící hluboký stabilizační systém v oblasti bederní páteře a jejich aktivací v různých jógových pozicích. Zpracovali přehled aktivace svalů HSSP v konkrétních jógových pozicích (ásanách). Uvádí, že vztah mezi funkční anatomií a aktivací svalů v různých jógových pozicích a cvičeních, má široké spektrum využití klinického významu. Znalosti aktivace svalů v různých jógových pozicích mohou pomoci zdravotníkům navrhování intervencí.

Stejně tak Ni et al. (2014) uvádí, že pohybové vzory využívané v jednotlivých ásanách se liší podle dovednostních úrovní praktikujících. Znalost těchto vzorů pak může pomoci instruktorům při navrhování rehabilitačních a cvičebních programů.

Další práce autorů Prado, Raso, Scharlach & Kasse (2014) se zabývá vlivem hathajógy na rovnováhu. Uvádí, že dobrá tělesná rovnováha vyžaduje správnou funkci vestibulárních, vizuálních a somatosenzorických systémů, které lze dosáhnout pomocí cvičení anebo praxí jógy. Sledovali účinky pětíměsíční intervence hathajógy (šedesátiminutová lekce třikrát týdně) na tělesnou rovnováhu zdravých probandů ve věku 25–55 let. Výsledky statické posturografie a terénních testů ukázaly, že trénink hathajógy zlepšuje tělesnou rovnováhu.

Radhakrishnan, Sharma & Subramanian (2017) sledovali vliv šestitýdenní intervence pránájámy (30 minut denně, 5 dní v týdnu) u třiceti zdravých dospělých, rekreačních sportovců, ve věku $20,56 \pm 2,49$ let. Výsledky výzkumu vykazují zlepšení kontroly dechového stereotypu, zlepšení aerobní kapacity respiračních svalů, zvýšení objemu srdečně-cévního ústrojí a autonomní ovlivnění směrem k parasymptonní dominanci.

Karthik, Chandrasekhar, Ambareesha & Nikhil (2014) provedli výzkum, kdy na skupině 50 studentů 1. ročníku medicíny aplikovali intervenci pránájámy a cvičení sestavy „Pozdrav slunci“, a to 30 minut denně po dobu dvou měsíců. Sledovali vitální kapacitu plic, dechový

objem, objem expirační rezervy, dobu trvání dechového cyklu, maximální výdechovou rychlost. Ve všech uvedených plicních funkcích došlo k statisticky významným změnám díky intervenci jógy.

Zajímavá studie autorů Buric et al. (2017) přezkoumává a shrnuje výsledky 18 prací publikovaných v databázi PubMed zabývajících se vlivem intervence cvičení mysli a těla, na molekulární mechanismy v souvislosti se současným životním stylem. Cvičení mysli a těla zahrnovala jógová cvičení, dechová, koncentrační a relaxační cvičení, meditaci, Tai Chi a Čchi-kung. Uvádí, že stres vyvolává tělesnou odezvu stejnou jako je tělesná reakce v situacích, které jsou vnímány jako hrozba nebo útok. Pokud je stres závažný nebo se vyskytuje příliš dlouhou dobu bez odpovídající kompenzace, může způsobit zdravotní riziko. Bylo zjištěno, že vystavení působení závažných stresorů může mít zásadní vliv na organismus a může vést ke škodlivým změnám v jeho biologii, např. dochází k úbytku šedé hmoty v několika oblastech mozku. Účinky stresu přesahují mozek a nacházejí se v našich genech. Tato skutečnost vede až k podstatnému zánětu na úrovni buněk. Zatímco akutní zánět je krátkodobá adaptivní reakce našeho těla, která zvyšuje aktivitu imunitního systému při boji s poraněním nebo infekcí, chronický zánět je maladaptivní, protože přetrvává, i když neexistuje žádná skutečná hrozba pro tělo. Chronický zánět je spojen se zvýšeným rizikem u některých typů rakoviny, neurodegenerativních onemocnění, astmatu, artritidy, kardiovaskulárních onemocnění a psychiatrických poruch. Ze studie vyplývá, že intervence cvičení těla a mysli mohou vést ke snížení rizika onemocnění souvisejících se zánětem, protože se v těle tvoří mnohem méně bílkovin aktivujících geny vyvolávající záněty.

2.3.2 Jógová cvičení

Jógová cvičení jsou odstupňována svou obtížností. Jednoduché a snadno proveditelné varianty jsou určeny pro začátečníky, zdravotně oslabené či nemocné jedince. Obtížnější cvičení vyžadují dlouhodobou přípravu a pravidelnou jógovou praxi. Podle účinku rozlišujeme cvičení aktivační a relaxační. Právě relaxační cvičení mohou být aplikována i na nemocné jedince (Votava et al., 1988).

Už bylo zmíněno, že jóga představuje propracovaný systém pro udržení dobrého zdraví a zároveň tuto skutečnost svým způsobem přesahuje.

Krejčí et al. (2016) uvádí, že teorii homeostázy lze považovat za synonymum jógy. Jóga zahrnuje množství technik a různých aspektů zdravého životního stylu, které odpovídají nejmodernějším poznatkům o oxidačním stresu, acidobazické rovnováze, tj. o propojenosti složek tělesného, duševního, sociálního a mravního zdraví.

Slovo jóga má v sanskrtu mnoho významů (Bartoňová et al., 1971). Pochází ze sanskrtského kořene slova *judž*, které se překládá jako sjednotit či spojit (Krejčí, 1997). Přeneseně můžeme přeložit jako harmonizovat (Krejčí et al., 2016). Jógová cvičení působí celistvě a uvádějí tělesné, duševní, sociální a duchovní komponenty života do rovnováhy. Pravidelnou jógovou praxí lze rozvíjet porozumění sobě samým (Mahéšvaránanda, 2006; Krejčí et al., 2016).

Podle tradiční jógové představy má každá činnost, kterou vykonáváme, tedy i jógové cvičení, tři aspekty, a to co skutečně děláme, pak co při tom vnímáme a jak se při tom měníme (čím se stáváme). Tím dochází ke zlepšení schopnosti vnímat sebe sama. Další specifikou jógových cvičení je řízený pohyb, který nám umožňuje vnímat pohyb v jeho průběhu, avšak závisí na tom, jakou rychlostí pohyb probíhá. Pokud pohyb v daném kloubu provádíme v plném rozsahu za 5–15 sekund, dokážeme si v každém okamžiku uvědomovat polohu končetiny a všechny pocity, které během pohybu vznikají. Řízeným pohybem provádíme průpravná jógová cvičení a také pohyb v dynamické části polohy (ásany), tedy zaujímání polohy a její rušení. Další specifikou je, že řízený pohyb synchronizujeme s dechem. Pak rychlost provedení pohybu je dána tím, jak pomalu dokážeme bez přemáhání nadechnout a vydechnout (Votava et al., 1988; Gítánanda, 1999). Jen je třeba si uvědomit, že řízený pohyb neumožňuje svalovou relaxaci, proto následné zastavení v poloze je předpokladem pro částečnou nebo úplnou relaxaci svalového napětí (Votava et al., 1988).

2.3.3 Jóga versus tělesná výchova

Govindaraj et al. (2016) ve své studii uvádějí, že v současné době roste popularita jógy v mnoha zemích po celém světě. Avšak velmi často bývá prezentována nepřesně a nesprávně bývá přirovnávána k tělesným cvičením. Mezi nimi však existují určité rozdíly, a to v rozsahu, způsobu a v účincích.

Votava et al. (1988) píše, že rozdíl mezi jógou a evropským tělocvikem je v tom, že evropský tělocvik je primárně založen na rychlé kontrakci kosterního svalstva a vyvolává během cvičení a po něm přechodné zvýšení aktivity sympatiku. Bezprostředním následkem takového cvičení je únava. Relativní převaha parasympatiku pak nastává v klidu a je výsledkem dlouhodobé adaptace na tréninkové zatížení (např. sportovní bradykardie u vytrvalostních běžců). Pravidelná jógová praxe vede ke zvýšení vyrovnanosti organismu. Jedinec se má po cvičení cítit osvěžen a uklidněn, protože jógová cvičení posouvají stav vegetativního systému směrem k převaze parasympatiku.

Další rozdíl nacházíme v realizaci pohybu. Jak je již výše uvedeno, v rámci jógových cvičení je pohyb prováděn řízeným pohybem se všemi jeho souvislostmi (uvědomění si pohybu, vnímání změn během pohybu a soulad pohybu s dechem). V tělovýchovné praxi se setkáváme s rychlými pohyby. Při takovémto pohybu si však jeho průběh uvědomíme až v okamžiku jeho ukončení. Navíc část pohybu probíhá švihem, tedy setrvačností, takže je na svalovém stahu tento pohyb závislý jen nepřímo (Votava et al., 1988).

Bhole (1978) uvádí, že při tělesné výchově zaměřujeme aktivitu na nějaký cíl buď v těle nebo mimo ně. Zhruba asi tak, že se napřed rozhodneme, jaký pohyb provedeme (tj. zapojíme mozkovou kůru) a pak přistoupíme k vlastní činnosti prostřednictvím volní inervace, která probíhá během celé činnosti. Naproti tomu v ásaně, jógové pozici, jakmile ji zaujmeme, by mozková kůra (alespoň teoreticky) neměla být aktivní vůbec, přesněji řečeno neměla by být aktivní ve svém výkonovém aspektu, avšak prociťování, tedy sensorická funkce musí být naopak maximálně aktivní. Aktivnější by měl být i mozeček, regulující polohu těla. V obou případech působí zpětná vazba, ovšem rozdílným způsobem. U normálního tělesného cvičení působí ze svalů, které jsou právě v akci. Celá naše tělesná výchova je od dětství zaměřena na to, jak tyto informace dostávat. V ásanách se musíme teprve učit, jak získávat zpětnou vazbu ze svalů, které jsou uvolněny. Je to obtížné, ale pomůže nám to pochopit, co je vlastně relaxace. V ásanách se uvolněný sval natahuje pomalu, takže v něm nevzniká tenze, naopak, napětí mizí a tím se sval může dále natáhnout. Je to tedy obrácený postup než při běžných tělesných cvičeních.

Govindaraja (2017) uvádí, že během cvičení jógy člověk pozoruje tělesné pocity a pomalý, synchronizovaný dech, který vědomě uvolňuje tělo i mysl.

Ross & Thomas (2010) provedli rešerši 81 studií publikovaných na PubMed dle zadaného klíčového slova „jóga“. Porovnávali zdravotní přínosy fyzického cvičení a jógy. Došli k závěru, stejně jako Govindaraj et al. (2016), že vliv jógové intervence je stejný nebo lepší než klasické fyzické cvičení, a to téměř u každého měřeného výsledku kromě těch, které se týkají fyzické zdatnosti.

Govindaraj et al. (2016) píše, že všichni si stále více uvědomujeme důležitost fyzické zdatnosti. Členství ve fitness centrech, či skupině běžců nebo cyklistů je celkem běžné. Jóga se také stává populární, ale je běžně pochopena jako forma tělesného cvičení. Ve skutečnosti jsou fyzické aspekty jógy (ásany) jen pomocnou součástí cvičení. Kromě toho se tyto ásany velmi liší od pravidelného klasického cvičení jak způsobem provedení, tak účinky. Jóga se více zaměřuje na stabilní držení těla a uvolnění svalů. Patañdzali definuje ásanu jako *stabilní a pohodlnou*. Pohyby jsou pomalé a kontrolované; dýchání je synchronizováno. Při pravidelném klasickém

cvičení je kladen důraz na pohyb a svalovou kontrakci. Klasické cvičení obvykle zahrnuje opakující se pohyb, bez synchronizovaného dýchání. V důsledku toho se účinky jógy a klasického cvičení liší.

Co se týče svalové soustavy, tak jóga pomáhá rozvíjet svaly rovnoměrně po povrchu kosti, čímž se zvyšuje flexibilita. Jedná se o energeticky efektivní činnost. Klasické cvičení se obvykle zaměřuje na zvyšování svalové hmoty. V důsledku toho se délka svalu zkracuje a flexibilita se snižuje. Tímto cvičením spotřebováváme hodně energie. Rozdílný je i vliv na srdce. V józe, jakmile je ásana zaujmuta, tělo je uvolněné a pracovní zátěž srdce se snižuje. Při klasickém cvičení je účinek opačný. Běžný cvik působí na svaly. Tím se zvyšuje rychlost krevního oběhu a krevní tlak, což zvyšuje pracovní zátěž srdce, protože je třeba pumpovat krev rychleji. Rovněž odlišný je i vliv na dýchací systém. Během jógového cvičení se tělo dostává do uvolněného stavu a tím se snižuje pracovní zátěž dýchacího systému. Konstantní pohyb při pravidelném klasickém cvičení zvyšuje spotřebu kyslíku ve svalech. Tím se stupňuje rychlost dýchání a zvyšuje se pracovní zátěž dýchacího systému. Jóga pozitivně ovlivňuje i v imunitním systému, tím že dochází ke zvyšování počtu a funkčních schopností imunitních buněk. Toto platí i pro klasické cvičení, obvykle záleží na povaze, intenzitě a délce cvičení. Co se týká kortizolu, hormonu z kůry nadledvin, který je uvolňován v souvislosti s působením stresu, tak jóga jeho hladinu v těle snižuje. Klasické cvičení jeho hladinu naopak může zvýšit, protože tělo cvičení vnímá jako stres (Govindaraj et al., 2016).

Jóga také podporuje lepší poznání prostřednictvím specifického dýchání nosem; to chybí u pravidelného klasického cvičení. Po józe tělo prožívá relaxaci, která má uklidňující vliv na nervový systém. Klasické cvičení vede k produkci kyseliny mléčné, která může způsobit únavu a vyčerpání. Dalšími výhodami jógy, které při cvičení chybí, je zvýšená odolnost vůči vnímání bolesti a kontrola nad impulzivním chováním. Celkově jóga poskytuje většinu výhod klasického pravidelného cvičení, navíc zlepšuje subjektivní aspekty, jako spokojenost a radost (Govindaraj et al., 2016).

2.4 Dechový stereotyp a jeho hodnocení

Dechovým vzorem rozumíme jedinečnou kombinaci trvání inspiria a exspira, objemů a průtoků, které jsou podstatou ventilace (Paleček et al., 1999).

V otázce správného dýchání klade jóga, na rozdíl od západního uvažování kdy je prvenství při dýchání prisuzované vdechu, důraz na výdech. Ten je logickým předpokladem následného

optimálního naplnění plic. Dokonalý výdech je nezbytnou podmínkou správného a úplného vdechu (Lysebeth, 2017).

Správné dýchání je takové, na kterém se podílejí všechny tři typy dýchání (břišní, žeberní, podklíčkové), je plně využita kapacita plic a plíce se provzdušňují rovnoměrně ve všech částech (Knížetová & Kos, 1989).

Správný dechový stereotyp (fyziologická dechová vlna) má svou časovou posloupnost, začíná při výdechu i vdechu od břišní části plynule (přes střední část) do horní části hrudníku, tj. postupuje zespoda nahoru. Dech má být neslyšný, pomalý, hluboký a rytmický, vdech a výdech má plynule (nenásilně) navazovat, proudit nosem a být spouštěn uvolněnou bránicí. Takový plnohodnotný dech celými plícemi koresponduje s tzv. plným jógovým dechem, jenž v jógovém cvičení současně vystihuje neodlučitelnost dechové a tělesné funkce (Bursová, 2005).

Správné dýchání vytváří základ pro dobrou funkci metabolismu, který může dobře fungovat jen tehdy, pokud je každá buňka zásobena potřebným množstvím kyslíku a dostatečně rychle jsou odváděny produkty metabolismu. Většina lidí dýchá povrchně, což funkci metabolismu náležitě nestimuluje (Mahéšvaránanda, 2010).

Už Moll & Wright (1972) ve své studii objektivizovali hrudní expanzi. Píší, že s ohledem na význam expanze hrudníku jako užitečného ukazatele nemoci, a to nejen u ankylozující spondylitidy (Bechtěrevova nemoc), ale také u poruch hrudníku, je překvapující, že nebyla publikována žádná předchozí objektivní práce k posouzení normálního rozsahu tohoto pohybu. Expanzi hrudníku (obvod) měřili centimetrovou posuvnou páskou u celkem 262 subjektů (normální populace ve věku 15–75 let) v úrovni xiphosternální linie. Jedním ze závěrů je, že expanze hrudníku u subjektů po počátečním zvýšení vykazovala postupný, ale značný (o 50–60 %) pokles s postupujícím věkem. Expanze hrudníku u mužů bylo o 13–22 % vyšší než u žen. Studie potvrdila restriktivní účinek ankylozující spondylitidy na expanzi hrudníku a také odhalila podobný, ale méně výrazný účinek v důsledku chronického onemocnění hrudníku a obezity.

Burgos-Vargas et al. (1993) měřili obvod rozpínivosti hrudníku krejčovským metrem na čtvrtém mezižebním prostoru (paže byly ve zvýšené pozici). Rovněž Bockenbauer et al. (2007) měřili rozšíření hrudníku krejčovským metrem, který drželi kolem obvodu hrudníku ve dvou úrovních (rovinách). Svrchní měření hrudní expanze bylo provedeno na úrovni trnového výběžku pátého hrudního obratle a třetího mezižebního prostoru uprostřed klíční kosti. Spodní měření hrudní expanze bylo provedeno v úrovni trnového výběžku desátého hrudního obratle a mečovitého výběžku. Při maximálním nádechu a maximálním výdechu tři zkoušející

měřili hrudní expanzi na obou úrovních. Studie potvrdila, že měření látkovým metrem je objektivní pro vyšetření pohybů hrudníku ve středním a horním sektoru dechového sektoru.

Pro vyšetření síly dýchacích svalů lze využít i neinvazivní metody vyšetření maximálních inspiračních a expiračních tlaků (Harik-Khan, Wise, & Fozard, 1998; Rochester, 2003).

Současné výzkumy odhalily zásadní roli, kterou hraje dech jak v našem zdraví, tak i v nemocech (Gosselink, 2004; Courtney, 2009; Chaitow, Bradley, & Gilbert, 2014).

Ragnarsdóttir & Kristinsdóttir (2006) si ve své studii určili cíl, a to stanovit referenční údaje pro dechové pohyby a vzorce pro zdravé muže a ženy. Pohyby horního a dolního hrudníku a břicha byly měřeny dvoustranně (pravá, levá strana) během klidného dýchání a hlubokého dýchání pomocí přístroje pro měření respiračního pohybu u 100 probandů ve věku 20–69 let. Zjistili, že dýchací pohyby byly symetrické a se zvyšujícím se věkem se významně nezměnily. Průměrný typ dýchání u mužů a žen byl břišní během klidného dýchání. Během hlubokého dýchání byly pohyby břicha u žen výrazně nižší než u mužů. Průměrná rychlost dýchání byla 14 dechů za minutu při klidovém a 7,4 při hlubokém dýchání pro obě pohlaví. Rytmus (poměr vdech/výdechu) byl 1:1,21 pro muže a 1:1,14 pro ženy při klidovém dýchání a 1:1,23 pro muže a 1:1,40 pro ženy při hlubokém dýchání.

Normální dechové pohyby jsou popisovány jako kombinace břišních a dolních hrudních pohybů (Chaitow, Bradley & Gilbert, 2002). Rovněž Yuan, Drost & McIvor (2013) píše, že normální dechový vzor se skládá z inspiračních a expiračních fází se synchronním pohybem hrudníku a břicha. I Kaminoff (2006) uvádí, že normální dýchání zahrnuje synchronizovaný pohyb horní části hrudníku, spodní části hrudníku a břicha.

Kanebo & Horie (2012) měřili dýchací pohyby u 100 subjektů pomocí 3D systému pro analýzu pohybu během klidového a hlubokého dýchání vleže na zádech a vsedě. Třináct reflexních markerů bylo umístěno na horní (klíční kosti, 3. žebra a sternální úhel) a dolní hrudník (8. žebra, 10. žebra a *processus xiphoideus*) a břicho (horní část břicha a boční část břicha). Průměrné vzdálenosti markerů pro hrudník a břicho při klidném dýchání byly třetinové oproti vzdálenosti při hlubokém dýchání. Pohyb hrudníku byl s věkem výrazně snížen. Ženy vykazaly méně břišních pohybů než muži, s výjimkou klidového dýchání v poloze na zádech. Dále zjistili, že dechové pohyby ovlivňuje věk, pohlaví a držení těla.

Kanebo (2014) publikoval výsledek porovnání vyvinutého systému pro hodnocení dechových pohybů s hodnocením pomocí 3D systému pro analýzu pohybu. Měřili dechové pohyby ve třech oblastech, a to v oblasti horního hrudníku (třetí žebro), dolního hrudníku (osmé žebro) a v oblasti břicha (střed mezi *processus xiphoideus* a *umbilicus*). Horní a dolní část hrudníku

byla také rozdělena na pravou a levou stranu. Nakonec bylo stanoveno 5 pozorovacích bodů pro vyhodnocení dechových vzorů, pohyblivost hrudníku a břicha, synchronizace a asymetrie pohybů hrudní stěny a asynchronie pohybů hrudníku a břišní stěny. Všechna tato měření ale sloužila pro komparaci použitých metod měření.

I v tělovýchovné praxi si v poslední době stále častěji uvědomujeme důležitost správného dýchání jak z pohledu muskuloskeletálního, tedy držení těla, tak z pohledu sportovního výkonu. CliftonSmith (2017) píše, že donedávna byla malá pozornost věnována vzoru dýchání sportovce. Historicky tato oblast výzkumu byla ovládána sportovními fyziology, kteří se zaměřili na ventilaci a dodávku kyslíku. Výzkum nyní přesahuje kapacitu ventilace a začíná se dívat na dýchací svaly a dokonce i dýchací modely např. Vickery (2007), Ha et al. (2014) nebo Durmic et al. (2015). CliftonSmith (2017) dále uvádí, že bránice má schopnost vykonávat dvojí roli, a to respirační a posturální. Když jsou všechny systémy napadeny, dýchání zůstane jako poslední hnací síla. Jinými slovy „dýchání vždy vyhrává“.

Neměli bychom opomenout zmínit palpační a aspekční vyšetření dechových pohybů. Při vyšetření pohledem (aspekci) je zjišťován tvar hrudníku, jeho symetrie či případné deformity hrudníku. Dýchací pohyby jsou vyšetřovány při klidovém dýchání a při maximálním nádechu a výdechu. Je sledován typ dýchání, jak se do dýchání zapojují obě poloviny hrudníku a jaké dýchací svaly se dýchání účastní. Při aspekčním vyšetření dýchání lze rovněž určit dechovou frekvenci. Při vyšetření pohmatem (palpací) zjišťujeme informace o měkkých tkáních, kostech a kloubních spojeních (Neumannová et al., 2018).

Je třeba si uvědomit, že momentální dechový vzor závisí na poloze těla. Vliv poloh těla a pozic jeho jednotlivých částí na dýchání je odpradávná téma velmi populární, rozebírané ze všech možných pohledů. Vzájemná souvislost mezi polohou těla a způsobem dýchání zasluhuje pozornost široké řady odborníků zabývajících se pohybem (Smolíková & Máček, 2010). Rovněž Kolář et al., (2009) uvádí, že bránice se nekontrahuje ve všech svých částech homogenně, ale její jednotlivé části se aktivují odlišně, a to především v závislosti na poloze těla.

Nejčastěji se tělo nachází v poloze vertikální nebo horizontální. Ostatní polohy jsou většinou modifikace těchto dvou základních. Důležitá je otázka stability těla v dané poloze, která souvisí s prací těžiště a týká se také pohybu, tedy i dýchání. Stabilní pohyb je takový, který má charakter lineární, tedy dechové sekvence hrudníku nebo charakter rotační, tedy pohyb žeber. Při působení síly respiračních svalů stabilní pohyb nemění směr ani rychlost pohybu náhodně, ale podle určitého stanoveného a predikovaného průběhu aktivačního programu, tedy cíleně modifikovaného dýchání. Automatické řetězení aktivace svalů pro dýchání je vyvoláno přesným

principem řetězení vstupní aferentace, propioceptivní a exteroceptivní stimulace dechové pohybové soustavy. Z toho plyne, zvolím-li polohu, vědomě startuji aferentaci, která zcela automaticky vyvolá dechovou reakci. Pro řetězovou reakci dechově pohybového vzoru je nastavení polohy spouštěcím okamžikem (Smolíková & Máček, 2010).

V poloze vertikální např. ve stoji je dýchání sice ztíženo hmotností paží a útrob, ale přesto je vertikála pro dýchání polohou fyziologickou. Modifikovanou vertikálou je vzpřímený sed. Vertikální polohy jsou vhodné pro dechová cvičení, protože možnosti pohybu hrudníku a páteře jsou ve všech směrech volné. V rovině horizontální lze použít několik poloh. Vždy na základě kineziologických principů musíme přesně cílit vliv dané polohy na dýchání a pamatovat na zesílený účinek této polohy v kombinaci s technikou dýchání. Nejčastější horizontální polohou je leh na zádech a také horizontální sed, neboli leh na zádech s podloženými dolními končetinami do trojflexe (opora o gymnastický míč či židli), (Smolíková & Máček, 2010).

Rovněž Kolář et al. (2009) píší, že vliv těchto poloh a nastavení končetin má přímý vliv na modifikaci dýchání a odpovídá zákonům biomechaniky lidského organismu vůči dýchání. Ve všech polohách je dechová aktivita soustředěna do oblasti hrudníku, břicha, zad a pánve.

2.5 Poruchy dechového stereotypu a viscerosomatické vztahy

Současný životní styl a držení těla se odráží i v kvalitě dýchání. Vnitřní opora, tedy určitá duchovní vyspělost a psychika jedince, se odráží ve vnějším, pozorovatelném postoji. Často právě držení těla jedince ovlivňuje naše hodnocení. Člověk s vpadlým hrudníkem a pokleslými rameny na nás působí jinak než člověk vzpřímený a uvolněný. V tělesném postoji se projevují různé charakterové vlastnosti. Pro západoevropskou civilizaci je typický vzor držení těla, který má původ ve vojenství, tedy nohy propnuté, váha spočívá na patách, hrud' je vysunuta vpřed, břicho vtaženo, ramena směřují dozadu, což odpovídá pokynu „vypnout prsa, břicho zastrčit“. Pokud ale tuto pozici zaujmeme a budeme pozorovat svůj dech, zjistíme, že nejsme schopni volně dýchat. Přirozený postoj nikdy není strnulý. Je sám o sobě dynamický, uvolněný, umožňuje vnitřní pohyb a poskytuje předpoklad pro vnější pohyb. Pohyb ze strnulého, neuvolněného postoje je mnohem více energeticky náročný (Barknowitzová, 2004).

I Lysebeth (2017) upozorňuje na paradox dnešní doby, kdy jsou stále vynalézány technické novinky, které nám zajišťují pohodlnější a snazší život, ale lidé jsou častěji unavení a přepracovaní. Dnešní vypjatý styl života vedoucí k vysoké pracovní aktivitě postihuje všechny vrstvy společnosti. Nervová zhroucení, syndrom vyhoření, civilizační a autoimunitní onemocnění jsou běžným jevem. Pro jedince, který žije v neustálém napětí, má tento stav katastrofální následky.

Trávicí soustava bývá prvním systémem, kde se život v neustálém napětí projeví. Rovněž je zajímavé, že nejvíce zaneprázdnění a velmi unavení lidé mají nejhorší spánek, který je nezbytnou podmínkou tělesného a duševního zdraví. Je třeba zdůraznit, že u neklidného a napjatého člověka je narušena i další důležitá funkce, a to dýchání, které se stává povrchním, nedostačujícím. Důvodem je, že vlivem křečovitého stažení hrtan, průdušky, hrudní a břišní svalstvo a zejména bránice ztrácejí schopnost pohybu. Důsledkem je trvale snížené okysličování, tedy jakoby skryté dušení.

Kyslík je hlavní výživou našich buněk, bez něj nemůže správně probíhat ani asimilace potravin. Pokud špatně dýcháme, špatně i trávíme. Už bylo uvedeno, že dýchací funkce, která podmiňuje život organismu, je jedinou vegetativní funkcí, která může probíhat automaticky nebo být řízena vůlí. Tvoří tak hranici mezi životem vědomým (volným) a životem vegetativním (automatickým, nevědomým), (Lysebeth, 2017).

Stejně tak Maehle (2011) píše, že vlivem sedavého způsobu života se často setkáváme se shrbenou postavou a ztuhlostí hrudního koše s nedostatečnou aktivitou mezižeberního svalstva. Následkem je snížené proudění krve do hrudníku, což zavdává příčinu vzniku kardiovaskulárního onemocnění.

Mezi vnitřními orgány a pohybovým systémem existují funkčně-reciproční reflexní i biomechanické vztahy. To znamená, že interní i pohybový systém jsou vzájemně funkčně provázány a jejich funkce se vzájemně doplňují a ovlivňují, a to nejen pozitivně, ale i negativně. Vztahy mezi vnitřními orgány a pohybovým systémem většinou nazýváme viscerosomatické, protože poukazují na široké spektrum reakce pohybového systému na interní dráždění. Reflexní změny z interních onemocnění se projevují v celém pohybovém systému, a to včetně svalů a měkkých tkání (kůže, podkoží, fascie). Výsledkem viscerálního dráždění je tak soubor reflexních změn, které jsou typické pro daný orgán, a nazýváme je viscerální vzorec. Viscerální vzorec je tedy směsí reflexních změn, kterými jsou zejména blokády obratlů, blokády žeber, mikrospasmy svalstva, spoušťové body (trigger pointy), obecnější změny svalového napětí, periostové bolestivé body, hyperalgické či hypersenzitivní kožní zóny (Headovy zóny) a v neposlední řadě změny v mobilitě měkkých tkání či lokální prosáknutí (edém). Tyto změny se utvářejí v určitém typickém uspořádání a v určité charakteristické lokalizaci, tedy viscerálním vzorcem, který je charakteristický pro každý orgán. Při déle trvajícím onemocnění mají viscerální vzorce tendenci se fixovat a velmi často přetrvávají i po vyléčení primární příčiny v interním systému. Jedinec je interně objektivně zlepšen, ale tomu neodpovídá subjektivní stav. Důvodem je přetrvávající předráždění hybného aparátu a nedoléčené reflexní změny v něm, které velmi

dlouho přetrvávají a jsou většinou farmakologicky rezistentní. Tyto změny většinou potřebují mechanické doléčení. To je typické pro trigger pointy a blokády páteře a žeber, které potřebují skoro vždy mechanickou mobilizaci, manipulaci či řízenou svalovou relaxaci. Z uvedeného plyne, že bolesti v zádech, vertebrogenní obtíže nemusí být vždy způsobeny jen samotnou poruchou hybného aparátu, ale může se jednat o přenesenou bolest a rozdráždění pohybové soustavy aferentací z interních orgánů. Poruchy vnitřních orgánů mění tonus kosterní svaloviny a senzitivitu hybného systému. Toto ale platí i naopak, primární porucha v hybném systému může způsobit změnu funkce systému interního. Jedná se o vztah somatoviscerální. Léčbou reflexních změn hybného systému (viscerálního vzorce) můžeme přispět k léčbě samotného orgánu, jehož choroba tento vzorec vytvořila. Tímto směrem se již dlouhá tisíciletí ubírá klasická čínská i jiná východní medicína. V našich podmínkách se tento pohled dlouho neuplatňoval a je i dnes mnohými brán jako nefunkční až nesmyslný (Bitnar, 2015; Kolář et al., 2009).

Rovněž Mlčoch (2008) píše, že onemocnění vnitřních orgánů (plíce, srdce, žaludek, žlučník, ledviny, adnexa) vyvolává reflexní reakci v příslušném segmentu včetně bolesti zad. Naopak obtíže s páteří imitují poruchu příslušného vnitřního orgánu – tuto spojitost nazývá viscerovertebrálními vztahy. Proto je při chronických onemocněních vnitřních orgánů důležité zaměřit terapii také na pohybový systém. Dominantní význam mají cílená kompenzační cvičení, mobilizace kloubů a uvolňování svalstva (např. automobilizace, antigravitační relaxace, strečink, balneoterapie). Veškeré prvky cílené pohybové aktivity aplikovatelné v domácím prostředí musí být zahrnuty do pacientovy osobní hygieny, o jejich použití by měl být poučen a v jejich aplikaci prakticky vyškolen (Kolář et al., 2009).

Hybný systém hraje pro funkci interního systému čtyři základní role. První z nich je role podpůrná. Kosterní svalovina umožňuje, podporuje a zabezpečuje pozici určitých orgánů. Při selhání této funkce se mění pozice orgánů, čímž se mění jejich anatomický tvar (např. délka, úhly) a tím i jejich funkce (hybnost, tonus). Nejznámější příklad této funkce je role pánevního dna při udržení pozice pánevních orgánů. Selže-li napětí kosterní svaloviny, tak to má vliv na herniaci či prolapsy interních orgánů. Při hypotonii krurální části bránice vzniká hiátová hernie (brániční kýla), při poruchách břišní svaloviny vznikají další abdominální nebo i tříselné kýly či diastáza břišní. Hypotonie břišní stěny se dále projevuje jejím vyklenutím a tím dochází ke změně pozice zejména střev, což může způsobit snížení střevní peristaltiky. Důležitou podpůrnou funkcí je svalová pumpa. Kontrakce kosterní svaloviny pomáhá cirkulaci tělesných tekutin a střevního obsahu. Zejména v dolních končetinách brání stagnaci lymfy a krve. Zásadní roli

hraje bránice a dechová mechanika. Bránice svým cyklickým pohybem neustále stlačuje a pohybuje vnitřními orgány a tím podporuje peristaltiku střevní a mechanicky pomáhá žlázám s vnější sekrecí (vylučování a vyměšování), (Bitnar, 2015).

Za druhé se jedná o roli formativní. Tvar těla do určité míry odráží tvar, velikost a uložení orgánů. Toto je zřejmé u deformit páteře a hrudního koše. Nejvýraznějším příkladem je skolióza a vpáčený hrudník, kde primární porucha hybného systému způsobuje změnu tvaru plic, jícnu ale i srdce. Změna tvaru téměř vždy mění i funkci daného orgánu (změna ventilace, srdečního výdeje apod.), (Bitnar, 2015).

Jako třetí je uváděna role sfinkterová. Téměř každý svěrač obsahuje určité procento kosterní svaloviny, tím je zvýšena síla svěrače, který je tak do jisté míry pod volní kontrolou. V oblasti horního jícnového svěrače se jedná o *m. cricopharyngeus*, v oblasti dolního jícnového svěrače se jedná o bránici. V přechodu mezi dvanáctníkem a tenkým střevem je sfinkterem *m. suspensorius duodeni*, který obsahuje v určitém individuálním poměru vlákna z bránice. V oblasti svěračů močové trubice a análního kanálu tuto roli sehrává pánevní dno. Protože svěrače obsahují značný podíl kosterní svaloviny, jsou trénovatelné a jejich dysfunkce se dá cíleným kompenzačním cvičením zmírnit nebo zcela odstranit. Stejně tak i poruchy postury se promítají v poruchách těchto sfinkterů. Bránice je nejdůležitější součástí dolního jícnového sfinkteru, její funkce je však závislá na nastavení tělesných segmentů, a protože je pod volní kontrolou lze i ji stimulovat a trénovat. Funkce bránice, a to i její krurální část, je odvislá od dechového vzoru, který jedinec v rámci dechové mechaniky používá. Během ideálního dechového vzoru je bránice plně aktivní ve všech jejích částech, břišní stěna se mírně ventrálně vyklenuje, hrudník a mezižeberní prostory se rozšiřují a aktivují se i svaly pánevního dna (Bitnar, 2015).

Poslední, čtvrtá role je role reflexní. Viscerální vzorec je značně reciproční, to znamená, že primární porucha v hybném systému (např. akutní blokáda obratle) změní aferentaci proudící do míšního segmentu a tím změní i eferentaci z míšního segmentu vystupující. Na základě nocicepce z pohybové soustavy vzniká protektivní vzor, který vždy obsahuje změnu svalového tonu. Tento protektivní vzor se pak rozšíří na všechny orgány inervované z daného míšního segmentu. Proto změny v dechovém vzoru vyvolávají změny v aktivitě dolního jícnového svěrače (Bitnar, 2015).

Viscerosomatické či somatoviscerální vztahy potvrzují autoři Smith, Russell & Hodges (2009) ve své studii. Publikovali závěry své longitudinální studie (vyšetřili celkem 7 499 žen), které poskytují důkaz, že přítomnost inkontinence, respiračních problémů a gastrointestinálních příznaků je spojena s bolestmi zad a s poruchami v rámci hybného systému.

Bradley & Esformes (2014) píší, že normální dechová mechanika hraje klíčovou roli při stabilizaci páteře a při držení těla. Porucha dechového stereotypu přispívá k rozvoji bolesti a ovlivňuje motorické funkce, což vede k dysfunkčním pohybovým vzorcům. Ve své studii prokázali, že brániční dýchání je úzce spjato s funkčním pohybem, kde funkční pohyb je definován jako schopnost produkovat a udržet přiměřenou rovnováhu mezi stabilitou a mobilitou v rámci kinetického řetězce. Neefektivní dýchání, může mít za následek vznik svalové nerovnováhy, tedy funkční poruchy pohybového systému.

Již bylo uvedeno, že normální dýchání, známé jako brániční dýchání, zahrnuje synchronizovaný pohyb horní části hrudníku, spodní části hrudníku a břicha (Kaminoff, 2006). Navíc, normální dýchání vyžaduje odpovídající zapojení bránice (Pryor & Prasad, 2002). Abnormální dýchání, známé jako hrudní dýchání, zahrnuje dýchání v horní části hrudníku s viditelně zvětšenou pohyblivostí horní části hrudníku oproti spodní části hrudníku (Chaitow, Bradley & Gilbert, 2002).

Poruchy dechového stereotypu (PDS) jsou definovány jako nevhodné dýchání, které je natolik trvalé, že způsobí změny v organismu bez zjevné organické příčiny (Vickery, 2007). Řada autorů uvádí, že poruchy dechového stereotypu jsou přítomny u jedinců s muskuloskeletální poruchou (např. Chaitow, 2004; Kapreli et al., 2009; Perri & Halford, 2004; Roussel, Nijs & Truijen, 2007; Smith, Russell & Hodges, 2006). PDS může být rizikovým faktorem pro rozvoj dysfunkce, nebo může být výsledkem samotné dysfunkce. U jedinců s bolestí pohybového aparátu bychom vždy měli předpokládat i možnou poruchu dechového stereotypu (Bradley & Esformes, 2014).

Rovněž Skála et al. (2011) uvádí, že epidemiologické studie ukazují, že téměř 60–90 % populace někdy trpí vertebrogenním algickým syndromem. Ten patří, po nemocech z nachlazení, k druhému nejčastějšímu důvodu návštěvy lékaře. Držení těla úzce souvisí s bolestmi zad. Tím pádem i změny v držení těla mají za následek změnu dechového stereotypu a taktéž změnu stabilizace trupu.

O'Sullivan et al. (2002) provedli experimentální studii respiračních funkcí a kinematiky bránice a svalů pánevního dna u jedinců s klinickou diagnózou bolesti sakroiliakálního skloubení a ve srovnatelné skupině jedinců bez bolesti. Cílem bylo zjistit, jak bolest v sakroiliakálním skloubení ovlivní dechový vzor. Výsledky studie identifikovaly pozměněné motorické vzory a změnu respiračních funkcí u jedinců s bolestí sakroiliakálního skloubení. Zdá se, že tyto změny představují kompenzační strategii neuromuskulárního systému, kdy dochází ke zvýšení tonu svalů pánevního dna v důsledku narušení stability.

Též u mnoha neuromuskulárních poruch je přítomna slabost respiračního svalstva, která se může projevit akutním nebo chronickým respiračním selháním (Boentert, Wenninger & Sansone, 2017).

Han et al. (2016) došli k závěru, že předsazené držení hlavy a brady, má velký vliv na respirační funkci oslabením respiračních svalů. Předsazené držení hlavy je důsledkem výdrže ve statických sedavých pozicích po dlouhé hodiny, kdy většinou dochází ke kontinuální svalové kontrakci krčních svalů a svalů pletence ramenního.

Jedinci s bolestí v krční oblasti vykazují řadu faktorů, které mohou vést k dysfunkci dýchacích cest. Jedná se o sníženou sílu hlubokých hrudních flexorů a extenzorů, o hyperaktivitu a zvýšenou unavitelnost povrchových flexorů krku, dále o omezení rozsahu pohybu, o pokles a poruchu neuromuskulární kontroly, o vznik bolesti a o psychosociální vliv této dysfunkce na jedince (Kapreli, Vourazanis & Strimpakos, 2008). Bylo prokázáno, že pacienti s chronickou bolestí v krční oblasti mohou mít predispozici k respirační dysfunkci. Navíc byla prokázána silná souvislost mezi předsazeným držením hlavy a brady a sníženou silou dýchacích svalů. To souvisí se skutečností, že existuje spojení mezi pohybem hrudní a krční páteře (Kapreli et al., 2009).

V další publikované studii zjišťovali vztah mezi hrudní páteří, dechovými pohyby a bolestí v krční oblasti páteře. Podle výsledků studie u jedinců s chronickou bolestí v krční oblasti je třeba zlepšit odolnost flexorů krku. Dále je třeba zlepšit pohyblivost hrudní páteře a mobilitu hrudníku (Wirth et al., 2014). I v další studii bylo prokázáno, že jedinci s chronickou bolestí v krční oblasti páteře vykazují slabost respiračních svalů. Tato slabost je výsledkem narušeného globálního a lokálního svalového systému (Dimitriadis, Kapreli, Strimpakos & Oldham, 2013).

Lewit (2005) v souvislosti s výskytem bolestí hlavy uvádí, že cervikogenní bolesti hlavy se migrénám mohou do značné míry podobat. K charakteristickým rysům těchto vertebrogenních poruch patří jak asymetričnost (převážně jednostranná bolest), paroxyzmálnost (období bez bolesti nebo s minimální bolestí se střídá s intenzivní bolestí) a spoluúčast vegetativních poruch. Typickými příznaky jsou funkční cervikální poruchy, jako je například přítomnost svalových dysbalancí, spoušťových bodů, poruch pohyblivosti cervikálních segmentů, a to zejména v hlavových kloubech a vadné držení hlavy. Lokalizace bolesti se projevuje nejčastěji do oblasti šíje a záhlaví, do spánků a také do očí. Velmi významný je pak počet spoušťových bodů na bránici a pánevním dnu, kterým odpovídají kloubní blokády příslušné lokalizace. To se projevuje i u dechového vzoru. Odstraněním vertebrogenní poruchy cíleným kompenzačním cvičením či manipulací se odstraní i cervikogenní bolesti hlavy. U mladých jedinců (zvláště u dětí) bývá

bolest hlavy často prvním příznakem funkční poruchy krční páteře už dlouho předtím, než nemocný pocítuje bolesti v šíji. U dospělých tomu bývá naopak (Lewit, 2005; Lewit, 2003).

Neiva et al. (2018) zjišťovali, zda dýchání ústy u dětí může mít vliv na vznik posturální abnormality týkající se krční páteře a držení hlavy. Uvádí, že syndrom dýchání ústy může způsobit poruchy spánku, které ohrožují výkon dětí ve škole. Došli k závěru, že existuje málo důkazů, že by dýchání ústy mělo vliv na vznik posturálních odchylek u dětí ve věku 5–14 let.

Véle (2012) uvádí, že typické změny v dechovém vzorci, které závisí na zvýšené potřebě dýchání, se vyskytují v horní části hrudníku se sníženou laterální expanzí dolních žebor a tendencí k asynchronnímu nebo paradoxnímu dýchání. Zvýšená potřeba dýchání může být způsobena nemocí, jako je astma, chronická obstrukční plicní nemoc nebo kardiovaskulární onemocnění. Dále i psychické stavy a emocionální zátěž mohou změnit potřebu dýchání a tím i změnit dechový stereotyp. Dochází pak ke vzniku chronického hypertonu bránice a dalších dýchacích svalů s vlivem na celý muskuloskeletální systém.

Uvedené problémy hybného systému jsou souborně popsány v rámci problematiky rozložení poruch svalového napětí, které je natolik charakteristické, že se hovoří o syndromech. Podle Jandy (1982) rozlišujeme horní zkřížený syndrom, dolní zkřížený syndrom a vrstvý syndrom. Jsou tak popsány na základě skutečnosti, že některé svaly inklinují posturálně k útlumu a jiné k hypertonii a svalovému zkrácení.

Svaly, které inklinují k oslabení, jsou vývojově mladší než svaly s tendencí ke zkrácení. Svou posturální funkcí jsou vázány na vývojově mladší morfologii skeletu, kterou zároveň podmiňují ve vývoji (Kolář et al., 2009).

V oblasti ramenního pletence dochází ke vzniku horního zkříženého syndromu, který se vyznačuje zkrácením horních vláken *m. trapezius* a *m. levator scapulae*, *m. sternocleidomastoideus* a *m. pectoralis major*. Naopak oslabené jsou hluboké flexory šíje a dolní fixátory lopatek. Dochází k poruše dynamiky krční páteře spočívající v předsunutém držení hlavy, a to ve dvou možných případech. V prvním případě se vyskytuje zvýšená lordóza horní krční páteře s vrcholem na úrovni čtvrtého krčního obratle. Na úrovni čtvrtého hrudního obratle se projevuje flekční držení. Tím dochází k přetížení cervikokraniálního přechodu, segmentu čtvrtého/pátého krčního obratle a dále úseku na úrovni čtvrtého hrudního obratle. Ve druhém případě při vyšetření nalézáme lordózu celé páteře (horní hrudní část je oploštěná, klinicky se jeví jako lordotická), následně je přetížen cervikokraniální přechod, segment čtvrtého/pátého krčního obratle a čtvrtého/pátého hrudního obratle. Porucha v těchto segmentech způsobuje iritaci v oblasti krčního sympatiku. Změny v segmentu čtvrtého/pátého krčního obratle způsobují přes *n. axillaris* obtíže

v oblasti ramenního kloubu a přes *n. phrenicus* mohou ovlivňovat mechaniku dýchání. Segment čtvrtého/pátého hrudního obratle souvisí s vertebroardiálním syndromem, při kterém vzniká blokáda 3. až 5. žebra a trigger pointy v prsním svalu, které mohou imitovat anginu pectoris (jedná se o somatoviscerální vztah). V oblasti ramenního pletence dochází k oslabení dolních fixátorů lopatek (*pars ascendens et transversa m. trapezii*, *mm. rhomboidei* a *m. serratus ant.*), což vede přes postavení lopatek k vertikalizaci glenohumerálního kloubu. Vzniká protrakce ramen. Dochází k přetížení *m. supraspinatus* a v konečném důsledku k jeho degeneraci. Dále je přetížen *m. levator scapulae* (Kolář et al., 2009). Při plně rozvinuté svalové nerovnováze vzniká typické vadné držení těla, a to kulatá a povolená záda, ramena stočená vpřed nebo vytažená k uším, hlava v předsmu bradou vpřed se záklonem v krční páteři a hlavových kloubech (Tlapák, 2019).

I Lewit (2003) uvádí, že zvýšené napětí prsních svalů způsobuje kulatá záda a předsunuté držení ramen, krku i hlavy. Slabé flexory šíje spolu se zkrácenými vzpřimovači způsobují zvětšenou lordózu hlavně v horní cervikální části. Kromě typických změn pohybových stereotypů nalézáme většinou horní typ dýchání s hyperaktivitou skalenu a spoušťové body na bránici.

Pro dolní zkřížený syndrom je typické zkrácení *m. rectus femoris*, *m. tensor fasciae latae*, *m. iliopsoas* a vzpřimovačů trupu v lumbosakrálních segmentech. Dochází k oslabení gluteálních a břišních svalů. Tím vzniká zvýšená antevertze pánve se zvýšenou lordózou v lumbosakrálním přechodu. Následně dochází k nedostatečné extenzi v kyčelním kloubu při chůzi, což způsobuje ještě větší antevertzi pánve. Dochází ke značnému přetěžování lumbosakrálního přechodu a nerovnoměrnému zatížení kyčelních kloubů a k následné adaptační přestavbě. Přetěžují se i zadní okraje meziobratlových plotének, mění se postavení meziobratlových kloubů, vzniká kloubní dráždění, které vyvolává paravertebrální konkraktury. Při dolním zkříženém syndromu se thorakolumbální přechod stává místem fixace při chůzi. Důsledkem je uvolnění v lumbosakrálním přechodu a tento stav se označuje jako instabilní kříž (Kolář et al., 2009).

V rámci dolní zkříženého syndromu nejde pouze o antagonisty, ale také o substitute, kde za oslabené *mm. glutei medii* substituují tenzoty *fasciae latae* a *mm. quadrati lumborum*. Za oslabené břišní svaly substituují flexory kyčlí při ohýbání v kyčli. Za oslabené *mm. glutei maximi* substituují vzpřimovače trupu a také ischiokrurální svaly. Je tak narušen mechanismus trupu při posazování z lehu a narovnávání z předklonu. Výsledkem je zvětšený sklon pánve (antevertze) a bederní hyperlordóza. Zkrácené ischiokrurální svaly jsou výsledkem kompenzačního mechanismu, kterým se zmenšuje sklon pánve (Lewit, 2003).

Bránice hraje klíčovou roli jak v dýchání, tak ve spinální kontrole. Proto dysfunkce bránice je často spojena s bolestí v bederní oblasti (low back pain). V publikované studii bylo do rešerše literatury od roku 1950 do ledna 2016 zařazeno celkem 16 prací. Cílem studie bylo zhodnotit potenciální korelaci či společný výskyt nebo kauzalitu mezi plicním onemocněním a bolestí v bederní oblasti páteře. Autoři uvádí, že byla zjištěna významná korelace mezi přítomností bolesti bederní páteře a přítomností plicního onemocnění, jako je dyspnoe (dušnost), astma, různé formy alergie a respirační infekce. Nebyla zjištěna žádná korelace mezi chronickou obstrukční plicní chorobou a bolestí bederní páteře. Dále uvádí, že nebyly nalezeny žádné články o vztahu mezi hyperventilací a bolestí bederní páteře (Beeckmans et al., 2016).

Jak již bylo psáno, bránice je součástí hlubokého stabilizačního systému páteře, který představuje svalovou souhru zabezpečující stabilizaci (zpevnění) páteře během všech pohybů. Svaly HSSP jsou aktivovány i při jakémkoliv statickém zatížení, tj. stojí, sedu apod. Doprovází každý cílený pohyb horních resp. dolních končetin. Zapojení svalů do stabilizace páteře je automatické. Provedeme-li například flexi v kyčelním kloubu, tak nedojde k zapojení pouze flexorů kyčelního kloubu, které vlastní pohyb provádí, ale automaticky se zapojí i svaly, které stabilizují jejich úponovou oblast, tj. extenzory páteře ve spolupráci se svaly břišního lisu, které stabilizují páteř z přední strany (břišní svaly, bránice, pánevní dno). Zatímco provedená flexe je volným pohybem, tak stabilizační funkce svalů probíhá bez našeho volního přispění, je automatická. Na stabilizaci se nikdy nepodílí jeden sval, ale v důsledku svalového propojení celý svalový řetězec. Zapojená stabilizační souhra svalů také eliminuje vnější síly (kompresní, sřížné apod.) působící na páteřní segmenty. Tím, že se tyto svaly zapojují do všech pohybů, jsou také zdrojem značných vnitřních sil, které působí na páteřní segment. Tyto vnitřní síly jsou pro zátěž resp. přetížení segmentu stejně významné jako síly, které působí z vnějšku. Způsob zapojení svalů do stabilizace je jedním z hlavních důvodů vzniku vertebrogenních obtíží. Jejich funkce také rozhoduje o kompenzaci poruchy, a to i při značných morfologických nálezech (Kolář & Lewit, 2005, s. 273).

Rovněž Tichý (2008) píše, že svaly břišního lisu (bránice, břišní svaly, svaly pánevního dna, hluboké svaly zádové) obklopují dutinu břišní. Zapojují se současně například při kašli, kýchnutí či tlaku na stolicí. Jsou součástí hlubokého stabilizačního systému páteře. Jedná se tedy o funkční celek, který spolupracuje za fyziologických, ale také za patologických situací. Najdeme-li jeden z těchto svalů v hypertonu, pak můžeme předpokládat, že jsou v hypertonu všechny. Tento hypertonus se však netýká obou polovin těla současně, a to platí i pro bránici (v hypertonu se může nacházet pouze jedna polovina bránice) a svaly pánevního dna.

Z výsledků studie, kterou provedli Čumpelík et al. (2006), vyplývá, že při změně polohy těla dojde vždy ke změně tvaru, polohy a pohybu bránice, hrudníku a břišní stěny. K tomuto došli na základě vyšetření bránice (vzájemného vztahu mezi dechem a posturou) magnetickou rezonancí, kdy během vyšetření bylo tělo snímáno postupně ze tří pohledů, sagitálního pohledu z pravé strany, sagitálního pohledu z levé strany a frontálního pohledu zepředu. Postupně bylo provedeno sedm měření. Magnetická rezonance byla provedena v poloze vleže na zádech. Jednotlivá měření se lišila ve změně postavení hlavy, nohou a aktivaci břišních svalů. Poloha byla vždy aktivně zaujata před začátkem měření a držena po celou dobu. Na snímcích byla zaznamenána vždy nádechová a výdechová pozice bránice. Uvádí, že dobrá znalost funkce bránice a celého dechového mechanismu pomůže lépe pochopit problematiku hlubokého stabilizačního systému páteře, protože mechanismy ovlivňující posturální funkci jako celek mohou být komplexnější víceúrovňové.

Vrstvový syndrom je charakterizován pravidelným střídáním svalové hypertonie (hypertrofie) a hypotonie (hypotrofie). Na dorzální straně se střídají ve vrstvách hypertrofické a hypertonické ischiokrurální svaly, dále hypotrofické gluteální svaly a lumbosakrální segmenty vzpřimovačů trupu. Následuje vrstva hypertrofických vzpřimovačů trupu v oblasti přechodu bederní a hrudní páteře, dále vrstva oslabených mezilopatkových svalů a hypertrofický *m. trapezius* v jeho horní části. Na ventrální straně se vyskytují oslabené břišní svaly a hypertonický *m. pectoralis major* a *m. sternocleidomastoideus*. Hypertonie se vyskytuje v oblasti *m. iliopsoas* a *m. rectus femoris* (Kolář et al., 2009). Můžeme tedy říci, že při tomto syndromu dochází k dysbalanci mezi oblastmi hypermobilními (chabými) a oblastmi se zvýšeným napětím a tuhostí. Hypermobilita bývá nejvýraznější v křížové krajině. Významnou roli často hrají dysfunkční chodidla. Za normální situace výkyvy rovnováhy mají být podchyceny pomocí prstů a chodidel, tedy svalstvem chodidla a bérců. Následkem obuvi bývají tyto svaly utlumeny a jejich úlohu přebírají stehna, hýždě i trup a stávají se hyperaktivními. Časté a klinicky významné oslabení mezilopatkových svalů je dnes vysvětlováno na podkladě vývojové kineziologie. Vzpřimovač trupu se vyvíjí v kojeneckém věku ve dvou úsecích, a to v cervikotorakálním po čtvrtý hrudní obratel, a v úseku lumbálním až po pátý hrudní obratel, proto ve střední části bývá jeho nejslabší místo (Lewit, 2003).

K výrazným změnám dechových pohybů dochází při změnách tvaru a pohyblivosti žeber. Při kyfotických změnách páteře je ztížený výdech. U skolióz je dýchací pohyb závislý na typu a tvaru skoliózy. Některé části hrudníku mohou dýchat lépe, jiné jsou z dýchání zcela vyřazeny.

Vzhledem ke vzájemnému vztahu obou systémů (osového skeletu a hrudníku) lze dechovým cvičením předcházet tvarovým vadám páteře a vzniklé deformity korigovat (Dylevský, 2011).

Porucha postury ovlivňuje dechový vzor. Posturu chápeme jako aktivní držení pohybových segmentů proti působení zevních sil a je základní podmínkou pohybu. Posturální disharmonie vzniká v důsledku poruchy anatomické, neurologické či funkční. Anatomická porucha souvisí s anteverzí kyčelních kloubů, dysplazií sakrální kosti a s poúrazovými morfologickými změnami. Anatomické poruchy jsou vrozené nebo získané. Neurologické poruchy souvisí s poruchou v rámci centrální nervové soustavy a vyplývají z neurologické syndromologie (souhrn jednotlivých projevů onemocnění, které jsou seskupeny v kombinaci charakteristické pro určitý syndrom). Funkční porucha je spojena s poruchou posturálně stabilizační funkce svalů během pohybu i statických pozic (Kolář et al., 2009).

Hlavní příčinou funkční posturální poruchy je centrální koordinační porucha během posturálního vývoje, nebo způsob, jakým byly a jsou naše stereotypizované pohyby vypracovány, posilovány a korigovány. Často souvisí s psychickým stavem jedince nebo s poruchou kontroly nocicepce. Centrální koordinační porucha (CPR) během posturálního vývoje je charakterizována abnormálním motorickým vývojem. Jedná se tedy o poruchy raného motorického vývoje. Nemusí však jít o poruchu, kdy se v posturálním vývoji opoždí biologický věk oproti věku chronologickému (kvantitativní složka hybnosti). Porucha se může vyskytovat v kvalitě posturálních funkcí. Pro CPR jsou typické posturální poruchy v pozdějším věku vyjádřené vadným držením těla, důsledkem jsou například chronické bolesti zad či časté degenerativní změny (Kolář et al, 2009 ; Kučera et al., 1997).

Způsob, jakým byly a jsou naše stereotypizované pohyby vypracovány, posilovány a korigovány, často v souvislosti s psychickým stavem jedince, závisí na motorickém učení. Je velmi důležité vypracovat správně posturálně zajištěný a ekonomický pohyb. To znamená, že pohybu se účastní jen ty svaly, které jej mechanicky realizují nebo posturálně (stabilizačně) zajišťují. Za těchto ideálních předpokladů je pohyb prováděn při centrovaném (neutrálním, správném) postavení kloubů, které jsou tímto způsobem optimálně zatíženy. Hovoříme tak o ideálním posturálním vzoru. Spatřujeme jej během posturálního vývoje za předpokladu fyziologického vývoje mozku a během reflexní lokomoce (Kolář et al., 2009).

S uvedeným souvisí i stereotyp dýchání. Při fyziologickém dýchání dochází k rozšiřování dolní části hrudníku a sternální kost se pohybuje v předozadním směru. Dýchání se účastní bránice a mezižeberní svaly bez účasti pomocných dýchacích svalů. S nádechem se trup rozšiřuje od pasu směrem nahoru. Položíme-li ruce na dolní žebra vyšetřovaného z obou stran, tak se při

správném dýchání ruce od sebe vzdalují, jak se rozšiřuje hrudník. V praxi se ale zpravidla setkáváme s horním typem dýchání (ruce přiložené na hrudník se během pohybu zvedají). Zapojují se pomocné dýchací svaly (prsí svaly a skaleny), které aktivují další svaly, protože musí tyto pomocné dýchací svaly stabilizovat (např. subokcipitální svaly). Do dýchání se tak zapojují svaly, které s dechovým pohybem nemají žádnou souvislost. Mezi svaly, které jsou aktivovány během příslušného pohybu, se vytvoří pevná vazba, vzniká funkční jednotka, která je aktivována jako celek prakticky trvale, což vede k neúčelnému zatížení měkkých tkání a kloubních struktur. Z toho plyne že, pokud je porucha (horní typ dýchání) výrazná, může být hrudník v trvalém inspiračním postavení i klidu. Při vyšetření aspekci jsou viditelné hluboké nadklíčkové jamky, kývače, skalenové svaly a horní fixátory ramenního pletence bývají napjaté. Během nádechu se pak zvedají i klíční kosti. V lehčích případech se tato porucha projevuje pouze, když jedinec dýchá zhluboka. U těžších případů je tato porucha patrná už při klidovém dýchání ve stoje či vsedě. U nejtěžších případů se tato porucha projevuje i vleže. Inkoordinace dýchání může být tak výrazná, že dojde až k paradoxnímu dýchání, kdy jedinec během nádechu břicho vtahuje a při výdechu jej vyklenuje. Dýchání může být i asymetrické a to v případě, že se při horním typu dýchání zvedá více rameno na jedné straně než rameno na straně druhé. Úzký vztah dýchání a postury se projevuje i při poruše dechového stereotypu projevující se horním typem dýchání, která souvisí s kyfotickým sedem s předsunutou a zakloněnou hlavou (Kolář et al., 2009; Lewit, 2003).

Mezi příčiny vyvolávající změny svalového tonu a tím i fixaci chybného posturálního chování patří jednostranná nebo špatně prováděná pohybová zátěž nejčastěji způsobená profesně. Vzniká svalová tuhost a svalový útlum. Typická je u sportovců, kteří začnou předčasně s jednostrannou zátěží nebo jsou v tréninku špatně metodicky vedeni. I kulturní či estetické vlivy stimulují naše posturální chování (např. boty s vysokými podpatky, vtahování břicha). Historicky jsme spojeni se sokolským pohledem na správné držení těla, kde jsou lopatky drženy u sebe, prsa vystrčena a břicho zastrčeno. To se ale neslučuje s ideální posturou, která je definována centrálním programem. Velký vliv na posturální chování má psychika (např. strach, úzkost, agresivita). Z držení těla během pohybu lze určit psychické rozpoložení jedince i přes to, že posturální funkce nejsou vždy pod volní kontrolou (lze je jen omezeně skrývat). A to proto, že v řadě psychicky náročných situací dochází především, díky limbickému systému, ke změně svalového tonu a tím i vlastního motorického projevu, což je dobře patrné z držení těla za různých emočních situací. Nefyziologický hypertonus spojený se vznikem svalových dysbalancí nastává při dlouhodobé stresové zátěži (Kolář et al., 2009).

Změna posturálních funkcí je spojena i s nociceptivním drážděním a odpovědí (reakcí) na něj. Pokud vznikne v organismu patologická situace, dojde i ke vzniku nociceptivních informací, které interpretují stav poškození, ale zároveň jsou spouštěči obranných reakcí. Tím jsou vyvolány aktivity, jejichž cílem je předejít nebo alespoň minimalizovat poškození struktury. Vlastní podíl motorického systému na kontrole nocicepce spočívá v reflexním přeprogramování (ovlivnění výstupní motorické informace). Vzniká nouzový šetřící program se změnami svalové funkce (svalová hypertonie a svalový útlum), které jsou součástí autoregulačního mechanismu. Tonické změny vzniklé v rámci nouzového šetřícího programu mohou postihovat celou svalovou skupinu, sval nebo nejčastěji pouze část svalu, pak se jedná o trigger pointy (spoušťové body), (Kolář et al., 2009).

V současné době se vedle termínu „poruchy dechového stereotypu“ používá i termín „dysfunkční dýchání“ (Boulding et al., 2016; Depiazzi & Everard, 2016; Vidotto et al., 2019).

Dysfunkční dýchání je termín, který popisuje poruchy dýchání, které mají za následek dušnost a jiné symptomy. Boulding et al. (2016) na základě rešerše literatury navrhli klasifikační systém pro běžné dysfunkční dýchací. Jako první uvádí hyperventilační syndrom asociovaný se symptomy souvisejícími s respirační alkalózou a nezávislý na hypokapnii. Za druhé uvádí periodické hluboké povzdechnutí, časté vzdychání s nepravidelným vzorem dýchání. Za třetí dominantní dýchání hrudníku, které se může často projevit v somatickém onemocnění. Pokud se vyskytne bez onemocnění, může být považováno za dysfunkční a má za následek dušnost. Za čtvrté uvádí vynucenou břišní expiraci, kdy jedinci využívají nevhodné a nadměrné abdominální svalové kontrakce pro výdech. Za páté uvádí thorakoabdominální asynchronie, kdy dochází ke zpoždění mezi hrudním košem a kontrakcí břicha, což má za následek neúčinnou mechaniku dýchání. Na závěr své studie uvádí, že dýchání představuje důležité, ale špatně pochopené téma. Piší, že je třeba dosáhnout shody ohledně definice dysfunkčního dýchání a toho, co tento pojem zahrnuje. A že další výzkumy jsou nutné k tomu, aby se ověřilo, jaké metody mohou úspěšně cílit na různé vzorce dýchání.

Vidotto et al. (2019) uvádí, že dysfunkční dýchání je respirační stav charakterizovaný nepravidelnými dýchacími schémata. Primárním příznakem je často dušnost nebo „hlad po vzduchu“. Je také spojeno s nerespiračními příznaky, jako jsou závratě a bušení srdce. Dysfunkční dýchání bylo identifikováno ve všech věkových kategoriích. Přestože dysfunkční dýchání je zkoumáno po celá desetiletí, zůstává stále nedostatečně pochopeno z důvodu nedostatku kvalitních klinických hodnocení. V důsledku toho je často nedostatečně nebo špatně diagnostikováno, vzhledem k podobnosti přidružených příznaků (dušnost, tachykardie a závratě) s jinými

běžnými kardiopulmonálními chorobami. Vysoká míra chybné diagnózy dysfunkčního dýchání naznačuje, že odborníci tomuto stavu plně nerozumí. Vzhledem k rozmanité psychofyziologické povaze dysfunkčního dýchání se jeví jako nejvhodnější způsob, jak zvýšit porozumění a diagnostickou přesnost, holistické, vícerozměrné hodnocení.

2.6 Zdravotní tělesná výchova a dechová cvičení

Problematikou oslabení dýchacího systému, dechovým vzorem a dechovými cvičením se v rámci tělesné výchovy zabýváme ve zdravotní tělesné výchově.

Zdravotní tělesná výchova (ZTV) je definována jako specifická forma tělesné výchovy, která je určena pro jedince zařazené do III. zdravotní skupiny podle zdravotnické klasifikace. Je začleněna v Rámcově vzdělávacím programu (RVP) pro základní vzdělávání a gymnázia do vzdělávací oblasti Člověk a zdraví, do které patří vzdělávací obory Výchova ke zdraví a Tělesná výchova. Zdravotní tělesná výchova je vymezena a realizována ve vzdělávacím oboru Tělesná výchova (TV), jejíž obsah se pak prolíná do ostatních vzdělávacích oblastí, které jej obohacují nebo aplikují nejen ve školním, ale i v běžném životě. Pro střední odborné vzdělávání je začleněna do vzdělávací oblasti Vzdělávání pro zdraví (Malátová et al., 2017).

Jednotlivým zařízením vzdělávacího procesu je dle RVP doporučeno vyrovnávat pohybový deficit žáků III. (příp. II.) zdravotní skupiny. Zařazení jedince do III. zdravotní skupiny není vždy důvodem, aby necvičil v normálních hodinách TV. Proto školy, v konečné podobě učitelé, mohou zdravotní cvičení (prvky ZTV) zařazovat podle potřeby při běžné TV, anebo může ZTV probíhat i jako ucelený samostatný povinný či volitelný předmět. ZTV se pak stává adekvátní náhradou povinné tělesné výchovy nebo jako rozšíření pohybové nabídky. Školský zákon 561/2004 Sb. definuje pojem zdravotní znevýhodnění, a to v paragrafu 16, který vymezuje vzdělávání dětí, žáků a studentů se speciálními vzdělávacími potřebami. Je zde uvedeno, že „Dítětem, žákem a studentem se speciálními vzdělávacími potřebami je osoba se zdravotním postižením, zdravotním znevýhodněním nebo sociálním znevýhodněním. Zdravotním znevýhodněním je pro účely tohoto zákona zdravotní oslabení, dlouhodobá nemoc nebo lehčí zdravotní poruchy vedoucí k poruchám učení a chování, které vyžadují zohlednění při vzdělávání“ (<http://zakony.centrum.cz/skolsky-zakon/cast-1-paragraf-16>). Z uvedeného vyplývá, že ZTV je určena zdravotně znevýhodněným jedincům, u kterých se vyskytuje dočasné nebo trvalé oslabení pohybového systému či orgánových soustav (Malátová et al., 2017).

Rozdělení populace do čtyř zdravotních skupin bylo definováno směrnicí MZ ČSR č. 3/1981 a metodického pokynu MZ ČR z prosince 1990 „Úprava a výklad směrnice č. 3/1981 MZ ČSR

o péči a zdraví při provádění TV a sportu“. V současné době posouzení zdravotní způsobilosti k tělesné výchově a sportu legislativně ukotvují dva základní právní dokumenty. Jedná se o Zákon č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách a o Vyhlášku č. 391/2013 Sb., o zdravotní způsobilosti k tělesné výchově a sportu nabývající účinnosti dnem 31. 12. 2013 (www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-391).

Cílem ZTV je, mimo všestranného a harmonického rozvoje jedince (stejně jako v případě tělesné výchovy), působit na zdravotní stav jedince ve smyslu jeho optimalizace, stabilizace či zmírnění progresu. V případě funkční poruchy, pokud vada není fixovaná, nebo se oslabení nestalo chronickým, se ZTV snaží oslabení vyrovnávat. Pokud však dojde k fixaci vady, snahou je pak zdravotní stav stabilizovat nebo alespoň zabránit výraznému zhoršování oslabení. Zároveň ZTV usiluje o zvýšení či zachování funkční zdatnosti organismu (Dostálová, 2011).

Jak již bylo řečeno, v ZTV se zabýváme i oslabením dýchacího systému. Bursová (2005) píše, že chybný dechový stereotyp často souvisí s jiným onemocněním nebo vadným držením těla. Proto součástí vyrovnávacího procesu jsou vždy i cvičení pro správné držení těla.

Jako vyrovnávací či kompenzační cvičení je označováno cvičení, jímž lze cíleně působit na jednotlivé složky pohybového systému a zlepšit jejich funkční parametry, a to kloubní pohyblivost, napětí, sílu a souhru svalů, nervosvalovou koordinaci i charakter pohybových stereotypů. Slouží nejen k odstranění zkrácení a oslabení svalu, blokády či ztuhnutí kloubů, ale i odstranění návyku špatného držení a nesprávně prováděných pohybů v některé části těla (Beránková et al., 2012).

Optimálně volené kompenzační cviky mohou částečně odstraňovat nebo předcházet vytváření nefyziologických adaptačních změn v organismu, které jsou důsledkem reakce na nedostačnou nebo nevhodnou pohybovou aktivitu. Patří mezi jediná tělesná cvičení, která efektivně korigují postupné zapojování odpovídajících svalových skupin do pohybových řetězců (Bursová, 2005).

Podle specifického zaměření a převládajícího fyziologického účinku rozdělujeme vyrovnávací (kompenzační) cvičení na uvolňovací, protahovací a posilovací. Uvedená vyrovnávací cvičení tvoří značnou část pohybových programů pro veškerá oslabení. Dále můžeme kompenzační cvičení dělit podle svého významu, zaměření a funkce na cvičení pro vytváření a upevnování správného držení těla. Dále na dechová cvičení a relaxační cvičení (Bursová, 2005; Hošková & Matoušová, 2010; Malátová et al., 2017).

Spojíme-li průběh uvolňovacích, protahovacích ale i posilovacích kompenzačních cvičení se správným dechem, pak budeme dosahovat lepších výsledků, cvičení bude kvalitnější a efektivnější (Bursová, 2005).

Dechová cvičení jsou zásadní nejen při rozvoji dýchací funkce, ale i při napomáhání vzpřímenému držení těla a při tělesné a duševní relaxaci, jelikož ovlivňují metabolické, mechanické, formativní a regulační funkce organismu (Hošková & Matoušová, 2010).

Adamírová et al. (2001) uvádí, že dechová cvičení řadíme mezi významné tělovýchovné prostředky ve zdravotní tělesné výchově a jsou důležitá při nejrůznějších typech oslabení, jako jsou oslabení respirační, vadné držení těla a páteře, hrudníku, oslabení srdečně-cévního systému atd. Správné ekonomické dýchání je závislé na dobrém stavu hlavních i pomocných dýchacích svalů.

Pernicová et al. (1993) rovněž i Hošková & Matoušová (2010) rozdělují dechová cvičení na dechová cvičení bez doprovodných pohybů částí těla, dechová cvičení s doprovodnými pohyby částí těla a dechová cvičení při periodických lokomočních pohybech.

U dechových cvičení bez doprovodných pohybů částí těla se nejdříve jedná především o nácvik lokálního břišního a dolního či horního hrudního dýchání, při kterém vycházíme z lehu na zádech s pokrčenými koleny a mírným roznožením. Dlaní kontrolujeme, zda se při nádechu zvedá pouze správná oblast nádechu (břicho, dolní, nebo horní část hrudníku). Důležité jsou pomalý rytmus dýchání a uvědomění si správných dýchacích pohybů. Následně se snažíme jednotlivé sektory dýchání pospojovat v plynulou dechovou vlnu. Začínáme opět ve výchozí poloze v lehu na zádech s pokrčenými dolními končetinami v mírném roznožení (mohou být i podloženy). Před samotným cvičením je třeba se rozdýchat, abychom dosáhli dostatečné míry plicní kapacity, s kterou budeme pracovat. Harmonii dechu kontrolujeme přiložením dlaní na odpovídající místa. Pro podporu výdechu pokládáme dlaně za mírného tlaku na břicho a hrudní kost. Naopak při podpoření nádechu slouží dlaně jako lehký odpor a stimulátor, kam máme nádech směřovat, a provádíme nádech „do dlaní“. Zvládneme-li úspěšně dechovou vlnu vleže, postupně přecházíme z nižších do vyšších poloh. Vždy však dbáme na správnou posturu a na uchování osvojených vzorců. Nejúčinněji procvičujeme dechovou vlnu ve stoji při fyziologickém držení těla. V této poloze mají všechny svaly optimální polohu pro danou činnost a nic jim nebrání v plném fyziologickém rozsahu. V další fázi zařazujeme prohlubování jednotlivých fází (dochází zde k zapojování pomocných dechových svalů) a zádrže dechu. Cíleně můžeme také měnit dechové frekvence a rytmus dechu. To vše vede k větší vědomé kontrole nad dechem a upevňování správného dechového stereotypu. Musíme mít na paměti, že v případě prohloubení

dechu musíme zpomalit dechovou frekvenci, aby nedošlo k hyperventilaci (Hošková & Matoušová, 2010; Pernicová et al., 1993).

Dechová cvičení s doprovodnými pohyby částí těla významně rozvíjejí pomocné dýchací svaly. Pomáhají docílit svalovému napětí ve správných fázích nádechu či výdechu (např. vzpažení při nádechu a připažení při výdechu). Na začátku těchto dechových cvičení je důležité dbát na správnou posturu a správné technické provedení cviku, abychom vytvořili správný pohybový stereotyp. Dechová cvičení zařazujeme z velké části do vyrovnávací části vyučovací jednotky. Mohou však být zařazeny i do jiných částí, mohou být např. střídána s dynamickými cviky. Neméně důležitá je také koordinace pohybu s dýcháním a z tohoto důvodu volíme jednodušší cviky, při kterých je možné se plně soustředit na jejich provedení (Hošková & Matoušová, 2010; Pernicová et al., 1993). I Knížetová & Kos (1989) uvádí, že když při dechových cvičeních používáme aktivní pohyby, platí pravidlo, že nádech probíhá při pohybech paží vzhůru, při napřímení trupu a zanožení. Vydechujeme při předklonech hlavy a trupu, při pohybech paží dolů a při přednožení. Upozorňují, že se jedná o obecné pravidlo, které nemusí v některých případech platit; záleží na cíli cvičení.

Dechová cvičení při periodických lokomočních pohybech, jako jsou chůze, běh, jízda na kole, plavání, veslování pádlování apod. můžeme uvědoměle provádět např. na čtyři či šest kroků vdechujeme, na stejný počet vydechujeme. Podobným způsobem a vždy uvážlivě, podřizujeme v těchto dechových cvičeních lokomoci dýchání. Nesmíme pocítit nouzi po dostatečné ventilaci. Neusilujeme o výkon, ale o koordinaci dechových pohybů s pohyby lokomočními za přímé účasti naší pozornosti. V této souvislosti se hovoří o uvědoměle řízených pohybových cyklech. Většinou je řadíme do rozvíjející části vyučovací hodiny. Tato cvičení zvyšují vytrvalost dechových svalů a prohlubuje se tak ventilace a zvyšuje se schopnost zásobování kyslíkem (Hošková & Matoušová, 2010; Pernicová et al., 1993).

Většina lidí má při cvičení tendenci buď dýchat horním úsekem plic nebo v určité části cviku dokonce zadržovat dech. Někdy bývá problémem zkoordinovat dýchání se cvičením. Neefektivní dýchání při cvičení vede k nedostatečnému zásobování tkání kyslíkem (nejen svalové tkáně) a zhoršuje tak kvalitu cvičení (Bursová, 2005).

V rámci dechových cvičení je průběh dýchání významně ovlivněn polohou těla, která může facilitovat, nebo naopak inhibovat některý typ dýchání. V lehu na zádech jsou podmínky pro dýchání příznivé, gravitace usnadňuje výdech a mírně ztěžuje vdech tím, že omezuje dýchací pohyby v místech doteku s podložkou. V lehu na břiše je omezen pohyb žeber vpřed, převládá žeberní dýchání do stran a dozadu. V lehu na boku jsou dýchací pohyby do strany u podložky

blokovány, horní polovina hrudníku se může volně rozpínat, dýchání je tedy jednostranné. V uvolněném sedu převládá dolní žeberní dýchání, ve vzpřímeném sedu horní žeberní dýchání, břišní dýchání je ztíženo. Ve stoji jsou pohyby hrudníku i břicha do všech směrů volné, pouze hrudník je mírně omezen hmotností paží. Při upažení nebo předpažení dochází ke zvětšení pohybů dolní části hrudníku. Při poloze rukou v bok dochází ke zvětšení pohybů horní části hrudníku. Ohnutý předklon usnadňuje výdech. Při rovném či prohnutém předklonu jsou pohyby hrudníku významně omezeny. Úklony v různých polohách usnadňují jednostranné dýchání. Velmi dobré podmínky pro plný dech jsou v poloze vzpor klečmo. Prohnutí páteře a záklon hlavy v této poloze usnadňují vdech. Rovněž je tato poloha vhodná pro nácvik stahu břišních svalů při výdechu ve vyhrbení. V kleku a v kleku sedmo jsou dobré podmínky pro průběh dechu. Obrácené polohy, jako např. stoj na lopatkách (svíčka) nebo stoj na hlavě, se využívají pro nácvik úplného výdechu, protože břišní orgány svou vahou zatlačují bránici do hrudní dutiny. Ze stejného důvodu je ztížen nádech, který v této poloze probíhá roztažením hrudníku do stran, nikoliv pohybem bránice směrem do břišní dutiny (Stackeová, 2011).

Dechová cvičení podle doporučeného postupu nácviku začínáme výběrem polohy, ve které jsme schopni relaxovat a plně se soustředit na dechové funkce. Poté pozorujeme průběh dechové vlny, její frekvenci, plynulost, uvolněnost. Následuje nácvik jednotlivých typů dýchání, poté nácvik dechové vlny a následně nácvik rytmického dýchání (Bursová, 2005).

Bursová (2005) shodně s jógovými principy uvádí, že dechová cvičení v rámci kompenzačních cvičení kladou důraz na sebekoncentraci a na uvědomování si sebe sama. Prohlubují schopnost odpoutat se od myšlenek a každodenních starostí. Dále upozorňuje, že cvičení s dechem realizujeme podle momentálního vnitřního naladění. Při jakémkoliv dechovém cvičení respektujeme individuální dechový stereotyp a současně nenásilně upravujeme frekvenci a hloubky dechu. Pro úpravu dechového stereotypu opakujeme dechová cvičení nejlépe každý den, aby mohlo postupně dojít k fixaci procvičované fyziologické dechové vlny.

2.7 Plicní rehabilitace

Plicní rehabilitace je individuálně stanovený multidisciplinární program péče o pacienty s chronickou respirační poruchou směřující k optimalizaci fyzické a společenské výkonnosti. Respirační fyzioterapie je užší pojem týkající se technik dechové rehabilitace, kdy ovlivnění dýchání má svým specifickým provedením léčebný význam (Zdařilová et al., 2005).

Smolíková & Máček (2010) uvádí, že plicní rehabilitace obsahuje především pohybovou léčbu založenou na zvýšení adaptace na tělesnou zátěž a zvýšení výkonnosti. Respirační fyzioterapie zahrnuje především souhrn metod a technik modifikovaného dýchání. Plicní rehabilitace by tedy měla pojmut obě metody. Dále uvádí, že v rehabilitačním týmu, který se stará o jedince s chronickým plicním onemocněním tak, aby byly co nejúčinněji naplněny cíle jak v oblasti zdravotního stavu, tak i v oblasti funkčních schopností organismu a kvality života, je i tělovýchovný specialista.

K základním metodickým postupům respirační fyzioterapie patří korekční fyzioterapie posturálního systému. Dále korekční reedukace motorických vzorů dýchání a relaxační průprava. Toto je základem pro následná rozhodnutí a doporučení dalších cvičebních postupů, které jsou pak již konkrétně zaměřeny dle daných symptomů onemocnění (Smolíková & Máček, 2010).

Komplexní působení plicní rehabilitace kladně ovlivňuje mechaniku dýchání a výměnu plynů zejména v méně poškozených částech plic. Dlouhodobější působení podněcuje vytvoření metabolické adaptace na zátěž, a tím zlepšuje pohybové možnosti oslabeného či nemocného jedince. Dosud opomíjená oblast péče jsou velké svalové skupiny dolních končetin, jejichž biochemický mechanismus se při cvičení zapojí do celkové rehabilitace (Smolíková & Máček, 2010). Troosters et al. (2005) uvádí, že první známkou této aktivity je výrazný pokles produkce laktátu v průběhu kontrakce a větší využití kyslíku, což se projeví nižší ventilací. Základní podmínkou těchto změn je, aby tělesná zátěž měla danou minimální intenzitu a probíhala po určitou dobu. Smolíková & Máček (2005) píší, že intenzita zatížení by se měla pohybovat v rozmezí 60 až 80 % maximální srdeční frekvence. Další studie např. Wada et al. (2016) nebo Paulin, Brunetto & Carvalho (2003) poukazují na důležitost zařadit k aerobnímu tréninku i protahování (strečink) respiračních svalů, které zvyšuje pohyblivost hrudníku a tím zlepšuje mechaniku dýchacích pohybů.

Pozitivní změny, které rehabilitace při pravidelné a déle trvající aplikaci může přinést, jsou adaptační změny identické se změnami, které vznikají při tréninku zdravých jedinců. Jedná se především o zvýšení schopnosti většího využití O₂ ve svalech a z tohoto důvodu o nižší potřebu ventilace a produkce CO₂. Zároveň dochází k ekonomičtější reakci oběhu s poklesem srdeční frekvence jak klidové, tak pracovní a poklesem tlaku krve (Smolíková & Máček, 2010).

Rovněž Neumannová et al. (2018) uvádí, při rehabilitační léčbě je přínosné kombinovat techniky měkkých tkání s individuální léčebnou tělesnou výchovou, která je zaměřena především na dechovou rehabilitaci a s pohybovou aktivitou, kdy lze využít cvičení na přístrojích.

Pohybové aktivity jsou doporučovány 3× týdně v délce trvání kolem 2 hodin, kdy komplexní program má trvat 6 až 12 týdnů, přičemž se uznává, že delší aplikace přinese trvalejší efekt. Nejčastěji se doporučuje trvání programu 8 týdnů, kdy se již dosáhne měřitelných kladných výsledků (Smolíková & Máček, 2010). Stejně tak i Dovalil et al. (2005) píší, že k ovlivnění mezisvalové koordinace a zlepšení tak efektu nitrosvalové koordinace, je třeba cvičit minimálně šest až osm týdnů.

Nicméně nestačí jen absolvovat program a pak se cvičením skončit. Program by vždy měl být chápán jako začátek nebo instruktáž k dlouhodobé, v podstatě k trvalé pohybové aktivitě. Přerušování nebo zanechání cvičení vede po určité době ke ztrátě adaptace (Smolíková & Máček, 2010).

Smolíková & Máček (2010) uvádí, že základem plicní rehabilitace u chronického obstrukčního plicního onemocnění nejsou statická dechová cvičení tak, jak se prováděla po mnoho let, ale cvičení vyvolávající adaptaci na tělesnou zátěž, která ovlivní energetický metabolismus velkých svalových skupin dolních končetin.

Oblíbenou formou cvičení je intervalový trénink, kdy se cvičební jednotka rozdělí na krátké jedno až dvou minutové úseky zatížení vyšší intenzity asi 80–90 % maximální srdeční frekvence, které se střídají se stejně dlouho trvajícím zotavením. Protože se během těchto zátěží nestačí kumulovat laktát, snižuje se potřebná ventilace. Celkové množství vykonané práce se tak významně zvyšuje okolo 40 %. Tento způsob tréninku se používá nejen u onemocnění či oslabení dýchacího systému, ale i u oslabení či onemocnění jiných orgánových soustav, stejně tak při tréninku zdravých jedinců a sportovců. Souhrnné výsledky získané aplikací intervalového tréninku a kontinuálního tréninku se od sebe moc neliší. Předností intervalového tréninku je nižší únava a větší množství vykonané práce (Smolíková & Máček, 2010).

Součástí pohybového programu je na druhém místě odporové cvičení, které nejen zvýší sílu ochablých svalů, ale, zejména u seniorů, může pomoci s regenerací oxidativních vláken. U mladých osob k tomuto jevu nedochází. Odporový trénink se provádí na posilovacích strojích nebo s vahou vlastního těla, a to tak, že jsou při něm přes podstatné silové zatížení svaly vždy v pohybu. Většina cviků jde přes dva velké klouby a střídají se cviky postupně posilující různé svalové skupiny. K tomu, aby došlo k adaptaci ve smyslu vzestupu svalové síly a svalové hmoty, je důležité kombinovat koncentrickou a excentrickou svalovou kontrakci. Při excentrické kontrakci, kdy sval klade odpor tomu, že je natahován, je ale hůře chráněn fyziologickou centrální únavou a lze tak sval snadno přetížit až poškodit (Smolíková & Máček, 2010).

Adaptační proces u odporového tréninku, stejně tak jako u vytrvalostních adaptačních procesů, je závislý do značné míry na vstupní zdatnosti trénovaného. Během několikaměsíčního programu lze dosáhnout zlepšení silového výkonu u oslabeného jedince v rozmezí od 40 %. U netrénovaného je větší část zlepšení důsledkem lepší koordinace stahu motorických jednotek ztěžovaných svalů (Smolíková & Máček, 2010).

Kombinace aerobního tréninku doplněného odporovým cvičením se dnes pokládá za metodu, která má měřitelné efekty vyjádřené ve snížení nutnosti hospitalizace, zvýšení kvality života i pracovní kapacity a tím i snížení nákladů na léčení (Smolíková & Máček, 2010).

To potvrzují ve své studii i Adamopoulos et al. (2014), kteří došli k závěru, že inspirační svalový trénink v kombinaci s aerobním cvičením (70–80 % maximální srdeční frekvence) má pozitivní vliv na rehabilitaci osob s chronickým srdečním selháním. Dále uvádí, že toto zjištění obhájí použití inspiračního svalového tréninku v srdečních rehabilitačních programech.

2.8 Dechové sektory a inspirační a expirační tlak

Tato kapitola je zde zařazena záměrně, protože zapojení jednotlivých dechových sektorů a sílu respiračních svalů lze vyšetřit měřením maximálního inspiračního a expiračního tlaku, který souvisí se silou inspiračních svalů a také se změnou struktury dýchacích sektorů hrudníku.

Existují různé metody hodnocení síly dýchacích svalů během inspirační a expirační fáze. Tyto metody jsou rozděleny do dvou kategorií. Volní testy, které vyžadují porozumění a spolupráci jedince na jejich provedení a testy či vyšetření, které nemůžeme ovlivnit vůlí. Mezi vyšetření, které nelze ovlivnit vůlí, je např. řazeno ultrazvukové vyšetření bránice (Caruso et al., 2015). Neumanová et al. (2018) uvádí, že nejčastěji používané zobrazovací vyšetřovací metody jsou skiagram hrudníku (rentgenové vyšetření, rtg), výpočetní tomografie (CT), magnetická rezonance (MR) a pozitronová emisní tomografie (PET). Zobrazovací vyšetřovací techniky slouží k diagnostice onemocnění dýchacího systému a využívají se také při operativních výkonech.

Oproti tomu výsledky volních testů jsou vždy zkresleny subjektivními chybami měření, protože realizace testu závisí na spolupráci vyšetřované osoby (Caruso et al., 2015).

Nejběžněji používaným neinvazivním volním testováním síly dýchacích svalů je měření maximálního inspiračního a expiračního tlaku, protože je snadno dostupné. Tím je ale většinou myšleno měření ústních či nosních maximálních inspiračních a expiračních tlaků. Manévr není zcela zřejmý a výsledek závisí na spolupráci vyšetřovaného. Nízká hodnota proto nemusí znamenat slabost dýchacích svalů, ale spíše nedostatek spolupráce (Caruso et al., 2015).

Nicméně během uvedených vyšetření či testů nedostaneme objektivní informaci, jaký sektor hrudníku se nejčastěji nebo s největším podílem aktivuje během inspiria. Shafiq & Veluvolu (2017) píše, že pohyb hrudníku je velmi důležitý, protože obsahuje informace o dýchacích a srdečních systémech spolu se složitou vazbou mezi těmito dvěma systémy.

Sclauser Pessoa et al. (2014) píše, že pro hodnocení síly inspiračních svalů je nejčastěji používaným měřítkem maximální inspirační tlak. Paleček et al. (1999) uvádí, že maximální inspirační tlak je dán silou a koordinací inspiračních svalů. American Thoracic Society & European Respiratory Society (2002) publikovaly ve svém prohlášení k testování respiračních svalů, že síla inspiračních svalů se odráží pod tlakem vyvíjeným v hrudníku. Tato měření tlaku jsou informativní pro klinické hodnocení i fyziologické studie. Dále píše, že svaly mají dvě funkce, a to vyvíjet sílu a zkracovat se (kontrahovat). V respiračním systému je síla obvykle odhadována jako tlak a zkrácení jako změna objemu plic nebo změna struktur hrudní či břišní stěny.

Nás tedy zajímá maximální inspirační a expirační tlak vyvíjený na tlakové senzory související se změnou struktury.

Koťová et al. (2014) monitorovali dech pomocí tlakových senzorů. Na probanda upevnili dva tlakové pásy, první na úrovni pupku, který snímal břišní dýchání a druhý na úrovni hrudníku pod pažemi, který snímal hrudní dýchání. Prokázali, že tímto měřením lze rozlišit izolované dýchání během dechového cyklu.

Shafiq & Veluvolu (2017) monitorovali pohyb hrudníku na 11 účastnících studie pomocí kamer, kdy díky umístění šestnácti tlakových senzorů rozmístěných na přední části trupu následně vytvořili trojrozměrný model. Současně snímali EKG (elektrokardiogram) a pohyb hrudníku z dýchacího pásu, který byl na probanda umístěn ve středním dechovém sektoru. Jednalo se o tenzometr ve formě nylonového pásu, který snímal změnu napětí během dýchacích pohybů. Závěrem uvádí, že použitelnost pohybu hrudníku v srdečních aplikacích byla prokázána podobností mezi intervaly srdečního rytmu a RR intervaly získanými z pohybu hrudníku a EKG.

Rovněž Kaneko (2014) měřil dechové pohyby na 10 zdravých jedincích pomocí optického trojrozměrného systému a nově vyvinutého přístroje pro měření pohybu během dýchání v oblasti hrudníku a břicha. Tyto metody mezi sebou porovnával. Píše, že mobilita hrudníku a břišní stěny je důležitou součástí hodnocení dýchacích cest. Ztráta pohyblivosti hrudníku a břišní stěny může mít za následek respirační komplikace. Posouzení pohyblivosti hrudníku a břicha není v klinické péči rutinní. Studie prokázala, že měření dechových pohybů pomocí nově vyvinutého jednoduchého zařízení mělo přijatelnou platnost a spolehlivost. Pro měření tímto přístrojem si stanovil stupnici pro hodnocení dechových pohybů.

White et al. (2013) kvantifikovali poměr dýchání hrudníku k břichu pro modelování dýchacího pohybu. Píší, že k většině tělesných expanzí došlo v břišním dýchacím sektoru. Poměr dýchání hrudníku k břichu byl kvantifikován měřením rychlosti růstu příčného řezu v celém hrudníku a břiše jako funkce dechového objemu. Poměr dýchání hrudníku k břichu byl 32 %.

Dechové pohyby lze vyšetřit i svalovým dynamometrem MD03, který byl sestaven a objektivizován pro sledování účinnosti cílených kompenzačních cvičení v oblasti hlubokého stabilizačního systému páteře (Malátová et al., 2007; Malátová et al., 2008). Na základě skutečnosti, že bránice, jako hlavní dýchací sval se stabilizační funkcí, je zároveň součástí hlubokého stabilizačního systému páteře, jsme předpokládali, že svalový dynamometr MD03 bude možno využít i pro monitoring dechových pohybů. V následných realizovaných studiích Malátová et al. (2017), Malátová, Bahenský, & Mareš (2017) se tento předpoklad potvrdil.

3 Cíl práce

Cílem práce bylo ověřit vliv intervenčního programu jógových dechových cvičení na dechový stereotyp zdravých pravidelně sportujících probandů.

Na základě stanoveného cíle práce jsme si položili tyto výzkumné otázky:

VO1. Bude mít intervenční program jógových dechových cvičení vliv na dechový stereotyp sledované skupiny zdravých pravidelně sportujících jedinců?

VO2. Bude zjištěné zapojení jednotlivých dechových sektorů u sledovaných probandů odpovídat zapojení dle Šponara (2003), který uvádí, že břišní dýchání má odpovídat 60% účinnosti, hrudní dýchání 30% účinnosti a podklíčkové dýchání 10% účinnosti z celkové účinnosti dýchání?

Na základě vědecké otázky VO1 jsme stanovili tyto hypotézy:

H1. U sledovaných probandů dojde vlivem intervenčního programu jógových dechových cvičení k významné změně zapojení jednotlivých dechových sektorů na základě měření svalovým dynamometrem MD03.

H2. U sledovaných probandů dojde vlivem intervenčního programu jógových dechových cvičení k významné změně vybraných spirometrických dat, konkrétně FVC a FEV₁.

4 Metodika práce

Výzkum byl realizován v Laboratoři zátěžové diagnostiky na Katedře tělesné výchovy a sportu, Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity formou kvantitativního výzkumu. Vyšetření dechového stereotypu bylo realizováno svalovým dynamometrem MD03. Vyšetření dechových funkcí bylo provedeno přístrojem Spirometr Otthon a vyhodnoceno v programu ThorSoft.

4.1 Charakteristika souboru

Výběr souboru byl nepravděpodobnostní (Soukup & Kočvarová, 2016). Vybráni byli atleti – vytrvalci na střední a dlouhé tratě, protože charakter jejich tréninkového zatížení požaduje udržení vysoké úrovně cvičení s následnou vysokou potřebou ventilace. Kritérii výběru byl adolescentní věk a alespoň tříletý vytrvalecký trénink. Osloveno bylo celkem 20 probandů, běžců na střední a dlouhé tratě, kteří se minimálně šestkrát týdně věnují vytrvalostnímu tréninku po dobu alespoň jednoho roku. Všichni oslovení probandi formou informovaného souhlasu souhlasili se zařazením do výzkumu.

Celý intervenční program v délce trvání 16 týdnů a 3 měření svalovým dynamometrem MD03 (měření I – vstupní, kontrolní; měření II – po 8 týdnech intervence; měření III – po 16 týdnech intervence) absolvovalo celkem 14 probandů, 7 dívek a 7 chlapců. Věk dívek byl v době měření $16,8 \pm 1,3$ let, tělesná výška $167,67 \pm 3,34$ cm a tělesná hmotnost $57,99 \pm 6,19$ kg. Věk chlapců v době měření byl $16,7 \pm 1,3$, tělesná výška $179,20 \pm 5,40$ cm a tělesná hmotnost $66,21 \pm 9,28$ kg.

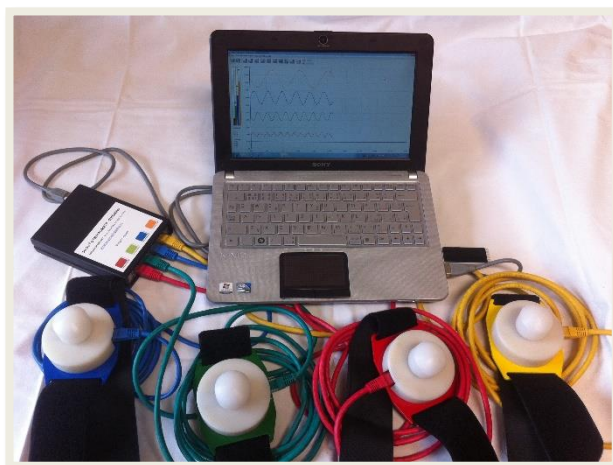
4.2 Sběr dat

4.2.1 Měření Svalovým dynamometrem MD03

Pro neinvazivní vyšetření síly svalů jsme použili svalový dynamometr MD03 (Malátová et al., 2007, Malátová et al., 2008; Malátová & Dřevíková, 2009; Malátová, Rokytová, & Štumberger, 2013; Malátová, Bahenský, & Mareš, 2017). Jedná se o čtyřkanalový digitální svalový dynamometr, který svojí konstrukcí umožňuje současně měřit okamžité hodnoty silového působení svalů v závislosti na čase (tzn. lze vyhodnocovat jak velikost síly, tak i její dynamiku). Obecně lze měřit různé svaly a svalové skupiny na lidském těle. MD03 je tvořen čtyřmi svalovými sondami, které se pomocí pásů upevňují na lidské tělo. Sondy obsahují tenzometrický převodník síly na digitální signál, který je přenášen do mikroprocesorové vyhodnocovací jednotky, která upravuje digitální signály ze sond do kompatibilního tvaru s USB vstupem do notebooku. Prostřednictvím USB připojení jsou vyhodnocovací jednotka a sondy napájeny. Součástí MD03 jsou dvě úrovně softwaru (SW1 a SW2). SW1 je použit pro vyhodnocovací jednotku a SW2 je uložen v notebooku. SW1 zajišťuje kompatibilitu digitálního signálu pro USB vstup počítače. SW2 zajišťuje zobrazení a zpracování výstupů z jednotlivých sond. Vyhodnocovací jednotka zajišťuje dále izolační oddělení sond od notebooku na úrovni 5kV.



Obrázek 12. Detail sondy svalového dynamometru.



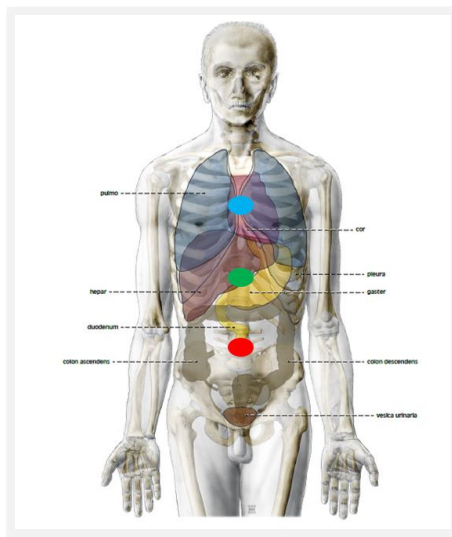
Obrázek 13. Sestava svalového dynamometru MD03.

Svalový dynamometr MD03 je schopen zaznamenávat dynamiku dechové činnosti (obr. 17, 18). Pro analýzu dechových pohybů vycházíme z koncepce tří sektorů hrudníků. V každém sektoru byla pomocí páسů připevněna jedna sonda (obr. 14, 15). Místa pro přiložení sond byla vybrána na základě kinematiky zmíněných hrudních sektorů dle Dylevského (2009).

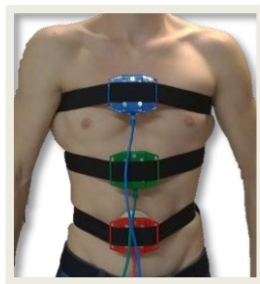
Dolní dechový sektor (abdominální, břišní) se nachází pod apertura thoracis inferior. Anatomicky se na stavbě účastní břišní svaly a jejich začátky na chrupavčité části nepravých žeberech a na hrudní kosti. První sonda byla umístěna na ventrální straně v úrovni L₄₋₅. **Střední dechový sektor** (dolní hrudní či kostální) se na hrudní páteři nachází mezi pátým až dvanáctým žebrem v oblasti Th₆–Th₁₂. Zde byla na úrovni 8.–9. žebra, na ventrální straně pod sternem, umístěna druhá sonda. **Horní dechový sektor** (horní hrudní či klavikulární, podklíčkový) je vymezen od

C₄ po Th₃₋₄ a od horní apertury k pátému žebří. Třetí sonda byla umístěna na úrovni 3.–4. žebra na ventrální straně v oblasti sternu (Dylevský, 2009). Komprese a expanze hrudníku během dýchání mění vyvinutou sílu na jednotlivé senzory v připevněném pásu. Při upevňování pásu byla věnována pozornost tomu, aby byl pás v místě maximální komprese hrudníku mírně těsný.

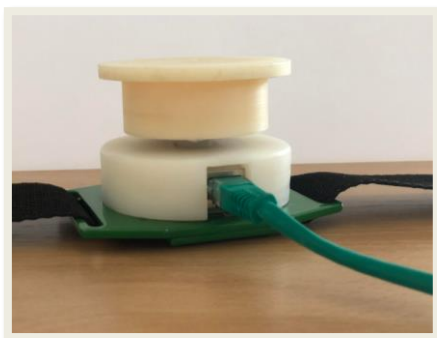
Samotný test dechové dynamometrie byl proveden ve vzpřímeném stoji, který je pro dýchání polohou fyziologickou (Smolíková & Máček, 2010). Svalovým dynamometrem MD03 jsme měřili okamžité hodnoty silového působení v závislosti na čase. Lze tedy posoudit velikost síly i její dynamiku. Prostřednictvím jednotlivých sond jsme zaznamenali pohyb dechových sektorů po dobu jedné minuty při klidovém dýchání.



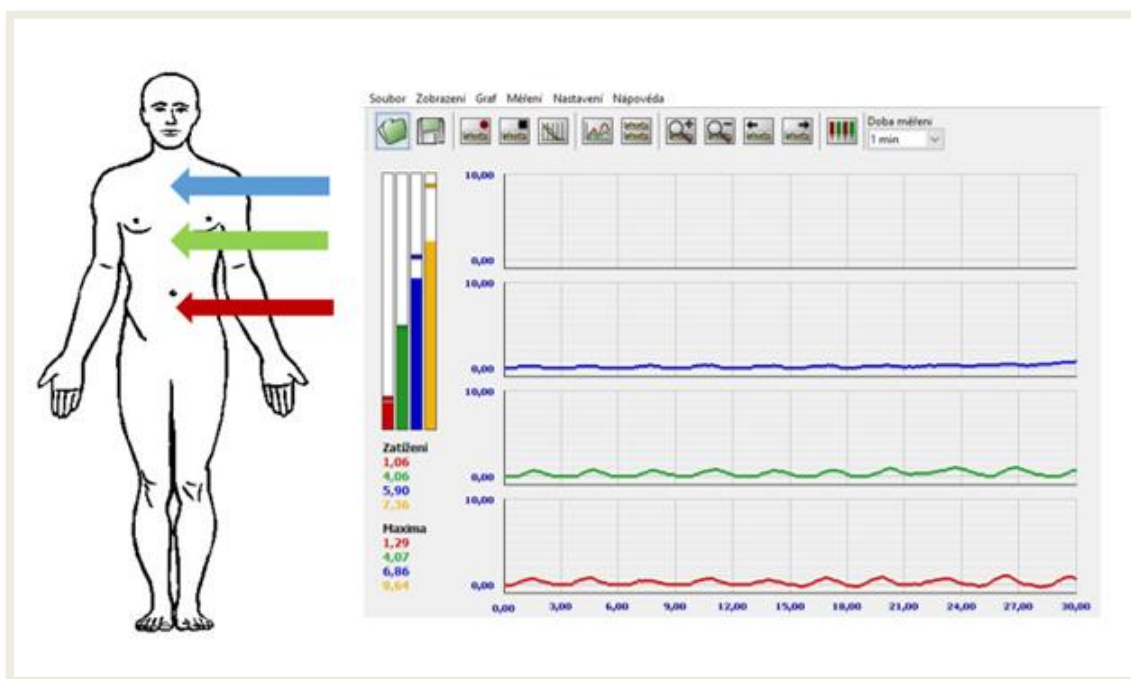
Obrázek 14. Upevnění sond Svalového dynamometru MD03 v jednotlivých dechových sektorech dle Dylevského (2009) na anatomickém nákresu (Grim, Naňka & Helekal, 2014, s. 6) s barevně vyznačenými místy pro upevnění sond.



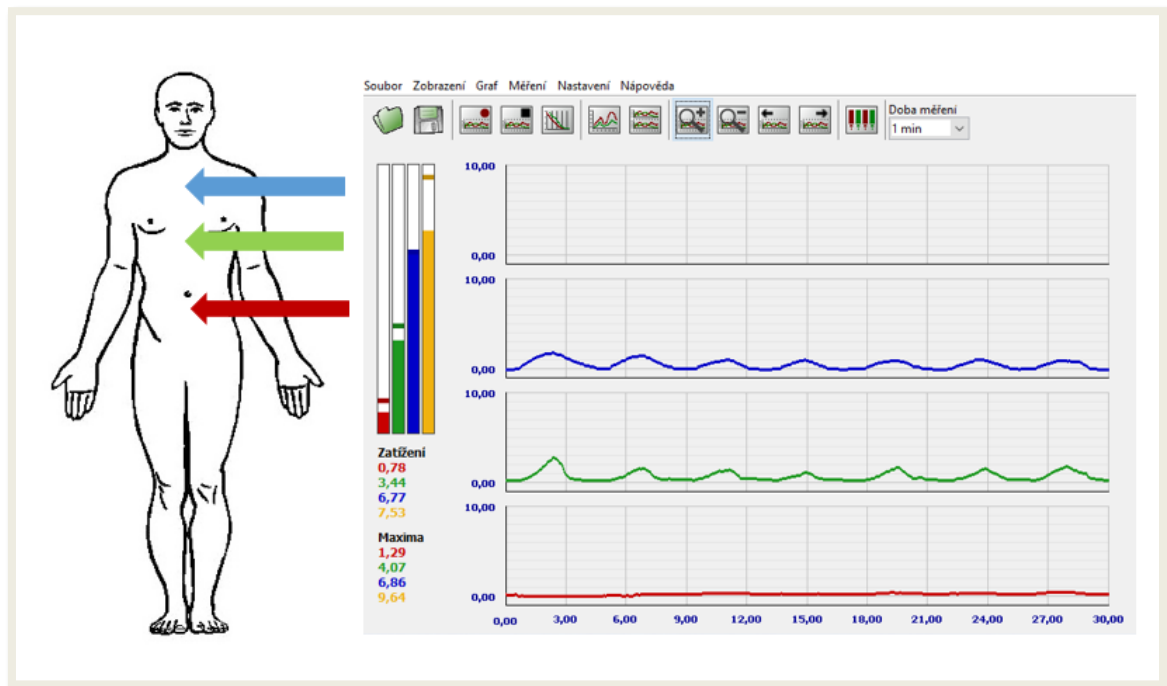
Obrázek 15. Fotografie skutečného upevnění sond na probandovi.



Obrázek 16. Použitá sonda svalového dynamometru s konkrétním snímačem.



Obrázek 17. Ukázka záznamu měření Svalovým dynamometrem MD03, ze kterého je patrné, že proband během vyšetření více aktivoval spodní a střední dechový sektor.



Obrázek 18. Ukázka záznamu měření Svalovým dynamometrem MD03, ze kterého je patrné, že proband během vyšetření dechové vlny neaktivoval spodní dechový sektor.

Prostřednictvím sond jsme zaznamenali sílu vyvinutou expanzí a kompresí jednotlivých dechových sektorů působící na jednotlivé senzory MD03 po dobu jedné minuty při klidovém dýchání. Probandi byli instruováni, aby při vyšetření dýchali tak, jak jsou zvyklí. Tímto způsobem bylo v rámci jednoho vyšetření u konkrétního probanda získáno celkem 600 hodnot v každém dechovém sektoru. Při zpracování dat jsme pracovali s průměrem zaznamenaných maximálních inspiračních a expiračních sil vyvinutých na jednotlivé sondy.

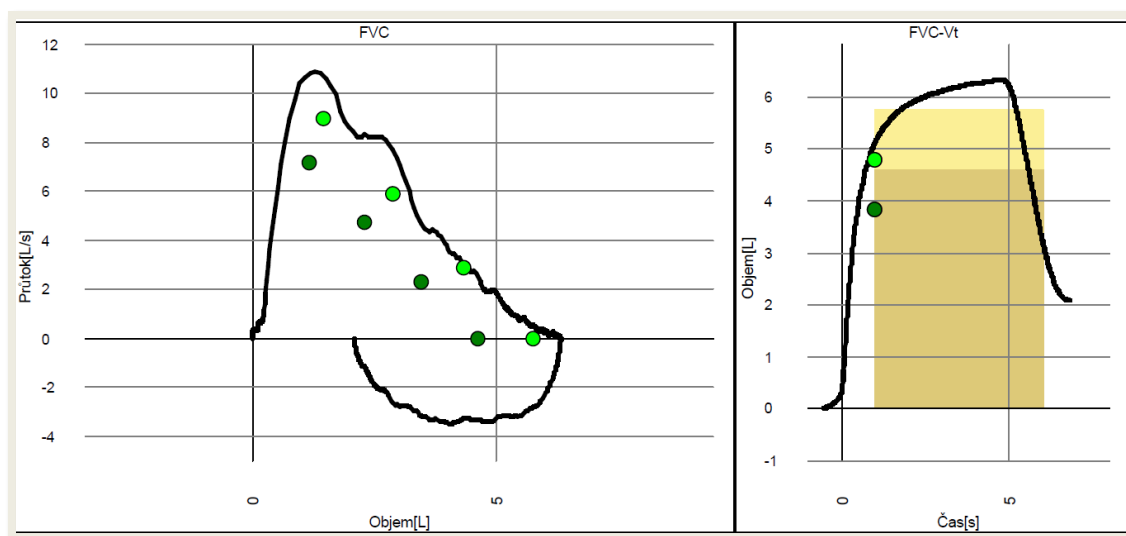
4.2.2 Vyšetření dechových funkcí spirometrem Otthon

Ke stanovení funkční zdatnosti dýchacího systému jsme využili dynamické ventilační parametry, a to usilovnou vitální kapacitu (FVC), protože tento objem je u zdravého jedince při správném provedení přibližně stejně velký jako statická vitální kapacita. FVC je objem vzduchu vydechnutý maximální rychlostí po maximálním vdechu. Dále byla zaznamenána hodnota usilovného výdechu vitální kapacity za 1 sekundu (FEV_1). Jedná se o objem vzduchu vydechnutý maximálním úsilím po maximálním vdechu za první sekundu výdechu (Slavíková & Švíglerová, 2012).

Oba spirometrické testy byly měřeny ve vzpřímeném stoji na přístroji Spirometr Otthon, vyhodnocení obou testů proběhlo v programu ThorSoft.

Metodika testů byla realizována dle návodu přístroje. U testu FVC byli probandi instruováni, aby po klidném nádechu a výdechu provedli maximální nádech a usilovný maximální výdech. Tento postup byl proveden třikrát po sobě a byl 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. Z tohoto testu jsme získali i hodnoty FEV₁.

Na obrázku 19 je znázorněna ukázka průběhu dechové křivky tak, jak ji zaznamená spirometr Ottho v programu ThorSoft.



Obrázek 19. Dechová křivka při testu FVC.

4.3 Intervenční program

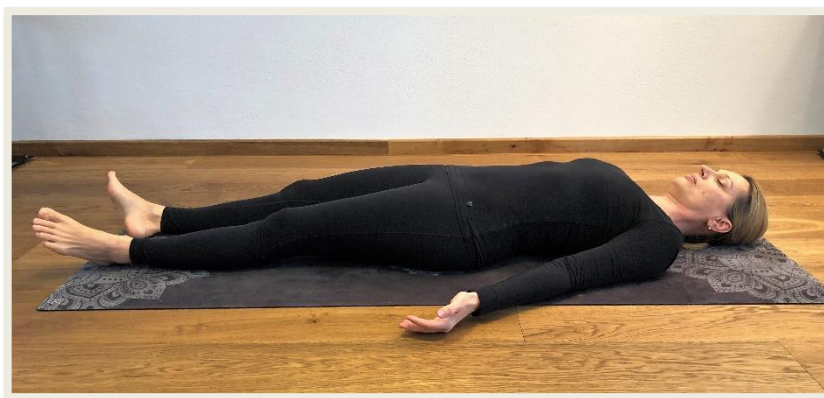
Intervenční program dechových cvičení vycházel ze znalostí jógových cvičení, které jsem získala absolvováním studia Základního kurzu pro učitele jógy III. třídy na České akademii jógy a Všeobecně vzdělávacího kurzu – licence B, Učitel jógy II. třídy na České akademii jógy a FTVS UK Praha. Dále byl tvořen na podkladě publikací Mihulová & Svoboda (2014), Mihulová & Svoboda (2013), Polášek (1990), Kombercová & Svobodová (2000), Oravcová (2016), Mahéšvaránanda (2006), Lysebeth (1984), Bursová (2005). Nejvíce informací však bylo čerpáno z publikace „Jóga krok za krokem“ (Gítananda, 1999) a z publikace „Pránájáma“ (Mrnuščíková, 2014). Provedení jednotlivých cviků bylo foceno fotoaparátem iPhone X a upraveno v aplikaci Microsoft Office Word 2013. Jedná se o obrázky 20. až 40., které byly vytvořeny autorem práce.

4.3.1 Zásady dechových cvičení

- Dechová cvičení uskutečňujeme vždy nosem, nos musí být průchodný. Nádech i výdech provádíme přes obě nosní dírký.
- Všechna dechová cvičení provádíme velice jemně, bez přílišného úsilí a pouze za předpokladu, že prováděné cvičení je nám příjemné. Pokud dochází k nepříjemným pocitům, je nutné snížit intenzitu či opakování, případně cvičení zaměnit za jiné.
- Nádech povzbuzuje organismus k činnosti, naopak výdech má účinky zklidňující. Při zadržení dechu po nádechu či výdechu je nutné respektovat, že není vhodné zdržovat dech při chorobách srdce. Krátké zadržení dechu má význam jak pro oblast tělesnou, tak i mentální, ale jen je-li prováděno správně, tedy bez nepříjemných pocitů a přílišného úsilí.
- Cviky probíhají v různých pozicích, v nich se podporuje a posiluje dech (hatény).
- Každý cvik opakujeme 3 až 6 krát.
- Cviky provádíme pomalu v hluboké koncentraci na pohyb dechu v souladu s prováděným pohybem. Vnímáme, v jakém směru se trup pohybuje a rozšiřuje, jak se chová osa těla (hlava, páteř, pánev). Dále procítujeme zvýšenou citlivost při nádechu a relaxaci při výdechu. Sledujeme pohyb bránice, břišních svalů, zad a pánevního dna. Pohyb musí být proveden vědomě, abychom docílili předpokládaného účinku.
- Dechová cvičení mají rytmický charakter. Zprvu cvičenci dýchají individuálně podle svého vlastního rytmu, později přecházíme k prodlužování nádechové a výdechové fáze. Začínáme poměrem nádechu a výdechu 1:1. Po zvládnutí dechové vlny, plného dechu, postupně vkládáme před-nádechovou a před-výdechovou fázi a přecházíme k dechovému cyklu v poměru na 2 doby nádech, 1 doba zádrž dechu, 2 doby výdech, 1 doba zádrž dechu, poté k poměru 4:2:4:2, následně k poměru 6:3:6:3 nebo 8:4:8:4.
- Dechová cvičení praktikujeme 1–2 hodiny po lehkém jídle a 3 hodiny po těžkém jídle.
- Cviky jsou náročné, únava zhoršuje koordinaci, což je nežádoucí, proto je nutné po každém cviku zařadit krátkou relaxaci např. formou džáti. Cílem džáti je relaxace mozku. V rámci pránájámy ale i v rámci dechových cvičení nemá dechové centrum úplnou (pouze autonomní) kontrolu nad dechovým procesem. Tím dochází ke vzniku určitých tenzí, které je třeba uvolňovat. Jedná se o speciální techniky, které stimulují určité nervové dráhy, uvolňují psychické i fyzické napětí. Tyto techniky jsou cíleny zejména na končetiny a obličej, ale používáme je i na uvolnění ramenního a krčního pásu. Jejich

vytřepáním, rotací, poklepem či pomalým vědomým pohybem kloubů v souladu s dechem dosahujeme uvolnění.

- Dále zařazujeme relaxaci v šava-ásaně (pozice mrtvolý), kdy necháváme doznít účinky cvičení a uvolníme vědomé napětí. I zde je nutné správně nastavit výchozí pozici. Ležíme na zádech s nohama mírně roznoženými na šířku pánve. Paže volně položíme vedle těla tak, aby ruce spočívaly na malíkové hraně, nebo paže vytočíme dlaněmi vzhůru. Lopatky rozprostřeme na podložku, uvolníme ramena, zkontrolujeme, zda nejsou vytažena vzhůru k uším. Pánev aktivací břišních a hýžd'ových svalů nastavíme do neutrální pozice tak, aby křížová kost spočívala na podložce. Nohy protáhneme patami vpřed a uvolníme, špičky chodidel jsou volně vytočeny ven. Bradu mírně přitáhneme k hrudníku tak, aby hlava nebyla ani v záklonu ani v předklonu.



Obrázek 20. Šava-ásana.

4.3.2 Intervenční program jógových dechových cvičení

Vlastní intervenční program zahrnuje hatény, neboli posilovací techniky, pro posílení dechu v jednotlivých dechových sektorech. Poté jsou zařazeny techniky na podporu plného jógového dechu a dechová cvičení s využitím hasta-mudry.

Hatény na posílení dechu ve spodním dechovém sektoru (břišní dech)

Účelem těchto cviků je posílení pohybu dechu ve spodním dechovém sektoru. Zároveň nacvičit dobrou koordinaci svalů bránice, břišní stěny, pánevního dna a páteře. S tím souvisí uvědomělý prožitek během cvičení. Když provádíme tato cvičení, máme otevřené oči, aby nedošlo ke zhoršené orientaci v prostoru. Při výdechu se zapojují i dorsální (zádové) svaly. Cvičení zároveň protahují *m. iliopsoas* a *m. rectus femoris*.

Výchozí pozice pro hatény na posílení břišního dechu je važdra-ásana (sed na patách, obr. 21, 22a), dlaně spočívají volně na stehnech. Dolní končetiny jsou v ose včetně nártů chodidla ani paty se nerozestupují), sedací kosti se tak opírají o paty. Oporou sedacích kostí dojde k napřímení páteře, hlava, ramena i hýždě jsou v jedné rovině, kolmo k zemi. Bez změny napřímění uvolníme napětí. Tato pozice má pozitivní vliv na bederní oblast páteře.



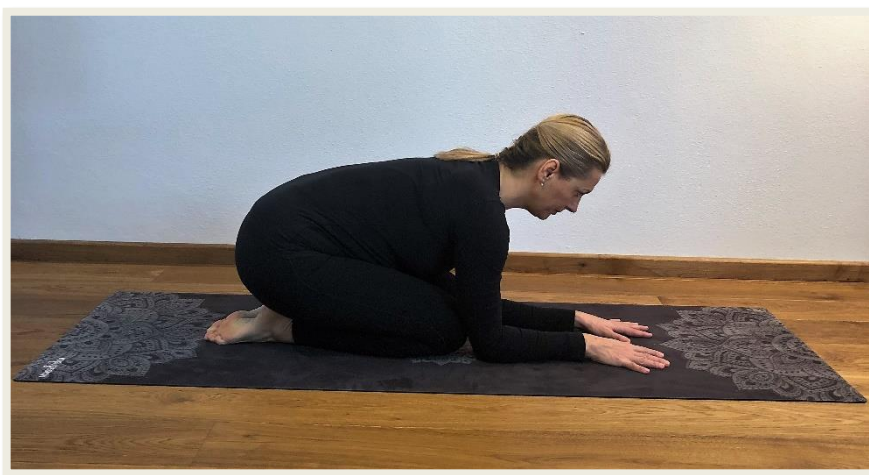
Obrázek 21. Vadžra-ásana (sed na patách), zleva a) pohled z boku, b) pohled zezadu.



Obrázek 22. Vadžra-ásana (sed na patách) zleva a) s využitím bloku, b) nesprávné nastavení chodidel v pozici.

Sapúrna-šaša-ásana (obr. 23). Výchozí pozicí pro neúplnou polohu zajíce je važdra-ásana. Přejdeme do předklonu, až se břišní stěna dotkne steh. Položíme celá předloktí na zem před tělo tak, aby se lokty dotýkaly kolen, předloktí jsou rovnoběžná. Dlaně s lehce roztaženými prsty položíme na podložku, zlehka se opřeme o palcovou hranu, malíkovou hranu, patku dlaně a poslední články prstů, tím vznikne nepatrný prostor pod středem dlaně. Páteř je natažená, hlava v mírném záklonu s pohledem očí šikmo vzhůru, čímž stimulujeme dechové centrum v prodloužené míše. Hýždě zůstávají na patách. Touto pozicí posilujeme pohyb do zadní části spodního dechového prostoru.

- Nádech, bránice klesá, hrudní koš se rozšiřuje laterálně a dorzálně, ventrální směr je blokován stehny.
- Výdech, aktivujeme svaly zad.
- Opakujeme 3– 6× nebo prodýcháme přibližně 30 sekund.
- Pokud cítíme napětí či únavu v krční páteři, můžeme spustit hlavu na podložku do uvolněné polohy nebo se vrátíme zpět do važdra-ásany a rotujeme hlavou střídavě na pravou a levou stranu.
- Po ukončení krátké relaxace provedeme džáti. Jedná se o relaxační techniku. Provádíme ji tak, že přejdeme do vzporu klečmo a zanožíme pravou nohu, kterou uvolněným jemným hmitáním vyklepeme. To samé provedeme i s levou nohou. Odstraníme tak tlak a tenze, které vznikly stlačením nohou v sedu na patách. Nato se opět vrátíme do vadžra-ásany.



Obrázek 23. Sapúrna-šaša-ásana.

Sapúrna-uštra-ásana (neúplná poloha velblouda, obr. 24). Procvičujeme břišní (brániční) dech. Zároveň protahuje přední stranu těla. Jedná se o záklonovou pozici. Výchozí pozice važdra-ásana (sed na patách, obr. 21), ve které vydechneme.

- S nádechem nosem přejdeme do kleku, pohyb vede pánev, kterou protlačíme dopředu, hlava jde do mírného záklonu, dlaněmi se opřeme v bedrech. Oči necháme otevřené.
- S výdechem se tělo napřimuje a zvolna se vracíme zpět do sedu na patách, narovnáme záda, mírně aktivujeme břicho proti bedrům, hlavu volně spustíme na hrudník, uvolníme ruce.
- Celé opakujeme 3×. Koncentrujeme se na dech, dýcháme hluboce.

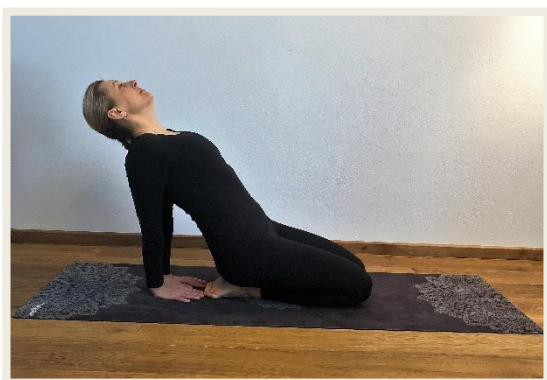
- Poté ve vadžra-ásaně (obr. 21) necháme doznít celé cvičení.
- Po ukončení krátké relaxace provedeme džátí. Přejdeme do vzporu klečmo a zanožíme pravou nohu, kterou uvolněným jemným hmitáním vyklepeme. To samé provedeme i s levou nohou. Nato se opět vrátíme do vadžra-ásany.



Obrázek 24. Sapúrna-uštrásana.

Uštra-ásana-paravrtti (obr. 25). Výchozí pozice vadžra-ásana (obr. 21). Poté přemístíme váhu těla na dlaně, které jsou opřeny za zády tak, že se prsty rukou dotýkají prstů na nohách.

- S výdechem uvolníme hlavu a šíji, hlava je tak v mírném záklonu.
- S nádechem oporou o patky dlaní a kolena plynule zdvihněme pánev, hlava je v mírném záklonu. Dlaně zůstávají na podložce, bránice klesá dolů. Břišní stěna je vyklenutá jen málo.
- S výdechem spustíme pánev dolů.
- Opakujeme 3×.
- Poté relaxujeme v pozici šava-ásany (obr. 20).



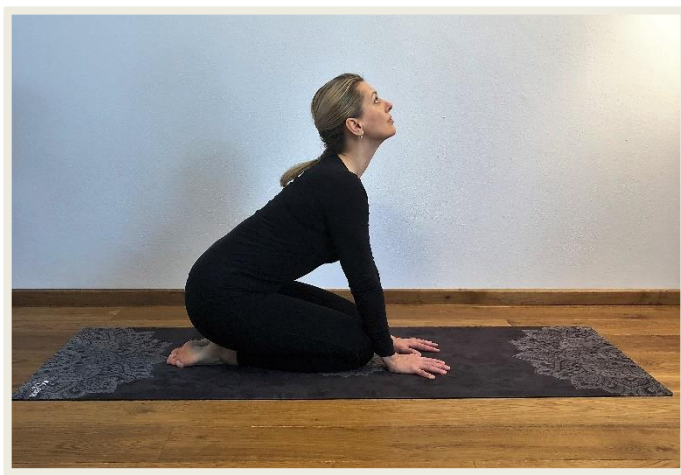
Obrázek 25. Uštra-ásana-paravrtti a) začátek, b) konec.

Hatény na posílení dechu ve středním dechovém sektoru (hrudní dech)

Účelem těchto cviků je podpora pohybu ve středním dechovém sektoru, tedy ve spodní části hrudního koše. Vnímáme pohyb žebér a hrudní páteře. Oči mohou zůstat otevřené, každý cvik by měl trvat kolem 30 sekund. Při výdechu nesmíme ohnout hrudní páteř, ta zůstává v mírné extenzi.

Púrna-šaša-ásana (úplná pozice zajíce, obr. 26). V této pozici se posiluje hrudní (mezižeberní) dýchání. Dech se projevuje roztahováním hrudníku v nádechové fázi a při výdechové fázi dochází k jeho stahování. Při tomto cvičení se aktivuje bránice a mezižeberní svaly. Základní pozice sed na patách (vadžra-ásana, obr. 21), mírně se předkloníme a opřeme dlaně o podložku těsně před koleny (zápěstí se dotýkají kolen, dlaně s mírně roztaženými prsty opřené o patku, malíkovou hranu, palcovou hranu a konečky prstů směřují vpřed). Paže jsou natažené, ale nejsou propnuté v loktech. Oporou o dlaně dojde k vyrovnání zad a ke zpevnění břišní stěny.

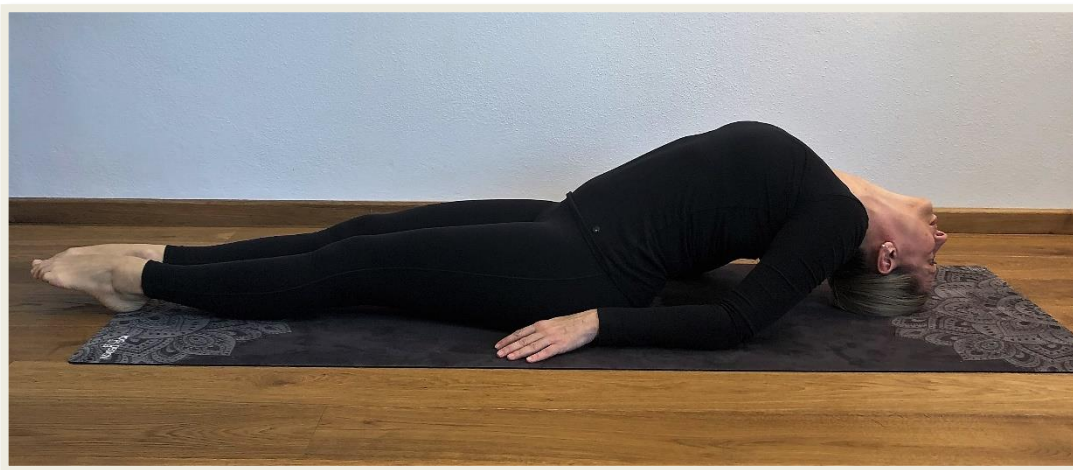
- Následně provedeme mírný záklon hrudní páteře včetně hlavy a zhluboka dýcháme nosem do hrudníku.
- Prodýcháme 3–6× nebo přibližně 30 sekund, poté spustíme čelo na podložku, paže položíme volně kolem hlavy a na chvíli uvolníme.
- Pak se vrátíme do pozice vadžra ásany a pro relaxaci dolních končetin použijeme techniku džáti.



Obrázek 26. Púrna-šaša-ásana.

Ardha-matsja-ásana (poloviční ryba, obr. 27). Jedná se o další haténu, která procvičuje střední dech. Základní pozice leh na zádech s patami a palcovými hranami vedle sebe, ruce leží podél těla.

- S nádechem se opřeme o lokty paží (předloktí a dlaně zůstávají na podložce), zároveň zvedáme ramena a hrudník, kde hrudní páteř vytváří záklonový oblouk i s částí krční páteře. Hlavu opřeme temenem o zem, nohy a hýždě jsou uvolněné, odtlačujeme se lokty od podložky, abychom snížili zatížení krční páteře.
- Prodýcháme 3–6× nebo přibližně 30 sekund. Koncentrujeme se na dech, dýcháme hluboce.
- S nádechem zvedneme hlavu, bradu přitáhneme na hrudník a pak s výdechem se volně pokládáme obratel po obratli do lehu na zádech (šava-ásany, obr. 20) a chvílku relaxujeme.



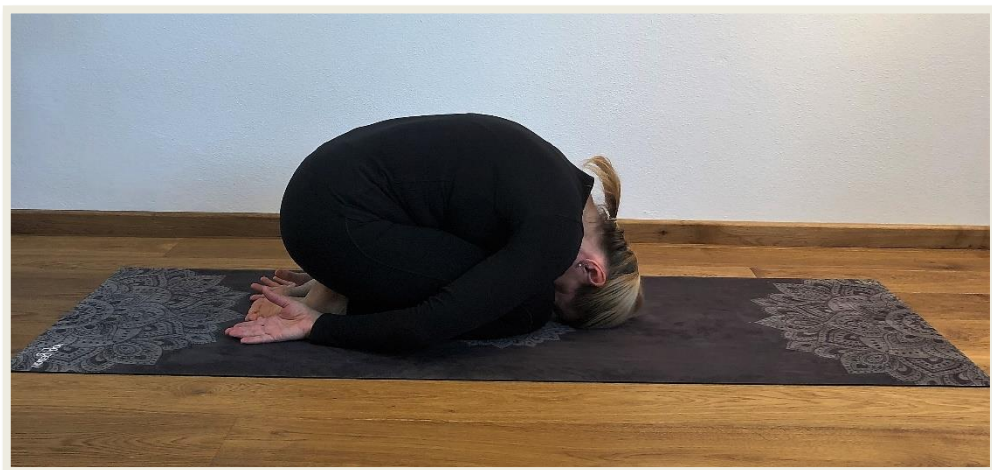
Obrázek 27. Ardha-matsja-ásana.

Hatény a praváha-pránájáma na posílení dechu v horním dechovém sektoru (podklíčkový dech)

Při správném pohybovém stereotypu je tento dech pro mnoho cvičenců nejobtížnější, protože není zahrnut do automatického dýchání řízeného autonomním vegetativním systémem, poněvadž je v rámci fylogeneze vývojově nejmladší. Další vliv na tento fakt má skutečnost, že při běžných denních aktivitách, tedy stojí či sedu, je průdušnice položena níž, než je horní část plic, kam je veden podklíčkový dech. Proto pro posílení tohoto typu dýchání používáme obrácené polohy. Cílem tohoto cvičení je zvětšení rozsahu pohybu dechu v horních partiích hrudního koše. V této oblasti je výdech problematičtější než nádech. Pozornost při cvičení vedeme k horní části hrudního koše, při nádechu nezvedáme ramena a nezapojujeme ani pomocné svaly na krku. Při výdechu aktivujeme zádové (dorzální) svaly. Oči máme zavřené.

Paripúrna-šaša-ásana (úplná poloha zajíce, obr. 29). Z vadžra-ásany (obr. 21) přejdeme do základní pozice – dhármika-ásana (obr. 28), pozice zbožného. V sedu na patách ruce, pokud je to možné, chytí paty, poté s výdechem skláníme trup dolů, hýždě zůstávají na patách, hlava se dotýká podložky čelem co nejbližše kolenům – nos může být vtažen do prostoru mezi kolena, uvolníme ramena a paže položíme na podložku podél těla, lokty leží na zemi.

- S nádechem zvedáme hýždě a trup a přecházíme na temeno hlavy až na jeho zadní část, jako bychom chtěli udělat kotoul.
- S výdechem se vracíme zpět do pozice zbožného.
- Celé opakujeme 3–6×.
- Poté ve vadžra-ásaně (obr. 21) necháme doznít celé cvičení.
- Nohy relaxujeme technikou džátí.



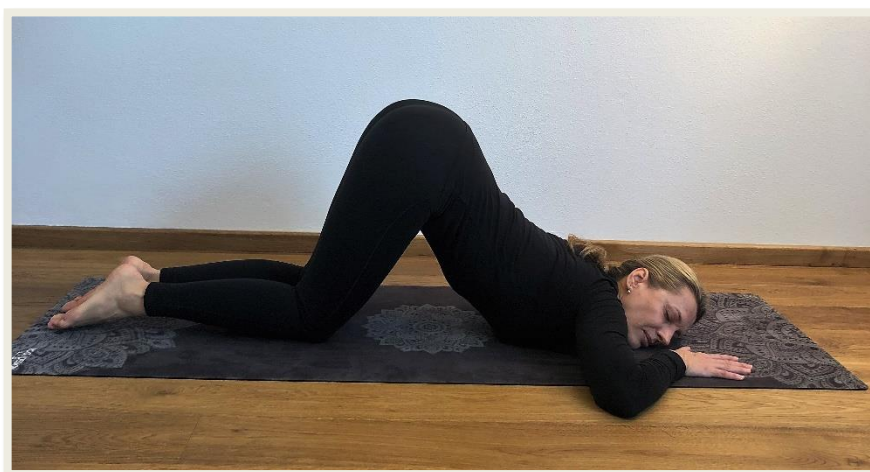
Obrázek 28. Dhármika-ásana.



Obrázek 29. Paripúrna-šaša-ásana.

Nikundža-ásana (poloha zlomené květinčky, obr. 30). Tuto pozici provádíme vždy jako statickou. Z pozice sedu na patách (obr. 21) přejdeme do vzporu klečmo, ruce jsou před rameny.

- S výdechem necháme klesat hrudník k podložce, zároveň krčíme paže v loktech, které vytočíme do stran a pokládáme na podložku. Horní část hrudníku včetně klíčních kostí by měla ležet na podložce. Hlava je také jednou tváří položena na podložce. Pokud to půjde, přitáhneme kolena blíže k břichu, aniž by se změnila poloha hrudníku. Uvolníme se v oblasti mezi lopatkami, abychom uvolnili napětí, mírně se odtlačujeme kolena a předloktími od podložky. Koncentrujeme se na dech, dýcháme hluboce.
- Prodýcháme 3–6×.
- Poté otočíme hlavu a položíme ji na podložku druhou tváří. Prodýcháme stejným počtem dechů jako v předchozí poloze hlavy.
- Pak se vrátíme přes vzpor klečmo do sedu na patách (vadžra-ásany, obr. 21) a necháme polohu doznít.
- Dolní končetiny relaxujeme technikou džátí.



Obrázek 30. Nikundža-ásana.

Praváha-pránájáma (obr. 31).

- V pozici vadžra-ásany s nádechem zapažíme paže, propleteme prsty na rukách.
- Poté s výdechem přecházíme do dhármika ásany (obr. 28) tak, že skláníme trup dolů, hýždě zůstávají na patách, hlava se dotýká podložky čelem co nejbliže kolenu, v pozici začneme zvedat propletené ruce (zapažíme) a dokončíme výdech (tím vytlačíme z plic veškerý vzduch zachycený v horním dechovém sektoru).

- Necháme ruce klesnout zpět na záda (hlava zůstává stále opřená čelem o podložku) a s nádechem se napřímujeme zpět do sedu na patách.
- Ruce necháme propletené, mírně je za tělem táhneme dolů, abychom otevřeli hrudník.
- Opakujeme 6×.



Obrázek 31. Praváha-pránájáma.

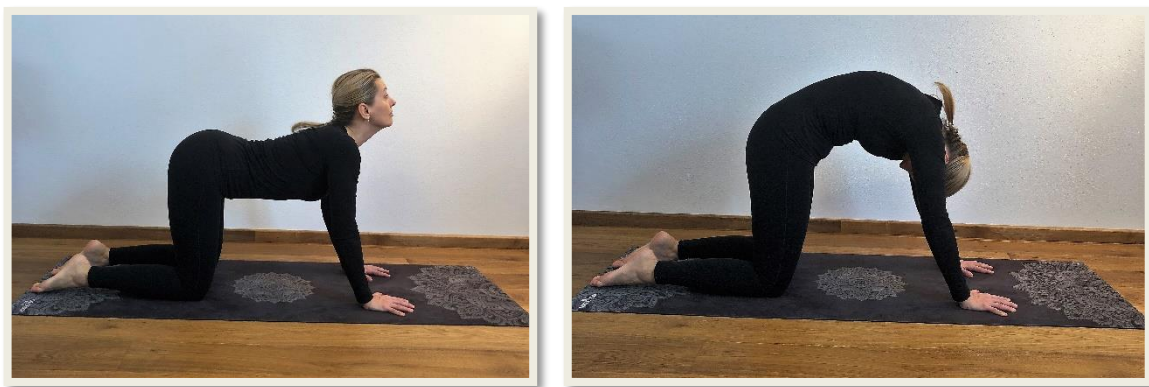
Techniky na podporu plného jógového dechu

Účelem tohoto cvičení je koordinace všech částí, které se spojí do jedné dechové vlny. Nádech a výdech začíná v dolním dechovém sektoru a šíří se směrem nahoru. Soustředíme se na průběh dechové vlny. Oči mohou být zavřené.

Vjághra-prānāyāma (tygří dech, obr. 32) posiluje bránici pro břišní a hrudní dýchání. Základní pozicí je vzpor klečmo (čatus páda ásana). Kolena jsou pod kyčlemi, vzdáleny od sebe na šířku pánve. Ruce jsou pod rameny či mírně před, vzdáleny od sebe na šířku ramen. Dlaně s lehce roztaženými prsty jsou položeny na podložku, zlehka se opřeme o palcovou hranu, malíkovou hranu, patku dlaně a poslední články prstů, tím vznikne nepatrný prostor pod středem dlaně (obr. 33). Opřením o dlaně, kolena a nártý napřímíme páteř, hlava je v prodloužení páteře.

- S nádechem do dolního dechového sektoru (břicha) postupně od kostrče prohýbáme páteř v oblasti beder. Pak nadechujeme do středního dechového sektoru a prohýbáme hrudní část páteře. Nakonec donadechneme do horního dechového sektoru se současným zvednutím hlavy do záklonu, pohled směřuje vzhůru.
- S výdechem nosem od kostrče pomalu vyhrbujeme páteř v oblasti kříže a beder a vydechujeme ze spodního sektoru (ostatní části páteře jsou stále mírně prohnuté), následně vydechujeme ze středního sektoru a vyhrbujeme hrudní část páteře a nakonec vydechujeme z horního sektoru vyhrbením krční páteře, a to tak, že skloníme hlavu a bradu přitáhneme na hrudník.
- Celý pohyb je velmi pomalý, vědomý, v souladu s dechem.

- Cvičení opakujeme 3–6× v rytmu svého dechu.
- Poté dosedneme na paty do pozice vadžra ásany (obr. 21) a necháme doznít předchozí cvičení. Pozorujeme svůj dech.
- Následně relaxujeme v pozici šava-ásany (obr. 20).



Obrázek 32. Zleva a) prohnutí páteře s nádechem, b) vyhrbení páteře s výdechem.

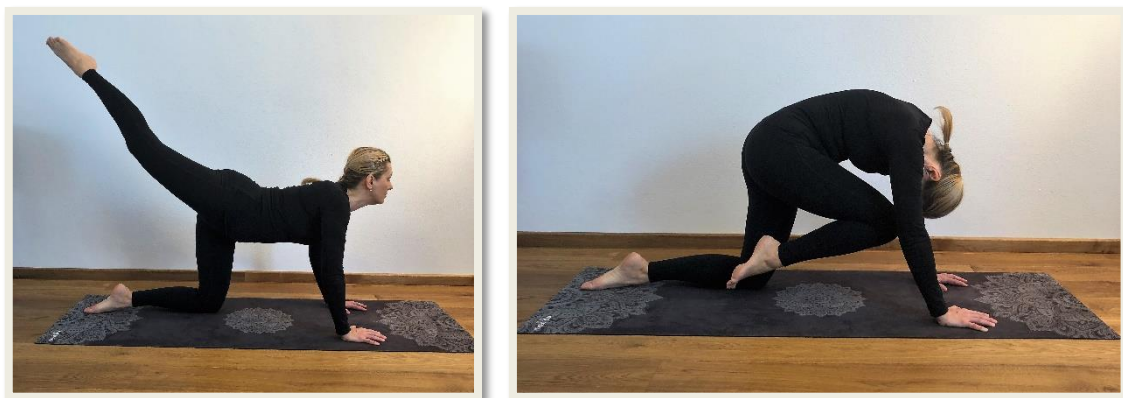


Obrázek 33. Zleva a) nastavení opory dlaně, b) nastavení loktů, c) nesprávné nastavení opory dlaní a nesprávné postavení loktů.

Čiri-krijá (obr. 34). Jedná se o posilovací techniku, která uvádí páteř a bránici do harmonie. Z vadžra ásany přejdeme do vzporu klečmo (čatus-páda-ásany). Zkontrolujeme nastavení pozice dle popisu výše.

- S nádechem zvedáme protaženou nohu do zanožení, pokračujeme prohnutím (záklonem) páteře a nakonec záklonem hlavy. Takto je nádech veden až do horního dechového sektoru.

- S výdechem plynule v souladu s dechem vracíme nohu, zároveň vyhrbíme páteř do předklonového oblouku, bradu přitáhneme na hrudník a krčíme nohu v kolenu, které přitahujeme až k čelu. V tomto případě je pak vzduch z horní části plic vytlačen.
- Na každou nohu opakujeme 3×.



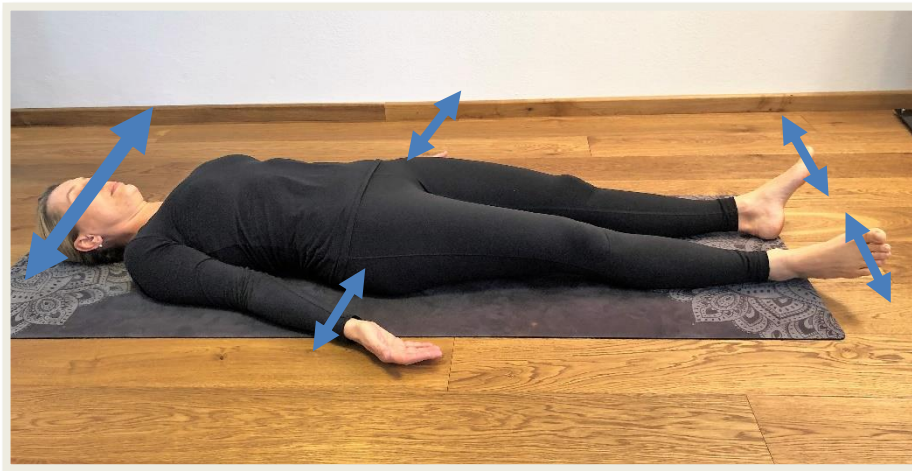
Obrázek 34. Zleva a) rohnutí páteře, b) vyhrbení páteře.

Kája-krija – relaxační technika na prohloubení plného jógového dechu

Dynamická relaxace Kája-krija je jednoduchá uvolňovací technika, při které dochází k navození relaxace díky opakování přetáčivých pohybů. Základní polohaou je šava ásana (obr. 20).

- V nastavené pozici šava-ásany pomalu přetáčíme chodidla. S nádechem se špičky nohou přibližují, vtácejí dovnitř, s výdechem se špičky nohou oddalují tak, aby se malíky přiblížily k podložce. Opakujeme 10–12×. Soustředíme se na svůj dech a vnímáme, že se jedná o břišní dech. Po ukončení opakování pohybu nohou pozorujeme nádech a výdech. Prodýcháme 10×.
- Poté procvičujeme ruce. S nádechem po zemi přetáčíme ruce pomalu dlaněmi vzhůru a ven, s výdechem dolů a dovnitř. Opakujeme 10–12×. Vnímáme, že se jedná o hrudní dech. Po ukončení opakování pohybu rukou pozorujeme nádech a výdech. Prodýcháme 10×.
- Dále zapojíme hlavu. S nádechem ji přetáčíme na jednu stranu a s výdechem na druhou, sladíme pohyb hlavy s dechem. Opakujeme 10–12×. Vnímáme, že se jedná o podklíčkové dýchání. Po ukončení opakování pohybu hlavy pozorujeme nádech a výdech. Prodýcháme 10×.
- Nakonec provádíme všechny tři pohyby, které na sebe postupně navazují. S jedním nádechem začneme vtáčet špičky a vnímáme, že se nejprve nadechujeme do spodní části plic, poté přidáme ruce a vnímáme, že se nádech přesouvá do střední části plic a nakonec

otočení hlavy, kdy se donadechneme do horní části plic. Vnímáme zapojení plného dechu. Opakujeme 10–12×. Poté zůstaneme uvolněně ležet, vnímáme účinky cvičení a pozorujeme svůj dech.



Obrázek 35. Kája-krija.

Dechová cvičení s využitím hasta-mudry

Po předchozím posílení dechového svalstva pomocí hatén a dechových technik je možné přejít k nácviku jednotlivých dechů s využitím hasta-mudry.

Hasta-mudrá, jedná se o určité postavení prstů na ruce, pomocí něhož se propojují nervové dráhy tak, že je podporován právě daný typ dýchání. Používáme je k přímému nácviku lokalizovaného dýchání ve vadžra-ásaně (obr. 21) nebo v sukha-ásaně (příjemná poloha, pohodlný sed, zkřížený sed, obr. 36).

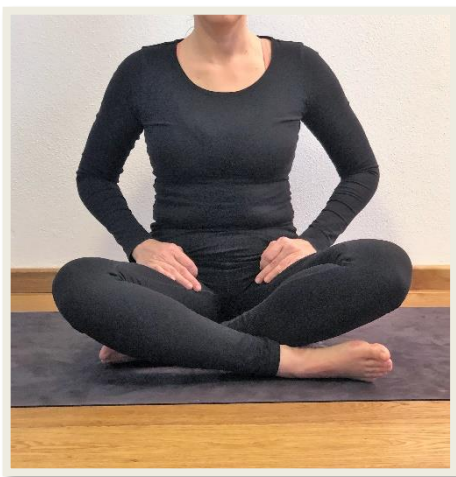


Obrázek 36. Sukha-ásana.

Pokud není ani jedna pozice cvičencům pohodlná, lze pěnovou destičkou, či polštářkem vy-
podložit sedací kosti nebo nártý (obr. 22), eventuálně lze zaujmout jakýkoliv sed, kdy zajistíme
vzpřímené držení páteře, které je však příjemné, nesmí vyvolávat napětí. V sedu si uvědomíme
sedací kosti a opřeme je do podložky. Tímto se páteř mírně napřímí, ramena a lopatky pak
pomyslně rozprostřeme do šířky a uvolníme tak, aby klesla dolů směrem k pánvi. Uvědomíme
si držení hlavy (není ani v záklonu či předklonu) a mírně ji povytáhneme za temenem vzhůru.

Čin-mudrá (obr. 11, obr. 37) je postavení ruky řídící spodní dech. Položíme ruce co nejvýše
na stehna. Palec a ukazováček jsou spojeny svými konečky tak, že tvoří kroužek. Ostatní prsty
jsou volně natažené a přitažené k sobě. Spojený palec s ukazováčkem směřují do třísel.
Pozorujeme, že při nádechu se břicho lehce vyklenuje vpřed, do stran a vzad. Při výdechu břicho
klesá.

- Prodýcháme 10×.
- Poté zůstaneme v sukha-ásaně (obr. 36), uvolníme ruce a necháme doznít účinky de-
chové techniky.
- Po ukončení krátké relaxace, pro uvolnění nohou můžeme použít džátí. Pak se vrátíme
do sukha-ásany (obr. 36).

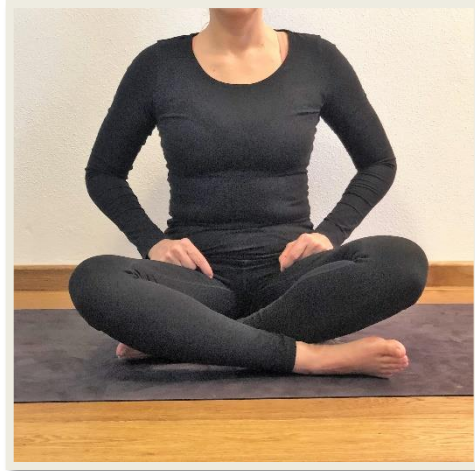


Obrázek 37. Sukha-ásana a čin-mudrá.

Činmaja-mudrá (obr. 10, obr. 38) řídí střední dech. Výchozí pozice zůstává stejná (sukha-
ásana, obr. 36). 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 ve střední části hrudníku v oblasti dolních žebber.

- Prodýcháme 10×.

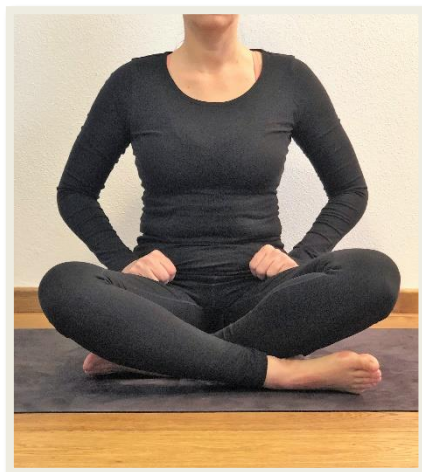
- Poté zůstaneme v sukha ásaně (obr. 36), uvolníme ruce, které jsou položené na stehnech. V této poloze necháme doznít účinky dechové techniky.
- Po ukončení krátké relaxace, pro uvolnění nohou můžeme použít džáti.



Obrázek 38. Sukha-ásana a činmaja-mudrá.

Adhi-mudrá (obr. 9., obr. 39) řídí nadechování a vydechování v horní části plic. Výchozí pozice zůstává stejná (sukha-ásana, obr. 36). 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.

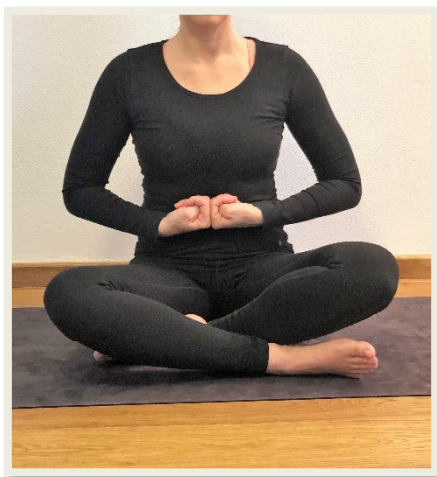
- Prodýcháme 10×.
- Poté zůstaneme v sukha ásaně (obr. 36), uvolníme ruce, které zůstanou volně položené na stehnech. V této poloze necháme doznít účinky dechové techniky.
- Po ukončení krátké relaxace, pro uvolnění nohou můžeme použít džáti.



Obrázek 39. Sukha-ásana a adhi-mudrá.

Brahma-mudrá (obr. 40) je postavení rukou, které jsou lehce sevřeny v pěst (palec je překryt ostatními prsty). Článkami prstů přitiskneme obě pěsti k sobě a umístíme je nad pupík (zhruba na úroveň bránice), hřbety rukou tentokrát směřují dolů. Tato mudrá řídí plný jógový dech. Jedná se o dechovou vlnu, která postupně prochází všemi dechovými sektory. Pozorujeme, jak dech naplňuje spodní, pak střední a nakonec horní část plic. Jedná se o přirozené pořadí zapojení dechových sektorů, jak je řízeno dechovým centrem. Výdech opět začíná ve spodním dechovém sektoru, poté probíhá přes střední až po horní.

- Prodýcháme 10×.
- Poté zůstaneme ve sukha-ásaně (obr. 36), uvolníme ruce, které jsou volně položeny na stehnech, necháme doznít účinky dechové techniky.



Obrázek 40. Sukha-ásana a brahma-mudrá.

4.4 Organizace výzkumu

Před zahájením intervence dechových cvičení byli probandi podrobeni vstupnímu měření a testování v Laboratoři zátěžové diagnostiky. Probandi se převlékli do pohodlného, sportovního oblečení, které se skládalo z trička s krátkým rukávem a šortek, byli bez obuvi. Nejprve pro stanovení charakteristiky souboru byla měřena tělesná hmotnost v kilogramech (Kg) segmentální vahou Tanita a posuvným antropometrickým měřidlem tělesná výška v centimetrech (cm).

Poté bylo provedeno vyšetření dechových pohybů svalovým dynamometrem MD03. Proband zaujal vzpřímený stoj. Postupně od horního hrudního přes dolní hrudní po břišní sektor byly na tělo probanda připevněny pomocí pásů se suchým zipem jednotlivé sondy. Pásky připevňovala vždy stejná osoba, a to ve výdechovém postavení v daném sektoru tak, aby byly pásky mírně pevné. Pak došlo k vynulování sond. Probandi byli instruováni tak, aby při vyšetření

klidového dýchání dýchali tak, jak jsou zvyklí. Prostřednictvím sond byly zaznamenány inspirační a expirační síly vyvinuté na jednotlivé sondy umístěné v daných dechových sektorech po dobu jedné minuty.

Potom byly měřeny hodnoty FVC a FEV₁ spirometrem Otthon. Před samotným měřením byl vždy přístroj zkalibrován. Hodnotu FVC jsme stanovili testem, kdy po maximálním vdechu následoval výdech maximální rychlostí (sfouknutí svíček na dortu zobrazeného na monitoru počítače). Během tohoto testu byla také zaznamenána hodnota výdechu za 1 sekundu (FEV₁).

Po úvodním vyšetření (měření I) byla realizována 8 týdenní intervence dechových cvičení, a to vždy v závěru tréninkové jednotky, tedy 5× týdne, v délce trvání 15–20 minut, formou vedené skupinové lekce. Na začátek skupinového cvičení byla vždy zařazena krátká relaxace v pozici šava-ásany. Poté následoval sled hatén, kdy byla prováděna jedna haténa na daný dechový sektor a jedna dechová technika na plný jógový dech z uvedeného intervenčního programu. Jednotlivé hatény byly v průběhu intervence pravidelně střídány. Poté bylo zařazeno dechové svičení s využitím hasta-mudry na daný dechový sektor i na plný jógový dech. Poté následovala krátká závěrečná relaxace v šava-ásaně. Následovalo měření II, které bylo shodné s měřením I (vyšetření svalovým dynamometrem MD03 a spirometrem Otthon). Po tomto měření dostali probandi popis realizovaných cvičení během skupinových lekcí (viz intervenční program). Intervence dechových cvičení dalších 8 týdnů tak byla realizována formou domácího samostatného cvičení dle předchozí edukace a doporučení realizovat dechová cvičení 3× týdně v délce trvání minimálně 20 minut. Na konci tohoto období následovalo měření III, které opět bylo shodné s měřením I.

4.5 Zpracování dat

Celkem bylo měřeno 14 osob svalovým dynamometrem MD03 a to opakovaně. Každý z probandů byl sledován 3× s různým časovým odstupem a 3× v různých oblastech hrudníku (červený snímač – dolní dechový sektor, zelený snímač – střední dechový sektor, modrý snímač – horní dechový sektor). Prostřednictvím sond (snímače) byly zaznamenány inspirační a expirační síly vyvinuté na jednotlivé sondy umístěné v daných dechových sektorech po dobu jedné minuty. Od každého probanda tak bylo v průběhu každého z měření získáno 1 800 hodnot (600 hodnot z každé sondy).

Získané časové řady byly vyhlazeny prostřednictvím metody robustní lokálně vážené regrese. Volba vyhlazovacího okna byla nastavena tak, aby došlo k dostatečnému vyhlazení u jednotlivých osob. U vyrovnaných řad byly následně identifikovány jednotlivá maxima a minima

(lokální extrémy). Z takto získaných hodnot byl stanoven průměr z maxim a minim u jednotlivých probandů, a to v závislosti na umístění snímače a pořadí měření (I, II, III). Dále byla u každého probanda stanovena „průměrná diference“ pro jednotlivá umístění snímače a pořadí měření (I, II, III). Tyto hodnoty se staly podkladem pro zjištění podílu jednotlivých „lokací“ a pořadí měření (I, II, III).

Výzkumná skupina byla tvořena 14 probandy, tedy jednalo se o malý výzkumný vzorek. Jak uvádí Hendl (2006, s. 207), při výběrech o rozsahu menších než 15 lze použít parametrický t- test, pokud jsou data normálně rozdělená. Na základě testu normality (byl proveden Shapiro – Wilkův test) jsme zjistili, že získaná data tuto vlastnost neměla, proto jsme pro testování využili neparametrické testy.

Pro jednotlivá měření v případě ověření shody mediánů (resp. shody distribučních funkcí) byly použity Wilcoxonovy testy pro závislé výběry. K vyhodnocení dat spirometrického měření (FVC, FEV₁) rovněž použity Wilcoxonovy testy pro závislé výběry. Výsledky jsou interpretovány s 95 % spolehlivostí. Za účelem věcné významnosti byla dále stanovena statistika „Cohenovo d“. Veškeré numerické výsledky byly získány prostřednictvím software MS Excel a R 3.6.2.

Statistická významnost zkoumá, zda je výsledek výzkumu dosažen náhodou nebo proměnlivostí výběrových dat; věcná významnost se zabývá tím, zda je výsledek užitečný v reálném světě (Blahuš, 2000; Soukup, 2013).

Cohenovo d, jedná se o jednu nejvíce používanou míru věcné významnosti rozdílů a závislostí. Cohenovo d může být obecně reálné číslo v intervalu od $-\infty$ do $+\infty$, běžně ale nabývá hodnot v řádu jednotek. Pokud vyjde hodnota kladná, znamená to, že sledovaná veličina má větší hodnotu v první skupině než ve druhé skupině. V případě záporné hodnoty Cohenova d je naopak hodnota v první skupině nižší než ve druhé (Soukup, 2013). Cohen (1988) definoval rozpětí absolutní hodnoty Cohenova d a jejich slovní označení názvy, které vypovídají o velikosti rozdílů mezi skupinami (Soukup, 2013). Toto rozlišení uvádí tabulka 1.

Tabulka 1. Rozpětí absolutní hodnoty Cohenova d a jejich slovní označení názvy (Soukup, 2013; Sigmundová & Sigmund, 2012).

| Interval | Slovní označení |
|-------------|-----------------|
| < (0,2–0,5) | Malý efekt |
| < (0,5–0,8) | Střední efekt |
| 0,8 a vyšší | Velký efekt |

5 Výsledky

5.1 Odpověď na otázku VO1

První položená výzkumná otázka zněla, zda bude mít intervenční program jógových dechových cvičení vliv na dechový stereotyp sledované skupiny zdravých pravidelně sportujících jedinců?

Abychom mohli odpovědět na tuto otázku, byly stanoveny hypotézy H1 a H2. Sběr dat pro ověření vlivu intervence jógových dechových cvičení proběhl na základě měření svalovým dynamometrem MD03 a spirometrem Otthon. Pro vyhodnocení naměřených dat jsme použili pro stanovení statistické významosti Wilcoxonovy párové testy a pro stanovení věcné významosti Cohenovo d.

5.1.1 Vyhodnocení hypotézy H1

Nejprve uvádíme znění této hypotézy:

H1. U sledovaných probandů dojde vlivem intervenčního programu jógových dechových cvičení k významné změně zapojení jednotlivých dechových sektorů na základě měření svalovým dynamometrem MD03.

Vyhodnocení hypotézy H1 z hlediska statistické významosti

Zprvu hodnotíme změny v daných dechových sektorech vzniklé vlivem osmitýdenní intervence vedené skupinové lekce zařazené 5× týdně po dobu 15–20 minut na konci tréninkové jednotky, tedy změnu mezi měřeními I, II z hlediska statistické významosti.

Dále hodnotíme změny v daných dechových sektorech vzniklé vlivem kombinované šestnáctitýdenní intervence, která se skládala z osmitýdenní intervence vedených skupinových lekcí zařazených 5× týdně po dobu 15–20 minut na konci tréninkové jednotky a následně z osmitýdenního domácího cvičení dle předchozí edukace a doporučené realizace cvičení 3× týdně po dobu 20 minut. Tedy posuzujeme změny mezi měřeními I, III opět z hlediska statistické významosti.

Dolní dechový sektor, měření I, II (osmítýdenní intervence)

Zjistíme, zda medián dýchání v prvním měření je v uvažované oblasti (umístění červeného snímače) stejný jako ve druhém měření ve stejné oblasti (červený snímač).

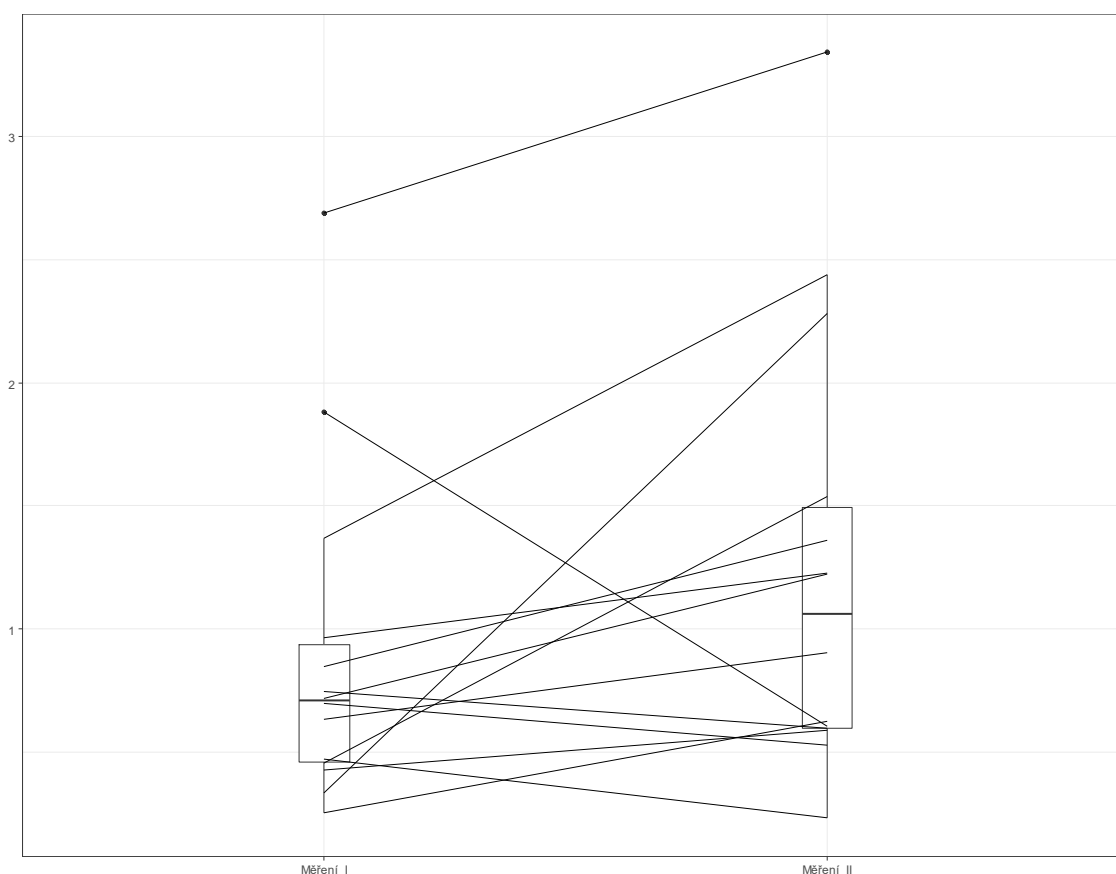
Formálněji vzhledem k předchozím výsledkům:

$$H_0: F_{I\check{c}}(x) = F_{II\check{c}}(x)$$

$$H_A: F_{I\check{c}}(x) < F_{II\check{c}}(x)$$

Na základě naměřených dat a provedeného testu ($p\text{-value} = 0,02472 < 0,05$), lze říci, že hodnoty měření I jsou statisticky signifikantně nižší, než je tomu v případě hodnot získaných v měření II, a to v oblasti červeného snímače.

Pro větší názornost o distribuci hodnot u měření I a měření II (červený snímač) je níže provedeno grafické znázornění.



Graf 1. Grafické znázornění distribuce hodnot (N) měření I a měření II (červený snímač – dolní dechový sektor). Spojnice mezi bodem na ose měření I a bodem na ose měření II představuje změnu vlivem intervence u jednoho probanda.

Střední dechový sektor, měření I, II (osmítýdenní intervence)

Zjistíme, zda medián dýchání v prvním měření je v uvažované oblasti (umístění zeleného snímače) stejný jako ve druhém měření ve stejné oblasti (zelený snímač).

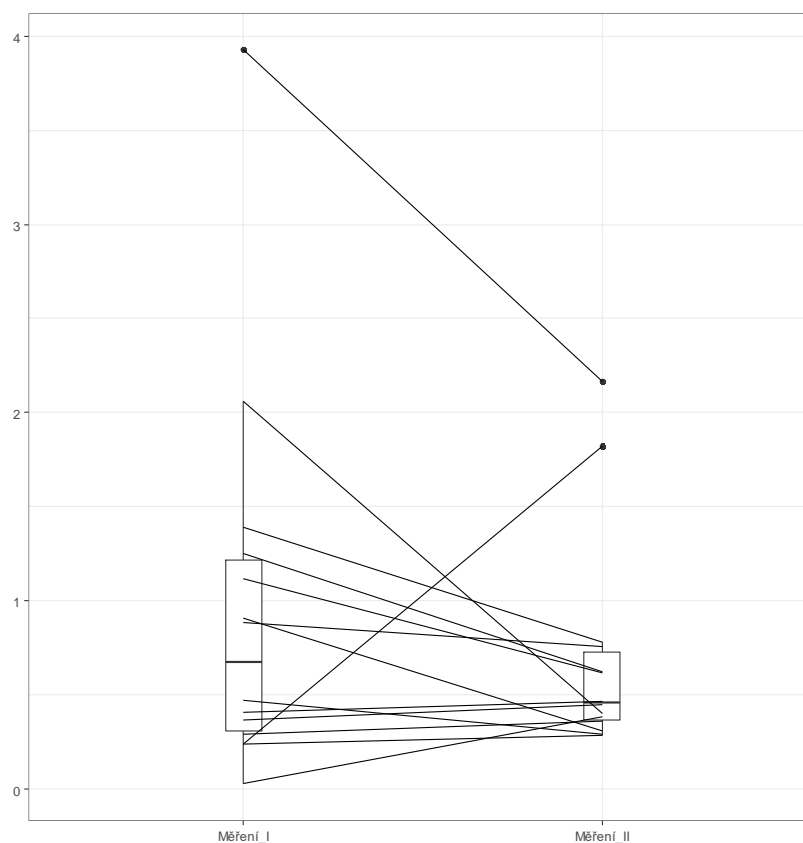
Formálněji vzhledem k předchozím výsledkům:

$$H_0: F_{Iz}(x) = F_{IIz}(x)$$

$$H_A: F_{Iz}(x) \neq F_{IIz}(x)$$

Na základě naměřených dat a provedeního testu ($p\text{-value} = 0,1531 > 0,05$), lze tedy považovat měření I, II v oblasti středního dechového sektoru, co do úrovně, za stejná.

Pro větší názornost o distribuci hodnot u měření I a měření II (zelený snímač) je níže provedeno grafické znázornění.



Graf 2. Grafické znázornění distribuce hodnot (N) měření I a měření II (zelený snímač – střední dechový sektor). Spojnice mezi bodem na ose měření I a bodem na ose měření II představuje změnu vlivem intervence u jednoho probanda.

Horní dechový sektor, měření I, II (osmitýdenní intervence)

Zjistíme, zda medián dýchání v prvním měření je v uvažované oblasti (umístění modrého snímače) stejný jako ve druhém měření ve stejné oblasti (modrý snímač).

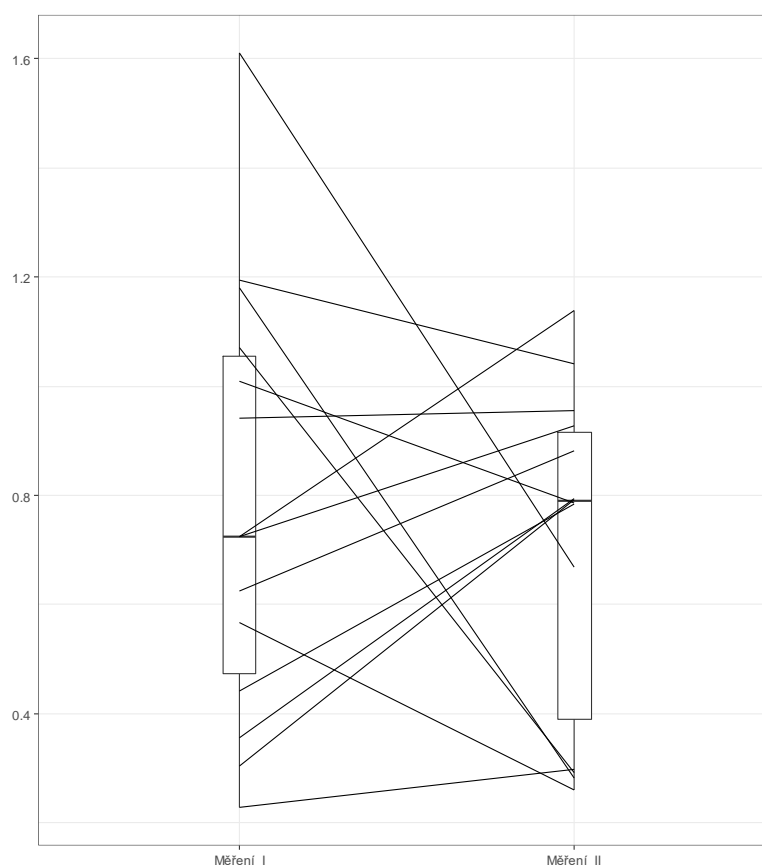
Formálněji vzhledem k předchozím výsledkům:

$$H_0: F_{Im}(x) = F_{II m}(x)$$

$$H_A: F_{Im}(x) \neq F_{II m}(x)$$

Na základě naměřených dat a provedeního testu ($p\text{-value} = 0,9515 > 0,05$), lze tedy považovat měření I, II v oblasti horního dechového sektoru, co do úrovně, za stejná.

Pro větší názornost o distribuci hodnot u měření I a měření II (modrý snímač) je níže provedeno grafické znázornění.



Graf 3. Grafické znázornění distribuce hodnot (N) měření I a měření II (modrý snímač – horní dechový sektor). Spojnice mezi bodem na ose měření I a bodem na ose měření II představuje změnu vlivem intervence u jednoho probanda.

Dolní dechový sektor, měření I, III (šestnáctitýdenní intervence)

Zjistíme, zda medián dýchání v prvním měření je v uvažované oblasti (umístění červeného snímače) stejný jako ve třetím měření ve stejné oblasti (červený snímač).

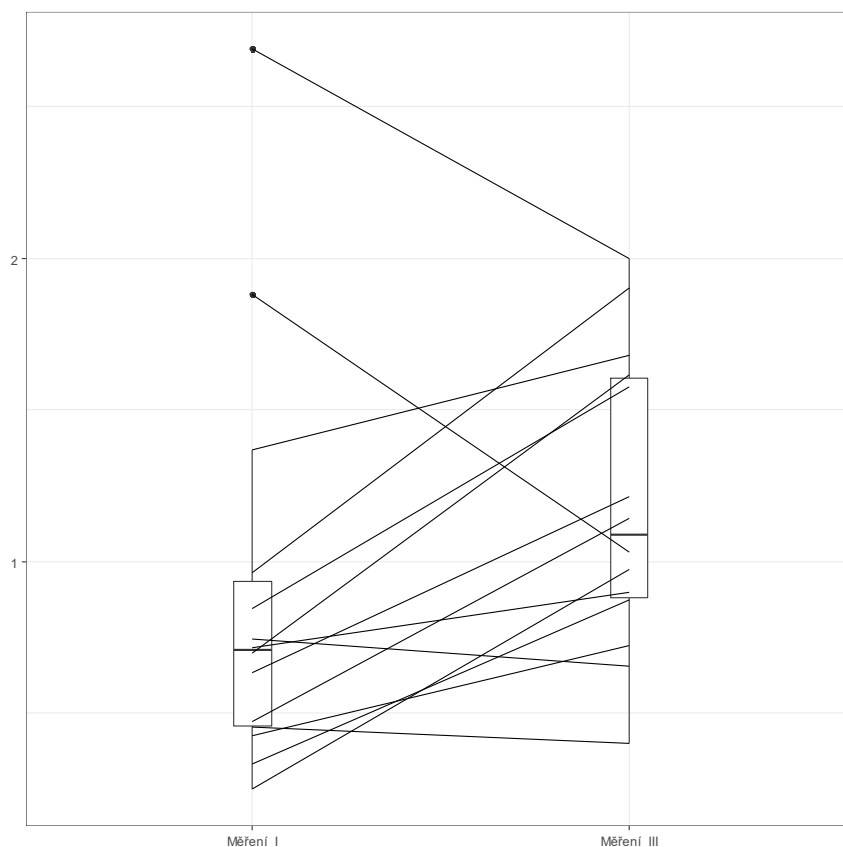
Formálněji vzhledem k předchozím výsledkům:

$$H_0: F_{I\check{c}}(x) = F_{III\check{c}}(x)$$

$$H_A: F_{I\check{c}}(x) \neq F_{III\check{c}}(x)$$

Na základě naměřených dat a provedeního testu ($p\text{-value} = 0,07849 > 0,05$), lze tedy považovat měření I, III v oblasti dolního dechového sektoru, co do úrovně, za stejná.

Pro větší názornost o distribuci hodnot u pozorování I a pozorování III (červený snímač) je níže provedeno grafické znázornění.



Graf 4. Grafické znázornění distribuce hodnot (N) měření I a měření III (červený snímač – dolní dechový sektor). Spojnice mezi bodem na ose měření I a bodem na ose měření II představuje změnu vlivem intervence u jednoho probanda.

Střední dechový sektor, měření I, III (šestnáctitýdenní intervence)

Zjistíme, zda medián dýchání v prvním měření je v uvažované oblasti (umístění zeleného snímače) stejný jako ve třetím měření ve stejné oblasti (zelený snímač).

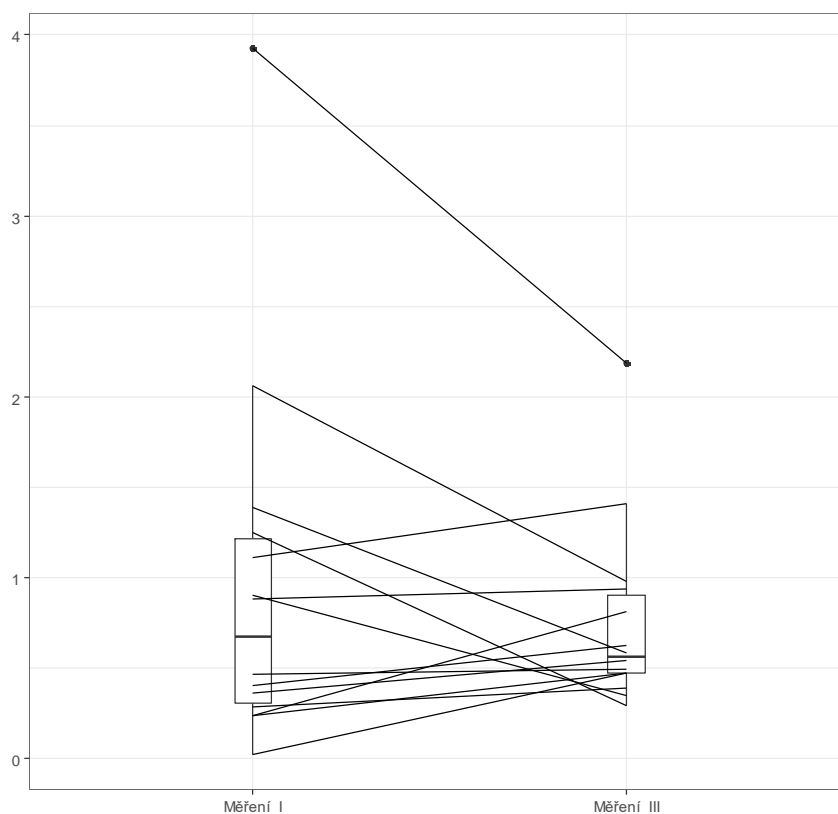
Formálněji vzhledem k předchozím výsledkům:

$$H_0: F_{Iz}(x) = F_{IIIz}(x)$$

$$H_A: F_{Iz}(x) \neq F_{IIIz}(x)$$

Na základě naměřených dat a provedeního testu ($p\text{-value} = 0,07849 > 0,05$), lze tedy považovat měření I, III v oblasti středního dechového sektoru, co do úrovně, za stejná.

Pro větší názornost o distribuci hodnot u pozorování I a pozorování III (zelený snímač) je níže provedeno grafické znázornění.



Graf 5. Grafické znázornění distribuce hodnot (N) měření I a měření III (zelený snímač – střední dechový sektor). Spojnice mezi bodem na ose měření I a bodem na ose měření II představuje změnu vlivem intervence u jednoho probanda.

Horní dechový sektor, měření I, III (šestnáctitýdenní intervence)

Testem zjišťujeme, zda medián dýchání v prvním měření je v uvažované oblasti (umístění modrého snímače) stejný jako ve třetím měření ve stejné oblasti (modrý snímač).

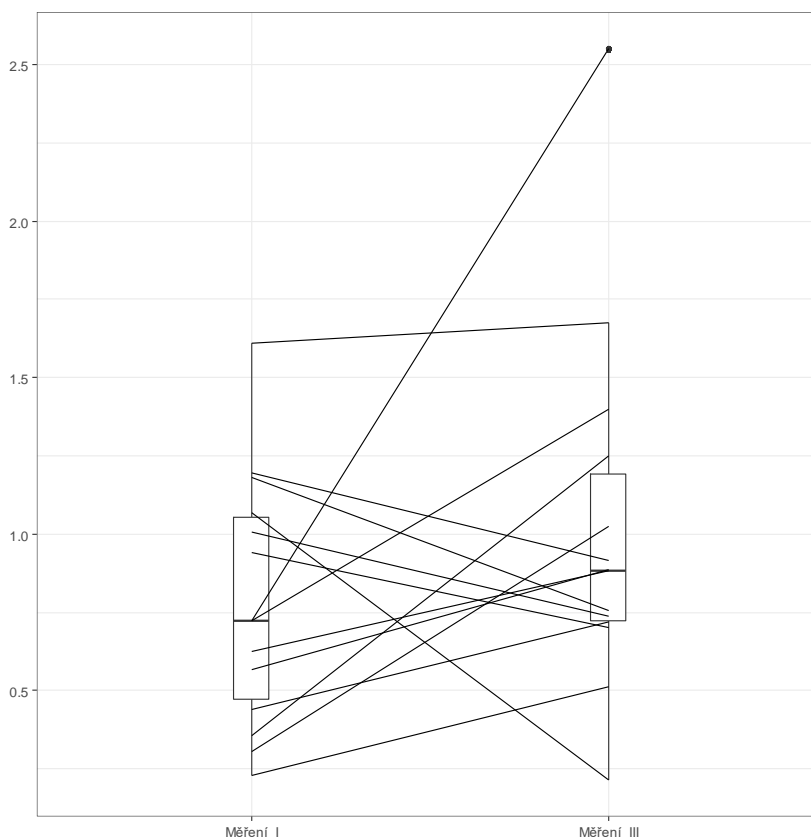
Formálněji vzhledem k předchozím výsledkům:

$$H_0: F_{Im}(x) = F_{III m}(x)$$

$$H_A: F_{Im}(x) \neq F_{III m}(x)$$

Na základě naměřených dat a provedeného testu ($p\text{-value} = 0,2166 > 0,05$), lze tedy považovat měření I, III v oblasti horního dechového sektoru, co do úrovně, za stejná.

Pro větší názornost o distribuci hodnot u pozorování I a pozorování III (modrý snímač) je níže provedeno grafické znázornění.



Graf 6. Grafické znázornění distribuce hodnot (N) u měření I a měření III (modrý snímač – horní dechový sektor). Spojnice mezi bodem na ose měření I a bodem na ose měření II představuje změnu vlivem intervence u jednoho probanda.

Na základě výše prezentovaných výsledků, můžeme konstatovat, že statisticky významná změna nastala pouze v dolním dechovém sektoru, a to mezi měřením I, II. V ostatních dechových sektorech mezi měřením I, II a ve všech dechových sektorech mezi měření I, III statisticky významná změna nenastala.

Vyhodnocení hypotézy H1 z hlediska věcné významnosti

Pro vyhodnocení míry věcné významnosti mezi měřením I, II a měřením I, III byla stanovena statistika „Cohenovo d“. Výsledky této statistiky jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2. Výsledky věcné významnosti (Cohenovo d) zaokrouhleny na tři desetinná místa. Statistika byla stanovena na základě předpisu:

| Měření | Umístění snímače | <i>d</i> | Slovní hodnocení |
|------------------|------------------|----------|------------------|
| Měření I vs. II | Červený snímač | -0,456 | Malý efekt |
| Měření I vs. II | Zelený snímač | 0,344 | Malý efekt |
| Měření I vs. II | Modrý snímač | 0,218 | Malý efekt |
| Měření I vs. III | Červený snímač | -0,517 | Střední efekt |
| Měření I vs. III | Zelený snímač | 0,279 | Malý efekt |
| Měření I vs. III | Modrý snímač | -0,478 | Malý efekt |

Při vyhodnocení míry věcné významnosti mezi měřením I, II můžeme konstatovat, že u sledovaných probandů nastal ve všech dechových sektorech malý efekt míry věcné významnosti. Tedy vlivem intervence došlo ke zvýšení zapojení dolního dechového sektoru a ke snížení zapojení středního dechového a horního dechového sektoru s malým efektem.

Při vyhodnocení míry věcné významnosti mezi měřením I, III nastal u sledovaných probandů střední efekt míry věcné významnosti v dolním dechovém sektoru, a to zvýšením jeho zapojení. Ve středním dechovém sektoru nastal malý efekt míry věcné významnosti, a to snížením zapojení. V horním dechovém sektoru nastal malý efekt míry věcné významnosti, ale zvýšením zapojení tohoto dechového sektoru.

Závěr vyhodnocení hypotézy H1 a odpověď na otázku VO1

Stanovenou hypotézu H1, která zní „u sledovaných probandů dojde vlivem intervenčního programu jógových dechových cvičení k významné změně zapojení jednotlivých dechových sektorů na základě měření svalovým dynamometrem MD03“, nelze zamítnout.

U sledovaných probandů došlo vlivem intervenčního programu jógových dechových cvičení na základě měření svalovým dynamometrem MD03 k statisticky významné změně zapojení v dolním dechovém sektoru, a to mezi měřeními I, II. V ostatních dechových sektorech mezi měřeními I, II a ve všech dechových sektorech mezi měřeními I, III statisticky významná změna nenastala.

Dle statistiky Cohena pro stanovení míry věcné významnosti nastal u sledované skupiny probandů mezi měřeními I, II ve všech dechových sektorech malý efekt míry věcné významnosti. Mezi měřeními I, III nastal střední efekt míry věcné významnosti v dolním dechovém sektoru a malý efekt míry věcné významnosti ve středním a horním dechovém sektoru.

Na položenou otázku VO1, můžeme tedy odpovědět, že intervenční program jógových dechových cvičení na základě měření svalovým dynamometrem MD03 měl vliv na dechový stereotyp sledované skupiny zdravých pravidelně sportujících jedinců.

5.1.2 Vyhodnocení hypotézy H2

Nejprve uvádíme znění této hypotézy:

H2. U sledovaných probandů dojde vlivem intervenčního programu jógových dechových cvičení k významné změně vybraných spirometrických dat, konkrétně FVC a FEV₁.

Zprvu jsou prezentovány naměřené průměrné hodnoty celé sledované skupiny 14 zdravých pravidelně sportujících probandů v rámci měření I, II, III.

Dále hodnotíme změny vzniklé vlivem osmitýdenní intervence vedené skupinové lekce zařazené 5× týdně po dobu 15–20 minut na konci tréninkové jednotky, tedy změnu mezi měřeními I, II z hlediska statistické významnosti i z hlediska míry věcné významnosti.

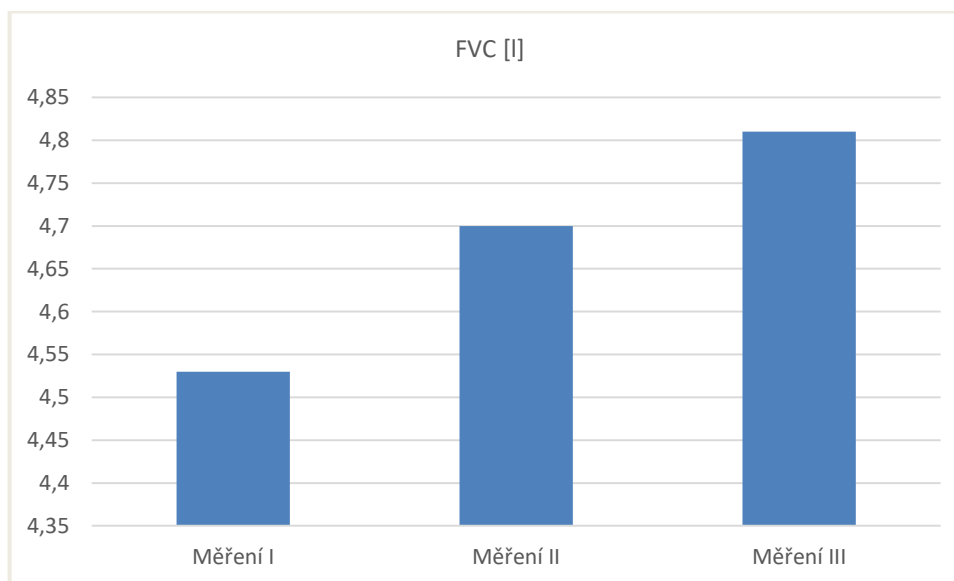
Zároveň hodnotíme změny vzniklé vlivem šestnáctitýdenní intervence, která se skládala z osmitýdenní intervence vedených skupinových lekcí zařazených 5× týdně po dobu 15–20 minut na konci tréninkové jednotky a následně z osmitýdenního domácího cvičení dle předchozí edukace a doporučené realizace cvičení 3× týdně po dobu minimálně 20 minut. Tedy posuzujeme změny mezi měřeními I, III opět z hlediska statistické významnosti i z hlediska míry věcné významnosti.

Usilovná vitální kapacita plic (FVC)

V níže uvedené tabulce 3. uvádíme průměrné hodnoty měření usilovné vitální kapacity plic (FVC) spirometrem Otthon získané v rámci měření I, II, III celé sledované skupiny 14 zdravých pravidelně sportujících jedinců. V tabulce 4 uvádíme výsledky statistické významnosti a v tabulce 5 uvádíme výsledky míry věcné významnosti.

Tabulka 3. Výsledky měření FVC v litrech zaokrouhlena na dvě desetinná místa. Směrodatná odchylka (SD) rovněž zaokrouhlena na dvě desetinná místa.

| Měření | FVC[l] | SD |
|------------|--------|------|
| Měření I | 4,53 | 1,22 |
| Měření II | 4,70 | 1,19 |
| Měření III | 4,81 | 1,28 |



Graf 7. Grafické vyjádření jednotlivých měření FVC při měření I, II, III.

Při měření usilovné vitální kapacity plic došlo při měření III ke zvětšení objemu oproti měření I o 280 ml. K výraznějšímu nárůstu došlo mezi měřeními I a měřeními II, a to o 170 ml. Mezi měřeními II a III došlo k nárůstu o 110 ml.

Tabulka 4. Výsledky statistické významnosti (Wilcoxonův test pro závislé výběry) zaokrouhleny na pět desetinných míst.

| FVC[l] | |
|------------------|---------|
| Měření | p-value |
| Měření I vs. II | 0,01857 |
| Měření I vs. III | 0,00137 |

Statisticky významná změna nastala mezi měřeními I, II i mezi měřeními I, III usilovné vitální kapacity plic (FVC).

Tabulka 5. Výsledky věcné významnosti (Cohenovo d) zaokrouhleny na tři desetinná místa.

| FVC[l] | | |
|------------------|----------|------------------|
| Měření | <i>d</i> | Slovní hodnocení |
| Měření I vs. II | -0,139 | Efekt nenastal |
| Měření I vs. III | -0,228 | Malý efekt |

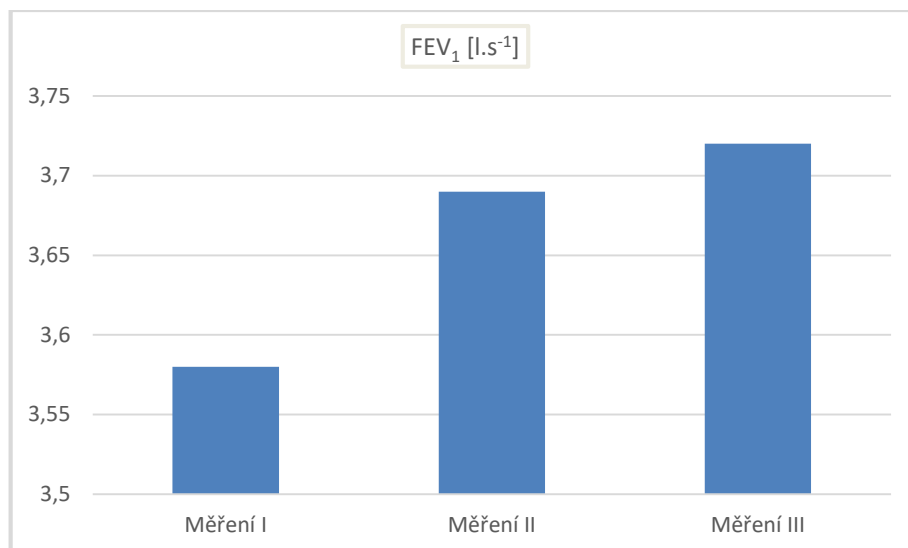
U skupiny sledovaných probandů nastal malý efekt míry věcné významnosti mezi měřeními I, III, a to zvýšením hodnoty měření III vůči hodnotě měření I. Došlo tak ke zvětšení usilovné vitální kapacity plic (FVC) s malým efektem. Mezi měřeními I, II efekt míry věcné významnosti nenastal.

Jednosekundová vitální kapacita (FEV₁)

V níže uvedené tabulce 6. uvádíme průměrné hodnoty měření jednosekundové vitální kapacity plic (FEV₁) spirometrem Otthon získané v rámci měření I, II, III celé sledované skupiny 14 zdravých pravidelně sportujících jedinců. V tabulce 7 uvádíme výsledky statistické významnosti a v tabulce 8 uvádíme výsledky míry věcné významnosti.

Tabulka 6. Výsledky měření FEV₁ v litrech za sekundu zaokrouhlena na dvě desetinná místa. Směrodatná odchylka (SD) zaokrouhlena na dvě desetinná místa.

| Měření | FEV ₁ [l.s ⁻¹] | SD |
|------------|---------------------------------------|------|
| Měření I | 3,58 | 0,74 |
| Měření II | 3,69 | 0,70 |
| Měření III | 3,72 | 0,71 |



Graf 8. Grafické vyjádření jednotlivých měření FEV₁ při měření I, II, III.

Při měření II jednosekundové vitální kapacity plic (FEV₁) došlo ke zvětšení objemu oproti měření I o 140 ml. Přičemž výraznější nárůst objemu byl mezi měřeními I, II, a to o 110 ml. Mezi měřeními II, III došlo k nárůstu o 30 ml.

Tabulka 7. Výsledky statistické významnosti (Wilcoxonův test pro závislé výběry) zaokrouhleny na pět desetinných míst.

| FVC[I] | |
|------------------|---------|
| Měření | p-value |
| Měření I vs. II | 0,27195 |
| Měření I vs. III | 0,07474 |

U skupiny sledovaných probandů nenastala statisticky významná změna mezi měřeními I, II ani mezi měřeními I, III jednosekundové vitální kapacity plic (FEV₁).

Tabulka 8. Výsledky věcné významnosti (Cohenovo d) zaokrouhleny na tři desetinná místa.

| FEV ₁ [l.s ⁻¹] | | |
|---------------------------------------|----------|------------------|
| Měření | <i>d</i> | Slovní hodnocení |
| Měření I vs. II | -0,152 | Efekt nenastal |
| Měření I vs. III | -0,191 | Efekt nenastal |

U skupiny sledovaných probandů nenastal efekt míry věcné významnosti mezi měřeními I, II ani mezi měřeními I, III jednosekundové vitální kapacity plic (FEV₁).

Závěr vyhodnocení hypotézy H2 a odpověď na otázku VO1

Stanovenou hypotézu H2, která zní „u sledovaných probandů dojde vlivem intervenčního programu jógových dechových cvičení k významné změně vybraných spirometrických dat, konkrétně FVC a FEV₁.“, nelze zamítnout.

U sledovaných probandů došlo vlivem intervenčního programu jógových dechových cvičení na základě měření spirometrem Otthon k statisticky významné změně usilovné vitální kapacity plic (FVC) mezi měřením I, II i mezi měřením I, III.

Dle statistiky Cohenovo d pro stanovení míry věcné významnosti nastal u sledované skupiny probandů malý efekt míry věcné významnosti mezi měřením I, III usilovné vitální kapacity plic, a to zvýšením hodnoty měření III vůči hodnotě měření I. Došlo tak ke zvětšení usilovné vitální kapacity plic (FVC) s malým efektem.

Při měření jednosekundové vitální kapacity plic (FEV₁) došlo k nárůstu hodnot získaných spirometrem Otthon při měření II, III vůči měření I, ale tyto změny nebyly statisticky ani věcné významné.

Na položenou otázku VO1, můžeme tedy odpovědět, že intervenční program jogových dechových cvičení na základě měření spirometrem Otthon měl vliv na dechový stereotyp, konkrétně na zvýšení objemu usilovné vitální kapacity plic (FVC). Vliv intervenčního programu na jednosekundovou vitální kapacitu plic (FEV₁) nebyl prokázán.

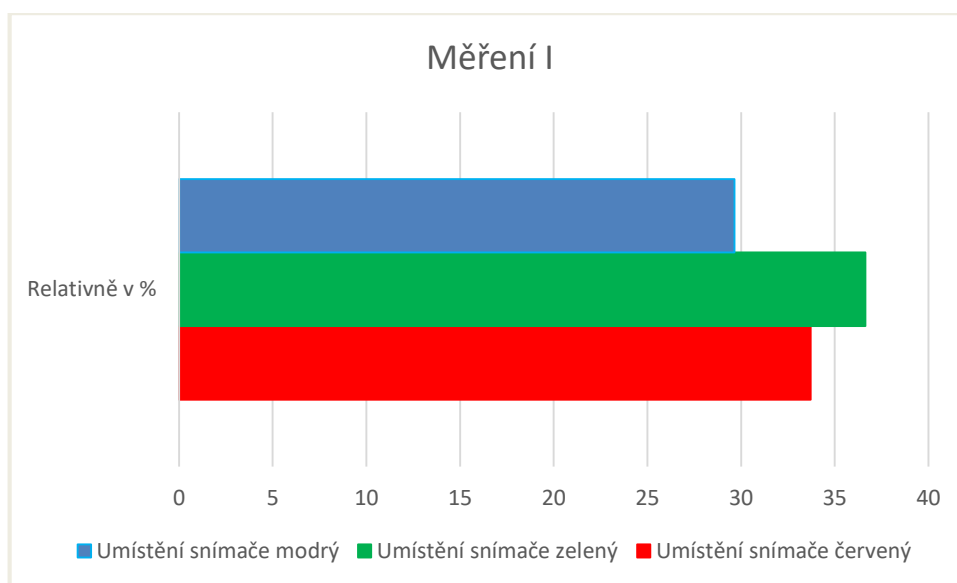
5.2 Odpověď na otázku VO2

Druhá položená výzkumná otázka zní, bude zjištěné zapojení jednotlivých dechových sektorů u sledovaných probandů odpovídat zapojení dle Šponara (2003), který uvádí, že břišní dýchání má odpovídat 60% účinnosti, hrudní dýchání 30% účinnosti a podklíčkové dýchání 10% účinnosti z celkové účinnosti dýchání?

Abychom mohli odpovědět na tuto otázku, tak byly získané časové řady vyhlazeny prostřednictvím metody robustní lokálně vážené regrese. U vyrovnaných řad byly následně identifikovány jednotlivá maxima a minima (lokální extrémy). Z takto získaných hodnot byl stanoven průměr z maxim a minim u jednotlivých probandů, a to v závislosti na umístění snímače a pořadí měření (I, II, III). Následně byla stanovena „průměrná diference“ celé sledované skupiny 14 zdravých pravidelně sportujících jedinců pro jednotlivá umístění snímače a pořadí měření (I, II, III).

Tabulka 9. Podíl jednotlivých lokací na daných snímačích při měření I. Zaokrouhlen na pět desetinných míst (červený snímač – dolní dechový sektor, zelený snímač – střední dechový sektor, modrý snímač – horní dechový sektor).

| N = 14 | Umístění snímače | | |
|--------------------|------------------|----------|----------|
| | červený | zelený | modrý |
| Průměrná diference | 0,89155 | 0,96874 | 0,78405 |
| Relativně v % | 33,71538 | 36,63451 | 29,65011 |



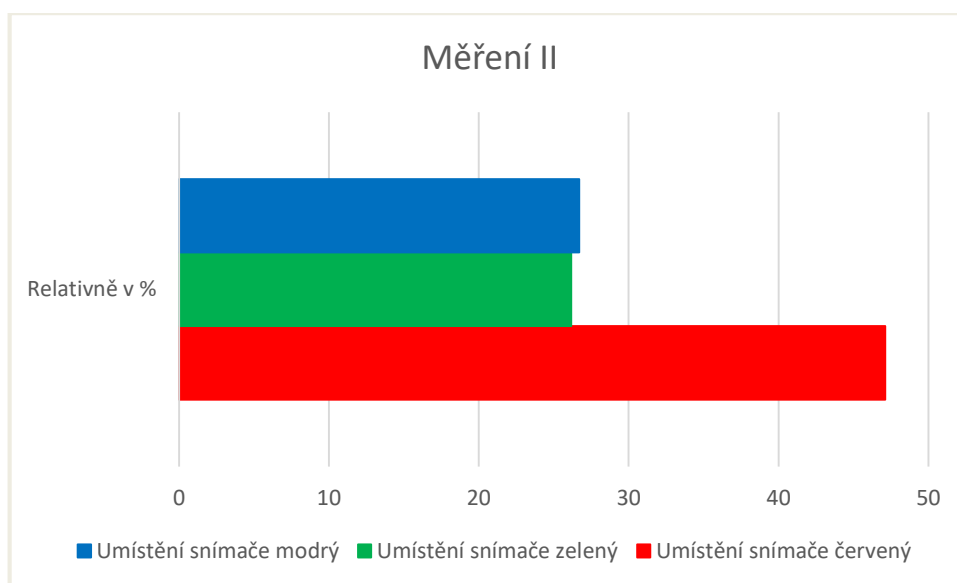
Graf 9. Grafické vyjádření zapojení jednotlivých dechových sektorů během minutového klidového dýchání při měření I (červený snímač – dolní dechový sektor, zelený snímač – střední dechový sektor, modrý snímač – horní dechový sektor).

Při měření I bylo zjištěno procentuální zapojení jednotlivých dechových sektorů v poměru při zaokrouhlení na celá čísla 34 % dolní dechový sektor : 36 % střední dechový sektor : 30 % horní dechový sektor.

Procentuální vyjádření zapojení jednotlivých dechových sektorů v rámci celkové účinnosti dýchání zjištěné měřením I svalovým dynamometrem MD03 neodpovídá zapojení jednotlivých typů dýchání dle Šponara (2003).

Tabulka 10. Podíl jednotlivých lokací na daných snímačích při měření II. Zaokrouhleny na pět desetinných míst (červený snímač – dolní dechový sektor, zelený snímač – střední dechový sektor, modrý snímač – horní dechový sektor).

| N = 14 | Umístění snímače | | |
|--------------------|------------------|----------|----------|
| | červený | zelený | modrý |
| Průměrná diference | 1,24849 | 0,69318 | 0,70747 |
| Relativně v % | 47,12834 | 26,16607 | 26,70559 |



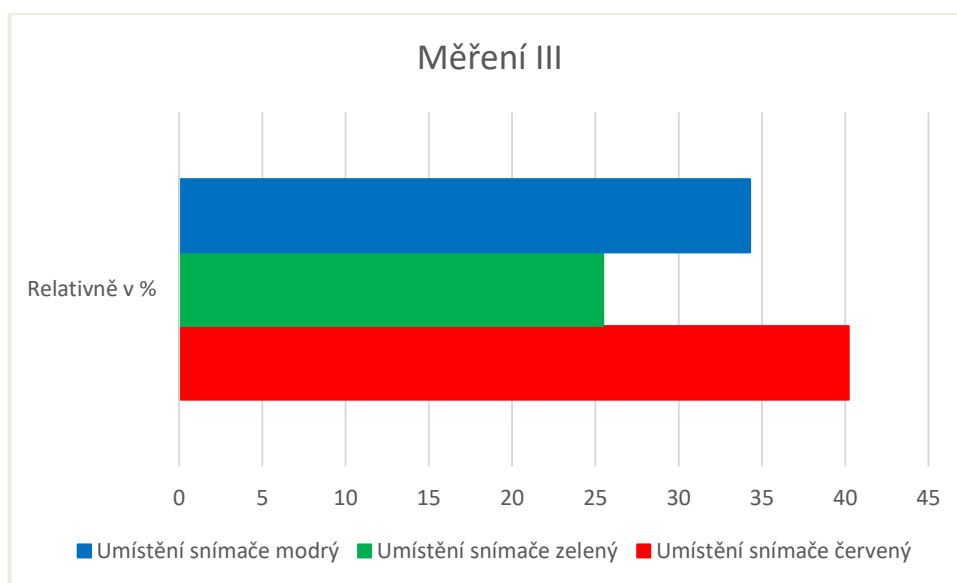
Graf 10. Grafické vyjádření zapojení jednotlivých dechových sektorů během minutového klidového dýchání při měření II (červený snímač – dolní dechový sektor, zelený snímač – střední dechový sektor, modrý snímač – horní dechový sektor).

Při měření II bylo zjištěno procentuální zapojení jednotlivých dechových sektorů v poměru při zaokrouhlení na celá čísla 47 % dolní dechový sektor : 26 % střední dechový sektor : 27 % horní dechový sektor.

Procentuální vyjádření zapojení jednotlivých dechových sektorů v rámci celkové účinnosti dýchání zjištěné měřením II svalovým dynamometrem MD03 neodpovídá zapojení jednotlivých typů dýchání dle Šponara (2003).

Tabulka 11. Podíl jednotlivých „lokací“ na daných snímačích při měření III. Zaokrouhleny na pět desetinných míst (červený snímač – dolní dechový sektor, zelený snímač – střední dechový sektor, modrý snímač – horní dechový sektor).

| N = 14 | Umístění snímače | | |
|--------------------|------------------|----------|----------|
| | červený | zelený | modrý |
| Průměrná diference | 1,19215 | 0,75511 | 1,01645 |
| Relativně v % | 40,22488 | 25,47855 | 34,29658 |



Graf 11. Grafické vyjádření zapojení jednotlivých dechových sektorů během minutového klidového dýchání při měření III (červený snímač – dolní dechový sektor, zelený snímač – střední dechový sektor, modrý snímač – horní dechový sektor).

Při měření III bylo zjištěno procentuální zapojení jednotlivých dechových sektorů v poměru při zaokrouhlení na celá čísla 40 % dolní dechový sektor : 26 % střední dechový sektor : 34 % horní dechový sektor.

Procentuální vyjádření zapojení jednotlivých dechových sektorů v rámci celkové účinnosti dýchání zjištěné měřením III svalovým dynamometrem MD03 neodpovídá zapojení jednotlivých typů dýchání dle Šponara (2003).

Odpověď na položenou otázku VO2

Odpovědět na druhou položenou můžeme tak, že ani při jednom měření (I, II, III) neodpovídalo zjištěné zapojení dechových sektorů na základě měření svalovým dynamometrem MD03

u sledovaných 14 zdravých pravidelně sportujících probandů zapojení jednotlivých typů dýchání dle Šponara (2003), který uvádí, že břišní dýchání má odpovídat 60% účinnosti, hrudní dýchání 30% účinnosti a podklíčkové dýchání 10% účinnosti z celkové účinnosti dýchání.

6 Diskuse

6.1 Diskuse k otázce VO1

Posturální, pohybový a dechový program se během našeho života adaptuje v reakci na působící změny, které probíhají uvnitř i vně našeho těla. Nejdříve se adaptují a mění jemné mechanismy řízení. Nejsou-li včas rozpoznány každodenním tréninkem uvědomování, pak se naše schopnosti kvalitně řídit pohyb ztrácejí. Dochází tak k nevědomé nepříznivé změně v řízení pohybu (Čumpelík, 2017). Podle závažnosti vzniklého stavu můžeme hovořit o špatném pohybovém stereotypu nebo o rozvinuté svalové dysbalanci. Při špatném pohybovém stereotypu není sval dostatečně zapojován do činnosti nebo je jeho činnost suplována zvýšenou aktivitou synergistů. Pokud nejsou tyto vadné pohybové stereotypy včas rozeznány a odstraněny, dochází k rozvoji svalové dysbalance, která představuje již vytvořenou nerovnováhu mezi svaly funkčně působícími proti sobě (Zeman, Novák & Chrastina, 2013). Pravidelně trénovaný pohyb neboli vnější podnětový stereotyp vede ke vzniku vnitřního stereotypu nervových dějů. Automatizuje se nejen vlastní cílený pohyb, ale především jeho posturální zajištění (Kolář et al., 2009). Na principu pravidelně trénovaném cíleném pohybu vedoucí ke správnému dechovému stereotypu byl postaven intervenční program jógových dechových cvičení.

Proto jsme si položili otázku, zda intervenční program cílených dechových cvičení bude mít vliv na dechový stereotyp zdravých pravidelně sportujících jedinců?

Na tuto otázku můžeme odpovědět, že vedená skupinová intervence dechových cvičení měla vliv na dechový stereotyp zdravých pravidelně sportujících jedinců. Účinkem intervenčního programu cílených dechových cvičení došlo k významným změnám dechového stereotypu na základě míry věcné významnosti. Dle Cohenova d nastal vlivem vedené skupinové intervence dechových cvičení malý efekt. Vlivem intervence kombinované, která byla realizována nejprve vedeným skupinovým cvičením a následně zadaným domácím cvičením, které bylo shodné se cvičením realizovaným v rámci skupinových cvičení (měření I, III), míra věcné významnosti dle Cohenova d odpovídala střednímu efektu v dolním dechovém sektoru. V ostatních dechových sektorech míra věcné významnosti dle Cohenova d odpovídala malému efektu.

Hypotézou H1 jsme stanovili, že u sledovaných probandů dojde vlivem intervenčního programu jógových dechových cvičení k významné změně zapojení jednotlivých dechových sektorů na základě měření svalovým dynamometrem MD03. Z výše uvedeného plyne, že toto tvrzení nelze zamítnout.

Můžeme tedy říci, že dechový stereotyp, stejně jako jiný pohybový stereotyp, lze cíleným kompenzačním cvičením ovlivnit. K tomuto závěru došli i autoři Yamamoto-Morimoto et al. (2019), kteří uvádí, že osmitýdenní jógová intervence u zdravých neaktivních lidí středního věku zlepšila celkovou respirační funkci a fyzickou kondici. Zahrnutí vybraných dechových cvičení do intervence mělo vliv na zlepšení síly inspiračních svalů a celkovou flexibilitu těla.

Je třeba si uvědomit, že porucha dechového stereotypu ovlivní vždy celý organismus (Chaitow, Bradley & Gilbert, 2014). Dále je třeba respektovat skutečnost, že špatně ventilované okrsky plic mají nízkou koncentraci kyslíku v alveolárním vzduchu a vyšší koncentraci oxidu uhličitého. Hypoxie vyvolává do 3–10 minut místní vazokonstrikci, takže průtok krve méně ventilovanou částí plic se snižuje a krev se přesune do lépe ventilovaných oblastí (Slavíková & Švíglerová, 2012). Proto je velmi důležité dýchat plně a využívat v rámci dýchání všechny dechové sektory. Votava et al. (1988) dle dlouhodobých zkušeností odhadují, že asi 80 % lidí dýchá špatně. Pokud není dostatečně využívána plicní kapacita, dech se zrychluje, což není pro organismus výhodné.

Na základě těchto argumentů bychom měli v tělovýchovné praxi věnovat edukaci správného dýchání patřičnou pozornost a daleko více času. Bhole (1981) již před lety napsal, že moderní doba studuje spoustu věcí, pro které máme vytvořeny rozsáhlé vzdělávací a výchovné systémy. Paradoxem však je, jak málo máme rozvinuté systémy poznání své osobnosti včetně vnímání vlastního dechu.

Proto by měla být jednoduchá dechová cvičení pravidelnou součástí hodin tělesné výchovy již na 1. stupni základních škol. Sedlářová et al. (2008) shodně doporučují zařazovat dechová cvičení především při pohybových aktivitách dětí. Rovněž i Bursová (2005) uvádí, že dechová cvičení by měla být součástí sportovního tréninku.

Dechový stereotyp nejvíce ovlivňuje současný způsob života vedoucí k omezení přirozené pohybové aktivity. Sedavé zaměstnání a pasivní trávení volného času vedou ke skutečnosti, že dnešní člověk neumí dýchat (Haichová & Yesudian, 2014). Stejně tak i McKeown (2013) uvádí, že s tím, jak společnost bohatne, se mění životní styl. To výrazně ovlivňuje způsob, jakým dýcháme. Dnes jíme větší množství uměle zpracovaných potravin, přejídáme se, méně se věnujeme fyzickým aktivitám, jsme pod větším tlakem a v domácnostech udržujeme vyšší teplotu.

Pracovní pozice, které přináší moderní ekonomika, jsou orientovány spíše na služby spojené se sedavým způsobem zaměstnání. To ve výsledku znamená málo pohybu a bezpočet hodin mluvení. I Barkowitzová (2004) poukazuje na velký vliv současného životního stylu, který působí na držení těla a odráží se v kvalitě dýchání.

Fyzická inaktivita je známým, avšak modifikovatelným rizikovým faktorem, který přispívá ke vzniku civilizačních onemocnění (Booth, Roberts & Laye, 2012). Celosvětově přibližně jeden ze tří dospělých a čtyři z pěti adolescentů nesplňují doporučené množství a kvalitu denní pohybové aktivity (Hallal et al., 2012). Szczygieł et al. (2015) píše, že sezení je hlavní každodenní činností současných lidí. Lidé sedí při řízení auta, když čekají na schůzku např. s lékařem a nejčastěji sedí v práci u stolu a počítače. Ve většině případů jsou dnes pozorované typické nesprávné polohy při sezení, které způsobují několik bolestivých syndromů pohybového systému, což se negativně odráží i na kvalitě dechového stereotypu. Dobře fungující dýchací systém je základem pohody celého těla. Jakékoli zhoršení respiračních funkcí snižuje saturaci lidských buněk kyslíkem, což má vliv nejen na fyzický, ale také na psychický stav. S inaktivitou je spojena i obezita. Russos & Koutsoukou (2003) prokázali, že obézní jedinci potřebují více energie k výkonu dýchací činnosti, ale účinnost jejich dýchacího systému je snížena. Jejich dechový vzor představují rychlejší a mělčí dechy, aby se tak minimalizovala dušnost způsobená obezitou.

Nicméně pozitivní skutečností, která byla potvrzena i v naší studii, je, že cíleným kompenzačním cvičením a pravidelnou pohybovou aktivitou všechny tyto negativní důsledky dnešního životního stylu můžeme zmírnit či odstranit. Faktem ale zůstává, aby ke změně mohlo dojít, ať už se jedná o změnu pohybových stereotypů, či o komplexní změnu životního stylu, musí být jedinec ochotný tuto změnu podstoupit.

Ověření vlivu jógových dechových cvičení na sledovanou skupinu zdravých pravidelně sportujících adolescentů proběhlo i měřením ventilačních dynamických parametrů spirometrem Otthon. Jednalo se o usilovnou vitální kapacitu plic (FVC) a jednosekundovou vitální kapacitu plic (FEV₁). Důvodem pro měření usilovné vitální kapacity (FVC), neboli usilovného výdechu vitální kapacity plic, byla skutečnost, že vyjadřuje rychlost výdechu a tím i sílu výdechového svalstva. FEV₁ pak vyjadřuje hodnotu usilovného výdechu za 1 sekundu. U zdravých jedinců se FEV₁ pohybuje v rozmezí 70–80 % FVC (Bartůňková et al., 2013).

Díky výsledkům předchozí realizované studie (Malátová, Bahenský & Mareš, 2017), můžeme říci, že intervence založená na kombinaci aerobního zatížení a odporového tréninku dle poznatků plicní rehabilitace neměla vliv na ventilační dynamické parametry, konkrétně FVC a

FEV₁ u skupiny zdravých pravidelně sportujících jedinců. Nicméně u oslabených či nemocných jedinců má takto realizovaná intervence nazastupitelné postavení, protože zvyšuje odolnost organismu vůči zatížení (Smolíková & Máček, 2010). I Wada et al. (2016) píše, že aerobní trénink kombinovaný se strečinkem dýchacích svalů zvyšuje funkční výkonnost při snížené dušnosti u pacientů s CHOPN.

V literatuře se uvádí, že dechová cvičení korigují individuální dechovou vlnu, zvyšují dechovou kapacitu (dechový objem) a tím i vitální kapacitu plic (Bursová, 2005). Proto hypotézou H2 bylo sanoveno, že u sledovaných probandů dojde vlivem intervenčního programu jógových dechových cvičení k významné změně vybraných spirometrických dat, konkrétně FVC a FEV₁.

Naši výzkumnou skupinu tvořilo 14 adolescentů, kteří se pravidelně věnují atletice, konkrétně běhům na střední a dlouhé tratě. Pastucha et al. (2014) píše, že po vytrvalostním (aerobním) tréninku ventilačně-respirační adaptace vykazuje nejvýraznější změny v dýchacích parametrech.

Bussotti, Di Marco & Marchese (2014) píše, že u aktivních atletů, zejména u elitních vytrvalostních běžců je široce zaznamenán zvýšený výskyt astmatu vyvolaný zátěží.

Ponámahové (fyzickou aktivitou indukované) astma je definováno jako přechodné zúžení dýchacích cest (bronchokonstrikce), vyvolané fyzickou zátěží. Projevuje se obtížným dýcháním, sípáním, kašlem a tlakem na hrudi. Pojem ponámahové vede k dojmu, že výkonnostní fyzická aktivita je příčinou rozvoje astmatu. Epidemiologické studie ukazují poměrně vysoké procento ponámahové bronchokonstrikce i u zcela zdravé populace. Symptomy ponámahové bronchokonstrikce se objevují v průběhu fyzické aktivity, ale i několik minut po zátěži a mohou přetrvávat delší dobu po jejím ukončení. Povaha fyzické námahy má na vznik symptomů zásadní vliv. Ty vyvolává především studený a suchý vzduch. Z tohoto důvodu jsou mnohem více postiženi sportovci provozující vytrvalostní sporty ve venkovním a chladném prostředí, které je ve městech navíc znečištěné. Za nejnebezpečnější se pokládá zátěžová hyperventilace vzduchu obsahujícího kombinaci ozónu a oxidu siřičitého, která vyvolá výrazný bronchospasmus. Sportovce, kteří trénují v krytých prostorech, zvláště s umělou ledovou plochou může ohrozit inhalace oxidu uhelnatého, oxidu dusného a jiných toxických organických plynů vyvolávajících zvýšenou reaktivitu sliznice. Dalším prostředím, které může vyvolat ponámahové astma, je vnitřní prostředí plaveckých bazénů, ve kterých plavci trénují často několik hodin denně. Chemické látky rozpuštěné ve vodě, které se odpařují a kumulují do vzduchové vrstvy těsně nad hladinou (především různé sloučeniny chloru) mohou vyvolávat zánětlivé změny nejen v dýchacích cestách, ale i na dalších sliznicích (Honomichl, 2018). Bussotti, Di Marco & Marchese

(2014) uvádí, že respirační svalový trénink zahrnující dechové cvičení snižuje symptomy pónámahového astmatu. Rovněž Buteyko dechová technika snižuje symptomy astmatu (McKeown, 2013).

Proto zařazení dechových cvičení do tréninkových jednotek vytrvalostních atletů je velmi vhodné. Navíc realizovaným ověřením intervenčního programu došlo z hlediska statistické významnosti, ale i z hlediska věcné významnosti k významným změnám při měření usilovné vitální kapacity plic (FVC) u sledované skupiny, a to zvýšením objemu usilovné vitální kapacity plic. Intervencí rovněž došlo ke zvýšení hodnoty výdechu za 1 sekundu (FEV_1), ale tato změna nebyla statisticky ani věcně významná. Stanovená hypotéza H2 nebyla vyvrácena.

Můžeme tedy říci, že realizovaná intervence jógových dechových cvičení měla vliv na spirometrické parametry, konkrétně na FVC u sledované skupiny.

Intervenční program dechových cvičení pro sledovanou skupinu vytrvalostních běžců byl zaměřen na nácvik správného stereotypu dýchání s důrazem na správné brániční dýchání. Dále i na posílení dýchacích svalů. Tento fakt se projevil ve výsledcích měření II svalovým dynamometrem MD03. Oproti měření I byla síla vyvinutá na snímač MD03 v dolním dechovém sektoru přibližně o 13 % větší. Při měření III došlo ke snížení síly vyvinuté na snímače MD03 v dolním dechovém sektoru o 7 % vůči měření II, nicméně vůči měření I vyvinutá síla v dolním dechovém sektoru bylo o 6 % vyšší. Ve středním dechovém sektoru došlo ke snížení síly vyvinuté na snímače MD03 o 10 %. Ke změnám mezi měřeními II, III v tomto sektoru nedošlo. Změna nastala v horním dechovém sektoru, a to zvýšením síly vyvinuté na snímače MD03 o 7% mezi měřeními II, III. Mezi měřeními I, III došlo v tomto sektoru o zvýšení síly vyvinuté na snímače MD03 o 4 %. Jedná se tak o hodnocení celé skupiny, tedy 14 zdravých pravidelně sportujících adolescentů. Nicméně z grafů 1 až 6 je patrné, že reakce na realizovanou intervenci je velmi individuální. Další skutečností, která mohla ovlivnit měření, je, že se jednalo o jednorázové měření, kde se odrážel aktuální stav probanda a také vliv volního řízení dýchání. Z tohoto pohledu se jeví lepší individuální přístup a doplnění měření svalovým dynamometrem MD03 o vyšetření aspektů.

Již bylo uvedeno, že edukace správného dechového vzoru je ve sportovním tréninku potřebná. CliftonSmith (2017) píše, že v případech, kdy má sportovec nesprávný dechový vzor během sportovního výkonu, může to být příčinou předčasné dušnosti nebo únavy dolních končetin, která neodráží kardiovaskulární zdatnost nebo jakoukoliv organickou patologii. Jestliže má poruchu dechového vzoru v klidu, může to narušit jeho sportovní výkon.

I další studie rozebírají vliv dechových cvičení na výkon zdravých jedinců či sportovců. Např. HajGhanbari et al. (2013) ve své studii došli k závěru, že trénink dýchacích svalů může zlepšit sportovní výkon. Illi et al. (2012) píše, že trénink dýchacích svalů zlepšuje výkonnost vytrvalostního cvičení u zdravých jedinců. Burcht et al. (2017) došli k závěru, že řízené frekvenční dýchání, které je běžně používáno v tréninku plavání, se zadržováním dechu na 7 až 10 záběrů paží, snižuje únavu inspiračního svalstva. Lanza et al. (2013) uvádí, že mobilita hrudníku u zdravých jedinců souvisí se silou dýchacích svalů a plicními funkcemi.

6.2 Diskuse k otázce VO₂

Je nutné uvést, že podobně realizovaných hodnocení dechových pohybů, které je prováděno v naší studii, je velmi málo. Obdobné hodnocení pomocí tlakového pásu prováděli Kořová et al. (2014) a Žalud et al. (2016), kteří používali pro měření dva tlakové pásy, a to první v úrovni pupku pro snímání břišního dýchání a druhý na hrudníku pod pažemi, pro snímání hrudního dýchání. Stejně hodnotil dechové pohyby i White et al. (2013). V naší studii používáme silové snímače. První snímač byl umístěn v horním dechovém sektoru, druhý snímač ve středním dechovém sektoru a třetí snímač v dolním dechovém sektoru. Kaneko (2014) rovněž hodnotil dechové pohyby ve třech oblastech, a to v horní části hrudníku na úrovni třetího žebra, v dolní části hrudníku na úrovni osmého žebra a v dolním dechovém sektoru (břišním) ve středu mezi *processus xiphoideus* a *umbilicus*. V některých pracích je sledován pouze pohyb hrudníku např. Burgos-Vargas et al. (1993), Bockenbauer et al. (2007). Z uvedených publikací ale nevyplývá jednoznačný poměr zapojení dechových sektorů. Poměr účinnosti jednotlivých typů dýchání, které souvisí s pohybem daných dechových sektorů, jsme našli pouze v práci Šponara (2003). I Kořová et al. (2014) odkazují ve svém článku na práci Šponara (2003), který popisuje, že břišní dýchání má odpovídat 60% účinnosti z celkové účinnosti dýchání, hrudní dýchání 30% účinnosti z celkové účinnosti dýchání a podklíčkové dýchání 10% účinnosti z celkové účinnosti dýchání.

Proto jsme si položili otázku, zda u sledovaných probandů bude zjištěný dechový stereotyp odpovídat optimálnímu zapojení jednotlivých dechových sektorů dle Šponara (2003)? Na tuto položenou otázku odpověď zní ne. Ani při jednom měření (I, II, III) Šponarem (2003) popisovaný vzor nebyl dosažen.

K tomuto závěru ale docházíme opakovaně. V realizované studii Malátová et al. (2017) jsme vyšetřili 163 zdravých pravidelně sportujících probandů ve věku 19–25 let. Námi zjištěný poměr zapojení jednotlivých dechových sektorů během minutového klidového dýchání byl 29 %

v dolním dechovém sektoru : 34 % ve středním dechovém sektoru : 37 % v horním dechovém sektoru. V práci Malátová, Bahenský & Mareš (2017) bylo u 6 zdravých pravidelně sportujících probandů ve věku $21,3 \pm 0,8$ zjištěn poměr zapojení jednotlivých dechových sektorů, a to 29 % v dolním dechovém sektoru : 45 % ve středním dechovém sektoru : 26 % v horním dechovém sektoru. V předložené práci u 14 zdravých pravidelně sportujících probandů (věk dívek $16,8 \pm 1,3$ let, věk chlapců $16,7 \pm 1,3$) jsme zjistili následující poměr zapojení dechových sektorů, a to přibližně 34 % v dolním dechovém sektoru : 36 % ve středním dechovém sektoru : 30 % v horním dechovém sektoru. Koťová et al. (2014) ve své studii, které se účastnilo 20 zdravých subjektů ve věku 20–30 let, došli k závěru, že poměr hrudního a břišního dýchání je 49 % : 51 % pro břišní dýchání. White et al. (2013) prováděli vyšetření dechových pohybů vleže. Zjistili, že hrudní dýchání tvořilo 32 % z břišního dýchání.

Otázkou tedy je, v jakém poměru by tyto sektory měly být v rámci dechové vlny zapojeny? Jak již bylo psáno, v literatuře se uvádí (Kolář et al., 2009; Bartůňková et al., 2013; Slavíková & Švíglerová, 2012; Dylevský, 2009; Rokyta et al., 2008; Kocjan et al., 2017; Bordoni & Zanier, 2013; Chaitow, Bradley, & Gilbert, 2014), že samotná bránice je odpovědná za 60 % až 70 % celkové účinnosti dýchání. Kolář et al. (2009) dále uvádí, že činnost samotné bránice je dostatečná k ventilaci 2/3 vitální kapacity plic. Víme, že při vdechu dochází k aktivnímu poklesu bránice. Břicho se tím mírně vyklenuje a dolní žebra se začínají rozevírat v okamžiku, kdy se pohyb bránice dolů zastavuje o břišní orgány stoupajícím nitrobřišním tlakem a současnou aktivitou *m. transversus abdominis* i ostatních břišních svalů, které mírně omezují pasivní vyklenutí břišní stěny. Poté se břicho již příliš nevyklenuje, v plicích klesá tlak, aby mohl vzduch proudit zvenku do plic, nitrobřišní tlak dále stoupá a je udržován izomerickou aktivitou svalů břišní stěny a pánevního dna. V této fázi se aktivují již i mezižeberní svaly, bránice sama pomáhá zvedat dolní žebra a tím i rozšiřovat hrudník. V poslední fázi nádechu stabilizuje břišní svalstvo, spolu s bránicí a se svaly pánevního dna a pánevního pletence, páteř. Zároveň se aktivují horní žebra a nádech jako dechová vlna postupuje směrem vzhůru (Véle, 2012). Rovněž Kolář et al. (2009) píší, že obsah dutiny břišní je primárně nestlačitelný, takže při nádechu dochází k posunu orgánů dutiny břišní kaudálně a pohybu břišní stěny zevně. Dále dochází ke kraniálnímu pohybu dolních žeber a sternu. Přes sternum se kraniální pohyb přenáší i na horní žebra, která jsou navíc zvedána aktivitou pomocných dýchacích svalů, čímž se rozšíří horní část hrudního koše především v předozadním směru.

Z výše uvedeného plyne, že expanze a komprese jednotlivých dechových sektorů by měla být přibližně stejná. Výsledky měření I i výsledky předchozích studií (Malátová et al., 2014;

Malátová, Bahenský & Mareš, 2017) s tímto faktem korespondují. Mrnušítková (2014) také uvádí, že nárůst obvodu těla by měl být při nádechu ve všech dechových stektorech přibližně stejný. Kolář et al. (2009) rovněž píše, že při fyziologickém bráničním způsobu dýchání se rovnoměrně rozšiřuje nejen břišní dutina ale i dolní hrudní dutina. Dále píše, že je důležité, aby se břišní stěna nerozšiřovala pouze dopředu, ale všemi směry, tedy i do stran a dozadu a že při klidném dýchání při dostatečně pohyblivém hrudním koši není nutné (výraznější) vyklenutí břicha.

Bohužel v praxi se stále setkáváme s pokyny pro nácvik lokalizovaného břišního dýchání způsobem „nafukování břicha“ či „zvedání břicha“. Tento způsob nácviku byl prezentován zejména ve starších publikacích např. Trapl & Friedlándrová (1954, s. 162), Tanner (1995, s. 68), Schirner (2003, s. 38). I Adamírová et al. (2001, s. 54) v učebních textech Zdravotní tělesné výchovy popisují nácvik bráničního (abdominálního) dýchání v poloze vleže tak, že s postupným vdechem se břišní stěna vyklenuje vzhůru. Takové procíťování dýchání v oblasti břicha doporučují i v kleku sedmo a stojí. Stejně tak na internetu, kde dnes řada lidí hledá informace, je často uveden shodný návod pro nácvik bráničního, tedy břišního dýchání. Např. novinky.cz uvedly článek autora Markel (2015) s názvem „Tři cviky, které vás naučí efektivnímu dýchání do břicha“, kde pro nácvik břišního dýchání v poloze vleže je doslova uvedeno „správné provedení poznáte tak, že se vám břicho začne zvedat a nafoukne se“. Rovněž na dalších webových stránkách spektrumzdravi.cz v článku s názvem „Dýchání do břicha zlepšuje koncentraci, podporuje srdeční činnost a slouží i k relaxaci“, který byl zveřejněn v roce 2016, píše „pokud je dýchání do břicha správné, dojde k nafouknutí břicha“. Tento článek byl přečten 6 267×. Podobně bychom mohli pokračovat dál.

Ve všech uvedených publikacích je shodně doporučeno rozšíření břišní stěny pouze vpřed. Tento způsob dýchání, kdy se celé břicho vyklene ven, se často objevuje u jedinců s oslabenou břišní stěnou. Pokud tedy není oslabená břišní stěna prvotní příčinou takového dýchání, tak realizace dýchání s expanzí břišní stěny pouze vpřed způsobuje ochabování břišní stěny (Maehle, 2014). Stejně tak Véle (2006) uvádí, že bránice a břišní svaly pracují v partnerské souhře. Jejich společnou činností vzniká dynamicky vyvážený koaktivační pohybový režim stabilizující pohyblivé spojení páteře s pánví. Při inspiraci tlačí bránice útroby nejen dolů, ale i dopředu do stran a dozadu. Přílišnému vytlačení břišní stěny vpřed při nádechu brání izometická aktivace břišní stěny spolu s aktivací svalstva pánevního dna. Na této činnosti se podílí zejména *m. transversus abdominis* přitahující břišní stěnu k páteři. Pokud dochází k doporučenému „nafouknutí břicha“ pohybem břišní stěny pouze vpřed během dýchání, tak partnerská souhra

bránice a břišních svalů nemůže nastat. Nedochází ke správné aktivaci svalů hlubokého stabilizačního systému páteře. Rovněž McKeown (2013) uvádí, že se tyto nezdravé instukce hlubokého dechu bohužel prezentují v tělocvičnách, sportovních kurzech, antistresových poradnách, ale dokonce i na hodinách věnovaných západnímu stylu jógy.

Na místě je zmínit, že jsou odborné publikace, kde je posturálně-respirační funkce bránice respektována a nácvik lokalizovaného dýchání i plného dechu popsán správně. Např. Bursová (2003), Tlapák (2018), Tlapák (2019), Mrnušítková (2014), Kolář et al. (2009), Lewit (2003), Véle (2012) a další.

Pro tělovýchovnou praxi z práce vyplývá, že je nutné zvýšit povědomí o významu dýchání a o nácviku lokalizovaného dýchání zejména v oblasti dolního dechového sektoru. Důležitost edukace správného dechového stereotypu vyjádřil Profesor Lewit svým výrokem, který je třeba plně respektovat:

„Pokud není dechový stereotyp normální, žádný jiný pohybový vzor nemůže být!“ (Lewit, 1980).

6.3 Limity výzkumné studie

S ohledem na vyhodnocení výsledků měření svalovým dynamometrem MD03 a spirometrem Otthon má tato studie několik základních limitů.

Prvním z nich je nepravděpodobnostní výběr výzkumné skupiny. Tento záměrný výběr byl postaven na skutečnosti, že se jednalo o zdravé pravidelně sportující jedince, kteří měli zájem se do výzkumu zapojit. A dále na předpokladu, že takto záměrně zvolená výzkumná skupina absolvuje intervenci v plném rozsahu, tedy 16 týdnů. Výsledky získané z nepravděpodobnostních výběrů ale nelze považovat za reprezentativní a jakkoli zobecňovat na populaci.

Druhým limitem je velikost výzkumného souboru. Je možné, že větší soubor by potvrdil změny, které jsou vlivem intervence jógových dechových cvičení zřetelné, ale nejsou statisticky významné.

Třetím limitem této výzkumné studie je jednorázové měření na začátku (měření I) v průběhu (měření II) a na konci intervence (měření III), které je ovlivněno aktuálním stavem probanda. Na dechový vzor tak může mít vliv aktuální stupeň únavy, stres, emoce, bolestivé stavy pohybového systému a další.

7 Závěr

Je zřejmé, že pro správný dechový vzor je nezbytná odpovídající struktura a funkce dýchacích svalů, fyziologický tvar hrudního koše a optimální nastavení trupu, koordinace specifické respirační motoriky s ostatní pohybovou funkcí těla i správná funkce centrálního a periferního nervového systému. Ze všech pohybových stereotypů je tak dechový stereotyp považován za nejdůležitější. Proto je velmi důležité, aby mu v tělovýchovné praxi byla věnována patřičná pozornost. Při nácviku lokalizovaného dýchání, ale i při nácviku plného dechu, musíme vycházet ze znalosti posturálně-respirační funkce bránice a její role v rámci hlubokého stabilizačního systému páteře.

Ověřením vlivu intervenčního programu jógových dechových cvičení u sledované skupiny 14 zdravých pravidelně sportujících adolescentů můžeme říci, že na základě měření svalovým dynamometrem MD03 došlo k statisticky významné změně zapojení v dolním dechovém sektoru, a to mezi měřeními I, II. V ostatních dechových sektorech mezi měřeními I, II a ve všech dechových sektorech mezi měřeními I, III statisticky významná změna nenastala. Dle statistiky Cohenovo d pro stanovení míry věcné významnosti nastal u sledované skupiny probandů mezi měřeními I, II ve všech dechových sektorech malý efekt míry věcné významnosti. Mezi měřeními I, III nastal střední efekt míry věcné významnosti v dolním dechovém sektoru a malý efekt míry věcné významnosti ve středním a horním dechovém sektoru.

Zjištěný poměr zapojení jednotlivých dechových sektorů během minutového klidového dýchání (měření I) u sledované skupiny probandů odpovídal 34 % v dolním dechovém sektoru : 36 % ve středním dechovém sektoru : 30 % v horním dechovém sektoru. Tento poměr zapojení jednotlivých dechových sektorů v rámci dýchání odpovídá popisu správného dechového stereotypu uváděného v odborných publikacích (Kolář et al., 2009; Véle, 2012; Chaitow, Bradley & Gilbert, 2014).

Vlivem intervenčního programu jógových dechových cvičení na základě měření spirometrem Otthon došlo u sledované skupiny k statisticky významné změně usilovné vitální kapacity plic (FVC) mezi měřeními I, II i mezi měřeními I, III. Dle statistiky Cohenovo d pro stanovení míry věcné významnosti nastal u sledované skupiny probandů malý efekt míry věcné významnosti mezi měřeními I, III. Došlo tak ke zvětšení usilovné vitální kapacity plic (FVC) s malým efektem. Vliv intervenčního programu na jednosekundovou vitální kapacitu plic (FEV_1) nebyl statisticky významný.

Výzkumná studie prokázala významný vliv intervenčního programu jógových dechových cvičení na dechový stereotyp sledované skupiny zdravých pravidelně sportujících adolescentů.

Referenční seznam

- Adamírová, J., Čermák, J., Labudová, J., Ledvinková, V., Matoušová, M., Petzlová, L., ... Zintlová, M. (2001). *Zdravotní tělesná výchova: Učební text pro školení cvičitelů ZRTV III. a II. třídy*. Praha: Olympia.
- Adamopoulos, S., Schmid, J. P., Dendale, P., Poerschke, D., Hansen, D., Dritsas, A., ... Laoutaris, I. D. (2014). Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure: The Vent-HeFT trial: a European prospective multicentre randomized trial. *European journal of heart failure*, 16(5), 574–582.
- Allen, S. M., Hunt, B., & Green, M. (1985). Fall in vital capacity with weakness. *British journal of diseases of the chest*, 79(3), 267–271.
- American Thoracic Society & European Respiratory Society. (2002). ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 166(4), 518–624.
- Barknowitzová, S. (2004). *Dýchání jako živoucí dění. Dechová terapie v praxi*. Brno: Integrál.
- Bartoňová, M., Bašný, Z., Merhaut, B., & Skarnitzl, R. (1971). *Jóga od staré Indie k dnešku*. Praha: Avicenum.
- Bartůňková, S. (2007). *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., ... & Vránová, J. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: FTVS UK.
- Beeckmans, N., Vermeersch, A., Lysens, R., Van Wambeke, P., Goossens, N., Thys, T., Brumagne, S., & Janssens, L. (2016). The presence of respiratory disorders in individuals with low back pain: A systematic review. *Manual therapy*, 2016(26), 77–86.
- Beránková, L., Grmela, R., Kopřivová, J., & Sebera, M. (2012). *Zdravotní tělesná výchova* [online]. Dostupné z <https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/ztv/index.html>
- Bhimani, N. T., Kulkarni, N. B., Kowale, A., & Salvi, S. (2011). Effect of pranayama on stress and cardiovascular autonomic function. *Indian journal of physiology and pharmacology*, 55(4), 370–7.
- Bhole, M. (1978). *Príloha metodických listů jógy 1/78. Záznam ze seminářů pro cvičitele*. Krkonoše: Ústřední ústav tělesné kultury.
- Bhole, M. (1981). *Tradiční jóga a současná realita. Metodický materiál pro vnitřní potřebu TJ*. Brno: Vzorná tělovýchovná jednotka Moravská Slavia, oddíl jógy.
- Bitnar, P. (2015). *Viscerální rehabilitace*. In Rokyta, R. & Höschl, C. (2015). *Bolest a regenerace v medicíně*. Praha: Česká lékařská akademie.
- Blahuš, P. (2000). Statistická významnost proti vědecké průkaznosti výsledků výzkumu. *Česka kinantropologie*, 4(2), 53–72.
- 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.
- Boentert, M., Wenninger, S., & Sansone, V. A. (2017). Respiratory involvement in neuromuscular disorders. *Current opinion in neurology*, 30(5), 529–537.
- Booth, F. W., Roberts, C. K., & Laye M. J. (2012). Lack of exercise is a major cause of chronic disease. *Comprehensive Physiology*, 2(2), 1143–1211.
- Bordoni, B., & Zanier, E. (2013). Anatomic connections of the diaphragm: influence of respiration on the body system. *Journal of multidisciplinary healthcare*, 25(6), 281–291.
- Boulding, R., Stacey, R., Niven, R., & Fowler, S. J. (2016). Dysfunctional breathing: a review of the literature and proposal for classification. *European Respiratory Review*, 25(141), 287–294;

- Bradley, H., & Esformes, J. (2014). Breathing pattern disorders and functional movement. *International journal of sports physical therapy*, 9(1), 28–39.
- Brown, S. H., & McGill, S. M. (2008). An ultrasound investigation into the morphology of the human abdominal wall uncovers complex deformation patterns during contraction. *European journal of applied physiology*, 104(6), 1021–1030.
- Burgos-Vargas, R., Castelazo-Duarte, G., Orozco, J. A., Garduno-Espinosa, J., Clark, P., & Sanabria, L. (1993). Chest expansion in healthy adolescents and patients with the seronegative enthesopathy and arthropathy syndrome or juvenile ankylosing spondylitis. *The Journal of Rheumatology*, 20(9), 1957–1960.
- Buric, I., Farias, M., Jong, J., Mee, C., & Brazil, I. A. (2017) What Is the Molecular Signature of Mind–Body Interventions? A Systematic Review of Gene Expression Changes Induced by Meditation and Related Practices. *Frontiers in immunology*, 16(8), article 670.
- Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení*. Praha: Grada.
- Burtch, A. R., Ogle, B. T., Sims, P. A., Harms, C. A., Symons, T. B., Folz, R. J., & Zavorsky, G. S. (2017). Controlled Frequency Breathing Reduces Inspiratory Muscle Fatigue. *Journal of strength and conditioning research*, 31(5), 1273–1281.
- Bussotti, M., Di Marco, S., & Marchese, G. (2014). Respiratory disorders in endurance athletes – how much do they really have to endure? *Open access journal of sports medicine*, 2014(5), 47–63.
- Byeon, K., Choi, J. O., Yang, J. H., Sung, J., Park, S. W., Oh, J. K., & Hong, K. P. (2012). The response of the vena cava to abdominal breathing. *Alternative and complementary medicine*, 18(2), 153–157.
- Cahalin, L. P. (2004). Pulmonary evaluation. In: DeTurk W. E. & Cahalin L. P. (eds.): *Cardiovascular and pulmonary physical therapy*. New York: McGraw-Hill.
- Caruso, P., Albuquerque, A. L., Santana, P. V., Cardenas, L. Z., Ferreira, J. G., Prina, E., ... Carvalho, C. R. (2015). Diagnostic methods to assess inspiratory and expiratory muscle strength. *Jornal de pneumologia*, 41(2), 110–23.
- CliftonSmith, T., & Rowley, J., (2011). Breathing pattern disorders and physiotherapy: inspiration for our profession. *Physical Therapy Reviews*, 16(1), 75–86.
- CliftonSmith, T. (2017). Breathing Pattern Disorders and the Athlete. Available from: <https://www.bradcliff.com/article/breathing-pattern-disorders-and-the-athlete>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Academic Press.
- Collins, E. G., Langbein, W. E., Fehr, L., O'Connell, S., Jelinek, C., Hagarty, E., ... Laghi, F. (2008). Can ventilation-feedback training augment exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease? *American journal of respiratory and critical care medicine*, 177(8), 844–852.
- Courtney, R. (2009). The functions of breathing and its dysfunctions and their relationship to breathing therapy. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 12(3), 78–85.
- Cresswell, A. G., Grundstrom, H., & Thorstensson, A. (1992). Observations on intra-abdominal pressure and patterns of abdominal intra-muscular activity in man. *Acta physiologica Scandinavica*, 144(4), 409–418.
- Cresswell, A. G., Oddsson, L., & Thorstensson, A. (1994). The influence of sudden perturbations on trunk muscle activity and intraabdominal pressure while standing. *Experimental Brain Research*, 98(2), 336–341.
- Čihák, R. (2011). *Anatomie I*. Praha: Grada
- Čumpelík, J., Véle, F., Veverková, M., Strnad, P., & Krobot A. (2006). Vztah mezi dechovými pohyby a držním těla. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 13(2), 62–70.
- Čumpelík, J. (2017). Vztah mezi posturou a dýcháním. *Umění fyzioterapie*, 2017(4), 53–63.

- Del Negro, C. A., Funk, G. D., & Feldman, J. L. (2018). Breathing matters. *Nature Reviews Neuroscience*, 19(6), 351–367.
- Depiazzi, J., & Everard, M. L. (2016). Dysfunctional breathing and reaching one's physiological limit as causes of exercise-induced dyspnoea. *Breathe*, 12(2), 120–129.
- Deyo, R. A. (2004). Treatments for back pain: can we get past trivial effects? *Annals of internal medicine*, 141(12), 957–958.
- Dimitriadis, Z., Kapreli, E., Strimpakos, N., & Oldham, J. (2013). Respiratory weakness in patients with chronic neck pain. *Manual therapy*, 18(3), 248–253.
- Dixhoorn, J. van (1994). Significance of breathing awareness and exercise training for recovery after myocardial infarction. In: Carlson, J. G., Seifert, A. R., & Birbaumer, N., eds.) *Clinical applied psychophysiology*. New York: Plenum Press.
- Dixhoorn, J. van, & Folgering H. (2015). The Nijmegen Questionnaire and dysfunctional breathing. *European respiratory journal open research*, 1(1), pii: 00001-2015.
- Dostálová, I. (2011). Teorie a praxe zdravotní tělesné výchovy. *Tělesná kultura*, 34(2), 113–125.
- Dostálová, I. (2013). *Zdravotní tělesná výchova ve studijních programech Fakulty tělesné kultury*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., ... Bunc, V. (2005). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Durmic, T., Lazovic, B., Djelić, M., Lazic, J. S., Zikic, D., Zugic, V., ... Mazic, S. (2015). Sport-specific influences on respiratory patterns in elite athletes. *Jornal brasileiro de pneumologia*, 41(6), 516–522.
- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Praha: Grada.
- Dylevský, I. (2011). *Funkční anatomie*. Praha: Grada.
- Dylevský, I., Druda, R., & Mrázková, O. (2000). *Funkční anatomie člověka*. Praha: Grada.
- Dylevský, I., Kubálková, L., & Navrátil, L. (2001). *Kineziologie, kineziterapie a fyzioterapie*. Praha: Manus.
- Fitzgerald, R. S., & Cherniack, N. S. (2012). Historical perspectives on the control of breathing. *Comprehensive Physiology*, 2(2), 915–932.
- Gítánanda, S. G. (1999). *Jóga krok za krokem. Učebnice pro učitele a žáky*. Olomouc: Dobra & Fontána.
- Gosselink, R., Kovacs, L., Ketelaer, P., Carton, H., & Decramer, M. (2000). Respiratory muscle weakness and respiratory muscle training in severely disabled multiple sclerosis patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81(6), 747–751.
- Gosselink, R. (2004). Breathing techniques in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Chronic Respiratory Disease*, 1(3), 163–172.
- Govindaraj, R., Karmani, S., Varambally, S., & Gangadhar, B. N. (2016). Yoga and physical exercise - a review and comparison. *International review of psychiatry*, 28(3), 242–253.
- Govindaraja, S. A. G. (2017). A Short Review on Yoga and Physical Exercises-A Comparison. *Journal of Yoga and Physiotherapy*, 2(3), 1–4.
- Gracovetsky, S., Farfan, H., & Helleur, C. (1985). The Abdominal Mechanism. *Spine*, 10(4), 317–324.
- Grim, M., Naňka, O., & Helekal, I. (2014). *Atlas anatomie člověka I*. Praha: Grada.
- Ha, S. M., Kwon, O. Y., Kim, S. J., & Choung, S. D. (2014). The importance of a normal breathing pattern for an effective abdominal-hollowing maneuver in healthy people: an experimental study. *Journal of sport rehabilitation*, 23(1), 12–17.
- Haichová, E., & Yesudian, S. (2014). *Sport a jóga*. Praha: Metafora.

- HajGhanbari, B., Yamabayashi, C., Buna, T. R., Coelho, J. D., Freedman, K. D., Morton, T. ... Reid, W. D. (2013). Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses. *Journal of strength and conditioning research*, 27(6), 1643–1663.
- Hall, J. (2016). *Breathe: simple breathing techniques for a calmer, happier life*. London: Quadrille Publishing.
- Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., & Ekelund, U. (2012). Lancet Physical Activity Series Working Group Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet*, 380(9838), 247–257.
- Han, J., Park, S., Kim, Y., Choi, Y., & Lyu, H. (2016). Effects of forward head posture on forced vital capacity and respiratory muscles activity. *Journal of physical therapy science*, 28(1), 128–131.
- Han, J. W., & Kim, Y. M. (2018). Effect of breathing exercises combined with dynamic upper extremity exercises on the pulmonary function of young adults. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 31(2), 405–409.
- Harik-Khan, R. I., Wise, R. A., & Fozard, J. L. (1998). Determinants of maximal inspiratory pressure. The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *The American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 158(5), 1459–1464.
- Havličková, L., Bartůňková, S., Dlouhá, R., Melichna, J., Šrámek, P., & Vránová, J. (2006). *Fyziologie tělesné zátěže I: obecná část*. Praha: Karolinum.
- Hendl, J. (2006). *Přehled statistických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál.
- Hides, J. A., Richardson, C. A., & Jull, G. A. (1996). Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine*, 21(23), 2763–2769.
- Hodges, P. W. (1999). Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Manual Therapy*, 4(2), 74–86.
- Hodges, P. W., & Gandevia, S. C. (2000). Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of Applied Physiology*, 89(3), 967–976.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evolution of transversus abdominis. *Spine*, 21(22), 2640–2650.
- Honomichl, P. (2018). Sport a astma u dětí a adolescentů. *Pediatric pro praxi*, 19(2), 84–87.
- Hošková, B., & Matoušová, M. (2010). *Kapitoly z didaktiky zdravotní tělesné výchovy*. Praha: Karolinum.
- Chaitow, L., Bradley, D., & Gilbert, C. (2014). *Recognizing and Treating Breathing Disorders. A Multidisciplinary Approach*. Elsevier Health Sciences: Churchill Livingstone.
- Chaitow, L., Bradley, D., & Gilbert, C. (2002). *Multidisciplinary Approaches to Breathing Pattern Disorders*. London, UK: Churchill Livingstone.
- Chaitow L. (2004). Breathing pattern disorders, motor control and low back pain. *Journal of Osteopathic Medicine*, 7(1), 33–40.
- Chaloupka, V., Elbl, L., Kubinyi, J., Lupínek, P., Meluzín, J., Nehyba, S., & Niederle, P. (2003). *Zátěžové metody v kardiologii*. Praha: Grada.
- Chauhan, A., Semwal, D. K., Mishra, S. P., & Semwal, R. B. (2017). Yoga Practice Improves the Body Mass Index and Blood Pressure: A Randomized Controlled Trial. *International journal of yoga*, 10(2), 103–106.
- Chlumský, J. (2014). *Plicní funkce pro klinickou praxi*. Praha: Maxdorf.

- Illi, S. K., Held, U., Frank, I., & Spengler, C. M. (2012). Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 42(8), 707–724.
- Janda, V. (1982). *Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch*. Brno: Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků.
- Jones, A. Y., Dean, E., & Chow, C. C. (2003). Comparison of the oxygen cost of breathing exercises and spontaneous breathing in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *Physical therapy*, 83(5), 424–431.
- Kaminoff, L. (2006). What yoga therapists should know about the anatomy of breathing. *International Journal of Yoga Therapy*, 16(1), 67–77.
- Kandus, J., & Satinská, J. (2001). *Stručný průvodce lékaře po plicních funkcích*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.
- Kaneko, H., & Horie, J. (2012). Breathing movements of the chest and abdominal wall in healthy subjects. *Respiratory care*, 57(9), 1442–1451.
- Kaneko, H. (2014). Estimating breathing movements of the chest and abdominal wall using a simple, newly developed breathing movement-measuring device. *Respiratory care*, 59(7), 1133–1139.
- Kapreli, E., Vourazanis, E., & Strimpakos, N. (2008). Neck pain causes respiratory dysfunction. *Medical Hypotheses*, 70(5), 1009–1013.
- Kapreli, E., Vourazanis, E., Billis, E., Oldham, J. A., & Strimpakos, N. (2009). Respiratory dysfunction in chronic neck pain patients. A pilot study. *Cephalalgia*, 29(7), 701–710.
- Karthik, P. S., Chandrasekhar, M., Ambareesha, K., & Nikhil, C. (2014). Effect of pranayama and suryanamaskar on pulmonary functions in medical students. *Journal of clinical and diagnostic research*, 8(12), 4–6.
- Ki, C., Heo, M., Kim, H. Y., & Kim, E. J. (2016). The effects of forced breathing exercise on the lumbar stabilization in chronic low back pain patients. *Journal of physical therapy science*, 28(12), 3380–3383.
- Kim, S. H., & Park, S. Y. (2018). Effect of hip position and breathing pattern on abdominal muscle activation during curl-up variations. *Journal of exercise rehabilitation*, 14(3), 445–450.
- Knižetová, V., & Kos, B. (1989). *Strečink, relaxace, dýchání*. Praha: Olympia.
- Kocjan, J., Adamek, M., Gzik-Zroska, B., Czyżewski, D., & Rydel, M. (2017). Network of breathing. Multifunctional role of the diaphragm: a review. *Advances in respiratory medicine*, 85(4), 224–232.
- Kogler, A. (1971). *Jóga, základy tělesných cvičení*. Bratislava: Šport.
- Kolář, P. & Lewit, K. (2005). Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*, 6(5), 270–275.
- Kolář, P. (2006). Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce páteře - diagnostika. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 13(4), 155–170.
- Kolář, P. (2007). Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce páteře - terapie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 14(1), 3–17.
- Kolář, P., Bitnar, P., Dyrhonová, O., Horáček, O., Kříž, J., Adámková, M., ... Zumrová, I. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Kombercová, J., & Svobodová, M. (2000). *Autorehabilitační sestava*. Praha: Fontána.
- Koťová, M., Kolářová, J., Žalud, L., & Dobšák, P. (2014). Monitorování dechu pomocí tlakových senzorů. *Elektro revue*, 16(5), 182–186.
- Krejčí, M. (1997). *Setkání s jógou*. České Budějovice: PF JU.
- Krejčí, M., Hošek, V., Jandová, D., Kopřiva, M., Masopustová, J., Michailidou, S., ... Vacková, L. (2016). *Wellness*. Praha: Grada.

- Kubát, A. (2019). Chronické nespecifické bolesti zad a jóga jako jedna z možností léčby. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 26(1), 37–40.
- Kučera, M., Dylevský, I., Kálal, J., Kolář, P., Noble, C., & Otáhal, S. (1997). *Pohybový systém a zátěž*. Praha: Grada.
- Kuppusamy, M., Kamaldeen, D., Pitani, R., & Amaldas, J. (2016). Immediate Effects of Bhramari Pranayama on Resting Cardiovascular Parameters in Healthy Adolescents. *Journal of clinical and diagnostic research*, 10(5), 17–19.
- Langmeier, M., Kittnar, O., Marešová, D., & Pokorný, J. (2009). *Základy lékařské fyziologie*. Praha: Grada.
- Lanza, F. de C., de Camargo, A. A., Archija, L. R., Selman, J. P., Malaguti, C., & Dal Corso, S. (2013). Chest wall mobility is related to respiratory muscle strength and lung volumes in healthy subjects. *Respiratory care*, 58(12), 2107–2112.
- Lewit, K. (1980). Relation of faulty respiration to posture with clinical implication. *Journal of the American Osteopathic Association*, 79(8), 525–529.
- Lewit, K. (2003). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. Praha: Sdělovací technika.
- Lewit, K. (2001). Rehabilitace u bolestivých poruch pohybové soustavy. Část II. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 8(4), 139–151.
- Lewit, K. (2005). Pohybový systém a jeho účast u migrén. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 12(3), 103–105.
- Loukas, M., Shoja, M. M., Thurston, T., Jones, V. L., Linganna, S., & Tubbs, R. S. (2008). Anatomy and biomechanics of the vertebral aponeurosis part of the posterior layer of the thoracolumbar fascia. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 30(2), 125–129.
- Lysebeth, A. V. (1973). *Cvičíme jógu*. Praha: Olympia.
- Lysebeth, A. V. (1984). *Jóga*. Praha: Olympia.
- Lysebeth, A. V. (2017). *Jóga. Zdokonaluji se v józe*. Praha: Argo.
- Máček, M., & Smolíková, L. (1995). *Pohybová léčba u plicních chorob: respirační fyzioterapie*. Praha: Victoria Publishing.
- Maehle, G. (2011). *Aštánga – vinjása jóga. Podrobný průvodce základní sestavou*. Olomouc: Fontána.
- Maehle, G. (2014). *Aštánga – vinjása jóga. Podrobný průvodce středně pokročilou sestavou*. Olomouc: Fontána.
- Mahéšvaránanda, P. S. (2006). *Jóga v denním životě*. Praha: Mladá fronta.
- Mahéšvaránanda, P. S. (2010). *Jóga v denním životě a diabetes*. Praha: Jóga v denním životě.
- Malaguti, C., Rondelli, R. R., de Souza, L. M., Domingues, M., Dal Corso, S. (2009). Reliability of chest wall mobility and its correlation with pulmonary function in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respiratory Care*, 54(12), 1703–1711.
- Malátová, R. (2006). Význam hlubokého stabilizačního systému páteře. *Studia Kinanthropologica*, 7(2), 89–96.
- Malátová, R., Pučelík, J., Rokyťová, J., & Kolář, P. (2007). The objectification of therapeutical methods used for improvement of the deep stabilizing spinal system. *Neuro Endocrinology Letters*, 28(3), 315–320.
- Malátová, R., Pučelík, J., Rokyťová, J., & Kolář, P. (2008). Technical means for objectification of medical treatments in the area of the deep stabilisation spinal system. *Neuro Endocrinology Letters*, 29(1), 125–130.
- Malátová, R., & Dřevíková, P. (2009). Testing procedures for abdominal muscles using the muscle dynamometer. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part H, Journal of engineering in medicine*, 223(8), 1041–1048.

- Malátová, R., Rokytová, J., & Štumbauer, J. (2013). The use of muscle dynamometer for correction of muscle imbalances in the area of deep stabilising spine system. *The Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H*, 227(8), 896–903.
- Malátová, R., Bahenský, P., Mareš, M., & Rost, M. (2017). Breathing pattern of restful and deep breathing. *Proceedings of the 11th international conference on kinanthropology Sport and Quality of Life*, 199–210.
- Malátová, R., Bahenský, P., & Mareš, M. (2017). *Dechový stereotyp a jeho vliv na dechové funkce*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Malátová, R., Polívková, J., Kašparová, K., & Schwachová, N. (2017). *Didaktika zdravotní tělesné výchovy, oslabení pohybového systému*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Mantilla, C. B., & Sieck, G. C. (2013). Impact of diaphragm muscle fiber atrophy on neuromotor control. *Respiratory physiology and neurobiology*, 189(2), 411–418.
- Markel, K. (2015). Tři cviky, které vás naučí efektivnímu dýchání do břicha. Dostupné z <https://www.novinky.cz/zena/clanek/tri-cviky-ktere-vas-nauci-efektivnimu-dychani-do-bricha-298449>, dne 15.10.2019.
- McKeown, P. (2013). *Zavří pusy. Příručka pro uživatele dechové terapie. Klinika pro dýchání s Butejkovou metodou*. Dostupné online: http://buteykoclinic.com/wp-content/uploads/2016/07/czech_rev_def.pdf
- Mihulová, M., & Svoboda, M. (2013). *Základy jógy*. Liberec: Santal.
- Mihulová, M., & Svoboda, M. (2014). *Abeceda jógy*. Liberec: Santal.
- Mlčoch, Z. (2008). Vertebrogenní algický syndrom. *Medicína pro praxi*, 5(11), 437–439.
- Moll, J. M., & Wright, V. (1972). An objective clinical study of chest expansion. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 31(1), 1–8.
- Mourek, J. (2012). *Fyziologie. Učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada.
- Mrnušíková M., S. (2013). *Jógové sestavy*. Brno: Unie jógy, o.s.
- Mrnušíková M., S. (2014). *Pránájáma*. Brno: Unie jógy, o.s.
- Naňka, O., & Elišková, M. (2009). *Přehled anatomie*. Praha: Galén.
- Neiva, P. D., Kirkwood, R. N., Mendes, P. L., Zabjek, K., Becker, H. G., & Mathur, S. (2018). Postural disorders in mouth breathing children: a systematic review. *Brazilian journal of physical therapy*, 22(1), 7–19.
- Neumannová, K., & Zatloukal, J. (2011). Ovlivnění poruch dýchání pomocí tréninku dýchacích svalů. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 18(4), 188–192.
- Neumannová, K., Kolek, V., Zatloukal, J., & Klimešová, I. (2018). *Astma bronchiale a chronická obstrukční plicní nemoc*. Praha: Mladá fronta.
- Ni, M., Mooney, K., Balachandran, A., Richards, L., Harriell, K., & Signorile, J. F. (2014). Muscle utilization patterns vary by skill levels of the practitioners across specific yoga poses (asanas). *Complementary therapies in medicine*, 22(4), 662–669.
- Nivethitha, L., Mooventhan, A., & Manjunath, N. K. (2016). Effects of Various Prāṇāyāma on Cardiovascular and Autonomic Variables. *Ancient science of life*, 36(2), 72–77.
- Norris, Ch. M. (2008). *Back stability: Integrating Science and Therapy*. Champaign: Human Kinetic.
- Opavský, J. (2017). Dýchání a autonomní nervový systém – souvislosti pro fyzioterapeuty a fyzioterapii. *Umění fyzioterapie*, 2017(4), 33–38.
- Oravcová, L. (2016). *Principy zdravého pohybu. Jóga a jógová terapie*. Olomouc: Poznání.
- O'Sullivan, P. B., Beales, D. J., Beetham, J. A., Cripps, J., Graf, F., Lin. I. B., ... Avery, A. (2002). Altered motor control strategies in subjects with sacroiliac joint pain during the active straight-leg-raise test. *Spine*, 27(1), E1–8.

- Paleček, F., Feitová, S., Herget, J., Kandus, J., Novák, M., Pokorný, J., ... Zapletal, A. (1999). *Patofyziologie dýchání*. Praha: Academia.
- Pastucha, D., Bartůňková, S., Filipčíková, R., Gallo, J., Havlíček, P., Hyjánek, J., ... Šafář, M. (2014). *Tělovýchovné lékařství*. Praha: Grada.
- Paulin, E., Brunetto, A. F., & Carvalho, C. R. F. (2003). Effects of a physical exercises program designed to increase thoracic mobility in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Journal de Pneumologia*, 29(5), 287–295.
- Pernicová, H., Bělková-Presislerová T., Javůrek, J., Kyrálová M., & Labudová J. (1993). *Zdravotní tělesná výchova*. Praha: Fortuna.
- Perri, M. A., & Halford, E. (2004). Pain and faulty breathing: a pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 8(4), 297–306.
- Phillips, S., Mercer, S., & Bogduk, N. (2008). Anatomy and biomechanics of quadratus lumborum. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part H, Journal of engineering in medicine*, 222(2), 151–159.
- Polášek, M. (1990). *Joga osem stupňov výcviku*. Bratislava: Šport.
- Polla, B., D'Antona, G., Bottinelli, R., & Reggiani, C. (2004). Respiratory muscle fibres: specialisation and plasticity. *Thorax*, 59(9), 808–817.
- Prado, E. T., Raso, V., Scharlach, R. C., & Kasse, C. A. (2014). Hatha yoga on body balance. *International journal of yoga*, 7(2), 133–137.
- Pryor, J. A., & Prasad, S. A. (2002). *Physiotherapy for Respiratory and Cardiac Problems*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Radhakrishnan, K., Sharma, V. K., & Subramanian, S. K. (2017). Does treadmill running performance, heart rate and breathing rate response during maximal graded exercise improve after volitional respiratory muscle training? *British Journal of Sports Medicine*, pii: bjsports-2017-097827.3.
- Ragnarsdóttir, M., & Kristinsdóttir, E. K. (2006). Breathing movements and breathing patterns among healthy men and women 20–69 years of age. Reference values. *Respiration*, 73(1), 48–54.
- Rathore, M., Trivedi, S., Abraham, J., & Sinha, M. B. (2017). Anatomical Correlation of Core Muscle Activation in Different Yogic Postures. *International journal of yoga*, 10(2), 59–66.
- Richardson, C., Jull, G., Hodges, P. W., & Hides, J. (1999). *Therapeutic exercise for spinal-segmental stabilization in low back pain. Scientific basis and clinical approach*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Rochester, C. (2003). Exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *The Journal of Rehabilitation Research and Development*, 40(5), 59–80.
- Rokyta, R., Bernášková, K., Franěk, M., Kříž, N., Paul, T., Pekárková, I., ... Yamamoová, A. (2008). *Fyziologie: pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV.
- Rokyta, R., & Šťastný, F. (2002). *Struktura a funkce lidského těla*. Praha: Tigris. ISBN 80-900130-2-3.
- Ross, A., & Thomas, S. A. (2010). The health benefits of yoga and exercise: a review of comparison studies. *Journal of alternative and complementary medicine*, 16(1), 3–12.
- Roussel, N. A., Nijs, J., & Truijzen, S. (2007). Low back pain: Climetric properties of the Trendelenburg test, Active Straight Leg Raise test and Breathing Pattern during Active Straight Leg Raising. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 30(4), 270–278.
- Sclauser Pessoa, I. M., Franco Parreira, V., Fregonezi, G. A., Sheel, A. W., Chung, F., Reid, W. D. (2014). Reference values for maximal inspiratory pressure: a systematic review. *Canadian respiratory journal*, 21(1), 43–50.

- Sedlářová, P., Benešová, V., Friedlová, K., Hanušová, J., Kalousová, J., Klimentová, L., ... Vlachová, M. (2008). *Základní ošetrovatelská péče v pediatrii*. Praha: Grada.
- Shafiq, G., & Veluvolu, K. C. (2017). Multimodal chest surface motion data for respiratory and cardiovascular monitoring applications. *Scientific data*, 25(4), 170052.
- Schirner, M. (2003). *Dechové techniky*. Olomouc: Fontána.
- Sigmundová, D., & Sigmund, E. (2012). Statistická a věcná významnost a použití koeficientů velikosti účinku při hodnocení dat o pohybové aktivitě. *Tělesná kultura*, 35(1), 55–72.
- Skála, B., Effer, J., Herle, P., & Fila, P. (2011). *Bolesti zad – vertebrogenní algický syndrom 2011*. Praha: Centrum doporučených postupů pro praktické lékaře.
- Skarnitzl, R. (2010). *Úvod do filozofie a praxe jógy*. Praha: Onyx.
- Slavíková, J., & Švíglerová, J. (2012). *Fyziologie dýchání*. Praha: Karolinum.
- Slováková, V., Osuská, A., Gúth, A., Keszeghová, V., & Hapčová, L. (2000). Vybrané poznámky k fyziologii a patofyziologii dýchání. *Rehabilitácia*, 33(3), 132–135.
- Smith, M. D., Russell, A., & Hodges, P. W. (2006). Disorders of breathing and continence have a stronger association with back pain than obesity and physical activity. *The Australian journal of physiotherapy*, 52(1), 11–16.
- Smith, M. D., Russell, A., & Hodges, P. W. (2009). Do incontinence, breathing difficulties, and gastrointestinal symptoms increase the risk of future back pain? *The journal of pain*, 10(8), 876–886.
- Smolíková, L., & Máček, M. (2010). *Respirační fyzioterapie a plicní rehabilitace*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů.
- Soukup, P. (2013). Věcná významnost výsledků a její možnosti měření. *Data a výzkum – SDA Info*, 7(2), 125–148.
- Soukup, P., & Kočvarová, I. (2016). Velikost a reprezentativita výběrového souboru v kvantitativně orientovaném pedagogickém výzkumu. *Pedagogická orientace*, 26(3), 512–536.
- Srinivasan, T. M. (1991). Pranayama and brain correlates. *Ancient science of life*, 11(1–2), 2–6.
- Stackeová, D. (2011). *Relaxační techniky ve sportu*. Praha: Grada.
- Stanford, M. E. (2002). Effectiveness of specific lumbar stabilization exercises: A single case study. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 10(1), 40–46.
- Szczygieł, E., Zielonka, K., Mazur, T., Mętel, S., & Golec, J. (2015). Respiratory chest movement measurement as a chair quality indicator-preliminary observations. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 21(2), 207–212.
- Šorfová, M., Tlapáková, E., & Matějková, A. (2018). Vliv dechu na činnost svalů pánevního dna v závislosti na poloze těla. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 25(4), 171–177.
- Šponar, D. (2003). *Základy práce s dechem*. Dostupné z <http://www.cvicime.cz>, dne 4.6.2003
- Tanner, J. (1995). *Co s bolavými zády*. Praha: Perfekt a Knižní klub Praha.
- Tesařová, D. (2012). Lékařství v antickém starověku. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 19(1), 26–29.
- Tichý, M. (2008). *Dysfunkce kloubu IV. Hrudní a bederní páteř, hrudní koš*. Praha: Miroslav Tichý.
- Tlapák, P. (2018). *Posilování. Kloubní kondice. Centračně-stabilizační cvičení*. Praha: ARSCI.
- Tlapák, P. (2019). *Tvarování těla pro muže a ženy*. Praha: ARSCI.
- Trapl, J., & Friedlándrová, B. (1954). *Preventivní a léčebný tělocvik ženy*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství.
- Troosters, T., Casaburi, R., Gosselink, R., & Decramer, M. (2005). Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 172(1), 19–38.
- Véle, F. (1995). *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Karolinum.
- Véle, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. Grada: Praha.

- Véle, F. (2003). Kineziologický pohled na vztah dechových pohybů k prevenci posturálních poruch a vadného držení. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 10(1), 4–6.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton.
- Véle, F. (2012). *Vyšetření hybných funkcí z pohledu neurofyzologie: příručka pro terapeuty pracující v neurorehabilitaci*. Praha: Triton.
- Véle, F., & Čumpelík, J. (1997). *Dechová cvičení*. Praha: FTVS UK, Katedra fyzioterapie.
- Vickery, R. (2007). *The effect of breathing pattern retraining on performance in competitive cyclists*. Available at: <http://repositoryaut.lconz.ac.nz/handle/10292/83>
- Vidotto, L. S., Fernandes de Carvalho, C. R., Harvey, A., & Jones, M. (2019). Dysfunctional breathing: what do we know? *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 45(1), 1–9.
- Votava, J., Doležalová, V., Dostálek, C., Lepičovská, V., Nešpor, K., & Šedivý, J. (1988). *Jóga očima lékařů*. Praha: Avicenum.
- Wada, J. T., Borges-Santos, E., Porras, D. C., Paisani, D. M., Cukier, A., Lunardi, A. C., & Carvalho, C. R. (2016). Effects of aerobic training combined with respiratory muscle stretching on the functional exercise capacity and thoracoabdominal kinematics in patients with COPD: a randomized and controlled trial. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 2016(11), 2691–2700.
- Weatherall, M. W. (2015). The diagnosis and treatment of chronic migraine. *Therapeutic Advances in Chronic Disease*, 6(3) 115–123.
- Weber, T., Debuse, D., Salomoni, S. E., Elgueta Cancino, E. L., De Martino, E., Caplan, N., ... Hodges, P. W. (2017). Trunk muscle activation during movement with a new exercise device for lumbo-pelvic reconditioning. *Physiological reports*, 5(6). pii: e13188.
- White, B. M., Zhao, T., Lamb, J., Bradley, J. D., & Low, D. A. (2013). Quantification of the thorax-to-abdomen breathing ratio for breathing motion modeling. *Medical physics*, 40(6), 063502.
- Willard, F. H., Vleeming, A., Schuenke, M. D., Danneels, L., & Schleip, R. (2012) The thoracolumbar fascia: anatomy, function and clinical considerations. *Journal of Anatomy*, 221(6), 507–536.
- Wirth, B., Amstalden, M., Perk, M., Boutellier, U., & Humphreys, B. K. (2014). Respiratory dysfunction in patients with chronic neck pain - influence of thoracic spine and chest mobility. *Manual therapy*, 19(5), 440–444.
- Yadav, R., Yadav, R. K., Sarvottam, K., & Netam, R. (2017). Framingham Risk Score and Estimated 10-Year Cardiovascular Disease Risk Reduction by a Short-Term Yoga-Based Life-Style Intervention. *The journal of alternative and complementary medicine: research on paradigm, practice, and policy*, 23(9), 730–737.
- Yamamoto-Morimoto, K., Horibe, S., Takao, R., & Anami, K. (2019). Positive effects of yoga on physical and respiratory functions in healthy inactive middle-aged people. *International Journal of Yoga*, 12(1), 62–67.
- Yuan, G., Drost, N. A., & McIvor, R. A. (2013). Respiratory Rate and Breathing Pattern. *McMaster University Medical Journal*, 10(1), 23–25.
- Zdařilová, E., Burianová, K., Mayer M., & Ošťádal O. (2005). *Techniky plicní rehabilitace a respirační fyzioterapie při poruchách dýchání u neurologicky nemocných*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Zeman, T., Novák, Z., & Chrastina, J. (2013). Patofyziologie svalstva trupu aneb je cyklistika rizikovým faktorem po operaci výhřezu bederní meziobratlové ploténky? *Neurologie pro praxi*, 14(1), 42–44.
- Žalud, L., Koťová, M., Kocmanová, P., Dobšák, P., & Kolářová J. (2016). Breath Analysis Using a Time-of-Flight Camera and Pressure Belts. *Artificial organs*, 40(6), 619–26.

Internetové zdroje

<http://www.spektrumzdravi.cz/rozvoj-osobnosti/dychani-do-bricha-zlepsuje-koncentraci-podporuje-srdecni-cinnost-a-slouzi-i-k-relaxaci>, dne 15.10.2019.

<http://zakony.centrum.cz/skolsky-zakon/cast-1-paragraf-16>

<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-391>