



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Vliv správného dechového stereotypu na výkon u vytrvalostních běžců

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní program: **Fyzioterapie**

Autor: Richard Hejlík

Vedoucí práce: Mgr. Alena Bínová

České Budějovice 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou/diplomovou práci s názvem „*Vliv správného dechového stereotypu na výkon u vytrvalostních běžců*“ jsem vypracoval/a samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

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

V Českých Budějovicích dne 2. 5. 2023

.....

Richard Hejlík

Poděkování

Odborné vedení mé bakalářské práce, pozitivní přístup, ochota, cenné rady, vstřícnost a v neposlední řadě také trpělivost a podpora. Za to vše bych rád touto cestou poděkoval paní Mgr. Aleně Bínové. Velké díky patří rovněž Mudr. Kláře Staškové za poskytnutí vyšetření, bez kterých bych se neobešel. Děkuji i všem respondentům, kteří se zapojili do mého výzkumu, podstoupili všechna vyšetření a řídili se mými pokyny.

Vliv správného dechového stereotypu na výkon u vytrvalostních běžců

Abstrakt

Bakalářská práce poskytuje náhled na problematiku dechového stereotypu a zkoumá jeho vliv na výkon u vytrvalostních běžců. Teoretická část práce se skládá ze dvou částí a shromažďuje poznatky týkající se dané problematiky. První část se zaměřuje na dýchání, dechový stereotyp, fyziologii dýchacího systému a řízení dýchání. Druhá část obsahuje kapitoly týkající se běžecké historie, kineziologie běhu, mechaniky běhu, běžecké techniky a techniky dýchání při běhu. Praktická část se zabývá výzkumem, jehož cílem bylo zlepšit dechový stereotyp vytrvalostních běžců prostřednictvím intervence dechových cvičení a následně zjistit vliv této změny na jejich vytrvalostní výkonnost. Výzkumnou skupinu tvořili 3 vytrvalostní běžci ve věku 19 až 21 let. Jejich úlohou bylo plnění mnohdy připravených tréninkových jednotek sestávajících se z dechových cvičení po dobu 6 až 7 týdnů. Hodnocení bylo provedeno na základě porovnání vstupního a výstupního vyšetření. Vstupní a výstupní vyšetření zahrnuje kineziologický rozbor, spirometrické vyšetření, zátěžové spiroergometrické vyšetření, Stangeho zkoušku a zkoušku expirační apnoické pauzy. Výstupem výzkumu bylo zjištění pozitivních změn v oblasti dechového stereotypu u běžců. Ukazatele výkonnosti se zlepšily u dvou ze tří běžců, přičemž ventilační ukazatele zůstaly bez významných změn. Ze zjištěných výsledků nelze prokázat vliv změny dechového stereotypu na vytrvalostní výkonnost u běžců. Ovšem nelze jej ani vyloučit. Pro objasnění výsledků a zjištění nových poznatků je důležitá návaznost dalších výzkumů o větším rozsahu. Také je potřeba eliminovat chyby a upravit metodický postup výzkumu. V případě potvrzení pozitivních výsledků by bylo možné zahrnout nácvik dechových cvičení do běžeckého tréninku.

Klíčová slova

dýchání; dechový stereotyp; běžec; vytrvalost; výkon

Effect of correct breathing stereotype on performance in endurance runners

Abstract

The bachelor thesis provides insight into the issue of breathing stereotype and examines its effect on the performance in endurance runners. The theoretical part of the thesis contains two parts and collects knowledge related to the given issue. The first part focuses on breathing, breathing stereotype, physiology of the respiratory system and breathing control. The second part contains chapters about the history of running, kinesiology of running, running mechanics, running technique and breathing technique during running. The practical part deals with research aimed at improving the breathing stereotype in endurance runners through the intervention of breathing exercises and then determine the change effect of their endurance performance. The research group was consisted of 3 endurance runners aged 19 to 21 years. Their task was to complete training units prepared by me consisting of breathing exercises for 6 to 7 weeks. The evaluation was based on a comparison of the initial and final examination. Initial and final examinations includes kinesiological analysis, spirometric examination, stress spiroergometric examination, Stange's test and expiratory apnoeic pause test. The outcome of the research was the detection of positive changes in breathing stereotype in runners. Performance indicators improved in two of the three runners, while ventilation indicators remained without any significant changes. From the results, the effect of changing breathing stereotype on performance in endurance runners cannot be demonstrated. However, it cannot be excluded either. Further research on a larger scale is important to refine the results and identify new findings. It is also necessary to eliminate mistakes and adjust the methodological procedure of the research. If positive results are confirmed, breathing exercises could be incorporated into running training.

Key words

respiration; breathing stereotype; runner; endurance; performance

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Dýchací systém	9
2.1 Mechanika dýchání	9
2.1.1 Dechový stereotyp	12
2.1.2 Poruchy dechového stereotypu.....	13
2.2 Fyziologie dýchání	14
2.2.1 Zátěžová fyziologie dýchacího systému.....	16
2.2.2 Adaptační změny dechových funkcí	18
2.3 Řízení dýchání.....	19
3. Běh	21
3.1 Historie běhu	21
3.2 Kineziologie běhu	22
3.3. Biomechanika běhu	23
3.4 Technika běhu	25
3.5 Jak dýchat při běhu.....	26
4 Cíle práce a výzkumné otázky	28
4.1 Cíle práce	28
4.2 Výzkumné otázky.....	28
5. Metodika výzkumu	29
5.1 Výzkumný soubor	29
5.2 Průběh výzkumu.....	29
5.3.1 Anamnéza	30
5.3.2 Aspekce	31
5.3.3 Palpace.....	31
5.3.4 Vyšetření zkrácených svalů	31
5.3.5 Vyšetření pohyblivosti páteře	32

5.3.6 Antropometrie hrudníku	32
5.3.7 Brániční test, nitrobřišní tlak	32
5.4 Spirometrie, zátěžová spiroergometrie.....	33
5.5 Apnoická pauza, Stangeho zkouška	33
6. Výsledky	34
6.1 Kazuistika respondenta č. 1	34
6.2 Kazuistika respondenta č. 2.....	38
6.3 Kazuistika respondenta č. 3.....	42
7 Diskuze	46
8 Závěr	52
9 Seznam použitých zdrojů.....	53
10 Seznam příloh	58
10.1 Vzor informovaného souhlasu	58
10.2 Tréninkové jednotky	59
11 Seznam tabulek	61
12 Seznam použitých zkratk	62

1 Úvod

V mé bakalářské práci se snažím nahlédnout do problematiky dechového stereotypu a jeho vlivu na výkon u vytrvalostních běžců. Zvolené téma je mi velice blízké. Již přes deset let se aktivně věnuji běhání a jiným sportům. Čas od času dochází k situacím, kdy si jedinec chce otestovat svou výkonnost, ať už prostřednictvím závodu nebo obyčejného měřeného běhu. Mně osobně se několikrát stalo, že jsem nedosáhl výkonu, který bych byl býval očekával. Nejednou byl můj běžecký výkon limitován tím, že jsem nestačil s dechem. Z vlastní zkušenosti mohu říci, že nejsem jediný, kdo má takovou zkušenost. Ba naopak, problémy s dechem jsou u běžců poměrně časté a vůbec nemusí jít o běžeckou aktivitu spojenou s výkonem. To mě přivedlo k myšlence zaměřit se na dechový stereotyp u běžců.

Teoretická část mé práce obsahuje kapitoly týkající se dýchání a běhu. Dýchání je jednou z vitálních a zároveň tedy nepostradatelných funkcí živého organismu. Tato funkce je zprostředkována především autonomním nervovým systémem. Lze do ní však volně vstupovat a svůj dechový stereotyp po určitou dobu ovládat. V kapitole dýchací systém pojednávám o mechanice dýchání a zaměřil jsem se na dechový stereotyp včetně jeho poruch. Dále jsem se zabýval fyziologií dýchání, přičemž jsem neopomenul ani na zátěžovou fyziologii dýchacího systému. V poslední části této kapitoly jsem rozebral řízení dýchání. Běh patří spolu s chůzí mezi nejpřirozenější lokomoční aktivity člověka. Zatímco dříve byl běh nutným předpokladem pro přežití, dnes je spojován s volnočasovou aktivitou, zdravým životním stylem nebo závoděním. V kapitole o běhu jsem nastínil historii běhu. Dále jsem se věnoval kineziologii a mechanice běhu. Také jsem popsal základy běžecké techniky a nakonec jsem se pokusil odpovědět na otázku, jak dýchat při běhu.

Praktická část mé práce obsahuje výzkum spolu s popisem metodiky. Výzkumu se zúčastnila skupina tří vytrvalostních běžců. Ti měli v průběhu 6 až 7 týdnů vykonávat mnou připravené tréninkové jednotky. Cílem výzkumu bylo posoudit vliv intervence dechových cvičení na výkon. Zhodnocení výsledků proběhlo na základě porovnání vstupních a výstupních vyšetření zahrnující kineziologické rozbory a zátěžové spiroergometrické testování. Zvolená metodika výzkumu, výzkum a výsledky byly následně interpretovány v diskuzi.

2 Dýchací systém

Dýchací systém zprostředkovává výměnu plynů mezi vnějším prostředím a krví. Dále se podílí na fonaci, vylučování látek a regulaci acidobazické rovnováhy (Hudák a Kachlík, 2021). Z funkčního hlediska se dýchací systém sestává z dýchacích cest a odstavců plic (Dylevský, 2009b). Dýchací cesty dělíme na horní cesty dýchací (nosní dutina, hltan) a dolní cesty dýchací (hrtan, průdušnice, průdušky). Specifická stavba stěny dýchacích cest pak zabezpečuje jednak trvalý obousměrný průchod vzduchu, jednak plní funkci filtru (Dylevský, 2009b). V odstavcích plic (průdušinky, alveolární chodbičky, plicní sklípky) probíhá vlastní výměna plynů mezi plicními sklípky a krví (Dylevský, 2009b). Dylevský (2009b) upozorňuje na funkční provázanost dýchacího a oběhového systému. Z hlediska fyziologie a patofyziologie tedy tvoří jeden funkční celek kardiopulmonální.

Pro Kohlíkovou (2015) dýchací systém představuje plíce zajišťující výměnu plynů a pumpu zajišťující ventilaci plic. Pumpou je zamýšlena hrudní stěna, dýchací svaly a regulační centrum činnosti dýchacích svalů.

2.1 Mechanika dýchání

Výměna vzduchu mezi vnějším prostředím a prostorem plicních sklípků se označuje jako plicní ventilace (Žurková a Jakubec, 2021). Ta je uskutečňována dýchacími pohyby, které ovlivňují jak pohyby hrudníku, tak i pohyby páteře a podílejí se na posturální funkci (Véle, 2006). Na průběh dýchacích pohybů má vliv aference z oblasti hrudníku, páteře a také pánve (Véle, 2006). Důležité předpoklady pro dýchací pohyby a jejich realizaci představuje kostra hrudníku, její stavba, tvar a spoje jednotlivých kostí (Dylevský, 2009a). Astenický hrudník je typicky dlouhý s předozadním oploštěním a úzkými mezižeberními prostory. Tento typ hrudníku má dobrou ventilační výkonnost. Naopak u soudkovitého hrudníku s typickým horizontálním průběhem žeber a širokými mezižeberními prostory nelze kvalitní ventilační výkonnost očekávat (Dylevský, 2009a; Vyskotová, 2013b). Dylevský (2009a) také poukazuje na trojitě zakřivení žeber, které má velký význam pro kinetiku hrudníku.

Dýchací pohyby se obvykle dělí do tří sektorů (Véle, 2006):

- Dolní (břišní) sektor - zahrnuje oblast od bránice až po pánevní dno. Pohyby v tomto sektoru jsou nejvýraznější směrem dopředu, o něco méně výrazné laterálně a směrem dorzálním jsou jen malého rozsahu.
- Střední (dolní hrudní) sektor – oblast s rozmezím mezi bránicí a 5. hrudním obratlem. Také zde jsou viditelné pohyby zejména ve směru dopředu a laterálně.
- Horní (horní hrudní) sektor – oblast s rozmezím mezi 5. hrudním obratlem a dolní částí krční páteře. V horním sektoru jsou pohyby žebor převážně směru vertikálního a laterálního, ideálně však o výrazně menším rozsahu, než je tomu u spodních sektorů.

Zmíněné dělení na horní a dolní hrudní sektor je dáno především rozdílným pohybem žebor v těchto sektorech (Véle, 2006). Sklon dolních žebor je více vertikální, tudíž je pohyb vedený více směrem laterálním. Horní žebra jsou orientována spíše horizontálně a jejich pohyb tak směřuje více vzhůru (Véle, 2006). Platí, že mezižeborní prostory se při inspiriu zvětšují a při expiriu se naopak zmenšují (Véle, 2006).

Během dýchacích pohybů se neustále opakují dvě fáze a to konkrétně fáze inspirační (nádechová) a expirační (výdechová). Mezi fázemi jsou přechodné pauzy krátkého trvání - preinspirační a preexpirační (Véle, 2006; Vyskotová, 2013b). Nádechová fáze působí facilitačně na svalstvo posturálně lokomočního systému. Facilitaci lze podpořit apnoickou pauzou před výdechem (Véle, 2006). Výdechová fáze má opačný efekt. To znamená, že na svalstvo působí inhibičně. Taktéž platí, že relaxaci lze podpořit apnoickou pauzou před nádechem (Véle, 2006).

Počáteční fáze nádechu se odehrává v sektoru břišním. Dochází k aktivnímu snížení brániční klenby a důsledkem je postupný nárůst nitrobřišního tlaku s mírným vyklenutím břišní stěny (Véle, 2006). Vertikální pohyb bráničního středu (centrum tendineum) ve směru kaudálním je dán oporou, kterou brániční úpony mají v této fázi nádechu při žebrech (Čumpelík, 2017). Ve směru laterálním se postupně začínají rozvíjet dolní žebra, přičemž dochází k mírné extenzi páteře. Hrudní dutina se tedy postupně zvětšuje (Véle, 2006). Vlivem stále zvyšujícího se nitrobřišního tlaku dochází ke stabilizaci bederní páteře a vertikální pohyb bránice směrem kaudálním se zpomalí (Véle, 2006). Na zvýšení tohoto tlaku spolupracují bránice, m. transversus abdominis

včetně dalších svalů břišní stěny a v neposlední řadě i svaly pánevního dna podpírající útroby (Véle, 2006). Další fáze nádechu pokračuje v dolním hrudním sektoru (Véle, 2006). Opora bránice již není na žebrech, nýbrž v oblasti centra tendinea. Rotační pohyb žeber ve skloubeních s páteří a hrudní kostí je tím pádem umožněn a výsledkem je trojrozměrné rozšíření hrudníku (Čumpelík, 2017). V končené fázi nádechu se pohyb rozšiřuje do horního hrudního sektoru, kde je pohyb žeber vertikální ve směru kraniálním (Véle, 2006). Podle Véleho (2016) nemá docházet k přílišnému pohybu hrudní kosti směrem dopředu z důvodu optimální stabilizace hrudníku a ramenního pletence.

Průběh výdechové fáze je podobný fázi nádechové. To znamená, že výdech začíná v dolním sektoru, pokračuje přes střední sektor a končí v horním sektoru (Véle, 2006). Kolář (2021) však zmiňuje, že postupy u výdechu se mohou lišit. Stejně pořadí může být zachováno, ovšem opačné pořadí nevylučuje. Každopádně platí, že dochází k původnímu vyklenutí bránice ve směru kraniálním a zmenšení hrudní dutiny. Následně se vzduch dostává ven z plic (Véle, 2006).

Svaly zajišťující dýchací pohyby pracují jako jeden funkční celek (Vyskotová, 2013b). Faktory určující sílu dýchacích svalů potřebnou pro ventilaci plic, jsou odpor v dýchacích cestách a poddajnost hrudníku a plic (Žurková a Jakubec, 2021). Z pohledu funkční anatomie se však dýchací svaly dělí na inspirační a expirační (Smolíková, 2009; Véle, 2006). Je důležité podotknout, že toto dělení je nutno brát s určitým nadhledem, neboť svaly inspirační spolu se svaly expiračními fungují ve vzájemné spolupráci a koaktivaci (Smolíková, 2009; Véle, 2006).

- **Primárními inspiračními svaly** jsou bránice, mm. intercostales externi a mm. levator costarum (Smolíková, 2009; Véle, 2006). Samotná bránice se podílí až ze 2/3 na výměně vzduchu v plicích (Smolíková, 2009). Dylevský (2009b) popisuje synergický vztah bránice se zevními mezižebními svaly a tvrdí, že při ztrátě brániční funkce nemají zevní mezižební svaly schopnost plnit její výkon při nádechu.
- **Primární expirační svaly** zahrnují mm. intercostales interni a m. sternocostalis. Tyto svaly se aktivují převážně při výdechu nosem. Jinak se jim nepřikládá příliš velký význam, poněvadž je výdech považován především za pasivní děj (Véle, 2006).

- **Aksesorní inspirační** (mm. scaleni, mm. pectorales apod.) a **expirační svaly** (svaly stěny břišní, svaly pánevního dna apod.) tvoří početnou skupinu svalů zapojujících se do funkce zejména při forsírovaném dýchání. V určité míře se uplatňují i při dýchání nosem (Véle, 2006). Pokud jedinec dýchá dlouhodobě ústy, to znamená s minimálním odporem v dýchacích cestách, projeví se to na jeho držení těla, protože právě aksesorní svaly mají tendenci ochabovat (Véle, 2006).

2.1.1 Dechový stereotyp

Správná posloupnost dechových pohybů, tzv. dechová vlna, byla zmíněna v minulé kapitole. Zatímco u nádechu se postupuje od dolního sektoru směrem k hornímu, u výdechu může být směr odlišný (Kolář, 2021). Kolář (2021) popisuje základní principy správného dechového stereotypu. Za důležitý považuje nezávislý pohyb hrudníku (vlastní pohyb žeber) na pohyb páteře. Při správném provedení se má hrudní kost pohybovat v předozadním směru, ne však nahoru. Rozšiřování břišní a hrudní dutiny by mělo mít podobu kompaktního válce. Pro správné fungování je zapotřebí udržet vzájemnou pozici pánevního dna, bránice a dolní čelisti, aby jejich středy byly propojeny. Neméně významnou roli hraje řízená relaxace svalů stěny břišní, pánevního dna a svalů upínajících se na hrudník, což umožňuje rozšíření břišní dutiny do všech směrů (Kolář, 2021).

Maximálně ekonomický stereotyp zahrnující minimální požadavky na svalovou sílu je důležitý pro hluboký nádech a využití plicní kapacity (Kolář, 2021). Patrick McKeown (2021) poukazuje na rozdílnou interpretaci hlubokého nádechu v populaci. Hluboký nádech pro značnou část lidí představuje nádech o velkém objemu vzduchu do hrudníku. Takový nádech je obvykle proveden ústy, je hlasitý, velký, mělký a značně neefektivní. Správná interpretace hlubokého nádechu znamená nádech do plné hloubky plic při správném zapojení bránice. Provedení tohoto nádechu je typicky skrze nos, je tiché a klidné, bez výrazných pohybů (McKeown, 2021). Pro sportovce může chybný dechový stereotyp znamenat únavu dýchacích svalů projevující se dušností a to následně značně limituje sportovní výkon (Kolář, 2021).

Na velký význam dýchání nosem oproti dýchání ústy poukazují Patrick McKeown (2021) a James Nestor (2021). Dýchání ústy stimuluje aktivitu horního hrudního

sektoru, naopak dýchání nosem stimuluje břišní sektor (McKeown, 2021). Dýchání ústy se vyskytuje zhruba u poloviny populace. Častější výskyt je u dětí a u žen (Nestor, 2021). Tento návyk je však příčinou strukturálních změn čelisti a dýchacích cest (Harari et al, 2010; Harvold et al, 1981; Grippaudo et al, 2016). Při dýchání ústy je odpor v dýchacích cestách minimální, přičemž dochází k postupnému ochabování některých dýchacích svalů, což se následně odráží v držení těla (Véle, 2006). Mezi další negativní dopady patří výrazné zvýšení rizika chrápání a spánkové apnoe, vyšší dehydratace (zejména v noci), změna bakteriální mikroflóry v ústech apod. (McKeown, 2021). McKeown (2021) radí nos mezi nejdůležitější orgány. Vzduch je zde zbavován nečistot a bakterií, dále je také ohříván a zvlhčován (McKeown, 2021). Krom toho se z nosních dutin při nádechu uvolňuje značné množství oxidu dusnatého. Ten se podílí na rozšíření hladké svaloviny. Významným způsobem tak ovlivňuje krevní oběh, dýchací systém, funkci imunitního systému, erekci a další (McKeown, 2021; Nestor, 2021). Véle (2006) připomíná, že dýchání ústy není za běžných podmínek fyziologické a mělo by nastat pouze při zvýšených metabolických nárocích organismu.

2.1.2 Poruchy dechového stereotypu

Nadměrné dýchání a s tím související abnormální dechové vzory označujeme jako dysfunkční dýchání. Taktéž sem řadíme dlouhodobé nebo opakující se změny dýchacího modelu nespádající pod konkrétní lékařskou diagnózu (Malátová et al, 2017). Poruchy dechového stereotypu působí na celý organismus a mohou vznikat na podkladě fyziologických, psychologických nebo biomechanických změn (Malátová et al, 2017). Faktorů, jež mohou být příčinou vyvolávající nebo udržující poruchy dýchání, je celá řada (Malátová et al, 2017). Nestrukturálními příčinami poruch dechového stereotypu jsou svalové dysbalance. Svalová dysbalance je funkční poruchou, která vzniká na podkladě svalové nerovnováhy (Malátová et al, 2017). Častými příčinami vzniku dysfunkčního dýchání jsou deformity hrudního koše, nejčastěji skolióza nebo kyfoskolióza. Ty vznikají buďto z neznámých příčin v dětství, nebo působením faktorů, jako je jednostranná zátěž, onemocnění, inaktivita apod. (Malátová et al, 2017). Stlačení hrudníku a s tím spojené omezení pohyblivosti žeber v důsledku chabého držení těla rovněž ovlivňuje dechový vzor, jelikož držení těla a dýchání se vzájemně ovlivňují (Malátová et al, 2017). Mezi početnou skupinu faktorů se řadí faktory psychologické. Patří sem například stres, úzkosti, potlačované emoce, vztek a podobně. V neposlední

řadě mají na poruchy dechového stereotypu vliv faktory, jako jsou plicní onemocnění, alergie, životospráva a vlivy zevního prostředí (Malátová et al, 2017).

Velká část populace dýchá více, než lidské tělo potřebuje (McKeown, 2021; Nestor, 2021). Pro hyperventilaci je charakteristické zrychlené hrudní dýchání, které však nevyužívá plné plicní kapacity a zároveň dochází ke ztrátám oxidu uhličitého (McKeown, 2021). Při dlouhodobém nadměrném dýchání (například v důsledku chronického stresu) se respirační centrum adaptuje na nižší hladinu oxidu uhličitého a stanoví novou toleranční hranici. Pokud následně jedinec tuto hranici překročí, respirační centrum bude stimulovat jeho dýchací svaly k činnosti. Takto funguje princip vzniku chronického nadměrného dýchání (McKeown, 2021). Této problematice se v minulosti intenzivně věnoval Buteyko, jenž pozoroval dýchání u pacientů s astmatem, hypertenzí a jinými nemocemi. Domníval se, že právě chronické nadměrné dýchání bylo příčinou vzniku části chronických onemocnění (Nestor, 2021). Jeho léčebná metoda spočívala v řízené hypoventilaci a zadržování dechu s cílem normalizovat hladinu oxidu uhličitého (Malátová et al, 2017).

Mezi nejčastější příznaky poruchy dechového stereotypu patří respirační omezení zahrnující dušnost, neschopnost hlubokého nádechu, časté zívání a bolesti na hrudi (Malátová et al, 2017). Dalšími provázejícími příznaky mohou být žaludeční problémy, stavy závratí, změny vidění a únavnost. Poruchy se rovněž mohou projevit neurologickými, trávicími, psychologickými nebo myoskeletálními změnami (Malátová et al, 2017).

2.2 Fyziologie dýchání

Dýchání patří mezi vitální funkce (Kittnar a Mlček, 2021) a představuje proces výměny plynů mezi vnějším okolím, krví a buňkami organismu (Bahenský et al, 2021). Ztráta této funkce znamená vznik ireverzibilních změn s následnou smrtí (Kittnar a Mlček, 2021). Dýchání z funkčního pohledu zahrnuje tři na sebe navazující děje a to konkrétně zevní dýchání (ventilace), transport dýchacích plynů a vnitřní dýchání (respirace), (Dylevský, 2019). Pro správnou funkčnost je důležité spolupůsobení dýchacího a oběhového systému. Narušení jednoho ze zmíněných systémů pak znamená dysfunkci systému druhého (Dylevský, 2019). Vzduch, který vdechujeme (tj. atmosférický), se skládá ze směsi plynů. Největší zastoupení má dusík (78 %) a kyslík (21 %). Nepatrné

množství činí inertní plyny a oxid uhličitý (Kittnar a Mlček, 2021). Právě kyslík a oxid uhličitý jsou označovány za dýchací plyny. Kyslík hraje klíčovou roli v získávání energie prostřednictvím metabolických reakcí (Žurková a Jakubec, 2021). Oxid uhličitý vzniká jako výstupní produkt metabolismu a díky svým vlastnostem ho tělo zvládne snáze vyloučit (Kittnar a Mlček, 2021).

Výměna plynů mezi vnějším prostředím a krví probíhající v plicích se označuje jako **zevní dýchání** (Dylevský, 2019). Plíce se nachází uvnitř hrudní dutiny a spolu s hrudníkem utváří uzavřený systém (Malátová et al, 2017). Obě struktury jsou elastické (Kohlíková, 2015; Malátová et al, 2017; Žurková a Jakubec, 2021). Poplicnice pokrývá plicní povrch a pohrudnice vnitřní povrch hrudníku. Intrapleurální prostor mezi oběma vrstvami je vyplněn tekutinou (Malátová et al, 2017; Žurková a Jakubec, 2021). Význam tekutiny tkví v tom, že zabezpečuje přitažlivost těchto vrstev. Díky tomu pak objem plic může následovat změny objemu hrudníku (Malátová et al, 2017). V intrapleurálním prostoru je negativní tlak (podtlak) vznikající na podkladě působení protichůdných sil. Jednu sílu představuje retrakční síla plic, druhou silou je pružnost hrudníku spolu s činností dýchacích svalů (Žurková a Jakubec, 2021). Žurková a Jakubec (2021) přirovnávají dýchací systém k sacímu čerpadlu. Vzduch proudí v dýchacích cestách ve směru tlakového gradientu a plicní ventilace tak funguje na principu nerovnováhy mezi atmosférickým a intrapulmonálním tlakem (Malátová et al, 2017). Během nádechu dochází k roztahování hrudníku, přičemž intrapulmonální tlak (tlak v plicích) se snižuje a vzduch je vháněn do plic (Žurková a Jakubec, 2021). Výdech je dějem opačným. Působením retrakční síly se intrapulmonální tlak oproti atmosférickému tlaku zvyšuje a vzduch proudí ven z plic (Žurková a Jakubec, 2021).

Distribuce vzduchu je míněna jako převod vzduchu prostřednictvím dýchacích cest k plicním sklípkům (Bahenský et al, 2021). Žurková a Jakubec (2021) uvádí, že v horních lalocích plic dochází k lepší ventilaci. Cirkulaci krve zabezpečující přenos dýchacích plynů v plicních kapilárách označuje pojem **perfuze** (Bahenský et al, 2021). Prokrvení dolních plicních laloků je větší (McKeown, 2021; Žurková a Jakubec, 2021). To je podle McKeowna (2021) důvodem, proč je při nadměrném hrudním dýchání limitováno množství kyslíku, které lze přijmout. Plícemi prochází dva krevní oběhy. Velký krevní oběh přivádí okysličenou krev do plic a plní tak nutritivní funkci. Naopak malý krevní oběh přivádí do plic odkysličenou krev (Bahenský et al, 2021). Transport dýchacích plynů (kyslík a oxid uhličitý) přes membránu plicních sklípků se uskutečňuje

difuzí (Bahenský et al, 2021; Dylevský, 2019). Difuze je pasivním typem transportu a v plicích funguje na principu rozdílného parciálního tlaku kyslíku v krvi plicních kapilár a plicních sklípků (Dylevský, 2019). Parciální tlak kyslíku je v plicních sklípcích vysoký, zatímco v krvi je naopak nízký (Bahenský et al, 2021). Molekuly dýchacích plynů přechází při difuzi jednak přes stěnu plicního sklípku, jednak přes stěnu krevní kapiláry a také přes cytoplazmatickou membránu červené krvinky (Dylevský, 2019). Difuzi v neposlední řadě ovlivňuje i velikost difuzní plochy a doba kontaktu protékající krve se vzduchem v plicním sklípku (Dylevský, 2019).

Krev plní funkci oboustranného transportu dýchacích plynů mezi plicním povrchem a tkáněmi (Dylevský, 2019). Kyslík je přenášen zejména do tkání, zatímco oxid uhličitý spolu s vodou jsou z tkání odváděny do plic. Kyslík je vázán na železo bílkoviny hemoglobin. Malé množství kyslíku je pak rozpuštěné v krevní plazmě. Ze vzniklé sloučeniny oxihemoglobinu se kyslík snadno uvolňuje ve tkáních (Dylevský, 2019). Dylevský (2019) poukazuje na vzájemnou korelaci kyslíku s oxidem uhličitým. Pakliže se zvyšuje množství oxidu uhličitého v krvi, zvyšuje se také množství kyslíku uvolňovaného do tkání. Pokud dochází k poklesu kyslíku v krvi, pak je oxid uhličitý vázán krví ve větším množství.

Vnitřní dýchání probíhá mezi krví a tkáněmi (Žurková a Jakubec, 2021), přičemž konkrétní oxidoredukční procesy se dějí v mitochondriích buněk (Kittnar a Mlček, 2021). Cílem tohoto dýchání je uvolňování energie. Tu lze získat i anaerobním způsobem, ten je však při velikosti lidského těla značně neefektivní. Jako odpadní produkt vzniká laktát, jehož eliminace není díky jeho vlastnostem snadná (Kittnar a Mlček, 2021). Kittnar a Mlček (2021) uvádí, že dýcháme pro výhodnější „odpadové hospodářství“.

2.2.1 Zátěžová fyziologie dýchacího systému

Při fyzickém zatížení je nutné pokrýt metabolické potřeby organismu. S tím se pojí vyšší výměna plynů v podobě odpovídající dodávky kyslíku tkáním se současným vyloučením oxidu uhličitého (Bahenský et al, 2021). Změny dýchání jsou přítomné již v **předstartovním stavu**. Může za to vyšší dráždivost centrálního nervového systému způsobená různými druhy emocí jako například stresu. U trénovaných sportovců působí

zejména podmíněné reflexy získané dlouhodobým opakováním tréninků a závodů (Bahenský et al, 2021).

Pro začátek výkonu jsou charakteristické dvě fáze. První fází je **fáze iniciální** (30–40 sekund) zahrnující rychlé změny. Následuje ji **fáze přechodná** s pomalejšími změnami, kterými jsou optimalizovány metabolické nároky svalů (Bartůňková, 2013). Při déle trvajícím výkonu nad 40 až 60 sekund se mohou objevit projevy **mrtvého bodu**. Tento stav se objevuje v momentě změny z anaerobního metabolismu na aerobní a vzniká na podkladě nerovnováhy funkcí různých orgánů podílejících se na pohybové činnosti za současného narušení vnitřního prostředí. Rychlost nástupu je dána intenzitou zátěže (Bartůňková, 2013). Heller (2007) popisuje mrtvý bod jako vrchol vyskytujících se obtíží. Objektivně lze zjistit snížení výkonu, zhoršenou koordinaci a změny v činnosti kardiopulmonálního systému (Bahenský et al, 2021). Mělké dýchání o vyšší dechové frekvenci znamená zhoršenou ekonomiku dýchání. Výsledkem je nižší spotřeba kyslíku, kterou se organismus snaží kompenzovat vyšším krevním tlakem a vyšší srdeční frekvencí (Bartůňková, 2013). Mezi subjektivní příznaky patří dušnost, bušení srdce, pocity svírání na hrudi nebo bolesti hlavy. Náhle vzniklá metabolická acidóza způsobuje nepříjemné změny ve svazech, jako například slabost, tuhnutí svalů nebo píchání v boku (Bartůňková, 2013). Podle Hellera (2007) lze tuto krizi ovlivnit rozcvičením a vyšší trénovaností. Při zdolání obtíží a pokračování ve výkonu nastává tzv. **druhý dech**. Organismus optimalizuje metabolické funkce s nároky výkonu za vymizení nepříjemných pocitů (Heller, 2007) a dýchání je opět ekonomické (Bartůňková, 2013). V dalším průběhu výkonu nastává **pravý setrvalý stav**. Jedná se o rovnovážný stav metabolických reakcí umožňující vykonávat pohybovou aktivitu po delší dobu (Bartůňková, 2013). Anaerobní práh představuje nejvyšší možnou intenzitu zátěže, při které může jedinec dlouhodobě vykonávat danou aktivitu (Bartůňková, 2013). Tento stav však není možné udržovat natrvalo a po určité době dochází k opětovné nerovnováze mezi nároky výkonu a možnostmi organismu (Heller, 2007). Aerobní metabolismus tak přechází do anaerobního metabolismu (Bahenský et al, 2021). Uplatňují se zde mobilizační mechanismy, přičemž při neschopnosti pokračovat ve výkonu na kyslíkový dluh musí jedinec snížit intenzitu zátěže, popřípadě výkon ukončit. Vzniklý popisovaný stav se nazývá jako **nepravý setrvalý stav** (Bartůňková, 2013).

Během fyzické aktivity dochází ke zlepšení mechaniky dýchání (Bartůňková, 2013). Bránice má na plicní ventilaci vysoký podíl i za klidových podmínek. Ovšem při fyzické aktivitě se její podíl navyšuje (Bartůňková, 2013). U stupňované zátěže se dýchání přesouvá do inspirační polohy (Bahenský et al, 2021). Před dosažením určité hranice dechové frekvence není potřeba zapojení výdechových svalů a dýchání tak vyžaduje minimální energetické nároky. Zvýšením intenzity zátěže nastává rovněž zvýšení dechového objemu, přičemž je potřeba zkrátit čas pro výdech. Navýšení dechového objemu se děje z expiračního rezervního objemu prostřednictvím zapojení výdechových svalů. Výsledkem je vynaložení většího množství energie. Prohloubené dýchání o nižší frekvenci je, co se úspory energie týče, efektivnější (Bahenský et al, 2021). Bartůňková (2013) upozorňuje na důležitost pozornosti a volné kontroly pro správné dýchání.

V průběhu fyzické zátěže se aktivitou sympatiku zvyšuje průsvit bronchů a tím pádem i průchodnost dýchacích cest (Bahenský et al, 2021). Aktivitou bránice, ale i mezižeberních a dalších pomocných svalů se zlepšuje distribuce dýchacích plynů v plicích (Bartůňková, 2013). Dále se zvyšuje perfuze plic a difuze plynů. Bartůňková (2013) udává 2-3x vyšší difuzi při fyzickém zatížení než za klidových podmínek. To je umožněno mechanismy zvětšujícími dýchací plochu se současným zmenšením fyziologického mrtvého prostoru (Bartůňková, 2013). Taktéž transport dýchacích plynů se během zatížení mění. Množství kyslíku i oxidu uhličitého je v arteriální krvi beze změn a to jak při zátěži, tak v klidových podmínkách. Ve venózní krvi však dochází ke změnám. Zatímco množství kyslíku ve venózní krvi klesá, množství oxidu uhličitého stoupá (Bartůňková, 2013).

2.2.2 Adaptační změny dechových funkcí

Adaptace patří mezi základní projevy života uplatňující se při působení vnějších faktorů (Máček a Radvanský, 2009). Výsledkem dlouhodobého zatěžování je vznik adaptačních změn (Bahenský et al, 2021) a to hned na úrovni několika systémů (Máček a Radvanský, 2009). Vytrvalostní aerobní trénink je podle Bartůňkové (2013) aktivitou, po níž dochází k největším změnám v dýchacích parametrech. Dochází jednak k lepší ekonomice dýchání, jednak ke zvýšení ventilačně-respiračních hodnot (Bartůňková, 2013).

Lepší ekonomika dýchání spočívá v dýchání o nižší frekvenci při vyšším dechovém objemu. Při běžné intenzitě zatížení je minutová ventilace nižší. Vlivem vyšší pohyblivosti bránice se zlepšuje také mechanika dýchání. Dalšími pozitivními adaptačními změnami jsou lepší perfuze, distribuce vzduchu v plicích, difuze dýchacích plynů a utilizace kyslíku. Lepší ekonomika dýchání zahrnuje v neposlední řadě rychlejší nástup rovnovážného setrvalého stavu během vyšší intenzity zátěže a redukci či úplné vymizení projevu mrtvého bodu (Bahenský et al, 2021; Bartůňková, 2013).

Vyšší výkonnost představuje dosažení anaerobního prahu při vyšší intenzitě zátěže za vyšší spotřeby kyslíku. Dále ji také charakterizuje vyšší minutová ventilace, vyšší vitální kapacita a větší kyslíkový dluh (Bartůňková, 2013). Nejvýznamnější adaptační změnou je podle Bartůňkové (2013) vyšší maximální spotřeba kyslíku, která je kombinací hned několika adaptačních změn týkajících se různých úrovní. Spadá sem vazba kyslíku na hemoglobin, jeho přenos transportním systémem, uvolnění kyslíku z vazby s hemoglobinem včetně jeho přestupu do tkání (Bartůňková, 2013).

2.3 Řízení dýchání

Dýchání je procesem automatickým, probíhajícím mimovolně (Bahenský et al, 2021). Vitální centra, tj. kardiovaskulární a respirační, jsou umístěna v retikulární formaci mozkového kmene (Králíček, 2002). Kolář (2021) popisuje řízení dýchání prostřednictvím centrálního nervového systému ve třech patrech.

První patro znázorňuje řízení rytmického střídání nádechu a výdechu na nevědomé úrovni dějící se souhrou několika buněk v prodloužené míše (Kolář, 2021). Navzájem se zde liší dvě skupiny buněk. Jedna skupina představuje inspirační neurony zapojující se při nádechu, zatímco druhá skupina expirační neurony zapojující se při výdechu (Bahenský et al, 2021). Aktivita těchto neuronů je závislá na zpracování několika informací z receptorů, které vnímají koncentraci plynů v tepenné krvi, roztažení plic, pH krve atd. a neurony následně vydávají vzruchové podněty k dýchacím svalům (Kolář, 2021). Centrální receptory uložené v prodloužené míše vykazují citlivost na $p\text{CO}_2$ a reagují na zvýšenou koncentraci oxidu uhličitého. Periferní receptory v arteriích jsou naopak citlivé při nízké koncentraci kyslíku a reagují na hypoxii (Bartůňková, 2013). Rytmičné střídání dýchacích pohybů tak odpovídá průběžnému stavu vnitřního prostředí (Kolář, 2021).

Druhé patro řízení tvoří oblast podvědomí, kde působením různých situací a podnětů dochází k vybudování a upevnění osobitého způsobu dýchání. Jedná se o plně zautomatizovanou funkci nazývanou jako dechový stereotyp (Kolář, 2021). Ze stereotypu lze vypožorovat aktuální emocionální ladění jedince, případná onemocnění atd. (Kolář, 2021).

Třetí patro řízení ovládá vědomí prostřednictvím mozkové kůry. Volním úsilím tedy lze zasáhnout do dechového stereotypu a ovládat ho. Jedinec má možnost měnit lokalizaci dechu, jeho rychlost, hloubku nebo zadržení (Kolář, 2021). Pomocí specifických dechových cvičení je možné částečně vstupovat do autonomních procesů (které jsou běžně ovládány mimovolně) jako je tomu u autogenního tréninku nebo jógy (Véle, 2006). Automatické a volní řízení jsou však oddělené (Bahenský et al, 2021; Králíček, 2002). Vlastním úsilím je možné dýchání ovládat pouze do doby, dokud nedojde k narušení vnitřního prostředí organismu. Pak řízení nad dýcháním přebírá autonomní systém (Slavíková a Švíglerová, 2012).

3. Běh

Běh je přirozený, plně automatizovaný lokomoční pohyb cyklického charakteru. Základní pohybovou strukturou tohoto cyklu je běžecký dvojkrok (Vyskotová, 2013a). Běh se od chůze liší především absencí dvouoporové fáze, tudíž tělo běžce po určitou dobu ztrácí kontakt s opornou bází (Véle, 2006). Doba, při níž je běžec bez kontaktu s povrchem se označuje jako fáze letová (Tvrzník et al., 2006). Typický je dopředný směr pohybu s tendencí dopadu směrem k povrchu (Véle, 2006).

3.1 Historie běhu

Běžecké schopnosti lidí byly uplatňovány již v dávné minulosti. Byl to jeden z prostředků, díky němuž bylo možné získat potravu nebo utéct před hrozícím nebezpečím. Nejpomalejší jedinci obvykle zahynuli (Puleo a Milroy, 2014).

V období antiky na území starověkého Řecka a Říma probíhala tělesná cvičení zejména za účelem přípravy na vojenskou službu. Cvičení obvykle zahrnovala běhy, skoky, plavání, hody oštěpem a hody diskem (Kašpar, 2007). V Řecku byly rovněž pořádány starověké olympijské hry. První disciplínou her byl běh na jedno stadium. Postupně přibývaly další běžecké disciplíny (Kašpar, 2007).

Anglii se přisuzuje velká role v oblasti rozvoje vytrvalostního běhu v 18. a 19. století (Bahenský, 2021). Tamější běžci byli využíváni jako doručovatelé zpráv. Vznikaly zde také první atletické závody. To nakonec inspirovalo celý svět (Bahenský, 2021). Na Evropském kontinentu byly zakládány první atletické kluby (Tvrzník et al, 2006).

Ve 20. století došlo k výraznému rozvoji metodiky tréninku. Vznikají nové metodiky, jako je například fartlek (hra s rychlostí) nebo intervalový trénink. (Tvrzník et al, 2006). Výrazným milníkem pro rozvoj vytrvalostní výkonosti byl pobyt a trénink ve vysokých nadmořských výškách. Ostatně to se prokázalo v roce 1968 na Olympijských hrách v Mexiku (Bahenský, 2021; Tvrzník et al, 2006).

Puleo a Milroy (2014) zmiňují důležitost vzájemného vztahu vědy a běhu. Testováním běžců mohla být zkoumána fyziologie zátěže, což přineslo nové poznatky a pokroky v mnoha lékařských oborech. Naopak běžci mohli rozvíjet své schopnosti díky novým poznatkům vědy (Puleo a Milroy, 2014).

3.2 Kineziologie běhu

Základní pohybová struktura při běhu, která se neustále cyklicky opakuje, se nazývá běžecký dvojkrok (Vyskotová, 2013a). Základním prvkem krokového cyklu je běžecký krok (Tvrzník et al., 2006). V něm se dolní končetina nachází buď ve švihové, nebo oporné fázi. Švihová fáze je časově delší než oporná fáze (Véle, 2006; Vyskotová, 2013a). Oporná fáze tvoří kolem 40 % krokového cyklu, přičemž toto číslo u špičkových běžců představuje ještě menší procentuální hodnotu (Puleo a Milroy, 2014). Švihová fáze zahrnuje zdvih končetiny, švihový obrat a dopad. Oporná fáze se sestává z dokroku, střední fáze opory a odrazu chodidla (Puleo a Milroy, 2014).

Charakteristickým znakem pro běh je přítomnost letové fáze, která nastává v okamžiku, kdy běžec ztrácí kontakt s povrchem. Běžecký krok je tak z praktického hlediska skokem, ovšem v odborné terminologii tomu tak není (Tvrzník et al., 2006). Běžecký krok je díky kinogramu možné rozdělit do následujících fází (Tvrzník et al., 2006):

Aktivní oporová fáze – běžec má kontakt s povrchem a odráží se do následujícího kroku (Tvrzník et al., 2006). Začátek této fáze je v tzv. momentu vertikály. To je okamžik, kdy se těžiště běžce nachází nad středem oporné nohy. (Tvrzník et al., 2006). Paže pracují ve zkříženém vzoru, jako je tomu u chůze (Tvrzník et al., 2006). Pohyb páteře je torzního charakteru se současným přemístěním trupu ke straně oporné dolní končetiny (Vyskotová, 2013a). Dochází k extenzi v kolenním kloubu oporné dolní končetiny, přičemž se těžiště běžce začíná zdvihat. Flexi v kyčelním kloubu střídá extenze a dorzální flexi v hlezenním kloubu plantární flexe (Véle, 2006). Oporová fáze končí odrazem chodidla a opuštěním povrchu (Tvrzník et al., 2006).

Letová fáze – navazuje na aktivní oporovou fázi a nastává v okamžiku, kdy běžec ztrácí kontakt s povrchem (Tvrzník et al., 2006). Švihová (přední) dolní končetina provede energické vykopnutí bérce vpřed s následnou aktivní přípravou na dopad (Tvrzník a Gerych, 2014). U odrazové dolní končetiny dochází k flexi v kolenním kloubu a následuje složení bérce pod stehno (Tvrzník et al., 2006). Letová fáze končí došlapem, tedy kontaktem dolní končetiny s povrchem (Tvrzník et al., 2006).

Pasivní oporová fáze - během dopadu dochází k poklesu těžiště těla. Pokles těžiště je výraznější u techniky dokroku přes patu, než přes špičku (Tvrzník a Gerych, 2014). Úhel v kolenním kloubu se při dopadu s ohledem na rychlost běžce pohybuje v rozmezí

10 až 20 stupňů. Důležitou roli při tlumení dopadu hraje systém hlezno-koleno-kyčel (Tvrzník et al., 2006). Na tlumení dopadu mají rovněž velký vliv svaly pracující v excentrické kontrakci. Jmenovitě především m. gluteus maximus, m. quadriceps femoris a m. triceps surae (Tvrzník a Gerych, 2014).

Pro běh jsou nejdůležitější svaly, které vykonávají jednak extenzi dolních končetin v kyčelním, kolenním a hlezenním kloubu (tzn. odraz), jednak flexi dolních končetin v kloubu kyčelním a kolenním (tzn. švih), (Slažanský, 2018). Přestože se na rychlosti nejvýznamněji podílí mohutné svalové skupiny, pro správnou techniku běhu je potřeba zapojit i menší svaly (Slažanský, 2018).

Pohyby v kloubech dolních končetin jsou při běhu totožné jako při chůzi. Rozdílem oproti chůzi je však využití většího kloubního rozsahu s vyšší pohybovou rychlostí. Následkem je zvýšené působení setrvačné síly a zvýšení nároků na svalovou koordinaci (Slažanský, 2018).

3.3. Biomechanika běhu

Cílem běhu z pohledu biomechaniky je přesun těžiště po dané dráze v co nejkratším časovém úseku (Valter a Nosek, 2007). Běžcovo těžiště při běhu opisuje křivku podobnou sinusoidě (vertikální výchylky). Zároveň je tato křivka prostorová (horizontální výchylky), neboť odrazem z jedné dolní končetiny vzniká rotační impulz (Slažanský, 2018). Nejnížší poloha těžiště těla se nachází v momentě vertikály, nejvyšší poloha je uprostřed letové fáze (Slažanský, 2018). Snahou běžce je minimalizace vertikální a horizontální výchylky vlastního centrálního těžiště prostřednictvím správné běžecké techniky (Valter a Nosek, 2007). Měkkým došlapem a odrazem kupředu se běžci snaží mírnit vertikální výchylky těžiště (Slažanský, 2018). U běžců se správnou technikou běhu jsou horizontální výchylky těžiště minimální (Slažanský, 2018).

Biomechanické zásady uplatňující se při běhu (Valter a Nosek, 2007; Slažanský 2018):

- Pevnost podložky musí být tak velká, aby byla co nejméně deformována reakční silou.
- Místo působení odrazové síly musí být co nejbližší k těžišti. Nesplnění této zásady způsobí rotační impulz a výsledná hnací síla je snížena.
- Optimální úhel odrazu je důležitý pro minimalizaci vertikální výchylky těžiště. Pokud je úhel vzletu příliš velký, výsledkem jsou značné vertikální výchylky

těžiště vedoucí k neefektivnímu využití hnacích sil. Platí, čím je běh rychlejší, tím ostřejší je úhel odrazu.

- Odraz, který je mimo rovinu běhu, ovlivňuje horizontální výchylku.
- Důležitou roli hraje dokrok, který musí být optimální vzhledem k těžnici. Brzdící účinek vzniká při dokroku před svislicí spuštěné z těžiště těla. Běžec by se tedy měl snažit o dokrok co nejbliže k těžnici.

Pákové a svalové systémy běžce představující vnitřní síly a jejich spolupůsobení s vnějšími silami umožňuje schopnost běhu. Mezi zevní síly řadíme tření, pevnost podložky, odpor prostředí (např. vítr), gravitaci a odstředivou sílu při běhu v zatáčce (Valter a Nosek, 2007; Slažanský, 2018).

Z hlediska techniky se rozlišují dva způsoby běhu – šlapavý a švihový (Valter a Nosek, 2007; Slažanský, 2018). Šlapavý způsob běhu se využívá především při akceleraci, zatímco účelem švihového běhu je udržení získané rychlosti (Valter a Nosek, 2007).

Při šlapavém způsobu běhu probíhá došlap až za svislou těžnicí. Z toho vyplývá, že běh je uskutečňován po špičkách a chybí zde odvíjení chodidla. Tělo zaujímá značný náklon vpřed. Dochází ke změnám ve frekvenci kroků, která se zrychluje a v délce kroku, která se prodlužuje. Důsledkem šlapavého běhu je velká energetická spotřeba pro neustálou a usilovnou práci svalů (Valter a Nosek, 2007; Slažanský, 2018).

Při švihovém způsobu běhu probíhá došlap před těžnicí. Dochází tudíž k odvíjení chodidla a tzv. dvojité práci kotníků. Trup je ve vzpřímeném postavení s dopřednou tendencí pohybu. Délka a frekvence kroku se nemění. Pohybu pomáhá setrvačnost a svaly nemusí pracovat nepřetržitě. (Valter a Nosek, 2007; Slažanský, 2018).

Rychlost běhu je dána odrazovou složkou rychlosti a setrvačnou složkou rychlosti, kterou běžec získá v prvních běžeckých krocích a nadále ji v běhu udržuje (Valter a Nosek, 2007). Dva činitelé ovlivňující rychlost běhu jsou délka a frekvence kroků (Slažanský, 2018). Na délce kroku se podílí odrazová síla a úhel odrazu ve směru působení této síly. Dále zde mají vliv i anatomické (výška běžce) a fyziologické předpoklady (kloubní rozsahy, koordinace svalů apod.). Frekvence kroků pak závisí na výšce skoku (Slažanský, 2018).

Maximální rychlost lze získat při dosažení co největší možné frekvence a délky kroků. Avšak pouze v případě, kdy běžec využije velkou odrazovou sílu takovým způsobem, aby nedocházelo k výrazným vertikálním výchylkám těžiště (Slažanský, 2018). S tímto tvrzením se však neztotožňuje Tvrzník a Gerych (2014), podle nichž přímá úměra v tomto vztahu nefunguje. Slažanský (2018) však ve svém textu zmiňuje závislost optimálního poměru (frekvence – délka kroků) na individuálních předpokladech běžce.

3.4 Technika běhu

Jako techniku označujeme účelné vykonávání pohybu, které probíhá podle biomechanických zásad s ohledem na individuální možnosti jedince (Bahenský a Bunc, 2018). Běžecský styl je individuálním provedením běžecské techniky, tzn., že u běžců na stejné výkonnostní úrovni můžeme sledovat určité rozdíly v běžecské technice na základě individuálních vlastností (Tvrzník a Gerych, 2014). Běžecská technika je ovlivňována anatomickými a fyziologickými předpoklady (Bahenský a Bunc, 2018). Důležitým a nutným předpokladem pro optimální běžecskou techniku je jistá úroveň kondice. Jinými slovy, pro dobrou kvalitu je nutná určitá základní kvantita (Bahenský a Bunc, 2018). Pro efektivní, rychlý a ekonomický běh je optimální technika běhu zcela zásadní a řadí se mezi limitující faktory výkonu (Bahenský a Bunc, 2018). Kučera a Truksa (2000) zmiňují, že čím větší podá běžec výkon při neměnných fyziologických ukazatelích, tím je technika běhu efektivnější. Pohyb můžeme považovat za ekonomický, je-li vynaloženo minimální množství síly s co největším ušetřením pohybového aparátu před opotřebením při podání maximálního výkonu (Bahenský a Bunc, 2018). Cílem ekonomického běhu je minimalizovat vertikální a horizontální výchylky vlastního těžiště (viz kapitola biomechanika běhu), což má za následek snížení energetického výdeje (Bahenský a Bunc, 2018). Amortizační fáze je, co se ekonomie a efektivity běhu týče, nejzásadnější fází běžecského cyklu. Zvládnutí této fáze znamená minimální výchylky těžiště, uchování a následné využití elastické energie při odrazu (Bahenský a Bunc, 2018; Kučera a Truksa, 2000).

Mezi parametry ovlivňující kvalitu pohybu řadíme pohyblivost klíčových segmentů těla, které zajišťují konkrétní pohyb (Bahenský a Bunc, 2018). Funkce jednotlivých segmentů těla se při běhu liší. Zatímco hlava s trupem zaujímají stabilní funkci, horní a dolní končetiny včetně pánve zajišťují funkci mobilní (Bahenský a Bunc, 2018).

Při hodnocení techniky běhu sledujeme a posuzujeme tzv. uzlové body:

Sledujeme postavení hlavy, trupu a pánve. Postavení hlavy má být přirozené, v podélné ose těla. Nesprávné držení hlavy pak může způsobit změnu v držení jiných segmentů, například v podobě vysazené pánve (Bahenský a Bunc, 2018). Trup má být v lehkém náklonu vpřed a pánev v přirozeném postavení (Bahenský a Bunc 2018). Pro správný dechový a posturální stereotyp je postavení trupu a hlavy zcela zásadní. Proto je třeba zachovat propojení středů dolní části čelisti, bránice a pánevního dna (Kolář, 2021). Při běhu by nemělo docházet k vychylování hlavy, trupu nebo pánve do stran (Bahenský a Bunc, 2018).

Ramena jsou při běhu uvolněná a nezvedají se. Vychází z nich předozadní pohyb paží probíhající v ose běhu. (Bahenský a Bunc, 2018). Paže svým pohybem ovlivňují frekvenci a délku kroku (Bahenský a Bunc, 2018; Goater a Melvin, 2017). Nemělo by docházet k pohybu paží křížem před hrudník. Tím dochází jednak k omezení dýchání, jednak k nežádoucí torzi v trupu, kolenních a hlezenních kloubech (Goater a Melvin, 2017).

Pohyb nohou je vedený v ose běhu. Při dokroku by běžec neměl chodidla vytáčet směrem ven ani dovnitř (Tvrzník a Gerych, 2014). Dokrok by měl být veden co nejbližší ke svislé těžnici těla (Slažanský, 2018). Tvrzník a Gerych (2014) popisují tři způsoby došlapu. Dokrok přes patu je vhodný pro rekreační běžce, přičemž dokrok přes přední část chodidla je vhodný pro výkonnostní běžce. Z pohledu zdraví je nejméně vhodný dokrok přes střední část chodidla (Tvrzník a Gerych, 2014).

3.5 Jak dýchat při běhu

Správné dýchání při vytrvalostním běhu zajišťuje dostatečný přísun kyslíku tkáním a zamezuje vzniku dechových obtíží, které by znamenaly značné omezení výkonu, popřípadě ukončení pohybové aktivity (Bartůňková, 2013). Podle Bartůňkové (2013) je nejčastějším aplikovaným dechovým vzorem u běžců - nádech na dva kroky s následným výdechem na dva kroky. Mezi další užívané poměry patří 2:1 nebo 3:3. Vysoká dechová frekvence (dechový vzor 1:1) není vhodná z důvodu velké energetické náročnosti a povrchního mělkého dýchání (Bartůňková, 2013). To, jaký poměr běžci aplikují, závisí především na jejich kondici a intenzitě běhu. Nárůstem kondice dochází k prodloužení dechového cyklu a navýšení výdechové složky (Bartůňková, 2013).

To znamená, že trénující běžci jsou na tom s ekonomikou dýchání lépe než začínající běžci a je u nich možné sledovat prohloubené dýchání o nižší frekvenci (Tvrzník a Gerych, 2014).

Při nižších intenzitách zátěže je vhodné dýchat nosem. Ovšem vyšší intenzita zátěže již vyžaduje dýchání ústy (Tvrzník a Gerych, 2014). Potřeba dýchat ústy vzniká v důsledku snahy o úsporu energie při dechové práci. Hranice, při níž se tak děje, se pohybuje při ventilaci kolem 35 – 40 litrů za minutu (Kolář, 2021). Pro dýchání ústy jsou však nežádoucí nízké a mrazivé teploty (Tvrzník a Gerych, 2014). Bartůňková (2013) zmiňuje problémy sportovců se zátěžovým bronchospazmem, který je obvykle vyvolán vdechováním velmi chladného a suchého vzduchu v průběhu fyzické aktivity.

4 Cíle práce a výzkumné otázky

4.1 Cíle práce

1. Pomocí fyzioterapeutických metod dosáhnout zlepšení dechového stereotypu u běžců.
2. Nácvik správné techniky dýchání při běhu.
3. Zhodnotit vliv změny dechového stereotypu na vytrvalostní výkonnost u běžců.

4.2 Výzkumné otázky

1. K jakým změnám dechového stereotypu dojde intervencí fyzioterapie?
2. Jak ovlivní změna dechového stereotypu vytrvalostní výkonnost běžců?

5. Metodika výzkumu

Ve své bakalářské práci jsem použil metody jak kvalitativního, tak kvantitativního výzkumu. Kvalitativně jsem posuzoval držení těla, dechový stereotyp, nitrobřišní tlak, zapojení bránice a také případné změny na měkkých tkáních. Kvantitativní část výzkumu zahrnuje především data ze spirometrie a zátěžové spiroergometrie. Dále tam patří údaje ze Stangeho zkoušky, antropometrie hrudníku a vyšetření pohyblivosti úseků páteře. Výzkum probíhal po dobu 6 až 7 týdnů a zahrnuje kazuistiky respondentů. Obsahem kazuistik je anamnéza, vstupní a výstupní kineziologický rozbor, vstupní a výstupní spirometrické a zátěžové spiroergometrické vyšetření.

5.1 Výzkumný soubor

Výzkum podstoupili celkem 3 respondenti ve věku 19 – 21 let. Jednalo se o výkonnostní sportovce mužského pohlaví, jež provází sportovní aktivitu dlouhodobě. Podmínky pro přijetí do výzkumu byly následující:

- pravidelná běžecká aktivita – minimálně 3x týdně 20 minut
- absence zranění muskulárního a skeletálního aparátu
- absence infekčních respiračních onemocnění
- absence CHOPN, plicních fibróz, pneumotoraxu a jiných onemocnění plic
- absence kouření tabáku a jiných závislostí
- absence jiných okolností, které by mohly významně ovlivnit průběh výzkumu

Tabulka 1: Výzkumný soubor

iniciály respondenta	aktivní sport	ročník narození	výška	váha
JS	16 let	2001	195 cm	78 kg
AS	14 let	2002	186 cm	83 kg
MM	16 let	2001	175 cm	81 kg

5.2 Průběh výzkumu

Před samotným výzkumem byli respondenti seznámeni s jeho průběhem. Byli informováni o výzkumném cíli, o všech vyšetřeních a o mých požadavcích. Všichni respondenti mi poskytli slovní i písemný informovaný souhlas (viz příloha č. 1).

Výzkum začal vstupním kineziologickým rozbohem, jehož součástí byla anamnéza. Následovalo vstupní spirometrické a zátěžové spiroergometrické vyšetření na bicyklu, které mi bylo poskytnuto v rámci spolupráce s Mudr. Klárou Staškovou. Rovněž mi byl poskytnut písemný souhlas s provedením výzkumu.

Poté byli respondenti edukováni o tréninkových jednotkách obsahující metody respirační fyzioterapie. Dýchání proti odporu za využití dechového trenažeru bylo náplní tréninkové jednotky č. 1 a respondenti jí absolvovali 2-3x denně. Respondenti používali dechový trenažér POWERbreath PLUS medium. Tréninková jednotka č. 2 zahrnovala lokalizované dýchání, nácvik dechové vlny, nácvik bráničního dýchání, dýchání s apnoickými pauzami, prvky DNS a její četnost byla 2-3x týdně. První tréninkové jednotky respondenti absolvovali pod mým dohledem a následně jsem jim poskytl materiál s popisem tréninkových jednotek (více informací o tréninkových jednotkách viz příloha č. 2).

Po celou dobu výzkumu jsem byl s respondenty v kontaktu. Dotazoval jsem se na plnění tréninkových jednotek, zjišťoval jsem jejich pocity a odpovídal na kladené dotazy. Výzkum probíhal bez komplikací. Nikdo z respondentů neonemocněl, ani se nezranil.

Závěrem výzkumu bylo opět výstupní vyšetření v podobě kineziologického rozboru, spirometrického a spiroergometrického vyšetření. Všichni respondenti vyšetření podstoupili a zdárně tak dokončili výzkum. Následně jsem nashromáždil, vyhodnotil a porovnal všechna data.

5.3 Kineziologický rozbor

5.3.1 Anamnéza

Anamnézu jsem od respondentů získal formou polostrukturovaného rozhovoru. Tázal jsem se na prodělaná onemocnění z období mládí až po současnost, zvláště mě pak zajímala onemocnění respiračního systému. Pátral jsem také po závažnějších úrazech a případných operacích, které by mohly mít vliv na respondentův respirační a muskuloskeletální systém. Zároveň jsem se ujistil, že respondenti bezprostředně před výzkumem nejsou po zdravotní stránce nijak limitováni. Zabýval jsem se také zdravotní situací v rodině respondenta a to konkrétně otázkami ohledně závažných a genetických onemocnění. Důležité údaje jsem získal ze sportovní anamnézy. Zjišťoval jsem sportovní aktivity respondentů, jejich četnost a průměrnou dobu trvání, přičemž mě

převážně zajímal běh. Neopomněl jsem se dotázat na přítomnost alergie, která by rovněž mohla mít negativní vliv na průběh výzkumu (např. alergie na pyly). Ptal jsem se také na ABUZUS, jelikož absence závislostí byla jednou z mých podmínek pro přijetí do výzkumu. Sociální a pracovní anamnézu jsem odebral, abych získal povědomí o běžném denním fungování respondenta. Nakonec jsem se doptal na urologickou a farmakologickou anamnézu.

5.3.2 Aspekce

Pohledem jsem zhodnotil celkové držení a postavení jednotlivých segmentů těla. Vyšetřoval jsem ze všech stran, to znamená zepředu, zezadu a z boku. Nejzásadnější pro mě byla oblast trupu. Všímal jsem si asymetrií v oblasti pánve, břicha, hrudníku, zad, lopatek a ramen. U respondenta v poloze vleže na zádech jsem pohledem rovněž vyšetřoval dechový stereotyp a dechovou frekvenci.

5.3.3 Palpace

Vyšetření pohmatem je subjektivní vyšetření, které nelze objektivizovat a je závislé na zkušenostech a vnímání vyšetřujícího (Lewit, 2009). Pohmatem jsem vyšetřoval oblast zad, hrudníku a krku. Sledoval jsem změny na kůži, podkoží, fasciích a na svalových vláknech. Konkrétně jsem se snažil vnímat teplotu, vlhkost, pružnost, kvalitu povrchu, protažlivost a posunlivost měkkých tkáních. Zaměřil jsem se taktéž na hodnocení svalového tonu.

5.3.4 Vyšetření zkrácených svalů

Při vyšetření zkrácených svalů jsem postupoval dle Jandy. Janda rozlišuje 3 varianty, které mohou nastat (Janda, 1996):

- 0 - sval není zkrácen
- 1 – jedná se o malé zkrácení svalu
- 2 – jedná se o velké zkrácení svalu

Vyšetřoval jsem především svaly s posturální funkcí, jelikož postura a dýchání se navzájem ovlivňují (Čumpelík, 2017). Mimo jiné, vztahy mezi posturou a dýcháním popisuje také Dylevský (2009a).

5.3.5 Vyšetření pohyblivosti páteře

Vyšetřoval jsem jak pohyblivost celé páteře (Thomayerova zkouška, lateroflexe trupu), tak pohyblivost jednotlivých úseků páteře pomocí Schoberovy, Čepojevovy, Stiborovy, Ottovy rekлинаční a inkлинаční zkoušky.

5.3.6 Antropometrie hrudníku

Obvodové míry hrudníku jsem měřil pomocí krejčovského metru přes bod xiphosternale. Právě v této rovině není tolik svalové a tukové hmoty, která by mohla vyšetření zkreslit (Haladová a Nechvátalová, 2010). Měřil jsem obvod hrudníku při jeho středním postavení. Následně jsem při zjišťování elasticity hrudníku respondenta změřil jeho obvod hrudníku při maximálním nádechu a výdechu. Rozdíl mezi naměřenými hodnotami při maximálním nádechu a výdechu udává elasticitu hrudníku (Haladová a Nechvátalová, 2010).

5.3.7 Brániční test, nitrobřišní tlak

Brániční test jsem prováděl podle Koláře (2009). Bráničním testem vyšetřujeme funkci bránice, respektive její správné zapojení a souhru se svaly břišního válce. Výchozí polohou respondenta byl vzpřímený sed. Palpačně jsem u respondenta působil dorzolaterálně od dolních žeber a přitom jsem vyvíjel určitý tlak na břišní svaly. Následně jsem respondenta vyzval, aby se daný odpor pokusil překonat. Ideální reakcí pro tento test je dorzolaterální rozšíření hrudníku s laterálním rozšířením žeber a zvětšením mezižeberních prostorů při udržení výdechového postavení hrudníku.

Při vyšetření nitrobřišního tlaku jsem testoval zapojení svalů břišní stěny proti mnou kladenému odporu. Jako výchozí polohu pro testování jsem zvolil pozici vleže na zádech s flektovanými dolními končetinami v kyčelních a kolenních kloubech. Palpačně jsem působil mírným tlakem v tříselné oblasti. Ideální reakcí pro tento test je vytlačení mých prstů z tříselné oblasti aktivací břišní stěny.

5.4 Spirometrie, zátěžová spiroergometrie

Spirometrie patří mezi základní vyšetřovací metody hodnotící plicní funkce a výsledky vypovídají o funkčním stavu plicní tkáně a průchodnosti dýchacích cest. Důležitými ukazateli tohoto vyšetření jsou vitální kapacita plic (FVC) a objem usilovně vydechnutého vzduchu za první sekundu (FEV1), (Pešek a Krákorová, 2017). Výsledné hodnoty těchto ukazatelů u respondentů jsem zahrnul do své práce.

Zátěžová spiroergometrie je funkční vyšetření, které hodnotí metabolické parametry a kardiopulmonální zdatnost jedince během fyzické zátěže organismu (Heller, 2018a). Nejvýznamnějším ukazatelem pro hodnocení zdatnosti jedince je VO₂max a nejčastěji se udává v mililitrech kyslíku spotřebovaného za 1 minutu na kilogram tělesné hmotnosti (ml/kg/min). VO₂max je hodnota určující maximální množství kyslíku, které tělo dokáže zpracovat a následně využít během fyzické aktivity. Právě tento ukazatel určuje horní hranici aerobní tolerance, přičemž koreluje s plicní kapacitou a schopností krve zásobovat svalstvo kyslíkem s jeho následným využitím (Heller, 2018a). V mém výzkumu respondenti podstoupili zátěžovou spiroergometrii na bicyklovém trenažéru. Z výsledků vyšetření jsem porovnával hodnoty VO₂max, výkonu, klidové a maximální TF, klidového a maximálního TK.

5.5 Apnoická pauza, Stangeho zkouška

Apnoická pauza je doba, po kterou jsme schopni zadržet dech. Stangeho zkouška je sled tří po sobě jdoucích testů s inspirační apnoickou pauzou:

- 1) Klidová apnoická pauza
- 2) Bezprostřední pozátěžová apnoická pauza
- 3) Zotavovací apnoická pauza

Zkouška probíhala podle Hellera a Vodičky (2018b) a byla vyhodnocena na základě porovnání změřených hodnot. Do výzkumu jsem navíc zahrnul i zkoušku expirační apnoické pauzy. To je doba, po kterou je jedinec schopen zadržet dech po maximálním výdechu. Heller a Vodička (2018b) upozorňují, že výsledky zkoušky je nutno brát pouze za orientační, neboť výsledky jsou závislé na vlastnostech jedince a jeho adaptaci na hypoxii.

6. Výsledky

6.1 Kazuistika respondenta č. 1

Základní údaje

- Iniciály – JS
- Ročník narození – 2001
- Pohlaví – muž
- Výška - 195 cm
- Váha - 78 kg
- Datum vstupního vyšetření - 5. 5. 2022
- Datum výstupního vyšetření - 23. 6. 2022
- Doba výzkumu - 50 dní = 7 týdnů + 1 den

Anamnéza

- Status praesens – respondent orientovaný v prostoru a čase, spolupracuje
- Nynější onemocnění - neguje, neobjevují se příznaky respiračního onemocnění
- Osobní anamnéza - M. Osgood-Schlater, distorze pravého kolenního kloubu
- Rodinná anamnéza - neguje kardiovaskulární a jiné choroby v rodině
- Sportovní anamnéza - sportuje denně, rozmanité sporty – běh, workout, hokejbal, frisbee, plavání, cyklistika
- Farmakologická anamnéza - vitamíny, BCAA, kolagen, koenzym Q10, Mg
- Abúzus - vitamíny, BCAA, kolagen, koenzym Q10, Mg
- Alergologická anamnéza - neguje
- Urologická/gynekologická anamnéza - neguje obtíže
- Sociální anamnéza - byt
- Pracovní anamnéza - student

Aspekce

- Přední pohled: Levé rameno a levá klíční kost výše (dominantní ruka – levá), pravý prsní sval mohutnější, výraznější pravý thorakobrachiální trojúhelník
- Zadní pohled: Pravý zádový val výraznější, levá lopatka výše, při předklonu a napřímení horší odvíjení páteře v ThL přechodu
- Boční pohled: Bez výraznějších odchylek

Vyšetření - palpce

- Dobrá protažlivost měkkých tkání v bederní oblasti
- Dobrá protažlivost pektorálních fascií
- Horší protažitelnost ThL přechodu
- Zvýšený tonus pravého trapézu
- TrPs v oblasti mezilopatkových svalů

Vyšetření dechového stereotypu

Dechový stereotyp

- Vstupní vyšetření: fyziologická dechová vlna s dominancí abdominálního dýchání, spodní žebra se rozvíjí laterálním směrem
- Výstupní vyšetření: stále dominuje abdominální typ dýchání, dechová vlna je symetrická a plynulá

Dechová frekvence

- Vstupní hodnota – 15 dechů za minutu
- Výstupní hodnota – 12 dechů za minutu

Vyšetření nitrobřišního tlaku

- Vstupní vyšetření: respondent zvládne udržet nitrobřišní tlak, spodní žebra lehce utíkají kraniálním směrem, vážne klidné prohloubené dýchání, po chvíli vypadá výchozí poloha lehce křečovitě
- Výstupní vyšetření: respondent zvládá udržet nitrobřišní tlak, spodní žebra již neustupují kraniálním směrem, dýchání je stále lehce křečovité

Brániční test

- Vstupní vyšetření: bránice se zapojuje pěkně, respondent zvládne rozvíjet hrudník laterálním směrem a zvládne udržet výdechové postavení hrudníku, mezižeberní prostory se rozšiřují
- Výstupní vyšetření: respondent zvládá správně zapojit bránici bez edukace

Tabulka 2: Vyšetření zkrácených svalů u respondenta č. 1

Vyšetření zkrácených svalů podle Jandy				
Svaly	Vstupní vyšetření		Výstupní vyšetření	
	Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo
flexory kolene	1	1	1	1
flexory kyčle	1	1	1	1
adduktory kyčle	0	0	0	0
m. piriformis	1	1	1	1
m. quadratus lumborum	0	0	0	0
paravertebrální svaly	0	0	0	0
m. pectoralis major	0	0	0	0
m. trapezius (horní část)	0	0	0	0
m. levator scapulae	0	0	0	0

Tabulka 3: Vyšetření pohyblivosti úseků páteře u respondenta č. 1

Vyšetření pohyblivosti úseků páteře			
Vzdálenost	vstupní hodnota	výstupní hodnota	norma
Čepojova	prodloužení o 3 cm	prodloužení o 3 cm	prodloužení o 3 cm
Ottova inklinací	prodloužení o 3 cm	prodloužení o 3 cm	prodloužení o 3,5 cm
Ottova reklinací	zkrácení o 3 cm	zkrácení o 3,5 cm	zkrácení o 2,5 cm
Schoberova	prodloužení o 6,5 cm	prodloužení o 6 cm	prodloužení o 4 cm
Stiborova	prodloužení o 10,5 cm	prodloužení o 11,5 cm	prodloužení o 7-10 cm
Forestierova fleche	0 cm	0 cm	0 cm
Thomayerova	0 cm	0 cm	0 cm
Lateroflexe vpravo	28 cm	27,5 cm	
Lateroflexe vlevo	28 cm	28 cm	

Tabulka 4: Antropometrie hrudníku u respondenta č. 1

Antropometrie hrudníku			
Měření	Vstupní hodnota	Výstupní hodnota	Rozdíl
Střední postavení hrudníku	96 cm	96,5 cm	+ 0,5 cm
Maximální výdech	92,5 cm	93 cm	+ 0,5 cm
Maximální nádech	98,5 cm	100 cm	+ 1,5 cm
Elasticita hrudníku	6 cm	7 cm	+ 1 cm

Tabulka 5: Spiroergometrické vyšetření u respondenta č. 1

Spiroergometrické vyšetření			
Měřené hodnoty	Vstupní vyšetření	Výstupní vyšetření	Změna
VO ₂ max/kg	59,2 ml/min/kg	50,8 ml/min/kg	- 8,4 ml/min/kg
výkon	5,1 W/kg	5,3 W/kg	+ 0,2 W/kg
klidová TF	89 bpm	72 bpm	- 17 bpm
maximální TF	190 bpm	182 bpm	- 8 bpm
klidový TK	118/81 mmHg	127/60 mmHg	
maximální TK	162/82 mmHg	205/66 mmHg	

Tabulka 6: Spirometrie u respondenta č. 1

Spirometrie			
Náležitá vitální kapacita (NVC)		6,24 l	
Náležitá FEV ₁		5,17 l	
Měřený ukazatel	Vstupní hodnota	Výstupní hodnota	Změna
FVC	6,54 l	6,46 l	- 0,08 l
FVC vzhledem k NVC v %	105 %	103 %	- 2 %
FEV ₁	5,65 l	5,65 l	0 l
FEV ₁ vzhledem k náležité hodnotě v %	109 %	109 %	0 %

Tabulka 7: Zkoušky zádrže dechu u respondenta č. 1

Stangeho zkouška - Inspirační apnoická pauza			
Měření	Vstupní čas	Výstupní čas	Změna
1. měření – v klidu	1:15	1:19	+ 4 sek
2. měření – ihned po zátěži	0:31	0:27	- 4 sek
3. měření – 1 minuta po zátěži	1:16	1:15	- 1 sek
Expirační apnoická pauza			
Měření	Vstupní čas	Výstupní čas	Změna
1. měření	0:34	0:37	+ 3 sek

6.2 Kazuistika respondenta č. 2

Základní údaje

- Iniciály – MM
- Ročník narození – 2001
- Pohlaví – muž
- Výška – 175 cm
- Váha - 81 kg
- Datum vstupního vyšetření - 5. 5. 2022
- Datum výstupního vyšetření - 21. 6. 2022
- Doba výzkumu - 48 dní = 6 týdnů + 6 dní

Anamnéza

- Status praesens – respondent orientovaný v prostoru a čase, spolupracuje
- Nynější onemocnění - občasná dušnost objevující se při fyzické zátěži, jinak bez problémů
- Osobní anamnéza - zlomenina pravé ruky, natržený pravý zadní stehenní sval
- Rodinná anamnéza - děda – DM 2. typu, ostatní jsou zdraví
- Sportovní anamnéza - fotbal 2x týdně, běhání 3x týdně, doplňkově kolo
- Farmakologická anamnéza - neguje
- Abúzus - neguje
- Alergologická anamnéza - neguje
- Urologická/gynekologická anamnéza - neguje obtíže
- Sociální anamnéza - byt
- Pracovní anamnéza - finanční poradce (sedavé zaměstnání)

Aspekce

- Přední pohled: nápadně širší postoj – široká opěrná báze, pravé stehno mohutnější, pravý prsní sval mohutnější, pravé rameno výše
- Zadní pohled: výraznější paravertebrální svalstvo levé strany, mohutnější pravý trapéz, jinak bez větších odchylek
- Boční pohled: bez výraznějších odchylek

Vyšetření - palpce

- snížená protažlivost měkkých tkání v oblasti beder
- palpačně levé paravertebrální svalstvo ve zvýšeném tonu
- pektorální fascie méně protažlivá

Vyšetření dechového stereotypu

Dechový stereotyp

- Vstupní vyšetření: u respondenta převažuje mělký hrudní typ dýchání, břišní dýchání je mělké a málo zřetelné
- Výstupní vyšetření břišní sektor se rozvíjí lépe, než při vstupním vyšetření, dechová vlna je symetrická – dýchání je smíšené, dech je hlubší

Dechová frekvence

- Vstupní hodnota – 17 dechů za minutu
- Výstupní hodnota – 15 dechů za minutu

Vyšetření nitrobřišního tlaku

- Vstupní vyšetření: respondent během snahy o udržení nitrobřišního tlaku zadržoval dech, nitrobřišní tlak lépe udržel až po edukaci, problémy s udržením výdechového postavení hrudníku, držení nitrobřišního tlaku ve výchozí poloze křečovité
- Výstupní vyšetření: držení nitrobřišního tlaku zvládá respondent výrazně lépe, držení nitrobřišního tlaku není tolik křečovité, respondent pravidelně dýchá, výdechové postavení hrudníku ale stále neudrží

Brániční test

- Vstupní vyšetření: žebra se vyklenují laterálně jen málo, převažuje hrudní typ dýchání, proti odporu zapojuje bránici avšak se souhyby kraniální části hrudníku
- Výstupní vyšetření: nyní brániční dýchání zvládá lépe, nicméně stále se souhyby hrudníku

Tabulka 8: Vyšetření zkrácených svalů u respondenta č. 2

Vyšetření zkrácených svalů podle Jandy				
Svaly	Vstupní vyšetření		Výstupní vyšetření	
	Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo
flexory kolene	0	0	0	0
flexory kyčle	1	1	1	1
adduktory kyčle	0	0	0	0
m. piriformis	0	0	0	0
m. quadratus lumborum	0	1	0	1
paravertebrální svaly	0	0	0	0
m. pectoralis major	0	0	0	0
m. trapezius (horní část)	0	0	0	0
m. levator scapulae	0	0	0	0

Tabulka 9: Vyšetření pohyblivosti úseků páteře u respondenta č. 2

Vyšetření pohyblivosti úseků páteře			
Vzdálenost	vstupní hodnota	výstupní hodnota	norma
Čepojova	prodloužení o 3 cm	prodloužení o 3 cm	prodloužení o 3 cm
Ottova inklinací	prodloužení o 3 cm	prodloužení o 3 cm	prodloužení o 3,5 cm
Ottova reklinací	zkrácení o 2 cm	zkrácení o 2 cm	zkrácení o 2,5 cm
Schoberova	prodloužení o 4,5 cm	prodloužení o 4 cm	prodloužení o 4 cm
Stiborova	prodloužení o 9 cm	prodloužení o 9 cm	prodloužení o 7-10 cm
Forestierova fleche	0 cm	0 cm	0 cm
Thomayerova	0 cm	0 cm	0 cm
Lateroflexe vpravo	28 cm	28 cm	
Lateroflexe vlevo	26 cm	26,5 cm	

Tabulka 10: Antropometrie hrudníku u respondenta č. 2

Antropometrie hrudníku			
Měření	Vstupní hodnota	Výstupní hodnota	Rozdíl
Střední postavení hrudníku	103 cm	103 cm	0 cm
Maximální výdech	102 cm	102 cm	0 cm
Maximální nádech	104,5 cm	105 cm	+ 0,5 cm
Elasticita hrudníku	2,5 cm	3,5 cm	+ 0,5 cm

Tabulka 11: Spiroergometrické vyšetření u respondenta č. 2

Spiroergometrické vyšetření			
Měřené hodnoty	Vstupní vyšetření	Výstupní vyšetření	Změna
VO ₂ max/kg	59,7 ml/min/kg	62,2 ml/min/kg	+ 2,5 ml/min/kg
výkon	4,2 W/kg	5,1 W/kg	+ 0,9 W/kg
klidová TF	60 bpm	61 bpm	+ 1 bpm
maximální TF	164 bpm	164 bpm	0 bpm
klidový TK	121/62 mmHg	138/66 mmHg	
maximální TK	230/75 mmHg	262/108 mmHg	

Tabulka 12: Spirometrie u respondenta č. 2

Spirometrie			
Náležitá vitální kapacita (NVC)		5,09 l	
Náležitá FEV1		4,31 l	
Měřený ukazatel	Vstupní hodnota	Výstupní hodnota	Změna
FVC	6,46 l	6,42 l	- 0,04 l
FVC vzhledem k NVC v %	127 %	126 %	- 1 %
FEV1	5,33 l	5,38 l	+ 0,05 l
FEV1 vzhledem k náležité hodnotě v %	124 %	125 %	+ 1 %

Tabulka 13: Zkoušky zádrže dechu u respondenta č. 2

Stangeho zkouška - Inspirační apnoická pauza			
Měření	Vstupní čas	Výstupní čas	Změna
1. měření – v klidu	1:12	1:18	+ 6 sek
2. měření – ihned po zátěži	0:28	0:34	+ 6 sek
3. měření – 1 minuta po zátěži	1:13	1:21	+ 8 sek
Expirační apnoická pauza			
Měření	Vstupní čas	Výstupní čas	Změna
1. měření	0:36	0:43	+ 7 sek

6.3 Kazuistika respondenta č. 3

Základní údaje

- Iniciály – AS
- Ročník narození – 2002
- Pohlaví – muž
- Výška – 186 cm
- Váha - 83 kg
- Datum vstupního vyšetření – 5. 5. 2022
- Datum výstupního vyšetření – 17. 6. 2022
- Doba výzkumu – 44 dní = 6 týdnů + 2 dny

Anamnéza

- Status praesens – respondent orientovaný v prostoru a čase, spolupracuje
- Nynější onemocnění - žádné, neguje problémy s respirací
- Osobní anamnéza - fraktura levé klavikuly (operace v roce 2020) po pádu z kola, fraktura levého zápěstí, Covid 19 (2021) lehký průběh
- Rodinná anamnéza - matka hypertenze a varixy
- Sportovní anamnéza - sportuje denně 60-90 minut, běh, fitness, kolo, fotbal
- Farmakologická anamnéza - BCAA, magnézium
- Abúzus - neguje
- Alergologická anamnéza - Augmentin
- Urologická/gynekologická anamnéza – neguje potíže
- Sociální anamnéza - rodinný dům, bydlí s rodiči
- Pracovní anamnéza - student

Aspekce

- Přední pohled: hallux valgus (obě nohy), výraznější pravý thorakolumbální trojúhelník; pravá bradavka, pravé rameno a pravá klavikula výše, výraznější pravý trapézový sval, 10 cm velká jizva v oblasti levého ramene
- Zadní pohled: výraznější paravertebrální svalstvo pravé strany (hlavně při předklonu trupu), pravá lopatka a rameno výše, lopatky vyčnívají
- Boční pohled: vyčnívající lopatky, jinak bez výraznějších odchylek

Vyšetření - palpce

- snížená protažlivost tkání v okolí jizvy, levá pectorální fascie méně protažlivá
- hypertonus v oblasti pravého trapézu

Vyšetření dechového stereotypu

Dechový stereotyp

- Vstupní vyšetření: u respondenta převažuje břišní/abdominální typ dýchání, dýchání je mělké, hrudní dýchání jen nepatrné
- Výstupní vyšetření: stále převažuje abdominální typ dýchání, dechová vlna je symetrická, dýchání je klidné a hlubší

Dechová frekvence

- Vstupní hodnota – 15
- Výstupní hodnota – 13

Vyšetření nitrobřišního tlaku

- Vstupní vyšetření: respondent poměrně dobře zvládal udržet nitrobřišní tlak až po edukaci, žebra zůstávají v kaudálním postavení, dýchání v držení nitrobřišního tlaku je mírně křečovitě a mělké
- Výstupní vyšetření: respondent zvládá udržet nitrobřišní tlak bez problémů i bez předchozí edukace, dýchání už nepůsobí tak křečovitě

Brániční test

- Vstupní vyšetření: žebra se vyklenují do stran jen málo, zapojuje se ve větší míře hrudní dýchání, dochází k souhybům v ramenou
- Výstupní vyšetření: nyní již respondent dobře zapojuje bránici – žebra se vyklenují do stran, stále však dýchá se souhyby ramen

Tabulka 14: Vyšetření zkrácených svalů u respondenta č. 3

Vyšetření zkrácených svalů podle Jandy				
Svaly	Vstupní vyšetření		Výstupní vyšetření	
	Vlevo	Vpravo	Vlevo	Vpravo
flexory kolene	0	0	0	0
flexory kyčle	0	0	0	0
adduktory kyčle	0	0	0	0
m. piriformis	0	0	0	0
m. quadratus lumborum	0	0	0	0
paravertebrální svaly	0	0	0	0
m. pectoralis major	0	0	0	0
m. trapezius (horní část)	0	1	0	0
m. levator scapulae	0	1	0	0

Tabulka 15: Vyšetření pohyblivosti úseků páteře u respondenta č. 3

Vyšetření pohyblivosti úseků páteře			
Vzdálenost	vstupní hodnota	výstupní hodnota	norma
Čepojova	prodloužení o 1,5 cm	prodloužení o 2,5 cm	prodloužení o 3 cm
Ottova inklinací	prodloužení o 3 cm	prodloužení o 3,5 cm	prodloužení o 3,5 cm
Ottova reklinací	zkrácení o 1 cm	zkrácení o 1 cm	zkrácení o 2,5 cm
Schoberova	prodloužení o 4 cm	prodloužení o 4 cm	prodloužení o 4 cm
Stiborova	prodloužení o 9 cm	prodloužení o 9 cm	prodloužení o 7-10 cm
Forestierova fleche	0 cm	0 cm	0 cm
Thomayerova	0 cm	0 cm	0 cm
Lateroflexe vpravo	23 cm	24 cm	
Lateroflexe vlevo	24 cm	25 cm	

Tabulka 16: Antropometrie hrudníku u respondenta č. 3

Antropometrie hrudníku			
Měření	Vstupní hodnota	Výstupní hodnota	Rozdíl
Střední postavení hrudníku	103 cm	104 cm	+ 1 cm
Maximální výdech	100,5 cm	101 cm	- 0,5 cm
Maximální nádech	107 cm	107,5 cm	+ 0,5 cm
Elasticita hrudníku	6,5 cm	6,5 cm	0 cm

Tabulka 17: Spiroergometrické vyšetření u respondenta č. 3

Spiroergometrické vyšetření			
Měřené hodnoty	Vstupní vyšetření	Výstupní vyšetření	Změna
VO ₂ max/kg	50,4 ml/min/kg	56,6 ml/min/kg	+ 6,2 ml/min/kg
výkon	4,4 W/kg	4,7 W/kg	+ 0,3 W/kg
klidová TF	74 bpm	73 bpm	- 1 bpm
maximální TF	170 bpm	166 bpm	- 4 bpm
klidový TK	122/75 mmHg	130/85 mmHg	
maximální TK	187/104 mmHg	212/99 mmHg	

Tabulka 18: Spirometrie u respondenta č. 3

Spirometrie			
Náležitá vitální kapacita (NVC)		5,72 l	
Náležitá FEV1		4,78 l	
Měřený ukazatel	Vstupní hodnota	Výstupní hodnota	Změna
FVC	6,75 l	6,81 l	+ 0,6 l
FVC vzhledem k NVC v %	118 %	119 l	+ 1 %
FEV1	5,07 l	5,07 l	0 l
FEV1 vzhledem k náležité hodnotě v %	106 %	106 %	0 %

Tabulka 19: Zkoušky zádrže dechu u respondenta č. 3

Stangeho zkouška - Inspirační apnoická pauza			
Měření	Vstupní čas	Výstupní čas	Změna
1. měření – v klidu	1:02	1:14	+ 12 sek
2. měření – ihned po zátěži	0:22	0:31	+ 9 sek
3. měření – 1 minuta po zátěži	0:59	1:16	+ 17 sek
Expirační apnoická pauza			
Měření	Vstupní čas	Výstupní čas	Změna
1. měření	0:28	0:34	+ 6 sek

7 Diskuze

Tato bakalářská práce sleduje vliv dechového stereotypu na výkon u vytrvalostních běžců. Jeho chybné provedení zásadně ovlivňuje sportovní výkon (Kolář, 2021). Děje se tak v důsledku únavy dýchacích svalů, při které se dostaví pocity dušnosti (Kolář, 2021). Při vytrvalostním běhu je správné dýchání klíčové pro umožnění výkonu bez dechových obtíží, které by zapříčinily jeho limitaci, popřípadě ukončení (Bartůňková, 2013). Kolář (2021) udává, že špatná technika zahrnující povrchní dýchání a neschopnost volně ovládat dechový stereotyp se vyskytuje u většiny z nás. Změny dechového stereotypu je možné docílit nácvikem dýchání, pro které je však nutná kontrola dechového vzorce jedince se současným upozorněním na vyskytující se nedostatky (Smolíková a Máček, 2010). Cílem mého výzkumu v bakalářské práci tedy bylo ovlivnit výkon ve prospěch běžců zlepšením dechového stereotypu prostřednictvím intervence dechových cvičení.

Výkonnost respondentů jsem hodnotil na základě výsledků ze vstupního a výstupního spiroergometrického vyšetření prováděného na bicyklovém ergometru. Toto vyšetření jsem zvolil jako primární, neboť poskytuje objektivní ukazatele vyjadřující zdatnost i vytrvalostní předpoklady jedince. Jako stěžejní parametr pro hodnocení výkonnosti jsem sledoval ukazatel VO_2max vyjádřený v přepočtu na kilogram tělesné hmotnosti (tj. ml/min/kg), který je považován za nejlepší ukazatel aerobní kondice a kardiorespirační vytrvalosti (McKeown, 2021). Jedná se o hodnotu maximálního příjmu, respektive spotřeby kyslíku (Heller a Vodička, 2018b). Vedle ukazatele VO_2max jsem sledoval orientačně taktéž klidové a maximální hodnoty srdeční frekvence a krevního tlaku.

Mimo to existují ještě jiné metody monitorující zdatnost jedince, například Cooperův test nebo test laktátové křivky a laktátového anaerobního prahu. Tyto terénní zátěžové testy jsou výhodné v tom, že v době testování využívají jednoduchých parametrů při standardním pohybovém úkonu typického pro daný sport (Heller a Vodička, 2018b). Kromě této výhody existují i nevýhody. V případě dvanáctiminutového Cooperova testu jde o fakt, že neposkytuje přesné výsledky, nýbrž pouze orientační. Testování laktátové křivky naopak vyžaduje specifický metodický a technický postup, přičemž je také časově náročnější. Pro oba terénní testy však platí, že výsledky mohou být ovlivnitelné

vnějšími faktory prostředí a počasí (teplota, vlhkost, proudění vzduchu apod.), (Heller a Vodička, 2018b).

Uvědomuji si, že hodnocení výkonnosti při vyšetření na bicyklovém ergometru není pro běžce neoptimálnější, neboť běžci nejsou testováni při typické běžecké aktivitě. Srovnám-li však výhody a nevýhody laboratorních a terénních testů, jako lepší možnost testování hodnotím laboratorní testy pro jejich objektivitu a stálost podmínek. Naopak nestálost podmínek při terénním testování pro mě byla hlavním důvodem, proč jsem od nich upustil. Heller a Vodička (2018b) uvádějí, že pro praxi je běžně využívána kombinace laboratorních a terénních testů s jejich následným srovnáním. Pro můj výzkum by to ovšem bylo velmi časově a organizačně náročné.

Mimo výkon mě zajímal také vliv intervence dechových cvičení na ventilační parametry. Za tímto účelem jsem do výzkumu zahrnul spirometrické vyšetření. Svou pozornost jsem věnoval především ukazatelům forsírované vitální kapacity plic (FVC) a usilovně vydechnutému vzduchu za jednu vteřinu (FEV1).

Vytrvalostní sportovci by oproti nesportující populaci měli být schopni tolerovat větší koncentraci oxidu uhličitého (hyperkapnie) a nižší koncentraci kyslíku (hypoxie) v krvi v průběhu tréninku (McKeown, 2021). Adaptivními změnami na hyperkapnii se zabývají ve svých studiích Miaymura, Miharū et al (1988) nebo také Byrne-Quinn, Weil et al (1971). Jako doplňkové vyšetření jsem se proto rozhodl provést i Stangeho zkoušku a expirační apnoickou pauzu, které spadají do kategorie jednoduchých funkčních zkoušek. Stangeho zkouška se skládá ze série inspiračních pauz (viz metodika práce), přičemž jejich následným porovnáním dostáváme výsledek zkoušky (Heller a Vodička, 2018b). Výhodou těchto funkčních zkoušek je jednoznačně snadná proveditelnost, bezplatnost, nenáročnost na vybavení a může se provádět prakticky kdykoliv. Na druhou stranu, výsledky zkoušky je třeba brát s určitým nadhledem, neboť kromě adaptace na hypoxii záleží především na vlastnostech jedince (Heller a Vodička, 2018b). Byla zde také alternativní možnost zkoušky v podobě pohodlné délky zádrže dechu hodnotící tzv. BOLT skóre (= test tělesného kyslíku). Jinými slovy, dech je zadržen do takové doby, než jedinec pocítí první potřebu se nadechnout (McKeown, 2021).

Dechový stereotyp jsem vyšetřoval aspekčně v klidových podmínkách. Dále také aspekčně a palpačně za použití testu nitrobřišního tlaku a bráničního testu dle Koláře (2009). Výsledky tedy podléhají mým subjektivním pocitům. Objektivní výsledky by mohlo poskytnout vyšetření svalovým dynamometrem, jako je tomu u výzkumu Malátové et al (2017). Svalový dynamometr umožňuje hodnotit velikost síly včetně její dynamiky, přičemž lze vyšetřit i dynamiku dechové činnosti (Malátová et al, 2017). Toto vyšetření jsem zajistit nezvládl a chybí tak objektivní složka hodnocení dechového stereotypu.

Výsledky jednotlivých respondentů

Respondent č. 1 vykazoval již při vstupním vyšetření dobrou fyzickou kondici. Dosažené hodnoty spiroergometrického vyšetření odpovídaly nadprůměru mužské populace. Taktéž u dechového stereotypu jsem nezaznamenal výrazné odchylky. Stangeho zkouška naznačovala velmi dobrou kardiorespirační zdatnost.

Výstupní vyšetření neprokázalo výraznou změnu ve ventilačních parametrech. Došlo však k nepatrnému snížení vitální kapacity plic. Ze zátěžového vyšetření vzešly výraznější výsledky. Zatímco na bicyklovém ergometru dosáhl respondent vyššího výkonu, ukazatel $VO_2\text{max}$ výrazně klesl a to o 8,4 ml/min/kg. Výsledky Stangeho zkoušky byly podobné vstupním hodnotám. V dechovém stereotypu taktéž nebyly zaznamenány změny. Za zmínku stojí akorát snížení klidové dechové frekvence o 3 dechy za minutu.

Nejvýraznější změnou je tedy snížení ukazatele $VO_2\text{max}$. Při společné konverzaci s respondentem jsme nemohli najít východisko, proč tomu tak je. Respondent nevedl žádné problémy v podobě zranění, nemoci či přetrénování v průběhu výzkumu. Dechové tréninkové jednotky absolvoval podle instrukcí. Co se sportovních aktivit týče, intenzitu zátěže ani počet tréninkových jednotek nijak neměnil a snažil se tak o konstantní fyzickou aktivitu během průběhu výzkumu. Určitou roli mohl hrát snad jen zvýšený stres, který respondent v posledních týdnech výzkumu pociťoval. Navíc také v den vyšetření pociťoval celkovou únavu. Na možnou příčinu by se dalo přijít prostřednictvím kontroly tréninkového deníku. Ten si však respondent před výzkumem ani v průběhu výzkumu nevedl. Nyní považuji absenci tréninkového deníku za jeden z limitů výzkumu (limity výzkumu jsou popsány níže).

Respondent č. 2 vykazoval při vstupním vyšetření dobrou fyzickou kondici, přičemž dosažené hodnoty ze zátěžové spiroergometrie odpovídaly nadprůměru mužské populace. Vyšetření dechového stereotypu poukázalo na hrudní strategii dýchání s nedostatky při vyšetření nitrobřišního tlaku a bráničního dýchání. V anamnéze se mi respondent svěřil s občasnými problémy s dušností vznikající během fyzické aktivity.

Výstupní vyšetření nezaznamenalo významné změny ventilačních parametrů. Zátěžové vyšetření prokázalo zvýšenou výkonnost. Na bicyklovém ergometru respondent předvedl větší výkon s vyšším ukazatelem $VO_2\max$ při stejné maximální tepové frekvenci jako při vstupním vyšetření. S dosaženými lepšími výsledky zátěžové spiroergometrie koreluje i zlepšení ve Stangeho zkoušce. Změny byly patrné též v dechovém stereotypu ve smyslu většího zapojení bránice a nižší klidové dechové frekvence. Udržení nitrobřišního tlaku respondent také zvládal lépe než při vstupním vyšetření.

Respondent č. 3, stejně jako všichni ostatní respondenti, vykazoval dobrou fyzickou kondici a výsledky zátěžového spiroergometrického vyšetření odpovídaly nadprůměru mužské populace. V kineziologickém rozboru jsem zaznamenal omezení pohyblivosti páteře v krčním segmentu. V dechovém stereotypu převažoval abdominální typ dýchání s menším podílem hrudního dýchání. Dýchání bylo mělké s vyšší klidovou dechovou frekvencí.

Výstupní vyšetření zaznamenalo jen nepatrné změny ventilačních parametrů. Respondent, co se výkonnosti týče, dosáhl nejvýraznějšího nárůstu výkonnostních ukazatelů ze všech. $VO_2\max$ narostlo o 6,2 ml/min/kg při nižší naměřené maximální srdeční frekvenci. Velký pokrok v zátěžové spiroergometrii koreluje s výsledky Stangeho zkoušky. Ve výstupním kineziologickém rozboru jsem zjistil zvýšení pohyblivosti krčního segmentu páteře spolu se snížením napětí okolních svalů. Celkově na mě respondent při vyšetření dechového stereotypu působil uvolněněji než při vstupním vyšetření, přičemž zapojení bránice se zlepšilo.

Celkové výsledky

Všichni respondenti při výstupním zátěžovém vyšetření zaznamenali na bicyklovém ergometru větší výkon, avšak pouze u 2 respondentů se hodnota $VO_2\max$ zvýšila. U jednoho respondenta došlo k výraznému snížení této hodnoty. Výsledky Stangeho

zkoušky korelují s výsledky zátěžového hodnocení, tudíž u 2 respondentů ze 3 došlo ke zlepšení. Ventilační parametry v podobě ukazatelů forsírované vitální kapacity plic (FVC) a množství usilovně vydechnutého vzduchu za 1 vteřinu (FEV1) se u žádného z respondentů výrazně nezměnily. Zvýšení hodnoty $VO_2\text{max}$ bez současného navýšení ventilačních parametrů lze z mého pohledu obtížně přičíst pouze intervenci dechových cvičení. U všech respondentů jsem zaznamenal zlepšení dechového stereotypu dané především zvýšeným zapojením bránice a snížením klidové dechové frekvence. Subjektivní hodnocení respondentů bylo pozitivní, v průběhu fyzické aktivity se podle jejich slov cítili lépe.

Bahenský, Malátová a Mareš (2016) provedli studii zkoumající vliv intervenčního programu dechových cvičení na vitální kapacitu plic včetně množství usilovně vydechnutého vzduchu za 1 sekundu (FEV1). Intervenční program podstoupilo 19 respondentů - běžců na střední a dlouhé tratě. Výzkum probíhal po dobu 2 měsíců. U části respondentů bylo výsledkem malé zlepšení, dokonce v některých případech i mírné zhoršení ventilačních parametrů. U převážné většiny však došlo k nárůstu výstupních hodnot. Výsledky této studie potvrdily věcný i statisticky významný vliv intervence dechových cvičení na zvýšení ventilačních parametrů. Autoři vyslovili předpoklad pro zlepšení výkonu prostřednictvím přenesení zlepšeného klidového dýchání do zátěže.

Další studie (Malátová et al, 2017), kterou absolvovalo 6 respondentů s pravidelnou pohybovou aktivitou, přinesla odlišné výsledky. Intervence se sestávala z celkem 12 tréninkových jednotek v období 6 týdnů. Náplní tréninkových jednotek byl aerobní trénink, odporová a základní dechová cvičení. Výsledkem bylo mírné zlepšení dechového stereotypu ve smyslu většího zapojení břišního sektoru do dýchání. Na dechové parametry (FVC a FEV1) však intervence neměla vyloženě pozitivní vliv.

Limitace mého výzkumu

Při zpětném hodnocení výzkumu jsem přišel na početné množství chyb, které mohly stát za ovlivněním průběhu výzkumu. Dechová cvičení dle mého názoru byla zvolena vhodně. Otázkou zůstává, zda četnost a intenzita tréninkových jednotek byla dostatečná. Za hrubou chybu však považuji to, že jsem průběžně nekontroloval tréninky respondentů, při nichž by respondenti mohli postrádat technickou stránku provedení jednotlivých cviků.

Další metodickou chybou je bezesporu absence tréninkového deníku. Tréninkový deník by mi mohl poskytnout informace o sportovní minulosti i přítomnosti respondentů. Prostřednictvím těchto informací bych mohl zjistit okolnosti, které by mohly vést ke zvýšení sportovního výkonu. Absence tréninkového deníku tedy znamená chybění průkazu konzistence fyzické zátěže a vyloučení možného ovlivnění výkonu prostřednictvím narůstající intenzity nebo četnosti tréninků. To znamená, že zvýšenou výkonnost svých respondentů nemohu přičítat pouze intervenci dechových cvičení, když objektivně nemohu vyloučit vliv jejich sportovních aktivit. Byť mi respondenti přislíbili, že fyzickou zátěž nebudou záměrně navyšovat, aby nedošlo k ovlivnění výkonu.

Dalším limitem mé práce je výzkumný soubor. Ten čítá pouze 3 respondenty mužského pohlaví. To je samozřejmě malý počet vzorků pro ucelení a zhotovení závěru. Podle mého názoru by výzkumný soubor měl tvořit větší počet respondentů se zastoupením obou pohlaví. Ideální by byla přítomnost kontrolní skupiny, se kterou by se výsledky výzkumu mohly následně porovnat.

Limitů této práce vzhledem k mým zkušenostem, ať už jde o znalosti, metodiku, způsob testování, vyhodnocování výsledků, bude jistě více. Já si nedostatky této práce uvědomuji a upozorňuji na fakt, že výsledky tohoto výzkumu nelze pokládat za vypovídající. Samotný výzkum považuji za svůj pilotní výzkum, který mi poskytl určitý náhled na danou problematiku a nové zkušenosti, které případně budu moci využít dále v budoucnosti.

8 Závěr

Z teoretické části mé bakalářské práce vyplívá, že vliv dechového stereotypu na vytrvalostní výkon běžce je zřejmý. Nesprávný dechový stereotyp znamená neefektivní dýchání a projeví se dýchacími obtížemi, jež brání využití plného potenciálu pro dosažení co největšího výkonu. Dochází tedy k jeho omezení. V případě velmi neefektivního dechového stereotypu se dechové obtíže zhoršují a to spolu s výkonem. Pokud nedojde k nápravě dechového stereotypu nebo snížení intenzity zátěže, aktivita může pro jedince skončit předčasně. Naopak správný dechový stereotyp je předpokladem pro podání optimálního výkonu. Takový stereotyp zabezpečuje dostatečnou dodávku potřebného kyslíku tkáním a umožní tak průběh aktivity o vyšší intenzitě po delší dobu.

Náplní výzkumu byla intervence dechových cvičení u vytrvalostních běžců s cílem zlepšit jejich dechový stereotyp a zjistit vliv tohoto dechového stereotypu na jejich výkon. Výsledky výzkumu přinesly pozitivní změny dechového stereotypu v podobě lepšího zapojení bránice. To se projevilo větším rozvojem dolního (břišního) sektoru při dýchání. Taktéž došlo ke snížení klidové dechové frekvence. Tímto odpovídám na první výzkumnou otázku, ve které jsem měl zjistit, k jakým změnám dechového stereotypu dojde intervencí dechových cvičení. Druhá otázka navazuje na otázku první a úkolem bylo zjistit vliv změny dechového stereotypu na vytrvalostní výkonnost u běžců. Hodnota ukazatele VO_2max se zvýšila u dvou respondentů ze tří stejně jako výsledky Stangeho zkoušky (zkoušky zádrže dechu). Ovšem ventilační parametry (FVC a FEV1) vykazovaly jen málo významné změny. Chybí tak objektivní důkazy, které by svědčily pro dosažení pozitivních výsledků díky intervenci dechových cvičení v oblasti výkonnosti. Na tuto otázku tedy nelze prozatím odpovědět.

Výsledky výzkumu zatím není možné v praxi využít. Výzkum ale může být vodítkem pro navazující výzkumy týkající se spojitosti mezi dechovým stereotypem a sportovním výkonem za předpokladu, že se eliminují chyby a vhodně upraví metodika. Zajímavým námětem pro další výzkumy by mohla být intervence dechových cvičení za účelem zlepšení dechového stereotypu u diagnóz s omezenou vitální kapacitou plic (například Bechtěrevova nebo Parkinsonova choroba) s následným porovnáním vstupních a výstupních ventilačních parametrů.

9 Seznam použitých zdrojů

1. BAHENSKÝ, Petr. *Vývoj výkonnostní úrovně v bězích na střední a dlouhé tratě na území České republiky od roku 1945 po současnost*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, 2021. ISBN 978-80-7394-909-9.
2. BAHENSKÝ, Petr a Václav BUNC. *Trénink mládeže v bězích na střední a dlouhé tratě*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3970-3.
3. BAHENSKÝ, Petr, David MARKO, Renata MALÁTOVÁ, Miroslav KRAJCIGR a Jan SCHUSTER. *Fyziologie tělesných cvičení*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, 2021. Education. ISBN 978-80-7394-883-2.
4. BAHENSKÝ, P., R. MALÁTOVÁ a M. MAREŠ. The influence of intervention of breathing training programme on vital lungs capacity. *Studia Kinanthropologica* [online]. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy a sportu., 2016, **17**(3) [cit. 2023-03-12]. ISSN 12132101. Dostupné z: doi:10.32725/sk.2016.069
5. BARTŮŇKOVÁ, Staša. Dýchací systém. In: BARTŮŇKOVÁ, Staša. *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2013, s. 34-45. ISBN 978-80-87647-06-6.
6. BYRNE-QUINN, E, J V WEIL, I E SODAL, G F FILLEY a R F GROVER. Ventilatory control in the athlete. *Journal of Applied Physiology* [online]. 1971, **30**(1), 91-98 [cit. 2023-03-12]. ISSN 8750-7587. Dostupné z: doi:10.1152/jappl.1971.30.1.91
7. ČUMPELÍK, Jiří. Vztah mezi posturou a dýcháním. Umění fyzioterapie: Dýchání. Mgr. Marika Bajerová, 2017, 2(4), 53-63. ISSN 2464-6784.
8. a) DYLEVSKÝ, Ivan. *Kineziologie: základy strukturální kineziologie*. Praha: Triton, 2009. ISBN 978-80-7387-324-0.
9. b) DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.

10. DYLEVSKÝ, Ivan. *Somatologie: pro předmět Základy anatomie a fyziologie člověka*. 3. přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-2111-3.
11. GRIPPAUDO, C., E.G. PAOLANTONIO, G. ANTONINI, R. SAULLE, G. LA TORRE a R. DELI. ACTA OTORHINOLARYNGOLOGICA ITALICA. *Acta Otorhinolaryngologica Italica* [online]. 2016, **36**(5), 386-394 [cit. 2023-02-26]. ISSN 0392-100X. Dostupné z: doi:10.14639/0392-100X-770
12. GOATER, Julian a Don MELVIN. *Umění rychlejšího běhu: Zlepšete techniku, trénink a výkon*. Publixing, 2017. ISBN 978-0-9927573-5-9.
13. JANDA, Vladimír. *Funkční svalový test*. Vyd. 1. čes. Praha: Grada, 1996. ISBN 80-7169-208-5.
14. HALADOVÁ, Eva a Ludmila NECHVÁTALOVÁ. *Vyšetřovací metody hybného systému*. Vydání třetí nezměněné. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 978-80-7013-516-7.
15. HARARI, Doron, Meir REDLICH, Shalish MIRI, Tachsin HAMUD a Menachem GROSS. The effect of mouth breathing versus nasal breathing on dentofacial and craniofacial development in orthodontic patients. *The Laryngoscope* [online]. 2010, **120**(10), 2089-2093 [cit. 2023-02-26]. ISSN 0023852X. Dostupné z: doi:10.1002/lary.20991
16. HARVOLD, Egil P., Britta S. TOMER, Karin VARGERVIK a George CHIERICI. Primate experiments on oral respiration. *American Journal of Orthodontics* [online]. 1981, **79**(4), 359-372 [cit. 2023-02-26]. ISSN 00029416. Dostupné z: doi:10.1016/0002-9416(81)90379-1
17. a) HELLER, Jan. *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3359-6.
18. b) HELLER, Jan a Pavel VODIČKA. *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. 2. vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. Učební texty Univerzity Karlovy. ISBN 978-80-246-3861-4.
19. HELLER, Jan. Fyziologie sportu. In: JANSÁ, Petr a Josef DOVALIL. *Sportovní příprava: vybrané teoretické obory, stručné dějiny tělesné výchovy a sportu, základy pedagogiky a psychologie sportu, fyziologie sportu, sportovní trénink, sport zdravotně postižených, sport a doping, úrazy ve sportu a první pomoc*,

- základy sportovní regenerace a rehabilitace, sportovní management*. [Praha]: Q-art, 2007, s. 92-138. ISBN 80-903280-8-3.
20. HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK. *Memorix anatomie*. 5. vydání. Praha: Triton, 2021. ISBN 978-80-7553-873-4.
21. KAŠPAR, Ladislav. Dějiny tělesné výchovy a sportu ve světě a v českých zemích. In: JANSÁ, Petr, Josef DOVALIL a spoluautoři. *Sportovní příprava: vybrané teoretické obory, stručné dějiny tělesné výchovy a sportu, základy pedagogiky a psychologie sportu, fyziologie sportu, sportovní trénink, sport zdravotně postižených, sport a doping, úrazy ve sportu a první pomoc, základy sportovní regenerace a rehabilitace, sportovní management*. [Praha]: Q-art, 2007, s. 10-33. ISBN 80-903280-8-3.
22. KITTNAR, Otomar a Mikuláš MLČEK. Fyziologie dýchání. In: KITTNAR, Otomar. *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Grada Publishing, 2021, s. 117-136. ISBN 978-80-271-1025-4.
23. KOHLÍKOVÁ, Eva. *Fyziologie člověka: učební texty pro trenérskou školu FTVS UK v Praze*. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2015. ISBN 80-86317-31-5.
24. KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, [2009]. ISBN 978-80-7262-657-1.
25. KOLÁŘ, Pavel. *Posilování stresem: cesta k odolnosti*. Praha: Euromedia Group, 2021. Universum (Euromedia Group). ISBN 978-80-242-7465-2.
26. KRÁLÍČEK, Petr. *Úvod do speciální neurofyziologie*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2002. ISBN 80-246-0350-0.
27. KUČERA, Vladimír a Zdeněk TRUKSA. *Běhy na střední a dlouhé tratě*. Praha: Olympia, 2000. Atletika. ISBN 80-7033-324-3.
28. LEWIT, Karel. *Palpace*. In: KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009, s. 28-31. ISBN 978-80-7262-657-1.
29. MÁČEK, Miloš a Jiří RADVANSKÝ. Fyziologické mechanismy uplatňující se v rehabilitaci včetně adaptace na tělesnou zátěž. In: *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009, s. 542-548. ISBN 978-80-7262-657-1.
30. MALÁTOVÁ, Renata, Petr BAHENSKÝ a Martin MAREŠ. *Dechový stereotyp a jeho vliv na dechové funkce*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, 2017. ISBN 978-80-7394-678-4.

31. MCKEOWN, Patrick. *Oxygen Advantage: jednoduché, vědecky potvrzené dechové techniky pro zlepšení zdraví a kondice*. Přeložil Roman KLADIVO. Praha: Move Lab, 2021. ISBN 978-80-908116-0-7.
32. MIYAMURA, MIHARU, SHUICHI HIRUTA, SHINJI SAKURAI, KOJI ISHIDA a MITSURU SAITO. Effects of prolonged physical training on ventilatory response to hypercapnia. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine* [online]. 1988, **156**(Suppl), 125-135 [cit. 2023-03-12]. ISSN 0040-8727. Dostupné z: doi:10.1620/tjem.156.Suppl_125
33. NESTOR, James. *Dech: nové poznatky o ztraceném umění*. Přeložil Alžběta VARGOVÁ. Brno: Host, 2021. ISBN 978-80-275-0708-5.
34. PEŠEK, Miloš a Gabriela KRÁKOROVÁ. Pneumologie. In: NAVRÁTIL A KOLEKTIV. *Vnitřní lékařství pro nelékařské zdravotnické obory*. 2. Praha: Grada Publishing, 2017, s. 764-766. ISBN 978-80-271-0210-5.
35. PULEO, Joe a Patrick MILROY. *Běhání - anatomie*. Brno: CPress, 2014. ISBN 978-80-264-0358-6.
36. SLAVÍKOVÁ, Jana a Jitka ŠVÍGLEROVÁ. *Fyziologie dýchání*. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-2065-7.
37. SLAŽANSKÝ, Tibor. *Biomechanika v tělesné výchově a sportu: ATLETIKA I*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2018. ISBN 978-80-7494-409-3.
38. SMOLÍKOVÁ, Libuše. Korekční fyzioterapie posturálního systému. In: KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009, s. 252-255. ISBN 978-80-7262-657-1.
39. SMOLÍKOVÁ, Libuše a Miloš MÁČEK. *Respirační fyzioterapie a plicní rehabilitace*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 978-80-7013-527-3.
40. TVRZNÍK, Aleš a David GERYCH. *Velká kniha běhání*. Praha: Grada, 2014. Sport extra. ISBN 978-80-247-4872-6.
41. TVRZNÍK, Aleš, Miloš ŠKORPIL a Libor SOUMAR. *Běhání: od joggingu po maraton*. Praha: Grada, 2006. Sport extra. ISBN 80-247-1220-2.
42. VALTER, Ladislav a Martin NOSEK. *Vybrané kapitoly z atletiky*. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2007. ISBN 978-80-7044-940-0.

43. VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2., (V Tritonu 1.). Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.
44. a) VYSKOTOVÁ, Jana. *Úvod do obecné a vývojové kineziologie*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2013. ISBN 978-80-7464-420-7.
45. b) VYSKOTOVÁ, Jana. *Speciální a aplikovaná kineziologie*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2013. ISBN 978-80-7464-438-2.
46. ŽURKOVÁ, Monika a Petr JAKUBEC. *Pneumologie pro magistry a bakaláře*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2021. ISBN 978-80-244-5985-1.

10 Seznam příloh

10.1 Vzor informovaného souhlasu

Informovaný souhlas

Název výzkumu

Jméno respondenta:

Datum narození:

Respondent byl do výzkumu zařazen:

1. Já, níže podepsaný souhlasím se svou účastí ve výzkumu a je mi více než 18 let.
2. Byl jsem informován o výzkumném cíli, o postupech, a o tom, co se ode mě očekává.
3. Porozuměl jsem tomu, že svou účast ve výzkumu mohu kdykoliv přerušit či odstoupit.
Moje účast ve výzkumu je dobrovolná.
4. Při zařazení do výzkumu budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění výzkumu mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů. Rovněž pro výzkumné účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o tomto výzkumu. Já naopak nebudu proti použití výsledků z tohoto výzkumu.

Podpis respondenta:

Podpis vedoucího výzkumu:

Datum:

Datum:

10.2 Tréninkové jednotky

Obecné zásady

- vždy se snažit dýchat nosem, pokud to lze
 - dýchání nosem přenést do lehké fyzické aktivity – chůze, posilování
 - pokud možno - pokusit se dýchat nosem i při běhu
- důležitost výdechu - výdech by měl být delší než nádech
- před zahájením tréninkové jednotky dbát na správné nastavení polohy těla
 - leh na zádech – dolní končetiny mohou být pokrčené v kolenních i kyčelních kloubech
 - vzpřímený sed
 - sedět na kraji židle na sedacích hrbolech, aby převážná část stehen byla mimo židli
 - úhel v kyčelních kloubech by měl přesahovat 90°
 - neopírat se o opěrku židle
 - sedět vzpřímeně, nehrbit se, mít hlavu v prodloužení páteře
- eliminovat rušivé faktory – nevhodné prostředí, hluk, hudba, televize apod.
- plně se soustředit na dýchání, uvědomovat si dechové pohyby

Tréninková jednotka č. 1 – dýchání proti odporu za využití dechového trenažéru

- četnost jednotky - optimálně provádět každý den v týdnu
- poloha vleže na zádech nebo ve vzpřímeném sedu (viz výše)
- důležitost výdechu – výdech delší než nádech
 - 1. týden – 2x denně 10 nádechů, výdechů
 - 2. týden – 3x denně 10 nádechů, výdechů
 - 3. týden – 2x denně 15 nádechů, výdechů
 - 4. týden – 3x denně 15 nádechů, výdechů
 - 5. týden – 2x denně 20 nádechů, výdechů
 - 6. týden – 2-3 denně 20 nádechů, výdechů

Tréninková jednotka č. 2

- obsahuje: lokalizované dýchání, nácvik dechové vlny, nácvik bráničního dýchání, dýchání s apnoickými pauzami, prvky DNS
- četnost jednotky – 2-3 x týdně

Lokalizované dýchání

- poloha – vleže na zádech – dolní končetiny mohou být podloženy nebo mohou být flektované (pokrčené) v kyčelních a kolenních kloubech, chodidla se celým povrchem dotýkají země
1. dýchání do břicha – ruce položené na břicho, dýchání pod ruce (10x nádech, výdech)
 2. dýchání do hrudníku – ruce položené na hrudníku, dýchání pod ruce (10x nádech, výdech)
 3. dýchání do podklíčku – ruce pod klíční kosti, dýchání pod ruce (10x nádech, výdech)
 4. dýchání do spodních žebér – ruce v bok na spodní žebra – dýchání do stran (10x)

Nácvik dechové vlny

- poloha – vleže na zádech – dolní končetiny mohou být podloženy nebo mohou být flektované (pokrčené) v kyčelních a kolenních kloubech, chodidla se celým povrchem dotýkají země
- jedna ruka položená na břicho, druhá ruka na hrudníku
- vlna - nádech do břicha – nádech do hrudníku – výdech břichem – výdech hrudníkem
- opakovat 5 – 10x

Nácvik bráničního dýchání

- poloha – sed na patách s předklonem trupu, opora o předloktí (případně dlaně), hlava v prodloužení páteře – možnost vypodložení hlavy polštářem, dekou apod.
- ve výchozí poloze dochází k protažení zad, zejména bederní oblasti
- tato poloha vyloženě podněcuje k bráničnímu dýchání
 - setrvání v poloze a volné dýchání – 1-3 minuty

Dýchání s apnoickými pauzami

- poloha - vleže na zádech – dolní končetiny mohou být podloženy nebo mohou být flektované (pokrčené) v kyčelních a kolenních kloubech, chodidla se celým povrchem dotýkají země
 - taktéž možná poloha ve vzpřímeném sedu
- nádech (zadržení dechu na 3-10 sek) – výdech (zadržení dechu na 3-10 sekund)
 - opakovat 10 – 20x
- možnost zařadit do lokalizovaného dýchání, dechové vlny, odporového tréninku

Nitrobřišní tlak, prvky DNS - poloha 3měsíčního dítěte

- poloha – vleže na zádech – dolní končetiny flektované 90° (pokrčené) v kyčelních a kolenních kloubech, horní končetiny leží volně podél těla s dlaněmi směřujícími ke stropu, hlava v prodloužení páteře
- nitrobřišní tlak – bedra lehce přilepit k podložce a snažit se vyvinout v břicho tlak podobný tlaku při odkašlání nebo smíchu
- brada směřuje směrem k hrudníku
- pokud nedělá problém udržet nitrobřišní tlak – zdvih jedné dolní končetiny nad podložku tak, aby byl pravý úhel ve všech kloubech (kyčelní, kolenní, hlezenní), poté zdvih druhé končetiny
- nakonec předpažení horních končetin, dlaně směřují k sobě, jako kdyby držely velký míč
- v konečné poloze volně dýchat, hrudník neustupuje kraniálně (směrem k hlavě)

11 Seznam tabulek

Tabulka 1: Výzkumný soubor.....	29
Tabulka 2: Vyšetření zkrácených svalů u respondenta č. 1	36
Tabulka 3: Vyšetření pohyblivosti úseků páteře u respondenta č. 1	36
Tabulka 4: Antropometrie hrudníku u respondenta č. 1	36
Tabulka 5: Spiroergometrické vyšetření u respondenta č. 1	37
Tabulka 6: Spirometrie u respondenta č. 1	37
Tabulka 7: Zkoušky zádrže dechu u respondenta č. 1	37
Tabulka 8: Vyšetření zkrácených svalů u respondenta č. 2	40
Tabulka 9: Vyšetření pohyblivosti úseků páteře u respondenta č. 2	40
Tabulka 10: Antropometrie hrudníku u respondenta č. 2	40
Tabulka 11: Spiroergometrické vyšetření u respondenta č. 2.....	41
Tabulka 12: Spirometrie u respondenta č. 2	41
Tabulka 13: Zkoušky zádrže dechu u respondenta č. 2	41
Tabulka 14: Vyšetření zkrácených svalů u respondenta č. 3	44
Tabulka 15: Vyšetření pohyblivosti úseků páteře u respondenta č. 3	44
Tabulka 16: Antropometrie hrudníku u respondenta č. 3	44
Tabulka 17: Spiroergometrické vyšetření u respondenta č. 3.....	45
Tabulka 18: Spirometrie u respondenta č. 3	45
Tabulka 19: Zkoušky zádrže dechu u respondenta č. 3	45

Zdrojem všech tabulek je vlastní výzkum

12 Seznam použitých zkratek

m. – musculus

mm. - musculi

apod. – a podobně

např. – například

tzv. – tak zvaný

tj. – to jest

atd. – a tak dále

pCO₂ – parciální tlak oxidu uhličitého

pH – vodíkový exponent, chemická míra acidity či alkality vodného roztoku

č. – číslo

FVC – forsírovaná vitální kapacita

FEV – množství usilovně vydechnutého vzduchu za jednu sekundu

VO₂max – maximální spotřeba kyslíku

TF – tepová frekvence

TK – krevní tlak

ThL přechod – přechod mezi hrudní a bederní páteří

NVC – náležitá vitální kapacita

bpm – beats per minute (počet úderů za minutu)

cm - centimetr

mmHg – milimetry rtuťového sloupce

ml/min/kg – počet mililitrů za minutu na kilogram

W/kg – počet wattů na kilogram

l - litr