Pedagogická fakulta
Faculty of Education
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra tělesné výchovy a sportu

Bakalářská práce

Kvalita dechového vzoru cyklistů ve věku 16 až 25 let a možnost jeho ovlivnění dechovou intervencí

Vypracoval: Jakub Hanák

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

České Budějovice, 2024

Pedagogická fakulta
Faculty of Education
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice

University of South Bohemia in České Budějovice

Faculty of Education

Department of Sports Studies

Bachelor thesis

The quality of the breathing pattern of cyclists aged 16 to 25 years and the possibility of its influence by respiratory intervention

Author: Jakub Hanák

Supervisor: PhDr. Bahenský Petr, Ph.D.

České Budějovice, 2024

Bibliografická identifikace

Název bakalářské práce: Kvalita dechového vzoru cyklistů ve věku 16 až 25 let a možnost jeho ovlivnění dechovou intervencí

Jméno a příjmení autora: Jakub Hanák

Studijní obor: B0114A300110

Pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu PF JU

Vedoucí bakalářské práce: PhDr. Bahenský Petr, Ph.D.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2024

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá dýchací technikou u cyklistů národní úrovně ve věku 16 až 25 let. Bylo zkoumáno, zda dvouměsíční dechová intervence může ovlivnit dýchací charakteristiky během výkonu. Bylo sledováno 15 cyklistů, kteří podstoupili výkonnostní test na běžeckém páse podle Bruce protokolu. Test byl zaznamenán pomocí optoelektronické pletysmografie (OEP), která nepřímo měří plicní ventilaci. Poté proběhla u pěti ze sledovaných cyklistů dechová intervence založená na józe se zaměřením na použití jednotlivých dechových sektorů. Intervence probíhala každý den průměrně 25,25 minuty po dobu osmi týdnů. Těchto pět cyklistů bylo po dokončení intervence znovu otestováno. Výsledky naší práce prokázaly věcně i statisticky významné rozdíly v zapojení dechových sektorů a dalších respiračních parametrech před a po dvouměsíční intervenci.

Klíčová slova: technika dýchání, cyklisté, intervence, optoelektronická pletysmografie

Bibliographical identification

Title of the bachelor thesis: The quality of the breathing pattern of cyclists aged 16 to 25 years and the possibility of its influence by respiratory intervention

Author's first name and surname: Jakub Hanák

Field of study: B0114A300110

Department: Department of Sports studies

Supervisor: PhDr. Bahenský Petr, Ph.D.

The year of presentation: 2024

Abstract:

This bachelor's thesis deals with the breathing technique of national-level cyclists aged 16 to 25 years. It was investigated whether a two-month breathing intervention could affect respiratory characteristics during performance. Fifteen cyclists underwent a treadmill performance test according to the Bruce protocol. The test was recorded using optoelectronic plethysmography (OEP), which indirectly measures pulmonary ventilation. Five of the monitored cyclists then underwent a breathing intervention based on yoga, focusing on the use of individual respiratory sectors. The intervention took place for an average of 25,25 minutes each day for eight weeks. The five cyclists were retested after completing the intervention. The results of our work demonstrated materially and statistically significant differences in the involvement of respiratory sectors and other respiratory parameters before and after the two-month intervention.

Keywords: breathing technique, cyclists, intervention, optoelectronic plethysmography

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této bakalářské práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

Datum ....

Podpis studenta

Poděkování

Děkuji mému vedoucímu bakalářské práce panu PhDr. Petru Bahenskému, Ph.D. za cenné rady, připomínky, odbornou pomoc při konzultacích, zapůjčený materiál a možnost využití laboratoře KTVS. Také bych rád poděkoval sportovcům, kteří byli součástí výzkumného souboru jako probandi.

Obsah

1 Úvod 7
2 Teoretická východiska 8
2.1 Sportovní výkon 8
2.2 Sportovní trénink 9
2.2.1 Vytrvalostní trénink 10
2.2.2 Vliv vytrvalostního tréninku na dechový vzor 11
2.2.3 Sportovní trénink cyklistů 12
2.2.4 Práce s dechem při tréninku 14
2.3 Transportní mechanismus 15
2.3.1 Dýchací systém 15
2.3.2 Dechový vzor v klidu 16
2.3.3 Dechový vzor při zátěži 17
2.3.4 Oběhový systém 19
2.4 Laboratorní zátěžová diagnostika a spiroergometrie 20
2.4.1 Historie zátěžové funkční diagnostiky ve sportu 20
2.4.2 Význam zátěžové funkční diagnostiky ve sportu 21
2.4.3 Spiroergometrie 22
2.4.4 Bruce test 22
2.4.5 Spirometrické a spiroergometrické ukazatele 22
3 Cíl, úkoly, hypotézy a výzkumné otázky práce 25
3.1 Cíle práce 25
3.2 Úkoly práce 25
3.3 Hypotézy 25
3.4 Výzkumná otázka 25
4 Metodologie 26
4.1 Charakteristika testovaného souboru 26
4.1.1 Skupina cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů 27
4.1.2 Intervenční skupina 28
4.2 Použité metody 28
4.2.1 Obsahová analýza 28
4.2.2 Metoda měření 29
4.2.3 Komparativní metoda 29
4.2.4 Věcná a statistická významnost 29
4.3 Použité testovací přístroje 30
4.4 Použité programy 37
4.5 Použitá intervence 37
4.6 Design výzkumu 38
4.7 Pohybová aktivita testovaných jedinců 41
4.7.1 Před prvním testováním 42
4.7.2 Před druhým testováním 43
5 Výsledky 44
5.1 Poměr zapojení dechových sektorů u jednotlivých stupňů zátěže 44
5.2 Změna v zapojení dechových sektorů v jednotlivých stupních zátěže 50
5.3 Minutová ventilace 53

5.4 Dechová frekvence 56
5.5 Dechový objem 59
5.6 Inspirační čas 62
5.7 Expirační čas 65
5.8 Čas dechu 68
6 Diskuse 71
7 Závěr 76
Použitá literatura 78
Elektronické zdroje 80

1 Úvod

Téma kvalita dechového vzoru cyklistů ve věku 16 až 25 let a možnost jeho ovlivnění dechovou intervencí jsme si vybrali z následujících důvodů. Cyklistice se věnuji již od mých 10 let, takže při volbě tématu bylo jasné, že se jí bude týkat. Když jsem přešel do juniorských a dále elitních kategorií, nedílnou součástí přípravy bylo testování výkonnosti v laboratoři, a to mě vždy velmi zajímalo. Dechová cvičení jsem do tréninku také zařazoval, tudíž mi toto téma práce vyhovuje a rád na něm pracuji. V budoucnu bych se rád podílel na trénování mladých cyklistů, takže i z tohoto důvodu je pro mě práce zajímavá.

V teoretické části práce se věnujeme představení použitého přístroje, který se nazývá optoelektronický pletysmograf a možnostem jeho použití v tréninku, i u netrénující populace. Na začátku práce jsme také stanovili cíl práce a několik hypotéz a výzkumných otázek, které v závěru okomentujeme a vyhodnotíme. Také se v práci budeme věnovat dýchací soustavě a představíme několik důležitých pojmů, které úzce souvisí s testováním osob na optoelektronickém pletysmografu (OEP). Dále se zaměříme na dechovou intervenci. V tomto případě dechové cvičení založené na pozicích z jógy, které se věnuje jednotlivým dechovým sektorům. V práci také zmíníme tréninkové metody cyklistů.

V praktické části práce představíme výsledky testovaných cyklistů a zjistíme kvalitu dechového vzoru a respiračních parametrů cyklistů. Dále představíme výsledky cyklistů po dvouměsíční intervenci a porovnáme je s výsledky před intervencí. Tím zjistíme, jaký vliv tato intervence měla na jejich dechový vzor a na jejich respirační parametry. V tomto případě však musíme přihlížet k ovlivnění výkonnosti samotným tréninkem během intervenčních měsíců.

Hlavním přínosem práce je zjištění kvality dechového vzoru a respiračních parametrů cyklistů a dále také vliv dechové intervence na dechový vzor a respirační parametry cyklistů. Za přínos práce také považujeme zjištění, jaký bude poměr zapojení dechových sektorů cyklistů u jednotlivých stupňů zátěže.

2 Teoretická východiska

2.1 Sportovní výkon

Dovalil et al. (2002) uvádí, že sportovní výkon je jednou z hlavních kategorií sportovního tréninku a sportu samotného. Pro sportovce a trenéra je nezbytné hlubší poznání výkonu z důvodu zlepšování celkové výkonnosti sportovce. Hlubším poznáním je myšleno vyhledávání a shromažďování informací, integrace informací a jejich transformace do roviny didaktické neboli zjištění, co je podstatou výkonu, proč dochází k jeho změnám, co by mělo být obsahem tréninku a jak při něm postupovat.

Různá sportovní odvětví kladou na sportovce specifické nároky pro dosažení optimálního výkonu. Tyto požadavky a předpoklady tvoří strukturu výkonu, zahrnující tréninková i závodní specifika. Tato struktura se neustále mění vzhledem k úpravám tratí, pravidel, techniky a nářadí. Změny mohou zásadně ovlivnit celý tréninkový systém, jako například vliv zrušení pravidla o jízdě v závěsu v krátkém triatlonu nebo zavedení volné techniky v běhu na lyžích. Délka zátěže je rozhodující z pohledu sportovní metodiky a fyziologie, kde je důležité rozlišovat krátkodobou, střednědobou a dlouhodobou vytrvalost. S nárůstem délky tratě se zvyšuje aerobní metabolismus a snižuje anaerobní, což má vliv na tvorbu laktátu, i při extrémních zátěžích jako u maratonu (Neumann et al., 2005).

Dále Neumann et al. (2005) uvádí, že v cyklistice existuje široká škála různorodých forem závodního výkonu, zahrnující krátké dráhové závody s délkou několika minut až po extrémní 24hodinové silniční závody. V dráhové cyklistice převažuje anaerobní metabolismus, což se projevuje v hladinách laktátu nad 15 mmol/l. Po silničních závodech je průměrná koncentrace laktátu nižší než 2 mmol/l. Silniční cyklisté se přizpůsobují výrazně kolísavé spotřebě energie, využívají taktiku jízdy v závěsu ke snížení energetické náročnosti. Při delších cyklistických výkonech je klíčové přijímat sacharidy, aby nedošlo k poruchám metabolismu, a sportovci absolvují tréninkové dávky přesahující 40 odtrénovaných hodin týdně (1 300 km).

2.2 Sportovní trénink

Dovalil et al. (2002) posuzuje sportovní trénink jako druh biologicko-sociální adaptace. Hovoří o něm jako o procesu biologického přizpůsobení zvýšené tělesné námaze. Například tvorba energetických rezerv, distribuce energie a aktivita orgánů. Současně je potřeba se naučit nové pohyby, přičemž pro jejich osvojení je nezbytné využívat poznatky motorického učení. Interakce mezi účastníky tréninku a soutěží formují klíčové aspekty sportovního tréninku, přičemž jejich chování vychází z individuální psychiky. Tyto procesy společně definují sportovní trénink jako celek, kde se vzájemně ovlivňují, prolínají a doplňují. Motorické učení je úzce spojeno s fyzickým zatěžováním, přičemž aktuální požadavek spočívá v podněcování konkrétních biologických změn.

Bartůňková et al. (2013) definuje sportovní trénink jako cílenou sportovní činnost, která se soustředí na podání optimálního výkonu. V dlouhodobém měřítku je výsledkem sportovního tréninku sportovní výkonnost. Základní princip tréninku spočívá v nutnosti systematicky zatěžovat organismus cvičeného jedince tak, aby pomocí adaptace dosáhl maximálního rozvoje všech faktorů nezbytných pro optimální provedení požadovaného sportovního výkonu.

Mezi zásady tréninku řadí Bartůňková et al. (2013) postupování od jednoduššího k složitějšímu, zvyšování intenzity, frekvence a trvání tréninků, rozvoj obecné zdatnosti jedince a důraz na dostatečnou regeneraci a strečink po tréninku.

Gerig & Frischknecht (2004) uvádí, že u výkonnostního sportovce je klíčové eliminovat slabiny a rozvíjet přednosti. Všechny faktory ovlivňující výkon musí být systematicky začleněny do tréninku, následně rozvíjeny a optimalizovány. Než začnete uvažovat o optimálním dosažení cíle, je důležité si uvědomit, kam přesně chcete směřovat. Jinak byste se neměli divit, když skončíte jinde, než jste zamýšleli. Proto je nutné si vyhradit čas k definování individuálních vrcholů sezóny a výkonnostních cílů. Intenzivní analýza vlastních silných a slabých stránek je nezbytná. "Tréninkový deník" je užitečným nástrojem pro analýzu tréninku a poskytnutí informací trenérovi. Nejde o rozlišování mezi "dobrými" a "špatnými" sportovci, ale spíše o ukázku důležitosti vyváženosti různých faktorů výkonu. Profilování sportovce by mělo vždy stát na začátku

plánování tréninku, s důrazem na zlepšení výkonu a pravidelné stanovování nových cílů tréninku.

2.2.1 Vytrvalostní trénink

Obecně se pojmem vytrvalost rozumí schopnost jedince podstupovat zatížení při pohybové činnosti po delší dobu bez významného snížení intenzity (Kuhn et al. 2005).

Rychlost regenerace podle Zahradníka & Korvase (2012) výrazně závisí na kvalitě vytrvalostních schopností. Zrychlená regenerace umožňuje sportovci zkrátit intervaly odpočinku během tréninků a mezi jednotlivými tréninky, což v konečném důsledku umožňuje zvýšit celkovou tréninkovou zátěž. Vytrvalostní výkon je však ovlivněn mnoha faktory, z nichž nejdůležitější jsou ty, které se primárně týkají přenosu kyslíku a využití energie (kardiorespirační systém, objem krve, celkové množství hemoglobinu, oxidační enzymy, využití tuků atd.), nervosvalové činnosti a ekonomiky pohybu (kvalita CNS a periferních nervů, síla, rychlost, vytrvalost, koordinace, technika, výkon). Souhrn těchto faktorů lze označit jako fyziologický profil sportovce.

Vytrvalost Kuhn et al. (2005) dělí podle energetického krytí na aerobní (za přístupu kyslíku) a anaerobní (bez využití kyslíku), podle druhu svalové kontrakce dělí vytrvalost na dynamickou (střídání kontrakce a uvolnění, např. běh) a statickou (bez vnějších projevů svalového zkrácení, např. výdrže v gymnastice). Ve sportovním tréninku se nejčastěji vytrvalost dělí podle délky zatížení, a to na krátkodobou (35—120 sekund), střednědobou (3—10 minut) a dlouhodobou vytrvalost (10 minut až 6 a více hodin). Zahradník & Korvas (2012) ještě rozlišuje vytrvalost rychlostní, která trvá 20—30 sekund.

Vytrvalostní výkon tedy představuje proces dlouhodobých statických nebo dynamických kontrakcí různých svalů, který vyžaduje efektivní přenos nervových signálů z motorické oblasti mozkové kůry do svalů, což vyžaduje zásobení významným množstvím energie. Během vytrvalostních aktivit se v různé míře využívá aerobní i anaerobní energetický systém, což závisí na konkrétním druhu sportu. S prodlužující se délkou zátěže postupně ubývá příspěvek anaerobního systému k celkovému výkonu, a čím delší je doba trvání, tím významnější roli hraje aerobní systém (Zahradník & Korvas, 2012).

Aerobní práh (AT) definuje vrchol jednoduché tréninkové zátěže, obvykle nastávající kolem hladiny 2—3 mmol/l laktátu. Po dosažení tohoto bodu stoupá hladina laktátu (LA). Maximální laktátový setrvávající stav (MLSS), ve kterém LA roste rychle, se obvykle pohybuje mezi 3—8 mmol/l. Sportovec je schopen udržet výkon při AT po několik hodin, avšak překročení anaerobního prahu (ANT) vyvolá rychlou únavu. ANT představuje horní hranici využití laktátu ze svalů. Díky správnému tréninkovému režimu lze zvyšovat intenzitu nebo rychlost na úrovni obou těchto prahů. Úroveň ANT má významný vliv na úspěch v disciplínách trvajících 15 minut a déle, jako jsou například dlouhý běh, plavání, lyžování, veslování nebo cyklistika, a samozřejmě je klíčová pro všechny vytrvalostní sporty (Zahradník & Korvas, 2012).

Primárním cílem vytrvalostního aerobního tréninku je zlepšení osobních limitujících faktorů, což zahrnuje především zdokonalení fyziologického profilu a rozvoj pohybových schopností. Současně s těmito klíčovými cíli je důležité pracovat na osvojování pohybových dovedností, zdokonalování závodní techniky, získávání taktických zkušeností a posilování psychických vlastností. Sportovec dosáhne těchto cílů pomocí správného typu tréninku, efektivního systému, vhodných metod a prostředků tréninku (Zahradník & Korvas, 2012).

2.2.2 Vliv vytrvalostního tréninku na dechový vzor

Malátová & Bahenský (2016) zdůrazňují význam ventilace ve vytrvalostních sportech. Kvalita dechového stereotypu má významný vliv na vitální kapacitu plic. Cíleným dechovým cvičením lze ovlivnit průběh dechové vlny.

Během dlouhodobého tréninku se zvětšuje plicní objem podobně jako srdeční sval. Dýchací svaly také zesilují a neunaví se tak rychle. To znamená, že při maximálním zatížení jsou sportovci schopni efektivněji ventilovat větší objem vzduchu, což jim umožňuje přijímat více kyslíku a vylučovat více oxidu uhličitého (Kuhn et al., 2005).

Havlíčková et al. (2006) uvádí, že nejvýraznější adaptační změny jsou indukovány vytrvalostním tréninkem, což vede ke zlepšení mechaniky dýchání u cvičených jedinců, což se projevuje zvýšenou pohyblivostí bránice. Dále dochází ke zlepšení plicní difuze, což je podporováno zvýšeným počtem aktivních alveolů a sníženým fyziologickým

mrtvým prostorem. Tyto změny vedou k nižší dechové frekvenci při běžném i maximálním zatížení. Navíc se pozoruje zvýšení maximálního dechového objemu na úrovni 3—5 litrů (60—80 % vitální kapacity) u trénovaných jedinců oproti 2—3 litrům (50 % vitální kapacity) u netrénovaných. Vitální kapacita také vzrůstá, u mužů dosahuje hodnot 5—8 litrů a žen 3,5—4,5 litru, což představuje 120—140 % vitální kapacity netrénovaných. S tím souvisí nižší minutová ventilace při standardním zatížení a zároveň vyšší maximální ventilace (150—200 litrů u mužů a 100—130 litrů u žen), což odpovídá 120—160 % maximální ventilace netrénovaných. Dále jsou pozorovány minimální až nulové projevy mrtvého bodu, vyšší hodnoty anaerobního prahu a větší spotřeba kyslíku. Maximální aerobní výkon (VO2max) u mužů dosahuje 60—80 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ a u žen 40—50 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$, což reflektuje vyšší kyslíkový dluh a větší anaerobní kapacitu ve výši 15—18 litrů u trénovaných oproti 5—7 litrům u netrénovaných.

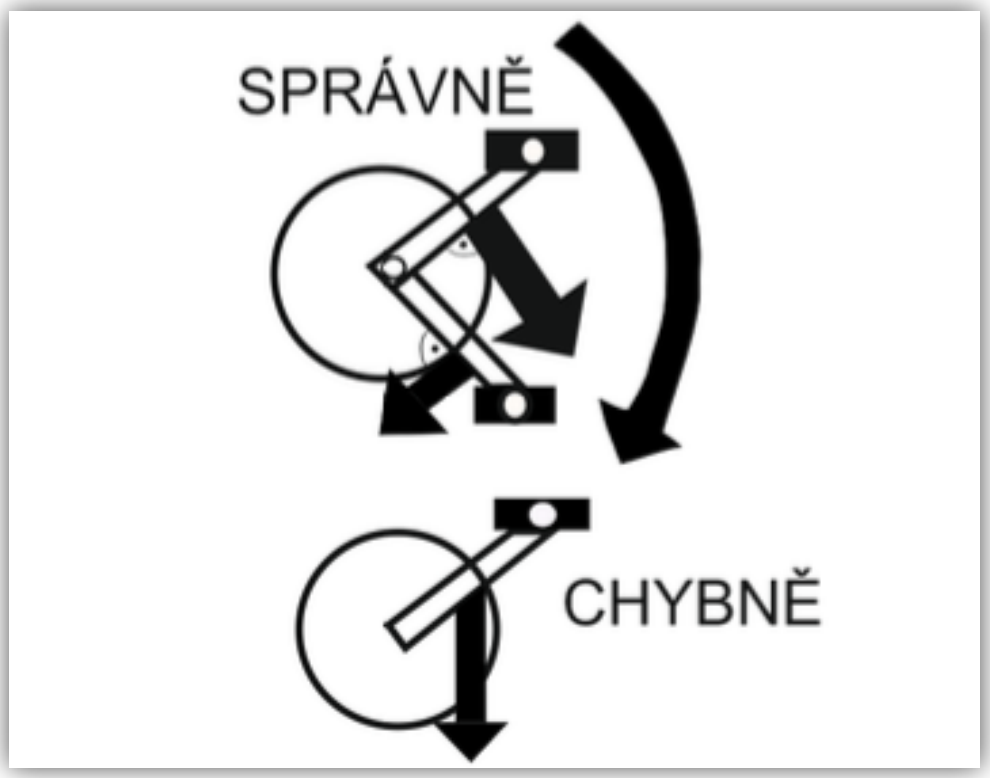
Dýchací svaly lze, stejně jako ostatní svaly, efektivně trénovat s cílem zlepšit jak vytrvalost, tak sílu. Sílu dýchacích svalů je možné posilovat cvičením, při němž se dýchá proti odporu. Zlepšení vytrvalosti může být dosaženo prostřednictvím prohloubeného dýchání, což je často spojováno s fyzickou aktivitou (Máček & Máčková, 1995).

2.2.3 Sportovní trénink cyklistů

Většina amatérských cyklistů šlape na kole špatně z důvodu přenosu pohybu z chůze. Zabírají tedy shora dolů a k tomu se jim kýve celé tělo ze strany na stranu. Naopak u profesionálních cyklistů s vytříbenou technikou šlapání můžeme pozorovat pouze pohyb nohou, tělo zůstává bez pohybu a celkový dojem lehkosti a elegance (Cihlář et al., 1991).

Pro správnou polohu cyklisty jsou podle Cihláře et al. (1991) klíčové následující tři faktory. Pocit ze sezení na kole by měl být celkově příjemný a pohodlný. Důležité je umožnit volné dýchání a srdeční činnost. Dále také zajistit co možná nejúčinnější práci svalů (ekonomiku šlapání).

Obrázek 1
Směr síly při šlapání



(Cihlář, Hamouz, & Malíř, 1991, s. 60)

V oblasti cyklistiky se podle Geriga & Frischknechta (2004) osvědčilo efektivní plánování tréninku v čtyřtýdenních cyklech. Tréninkové zatížení je rozloženo do tří týdnů, přičemž objem tréninku postupně stoupá každý týden. Čtvrtý týden je pak věnován aktivnímu odpočinku, což umožňuje organismu přizpůsobit se a adaptovat na stanovené tréninkové podněty. Klíčové je stanovit začátek tréninku a vrcholy sezóny (závody, náročné jízdy, tréninkové období). Celý rok nebo dostupná doba by měly být rozděleny do čtyřtýdenních bloků a pět různých etap tréninku.

Mezi etapy tréninku se podle Geriga & Frischknechta (2004) řadí:

- Přípravné období 1 — proces adaptace na tréninky, nízká intenzita zatížení, rozvoj dlouhodobé vytrvalosti.
- Přípravné období 2 — zvýšení intenzity a trvání zátěže, intervalový trénink, trénink na úrovni anaerobního prahu, ale stále z 50—60 % trénink dlouhodobé vytrvalosti.

- Předzávodní období – snížení rozsahu tréninku, klíčová je regenerace, jedinec musí být zcela zotavený před závodním obdobím, 50 % velmi intenzivní zátěž, 50 % nízké zatížení.
- Závodní období – aktivní regenerace, udržování výkonnosti, závody.
- Přechodné období – 4 až 8 týdnů aktivního odpočinku, menší rozsah zatížení, kompenzační cvičení, alternativní sporty.

2.2.4 Práce s dechem při tréninku

Správná funkce dýchacího systému je jedním z nejdůležitějších faktorů určujících stav lidského zdraví. Během cvičení je jednou z kritických funkcí dýchacího systému přizpůsobení ventilace plic zvýšené potřebě kyslíku v těle. Plicní funkce je určujícím faktorem aerobní kapacity u sportovců. Bylo prokázáno, že dechový trénink zvyšuje funkční rezervu dýchacího systému. Zlepšení svalové síly a ventilace v reakci na vytrvalostní trénink se u sportovců jeví jako zvláště důležité. Bylo zjištěno, že ventilační práce hraje významnou roli v kardiovaskulární odpovědi během vysoce intenzivního cvičení (Hackett, 2020).

Podle Čiháka (2004) ovlivňuje proces dýchání soubor kosterních svalů, které jsou známé jako dýchací svaly. Tyto svaly jsou rozděleny na inspirační a expirační, dále na hlavní a pomocné svaly. Hlavní svaly jsou aktivní během každého nádechu nebo výdechu, na druhé straně pomocné svaly se zapojují pouze při intenzivním dýchání nebo v případech onemocnění spojených s dechovými potížemi. Inspirační svaly přispívají k rozšíření hrudní dutiny, zatímco expirační svaly, působící tahem na žebra, způsobují jejich sklápění a tím zmenšují hrudní dutinu.

Efektivní cesta k naučení se správného a efektivního dýchání při zátěži spočívá v provádění nádechu nosem a výdechu ústy. Tato metoda podněcuje brániční dýchání. Původně může netrénovaná osoba pociťovat určité nepohodlí, vyjádřené pocitem nedostatku vzduchu v plicích. Časem však tento pocit zmizí a naše tělo se adaptuje na tuto účinnou techniku. Kontrola dechu nám také může posloužit jako nepřímý indikátor intenzity zátěže. Pokud není možné provádět nádech nosem, zřejmě provádíme zátěž blížící se k oblasti anaerobní práce (Hnízdil et al., 2005).

2.3 Transportní mechanismus

Podle Bartůňkové et al. (2013) se transportním mechanismem rozumí spolupráce dýchacího a oběhového systému na výměně respiračních plynů a dodávce energetických substrátů a dalších látek. Přesný způsob, jakým tyto systémy spolupracují, není doposud dostatečně vysvětlen. Nejspíše je ale jejich spolupráce zajištěna vyššími nervovými centry, jako je například mozková kůra a hypotalamus.

Bartůňková et al. (2013) dělí odpověď transportních systémů na zatížení do dvou fází.

- První fáze: prvních 30—45 sekund zátěže, nastávají rychlejší a výraznější změny.
- Druhá fáze: pomalejší změny, podle intenzity zatížení nastává buď rovnovážný stav, nebo vyčerpání.

2.3.1 Dýchací systém

Dýchací systém zajišťuje stálou výměnu plynů mezi tělem a vnějším prostředím. Tato funkce nám umožňuje příjem kyslíku, který využívají všechny tkáně pro tvorbu energie a vylučování pro tělo v nadměrném množství toxického oxidu uhličitého, který vzniká jako odpadní látka při tvorbě energie (Rokyta & Šťastný, 2002).

Látková výměna v organismu podle Dylevského (2007) vyžaduje stálý přívod kyslíku. Při chemických procesech v tkáních vzniká oxid uhličitý a voda, které je třeba odstranit z organismu. Krev zajišťuje výměnu a transport kyslíku a oxidu uhličitého. Z funkčního hlediska lze dýchání rozdělit na tři fáze: zevní dýchání, rozvod dýchacích plynů a vnitřní dýchání.

Zevní dýchání neboli ventilace zajišťuje výměnu plynů mezi vnějším prostředím a krví. Ventilace je zprostředkována pohyby hrudníku, konkrétně nasátím vzduchu do plic – nádechem a vypuzením vzduchu z plic ven – výdechem (Dylevský, 2007). Hlavním dýchacím svalem je podle Mareše et al. (2013) bránice.

Plíce i hrudník jsou pružné a mezi plicemi a hrudní stěnou se nachází tenká vrstva tekutiny, tudíž mezi sebou snadnou kloužou. Nelze je od sebe odtrhnout podobně jako nelze oddělit dvě namočená skla přitisknutá k sobě. Tomu se děje díky tlaku, který nazýváme interpleurální. Tento tlak je menší než atmosférický, takže zajišťuje rozpětí plic v hrudníku (Kohlíková, 2004).

Dýchací systém dělíme podle Dylevského (2007) do dvou oddílů. Dýchací trubice, která představuje spojnici mezi dutinou nosní a ústní a plicemi. Plíce, kde dochází k výměně plynů mezi vnitřním prostorem a krví pomocí plicních sklípků.

Mareš et al. (2013) rozděluje dýchací cesty do dvou oddílů – horní a dolní cesty dýchací.

- Horní cesty dýchací zahrnují nosní dutinu, nosohltan a vedlejší nosní dutiny. V nosní dutině jsou uloženy receptory čichu a v dolní části nosního průduchu ústí slzovody. Do nosohltanu ústí Eustachova trubice, která umožňuje vyrovnávání tlaku mezi vnitřní a vnější stranou ušního bubínku. Sliznice horních dýchacích cest slouží mimo jiné k obraně před škodlivými částicemi ve vzduchu, proto by člověk měl upřednostňovat dýchání nosem. Horní a dolní cesty dýchací odděluje hrtanová příklopka.
- Dolní cesty dýchací zahrnují hrtan, ve kterém se nachází hlasivkové řasy, dále průdušnici neboli tracheu, která se rozděluje na pravou a levou průdušku, které se větví ještě více než třicetkrát a vedou až k plicním sklípkům.

2.3.2 Dechový vzor v klidu

Kuhn et al. (2005) uvádí, že vzduch se vtahuje do plic kontrakcí dýchacích svalů, což způsobuje zvednutí hrudníku a současně sklonění bránice. Výdech naopak probíhá převážně pasivně. V běžném životě není dýchání u zdravých osob omezujícím faktorem pro výkon.

Hnízdil et al. (2005) rozlišuje tři typy dýchání:

- Brániční dýchání – zapojena je zejména bránice (nádech) a břišní svalstvo (výdech), toto dýchání používají převážně muži.
- Dolní žeberní dýchání – pohyb dolních žeber dopředu a do stran, toto dýchání je typické převážně pro ženy.
- Podklíčkové dýchání – pohyb 2.—5. žeber dopředu a nahoru, méně účinný způsob.

Pro správný dech je důležité propojení všech tří zmíněných typů dýchání.

Bartůňková et al. (2013) uvádí, že aby jedinec správně dýchal, musí dechu věnovat stálou volní pozornost a kontrolu. Za velmi důležité je považováno brániční

dýchání. To se v klidovém stavu podílí na dýchání netrénovaných jedinců asi 30—40 % a u trénovaných 50—60 %.

Dýchání je podle Dylevského (2009) spojeno nejen s výměnou plynů, ale také s posturální funkcí. Dýchací pohyby jsou rozděleny do tří sektorů: břišní, dolní hrudní a horní hrudní. Při klidovém dýchání se jako první aktivuje spodní (břišní) sektor, následuje střední sektor a poté horní dechový sektor. Touto postupnou aktivací vzniká dechová vlna. Při břišním dýchání je orgánem, který je nejvíce zapojen, bránice. Hrudní dýchání je charakterizováno převládajícím zapojením mezižeberních svalů. Při intenzivním dýchání pracují mezižeberní svaly i při výdechu, avšak při klidovém dýchání je výdech pasivní a stará se o něj elasticita hrudníku.

Dylevský (2009) tvrdí, že břišní sektor, který je spojen s činností bránice, je zodpovědný za 60 % celkové účinnosti dýchání. Při klidovém dýchání by břišní dýchání, hrudní neboli žeberní dýchání a podklíčkové dýchání mělo v rámci jedné dechové vlny poměr 60 %, 30 % a 10 %.

Správná dechová vlna postupuje od dolní části trupu směrem nahoru. Začíná jak při nádechu, tak při výdechu v břišní dutině, postupně se přesouvá do spodní části hrudníku a následně do horní části hrudníku. Dýchání by mělo probíhat pozvolna, mělo by být pravidelné a hluboké, bez násilné kontroly a nemělo by být hlasité. Nádech i výdech by na sebe měly plynule navazovat. Nesprávný dechový stereotyp je často spojován s jiným onemocněním nebo se špatným držením těla (Bursová, 2005).

2.3.3 Dechový vzor při zátěži

Správné dýchání, také známé jako brániční dýchání, zahrnuje synchronizovaný pohyb horní části hrudníku, dolní části hrudníku a břicha. Správné dýchání navíc vyžaduje adekvátní spolupráci bránice a dýchacích svalů. Proto je klíčem k dosažení vysoké výkonnosti udržovat správný dechový vzor (Kaminoff, 2008).

Během jízdy na kole při konstantní vysoké zátěži je často pozorována změna dechového vzoru, tj. zvýšení dechové frekvence s malým nebo žádným snížením dechového objemu, což má za následek zvýšení minutové ventilace směrem ke konci vyčerpávajícího testu (Spengler et al. 2000).

Dýchací svaly podle Máčka & Máčkové (1995) při klidovém dýchání využívají pouze malou část vdechnutého kyslíku, avšak při maximální ventilaci při zátěži se

spotřebuje až 10—15 % celkového příjmu. To naznačuje, že zvyšování ventilace při náročných činnostech poskytuje kyslík především dýchacím svalům, nikoli těm, které provádějí sportovní nebo pracovní výkony. Způsob dýchání během zátěže může být ovlivněn způsobem práce a tělesnou polohou, například rytmické pohyby mohou synchronizovat dýchání s pohybem, jak je to například při plavání nebo jízdě na kole.

S úrovní odporu, který dýchací cesty představují pro proud vzduchu, souvisí také volba dýchání ústy nebo nosem. I když dýchání nosem vytváří větší odpor a je ekonomicky náročnější, vdechnutý vzduch je lépe připraven pro svou funkci. Je zahřátý, zvlhčený, zbavený prachu a nedráždí sliznici dýchacích cest. Při ventilaci kolem 40—50 l/min, což odpovídá střední zátěži, dýchání nosem již není dostačující, a dýchání přechází na ústní. I když to snižuje práci dýchacích svalů, u citlivých jedinců, často u astmatiků, může při inhalaci chladného a suchého vzduchu vyvolat křeč průdušek, tzv. bronchospasmus, což způsobuje dušnost (Máček & Máčková, 1995).

Podle Bartůňkové et al. (2013) se při vytrvalostních výkonech může projevit mrtvý bod. Tento stav vzniká při přechodu z anaerobního do aerobního metabolismu. Z důvodu narůstajícího kyslíkového dluhu vzniká dysbalance funkcí orgánů zajišťujících pohybovou činnost. Organismus se nestačí přizpůsobit změnám způsobeným náhlou svalovou činností a dochází k zhoršení koordinace, narušení pohybového stereotypu a ke snížení výkonu. Zhoršení nastává také v ekonomice dýchání. Konkrétně dochází k zvýšené frekvenci a mělkému dýchání. Pravděpodobně je zhoršena i činnost bránice, což vede k redukci dechového objemu a nižší spotřebě kyslíku. To je kompenzováno vyšší srdeční frekvencí a krevním tlakem.

Subjektivně lze mrtvý bod pocítit jako nouzi o dech, bušení srdce, svírání na hrudi nebo bolest hlavy. Objevuje se svalová slabost, tíha, křeče, případně i píchání v boku. Tyto pocity jsou vyvolávány náhlým zakyselením svalů, či nedostatečným prokrvením bránice a mezižeberních svalů. (Bartůňková et al., 2013)

Dále Bartůňková et al. (2013) uvádí, že projev mrtvého bodu lze snížit tréninkem a při výkonu ho lze překonat prohloubením dýchání a snížením intenzity zátěže. Po obnovení narušených funkcí přichází tzv. druhý dech. Sportovec by měl mrtvý bod překonat již při rozcvičení a do závodu nastupovat v období druhého dechu. Po 5—6 minutách intenzivní zátěže nastává setrvalý stav. V tomto rovnovážném stavu

metabolických pochodů je jedinec schopný pracovat desítky minut. Největší zátěž, kterou může jedinec dlouhodobě podstupovat se nazývá anaerobní práh.

Netrénované dýchací svaly mohou způsobit bolest v boku během sportovní aktivity. Předpokládá se, že nedostatečné zásobení bránice krví vede k určité formě svalové křeče v bránici. Klidné, pomalé a řízené dýchání při mírném sklonu těla obvykle pomáhá eliminovat bolest v boku. (Kuhn et al., 2005)

2.3.4 Oběhový systém

Oběhový systém plní transportní funkci, což zahrnuje přenos dýchacích plynů, živin, minerálů, vitaminů, enzymů, hormonů a tepla. Pro efektivní svalovou práci je klíčové zajištění dostatečného přísunu kyslíku, energetických zdrojů a odvodu katabolitů (Bartůňková et al., 2013). Tento systém zahrnuje srdce a cévy, které tvoří systémový a plicní oběh. Tyto oběhové systémy jsou propojeny, přičemž se v některých aspektech liší. Společné je označení cév vedoucích krev od srdce jako tepny (arterie) a cév vedoucích k srdci jako žíly (vény). V obou oběžích se nacházejí vlásečnice, kde dochází k důležitému procesu difuze látek mezi krví a tkáněmi. Hlavním zdrojem energie pro pohyb krve je práce srdce (Mareš et al., 2013).

Rozvod neboli transport dýchacích plynů obstarává v těle krev. Z plic, přes tkáně až do jednotlivých buněk je přiváděn kyslík a zpět je odváděn oxid uhličitý a voda. Proces přenosu dýchacích látek mezi tkáněmi a buňkami nazýváme vnitřní neboli tkáňové dýchání. Dýchací a oběhový systém vzájemně takto spolupracují, tudíž se poruchy jednoho systému projeví i na tom druhém (Dylevský, 2007).

Srdce si můžeme představit jako pumpu, která rozvádí krev do dvou oběhů – systémového a plicního, které na sebe navazují. Malý plicní oběh začíná plicnicí, vycházející z pravé srdeční komory. Tato plicnice se dále větví na pravou a levou plicní tepnu, které směřují do plic, kde krev prochází procesem okysličení. Z plic se okysličená krev vrací zpět do levé srdeční síně pomocí plicních žil, odkud putuje do celého těla. V plicním oběhu tepny přepravují odkysličenou krev, zatímco žíly nesou okysličenou krev. Velký tělní oběh začíná v levé srdeční komoře aortou, která rozvádí okysličenou krev do celého těla prostřednictvím svých větví. Odkysličená krev se poté vrací horní a dolní dutou žílou zpět do pravé srdeční síně, kde navazuje na malý plicní oběh (Langmeier et al., 2009).

2.4 Laboratorní zátěžová diagnostika a spiroergometrie

2.4.1 Historie zátěžové funkční diagnostiky ve sportu

Historicky lze sledovat posuzování zdatnosti a výkonnosti již od starověku, jako například v antické Spartě, kde se hodnotily výsledky bojového výcviku mladých chlapců. Odhady zdatnosti a výkonnosti se objevují i v pozdějších staletích, zejména při hodnocení způsobilosti pro fyzicky náročné profese jako například službu v armádě. Nicméně přesnější měření lidské výkonnosti začíná až koncem 17. století, kdy francouzský vědec Philippe de La Hire popsal metodiku měření síly člověka pomocí závaží a srovnávání s koňskou silou (Pearn, 1978).

V dalších stoletích se objevují nové nástroje pro měření síly a výkonnosti, jako například dynamometry a pneumatické systémy. V 19. století se začínají vyvíjet motorické testy, a to zejména v USA. Francouzský fyziolog J. E. Marey se snažil objektivizovat testy motorických schopností a zdokonalil dynamometr tak, aby byl schopen měřit sílu s přesností na jeden gram. Později se objevují i další technologie, jako pneumatické dynamometry a systémy pro zachycování chůze člověka pomocí elektrických kontaktů (Heller, 2018).

První využití zátěžového testování jako laboratorního vyšetření zdatnosti a výkonnosti lze pozorovat koncem 19. století. V roce 1883 v Německu lékař C. Speck využil klikovou ergometrii k hodnocení pracovního výkonu horních končetin (Van Praagh & Franca, 1998).

Bicyklové ergometry mají bohatou historii sahající až do roku 1897, kdy Elysée Bouny vytvořil první mechanicky brzděný model. Ještě ten samý rok Američané využili k měření výdeje energie první bicyklový ergometr brzděný dynamem. Vývoj pokračoval torzním brzděním od Magnuse Blixe v roce 1914 a elektromagnetickým brzděním, jehož prototyp zdokonalený v roce 1912 využíval od roku 1913 August Krogh pro fyziologické výzkumy. Bicyklové ergometry se během 20. století staly díky svému dalšímu rozvoji nepostradatelným nástrojem pro lékařství, sportovní trénink i rehabilitace. Dnes existuje široká nabídka ergometrů využívaných v tělocvičnách, nemocnicích i domácnostech pro zlepšení fyzické kondice, zdraví a sportovního výkonu (Kolesár & Mikeš, 1981).

Francis Gano Benedict a Hans Murschhauser jsou považováni za průkopníky v oblasti měření spotřeby kyslíku při zatížení, jelikož koncem 20. let 20. století prosadili názor, že mezi dva hlavní faktory limitující výkonnost člověka patří kyslíkový dluh a maximální spotřeba kyslíku (Kolesár & Mikeš, 1981).

2.4.2 Význam zátěžové funkční diagnostiky ve sportu

Hodnocení výkonnosti sportovců je komplexní proces, který zahrnuje širokou škálu laboratorních, terénních a výkonnostních testů. Tyto testy slouží k objektivizaci dílčích předpokladů sportovního výkonu, které se liší v závislosti na konkrétní disciplíně, věku a výkonnostní kategorii. Vrcholoví sportovci podstupují odlišné testy než například mladí talenti, jelikož jejich cíle a potřeby se liší. Laboratorní testy se zaměřují na analýzu fyziologických parametrů, jako je maximální spotřeba kyslíku, anaerobní kapacita, svalová síla a vytrvalost. Terénní vyšetření zahrnují hodnocení motorických dovedností, jako je koordinace, rychlost a obratnost. Výkonnostní testy pak slouží k přímému měření sportovní výkonnosti v dané disciplíně. Výsledky těchto testů slouží trenérům a sportovcům k tomu, aby lépe porozuměli silným a slabým stránkám sportovce a na základě toho sestavili optimální tréninkový plán. Díky tomu se sportovec může systematicky zlepšovat a dosahovat co nejlepších výsledků (Heller, 2018).

Zátěžová diagnostika fyzické zdatnosti a kondice se většinou podle Hellera (1997) zaměřuje na zátěž velkých svalových skupin bez zvláštních nároků na techniku a pohybové dovednosti, s důrazem na standardizované testovací podmínky. Naopak diagnostika výkonnosti a speciální trénovanosti se orientuje na zátěž specifických svalových skupin s využitím specifických technik a pohybových dovedností. U těchto testů je obvykle nižší míra standardizace. Zjednodušeně řečeno, diagnostika fyzické zdatnosti a kondice testuje obecnou sílu a vytrvalost, zatímco diagnostika výkonnosti a speciální trénovanosti se zaměřuje na specifické dovednosti a techniky potřebné v daném sportu.

Podle Hellera (2018) je "Zlatým standardem" pro posuzování fyzické zdatnosti maximální aerobní test a test ventilačního anaerobního prahu. Pokud je maximální zátěž kontraindikována nebo nedostupná, lze využít i submaximální zátěžové testy pro nepřímé stanovení VO2max. V posledních desetiletích se pro odhad fyzické zdatnosti poměrně široce používají různé baterie motorických (výkonových) testů, a to především

kvůli jejich technické nenáročnosti a možnosti vyšetřit větší počet osob v terénních podmínkách mimo laboratoř. Na druhou stranu jsou výsledky výkonových a motorických terénních testů méně přesné a více zatížené technickými chybami a vlivy proměnlivých vnějších podmínek než standardní laboratorní testy.

Jelikož je pro podání cyklistického výkonu klíčová aerobní kapacita, tak jsou základem zátěžové diagnostiky v cyklistice aerobní testy, jako například maximální aerobní test nebo test anaerobního prahu (Gregor & Conconi, 2000).

2.4.3 Spiroergometrie

Spiroergometrické vyšetření je zátěžové vyšetření prováděné na běžných ergometrech (např. kolo, běžecký pás), které analyzuje vydechované plyny v klidu, během zátěže a v zotavovací fázi. V angličtině se označuje zkratkou CPX nebo CPET (cardiopulmonary exercise testing). Toto vyšetření umožňuje posoudit kapacitu celého transportního systému kyslíku v organismu a zjistit jeho hlavní limitující faktory (Várnay et al. 2020). Podle Hellera (2018) je základním výstupem tohoto vyšetření maximální aerobní kapacita.

2.4.4 Bruce test

Bruce test na běžícím pásu je podle Cumminga et al. (1978) běžně používaný zátěžový test k posouzení zátěžové kapacity a elektrokardiografické odpovědi na zátěž u dospělých. Protokol testu se skládá z tříminutových fází, po kterých dochází k zvýšení rychlosti pásu a procentuálního stupně náklonu. Test je vhodný pro maximální zatížení pacientů od amatérských až po vytrvalostně trénované sportovce.

2.4.5 Spirometrické a spiroergometrické ukazatele

- **Minutová ventilace (V_E)** je množství vzduchu, které projde plícemi jedince za jednu minutu. Jednotkou minutové ventilace je litr za minutu ($l.min^{-1}$).

  $V = V_T \cdot DF$ (Várnay et al., 2020).

  Tato hodnota Podle Bartůňkové et al. (2013) stoupá s narůstající zátěží, ale zvýšení může nastat již při předstartovních a startovních stavech. Minutová ventilace je podmíněna dechovou frekvencí a dechovým objemem. Klidová minutová ventilace je okolo 7—10 litrů za minutu, při maximálním zatížení však

může vystoupat u netrénovaných mužů na 100—130 litrů za minutu, u trénovaných až na 150—200 litrů za minutu.

- **Dechová frekvence (DF)** podle Bartůňkové et al. (2013) ukazuje, kolik dechů jedinec provede během jedné minuty. Udává tedy rytmus dýchání. Dá se snadno ovlivnit vůlí, a také je u řady pohybů ovlivněna vynuceným rytmem (např plavání, či běh). Klidové hodnoty se pohybují kolem 14—16 dechů za minutu, při lehké práci 20—30 dechů za minutu a při velmi vysoké zátěži až na 40—60 dechů za minutu.
- **Dechovým objemem (V_T)** je Podle Bahenského et al. (2021b) myšleno množství vzduchu, které se v plicích vymění při jednom dechu. Klidová hodnota V_T se pohybuje okolo 0,5—0,7 litru, při střední zátěži 1—2 litry a při těžké práci 2,5—3 litry, což je asi 50% vitální kapacity.

  Bartůňková et al. (2013) uvádí, že je vhodnější používat pro vyjádření dechového objemu podíl vitální kapacity plic (VC). Například tedy při střední zátěži se V_T = 30 % VC. U trénovaných jedinců lze dosáhnout hodnot až 70 % VC (cca 4 litry).
- **Vitální kapacitou (VC)** se Podle Bartůňkové et al. (2013) rozumí maximální množství vzduchu, které je jedinec schopen vydechnout po maximálním nádechu. Tato hodnota se měří jednorázově a v klidových podmínkách. Zlepšení hodnoty VC lze dosáhnout vytrvalostním tréninkem. Nejvyšších hodnot dosahují plavci a potápěči z důvodu dýchání proti odporu vody a zadržování dechu.

  Pastucha et al. (2014) udává, že vytrvalostní výkonnost v mnoha případech nemusí přímo záviset na hodnotě VC. Někteří jedinci dosahují maximální minutové ventilace okolo 180 litrů za minutu s pouze průměrnou hodnotou VC (cca 5 litrů).
- **Celková hodnota usilovného výdechu (FVC)**. Tato hodnota Podle Bartůňkové et al. (2013) vyjadřuje na rozdíl od VC i rychlost výdechu a sílu výdechového svalstva, a proto je v sportovní praxi považována za významnější.
- **Hodnoty výdechu za 1 a 3 sekundy (FEV_1 a FEV_3).** FEV_1 měří množství vzduchu, které jedinec dokáže vydechnout za první sekundu maximálního usilovného výdechu po maximálním nádechu. FEV3 měří množství vzduchu, které jedinec

dokáže vydechnout za první tři sekundy maximálního usilovného výdechu, po maximálním nádechu (Malátová et al., 2017).

Hodnota FEV_1 se Podle Bartůňkové et al. (2013) u zdravých jedinců pohybuje okolo 70—80 % FVC a hodnota FEV_3 okolo 92—98 % FVC.

- **Spotřeba kyslíku (VO_2):** Podle Bartůňkové et al. (2013) tato hodnota určuje schopnost jedince zpracovávat vdechnutý kyslík. Patří k nejsledovanějším respiračním ukazatelům při vytrvalostním tréninku. Její maximální hodnota (VO_2max) určuje maximální aerobní výkon. V dospělosti tato hodnota dosahuje v průměrné populaci na 47 $ml.kg^{-1}$ min^{-1} u mužů a 37 $ml.kg^{-1}$ min^{-1} u žen.

  Neumann et al. (2005) píše, že rozvoj VO_2max závisí na objemu a intenzitě zatížení. Ve vytrvalostních sportech je nutné dosáhnout určité hodnoty VO_2max. Tato hodnota je z určité části dána geneticky, lze ji ale ovlivnit tréninkem. Sport na světové úrovni požaduje u mužů hodnoty kolem 78 $ml.kg^{-1}$ min^{-1}**.** Sportovci na výkonnostní úrovni by se této hodnotě měli alespoň přiblížit.

  Wolański (2020) udává, že nejvyšší naměřená hodnota byla u norského cyklisty Oskara Svendsena a to 97,5 $ml.kg^{-1}$ min^{-1}, ačkoli nejvyšších hodnot průměrně dosahují běžci na lyžích a vytrvalostní běžci.

- **Respirační kvocient (R nebo RQ)** je poměr množství oxidu uhličitého (CO2), vyprodukovaného při zpracování vdechnutého vzduchu, k přijatému množství kyslíku (O2). RQ blízké 1,0 naznačuje, že tělo spaluje především sacharidy. RQ menší než 1,0 naznačuje, že tělo spaluje spíše tuky nebo bílkoviny. Při spiroergometrickém testování se vyžaduje dosažení RQ>1,1. Pokud jedinec nedosáhne této hodnoty, tak jeho výkon není považován za maximální (Neumann et al., 2005).

3 Cíl, úkoly, hypotézy a výzkumné otázky práce

3.1 Cíle práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je vyzkoumání kvality dechového vzoru cyklistů. Dílčím cílem práce je vyzkoumání vlivu dvouměsíční dechové intervence na dechový vzor cyklistů.

3.2 Úkoly práce

- Prostudování odborné́ literatury a provedení obsahové́ analýzy,
- vybrání probandů,
- provedení testů cyklistů na běžeckém ergometru,
- provedení dechové intervence,
- provedení testů u intervenční skupiny na běžeckém ergometru,
- porovnání naměřených hodnot,
- zpracování výsledků do grafické podoby,
- vytvoření závěrů.

3.3 Hypotézy

Při zpracování naší práce jsme si stanovili následující hypotézy.

- Hypotéza 1: Předpokládáme, že dechová intervence bude mít za výsledek významné snížení dechové frekvence a minutové ventilace testovaných cyklistů.
- Hypotéza 2: Předpokládáme, že testovaní cyklisté budou při testování po intervenci významně více využívat břišní sektor dýchání než před intervencí.

3.4 Výzkumná otázka

Při zpracování naší práce jsme si zvolili následující výzkumné otázky.

- Výzkumná otázka 1: Jaký bude poměr zapojení dechových sektorů testovaných u jednotlivých stupňů zátěže?
- Výzkumná otázka 2: Bude se u testovaných cyklistů snižovat zapojení břišního dechového sektoru se stupňující se zátěží?

4 Metodologie

4.1 Charakteristika testovaného souboru

Při výběru probandů pro výzkum bylo hlavním kritériem, aby se aktivně věnovali cyklistice. Dále bylo důležité, aby byli schopni podstoupit test v laboratoři na běžeckém ergometru v co nejnižším stupni únavy a v dobrém zdravotním stavu. Při výběru probandů intervenční skupiny bylo důležité, aby všichni podstupovali stejnou tréninkovou zátěž během intervenčních měsíců. Méně významným kritériem pro výběr intervenční skupiny bylo, aby se probandi mohli snadno sejít každý týden kvůli kontrole provedení dechových cvičení.

Pro tuto práci byla použita data 15 probandů. Všichni probandi jsou muži ve věku 16 až 25 let. Testovaní byli rozděleni na dvě skupiny. První skupinou bylo 15 cyklistů, tedy aktivně sportujících jedinců, kteří podstoupili test v laboratoři. Z toho jsme vybrali pět cyklistů, které jsme zařadili do intervenční skupiny. Tito cyklisté podstoupili dvouměsíční dechovou intervenci, po které absolvovali znovu test v laboratoři. Jedinci z intervenční skupiny jsou studenty Všeobecného a sportovního gymnázia Vimperk a věnují se horské cyklistice na národní úrovni. Během testování se dobrovolníci nacházeli v běžném zdravotním stavu, uvedli, že nejsou léčeni s žádnými dýchacími problémy, žádný z nich netrpěl astmatem ani jiným podobným dechovým onemocněním.

4.1.1 Skupina cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

Výzkumný soubor je tvořen 15 jedinci, kteří se aktivně věnují cyklistice. Všichni vybraní probandi byli mužského pohlaví. Při provedení testů byl průměrný věk testovaných 19,68 ± 1,63 let, hmotnost 74,21 ± 8,27 kg a výška 182,09 ± 4,63 cm. Všech 15 probandů se věnují nebo v minulosti věnovali cyklistice na národní úrovni. Probandi byli tázáni na počet najetých kilometrů, který průměrně činil 6966,67 ± 2592,00 km ročně.

Tabulka 1

Charakteristika skupiny cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

proband	věk [r]	hmotnost [kg]	výška [cm]	kolo [km/rok]
1	16,5	64,2	172,8	9360
2	18,5	66,2	183,7	6960
3	18,4	69,3	176,6	8780
4	17,3	62,8	185,4	6800
5	19,0	60,9	174,0	8000
6	24,0	90,8	185,6	4000
7	19,0	73,7	186,9	9600
8	20,0	81,6	186,0	4000
9	21,0	81,7	186,8	3200
10	21,0	81,7	180,0	16500
11	19,0	80,8	185,1	5300
12	21,0	67,4	179,9	9000
13	17,5	67,1	174,5	5500
14	21,0	83,6	190,3	3900
15	22,0	81,3	183,7	3600

4.1.2 Intervenční skupina

Pro intervenční skupinu jsme vybrali pět žáků Sportovního gymnázia Vimperk. Na tomto gymnáziu fungují sportovní třídy již od roku 1976. Žáci absolvují 16 hodin sportovní přípravy týdně. Všichni vybraní probandi byli mužského pohlaví. Při provedení testů byl průměrný věk testovaných 17,94 ± 0,83 let, hmotnost 64,68 ± 2,46 kg a výška 178,5 ± 4,84 cm. Všech pět žáků Sportovního gymnázia Vimperk bylo součástí Rouvy Specialized MTB týmu. Probandi byli tázáni na počet najetých kilometrů, který průměrně činil 7980 ± 880 km ročně.

Tabulka 2
Charakteristika intervenční skupiny

proband	věk [r]	hmotnost [kg]	výška [cm]	kolo [km/rok]
1	16,5	64,2	172,8	9360
2	18,5	66,2	183,7	6960
3	18,4	69,3	176,6	8780
4	17,3	62,8	185,4	6800
5	19,0	60,9	174,0	8000

4.2 Použité metody

4.2.1 Obsahová analýza

Obsahovou analýzu jsme použili především pro teoretickou část práce. Získávali jsme informace z knih, odborných článků, internetových článků a publikací. Obsahová analýza byla metodou pro objektivní, systematický a kvantitativní popis témat naší práce.

Veškeré zdroje (knihy, odborné články, internetové články a publikace), ze kterých jsme získávali informace, jsme uvedli na konci naší práce v kapitole „Použitá literatura“.

4.2.2 Metoda měření

Metodu měření jsme provedli ve funkční laboratoři zátěžové diagnostiky Jihočeské univerzity. Pro naši práci jsme využili následující přístroje: InBody 770, BSM 370, Cortex MetaLyzer 3B, Ergometr LODE Valiant Plus. Dechový stereotyp byl zaznamenáván pomocí osmi kamer BTS Bioengineering SMART-DX. Tepová frekvence byla zaznamenávána pomocí hrudního pásu Polar H7. Měření bylo rozděleno na dvě fáze. V první fázi jsme změřili 15 cyklistů, v druhé fázi 5 cyklistů, kteří podstoupili dvouměsíční intervenci. U všech probandů byl použit standardizovaný protokol Bruce testu. Z tohoto testu byla vybrána data k porovnání.

4.2.3 Komparativní metoda

Pomocí komparativní metody jsme porovnávali výsledky testů jednotlivých probandů. Díky této metodě jsme byli schopni zjistit, zda a na jaké hodnoty měla dvouměsíční intervence vliv.

4.2.4 Věcná a statistická významnost

Pro zjištění statistické významnosti jsme použili t-test na hladině α=0,05.

Pro zjištění věcné významnosti jsme použili *Cohenovo d*, které slouží k hodnocení efektu mezi dvěma nezávislými proměnnými (Blahuš, 2000). A to pomocí následující velikosti koeficientu *d* (Hendl, 2004):

- $d \geq 0{,}8$ – velký efekt,
- $d = 0{,}5$ až $0{,}8$ – střední efekt,
- $d = 0{,}2$ až $0{,}5$ – malý efekt.

Věcnou a statistickou významnost jsme použili pro porovnání hodnot jednotlivých probandů před a po intervenci. Mezi porovnané hodnoty patřily: využití dechových sektorů, minutová ventilace, dechová frekvence, dechový objem, inspirační čas, expirační čas a celkový čas dechu.

4.3 Použité testovací přístroje

Při testování v laboratoři na Jihočeské Univerzitě jsme použili tyto přístroje:

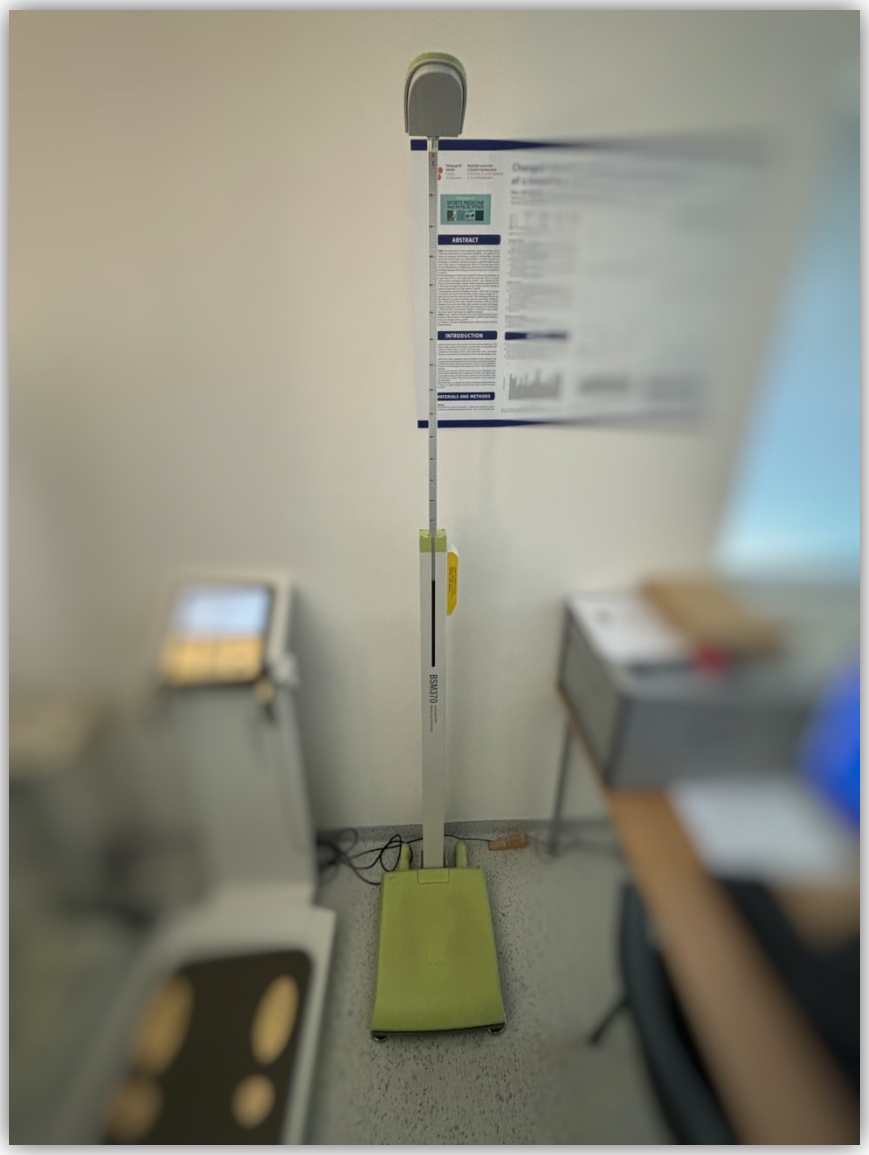
- **InBody 770** je přístroj sloužící k měření tělesného složení pomocí metody přímé analýzy segmentové multi-frekvenční bioelektrické impedance (SMF-BIA). Přístroj používá osmi bodový dotykový systém elektrod, čtyři na podložce pro chodila a 4 na ručních madlech. Pro přesné vyhodnocení výsledků je nezbytné, aby byla testovaná osoba svlečena pouze do spodního prádla bez ponožek. Během měření přístroj do těla probanda vysílá bezpečné elektrické signály za použití 6 různých frekvencí na každém z 5ti segmentů (pravá paže, levá paže, trup, pravá noha, levá noha). Přístroj zaznamenává tyto hodnoty: Složení těla (celková voda, voda vnitrobuněčné, voda mimobuněčná, bílkoviny, minerální látky, hmotnost tuku, hmotnost), analýza sval-tuk, analýza obezity – BMI, procento tuku, segmentální analýza svaloviny a tuku, bazální metabolismus, bazální metabolický věk, WHR index, historie měření a další (InBody, 2024).

Obrázek 2
InBody 770

- **Výškoměr InBody BSM370** byl použit jako příslušenství k přístroji InBody 770 pro změření tělesné výšky jedinců.

Obrázek 3

Výškoměr InBody BSM370



- **Ergometr Lode Valiant Plus** je moderní běžecký pás navržený speciálně pro kardio-pulmonální zátěžové testování. Plynulá akcelerace od 0 km/hod. a široký rozsah rychlostí (0,5—20 km/hod) z něj dělají ideální nástroj pro diagnostická a rehabilitační vyšetření v ambulancích i klinikách. Kromě rychlosti lze také nastavovat sklon pásu na 0–25 % a záporný sklon -10–0 %, to vše lze kontrolovat z připojeného externího zařízení (COMPEK MEDICAL SERVICES, 2024).

Obrázek 4

Ergometr Lode Valiant Plus

- **SMART-DX** je přístroj od firmy BTS Bioengineering, který používá metodu Optoelektronické pletysmografie. Tento přístroj se skládá z osmi optoelektronických kamer (pět před běhátkem, tři za běhátkem) a výkonného počítače, do kterého jsou odesílány hodnoty. Kamery snímají pohyby 89 reflexních snímacích diod, které byly nalepeny na hrudník a záda testovaného. Optoelektronická pletysmografie (OEP) je inovativní metoda nepřímého měření plicní ventilace, která umožňuje dech po dechu, trojrozměrně hodnotit absolutní objemy plic a jejich změny ve třech oddílech hrudní stěny (plicní hrudní koš, břišní hrudní koš a břicho) v reálném čase. OEP umožňuje měření proměnných dechového vzoru, asynchronie dýchání a podílu jednotlivých oddílů hrudní stěny a hemithoraxu na dechovém objemu (SciELO, 2012).

Obrázek 5

BTS SMART-DX kamery vpředu

Obrázek 6
BTS SMART-DX kamery vzadu

Obrázek 7
BTS SMART-DX počítač

- **Hrudní pás Polar H7** byl použit k zaznamenávání tepové frekvence testovaných. Data byla s pomocí technologie Bluetooth 4.0 přenášena do počítače.

Obrázek 8
Hrudní pás Polar H7

(polar-eshop.cz, 2024)

4.4 Použité programy

Veškeré naměřené hodnoty testovaných byly převedeny do požadovaného formátu, který umožňuje statistické zpracování shromážděných dat. Při měření v laboratoři byl využit program Cortex MetaSoft studio a BTS SMARTtracker, OEPanalyzer a OEPcapture. Výsledné grafy a tabulky byly zpracovány v tabulkovém programu Excel 2016. Naměřené hodnoty byly v naší práci prezentovány ve formě sloupcových a koláčových grafů. Textová část byla zpracována pomocí textového editoru Word 2016.

4.5 Použitá intervence

Dechová intervence byla aplikována po dobu osmi týdnů. Intervenční skupina prováděla denně dechová cvičení založená na józe. V prvním týdnu dechové intervence proběhl jeden trénink pod dohledem doc. Renaty Malátové. V dalších týdnech probíhal vždy jeden skupinový trénink, který trval zhruba 30 min. Ve dnech bez dohledu byli

účastníci požádáni, aby cvičení prováděli individuálně. Informace o délce každého individuálního tréninku jsme zaznamenávali do tabulky.

Návrh programu dechových cvičení vycházel z jógy a jeho cílem bylo aktivovat bránici a uvědomit si jednotlivé dechové sektory. Dechový trénink jako takový zahrnoval různá cvičení, například trénink dechových vln, plné dýchání (dýchání do všech sektorů) a dýchání v určeném rytmu. Cvičení byla prováděna v různých polohách, včetně lehu, sedu v kleče, sedu a kleku. Veškeré dýchání bylo prováděno nosem. Na začátku intervence účastníci dýchali spontánně, později přešli na prodlužování nádechové a výdechové fáze. Začínali s poměrem délky nádechu a výdechu 1:1. Postupně byly zařazovány fáze zadržení dechu před nádechem a výdechem: nádech — 6 dob, zadržení dechu — 3 doby, výdech — 6 dob, zadržení dechu — 3 doby. Po čtyřech týdnech cvičení byly doby navýšeny na nádech — 8 dob, zadržení dechu — 4 doby, výdech — 8 dob, zadržení dechu — 4 doby. Každé z cvičení se opakovalo šestkrát. Cvičení byla pomalá, se zaměřením na dýchání v souladu s pohybem. Velmi důležité bylo vnímání směru pohybu a rozpínání hrudníku, chování osy těla (hlava, páteř, pánev), které se účastníci naučili během úvodního setkání.

4.6 Design výzkumu

K provedení experimentu jsme testovali skupinu 15 cyklistů národní úrovně. Každý proband absolvoval výkonnostní test na běžeckém ergometru, který se zaměřoval na použití dechových sektorů.

Každému testování předcházela domluva s konkrétním jedincem, který byl poučen o místě a času testování a potřebném vybavení (běžecká obuv, sportovní kraťasy atp.). Dále byl každý jedinec poučen, aby na test dorazil v co nejnižším stavu fyzické únavy z důvodu eliminace ovlivnění výsledků kvůli různému stavu aktuální únavy probandů. Většina probandů dorazila na testování jednotlivě, u jedinců z vimperského gymnázia proběhla organizace skupinově kvůli usnadnění dopravy. Měření bylo provedeno u všech probandů s využitím stejné metodiky.

Všechna použitá měření probíhala v laboratoři zátěžové diagnostiky Jihočeské univerzity. Každé testování trvalo průměrně 60 minut. Po příchodu testovaného do laboratoře bylo zapsáno jeho jméno a datum narození. Poté byl požádán, aby se svléknul do spodního prádla a sundal si i ponožky. Následovalo měření tělesné výšky. Při tomto

měření bylo důležité, aby testovaný stál ve vzpřímené poloze. Naměřená hodnota byla poté v centimetrech připsána k jeho osobním údajům.

Dalším krokem bylo měření tělesného složení a hmotnosti pomocí přístroje Inbody 770. Testovaný zůstal pouze ve spodním prádle a po vyzvání si stoupl na vyznačená místa na přístroji. Po několika sekundách přístroj zaznamenal jeho hmotnost a jedinec byl vyzván k uchopení madel, která byla uchycena na stranách přístroje. Po ukončení měření byl testovaný vyzván k vrácení madel do původní polohy a sestoupení z přístroje. Všechna naměřená data byla odeslána a uložena do počítače.

Dále byl testovaný požádán o převlečení do sportovního oblečení. Na hrudník, břicho a záda testovaného jsme postupně nalepili 89 reflexních snímacích diod, které mohlo zachycovat 8 optoelektronických kamer, díky kterým jsme mohli následně analyzovat pohyb povrchu hrudní stěny. Dále byl testovanému nasazen hrudní pás Polar na měření srdeční frekvence a dýchací maska.

Před samotným běžeckým testem probíhá klidová spirometrie, během níž jsme zkoumali maximální výdech vitální kapacity (FVC) po maximálním nádechu. Každý jedinec podstoupí 2 pokusy, a do výsledkového protokolu zaznamenáváme vyšší z těchto hodnot. Při měření jednotlivec stojí na běžeckém ergometru, který je vybaven zábradlím, za které se může testovaný případně opřít pažemi.

Po klidové spirometrii následovalo poučení probanda o průběhu testu a zejména o jeho ukončení. Důležité bylo také, aby proband při testování nemluvil, z důvodu ovlivnění výsledků.

Samotné testování probíhá na běžeckém ergometru, kolem kterého jsou umístěny optoelektronické kamery tak, aby mohly během celého průběhu měření snímat diody, které má testovaná osoba na těle. Testovaný se snaží při každém měření dýchat přirozeně a zůstat ve vzpřímené poloze, aby kamery mohly snímat všechny diody. Testovaný jedinec si sedne na připravenou lavičku na běhátku a následuje minuta na uklidnění. Po uklidnění začíná první měření pomocí OEP, které probíhá 3 minuty. Po měření v sedě si testovaný stoupne. Nastává další minuta na srovnání dechové a tepové frekvence a uklidnění. Poté měříme 3 minuty ve stoje. Po tomto měření se rozjíždí běžecký pás rychlostí 2,74 km/h se sklonem 10 %. Nyní je test rozdělen na jednotlivé úseky podle protokolu Bruce testu, při kterých se pomocí OEP zaznamenává vždy poslední z 3 minut úseku. Při poslední minutě úseku je potřeba, aby měl testovaný

opřené ruce o zábradlí vedle běhátka tak, aby neblokoval výhled žádné z kamer. Po uběhnutí minuty měření se zvyšuje rychlost a sklon pásu podle tabulky č. 3. Test probíhá až do té doby, než testovaný dosáhne hranice svých sil a neseskočí z pásu na strany běhátka. Tím je test ukončen. Po testu následují dvě minuty zotavení a dále pak tři minuty na lehké uklidnění a slepení diod z těla. Při těchto pěti minutách jsou testovaní stále na běhátku, ovšem běhátko je nastaveno na pomalou regenerační rychlost. Po uklidnění nastává ortoklinostatický test, kdy se začíná v leže měřit variabilita srdeční frekvence a krevní tlak. Variabilita srdeční frekvence se poté zkoumá také ve stoje.
Po dokončení testování byla všechna data uložena do počítače.

Tabulka 3
Rychlost a sklon běžeckého pásu při měření

Stupeň	Rychlost [km/h]	Sklon
1	2,74	10%
2	4,02	12%
3	5,47	14%
4	6,76	16%
5	8,05	18%
6	8,85	20%
7	9,65	22%

Dechová intervence byla zahájena u pěti probandů ihned po testování a probíhala dva měsíce. Využili jsme intervenci připravenou doc. PhDr. Renatou Malátovou, Ph.D. Cvičení založená na józe prováděli jedinci každý den průměrně 25,25 minut. Dobu jejich cvičení jsme každý den zaznamenávali do tabulky. Vždy jednou týdně jsme se sešli s testovanými v tělocvičně Gymnázia Vimperk, cviky prošli společně a opravovali případné chyby v provedení. Po uplynutí dvou měsíců testovaní znovu navštívili laboratoř zátěžové diagnostiky Jihočeské univerzity a podstoupili stejné měření pomocí optoelektronického pletysmografu jako před intervencí.

4.7 Pohybová aktivita testovaných jedinců

Obě měření jsme prováděli během závodní sezony testovaných jedinců. Sledovali jsme jejich pohybovou aktivitu tři dny před každým měřením. Všichni probandi uvedli, že nepociťují žádné příznaky únavy a jsou plně připraveni podstoupit měření. V tabulce č. 4 lze vidět rozdělení a popis intenzit, které jsme u probandů zaznamenávali.

Tabulka 4
Kategorizace pohybové aktivity dle intenzity

Intenzita	Objektivní ukazatele	Subjektivní ukazatele	Popis
nízká	40—55 % SFmax 20—40 % MTR 20—40 % VO2max	RPE: 8-10	aerobní aktivita, kterou je možno provádět alespoň 60 minut
střední	55—70 % SFmax 40—60 % MTR 40—60% VO2max	RPE: 11-13	aerobní aktivita, při které je možné udržet souvislou konverzaci
vysoká	70—90 % SFmax 60—85 % MTR 60—85 % VO2max	RPE: 14-16	aerobní aktivita, při které nelze udržet souvislou konverzaci
velmi vysoká	≥ 90 % SFmax ≥ 85 % MTR ≥ 85% VO2max	RPE: ≥ 17	aktivita, kterou nelze provádět déle než 10 minut

(Norton K., Norton L., & Sadgrove, 2010, s. 470; upraveno).

Legenda: SFmax — maximální srdeční frekvence; MTR — maximální tepová rezerva [SFmax – SFklid]; RPE — Borgova škála 6–20, subjektivní hodnocení námahy (rating of perceived exertion)

4.7.1 Před prvním testováním

V tabulce č. 5 lze vidět pohybová aktivita probandů před prvním testováním. Probandi 1—5 patří do intervenční skupiny.

Tabulka 5
Pohybová aktivita probandů před prvním testováním

proband	3. den před testem		2. den před testem		1. den před testem	
	objem [min]	zátěž	objem [min]	zátěž	objem [min]	zátěž
1	45	vysoká	0	-	30	nízká
2	45	vysoká	0	-	30	nízká
3	45	vysoká	142	nízká	30	nízká
4	45	vysoká	0	-	30	nízká
5	45	vysoká	0	-	30	nízká
6	90	nízká	0	-	0	-
7	120	nízká	90	střední	0	-
8	65	střední	120	nízká	150	nízká
9	90	nízká	0	-	0	-
10	180	střední	90	nízká	160	nízká
11	60	střední	90	nízká	0	-
12	0	-	45	střední	140	nízká
13	0	-	45	střední	140	nízká
14	70	nízká	0	-	0	-
15	0	-	80	nízká	60	nízká

U probandů 1—5 lze vidět třetí den před testováním pohybovou aktivitu vysoké intenzity po dobu 45 minut. Probandi však uvedli, že se cítí plně zregenerováni, tudíž jsme se rozhodli měření uskutečnit.

Minutová dotace pohybové aktivity probandů tři dny před prvním testováním byla průměrně 38 minut nízké intenzity, 10,78 minuty střední intenzity, pět minut vysoké intenzity a nula minut velmi vysoké intenzity.

4.7.2 Před druhým testováním

V tabulce č. 6 lze vidět pohybovou aktivitu probandů před druhým testováním po dvouměsíční dechové intervenci.

Tabulka 6
Pohybová aktivita probandů před druhým testováním

proband	3. den před testem		2. den před testem		1. den před testem	
	objem [min]	zátěž	objem [min]	zátěž	objem [min]	zátěž
1	0	-	140	nízká	120	nízká
2	0	-	140	nízká	120	nízká
3	0	-	140	nízká	120	nízká
4	0	-	140	nízká	120	nízká
5	0	-	140	nízká	120	nízká

U probandů lze vidět první a druhý den před testováním pohybovou aktivitu nízké intenzity. Jednalo se o vytrvalostní tréninky na kole volným tempem. Probandi se po těchto aktivitách necítili unaveni.

Minutová dotace pohybové aktivity probandů tři dny před prvním testováním byla průměrně 86,66 minuty nízké intenzity, nula minut střední intenzity, nula minut vysoké intenzity a nula minut velmi vysoké intenzity.

5 Výsledky

5.1 Poměr zapojení dechových sektorů u jednotlivých stupňů zátěže

5.1.1 Poměr zapojení dechových sektorů u jednotlivých stupňů zátěže – Skupina cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

První zkoumanou hodnotou byl poměr zapojení jednotlivých dechových sektorů v sedě, ve stoje a každou třetí minutu testu. Na obrázku č. 9 jsou zobrazeny průměrné hodnoty využití dechových sektorů testovaných v jednotlivých minutách testu. Na obrázku lze vidět, že při klidovém stavu a při mírné zátěži používali testovaní v podobné míře podklíčkový a břišní sektor. Hrudní sektor dýchání byl využíván nejméně v průběhu celého testu. Se zvyšující se zátěží se zvyšovalo využití podklíčkového sektoru, a tudíž snižovalo využití břišního sektoru dýchání. Největší rozdíl ve využití podklíčkového sektoru nastal u probanda č. 13, u kterého se tato hodnota zvýšila během zátěže o 29,9 %. Naopak u probanda č. 11 se tato hodnota snížila o 3,9 %. Využití hrudního sektoru dýchání se během testu nejvíce zvýšilo u probanda č. 12 a to o 9,2 %. Tato hodnota se nejvíce snížila u probanda č. 13 a to o 6,2 %. Zapojení břišního sektoru se nejvíce zvýšilo u probanda č. 5 a to o 3,8 % a nejvíce snížilo u probanda č.13 a to o 23,7 %. Podklíčkový sektor byl nejvíce využit v klidovém stavu u probanda č. 9 a to z 56,1 %, ve 12. minutě testu u probanda č. 13 a to z 80,7 %. Hrudní sektor byl nejvíce využit v klidovém stavu u probanda č. 5 a to z 24,2 %, ve 12. minutě testu také u probanda č. 5 a to z 26,7 %. Břišní sektor byl nejvíce využit v klidovém stavu u probanda č. 12 a to z 70,3 %, ve 12. minutě testu také u probanda č. 12 a to z 51,5 %.

Obrázek 9

Poměr zapojení dechových sektorů u skupiny cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

Legenda: PRC VT % — procento využití podklíčkového sektoru, ARC VT % — procento využití hrudního sektoru, A VT % — procento využití břišního sektoru.

5.1.2 Poměr zapojení dechových sektorů – Intervenční skupina

Členové intervenční skupiny podstoupili dvě testování, mezi kterými proběhla dvouměsíční dechová intervence. Na obrázku č. 10 lze vidět rozdíl v zapojení dechových sektorů v sedě, ve stoje a ve 3. minutě testu před a po intervenci.

V sedě se použití podklíčkového sektoru po intervenci průměrně zvýšilo o 0,1 ± 4,8 %, k největší změně došlo u probanda č. 2, kde došlo k zvýšení o 7,2 %. Použití hrudního sektoru v sedě se po intervenci průměrně snížilo o 0,9 ± 2,6 %, k největší změně došlo u probanda č. 3, kde došlo k snížení o 5,7 %. Použití břišního sektoru v sedě se po intervenci průměrně zvýšilo o 2,3 ± 4,7 %, k největší změně došlo u probanda č. 3, kde došlo k zvýšení o 11,7 %. Celkově tedy intervence ovlivnila v sedě nejvíce břišní sektor dýchání.

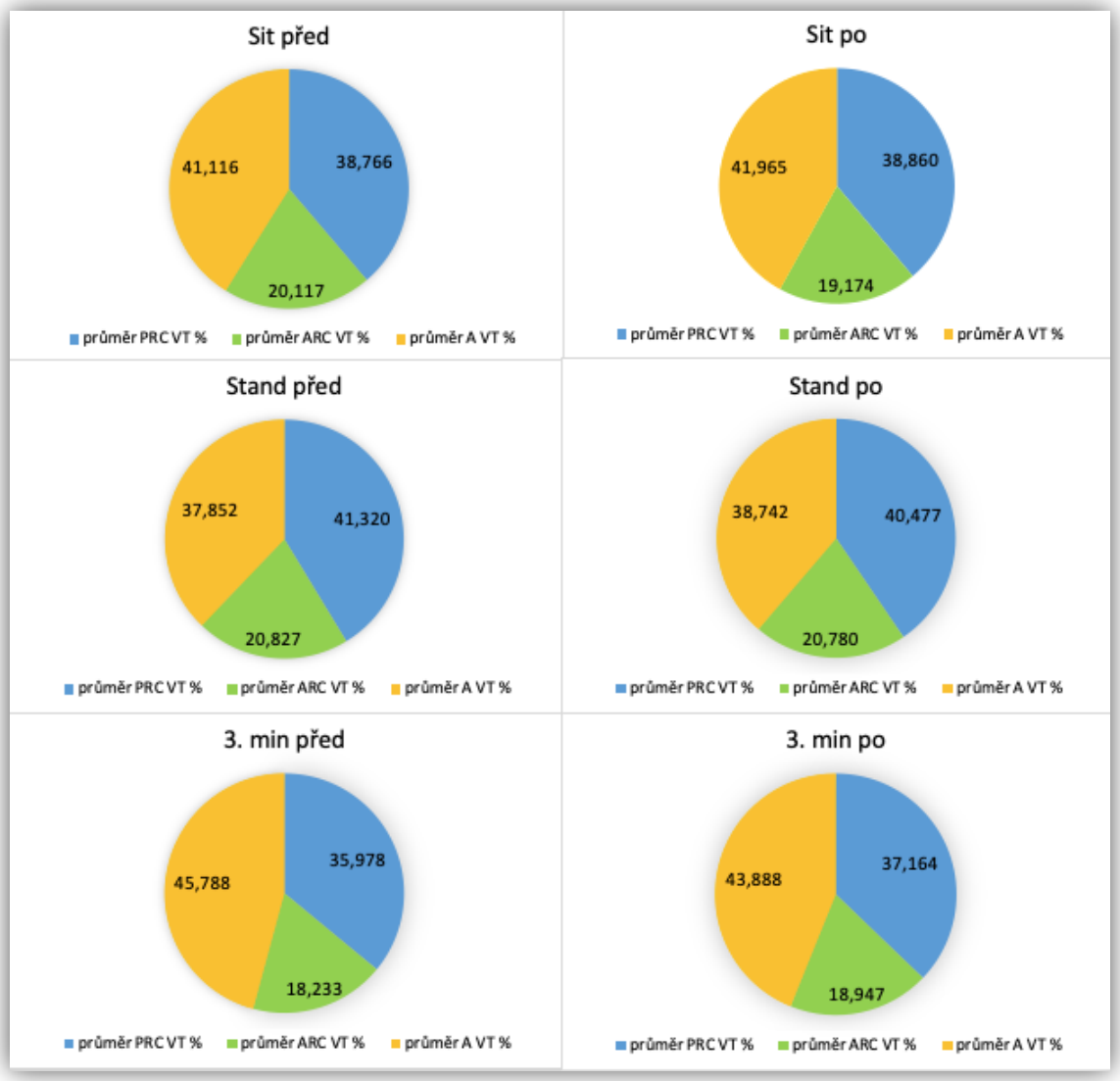
Ve stoje se použití podklíčkového sektoru po intervenci průměrně snížilo o 0,8 ± 2,7 %, k největší změně došlo u probanda č. 1, kde došlo k snížení o 7,6 %. Použití hrudního sektoru ve stoje se po intervenci průměrně snížilo o 0,04 ± 2,3 %, k největší změně došlo u probanda č. 4, kde došlo k zvýšení o 5,3 %. Použití břišního sektoru ve stoje se po intervenci průměrně zvýšilo o 0,4 ± 3,7 %, k největší změně došlo u probanda č. 1, kde došlo k zvýšení o 9,4 %. Celkově tedy intervence ovlivnila ve stoje nejvíce podklíčkový sektor dýchání.

Ve třetí minutě testu se použití podklíčkového sektoru po intervenci průměrně zvýšilo o 1,2 ± 1,8 %, k největší změně došlo u probanda č. 3, kde došlo k zvýšení o 3,6 %. Použití hrudního sektoru se v třetí minutě testu po intervenci průměrně zvýšilo o 0,7 ± 1,4 %, k největší změně došlo u probanda č. 1, kde došlo k zvýšení o 3,3 %. Použití břišního sektoru se v třetí minutě testu po intervenci průměrně snížilo o 2,1 ± 1,4 %, k největší změně došlo u probanda č. 4, kde došlo k snížení o 4,3 %. Celkově tedy intervence nejvíce ovlivnila ve třetí minutě testu břišní sektor dýchání.

Rozdíl hodnot využití dechových sektorů před a po intervenci je věcně významný (d=0,216) s malým efektem v pozici v sedě u hrudního sektoru a se středním efektem (d=0,584) ve třetí minutě testu u břišního sektoru. U ostatních hodnot nebyla věcná významnost prokázána. Statistická významnost nebyla prokázána.

Obrázek 10

Rozdíl v zapojení dechových sektorů v sedě, ve stoje a v 3. minutě testu před a po intervenci



Legenda: PRC VT % — procento využití podklíčkového sektoru, ARC VT % — procento využití hrudního sektoru, A VT % — procento využití břišního sektoru.

Na obrázku č. 11 je zobrazen rozdíl v zapojení dechových sektorů v 6., 9. a 12. minutě testu před a po intervenci.

V šesté minutě testu se použití podklíčkového sektoru po intervenci průměrně snížilo o 0,2 ± 1,7 %, k největší změně došlo u probanda č. 2, kde došlo k zvýšení o 4,1 %. Použití hrudního sektoru v šesté minutě testu se po intervenci průměrně snížilo o 0,9 ± 1,3%, k největší změně došlo u probanda č. 2, kde došlo k snížení o 3,0 %. Použití břišního sektoru v šesté minutě testu se po intervenci průměrně zvýšilo o 1,3 ± 1,5 %, k největší změně došlo u probanda č. 3, kde došlo k zvýšení o 3,6 %. Celkově tedy intervence ovlivnila v šesté minutě testu nejvíce břišní sektor dýchání.

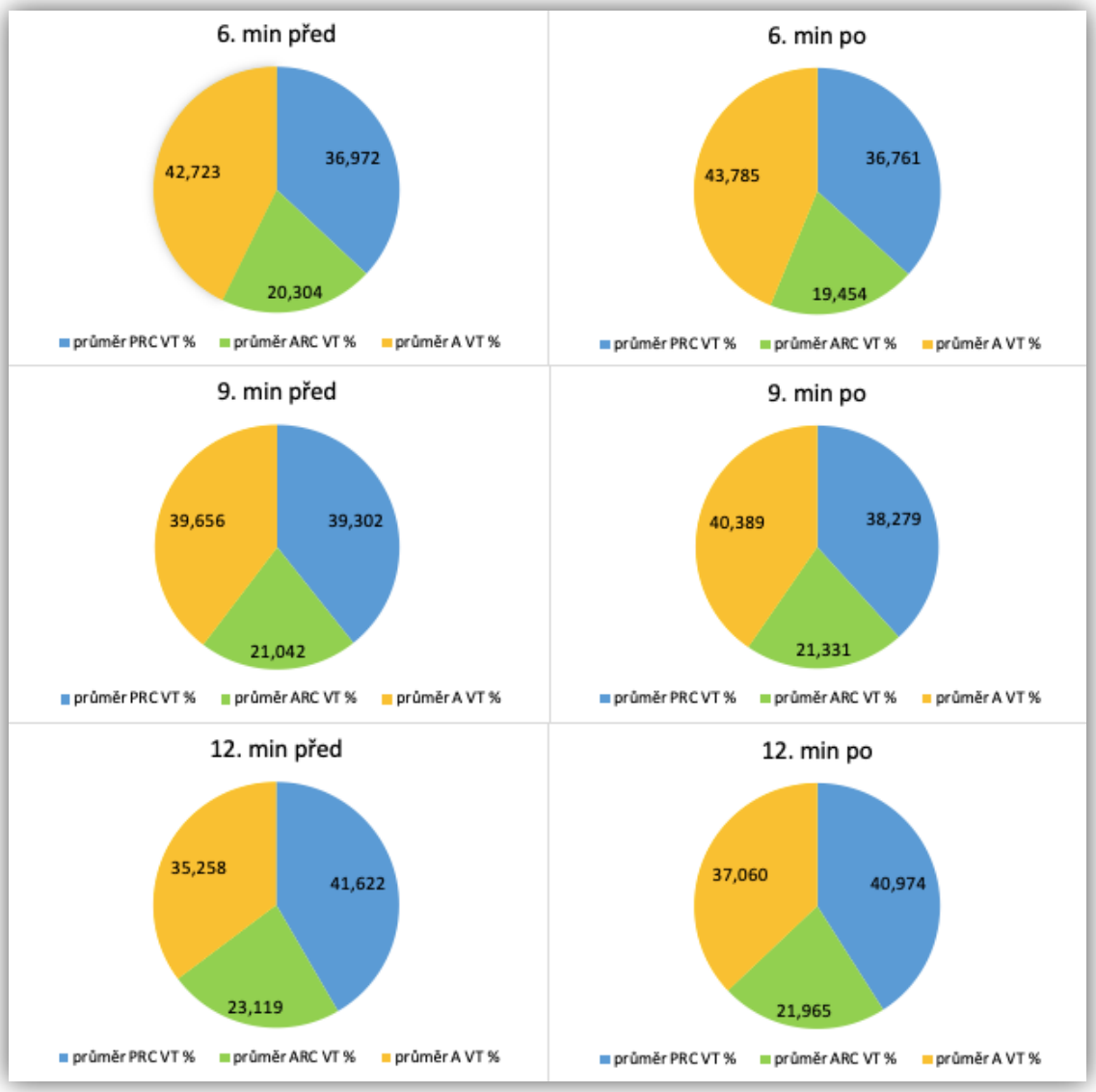
V deváté minutě testu se použití podklíčkového sektoru po intervenci průměrně snížilo o 1,0 ± 3,1 %, k největší změně došlo u probanda č. 1, kde došlo k snížení o 6,6 %. Použití hrudního sektoru v deváté minutě testu se po intervenci průměrně zvýšilo o 0,3 ± 0,8 %, k největší změně došlo u probanda č. 5, kde došlo k zvýšení o 2,0 %. Použití břišního sektoru v deváté minutě testu se po intervenci průměrně zvýšilo o 1,5 ± 2,1 %, k největší změně došlo u probanda č. 1, kde došlo k zvýšení o 6,2 %. Celkově tedy intervence ovlivnila v deváté minutě testu nejvíce břišní sektor dýchání.

Ve dvanácté minutě testu se použití podklíčkového sektoru po intervenci průměrně snížilo o 0,7 ± 2,8 %, k největší změně došlo u probanda č. 1, kde došlo k snížení o 6,5 %. Použití hrudního sektoru se ve dvanácté minutě testu po intervenci průměrně snížilo o 1,2 ± 0,6 %, k největší změně došlo u probanda č. 2, kde došlo k snížení o 2,1 %. Použití břišního sektoru se ve dvanácté minutě testu po intervenci průměrně zvýšilo o 2,6 ± 1,9 %, k největší změně došlo u probanda č. 1, kde došlo k zvýšení o 7,5 %. Celkově tedy intervence nejvíce ovlivnila ve dvanácté minutě testu břišní sektor dýchání.

Rozdíl hodnot využití dechových sektorů před a po intervenci je věcně významný (d=0,369) s malým efektem u podklíčkového sektoru v deváté minutě testu, s malým efektem (d=0,489) u hrudního sektoru v šesté minutě testu, se středním efektem (d=0,580) u hrudního sektoru ve dvanácté minutě testu. U ostatních hodnot nebyla věcná významnost prokázána. Statistická významnost byla prokázána ve dvanácté minutě testu u hrudního sektoru (p <0,05).

Obrázek 11

Rozdíl v zapojení dechových sektorů v 6., 9. a 12. minutě testu před a po dechové intervenci



Legenda: PRC VT % — procento využití podklíčkového sektoru, ARC VT % — procento využití hrudního sektoru, A VT % — procento využití břišního sektoru.

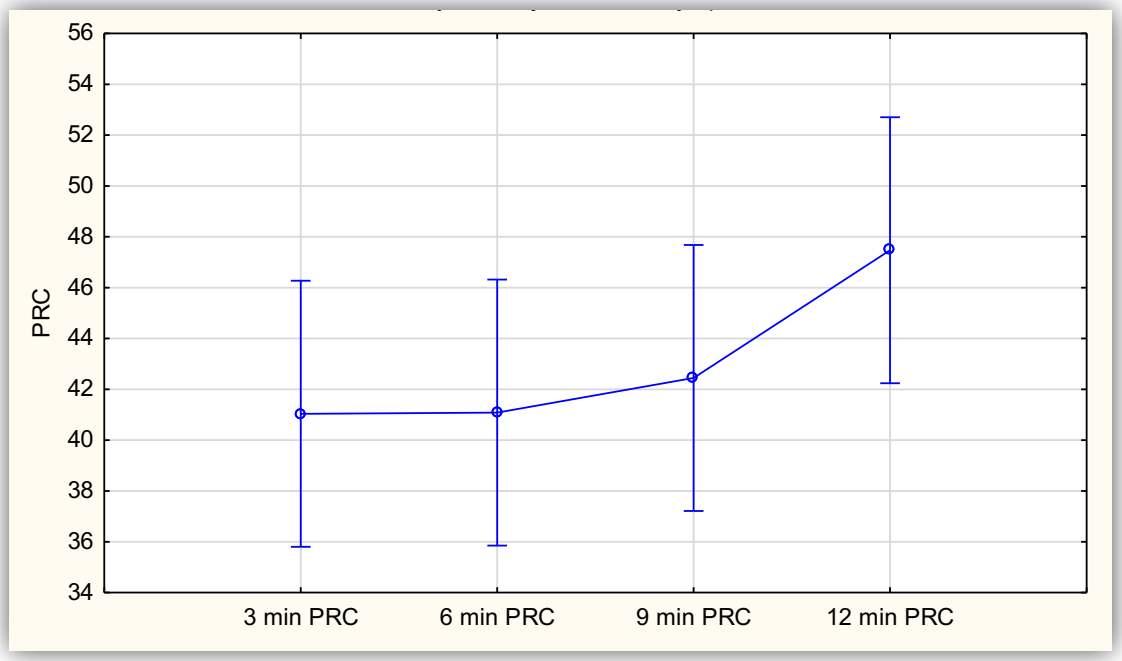
5.2 Změna v zapojení dechových sektorů v jednotlivých stupních zátěže

U členů skupiny cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů jsme také zkoumali, jak se mění poměr zapojení dechových sektorů během jednotlivých úrovní zátěže.

5.2.1 Změna v zapojení podklíčkového sektoru

Na obrázku č. 12 lze vidět změnu v zapojení podklíčkového sektoru dýchání během jednotlivých minut zátěže. Zapojení tohoto sektoru se v jednotlivých stupních zátěže zvyšovalo. Obecný vliv intenzity zátěže na podklíčkový sektor nebyl prokázán, avšak mezi šestou a dvanáctou minutou testování byl prokázán statisticky významný nárůst těchto hodnot (p <0,02).

Obrázek 12
Změna v zapojení podklíčkového sektoru během jednotlivých stupňů zátěže

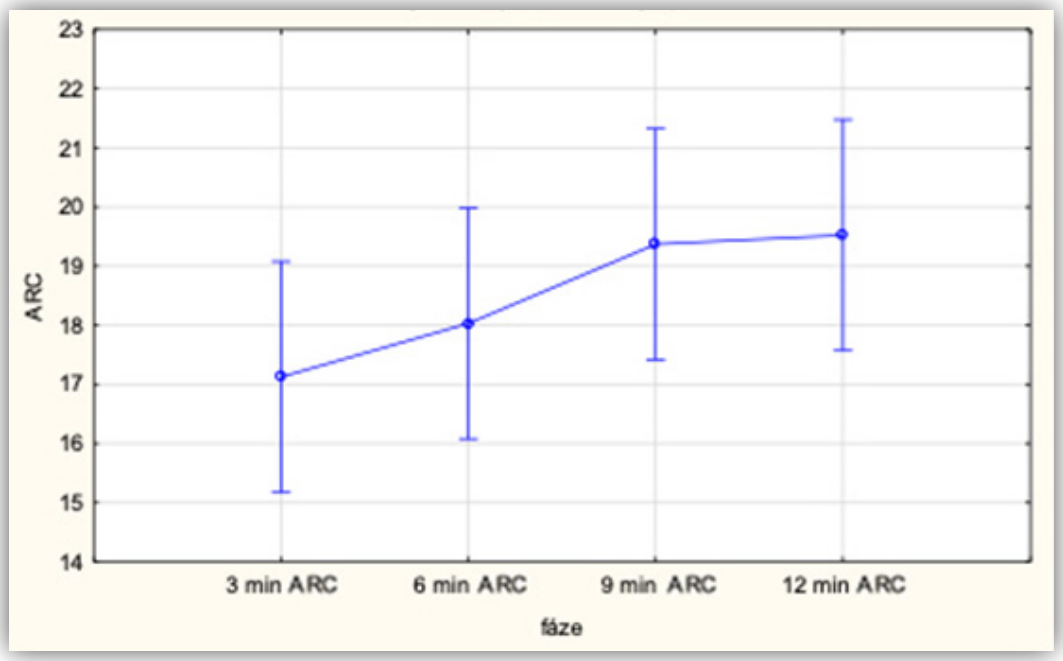


Legenda: osa Y – procento zapojení sektoru, osa X – minuty testu, PRC – podklíčkový sektor

5.2.2 Změna v zapojení hrudního sektoru

Na obrázku č. 13 je zobrazena změna v zapojení hrudního sektoru dýchání během jednotlivých minut zátěže. Zapojení tohoto sektoru během testování stoupalo. Obecný vliv intenzity zátěže na hrudní sektor nebyl prokázán, avšak mezi třetí a šestou minutou testování byl prokázán statisticky významný nárůst těchto hodnot (p <0,04). Taktéž byl prokázán statisticky významný nárůst hodnot mezi šestou a devátou minutou testování (p <0,03).

Obrázek 13
Změna v zapojení hrudního sektoru během jednotlivých stupňů zátěže

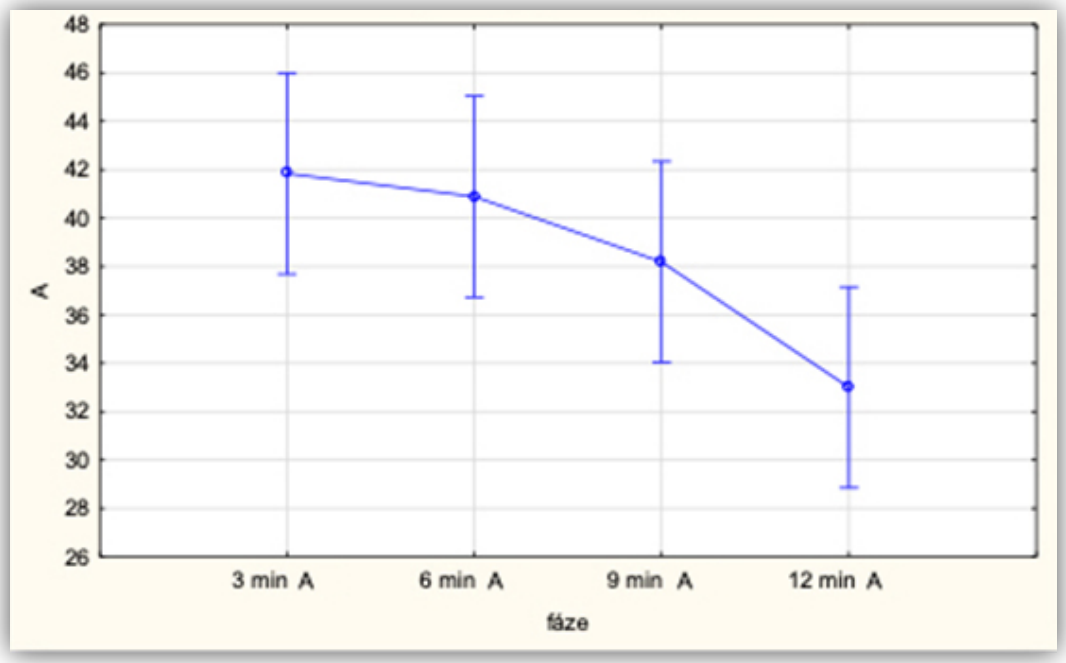


Legenda: osa Y – procento zapojení sektoru, osa X – minuty testu, ARC – hrudní sektor

5.2.3 Změna v zapojení břišního sektoru

Na obrázku č. 14 je zobrazena změna v zapojení břišního sektoru dýchání během jednotlivých minut zátěže. Zapojení tohoto sektoru během testování klesalo. Byl prokázán statisticky významný vliv intenzity zatížení na zapojení břišního sektoru v průběhu celého testu (p <0,02).

Obrázek 14
Změna v zapojení břišního sektoru během jednotlivých stupňů zátěže



Legenda: osa Y – procento zapojení sektoru, osa X – minuty testu, A – břišní sektor

5.3 Minutová ventilace

5.3.1 Minutová ventilace – Skupina cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

Tabulka č. 7 ukazuje naměřené hodnoty minutové ventilace v litrech během jednotlivých úseků měření.

Probandi dosáhli v sedě průměrné hodnoty V_E 12,7 ± 2,1 l.min^{-1}, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 1 a to V_E 23,7 l.min^{-1}, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 15 a to V_E 9,6 l.min^{-1}. Ve stoje dosáhli probandi průměrné hodnoty V_E 11,3 ± 1,5 l.min^{-1}, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 1 a to V_E 17,1 l.min^{-1}, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 8 a to V_E 8,4 l.min^{-1}. Ve třetí minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty V_E 29,9 ± 3,3 l.min^{-1}, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 13 a to V_E 38,4 l.min^{-1}, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 14 a to V_E 24,7 l.min^{-1}. V šesté minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty V_E 39,6 ± 4,1 l.min^{-1}, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 6 a to V_E 52,9 l.min^{-1}, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 14 a to V_E 32,7 l.min^{-1}. V deváté minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty V_E 62,6 ± 9,2 l.min^{-1}, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 6 a to V_E 83,9 l.min^{-1}, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 5 a to V_E 46,6 l.min^{-1}. Ve dvanácté minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty V_E 91,9 ± 11,6 l.min^{-1}, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 6 a to V_E 120,6 l.min^{-1}, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 5 a to V_E 61,8 l.min^{-1}.

Tabulka 7

Minutová ventilace skupiny cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
sit	23,7	9,7	14,3	9,7	13,0	12,7	12,1	11,7	11,5	10,9	13,2	11,9	11,1	15,2	9,6
stand	17,1	8,7	13,2	10,3	11,2	12,1	10,7	8,4	12,5	11,4	12,9	10,8	10,7	11,3	8,5
3. min	30,8	26,5	25,1	28,9	25,1	38,1	34,1	32,9	29,1	29,2	29,2	26,2	38,4	24,7	30,0
6. min	39,6	32,8	39,3	36,0	31,9	52,9	45,0	43,3	41,9	38,2	41,4	36,3	39,3	32,7	43,5
9. min	51,7	53,3	57,8	54,6	46,6	83,9	63,1	77,8	63,6	54,8	64,1	50,0	71,4	70,0	75,9
12. min	81,4	88,6	87,6	80,4	61,8	120,6	94,9	108,8	112,3	89,5	87,7	71,1	92,3	101,0	100,6

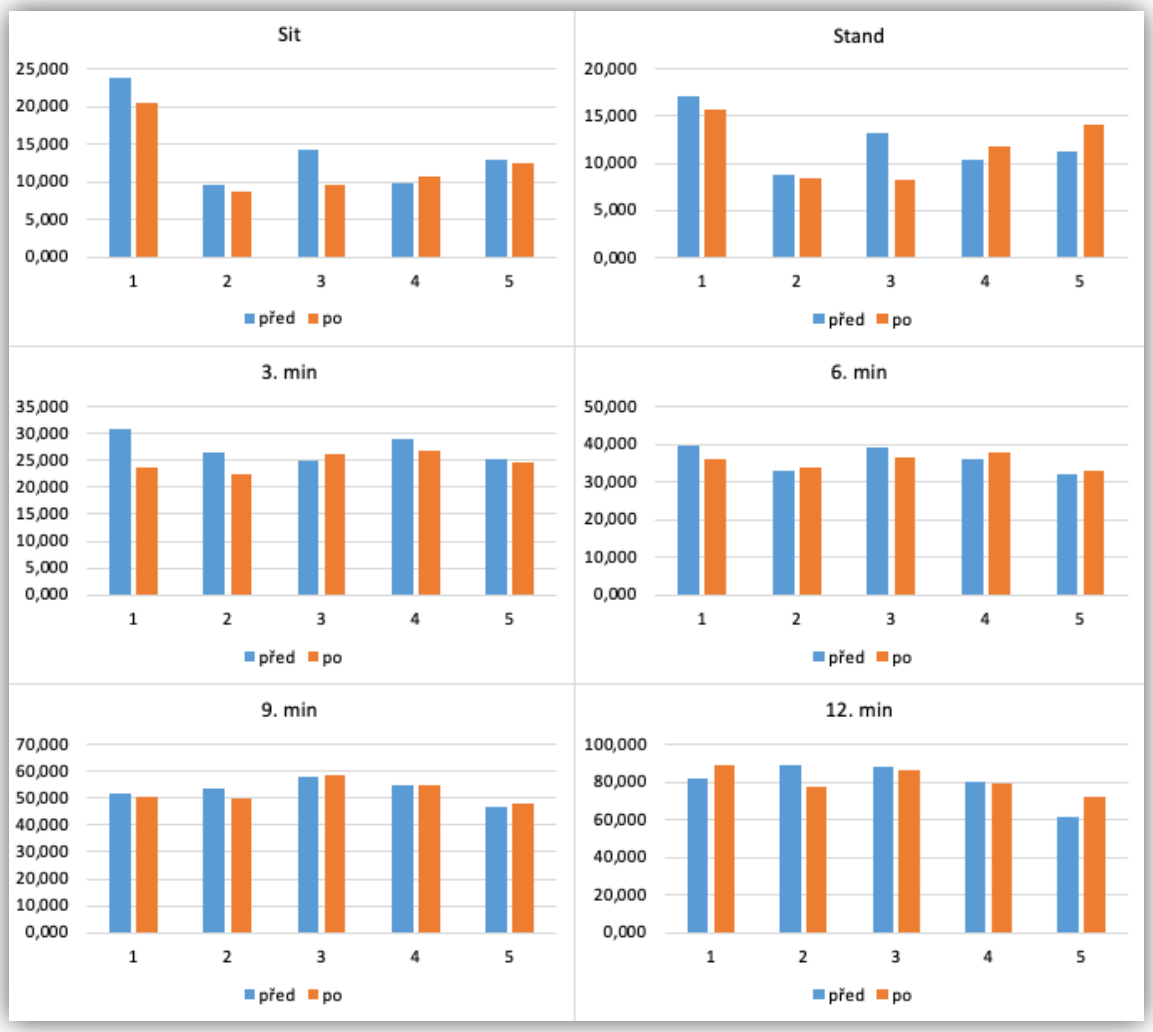
5.3.2 Minutová ventilace – Intervenční skupina

Na obrázku č. 12 lze vidět rozdíly v minutové ventilaci před a po podstoupení dechové intervence.

V sedě se minutová ventilace oproti prvnímu testování průměrně snížila o 1,7 ± 1,8 $l.min^{-1}$. Největší změna nastala u probanda č.3, u kterého tato hodnota klesla o 4,8 $l.min^{-1}$. Rozdíl hodnot minutové ventilace v sedě je věcně významný (*d*=0,359) s malým efektem. Statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve stoje se minutová ventilace oproti prvnímu testování průměrně snížila o 0,5 ± 2,2 $l.min^{-1}$. Největší změna nastala u probanda č.3, u kterého tato hodnota klesla o 4,9 $l.min^{-1}$. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve třetí minutě testu se minutová ventilace oproti prvnímu testování průměrně snížila o 2,6 ± 2,4 $l.min^{-1}$. Největší změna nastala u probanda č.1, u kterého tato hodnota klesla o 7,1 $l.min^{-1}$. Rozdíl hodnot minutové ventilace ve třetí minutě testu je věcně významný (*d*= 1,322) s velkým efektem. Statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. V šesté minutě testu se minutová ventilace oproti prvnímu testování průměrně snížila o 0,6 ± 2,1 $l.min^{-1}$. Největší změna nastala u probanda č.1, u kterého tato hodnota klesla o 3,6 $l.min^{-1}$. Rozdíl hodnot minutové ventilace v šesté minutě testu je věcně významný (*d*=0,211) s malým efektem. Statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. V deváté minutě testu se minutová ventilace oproti prvnímu testování průměrně snížila o 0,6 ± 1,3 $l.min^{-1}$. Největší změna nastala u probanda č.2, u kterého tato hodnota klesla o 3,2 $l.min^{-1}$. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve dvanácté minutě testu se změna minutové ventilace mezi probandy hodně lišila, průměrně se však oproti prvnímu testování zvýšila o 0,8 ± 6,3 $l.min^{-1}$. Největší změna nastala u probanda č.2, u kterého tato hodnota klesla o 11,4 $l.min^{-1}$. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán.

Obrázek 15

Rozdíl v minutové ventilaci probandů před a po dechové intervenci



5.4 Dechová frekvence

5.4.1 Dechová frekvence – Skupina cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

Tabulka č. 8 znázorňuje naměřené hodnoty dechové frekvence za minutu během jednotlivých úseků měření.

V sedě získali probandi průměrnou hodnotu BF 14,9 ± 3,7 $n.min^{-1}$, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 10 a to BF 26,6 $n.min^{-1}$, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 5 a to BF 6,5 $n.min^{-1}$. Ve stoje získali probandi průměrnou hodnotu BF 14,5 ± 3,8 $n.min^{-1}$, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 10 a to BF 25,7 $n.min^{-1}$, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 5 a to BF 6,9 $n.min^{-1}$. Ve třetí minutě testu získali probandi průměrnou hodnotu BF 23,9 ± 3,0 $n.min^{-1}$, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 4 a to BF 29,7 $n.min^{-1}$, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 9 a to BF 17,2 $n.min^{-1}$. V šesté minutě testu získali probandi průměrnou hodnotu BF 25,3 ± 3,1 $n.min^{-1}$, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 3 a to BF 31,1 $n.min^{-1}$, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 14 a to BF 15,0 $n.min^{-1}$. V deváté minutě testu získali probandi průměrnou hodnotu BF 31,2 ± 3,4 $n.min^{-1}$, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 3 a to BF 39,3 $n.min^{-1}$, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 11 a to BF 26,1 $n.min^{-1}$. Ve dvanácté minutě testu získali probandi průměrnou hodnotu BF 37,1 ± 3,9 $n.min^{-1}$, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 8 a to BF 47,3 $n.min^{-1}$, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 11 a to BF 29,7 $n.min^{-1}$.

Tabulka 8

Dechová frekvence skupiny cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
sit	14,2	15,9	14,0	16,7	6,5	10,2	14,1	13,4	7,2	26,6	19,9	19,0	16,3	11,6	17,5
stand	11,9	11,9	13,6	16,4	6,9	19,1	15,1	9,3	8,1	25,7	18,4	18,1	17,0	11,1	14,4
3. min	26,3	25,4	26,7	29,7	21,8	26,8	21,6	26,5	17,2	25,1	19,0	23,4	26,8	19,1	22,9
6. min	25,8	25,2	31,1	28,5	20,8	29,6	23,8	28,0	22,7	27,1	20,7	26,4	26,9	15,0	27,7
9. min	28,5	32,3	39,3	32,8	27,5	36,9	30,8	38,4	28,2	27,2	26,1	29,4	31,0	26,2	33,4
12. min	35,0	43,6	41,8	38,4	30,9	40,6	37,1	47,3	35,5	35,4	29,7	32,6	35,0	33,4	40,4

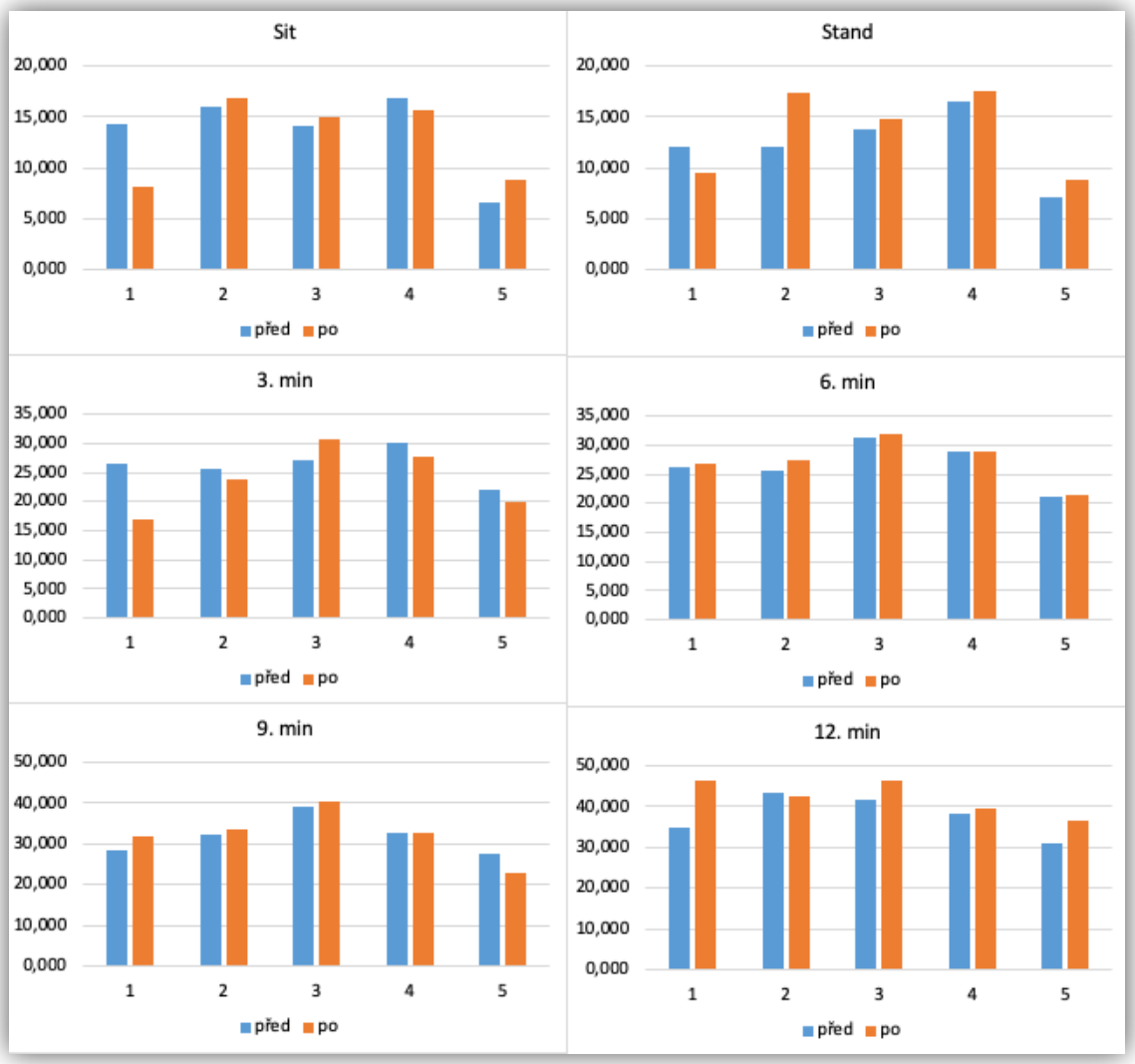
5.4.2 Dechová frekvence – Intervenční skupina

Obrázek č. 13 znázorňuje rozdíly v dechové frekvenci před a po podstoupení dechové intervence.

V sedě se dechová frekvence probandů oproti prvnímu testování průměrně snížila o 0,7 ± 2,4 $n.min^{-1}$. Největší změna nastala u probanda č.1, u kterého tato hodnota klesla o 6,3 $n.min^{-1}$. Rozdíl hodnot dechové frekvence v sedě je věcně významný (*d*=0,203) s malým efektem. Statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve stoje se dechová frekvence probandů oproti prvnímu testování průměrně zvýšila o 1,3 ± 1,8 $n.min^{-1}$. Největší změna nastala u probanda č.2, u kterého tato hodnota stoupla o 5,2 $n.min^{-1}$. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve třetí minutě testu se dechová frekvence probandů oproti prvnímu testování průměrně snížila o 2,5 ± 2,9 $n.min^{-1}$. Největší změna nastala u probanda č. 1, u kterého tato hodnota klesla o 9,8 $n.min^{-1}$. Rozdíl hodnot dechové frekvence ve třetí minutě testu je věcně významný (*d*=0,620) se středním efektem. Statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. V šesté minutě testu se dechová frekvence probandů oproti prvnímu testování průměrně zvýšila o 0,7 ± 0,5 $n.min^{-1}$. Největší změna nastala u probanda č. 2, u kterého tato hodnota stoupla o 2,0 $n.min^{-1}$. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. V deváté minutě testu se dechová frekvence probandů oproti prvnímu testování průměrně zvýšila o 0,3 ± 2,0 $n.min^{-1}$. Největší změna nastala u probanda č. 5, u kterého tato hodnota klesla o 4,4 $n.min^{-1}$. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve dvanácté minutě testu se dechová frekvence probandů oproti prvnímu testování průměrně zvýšila o 4,3 ± 3,4 $n.min^{-1}$. Největší změna nastala u probanda č. 1, u kterého tato hodnota klesla o 11,2 $n.min^{-1}$. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán.

Obrázek 16

Rozdíl v dechové frekvenci probandů před a po dechové intervenci



5.5 Dechový objem

5.5.1 Dechový objem – Skupina cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

Tabulka č. 9 zobrazuje naměřené hodnoty dechového objemu v litrech u skupiny cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů v jednotlivých úsecích testu.

V sedě jsme naměřili průměrnou hodnotu dechového objemu 1,0 ± 0,4 l, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 5 a to 2,0 l, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 10 a to 0,4 l. Ve stoje jsme naměřili průměrnou hodnotu dechového objemu 0,9 ± 0,3 l, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 5 a to 1,6 l, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 10 a to 0,4 l. Ve třetí minutě testu jsme naměřili průměrnou hodnotu dechového objemu 1,3 ± 0,2 l, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 9 a to 1,7 l, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 3 a to 0,9 l. V šesté minutě testu jsme naměřili průměrnou hodnotu dechového objemu 1,6 ± 0,2 l, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 14 a to 2,2 l, nejnižších hodnot dosáhli probandi č. 2, 3 a 4 a to 1,3 l. V deváté minutě testu jsme naměřili průměrnou hodnotu dechového objemu 2,0 ± 0,3 l, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 14 a to 2,7 l, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 3 a to 1,5 l. Ve dvanácté minutě testu jsme naměřili průměrnou hodnotu dechového objemu 2,5 ± 0,3 l, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 9 a to 3,2 l, nejnižších hodnot dosáhli probandi č. 2 a 5 a to 2,0 l.

Tabulka 9

Dechový objem skupiny cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
sit	1,7	0,6	1,0	0,6	2,0	1,3	0,9	0,9	1,6	0,4	0,7	0,6	0,7	1,3	0,6
stand	1,4	0,7	1,0	0,6	1,6	0,6	0,7	0,9	1,5	0,4	0,7	0,6	0,6	1,0	0,6
3. min	1,2	1,0	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,2	1,7	1,2	1,5	1,1	1,4	1,3	1,3
6. min	1,5	1,3	1,3	1,3	1,5	1,8	1,9	1,5	1,9	1,4	2,0	1,4	1,5	2,2	1,6
9. min	1,8	1,7	1,5	1,7	1,7	2,3	2,1	2,0	2,3	2,0	2,5	1,7	2,3	2,7	2,3
12. min	2,3	2,0	2,1	2,1	2,0	3,0	2,6	2,3	3,2	2,5	3,0	2,2	2,6	3,0	2,5

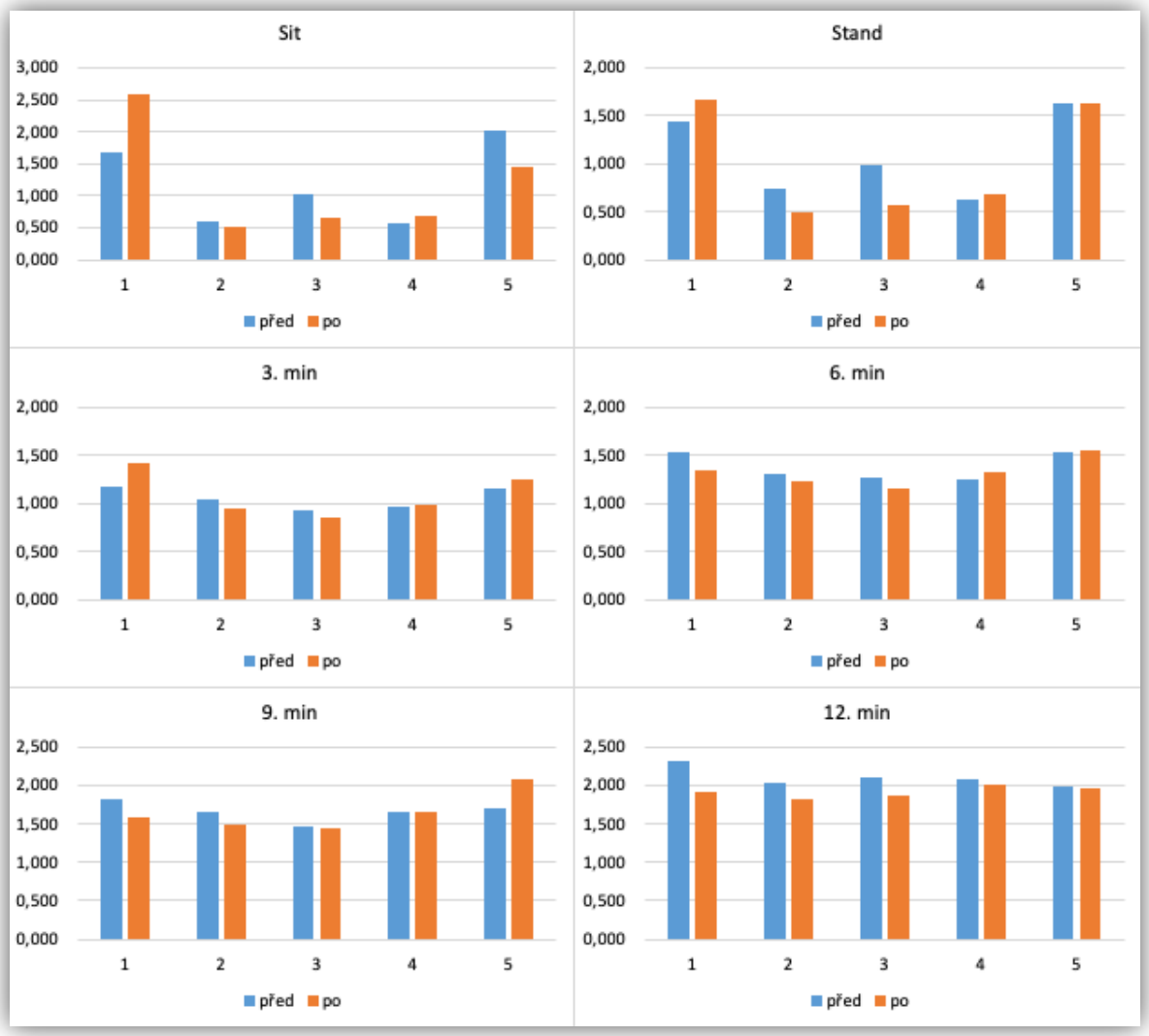
5.5.2 Dechový objem – Intervenční skupina

Na obrázku č. 14 jsou zobrazeny rozdíly v dechovém objemu probandů v jednotlivých úsecích testů před a po dechové intervenci.

V sedě se dechový objem probandů oproti prvnímu testování průměrně nezměnil s průměrnou odchylkou 0,4 l. Největší změna nastala u probanda č.1, u kterého tato hodnota stoupla o 0,9 l. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve stoje se dechový objem probandů oproti prvnímu testování průměrně snížil o 0,1 ± 0,2 l. Největší změna nastala u probanda č.3, u kterého tato hodnota klesla o 0,4 l. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve třetí minutě testu se dechový objem probandů oproti prvnímu testování průměrně nezměnil s průměrnou odchylkou 0,1 l. Největší změna nastala u probanda č. 1, u kterého tato hodnota stoupla o 0,3 l. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. V šesté minutě testu se dechový objem probandů oproti prvnímu testování průměrně snížil o 0,1 ± 0,1 l. Největší změna nastala u probanda č. 1, u kterého tato hodnota klesla o 0,2 l. Rozdíl hodnot dechového objemu v šesté minutě testu je věcně významný (d=0,412) s malým efektem. Statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. V deváté minutě testu se dechový objem probandů oproti prvnímu testování průměrně nezměnil s průměrnou odchylkou 0,2 l. Největší změna nastala u probanda č. 5, u kterého tato hodnota stoupla o 0,4 l. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve dvanácté minutě testu se dechový objem probandů oproti prvnímu testování průměrně snížil o 0,2 ± 0,1 l. Největší změna nastala u probanda č. 1, u kterého tato hodnota klesla o 0,4 l. Rozdíl hodnot dechového objemu ve dvanácté minutě testu je věcně (d=2,008) i statisticky významný (p <0,05).

Obrázek 17

Rozdíl v dechovém objemu probandů před a po dechové intervenci



5.6 Inspirační čas

5.6.1 Inspirační čas – Skupina cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

Tabulka č. 10 ukazuje naměřené hodnoty inspiračního času v sekundách u skupiny cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů v jednotlivých úsecích testu.

V sedě dosáhli probandi průměrné hodnoty inspiračního času 2,0 ± 0,7 s, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 5 a to 4,7 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 10 a to 0,9 s. Ve stoje dosáhli probandi průměrné hodnoty inspiračního času 2,0 ± 0,7 s, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 5 a to 4,5 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 10 a to 0,9 s. Ve třetí minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty inspiračního času 1,2 ± 0,1 s, nejvyšší hodnoty dosáhli probandi č. 5, 9, 11 a 14 a to 1,4 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 4 a to 0,9 s. V šesté minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty inspiračního času 1,1 ± 0,2 s, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 14 a to 1,8 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 3 a to 0,9 s. V deváté minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty inspiračního času 0,9 ± 0,1 s, nejvyšší hodnoty dosáhli probandi č. 5, 11 a 14 a to 1,1 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 8 a to 0,7 s. Ve dvanácté minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty inspiračního času 0,8 ± 0,1 s, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 5 a to 1,1 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 8 a to 0,6 s.

Tabulka 10

Inspirační čas skupiny cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
sit	2,0	1,5	2,1	1,4	4,7	3,2	1,5	2,1	3,1	0,9	1,2	1,4	1,7	2,2	1,3
stand	2,1	1,7	2,2	1,4	4,5	1,0	1,5	3,3	3,0	0,9	1,3	1,5	1,6	2,4	1,3
3. min	1,0	1,1	1,0	0,9	1,4	1,1	1,3	1,0	1,4	1,0	1,4	1,1	1,2	1,4	1,1
6. min	1,0	1,1	0,9	1,0	1,5	1,0	1,1	1,0	1,2	1,0	1,3	1,0	1,0	1,8	1,1
9. min	1,0	0,9	0,8	0,9	1,1	0,8	1,0	0,7	0,9	1,0	1,1	1,0	0,9	1,1	0,9
12. min	0,8	0,7	0,7	0,7	1,1	0,7	0,8	0,6	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	0,9	0,8

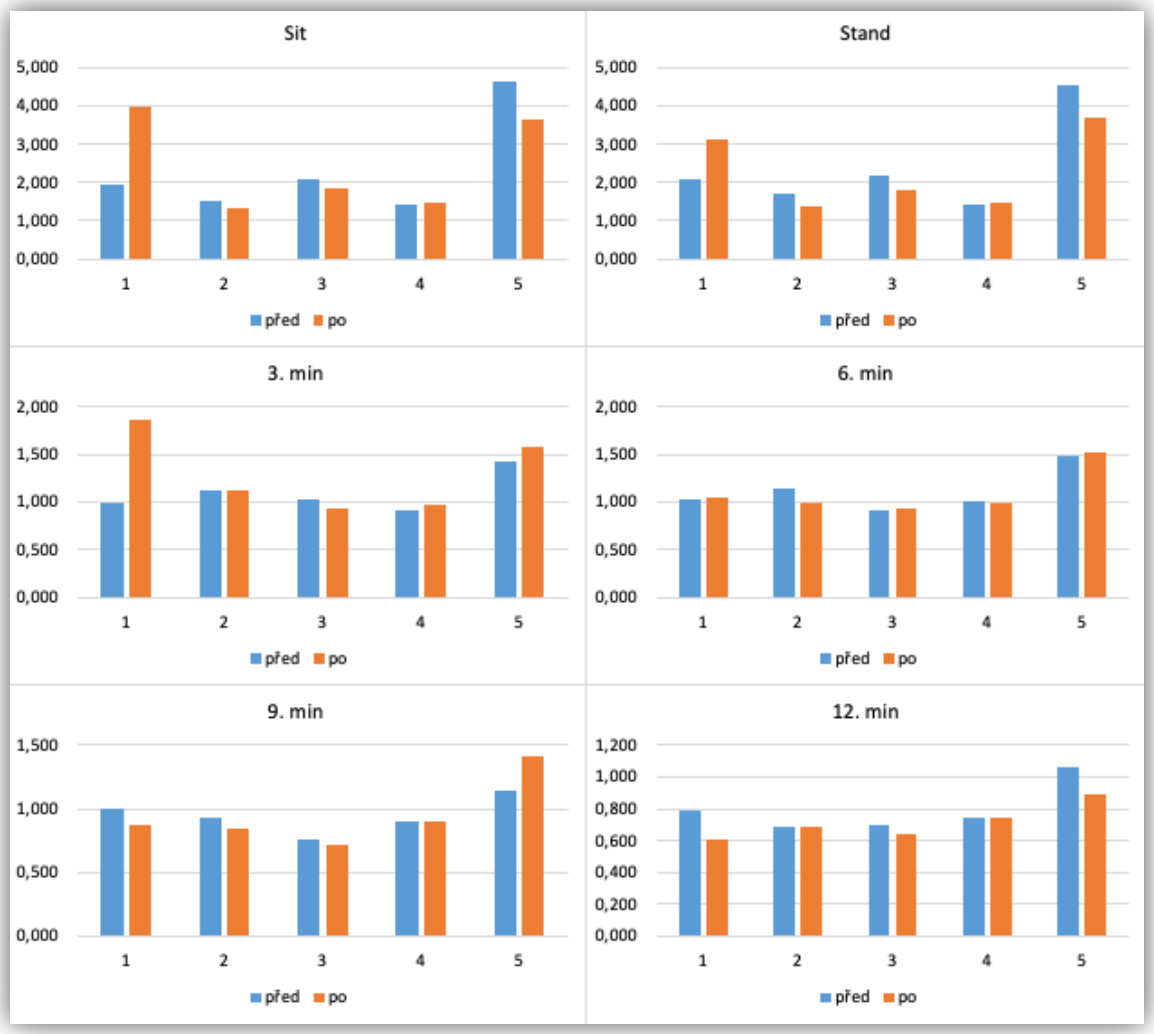
5.6.2 Inspirační čas – Intervenční skupina

Na obrázku č. 15 lze vidět rozdíly v inspiračním čase probandů v jednotlivých úsecích testů před a po dechové intervenci.

V sedě se inspirační čas probandů oproti prvnímu testování průměrně zvýšil o 0,1 ± 0,8 s. Největší změna nastala u probanda č.1, u kterého tato hodnota stoupla o 2,0 s. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve stoje se inspirační čas probandů oproti prvnímu testování průměrně snížil o 0,1 ± 0,5 s. Největší změna nastala u probanda č.1, u kterého tato hodnota stoupla o 1,0 s. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve třetí minutě testu se inspirační čas probandů oproti prvnímu testování průměrně zvýšil o 0,2 ± 0,3 s. Největší změna nastala u probanda č.1, u kterého tato hodnota stoupla o 0,9 s. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. V šesté minutě testu se inspirační čas probandů oproti prvnímu testování průměrně nezměnil s průměrnou odchylkou 0,1 s. Největší změna nastala u probanda č.2, u kterého tato hodnota klesla o 0,2 s. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. V deváté minutě testu se inspirační čas probandů oproti prvnímu testování průměrně nezměnil s průměrnou odchylkou 0,1 s. Největší změna nastala u probanda č.5, u kterého tato hodnota stoupla o 0,3 s. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve dvanácté minutě testu se inspirační čas probandů oproti prvnímu testování průměrně snížil o 0,1 ± 0,1 s. Největší změna nastala u probandů č.1 a 5, u kterých tato hodnota klesla o 0,2 s. Rozdíl hodnot inspiračního času před a po intervenci ve dvanácté minutě testu je věcně významný (*d*=0,697) se středním efektem. Statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán.

Obrázek 18

Rozdíl v inspiračním čase probandů před a po dechové intervenci



5.7 Expirační čas

5.7.1 Expirační čas – Skupina cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

Tabulka č. 11 představuje hodnoty expiračního času v sekundách v jednotlivých úsecích testu.

V sedě dosáhli probandi průměrné hodnoty expiračního času 2,6 ± 0,7 s, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 9 a to 5,2 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 10 a to 1,3 s. Ve stoje dosáhli probandi průměrné hodnoty expiračního času 2,7 ± 0,7 s, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 9 a to 4,4 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 10 a to 1,4 s. Ve třetí minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty expiračního času 1,4 ± 0,2 s, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 9 a to 2,0 s, nejnižší hodnoty dosáhli probandi č. 4, 6 a 13 a to 1,1 s. V šesté minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty expiračního času 1,3 ± 0,2 s, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 14 a to 2,2 s, nejnižší hodnoty dosáhli probandi č. 3 a 6 a to 1,0 s. V deváté minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty expiračního času 1,0 ± 0,1 s, nejvyšší hodnoty dosáhli probandi č. 9, 10, 11 a 14 a to 1,2 s, nejnižší hodnoty dosáhli probandi č. 3, 6 a 8 a to 0,8 s. Ve dvanácté minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty expiračního času 0,8 ± 0,1 s, nejvyšší hodnoty dosáhli probandi č. 11, 12 a 13 a to 1,0 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 8 a to 0,6 s.

Tabulka 11

Expirační čas skupiny cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
sit	2,3	2,3	2,2	2,2	4,6	2,6	2,8	2,4	5,2	1,3	1,8	1,7	2,0	3,0	2,2
stand	3,0	3,3	2,2	2,2	4,1	2,2	2,5	3,2	4,4	1,4	1,9	1,9	1,9	2,9	2,9
3. min	1,3	1,2	1,2	1,1	1,3	1,1	1,5	1,3	2,0	1,4	1,7	1,4	1,1	1,8	1,5
6. min	1,3	1,2	1,0	1,1	1,4	1,0	1,4	1,2	1,5	1,3	1,6	1,2	1,2	2,2	1,1
9. min	1,1	0,9	0,8	0,9	1,0	0,8	1,0	0,8	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	0,9
12. min	0,9	0,7	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,7

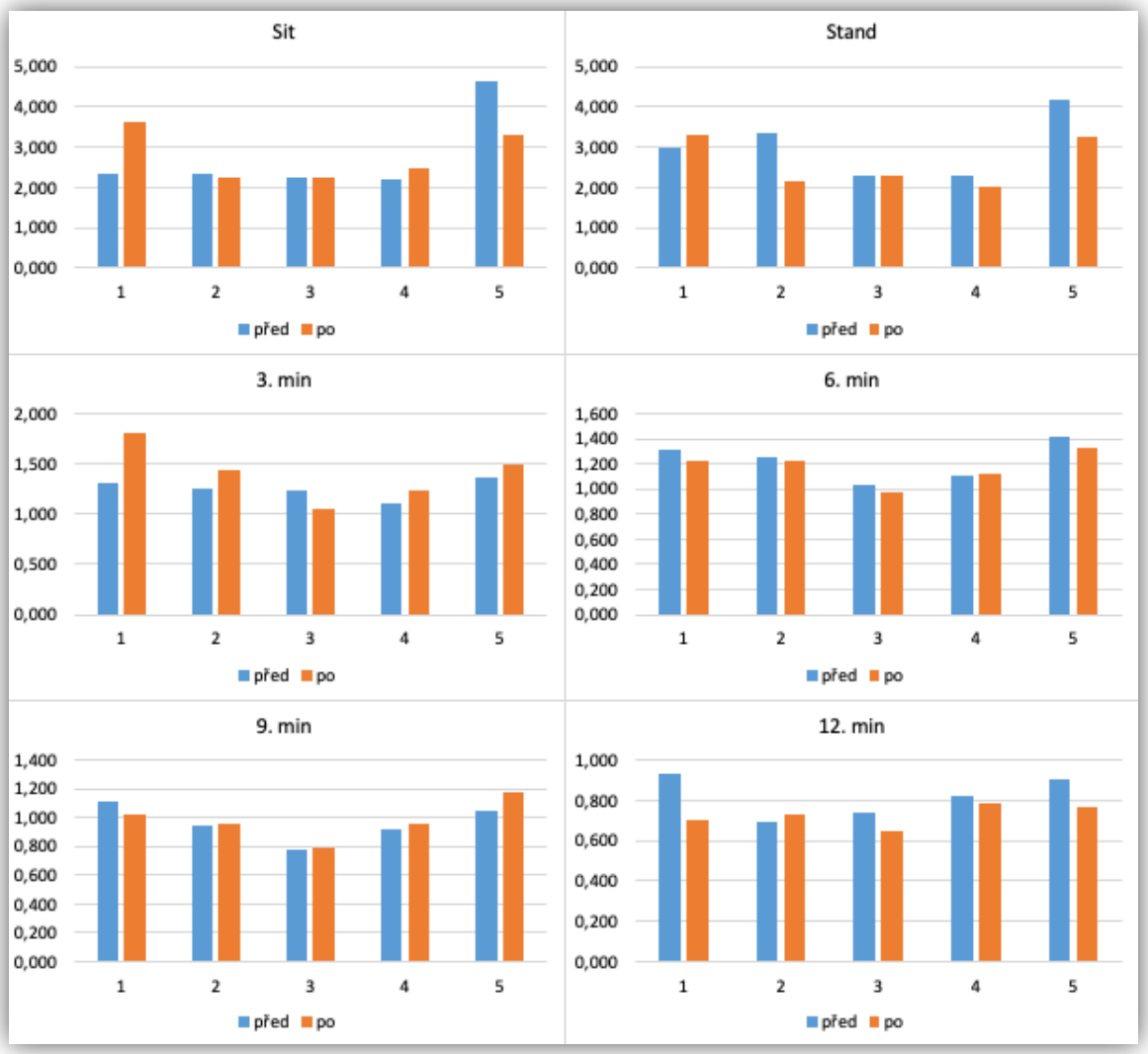
5.7.2 Expirační čas – Intervenční skupina

Obrázek č. 16 představuje rozdíly v expiračním čase probandů v jednotlivých úsecích testů před a po dechové intervenci.

V sedě se expirační čas probandů oproti prvnímu testování průměrně nezměnil s průměrnou odchylkou 0,6 s. Největší změna nastala u probanda č. 1, u kterého tato hodnota stoupla o 1,3 s a u probanda č. 5, u kterého tato hodnota o 1,3 s klesla. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve stoje se expirační čas probandů oproti prvnímu testování průměrně snížil o 0,4 ± 0,5 s. Největší změna nastala u probanda č. 2, u kterého tato hodnota klesla o 1,2 s. Rozdíl hodnot expiračního času v pozici ve stoje před a po dechové intervenci je věcně významný (*d*=0,639) se středním efektem. Statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve třetí minutě testu se expirační čas probandů oproti prvnímu testování průměrně zvýšil o 0,1 ± 0,2 s. Největší změna nastala u probanda č.1, u kterého tato hodnota stoupla o 0,5 s. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. V šesté minutě testu se expirační čas probandů oproti prvnímu testování průměrně nezměnil s průměrnou odchylkou 0,03 s. Největší změna nastala u probandů č. 1, 3 a 5, u kterých tato hodnota klesla o 0,1 s. Rozdíl hodnot expiračního času v šesté minutě testů před a po dechové intervenci je věcně významný (*d*=0,344) s malým efektem. Statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. V deváté minutě testu se expirační čas probandů oproti prvnímu testování průměrně nezměnil s průměrnou odchylkou 0,1 s. Největší změna nastala u probanda č. 1, u kterého tato hodnota klesla o 0,1 s a u probanda č. 5, u kterého tato hodnota o 0,1 s stoupla. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve dvanácté minutě testu se expirační čas probandů oproti prvnímu testování průměrně snížil o 0,1 ± 0,1 s. Největší změna nastala u probanda č. 1, u kterého tato hodnota klesla o 0,2 s. Rozdíl hodnot expiračního času ve dvanácté minutě testů před a po dechové intervenci je věcně významný (*d*=1,224) s velkým efektem. Statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán.

Obrázek 19

Rozdíl v expiračním čase probandů před a po dechové intervenci



5.8 Čas dechu

5.8.1 Čas dechu – Skupina cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

Tabulka č. 12 zobrazuje hodnoty času dechu v sekundách u skupiny podstupující pouze jedno testování v jednotlivých úsecích testu.

V pozici v sedě dosáhli probandi průměrné hodnoty času dechu 4,6 ± 1,4 s, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 5 a to 9,3 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 10 a to 2,3 s. V pozici ve stoje dosáhli probandi průměrné hodnoty času dechu 4,7 ± 1,3 s, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 5 a to 8,7 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 10 a to 2,3 s. Ve třetí minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty času dechu 2,6 ± 0,3 s, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 9 a to 3,5 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 4 a to 2,0 s. V šesté minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty času dechu 2,5 ± 0,4 s, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 14 a to 4,0 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 3 a to 1,9 s. V deváté minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty času dechu 1,9 ± 0,3 s, nejvyšší hodnoty dosáhli probandi č. 11 a 14 a to 2,3 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 4 a to 0,9 s. Ve dvanácté minutě testu dosáhli probandi průměrné hodnoty času dechu 1,6 ± 0,2 s, nejvyšší hodnoty dosáhl proband č. 11 a to 2,0 s, nejnižší hodnoty dosáhl proband č. 8 a to 1,3 s.

Tabulka 12

Čas dechu skupiny cyklistů pro zjištění dechového vzoru a respiračních parametrů

proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
sit	4,2	3,8	4,3	3,6	9,3	5,9	4,3	4,5	8,3	2,3	3,0	3,2	3,7	5,2	3,4
stand	5,1	5,0	4,4	3,7	8,7	3,1	4,0	6,4	7,4	2,3	3,3	3,3	3,5	5,4	4,2
3. min	2,3	2,4	2,2	2,0	2,8	2,2	2,8	2,3	3,5	2,4	3,2	2,6	2,2	3,1	2,6
6. min	2,3	2,4	1,9	2,1	2,9	2,0	2,5	2,1	2,6	2,2	2,9	2,3	2,2	4,0	2,2
9. min	2,1	1,9	1,5	0,9	2,2	1,6	1,9	1,6	2,1	2,2	2,3	2,0	1,9	2,3	1,8
12. min	1,7	1,4	1,4	1,6	1,9	1,5	1,6	1,3	1,7	1,7	2,0	1,8	1,7	1,8	1,5

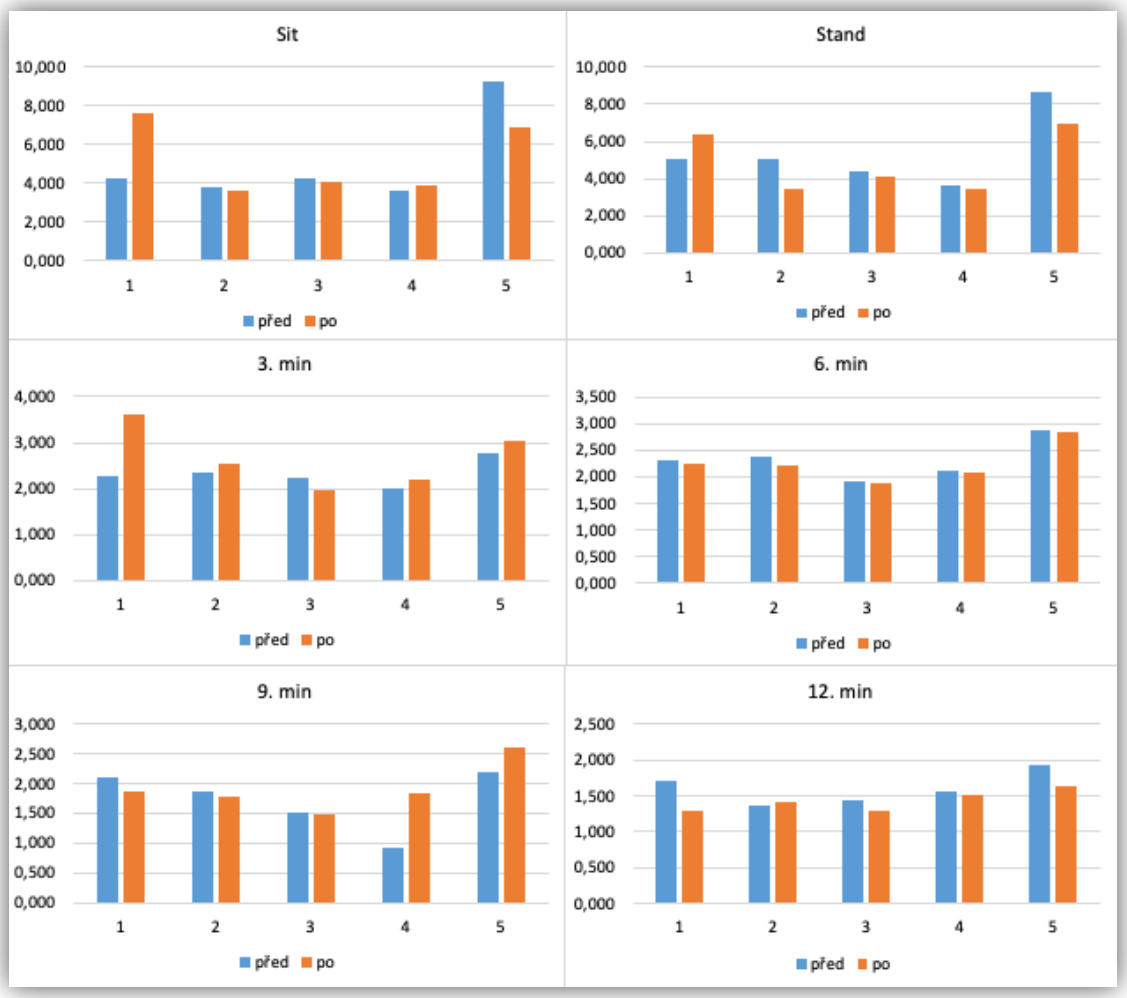
5.8.2 Čas dechu – Intervenční skupina

Obrázek č. 17 ukazuje rozdíly v čase dechu probandů v jednotlivých úsecích testů před a po dechové intervenci.

V pozici v sedě se čas dechu probandů oproti prvnímu testování průměrně zvýšil o 0,2 ± 1,3 s. Největší změna nastala u probanda č. 1, u kterého tato hodnota stoupla o 3,3 s. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. V pozici ve stoje se čas dechu probandů oproti prvnímu testování průměrně snížil o 0,5 ± 0,9 s. Největší změna nastala u probanda č. 5, u kterého tato hodnota klesla o 1,8 s. Rozdíl hodnot času dechu v pozici ve stoje před a po dechové intervenci je věcně významný (*d*=0,308) s malým efektem. Statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve třetí minutě testu se čas dechu probandů oproti prvnímu testování průměrně zvýšil o 0,3 ± 0,4 s. Největší změna nastala u probanda č. 1, u kterého tato hodnota stoupla o 1,3 s. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. V šesté minutě testu se čas dechu probandů oproti prvnímu testování průměrně snížil o 0,1 ± 0,04 s. Největší změna nastala u probanda č. 2, u kterého tato hodnota klesla o 0,2 s. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. V deváté minutě testu se čas dechu probandů oproti prvnímu testování průměrně zvýšil o 0,2 ± 0,4 s. Největší změna nastala u probanda č. 4, u kterého tato hodnota stoupla o 0,9 s. Věcně ani statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán. Ve dvanácté minutě testu se čas dechu probandů oproti prvnímu testování průměrně snížil o 0,2 ± 0,1 s. Největší změna nastala u probanda č. 1, u kterého tato hodnota klesla o 0,4 s. Rozdíl hodnot času dechu ve dvanácté minutě testů před a po dechové intervenci je věcně významný (*d*=0,993) s velkým efektem. Statisticky významný rozdíl těchto hodnot nebyl prokázán.

Obrázek 20

Rozdíl v času dechu probandů před a po dechové intervenci



6 Diskuse

Naše práce se dělí na dvě části, zjištění kvality dechového vzoru cyklistů a možnost ovlivnění tohoto vzoru pomocí dechové intervence.

Kvalitu dechového vzoru probandů jsme zkoumali pomocí následujících ukazatelů.

Bartůňková et al. (2013) považuje za velmi důležité brániční dýchání. To se v klidovém stavu podílí na dýchání netrénovaných jedinců asi 30—40 % a u trénovaných 50—60 %. Naši probandi dosáhli průměrné hodnoty zapojení bráničního (břišního) sektoru dýchání 41,8 % v sedě a 41,7 % ve stoje. Do rozmezí, které uvádí Bartůňková et al. (2013) pro trénované jedince se vešli pouze tři z našich patnácti probandů.

Se zvyšující se zátěží se podle Bartůňkové et al. (2013) zhoršuje ekonomika dýchání a funkce bránice. To se potvrdilo během našeho testování, kdy probandi využívali brániční (břišní) sektor dýchání ve dvanácté minutě testu o 8,8 ± 7,6 % méně, než v pozici v sedě. Tato změna v zapojení břišního dechového sektoru během zátěže se ukázala jako statisticky významná v průběhu celého testu. Břišní sektor byl nahrazen hlavně podklíčkovým, ale i hrudním sektorem. Nárůst zapojení podklíčkového sektoru byl statisticky významný mezi šestou a dvanáctou minutou testování. Nárůst zapojení hrudního sektoru byl statisticky významný mezi třetí a šestou minutou a šestou a devátou minutou testování.

Klidová minutová ventilace je podle Bartůňkové et al. (2013) okolo 7—10 litrů za minutu. Při měření v klidových pozicích (v sedě a ve stoje) se do tohoto rozmezí vešli pouze čtyři z našich patnácti testovaných. Zbytek testovaných měl minutovou ventilaci mírně vyšší (v průměru 12,7 ± 2,1 litru v sedě a 11,3 ± 1,5 litru ve stoje) než hodnoty, které uvádí Bartůňková et al. (2013). Domníváme se, že to mohlo být způsobeno poměrně snadným ovlivněním klidové minutové zátěže vlastní vůlí probandů nebo větší vitální kapacitou plic než u běžné populace.

Při maximálním zatížení může minutová ventilace vystoupat u trénovaných mužů podle Bartůňkové et al. (2013) až na 150—200 litrů za minutu. Při našem měření se probandi ve dvanácté minutě testu pohybovali v rozmezí 81,4—120,6 litru (v průměru 91,9 ± 11,6 litru). Tato hodnota je u našich probandů nižší z toho důvodu, že se většina probandů ve dvanácté minutě testu ještě nedostala do bodu maximálního úsilí. Sedm

z patnácti našich probandů se však dostalo do tohoto rozmezí v následujících minutách testu.

Dechová frekvence se podle Bartůňkové et al. (2013) dá snadno ovlivnit vůlí, a také je u řady pohybů ovlivněna vynuceným rytmem (např plavání, či běh). Klidové hodnoty však udává kolem 14—16 dechů za minutu, při lehké práci 20—30 dechů za minutu a při velmi vysoké zátěži až na 40—60 dechů za minutu. Klidové hodnoty našich probandů se pohybovaly v rozmezí 6,5—26,6 dechů za minutu. Průměrně ale probandi dosáhli hodnot 14,9 ± 3,7 dechu za minutu v sedě a 14,5 ± 3,8 dechu za minutu ve stoje s tím, že pouze pět probandů se nacházelo v rozmezí, které uvádí Bartůňková et al. (2013). Při lehké práci během třetí a šesté minuty testu se dechová frekvence našich probandů pohybovala v rozmezí 15,0—31,1 dechu za minutu, s průměrem 23,9 ± 3,0 ve třetí minutě a 25,3 ± 3,1 v minutě šesté. Průměrné hodnoty se nacházejí v rozmezí, které uvádí Bartůňková et al. (2013), ale čtyři z patnácti našich probandů se do tohoto rozmezí nevešlo. To se domníváme, že mohlo být způsobeno rozdílnou výkonností probandů, a tudíž rozdílnou zátěží v těchto minutách testu. Při velmi vysoké zátěži se pouze dva naši probandi nedostali přes 40 dechů za minutu. To se domníváme, že bylo způsobeno tím, že tito probandi ukončili test dříve, než dosáhli bodu maximálního úsilí. Ostatní probandi se pohybovali v rozmezí, které udává Bartůňková et al. (2013) nebo výše.

Podle Bahenského et al. (2021b) se klidová hodnota dechového objemu pohybuje okolo 0,5—0,7 litru, při střední zátěži 1—2 litry a při těžké práci 2,5—3 litry. Klidové hodnoty našich probandů se pohybují mezi 0,4—2,0 litru (průměr 1,0 ± 0,4 litru v sedě, 0,9 ± 0,3 litru ve stoje). Osm z patnácti našich probandů se pohybuje v rozmezí, které udává Bahenský et al. (2021b). Hodnoty našich probandů při střední zátěži se pohybují mezi 1,3—2,7 litru (průměr 1,6 ± 0,2 litru v šesté minutě a 2,0 ± 0,3 litru v deváté minutě). Čtrnáct z patnácti našich probandů se během šesté nebo deváté minuty pohybuje v rozmezí, které udává Bahenský et al. (2021b). Hodnoty našich probandů se při těžké práci pohybují mezi 2,0—3,2 litru (průměr 2,5 ± 0,3 litru ve dvanácté minutě testu). Sedm z patnácti našich probandů se pohybuje v rozmezí, které udává Bahenský et al. (2021b). Domníváme se, že se zbytek probandů pohybuje mimo toto rozmezí kvůli jejich rozdílné výkonnosti, a tudíž rozdílné zátěží ve dvanácté minutě testu.

Podle Máčka & Máčkové (1995) dochází se zvyšujícím se výkonem k zvýšení dechové frekvence a snížení celkové doby dechu, což se během našeho testování potvrdilo. Čas dechu se ve dvanácté minutě testu průměrně zkrátil o 64 % (z 4,6 ± 1,4 s na 1,6 ± 0,2 s) oproti pozici v sedě.

Možnost ovlivnění dechového vzoru cyklistů pomocí dechové intervence jsme zkoumali pomocí následujících ukazatelů.

Ve výzkumu, který prováděl Bahenský et al. (2021a) došlo po dvouměsíční dechové intervenci v jejich experimentální skupině k významnému zvýšení zapojení břišního sektoru při hlubokém dýchání a při zátěži 2 a 3 $W \cdot kg^{-1}$. Jediná významná změna v zapojení hrudního sektoru byla pozorována při zátěži 3 $W \cdot kg^{-1}$. V podklíčkovém dýchání nedošlo k významné změně zapojení v žádné z intenzit, a to ani v klidu nebo v klidu při hlubokém klidovém dýchání.

Využití podklíčkového sektoru dýchání našich probandů v pozici v sedě se vlivem intervence téměř nezměnilo a tento rozdíl nebyl statisticky, ani věcně významný. Využití hrudního sektoru dýchání v pozici v sedě se po intervenci snížilo o 0,9 ± 2,6 %. Tento rozdíl je věcně významný (*d*=0,216) s malým efektem. Využití břišního sektoru dýchání v pozici v sedě se sice po intervenci průměrně zvýšilo o 2,3 ± 4,7 %, ale věcná ani statistická významnost u tohoto rozdílu hodnot nebyla prokázána.

Využití podklíčkového sektoru dýchání v pozici ve stoje se u našich probandů vlivem intervence snížilo o 0,8 ± 2,7 %, věcná ani statistická významnost však nebyla u rozdílu těchto hodnot prokázána. U hrudního sektoru dýchání v pozici ve stoje průměrně nedošlo k téměř žádné změně. Břišní sektor v pozici ve stoje probandi využívali po intervenci v průměru o 0,4 ± 3,7 % více, ale věcná ani statistická významnost nebyla u rozdílu těchto hodnot prokázána.

Probandi ve třetí minutě testu po intervenci využívali podklíčkový sektor dýchání o 1,2 ± 1,8 % více než před intervencí. Ke zvýšení došlo také u hrudního sektoru a to o 0,7 ± 1,4 %. Tím pádem došlo ke snížení využití břišního sektoru dýchání o 2,1 ± 1,4 %. Tento rozdíl je věcně významný (*d*=0,584) se střením efektem, statistická významnost však nebyla prokázána.

V šesté minutě testu po intervenci probandi využívali podklíčkového sektoru dýchání o 0,2 ± 1,7 % méně než před intervencí. K poklesu došlo také u hrudního sektoru a to 0,9 ± 1,3 %, tento rozdíl je věcně významný (*d*=0,489) s malým efektem. Využití

břišního sektorů se po intervenci zvýšilo v šesté minutě testu o 1,3 ± 1,5 %, tento rozdíl však nebyl věcně ani statisticky významný.

V deváté minutě testu po intervenci se snížilo využití podklíčkového sektoru o 1,0 ± 3,1 %. U tohoto rozdílu byla potvrzena věcná významnost (*d*=0,369) malého efektu, statistická významnost potvrzena nebyla. Využití hrudního sektoru se v této minutě testu po intervenci mírně zvýšilo, ale věcná ani statistická významnost rozdílu hodnot nebyla potvrzena. Břišní sektor probandi využívali o 1,5 ± 2,1 % více než před intervencí, ale věcná ani statistická významnost bohužel u tohoto rozdílu hodnot nebyla potvrzena.

Ve dvanácté minutě testu po intervenci došlo ke snížení využití podklíčkového (o 0,6 ± 2,8 %) i hrudního (o 1,2 ± 0,6 %). Změna ve využití hrudního sektoru je statisticky (p <0,03) i věcně (*d*=0,580) významná se středním efektem. Ve využití břišního sektoru ve dvanácté minutě testu nastala největší změna oproti testu před intervencí (zvýšení o 2,6 ± 1,9 %), tento rozdíl však není věcně ani statisticky významný.

Hypotéza č. 2 se nepotvrdila. Změna ve využití břišního sektoru byla věcně významná pouze ve třetí minutě testu, kde tato hodnota klesla. Rozdíl hodnot nebyl statisticky významný v žádném úseku měření. Domníváme se, že to mohlo být způsobeno nedostatečnou velikostí našeho testovaného souboru. Dále jsme si vědomi možnosti, že probandi možná necvičili zadaná intervenční cvičení s dostatečnou přesností. Tomu by se dalo zabránit častějším společným cvičením než pouze jednou týdně.

Minutová ventilace probandů se vlivem dechové intervence snížila. Věcná významnost nastala s malým efektem (*d*=0,359) v pozici v sedě, kdy se tato hodnota snížila o 1,7 ± 1,8 l.min^{-1}. Věcná významnost s velkým efektem (*d*=1,322) byla potvrzena ve třetí minutě testování po intervenci, kdy se tato hodnota snížila o 2,6 ± 2,4 l.min^{-1}. V šesté minutě testování po intervenci se minutová ventilace snížila o 0,6 ± 2,1 l.min^{-1} a byla potvrzena věcná významnost s malým efektem (*d*=0,211). V ostatních úsecích testování nebyl rozdíl hodnot věcně významný. Rozdíl hodnot nebyl statisticky významný v žádném úseku měření.

Bahenský et al. (2019) zaznamenali u jejich probandů snížení dechové frekvence po dvouměsíční intervenci v zatížení na úrovni maximální aerobní kapacity o 5,92 %. U našich probandů došlo ve dvanácté minutě testu po intervenci naopak ke zvýšení o 11,3 %. Změna v dechové frekvenci probandů vlivem dechové intervence byla věcně

významná s malým efektem (*d*=0,203) v pozici v sedě (pokles o 0,7 ± 2,4 dechu za minutu) a se středním efektem (*d*=0,620) ve třetí minutě testování (pokles o 2,5 ± 2,9 dechu za minutu). V ostatních úsecích měření sice dechová frekvence probandů průměrně stoupla, ale rozdíly hodnot nebyly věcně ani statisticky významné.

Hypotéza č. 1 byla potvrzena. Minutová ventilace se oproti prvnímu testování významně snížila v pozici v sedě, ve třetí a v šesté minutě měření. Dechová frekvence se významně snížila v pozici v sedě a v třetí minutě měření.

Bahenský et al. (2019) zaznamenal u jejich probandů zvýšení dechového objemu po dvouměsíční intervenci v zatížení na úrovni maximální aerobní kapacity o 4,44 %. Dechový objem našich probandů se během dvanácté minuty testování po intervenci snížil o 9,5 %. K významné změně došlo v šesté a dvanácté minutě měření. V šesté minutě se dechový objem oproti měření před intervencí snížil o 0,1 ± 0,1 litru. Tento rozdíl je věcně významný (*d*=0,412) s malým efektem. Ve dvanácté minutě měření se tato hodnota snížila o 0,2 ± 0,1 litru. Tento rozdíl je statisticky (p <0,05) i věcně významný s velkým efektem (*d*=2,008).

Čas dechu se vlivem použité intervence významně zkrátil v pozici ve stoje a ve dvanácté minutě měření. V pozici ve stoje se tato hodnota zmenšila o 0,5 ± 0,9 sekundy, což je věcně významné (*d*=0,308) s malým efektem. Ve dvanácté minutě měření se čas dechu zkrátil o 0,2 ± 0,1 sekundy a byla prokázána věcná významnost s velkým efektem (*d*=0,993).

Jsme si vědomi toho, že výsledky našeho měření mohly být ovlivněny několika faktory, jako je například stav únavy, zdravotní a psychický stav našich probandů atd. Jako další ovlivňující faktor lze považovat to, že měření probíhalo na běžeckém ergometru, což může být pro cyklisty nepřirozené. Avšak tím, že jsme testovali pouze cyklisty, kteří navíc podstupují velmi podobné tréninkové dávky, tak se domníváme, že tento faktor nemá příliš velký vliv na výsledky měření. Myslíme si, že by intervence mohla mít významnější účinek, pokud by byla aplikována po delší dobu a byl by kladen větší důraz na správné provedení cviků.

7 Závěr

Za cíle naší práce jsme si zvolili zjištění kvality dechového vzoru cyklistů a vyzkoumání vlivu dvouměsíční dechové intervence na dechový vzor cyklistů pomocí optoelektronické pletysmografie. K testování probandů jsme využili standardizovaný protokol Bruce testu. Pro náš výzkum jsme zvolili skupinu cyklistů, kteří test absolvovali na běžeckém ergometru. Všichni probandi byli ve věku 16 až 25 let a aktivně se věnovali cyklistice. Všechna měření proběhla v Laboratoři funkční zátěžové diagnostiky na Katedře tělesné výchovy a sportu Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích.

Z výsledků naší práce vyplývá, že cyklisté využívají v klidovém stavu a při mírné zátěži převážně podklíčkový a břišní sektor dýchání. S přibývající zátěží převládá použití podklíčkového sektoru převážně na úkor břišního sektoru dýchání. Obecný vliv intenzity zátěže na podklíčkový ani hrudní sektor nebyl prokázán. Avšak mezi šestou a dvanáctou minutou testování byla u podklíčkového sektoru prokázána statisticky významná změna. U hrudního sektoru byla prokázána statisticky významná změna mezi třetí a šestou minutou a také mezi šestou a devátou minutou testování. U břišního sektoru byl prokázán statisticky významný vliv intenzity zatížení na jeho zapojení v průběhu celého testu.

Dvouměsíční dechová intervence měla za následek statisticky i věcně významné snížení využití hrudního sektoru dýchání ve dvanácté minutě měření, tedy v submaximální intenzitě zatížení. Využití podklíčkového sektoru po intervenci mírně kleslo, avšak významnost nebyla prokázána. Využití břišního sektoru se vlivem intervence zvýšilo o nižší jednotky procent, ale věcná ani statistická významnost těchto hodnot nebyla prokázána, tudíž se hypotéza č. 2 nepotvrdila.

Klidové hodnoty minutové ventilace našich probandů se pohybovaly v průměru mírně nad hodnotami, které udává Bartůňková et al. (2013). Hodnoty minutové ventilace se ve dvanácté minutě měření pohybovaly v rozmezí 81,4—120,6 litru.

Hodnoty minutové ventilace intervenční skupiny byly po intervenci nižší než při prvním měření. V pozici v sedě a ve třetí a šesté minutě měření byla prokázána věcná významnost.

Dechový objem probandů se pohyboval v klidovém stavu mírně nad hodnotou, kterou udává Bahenský et al. (2021b). Při střední a těžké práci byly hodnoty probandů v rozmezí, které udává Bahenský et al. (2021b).

Hodnoty dechového objemu probandů se vlivem intervence snížily. V šesté minutě měření byla prokázána věcná významnost. Ve dvanácté minutě měření byla prokázána věcná i statistická významnost rozdílu těchto hodnot.

Dechová frekvence se v klidovém stavu pouze u pěti probandů pohybovala v rozmezí, které udává Bartůňková et al. (2013). Tyto hodnoty jsou však snadno ovlivnitelné vůlí. Při lehké práci a při vysoké zátěži je probandi pohybovali v rozmezí, které Bartůňková et al. (2013) uvádí.

Dechová intervence měla za následek různé rozdíly hodnot dechové frekvence probandů, avšak v pozici v sedě a ve třetí minutě měření, kde tato hodnota oproti prvnímu testování klesla, byla prokázána věcná významnost. Hypotéza č. 1 byla potvrzena.

Čas dechu probandů se ve dvanácté minutě testu průměrně zkrátil o 64 % oproti pozici v sedě. Dechová intervence měla za následek věcně významné snížení této hodnoty oproti prvnímu testování v pozici ve stoje a ve dvanácté minutě měření.

Výsledky naší práce ukazují kvalitu dechového vzoru cyklistů ve věku 16 až 25 let a dokazují, že použití dvouměsíční dechové intervence může mít za následek věcně i statisticky významné změny v dechovém vzoru cyklistů.

Použitá literatura

Bahenský, P., Bunc, V., Malátová, R., Marko, D., Grosicki, G. J., & Schuster, J. (2021a). *Impact of a breathing intervention on engagement of abdominal, thoracic, and subclavian musculature during exercise, a randomized trial*. Journal of Clinical Medicine, *10*(16), 3514.

Bahenský, P., Malátová, R., & Bunc, V. (2019*). Changed dynamic ventilation parameters as a result of a breathing exercise intervention program*. The Journal of sports medicine and physical fitness, 59(8), 1369-1375.

Bahenský, P., Marko, D., Malátová, R., Krajcigr, M., & Schuster, J. (2021b). *Fyziologie tělesných cvičení.* Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.

Bartůňková, S., Heller, J., Kohlíková, E., Petr, M., Smitka, K., Šteffl, M., & Vránová, J. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů.* Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu.

Blahuš, P. (2000). *Statistická významnost proti vědecké průkaznosti výsledků výzkumu*. Česká kinantropologie, 4(2), 53—72.

Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení*. Grada.

Cihlář, J., Hamouz, M., & Malíř, J. (1991). *Cyklistika pro každého*. Olympia.

Cumming, G. R., Everatt, D., & Hastman, L. (1978). *Bruce treadmill test in children: normal values in a clinic population.* The American journal of cardiology, 41(1), 69–75.

Čihák, R. (2004). *Anatomie* (2., upr. a dopl. vyd). Grada.

Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Bunc, V. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Olympia.

Dylevský, I. (2007). *Základy funkční anatomie člověka*. Manus.

Dylevský, I. (2009). Funkční anatomie. Grada Publishing as.

Gerig, U., & Frischknecht, T. (2004). *Jezdíme na horském kole*. Kopp.

Gregor, R. J. & Conconi, F. (2000). *Road cycling – an IOC Medical Commission Publication*. Oxford, Blackwell Sciece.

Hackett, D. A. (2020). *Lung function and respiratory muscle adaptations of endurance- and strength-trained males*. *Sports*, *8*(12), 160.

Havlíčková, L., Bartůňková, S., Dlouhá, R., Melichna, J., Šrámek, P., & Vránová, J. (2006). *Fyziologie tělesné zátěže I: obecná část*. Karolinum.

Heller, J. (1997). *Funkční zátěžová diagnostika a její aplikace ve sportu.* Lékařské listy (Příloha Zdravotnických novin), 46(40), 10–12.

Heller, J. (2018). *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace.* Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum.

Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat.* Portál.

Hnízdil, J., Kirchner, J., & Novotná, D. (2005). *Spinning: technika jízdy, trénink, výběr hudby*. Grada.

Kaminoff, L. (2006). *What yoga therapists should know about the anatomy of breathing*. International Journal of Yoga Therapy, *16*(1), 67-77.

Kohlíková, E. (2004). *Fyziologie člověka: učební texty pro trenérskou školu FTVS UK v Praze.* Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu.

Kolesár, J., & Mikeš, Z. (1981*). Ergometria v klinickej praxi*. Martin: Osveta.

Kuhn, K., Nüsser, S., Platen, P., & Vafa, R. (2005). *Vytrvalostní trénink*. Kopp.

Langmeier, M., Kittnar, O., Marešová, D., & Pokorný, J. (2009). *Základy lékařské fyziologie*. Grada.

Máček, M., & Máčková, J. (1995). *Fyziologie tělesných cvičení*. Karolinum.

Malátová, R., & Bahenský, P. (2016). *Intervence dechových cvičení a její vliv na dechový stereotyp.* Studia Kinanthropologica, 17(1), 23–29.

Malátová, R., Bahenský, P., & Mareš, M. (2017). *Dechový stereotyp a jeho vliv na dechové funkce.* Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.

Mareš, J., Bernášková, K., Matějovská, I., & Pometlová, M. (2013). *Úvod do preklinické medicíny*. Univerzita Karlova v Praze, 3. lékařská fakulta.

Neumann, G., Pfützner, A., & Hottenrott, K. (2005). *Trénink pod kontrolou: Metody, kontrola a vyhodnocení vytrvalostního tréninku.* Grada Publishing as.

Norton, K., Norton, L. & Sadgrove, D. (2010) *Position statement on physical activity and exercise intensity terminology.* Journal of Science and Medicine in Sport, 13, 469—502

Pastucha, D., Bartůňková, S., Filipčíková, R., Gallo, J., Havlíček, P., Hyjánek, J., Kalina, R., Konečný, P., Langer, F., Maráček, R., Malinčíková, J., Přidalová, M., Sovová, E., & Šafář, M. (2014). *Tělovýchovné lékařství*. Grada.

Pearn, J. (1978). *Two early dynamometers. A historical account of the earliest measurements to study human muscular strength.* Journal of Neurological Sience, 37(1—2), 127—134.

Rokyta, R., & Šťastný, F. (2002). *Struktura a funkce lidského těla*. Tigis.

Spengler, C. M., Knöpfli-Lenzin, C., Birchler, K., Trapletti, A., & Boutellier, U. (2000). *Breathing pattern and exercise endurance time after exhausting cycling or breathing.* European journal of applied physiology, *81*, 368-374.

Van Praagh, E. & Franca, N. M. (1998). *Measuring maximal short-term power output during growth.* In E. Van Praagh (Ed.), *Pediatric anaerobic performance*, 155—189, Champaign, IL: Human Kinetics.

Várnay, F., Homolka, P., Mífková, L., & Dobšák, P. (2020). *Spiroergometrie v kardiologii a sportovní medicíně.* Grada Publishing, as.

Wolański, P. (2020). *Wydolność fizyczna, skład ciała i stężenie wątrobowego czynnika wzrostu u mężczyzn po treningu crossfit oraz innych formach intensywnych treningów.* Disertační práce. Akademia Wychowania Fizycznego.

Zahradník, D., & Korvas, P. (2012). *Základy sportovního tréninku*. Masarykova univerzita.

Elektronické zdroje

Compek Medical Services s.r.o. (2024). Běhací pás LODE Valiant 2 CPET. Přístup dne 11.3.2024, z https://www.compek.cz/e-shop/behaci-pas-lode-valiant-2-cpet_707-201.html

MedSystem s.r.o. (2024). *InBody 770*. Přístup dne 5.3.2024, z https://www.inbody.cz/produkty/20-inbody#podrobna-specifikace

SciELO – Scientific Electronic Library Online (2012). *Optoelectronic plethysmography: a review of the literature.* Přístup dne 11.3.2024, z https://www.scielo.br/j/rbfis/a/xBrSywjG7RN8tjvFLzJC9NR/?lang=en#

polar-eshop.cz. (2024). *Hrudní pás POLAR H7 Bluetooth černý*. Přístup dne 11.3.2024, z https://www.polar-eshop.cz/hrudni-pas-polar-h7-bluetooth-cerny