

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav klinické fyzioterapie

Bc. Viktorie Kubová, DiS.

Vliv dechových technik na variabilitu srdeční frekvence

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Stacho

Olomouc 2024

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Diplomová práce

Název práce: Vliv dechových technik na variabilitu srdeční frekvence

Název práce v AJ: The impact of breathing techniques on heart rate variability

Datum zadání: 31.1. 2023

Datum odevzdání: 17.5. 2024

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav klinické rehabilitace

Autor práce: Bc. Viktorie Kubová, DiS.

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Stacho

Oponent práce: Mgr. Anita Můčková, Ph.D.

Abstrakt v ČJ:

Úvod: Základním fyziologickým procesem ovlivňující autonomní funkce je dýchání a jeho modifikace. Dechové techniky mohou zvýšit variabilitu srdeční frekvence, což přispívá k lepší adaptabilitě organismu a k podpoře sympato-vagové rovnováhy.

Cíl: Hlavním cílem diplomové práce je zhodnotit a porovnat signifikantní změny variability srdeční frekvence po cvičení dvou vybraných dechových technik.

Metodika: Výzkumné části se zúčastnilo celkem 25 zdravých probandů ve věkovém rozmezí 20–30 let, kteří byli rozděleni dle dechové techniky na dvě skupiny. První skupina (n=12) cvičila dechovou techniku Nadi Shodana pocházející z pránájámy, druhá skupina (n=13) cvičila rezonanční dýchání. Výzkum probíhal celkem čtyři týdny, přičemž první dva týdny byly bez intervence a sloužily jako kontrolní měření. Na následující dva týdny bylo přidáno 2x denně cvičení na dopoledne a odpoledne po dobu 5–10 min. Měření variability srdeční frekvence

probíhalo pomocí Garmin hodinek. Během cvičení byla také měřena tepová frekvence pro ověření, že byly dechové techniky řádně cvičeny. Dále účastníci obdrželi na začátku a konci výzkumu standardizovaný dotazník WHOQOL-BREF hodnotící kvalitu života.

Výsledky: Výsledky prokazují statisticky významné snížení ($p < 0,001$) tepové frekvence během cvičení, což potvrzuje řádné dodržování cvičení. Dále bylo dosaženo statisticky významných výsledků ($p = 0,0409$) u skupiny cvičící rezonanční dýchání oproti skupině cvičící Nadi Shodanu. Hodnoty variability srdeční frekvence měly tendenci se po cvičení zvyšovat. Úroveň kvality života, hodnocená dotazníkem WHOQOL-BREF, se zvýšila ($p < 0,001$) z 16.02 na 16.64 bodů z celkově možných 20. V rámci dotazníku bylo dosaženo statisticky významných změn ($p < 0,05$) v doménách fyzického, psychického zdraví a sociálních vztahů.

Závěr: Při provádění rezonančního dýchání došlo k signifikantnímu zvýšení variability srdeční frekvence ve srovnání s dechovou technikou Nadi Shodana. Rezonanční dýchání může být vhodným cvičením k podpoře parasympatické aktivity.

Klíčová slova: autonomní nervový systém, variabilita srdeční frekvence, dechové techniky, Nadi Shodana, rezonanční dýchání

Abstrakt v AJ:

Introduction: The basic physiological process influencing autonomic functions is breathing and its modifications. Breathing techniques have the potential to influence heart rate variability, thereby enhancing adaptability of the organism and supporting sympathovagal balance.

Aim: The main aim of the master's thesis is to evaluate and compare significant changes in heart rate variability following the practice of two selected breathing techniques.

Methods: The sample included twenty-five healthy participants aged between 20 and 30 years. They were divided into two groups based on the breathing technique they practiced. The first group ($n=12$) engaged in the Nadi Shodana breathing technique originating from pranayama, while the second group ($n=13$) practiced resonance breathing. The study spanned four weeks, with the initial two weeks designated as a control period. Subsequently, for the following two weeks, breathing techniques were performed twice a day, in the morning and afternoon. Each session lasted 5–10 minutes. Heart rate variability was measured using Garmin watches, and heart rate was monitored during exercises to ensure proper technique execution and adherence to the exercise plan. Additionally, participants completed the WHOQOL-BREF

standardized questionnaire at the beginning and at the end of the study to evaluate the potential changes in the quality of life.

Results: The results demonstrate a statistically significant decrease ($p < 0,001$) in heart rate during the exercises, confirming adherence to the exercise regimen. Furthermore, statistically significant differences were observed ($p = 0,0409$) in the group practicing resonance breathing compared to the group practicing Nadi Shodana. Heart rate variability values tended to increase after the exercise. The level of quality of life, assessed by the WHOQOL-BREF questionnaire, increased significantly ($p < 0,001$) from 16.02 to 16.64 points out of a total of 20 possible points. The questionnaire revealed statistically significant changes ($p < 0,05$) in the domains of physical and psychological health and social relationships.

Conclusion: When practicing resonance breathing, a significant increase in heart rate variability was observed compared to the Nadi Shodana breathing technique. Resonance breathing may be a suitable exercise to support parasympathetic activity.

Key words: autonomic nervous system, heart rate variability, breathing techniques, Nadi Shodana, resonance breathing

Rozsah: počet stran 82/počet příloh 8

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením Mgr. Jiřího Stacha a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 16. května 2024

.....

podpis

Poděkování

Toto místo bych ráda věnovala pro poděkování všem, kteří přispěli ke zdárnému dokončení mé diplomové práce. Velmi děkuji za odborné vedení panu Mgr. Jiřímu Stachovi. A odhlédneme-li od akademické půdy, chtěla bych také upřímně poděkovat mé rodině a blízkým za podporu v průběhu celého studia.

OBSAH

ÚVOD	9
1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ	11
1.1 AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM	11
1.1.1 <i>Sympatikus</i>	13
1.1.2 <i>Parasympatikus</i>	13
1.1.3 <i>Enterický systém</i>	14
1.2 ŘÍZENÍ SRDEČNÍ ČINNOSTI	15
1.3 VARIABILITA SRDEČNÍ FREKVENCE	15
1.3.1 <i>Měření variability srdeční frekvence</i>	16
1.3.2 <i>Analýza variability srdeční frekvence</i>	17
1.3.3 <i>Faktory ovlivňující variabilitu srdeční frekvence</i>	19
1.3.4 <i>Variabilita srdeční frekvence z pohledu fyzioterapie</i>	25
1.4 DECHOVÉ TECHNIKY	28
1.4.1 <i>Pránájáma – Nadi Shodana</i>	29
1.4.2 <i>Rezonanční dýchání</i>	30
1.5 WHOQOL-BREF	31
2 CÍLE A HYPOTÉZY	32
2.1 CÍLE PRÁCE	32
2.2 VÝZKUMNÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY	32
2.2.1 <i>Výzkumná otázka č. 1</i>	32
2.2.2 <i>Výzkumná otázka č. 2</i>	33
2.2.3 <i>Výzkumná otázka č. 3</i>	33
3 METODOLOGIE VÝZKUMU	34
3.1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉ SKUPINY	34
3.2 PRŮBĚH VÝZKUMU	34
3.3 POUŽITÉ METODY VÝZKUMU	35
3.4 HODNOCENÉ PARAMETRY	35
3.5 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT	36
4 VÝSLEDKY	37

4.1	VÝSLEDKY K VÝZKUMNÉ OTÁZCE Č. 1	38
4.2	VÝSLEDKY K VÝZKUMNÉ OTÁZCE Č. 2	40
4.3	VÝSLEDKY K VÝZKUMNÉ OTÁZCE Č. 3.....	42
5	DISKUZE	44
5.1	DISKUZE K VÝZKUMNÉ OTÁZCE Č. 1	45
5.2	DISKUZE K VÝZKUMNÉ OTÁZCE Č. 2	48
5.3	DISKUZE K VÝZKUMNÉ OTÁZCE Č. 3	52
5.4	PŘÍNOS PRO PRAXI	56
5.5	LIMITY STUDIE.....	57
	ZÁVĚR	59
	REFERENČNÍ SEZNAM.....	61
	SEZNAM ZKRATEK	71
	SEZNAM OBRÁZKŮ	72
	SEZNAM TABULEK.....	73
	SEZNAM PŘÍLOH	74
	PŘÍLOHY.....	75

ÚVOD

Urbanizace, životní styl, psychická zátěž jako je stres, úzkosti a deprese, jsou faktory, které ovlivňují v dnešní zrychlené době každého z nás. S narůstajícím působením těchto faktorů vznikají mnohem častěji psychosomatická onemocnění. Působící stres a s ním spojené autonomní dysfunkce mají negativní dopad na lidský organismus a mohou zvyšovat riziko vzniku nejruznějších onemocnění, především kardiovaskulárních onemocnění a diabetu mellitu II. typu. Nicméně poruchy autonomních funkcí mají mnohem větší dopad na lidský organismus. Mohou vést k jeho celkové nižší fyzické zdatnosti nebo ke kognitivnímu deficitu. Autonomní nervový systém, složený ze sympatiku, parasympatiku a enterického systému, způsobuje kolísání srdeční činnosti, což se projevuje jako variabilita srdeční frekvence. Variabilita srdeční frekvence je v současném zdravotnictví velmi intenzivně sledována kvůli narůstajícímu výskytu kardiovaskulárních onemocnění po celém světě. U pacientů se často využívá k diagnostice a hodnocení funkcí autonomního nervového systému.

V ideálním případě by měla být rovnováha mezi sympatikem a parasympatikem vyvážená. Přesto nastávají situace, kdy dochází k jejich funkční nerovnováze, a to buď v důsledku nevhodného životního stylu, vzniku onemocnění nebo právě při dlouhodobém působení stresu, u kterého je typická převaha sympatické aktivity. Dle Steffena et al. (2017) jsou žádoucí vyšší hodnoty variability srdeční frekvence, které svědčí o zdravé funkci srdce a jsou ukazatelem zdravého a fyziologicky fungujícího organismu. Naopak nízká variabilita srdeční frekvence značí o snížené adaptabilitě organismu a zvýšeném riziku nemoci a úmrtnosti. Důkazy o souvislosti mezi sníženou variabilitou srdeční frekvencí a úmrtností jsou poměrně silné (Thayer, Yamamoto a Brosschot, 2010, s. 126; Pumprla et al., 2014, s. 205; McCraty a Shaffer, 2015, s. 47; Steffen et al., 2017, s. 2). Na druhou stranu je nutné nezapomínat, že i nadměrně vysoké hodnoty variability srdeční frekvence nejsou zcela žádoucí. Vysoké hodnoty mohou naopak signalizovat poruchy srdečního rytmu nebo jiná srdeční onemocnění.

Variabilita srdeční frekvence může být ovlivněna mnoha fyziologickými i patologickými procesy, stejně jako vlivy okolního prostředí. Jedním z hlavních fyziologických procesů ovlivňujících autonomní funkce je dýchání a jeho modifikace. Modifikaci dechové vlny využívají různé dechové techniky a jógové praktiky. Existují výzkumy sledující vliv dýchání na aktuální hodnoty variability srdeční frekvence, ale jejich dlouhodobý účinek na zdraví není zcela objasněn. Hlavním cílem diplomové práce je zhodnocení a porovnání dvou vybraných dechových technik a sledování signifikantních změn variability srdeční frekvence v delším

časovém období. Práce dále poukazuje na další možnosti fyzioterapie v ovlivnění autonomních funkcí. Měření a hodnocení variability srdeční frekvence je užitečné i v tomto oboru. Ovlivnění autonomního nervového systému může snížit i psychosociální problémy, které mohou dlouhodobě limitovat terapii. Variabilita srdeční frekvence zároveň zastává významnou roli v adaptačních procesech a díky tomu lze individuálně upravit cvičební plán pro každého jedince.

Pro splnění cíle práce byly využité následující internetové databáze: PubMed, MEDLINE, Google Scholar, EBSCO a Web Of Science. Vyhledávání bylo zaměřeno na články publikované v období od 2014–2024 s cílem získat aktuální literaturu. Nicméně bylo zahrnuto menší množství publikací vydané od roku 2002. Při vyhledávání v odborných člancích byla použita tato klíčová slova: autonomní nervový systém, variabilita srdeční frekvence, dechové techniky, Nadi Shodana, rezonanční dýchání, respektive ekvivalenty v anglickém jazyce: autonomic nervous system, heart rate variability, breathing techniques, Nadi Shodana, resonance breathing a také jiná označení pro příslušené dechové techniky: alternate nostril breathing, slow deep breathing, slow-paced breathing a voluntary slow breathing. Celkem bylo použito 52 článků v anglickém jazyce a 12 článků v českém jazyce. Dále byly využity 4 monografie v anglickém jazyce a 11 monografií v českém jazyce. Jako vstupní studijní literatura sloužila následující monografie:

BOTEK, M., KREJČÍ J. a MCKUNE A. J. 2017. *Variabilita srdeční frekvence v tréninkovém procesu: historie, současnost a perspektiva*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5202-9.

HABERL, R. 2012. *EKG do kapsy*. Praha: Grada. ISBN 9788024741925.

JAVORKA, K. 2008. *Variabilita frekvencie srdca v podmienkach mikrogravitácie - pobyt v kozme. Variabilita frekvencie srdca: mechanizmy, hodnotenie, klinické využitie*. Martin: Vydavateľstvo Oveta. ISBN 978-80-8063-269-4.

KATZ, M. A. 2010. *Physiology of heart: 5th edition*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 978-1-60831-171-2.

ROKYTA, R. 2015. *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4867-2.

1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

1.1 Autonomní nervový systém

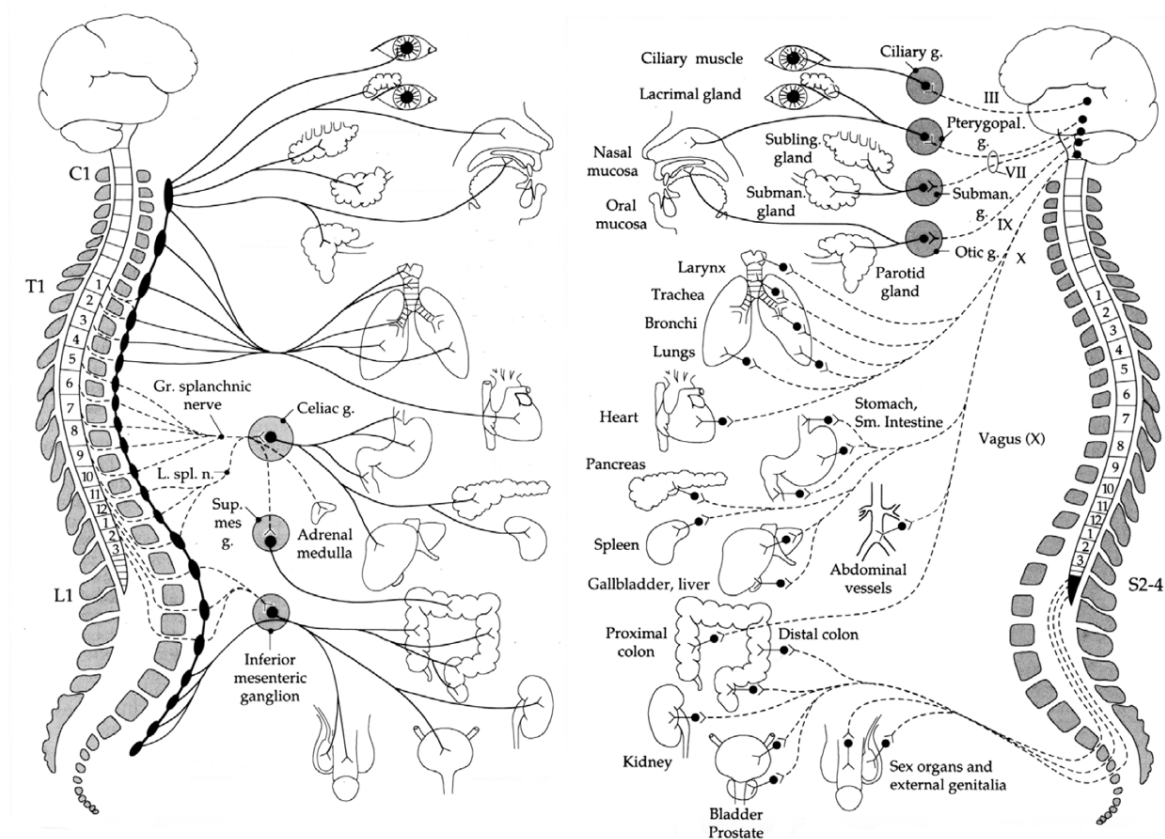
Autonomní nervový systém (ANS) je vegetativní soustavou, která má vliv na činnost vnitřních orgánů a na regulaci tělesných funkcí. Mnoho pohybů řízených somatickým nervovým systémem je vědomých, kdežto funkce ANS jsou řízeny nevědomě. Vliv ANS na cílové orgány může být jak excitační, tak inhibiční. Zatímco somatické motorické neurony mají na kosterní svalstvo vždy excitační vliv. Jedná se o vývojově starý systém, který lidskému organismu umožňoval a stále dosud umožňuje reagovat na nepříznivé situace. Tradičně byly za součást ANS považovány pouze sympatikus a parasympatikus, označované také jako systém „boj nebo útěk“ a „odpočinek a trávení“. V současné době se však neudávají pouze tyto dva podsystémy, ale zařazuje se k nim také enterický systém, jehož neurony nalezneme ve stěnách trávicího systému. ANS obsahuje více oblastí centrálního (CNS) i periferního (PNS) nervového systému. Jeho součástí jsou centrální řídicí a zpětnovazebné oblasti, senzorické receptory, periferní efektorové a reflexní dráhy. Kromě toho dochází ke složitým interakcím mezi vegetativní soustavou a endokrinním systémem. Pro autonomní reakce nejsou v mozkové kůře žádná samostatná centra. Velmi důležitou oblastí, která je označována jako nejvyšší řídicí centrum ANS, je hypothalamus (Seeley, Stephens a Tate, 2006, s. 548; Wehrwein, Hakan a Barman, 2011, s. 1239; Rokyta, 2016, s. 352; Gibbons, 2019; s. 407; Hugh a Talmage, 2018, s. 270).

Vlákna ANS jsou na rozdíl od somatických nervových vláken přerušena přepojením v gangliích. Nervová vlákna vedoucí do ganglií jsou označována jako pregangliová. Jejich buněčná těla se nacházejí v mozkovém kmeni nebo v míše a jejich axony vstupují do autonomních ganglií, které se nacházejí mimo CNS. Navazující vlákna, která odstupují z ganglií, se nazývají postgangliová. Axony postgangliových neuronů se rozšiřují do efektorových orgánů, kde synaptují s cílovými tkáněmi. S vlákny somatickými a autonomními souvisí i senzorické neurony, které zprostředkovávají nervové impulzy ze smyslových receptorů. Příkladem je stimulace nociceptorů, jež může iniciovat nejen somatické obranné reflexy (flexorový reflex), ale i autonomní reflexy. Autonomní reflexy vlivem bolestivého impulsu vyvolávají různé autonomní reakce např. zvýšení tepové a dechové frekvence či zvýšení potivosti (Seeley, Stephens a Tate, 2006, s. 548).

Hlavní funkcí ANS je homeostáza čili zachování integrity buněk, tkání a orgánů. Podílí se na mnoha fyziologických procesech jako je inervace hladké svaloviny, nejen v orgánech, ale i v cévách. Inervuje srdce spolu s pacemakery, dále exokrinní žlázy (slinné, potní, dýchacího

a trávicího ústrojí včetně slinivky břišní) a endokrinní žlázy (epifýza a Langerhansovy ostrůvky). Inervace pomocí ANS je zajištěna také jaterním buňkám, lymfatickým tkáním a v neposlední řadě i bílé a hnědé tukové tkáni. ANS zajišťuje také reflexy jako je polykání, zvracení, kýchání, kašel a svou roli má i při mikci, defekaci, ejakulaci a porodu (Wehrwein, Hakan a Barman, 2011, s. 1246; Rokyta, 2016, s. 351).

V následujících kapitolách budou popsány již zmíněné jednotlivé podsystémy ANS. Funkce sympatiku a parasympatiku spolu úzce souvisí, a ačkoliv se jeví antagonisticky, tak hovoříme spíše o koordinované souhře. Většina orgánů je inervována oběma systémy, a to velice obdobně či jeden z nich převažuje. Typickým příkladem jsou cévy, které jsou obecně více inervované sympatikem, naopak u slinných žláz převažuje inervace parasympatikem. Obecně lze říci, že funkce, které sympatikus aktivuje a zvyšuje, jsou naopak parasympatikem utlumovány. Oba systémy se navzájem doplňují a oba jsou funkčně doplněny činností enterického systému (Rokyta, 2016, s. 351; Botek, Krejčí a Mckune, 2017, s. 39).



Obrázek 1 Schéma sympatické a parasympatické inervace – *tečkované čáry označují pregangliová vlákna, plné čáry označují postgangliová vlákna* (Karemaker, 2017, s. 95)

1.1.1 Sympatikus

Sympatikus neboli pars sympathica nese rovněž označení jako systém thorakolumbální, protože jeho pregangliová vlákna jsou uložena v oblastech mezi C₇–L₃. Krátká pregangliová vlákna spojují ganglia podél páteře v souvislý nervový řetězec truncus sympathicus. V celém thorakolumbálním systému se nachází 3 krční ganglia, 11 hrudních ganglií, 4 bederní ganglia a 4–5 sakrálních ganglií. Dlouhá postgangliová vlákna tvořící sympatické nervy opouštějí ganglia v nervovém řetězci a dále synaptují do cílových orgánů. Jejich délka je může častěji činit zranitelnými vůči metabolickému i strukturálnímu poranění (Seeley, Stephens a Tate, 2006, s. 549; Gibbons, 2019; s. 409).

Aktivace sympatiku vyvolává difúzní fyziologické odpovědi téměř ve všech tkáních a orgánech díky svému cévnímu šíření. Funkce ganglií je koordinace eferentní hromadné odpovědi prostřednictvím zesílení signálu. Jedno pregangliové synaptické vlákno může aktivovat 20 až 30 postgangliových sympatických neuronů a jejich vláken (Naňka, Elišková a Eliška, 2009, s. 260; Hugh a Talmage, 2018, s. 271 a 272). Sympatikus je velmi silně aktivován v situacích, kdy je potřeba větší výdej energie, v situacích spojených s emocemi jako je strach, vztek a bolest. Jeho aktivace je taktéž spojena s aktivací dřeně nadledvin (sympatoadrenální systém). Zkráceně lze říci, že sympatikus zajišťuje reakce organismu na nepříznivé situace. Při těchto situacích jsou uvolňovány katecholaminy, díky kterým dochází ke zvýšení krevního tlaku a k vazodilataci cév pro zajištění vyššího přísunu krve do mozku, srdce a kosterního svalstva. Naproti tomu dochází také k vazokonstrikci, a to zejména v blízkosti vnitřních orgánů a kůže. Dále nastává mydriáza neboli rozšíření zornic, útlum aktivity trávicího systému, dilatace bronchiolů a zvýšení potivosti spolu s ježením ochlupení. Zvýšená aktivita sympatiku je běžná při porodu pro kontrakce dělohy a je běžná i při ejakulaci u mužů (Wehrwein, Hakan a Barman, 2011, s. 1246; Rokyta, 2015, s. 487, Rokyta, 2016, s. 354). Sympatikus má mírně pomalejší nástup nežli parasympatikus. Ovšem oproti parasympatiku má jeho aktivita déle trávající účinek, což je způsobeno uvolňováním katecholaminů (Johnston et al., 2020, s. 149).

1.1.2 Parasympatikus

Parasympatikus neboli pars parasympathica má taktéž své označení podle lokalizace pregangliového větvení, a to jako systém kraniosakrální. Toto větvení se nachází v oblasti jader III., VII., IX. a X. hlavového nervu a na úrovni míchy mezi S₂–S₄. Samostatná ganglia a axony postgangliových neuronů se nacházejí pouze v těsné blízkosti cílových orgánů. Z toho vyplývá,

že parasympatikus nemá podél páteře řetězce souvislých ganglií, jak je typické u sympatiku. Na rozdíl od sympatiku má postgangliová vlákna mnohem kratší a pregangliová vlákna naopak mnohem delší. Vlákna sympatiku a parasympatiku zobrazuje výše přiložený Obrázek 1 na s. 12 (Seeley, Stephens a Tate, 2006, s. 550; Gibbons, 2019; s. 410).

Funkce parasympatiku je zacílena zejména ve vnitřních orgánech. Ganglia v blízkosti inervovaných orgánů ovlivňují pouze jeden až tři postgangliové neurony. Jedná se o převážně klidový systém, jehož funkce převažuje v období klidu a po jídle. Aktivace parasympatiku vede k uvolnění acetylcholinu, který zpomaluje srdeční frekvenci a prodlužuje interval mezi dvěma po sobě následujícími údery srdce. Aktivita parasympatiku inhibuje aktivitu srdce, způsobuje vazodilataci cév a snižuje přísun krve do srdce, mozku a kosterního svalstva. Dále podporuje stimulaci žláz gastrointestinálního traktu (GIT), dilatuje sfinktery, zvyšuje motilitu žaludku a střeva, způsobuje bronchokonstrikci, miózu neboli zúžení zornic a ovlivňuje mikci spolu s defekací (Naňka, Elišková a Eliška, 2009, s. 260; Rokyta, 2015, s. 487; Rokyta, 2016, s. 354; Hugh a Talmage, 2018, s. 272; Johnston et al., 2020, s. 149). Parasympatická aktivita vede k téměř okamžitému snížení srdeční frekvence díky velmi krátké latenci účinku acetylcholinu a díky rychlosti, ve které je metabolizován (Johnston et al., 2020, s. 149).

1.1.3 Enterický systém

Enterický systém, označován také jako střevní nervový systém, je samostatným systémem, ačkoliv byl velmi dlouho považován za součást sympatiku. Jeho funkce je modulována, nikoliv však plně regulována, centrálními částmi ANS. Enterický systém přijímá jak parasympatické, tak i sympatické vstupy, ale má rovněž vlastní gangliové plexi přímo v GIT. Svých nervových buněk obsahuje až několik set milionů, což se vyrovná téměř celkovému počtu buněk v samotné míše (Karemaker, 2017, s. 93; Gibbons, 2019, s. 412).

Hlavními funkcemi enterického systému je řízení motoriky trávicí soustavy. Dále se podílí na sekreci a absorpci trávicích enzymů. Současně prostřednictvím receptorů informuje vyšší centra CNS o stavu GIT. Obsahuje dva hlavní nervové svazky. Prvním je plexus submucosus Meissneri (podslizniční) zodpovídající za sekreci žláz, druhým je plexus myentericus Auerbacha (myenterický) ovlivňující motilitu (Gibbons, 2019; s. 412, Rokyta, 2015, s. 487).

1.2 Řízení srdeční činnosti

Srdce je hlavní pumpou lidského těla, jehož základní funkcí je zajištění zásoby tkání kyslíkem a živinami. Podílí se spolu s dalšími systémy na udržení homeostázy (Rokyta, 2016, s. 117). Nebude zde popsána podrobná anatomie, protože není předmětem diplomové práce. Tato kapitola bude primárně zaměřena na princip řízení srdeční činnosti.

Funkce kardiovaskulárního systému jsou z největší části pod kontrolou vyšších center CNS a oblastí mozkového kmene, kde jsou uložena centra srdeční činnosti. Inervace srdce je zajištěna jak sympatickými, tak i parasympatickými nervy, a to na základě zpětné vazby z aferentních vláken vedoucích přímo ze srdeční stěny. Další zpětná vazba je zajištěna přímo z baroreceptorů nacházejících se v sinus caroticum, které neustále monitorují změny krevního tlaku. Dalšími receptory jsou volumoreceptory, které nalezneme v srdečních síních a komorách, kde zaznamenávají objem krve. Všechny aferentní informace jsou zpracovány vyššími centry CNS a na základě výstupu ANS je zajištěna adekvátní perfuze tkání (Štejfa, 2007, s. 42, Hasan, 2013, s. 176; Rokyta, 2016, s. 131).

Pregangliová synaptická vlákna pro srdce se nachází v oblasti Th₁–Th₉, nejvíce postsynaptických vláken však odstupuje z Th₄–Th₅. Eferentní synaptická vlákna se nazývají nn. cardiaci, které následně tvoří plexus cardiacus inervující vodivé a kontraktilní struktury srdce. Konkrétně jsou v srdci postsynaptické spoje realizovány skrze plazmatickou membránu na povrchu kardiomyocytů. Synaptická vlákna inervují převážně oblasti komor, méně pak jeho anteriorní část. U parasympatiku pochází pregangliová vlákna z oblasti prodloužené míchy a k srdci se dostávají prostřednictvím nervového větvení rami cardiaci z n. vagus. Parasympatických vláken je nejvíce v oblasti sinoatriálního a atrioventrikulárního uzlu. Tato oblast je převodním systémem srdečním a je zodpovědná za srdeční rytmus (Javorka, 2008, s. 17; Naňka, Elišková a Eliška, 2009, s. 97; Katz, 2010, s. 13).

1.3 Variabilita srdeční frekvence

Srdeční neboli tepová frekvence (TF) je počet srdečních stahů za minutu. Primárním kardiostimulátorem je výše uvedený sinoatriální uzel, jež zahajuje každý srdeční cyklus spontánní depolarizací svých autorytmických vláken s vlastní frekvencí přibližně kolem 90 tepů/min. Ideální hodnoty TF se pohybují mezi 50 až 90 tepů/min. Hodnoty vyšší jak 90 tepů/min jsou označovány jako tachykardie, a naopak hodnoty nižší než 50 tepů/min jsou označovány jako bradykardie (Haberl, 2012, s. 39; Schwerdtfeger et al., 2019, s. 679).

Srdeční rytmus je regulován mnoha komplexními fyziologickými mechanismy a není za klidových podmínek konstantní. Vždy se projevuje kolísáním, jinými slovy proměnlivostí, která je označovaná jako variabilita srdeční frekvence neboli jako heart rate variability (HRV). HRV označuje oscilaci časových intervalů mezi po sobě následujícími srdečními stahy. Její měření je neinvazivní metodou, díky které získáváme číselná data o funkci ANS. Měření a hodnocení HRV se uplatňuje v rutinní praxi při monitorování pacientů či sportovců, protože její parametry jsou klíčovým ukazatelem zdraví, nálady a celkové adaptace organismu (Reimer et al., 2015, s. 139; Cassirame et al., 2017, s. 831; Botek, Krejčí a Mckune, 2017, s. 40).

1.3.1 Měření variability srdeční frekvence

Okamžitou HRV lze vypočítat z každého jednotlivého po sobě jdoucího R-R intervalu mezi jednotlivými srdečními údery. R-R intervaly označují pravidelnost rytmu, přičemž je nutné zmínit, že každý R interval je pozitivním a nejvýraznějším kmitem QRS komplexu na elektrokardiografické (EKG) křivce. EKG křivka zobrazuje síňovou část jako interval PQ a komorovou část zobrazuje jako interval QT, jehož součástí je právě QRS komplex (Javorka, 2008, s. 47; Haberl, 2012, s. 12). Základní jednotkou R-R intervalu je milisekunda (ms). Mnohem přesnějším názvem by měla být variabilita R-R, avšak HRV je již obecně přijatým termínem nejen v české literatuře, ale i v té zahraniční (Cygankiewicz a Zareba, 2013, s. 380; Botek, Krejčí a Mckune, 2017, s. 48; Levin a Swoap, 2019, s. 270).

Samotné měření srdeční aktivity je nejběžněji realizováno pomocí elektrokardiografie (EKG). Výhodou EKG je přesnost, časová nenáročnost a neinvazivnost. Dalším často využívaným přístrojem je Holterův monitor, zkráceně Holter, jehož výhodou je přenosnost a možnost dlouhodobého měření. Výstupem obou metod měření je již zmíněná EKG křivka, která zobrazuje šíření depolarizace myokardem. Veškeré lékařské přístroje na měření HRV musí splňovat přísnější požadavky. Těchto hlídaných požadavků jsou ušetřeny jiné uživatelsky příznivější přístroje, které spadají spíše pod spotřební elektroniku (Botek, Krejčí a Mckune, 2017, s. 49)

Mezi nejznámější řadíme různé sporttestery, mnoho chytrých hodinek či hrudní pásy v kombinaci, buď právě s chytrými hodinkami, nebo s mobilním telefonem. Tato sportovní zařízení, která se nosí na těle, poskytují měření mnoha fyziologických funkcí. Nejčastěji měřenými parametry jsou TF, HRV, maximální spotřeba kyslíku (VO_2 max), spánek a také počet nachozených kroků. Velice oblíbené je právě měření počtu kroků, které je umožněno díky globálnímu polohovému systému (GPS) integrovaného přímo do zařízení. Monitoring spánku

je zajištěn pomocí akcelerometru, který je také součástí zařízení. Akcelerometr funguje na principu, že pohyb koreluje s bděním a dlouhé období nečinnosti koreluje se spánkem. K největšímu rozvoji zařízení, které byly poprvé schopné zaznamenávat R-R intervaly, došlo v 90. letech 20. století. Na rozdíl od lékařských přístrojů, tato spotřební elektronika neumožňuje měření celého EKG záznamu, a to z důvodu menšího úložného prostoru a úspore energie baterie. Další drobnou nevýhodou může být dlouhodobé nošení zařízení na kůži, což může způsobovat dyskomfort, proto je vhodné zařízení pravidelně sundávat např. během hygieny (Cassirame et al., 2017, s. 831; Botek, Krejčí a Mckune, 2017, s. 49; Støve et al., 2019, s. 895; Miller, Sargent a Roach, 2022, s. 2).

Garmin patří mezi nejúspěšnější a nejpobulárnější společnosti vyrábějící nositelný typ těchto zařízení. Ke snímání TF využívá tzv. fotopletysmografie, která využívá optického měření. Na obdobném principu funguje i pulzní oxymetrie. Paprsek světla, umístěný na spodní straně hodinek, zaznamenává prokrvení kůže díky proudění krve v kapilárách. Měření HRV je realizováno snímáním TF a následnou analýzou v časové doméně pomocí Root Mean Square of Successive Differences (RMSSD), která bude podrobněji popsána v následující kapitole (Cassirame et al., 2017, s. 831; Seidlerová, 2021, s. 58; Miller, Sargent a Roach, 2022, s. 2).

1.3.2 Analýza variability srdeční frekvence

Podrobná analýza HRV zahrnuje tři hlavní složky: časovou oblast, frekvenční oblast a nelineární analýzu. Zmínila bych první dvě složky analýzy, které jsou v praxi nejpoužívanější. Analýza v časové doméně poskytuje průměrné hodnoty výkyvů pro různá časová období. Hlavními parametry, které se v ní určují je Standard Deviation of NN intervals (SDNN), což je směrodatná odchylka po sobě následujících R-R intervalů dvou normálních úderů srdce, respektive N-N intervalů, které jsou mezi R-R intervaly. SDNN zobrazuje především aktivitu sympatiku a je udáván v ms. Druhým parametrem je již zmíněné RMSSD. Tuto hodnotu získáme tak, že nejprve vypočítáme každý po sobě jdoucí časový rozdíl mezi srdečními tepy. Parametr RMSSD je udáván také v ms. Každá z hodnot se umocní na druhou a výsledek se zprůměruje, načež se z výsledku provede odmocnina:

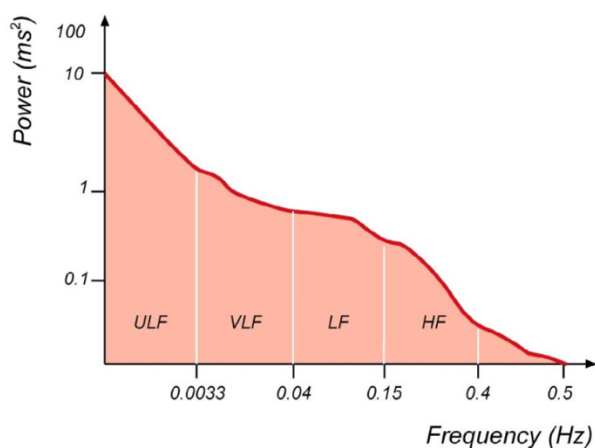
$$RMSSD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (RR_{i+1} - RR_i)^2}$$

RMSSD je naopak více ovlivňována aktivitou parasympatiku. Jedná se o jeden z nejstarších a nejběžněji používaných ukazatelů funkce ANS (Pumprla et al., 2014, s. 206; Taralov et al., 2016, s. 174; Botek, Krejčí a Mckune, 2017, s. 72 a 73).

Při hodnocení spektrální tzv. frekvenční oblasti se sleduje různý rytmus kardiiovaskulárních oscilací. Rytmy mají z fyziologického hlediska odlišný význam. Frekvence, na nichž dochází k oscilaci, lze rozdělit do čtyř pásem, což zobrazuje Obrázek 2 na s. 18 (Yilmaz a Kayancicek, 2018, s. 2).

Nejvýznamnější je nízkofrekvenční pásmo low frequency (LF) s frekvencemi v rozsahu 0,04 až 0,15 Hz. LF pásmo reflektuje současnou aktivitu sympatiku a parasympatiku. U LF pásma závisí při měření i na okolních vlivech např. na poloze těla. Další je pásmo vysokofrekvenční high frequency (HF) v rozsahu 0,15 až 0,40 Hz, které odráží převážně aktivitu parasympatiku spolu s vlivem dýchání. Dále se ještě hodnotí velmi nízkofrekvenční pásmo very low frequency (VLF), které označuje frekvence v rozmezí 0,017 až 0,04 Hz a ultra nízkofrekvenční pásmo ultra low frequency (ULF) s frekvencemi nižšími než $\leq 0,017$ Hz. Na původ a interpretaci těchto dvou pásem neexistuje dosud jednotný názor a stále není přesně objasněn jejich fyziologický podklad. Všechny tyto hodnoty se udávají jednotkách ms^2 (Pumprla et al., 2014, s. 206; Taralov et al., 2016, s. 174; Ramalho et al., 2017, s. 209; Garg a Chandla, 2016, s. 95).

Na každé z frekvencí, v rámci spektrální analýzy srdeční frekvence, se hodnotí výkonová spektrální hustota, což Vlčková (2010) popisuje jako intenzitu oscilace srdeční frekvence na jednotlivých frekvenčních pásmech. Součet těchto spektrálních hustot udává spektrální výkon (power). Nejběžněji je hodnocen spektrální výkon pásma LF (LF power), HF (HF power), poměr LF/HF a celkový spektrální výkon (total power). Zejména poměr LF/HF se používá v rámci výzkumů a studií. Vyšší poměr LF/HF poukazuje na zvýšenou sympatickou a sníženou parasympatickou aktivitu, u nižšího poměru LF/HF je tomu naopak (Vlčková et al., 2010; s. 664)



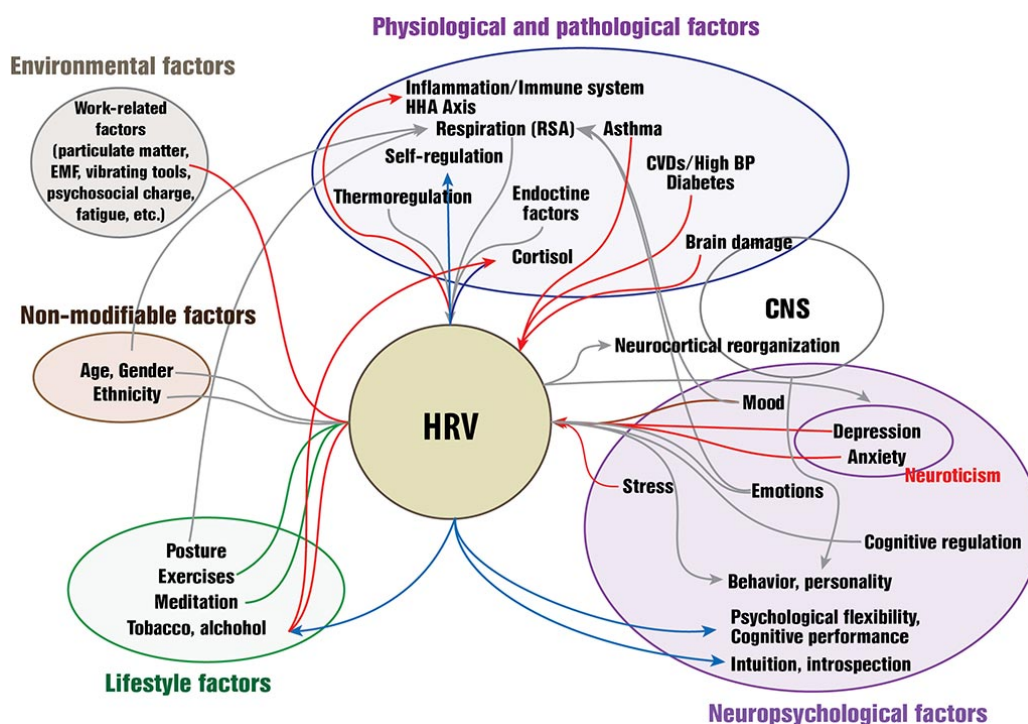
Obrázek 2 Frekvenční oblast analýzy HRV (Yilmaz a Kayancicek, 2018, s. 2)

1.3.3 Faktory ovlivňující variabilitu srdeční frekvence

Jak bylo uvedeno výše, tak kolísání HRV je zcela fyziologické a s každým srdečním úderem dochází k neustálým změnám TF. Toto kolísání je obvykle způsobeno stoupající a klesající úrovní aktivity buď sympatiku, nebo parasympatiku, anebo jejich vyváženou souhrou (Levin a Swoap, 2019, s. 270). Tuto proměnlivost ovlivňuje mnoho vnitřních a vnějších faktorů, které je možné rozdělit do 5 kategorií:

- neovlivnitelné faktory,
- životní styl,
- životní prostředí,
- fyziologické procesy,
- patologické procesy (Tiwari et al., 2021, s. 5).

Celý souhrn faktorů znázorňuje velmi přehledně níže přiložený Obrázek 3, na kterém je patrná spojitost mezi jednotlivými faktory.



Obrázek 3 Faktory ovlivňující HRV (Fatissou, Oswald a Lalonde, 2016, s. 38)

Krátce bych také doplnila faktory technického charakteru, které mohou ovlivnit přímo samotné měření a tím i hodnoty HRV. Jedná se o převážně technické vlivy jako je frekvence

měření EKG, délka záznamu EKG, pozice vyšetřovaného a přítomnost artefaktů nebo rušivých elementů (Johnston et al., 2020, s. 152).

Obecně se doporučuje kratší frekvence měření, protože s delší časovou prodlevou se snižuje reliabilita a zároveň z dlouhodobého hlediska dochází ke změnám HRV vlivem déle trvajících obecných vlivů uvedených v následujících kapitolách. Totéž platí i pro délku měření, jelikož kratší záznamy jsou rovněž charakteristické horší reliabilitou časových ukazatelů RMSSD a SDNN (Botek, Krejčí a Mckune, 2017, s. 66). Při měření je velmi důležitá pozice těla vyšetřovaného. Autonomní funkce se liší mezi polohami vleže na zádech a mezi vertikálními polohami (ve stoji nebo vsedě). Ve vertikálních polohách převažuje aktivita sympatiku, což je dáno snížením žilního návratu a zvýšenými nároky na činnost srdce. Naopak v leže převažuje aktivita parasympatiku (Watanabe, Reece a Polus, 2007, s. 2; Botek, Krejčí a Mckune, 2017, s. 79). Artefakty mohou být fyziologického i technického původu. Ty fyziologické mohou vznikat při odchylkách srdečního rytmu u pacientů se srdečními arytmiemi nebo komorovými extrasystolami (ventrikulární a supraventrikulární). Technické artefakty mohou vznikat např. při nevhodné aplikaci elektrod nebo při přítomnosti rušivého elektromagnetického vlnění. Pro správné výsledky se po měření používají různé metody korekcí artefaktů. Tyto uvedené technické vlivy jsou dominantně ovlivnitelné, proto je nutné na ně při měření nezapomínat a případně jim předcházet (Botek, Krejčí a Mckune, 2017, s. 51; Johnston et al., 2020, s. 152).

Neovlivnitelné faktory

Nejprve bych zmínila skupinu neovlivnitelných vlivů, pod které spadá věk, pohlaví a genetická predispozice. Kolísání HRV je podmíněno stavem efektorových struktur čili srdce, ANS a ostatních regulačních mechanismů. Během ontogenetického vývoje tyto struktury dozrávají, a naopak ve vyšším věku mohou v těchto oblastech vznikat patologické procesy např. změny senzitivity baroreflexu, ateroskleróza, ischemické choroby nebo diabetes II. typu. Proto je zcela očividné, že hodnoty HRV se budou během těchto období měnit. V raném postnatálním období dítěte je charakteristické zvýšení průměrné srdeční frekvence s následným pomalu postupujícím poklesem. V dětském školním období průměrná srdeční frekvence klesá a HRV se zvyšuje. Hodnoty HRV dosahují maxima v období puberty, v adolescentním věku a u mladých dospělých. V dospělém věku nedochází k významnému kolísání, pokud však vyloučíme působení ostatních faktorů. Hodnoty HRV se pak s věkem snižují, a to v podobné míře u mužů i žen (Javorka, 2008, s. 72-78; Thayer, Yamamoto, Brosschot, 2010, s. 126; Taralov et al., 2016, s. 173).

Zajímavostí je také genderový rozdíl sympatické a parasympatické aktivity u obou pohlaví. Tyto rozdíly se do 50 let věku snižují. U žen ve fertilním období je vyšší srdeční frekvence o cca 3–7 tepů/min nežli u mužů. To znamená, že průměrná HRV může u žen dosahovat vyšších hodnot. Příčina není zcela objasněna, avšak literatura uvádí, že se jedná pravděpodobně o rozdílnost dozrávání ANS. Na tyto odlišnosti poukazuje i Javorka (2008) ve své knize, kde zmiňuje možný důvod tohoto rozdílu, který vzniká ve školním období, kdy vývoj dívek předbíhá vývoj chlapců o cca 1,5–2 roky. Některá literatura dokonce naznačuje, že důvodem může být postupný ústup produkce estrogenů, ke kterému dochází u žen s přibývajícím věkem. Genderové rozdíly nejsou však příliš signifikantní (Javorka, 2008, s. 68; Thayer, Yamamoto, Brosschot, 2010, s. 126; Ramalho et al., 2017, s. 212; Botek, Krejčí a Mckune, 2017, s. 46).

Posledním neovlivnitelným faktorem je genetická predispozice. Literatura sledující vliv genetiky na HRV je poměrně omezená. Javorka (2008) poukazuje na jistou korelaci mezi R-R intervaly u sourozenců a dvojčat. Nicméně bylo provedeno pár studií, které tento vliv zkoumaly. Hodnoty HRV se mohou lišit v závislosti s různými onemocněními, které se právě vyskytují v rodinách např. souvislost snížené HRV u jedinců, kteří mají v rodinné anamnéze kardiovaskulární onemocnění (KVO), konkrétně hypertenzi a diabetes II. typu (Thayer, Yamamoto a Brosschot, 2010, s. 126). Thayer, Yamamoto, Brosschot (2010) rovněž uvádí, že osoby s výskytem diabetu v rodině mají snížený vagový tonus ve srovnání s osobami v rodinách, ve kterých se diabetes nevyskytuje. Tyto informace nám poskytují určitý podíl genetiky v rámci činnosti ANS, avšak bude zapotřebí dalších výzkumů. Podrobnější souvislost patologických procesů u HRV bude uvedena níže (Fatisson, Oswald a Lalonde, 2016, s. 37).

Životní styl

Životní styl je velmi důležitým působícím vlivem na lidský organismus, a to nejen v souvislosti s HRV. Jedná se o soubor činností, zvyklostí a projevů, které jsou charakteristické u každého jedince. Součástí životního stylu je nejen výživa, pohyb a spánek, ale také užívání návykových látek a mnoho dalších. Způsobem, jakým vedeme svůj životní styl, přímo ovlivňujeme náš organismus včetně funkcí ANS. Dle Thayera, Yamamota a Brosschota (2010) je nevhodný životní styl, včetně nedostatku fyzické aktivity a nadměrného užívání návykových látek, spojován s nevyváženou funkcí ANS a se sníženou parasympatickou aktivitou. Tuto problematiku spojují rovněž s vyšším rizikem vzniku KVO.

Kouření i alkohol jsou návyky, které významně snižují hodnoty HRV. Silné kouření cigaret je negativně spojováno se snížením srdeční vagové regulace (Tiwari et al., 2021, s. 7).

U konzumace alkoholu je situace obdobná jako u kouření. U chronických alkoholiků se k dysfunkci ANS přidává i vliv vysoké hladiny kortizolu, jež ovlivňuje hypothalamo-hypofyzární systém. Vyšší hladiny kortizolu souvisí i se stresem. Dlouhodobí kuřáci a konzumenti alkoholu mají sice nižší hodnoty HRV, ale tento stav je reverzibilní. Pokud přestanou tyto návykové látky užívat, tak dochází k návratu vyšší aktivity parasymptiku. Dalšími vlivy, které je nutné zmínit, jsou drogy a běžně užívané léky. Obojí může HRV také ovlivnit. U medikace velmi záleží na typu léku a na jeho účincích (Thayer, Yamamoto a Brosschot, 2010, s. 126; Fatissou, Oswald a Lalonde, 2016, s. 36).

Významným činitelem, podílejícím se na hodnotách HRV, je fyzická aktivita. Studie potvrzují pozitivní vliv a blahodárné účinky pohybu na srdeční aktivitu. Bylo prokázáno, že pravidelný středně intenzivní až intenzivní trénink zvyšuje vagový tonus čili zefektivní aktivitu parasymptiku a zároveň sníží klidovou srdeční frekvenci. Nepravidelný pohyb a obezita mohou způsobit opačné účinky a podílet se na vzniku KVO (Thayer, Yamamoto a Brosschot, 2010, s. 126).

Životní prostředí

Životní prostředí každého z nás obklopuje na denní bázi. Dominantně hovoříme o prostředí bydliště, zaměstnání a k nim řadíme také působení stresu. Zmíním všechny tři oblasti, avšak nejvíce pozornosti věnuji pracovní zátěži a stresu.

Místo bydliště má zcela jistě vliv na lidský organismus. Z pohledu funkcí ANS byl dle literatury prokázán zásadní vliv hluku a koncentrace oxidu uhelnatého v ovzduší. Místa s výskytem vyššího hluku mají převážně negativní vliv, ovlivňují odpočinek a výkonnost organismu. Tato místa zároveň způsobují sníženou funkci parasymptiku a tím snižují hodnoty HRV. Oblasti s vyšší koncentrací oxidu uhelnatého taktéž nenabízí příliš blahodárných účinků. U hluku i oxidu uhelnatého se jedná převážně o větší města nebo průmyslové oblasti. Zajímavým poznatkem je zanedbatelný vliv teploty ovzduší na funkce ANS (Schnell et al., 2013, s. 7; Tiwari et al., 2021, s. 7).

U pracovní zátěže vždy závisí na charakteru samotného zaměstnání jako je fyzická náročnost, délka pracovní směny, používání vibračních pomůcek, dlouhá expozice určitým chemickým látkám, přítomnost elektromagnetického pole, charakter ovzduší na pracovním místě apod. Obecně lze říci, že vyšší zátěž na organismus v pracovním prostředí včetně dlouhodobé expozice škodlivým látkám vede ke snížení HRV (Fatissou, Oswald a Lalonde, 2016, s. 37).

Stres lze definovat jako specifickou reakci organismu na různé vnější podněty neboli stresory, které mohou být jak pozitivního, tak i negativního charakteru. Stres lze rozdělit na „pozitivní“ eustres, který nás může podpořit v dosažení cíle nebo k lepším výkonům. Naproti tomu je „negativní“ distres, který může být pro organismus z dlouhodobého hlediska potenciálně destruktivní. Může docházet ke zvýšenému výskytu různých chronických onemocnění, kognitivních poruch (poruchy paměti) nebo ke zhoršenému duševnímu zdraví (deprese a úzkosti). Reakce organismu na stresory je však velmi individuální dle úrovně stresové tolerance (Procházková-Večeřová a Honzák, 2008, s. 189; Magnon, Dutheil a Vallet, 2021, s. 1). Stres je ve výzkumech obtížné standardizovat, protože je jeho příčina často multifaktoriální. Příčiny, které mohou zapříčinit stresové situace, včetně snížení HRV, jsou deprese, úzkosti, partnerské vztahy, studium a v dnešní době dominující pracovní stres. Ptáček, Vňuková a Raboch (2017) uvádí, že člověk stráví v zaměstnání většinu bdělého života. Mnoho studií odhalilo významnou korelaci mezi vysokou úrovní pracovního stresu a nízkou HRV. Tento fakt byl zachován, i když byly ve studiích použity různé proměnné (pohlaví, věk, kouření, užívání alkoholu apod.). Pracovní stres zvyšuje srdeční frekvenci a taktéž zvyšuje riziko vzniku KVO (Fatisson, Oswald a Lalonde, 2016, s. 37)

Fyziologické procesy

Fyziologické procesy, probíhající v našem těle zcela přirozeně, se rovněž podílí na změnách srdeční frekvence. Mezi hlavní působící systémy patří respirační, endokrinní, kardiovaskulární a nervový (Fatisson, Oswald a Lalonde, 2016, s. 35). Uveden bude systém respirační a endokrinní, jelikož kardiovaskulární a nervový systém byly zmíněny v předchozích kapitolách.

Srdeční činnost je úzce ovlivněna respirační aktivitou. Při každém nádechu dochází pravidelně k respirační sinusové arytmii (RSA), což je fyziologický jev, který charakterizuje kolísání srdeční frekvence během dýchání. Srdeční frekvence se s nádechem zvyšuje a s výdechem snižuje. Detailněji lze říci, že dochází ke snížení R-R intervalu během nádechu – rychlejší okamžitá HRV. Naopak během výdechu se interval zvyšuje – pomalejší okamžitá HRV. Studie potvrzují, že k nejefektivnější výměně plynů nastává v situaci, kdy se srdeční frekvence zvyšuje právě na začátku nádechu a snižuje na začátku výdechu. Pomocí dechu, konkrétně jeho frekvencí, pravidelností či hloubkou lze přímo ovlivnit HRV. Je nutné podotknout, že i RSA je ovlivněna několika proměnnými, a to věkem, pohlavím, etnickým původem, srdečními funkcemi či stavbou a držení těla (Cygankiewicz a Zareba, 2013, s. 379;

Fatissou, Oswald a Lalonde, 2016, s. 35; Steffen et al., 2017, s. 2; Levin a Swoap, 2019, s. 270; Shaffer a Meehan, 2020, s. 1).

Pomocí hormonů může do činnosti ANS zasahovat i endokrinní soustava. Hormony jsou chemickými posly, kteří skrze krev zprostředkovávají informace mezi tkáněmi. Hormonů je v těle mnoho a budou uvedeny ty hlavní z hlediska aktivity ANS. Aktivace sympatiku je podmíněna uvolněním hormonů z dřeně nadledvin: dopaminu, adrenalinu a noradrenalinu. Adrenalin spolu s noradrenalinem jsou dva hlavní katecholaminy, které mohou aktivovat i deaktivovat sympatické receptory v kardiovaskulárním systému. Dopamin se na činnosti ANS podílí v menší míře. Nicméně je prekurzorem noradrenalinu, takže se může podílet na zvýšení srdeční frekvence a krevního tlaku. Adrenalin zahajuje aktivitu sympatiku a prostřednictvím vazodilatace a zvýšením srdečního výdeje zvyšuje zásobení mozku a kosterního svalstva kyslíkem a glukózou. Adrenalin má obrovský vliv na regulaci krevního tlaku, a to díky jeho působení na průměr cév (Gordan, Gwathmey a Xie, 2015, s. 211 a 212; Fatissou, Oswald a Lalonde, 2016, s. 35). Parasympatikus je naopak stimulován vazopresinem a natriuretickými peptidy, kam patří: renin, angiotenzin, aldosteron a atriální natriuretický peptid. Vazopresin je antidiuretickým hormonem, který se podílí na retenci vody v ledvinách a na vazokonstrikci cév, čímž zvyšuje krevní tlak. Dalšími jsou natriuretické peptidy, které se též svým dílem podílejí na kardiovaskulárních funkcích. Renin, jako jediný z mnoha hormonů secerovaných z juxtaglomerulárních buněk v ledvinách, se podílí na regulaci krevního tlaku a dalších kardiovaskulárních funkcích. Je součástí tzv. renin-angiotenzin-aldosteronového systému (RAAS), který se spouští po jeho uvolnění. RAAS slouží k regulaci krevního tlaku a rovnováhy tekutin v těle např. při větších ztrátách krve či při zvracení nebo průjmech. Aktivace RAAS je zajištěna buď pomocí baroreceptorů v sinus caroticum detekující pokles krevního tlaku, nebo snížením průtoku krve skrze macula densa v ledvinách, anebo snížením celkové koncentrace chloridu sodného v extracelulární tekutině. Uvolněním reninu vznikne angiotenzin II., který ovlivňuje kardiovaskulární systém třemi způsoby: skrze vazokonstrikci zvýšení krevního tlaku, zajišťuje protrombotické vlastnosti a napomáhá k agregaci krevních destiček (Gordan, Gwathmey a Xie, 2015, s. 212).

Patologické procesy

HRV je ovlivněna nejen fyziologickými procesy, ale i jejich patologickými změnami. Nízké hodnoty HRV jsou nesporným a významným prediktorem budoucích zdravotních problémů jak u zdravé, tak i u nemocné populace (McCraty a Shaffer, 2015, s. 47). Existuje literaturou potvrzená korelace mezi sníženou HRV a úmrtností (Thayer, Yamamoto a Brosschot, 2010, s. 126; Pumpřla et al., 2014, s. 205; McCraty a Shaffer, 2015, s. 47; Steffen et al., 2017, s. 2). Z patologických procesů jsou poměrně běžnými zánětlivé procesy a infekce, které mohou způsobit pokles hodnot HRV. U zánětů či určitých infekcí dochází ke zvýšení C-reaktivního proteinu (CRP), který zajišťuje protilátky spolu s aktivitou fagocytů. Přítomnost CRP souvisí s kardiovaskulární či metabolickou poruchou. Vždy je nutné v těchto situacích zvážit, zda se nejedná o jiné patologické stavy, jako je hypertenze nebo diabetes mellitus II. typu (Tiwari et al., 2021, s. 6).

Z patologických stavů se zaměřím právě na zmíněnou arteriální hypertenzi a diabetes mellitus II. typu. Obojí má v České republice velmi hojnou prevalenci s rostoucí tendencí, která je alarmující. Bohužel však stále zůstává mnoho hypertoniků i diabetiků nezachyceno a nezaléčeno (Vejtasová et al., 2021, s. 247). U jedinců s takovým typem onemocnění či dokonce jeho kombinací je vysokým rizikem snížení hodnot HRV. V opačném případě bylo prokázáno, že i samotné nízké hodnoty HRV mohou vést ke vzniku těchto rizikových faktorů. V 70. letech minulého století bylo zjištěno, že u diabetiků, kteří vykazovali sníženou HRV, se mohlo jednat o počátek rozvoje diabetické polyneuropatie, a to před samotným projevem symptomatických příznaků (Thayer, Yamamoto a Brosschot, 2010, s. 126; Fatissou, Oswald a Lalonde, 2016, s. 35). Snížená HRV může poskytovat včasné varování před zhoršením stavu, a to nejen u zmíněných onemocnění, ale také u mnoha srdečních chorob (Johnston et al., 2020, s. 154). Snížené hodnoty se objevují i u mnoha jiných onemocnění např. u pacientů v kritickém stavu, u asthma bronchiale nebo u pacientů po získaném poškození mozku (Fatissou, Oswald a Lalonde, 2016, s. 35; Johnston et al., 2020, s. 152).

1.3.4 Variabilita srdeční frekvence z pohledu fyzioterapie

V rámci komplexního přístupu může mít fyzioterapie pozitivní vliv na ANS. Jak již bylo zmíněno, tak vyšší hodnoty HRV značí o velmi dobré adaptabilitě organismu. Fyzioterapeuti využívají k ovlivnění funkcí ANS nejrůznější techniky, které mohou působit preventivně nebo mohou mít následně podpůrný vliv na zdraví při již vzniklých onemocněních (Pumpřla et al., 2014, s. 205). Možnosti fyzioterapie v ovlivnění HRV jsou následující:

Pohybová terapie

Poděbradská, Stejskal a Schwarz (2010) zmiňují, že od vhodně stanoveného a individuálně cíleného pohybového režimu lze očekávat zlepšení autonomních funkcí, a tedy zlepšení hodnot HRV. Kromě toho zmiňují, že hodnoty HRV mohou následně sloužit jako dobrá zpětná vazba k prokázání efektivity pohybové aktivity nebo je díky nim možné pohybovou aktivitu upravovat na míru pro každého jedince. Villafaina et al. (2017) uvádí potřebnou frekvenci tréninku ke změně většiny proměnných HRV, a to ideálně na 2x týdně. Pro vyšší změny HRV je zapotřebí pohybové aktivity ve frekvenci minimálně 3x týdně. Doporučovány jsou převážně aerobní aktivity jako je chůze, běh nebo jízda na kole. Důležitá je vždy různorodost jednotlivých pohybových aktivit. V literatuře se také, z pohledu funkcí ANS, objevují otázky pro zařazení silového tréninku, jehož zařazení k aerobnímu je doporučováno v minimální intenzitě 2x týdně. Na toto téma se zaměřuje metaanalýza od Corsa et al. (2021), která zkoumala vliv proměnných silového tréninku (intenzita zátěže, počet sérií, opakování, pořadí cviků) na krevní tlak a HRV. Nutností bylo cvičení silového tréninku po dobu minimálně 8 týdnů. Bylo prokázáno, že hodnoty HRV se lišily bezprostředně po cvičení a vždy záleželo na charakteru a intenzitě cvičení. Čím byly cviky náročnější a intenzita cvičení vyšší, tím se zvyšovala aktivita sympatiku. Osoby s kardiovaskulárními obtížemi jsou v prvních 30 minutách intenzivního silového tréninku vystaveny zvýšenému riziku, a to kvůli převaze vagové aktivity, při které může docházet k náhlému úmrtí. Další zajímavostí je, že nebyla prokázána významná změna HRV při změně pořadí jednotlivých cviků. V případě dlouhodobého silového cvičení nebyly prokázány významné změny HRV. K zásadním změnám došlo pouze u osob s delšími chronickými obtížemi, u kterých se hodnoty HRV zvýšily. Zcela určitě bude zapotřebí realizace dalších výzkumů (Villafain et al.; 2017, s. 5 a 6; Corso et al., 2021, s. 38 a 39, 56-58).

Dechová cvičení

Respirační fyzioterapie je součástí plicní rehabilitace, která označuje soubor nefarmakologických postupů léčby pacientů s dechovými obtížemi. Do plicní rehabilitace spadá nejen respirační fyzioterapie, ale také samotná edukace pacientů, ergoterapie, psychosociální terapie, nutriční terapie aj. Respirační fyzioterapie je součástí drtivé většiny fyzioterapeutických postupů, technik a metod. Respirace je automatickým stereotypem souvisejícím s pohybovým aparátem, a proto je jako součást fyzioterapie nesmírně důležitá (Machová, Poděbradská a Stepaňuková, 2018, s. 104; Neumannová, 2021, s. 221). Dechová cvičení lze definovat jako terapeutickou intervenci, jejímž cílem je změna dechového vzoru.

Dechové techniky nabízí spousta benefitů: zvýšení objemu plic, zefektivnění výměny plynů, hygienu dýchacích cest, zvýšení fyzické zdatnosti a mnoho dalších. Mimo jiné jsou využívány při relaxačních technikách pro snížení stresu a lze je využít k ovlivnění činnosti ANS (Solomen a Aaron, 2015, s. 237).

Relaxační techniky

Možná mnohdy opomíjenou součástí fyzioterapie jsou relaxační techniky. Psychosomatické vztahy čili vztah mezi psychikou a motorikou spolu úzce souvisí a navzájem se ovlivňují. Zásadní roli mezi těmito vztahy má limbický systém, který ovlivňuje emoce, motorický systém, paměť, chování a v neposlední řadě i funkce ANS. Relaxační techniky jsou využívány za účelem snížení stresu, napětí a úzkostí. Zároveň podporují funkce limbického systému a snižují sympatickou aktivitu čili snižují srdeční i dechovou frekvenci a svalový hypertonus. Opačně dochází k podpoře parasympatické aktivity (Stackeová, 2011, s. 12-14). Zmínila bych Jacobsonovu svalovou relaxaci, jejíž principem je vyvolání izometrické svalové kontrakce s následnou relaxací. Kontrakce se provádí vždy od menších svalových skupin až po větší svalové skupiny. Cílem je vnímání svého těla a navození celkové relaxace. Další známou technikou je Schultzův autogenní trénink, u něhož je dosaženo relaxace pomocí autosugesce čili sebeovládání. Trénink má tři hlavní stupně: 1. navození pocitu tíže, tepla, vnímání srdečního tepu, sledování dechu, vědomí tepla v oblasti břicha (solar plexus) a pocitu chladu na čele; 2. vytvoření sugestivních formulek pro různé životní situace; 3. psychická cvičení jako je vizualizace, imaginace a schopnost sebepožívání (Stackeová, 2013, s. 389 a 390).

Fyzikální terapie

Na relaxační techniky naváží s audiovizuální stimulací, která je v rámci fyzikální terapie využívána zejména u pacientů s poruchami relaxace, vyšším výskytem stresu nebo u pacientů s chronickou bolestí k ovlivnění limbického systému. Rytmická audiovizuální stimulace je svým účinkem obdobná relaxačním technikám. Zařazujeme ji pod fototerapii, ve které se k léčebným účinkům využívá elektromagnetického záření neboli světla o vlnových délkách v rozmezí 280–3000 nm (Poděbradský a Poděbradská, 2009, s. 135 a 136). Jedná se o metodu, která ovlivňuje kortiko-subkortikální úroveň a zejména již zmíněný limbický systém. Využívá skrze zrakového a sluchového dráždění mozkové kůry navození alfa mozkových vln o frekvencí 8–13 Hz. Při navození alfa mozkových vln dochází k celkové relaxaci kosterního svalstva, ke zvýšené regeneraci a ke snížení únavy (Poděbradský

a Poděbradská, 2009, s. 135 a 136, Golovin et al., 2015, s. 535-537; Uhlíř, 2019, s. 74, 79 a 80). Audiovizuální stimulace je moderní relaxační technikou, kterou je možné zacílit na funkce parasympatiku, což potvrzují i studie od Golovina et al. (2015) nebo od Uhlíře (2019). Golovin et al. (2015) navíc prokázali statisticky významné zvýšení hodnot RMSSD po aplikaci audiovizuální stimulace.

1.4 DECHOVÉ TECHNIKY

V kapitole Faktory ovlivňující variabilitu srdeční frekvence byl podrobněji popsán vliv dýchání na hodnoty HRV. V této kapitole budou popsány vybrané dechové techniky, které byly použity pro výzkumnou část diplomové práce.

Respirační systém je složen z horních a dolních cest dýchacích. Jeho funkce jsou, jak respirační, tak i nerespirační. Z pohledu respiračních funkcí zajišťuje výměnu plynů mezi tkáněmi a vnějším okolím. Naopak z pohledu nerespiračních funkcí řídí metabolismus některých látek a je imunitní bariérou před zevním prostředím. Dýchání je mechanickým stereotypním procesem, při kterém inspirační a expirační svaly působí ve vzájemné souhře. Obě tyto skupiny svalů jsou funkčně i morfologicky svaly kosterními. Společně odvádějí vzduch do plic a ven z plic, a ačkoliv je dýchání jejich dominantní funkcí, tak se podílí i na pohybech v oblasti trupu a krku nebo na zvýšení nitrobřišního tlaku při kašli, defekaci či zvracení (Troyer a Boriek, 2011, s. 1237; Rokyta, 2015, s. 185; Schwerdtfeger et al., 2019, s. 689).

Dýchání patří mezi základní životní funkce a jako jedno z mála jej můžeme ovlivnit vůlí. Je regulováno buď respiračními neurony v prodloužené míše a Valorově mostu, nebo je řízeno z vyšších center v mozkové kůře. Tato možnost autokorekce a autoreparace je hojně využívána v rámci respirační fyzioterapie jako nedílnou součást plicní rehabilitace. Prvky dechových cvičení jsou vhodné nejen pro pacienty s respiračními obtížemi, ale i pro zdravé jedince, a to nejen za účelem zlepšení fyzické zdatnosti, ale i za účelem psychické podpory (Troyer a Boriek, 2011, s. 1237; Machová, Poděbradská a Stepaňuková, 2018, s. 104; Schwerdtfeger et al., 2019, s. 689).

Dechová technika je terapeutickou intervencí, která zasahuje do dechového vzoru. V praxi je využívána široká škála technik, přičemž nejzákladnějším dělením je na techniky inspirační a expirační. Inspirační techniky jsou soustředěné na nádech a jejich benefitem je zejména zvýšení plicního objemu. Naopak expirační techniky kladou důraz na výdech a využívají se zejména na zvýšení hygieny dýchacích cest (Solomen a Aaron, 2015, s. 237).

Pro realizaci výzkumné části diplomové práce byly vybrány dvě dechové techniky. První dechovou technikou je střídavé dýchání nosními dírkami, které pochází z jógy. Tato jógová technika nese jméno Nadi Shodana. Druhou dechovou technikou je pomalé prohloubené dýchání, označované jako také jako rezonanční dýchání. V následujících podkapitolách bude vysvětlen princip obou cvičení.

1.4.1 Pránájáma – Nadi Shodana

Jóga označuje soubor praktik, jejímž cílem je nastolit rovnováhu a zdraví v tělesné, duševní, emocionální a duchovní dimenzi jedince. Jógové cvičení přispívá obecně ke snížení stresu a obnovení rovnováhy autonomního nervového systému. Hatha jóga využívá psychofyzické energetické pohyby zahrnující specifické pozice (asány), dechová cvičení (pránájámy) a koncentrační cvičení pro mysl (dhárany). Pránájáma označovaná také jako „řízené dýchání“ je jedním z nejdůležitějších jógových cvičení, u něhož bylo zjištěno, že u zdravé populace může vyvolávat různé autonomní reakce (Sengupta, 2012, s. 444).

Prána, slovo často používané v józe, je vitální životní síla. Pokud je v těle málo prány, bývá člověk bez elánu a bez chuti k životu. Dochází pak k hromadění toxinů, vzniku bolestí a nemocí. Díky cvičení jógy, včetně pránájámy, se v těle zlepšuje proudění prány a uvedené příznaky začnou odeznívat. Několik studií prokazuje, že dechové techniky z pránájámy a další mentálně-tělesné praktiky ovlivňují HRV. Pravidelné cvičení pránájámy podporuje snížení vyššího krevního tlaku a také se podílí na zvýšení hodnot HRV (Sengupta, 2012, s. 448; Nivethitha, Manjunath a Mooventhan, 2017, s. 99; Sharpe et al., 2021, s. 2).

Velice známou dechovou jógovou technikou je tzv. Nadi Shodhana, která je známá také jako „Alternate Nostril Breathing“. Jedná se o druh pránájámy, který zahrnuje střídavé nádechy jednou nosní dírkou a následně druhou nosní dírkou (Nivethitha, Manjunath a Mooventhan, 2017, s. 99). Při tomto typu dýchání je nezbytné zaujmout určitou pozici při cvičení. Doporučovány jsou jakékoliv meditační pozice z jógy, které jsou pro daného jedince pohodlné. Obvykle je zvolena Siddha asána, označována jako dokonalý sed. Jedinec nejprve zaujme tzv. dětský sed s oběma nataženýma DKK. Dále přitáhne jednu dolní končetinu co nejblíže k tělu a druhou nohu následně flektuje přes bérec první nohy. Podstatě se jedná o sed podobný tureckému. Při samotném dechovém cvičení využívá jedinec palec a prsteníček či malíček na své dominantní ruce. Vzor dýchání je následující: 1. nádech pravou nosní dírkou, 2. výdech levou nosní dírkou, 3. nádech levou nosní dírkou a 4. výdech pravou nosní dírkou. Cvičení se poté opakuje. Pozici a způsob cvičení zobrazuje Obrázek 4 na s. 30 (Saraswati, 2002, s. 380; Levin a Swoap, 2019, s. 272).

Literatura uvádí, že nucené střídavé dýchání nosními dírkami nabízí vyrovnávací účinek na funkční aktivitu levé a pravé hemisféry (Nivethitha, Manjunath a Mooventhan, 2017, s. 99). Studie tedy prokazují, že tato technika nabízí dlouhodobé účinky na ANS včetně kardiovaskulárního systému u zdravé i nemocné populace. Mnohé z těchto studií naznačují, že Nadi Shodana vede k podpoře sympato-vagové rovnováhy směrem k parasympatické dominanci (Ghiya a Mattew, 2012, s. 67).



Obrázek 4 Pozice Siddha asána a dýchání Nadi Shodana (Saraswati, 2002, s. 102 a 379)

1.4.2 Rezonanční dýchání

Principem rezonančního dýchání je synchronizace srdeční a respirační frekvence, jinými slovy rezonance. Rezonanční dýchání je v praktickém provedení dýchání s pomalejší rychlostí, než člověk běžně dýchá, přičemž tato frekvence se obvykle pohybuje mezi 4,5 a 7,0 dechy/min. Rychlost odpovídá přibližně rezonanční frekvenci 0,1 Hz, při níž dýchání vyvolává oscilace srdeční frekvence s vysokou amplitudou. Množství dechů je individuální u každého jedince, avšak nejběžnější rezonanční frekvence je kolem 5,5 dechů/min. Nutností je prodloužený výdech ústy oproti nádechu nosem. Dýchání je prohloubené, ale stále přirozené, aby nedocházelo k hyperventilaci. Cvičení se provádí v rovném sedu (Steffen et al., 2017, s. 3 a 4; Schwerdtfeger et al., 2019, s. 670; Shaffer a Meehan, 2020, s. 2, Sévoz-Couche a Laborde, 2022, s. 1).

Synchronizací dechu a srdeční frekvence dochází ke zvýšení citlivosti baroreflexu. Pravidelné cvičení rezonančního dýchání podporuje vagový tonus. Prostřednictvím zvýšení citlivosti baroreflexu a následné vagové aktivity dochází ke snížení deprese a úzkosti. Emoce a nálada jsou podpořeny pozitivním směrem. Výsledkem je taktéž zvýšení HRV a zlepšení adaptability organismu (Magnon, Dutheil a Vallet, 2021, s. 6; Chaitanya et al., 2022, s. 2).

1.5 WHOQOL-BREF

Kvalita života je širokým pojem, který je napříč různými obory, a i mezi nimi, vykládán mnoha způsoby. Z pohledu medicínského jde hlavně o poměr zdraví a nemoci. Psychologické pojetí hovoří spíše o stavu duševní pohody. Z ekonomické stránky bude kvalita života hodnocena dle životního standardu. Ze sociologického pohledu je kvalita života nejvíce spojována se subjektivně vnímanou spokojeností každého jedince. Obecně lze označit kvalitu života jako mnohostranný fenomén, který se skládá z více oblastí, jako je fyzický a psychický stav, duševní pohoda, sociální interakce, ale i ekonomický a profesní stav (Rogalewicz, Barták a Sihelníková, 2017, s. 88; Daundasekara, Arlinghaus a Johnston, 2020, s. 268).

Medicína a oblast klinické praxe se v posledních desetiletích stále více zaměřují na kvalitu života svých pacientů, nikoliv pouze na různá biomedicínská vyšetření. Problémy odhalené na základě hodnocení kvality života u pacientů mohou vést k úpravě léčby a mnohem efektivnější a kvalitnější péči. Mohou také prokázat, že některé terapie nepřinášejí příliš velký prospěch, nebo naopak (Daundasekara, Arlinghaus a Johnston, 2020, s. 268). Vzhledem k širokému množství definic kvality života se dnes využívá k jejímu hodnocení mnoho různých nástrojů. Jednou z využívaných možností hodnocení kvality života jsou dotazníky WHOQOL-100 a WHOQOL-BREF. Tyto dotazníky jsou vhodné jak pro zdravé osoby, tak i pro osoby se zdravotními obtížemi. WHOQOL-100 je stopoložkový dotazník, který je pro klinickou praxi časově náročný, a proto byla pro praxi vytvořena jeho zkrácená verze, WHOQOL-BREF (viz Příloha 6 na s. 80, Příloha 7 na s. 81 a Příloha 8 na s. 82). Pro první delší dotazník je k vyplnění potřeba přibližně 20–30 min, zatímco pro zkrácený dotazník postačí cca 5–10 min. Zaměřím se zejména na WHOQOL-BREF, který byl použit pro výzkumnou část diplomové práce, a to zejména z důvodů, že je časově nenáročný a je zaměřený na aktuální kvalitu života za poslední měsíc. Tato krácená verze se skládá celkem z 26 položek rozdělených do 4 domén: fyzické zdraví, psychické zdraví (prožívání), sociální vztahy a prostředí. Výsledky se získávají výpočtem průměrných hodnot v jednotlivých doménách, přičemž tyto hrubé skóre jsou standardizovány tak, aby bylo možné je porovnat s doménami dlouhého dotazníku WHOQOL-100. Hrubé skóre domén se pohybují mezi hodnotami 4–20, přičemž vyšší hodnoty naznačují vyšší kvalitu života. Musíme brát ohled na to, že kvalita života ve zmíněných doménách může být ovlivněna různými faktory, jako je věk, pohlaví nebo životní prostředí (Dragomirecká a Bartoňová, 2006, s. 14, 23 a 28).

2 CÍLE A HYPOTÉZY

2.1 Cíle práce

Cílem diplomové práce je zhodnotit a porovnat signifikantní změny variability srdeční frekvence po cvičení dvou vybraných dechových technik.

Pro ověření, zda probandi dechové techniky řádně cvičili, byly nejprve stanoveny H_01 a H_{A1} .

H_01 : Neexistují rozdíly v hodnotách tepové frekvence před a po cvičení dechových technik u zdravých jedinců.

H_{A1} : Existují rozdíly v hodnotách tepové frekvence před a po cvičení dechových technik u zdravých jedinců.

2.2 Výzkumné otázky a hypotézy

Na základě stanoveného cíle byly dále zformulované výzkumné otázky a k nim příslušné hypotézy.

2.2.1 Výzkumná otázka č. 1

Liší se hodnoty variability srdeční frekvence před a po dvou týdnech cvičení dechové techniky Nadi Shodana u zdravých jedinců?

H_02 : Parametry variability srdeční frekvence se před a po dvou týdnech cvičení dechové techniky Nadi Shodana u zdravých jedinců neliší.

H_{A2} : Parametry variability srdeční frekvence se před a po dvou týdnech cvičení dechové techniky Nadi Shodana u zdravých jedinců liší.

2.2.2 Výzkumná otázka č. 2

Liší se hodnoty variability srdeční frekvence před a po dvou týdnech cvičení rezonančního typu dýchání u zdravých jedinců?

H₀3: Parametry variability srdeční frekvence se před a po dvou týdnech cvičení rezonančního typu dýchání u zdravých jedinců neliší.

H_A3: Parametry variability srdeční frekvence se před a po dvou týdnech cvičení rezonančního typu dýchání u zdravých jedinců liší.

2.2.3 Výzkumná otázka č. 3

Zvýšila se kvalita života hodnocená dotazníkem WHOQOL-BREF u zdravých jedinců po dvou týdnech cvičení dechových technik?

H₀4: Výsledky testu WHOQOL-BREF se u zdravých jedinců po dvou týdnech cvičení dechových technik neliší.

H_A4: Výsledky testu WHOQOL-BREF se u zdravých jedinců po dvou týdnech cvičení dechových technik liší.

3 METODOLOGIE VÝZKUMU

Měření v rámci diplomové práce proběhlo v domácím prostředí probandů, jelikož do něj byli zařazeni výhradně zdraví jedinci. Před započítáním experimentu bylo v březnu 2023 uděleno souhlasné stanovisko Etické komise Fakulty zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci viz Příloha 1 na s. 75.

3.1 Charakteristika výzkumné skupiny

Výzkum byl zaměřen na zdravé jedince bez ohledu na pohlaví. Do výzkumu byli vybráni jedinci, kteří se aktuálně či dlouhodobě neléčí s žádným onemocněním. Věkový rozptyl probandů byl určen v rozmezí mezi 20 až 30 lety. Předpokládaný plánovaný a zároveň minimální počet probandů byl stanoven mezi 15–25. Probandi byli osloveni prostřednictvím sociálních sítí a obdrželi k podepsání informovaný souhlas (viz Příloha 2 na s. 76 a Příloha 3 na s. 77). Dále byli důkladně informováni o účelu a zaměření výzkumu, o zajištění anonymity a ochrany osobních dat. Zároveň byli poučeni, že v případě vzniku jakéhokoliv problému či špatné tolerance cvičení, můžou z výzkumu odstoupit či mohou být vyloučeni autorkou práce. Kritériem pro vyloučení byl také náhlý výskyt onemocnění během celého měření.

3.2 Průběh výzkumu

Měření ve výzkumu probíhalo celkem čtyři týdny pomocí Garmin hodinek, které zaznamenávají TF a HRV. Probandi nosili chytré hodinky v režimu 24 hod denně, výjimkou byla např. hygiena či nabíjení samotného zařízení. První dva týdny probíhaly bez intervence a sloužily jako kontrolní měření. Na následující dva týdny byli probandi rozděleni do dvou skupin, z nichž každá cvičila 2x denně jiný typ dechových technik. Cvičení probíhalo nejlépe v domácím prostředí probanda, případně na místě, které bylo pro něj komfortní.

První skupina cvičila 5–10 min 2x denně dýchání pránájáma typu Nadi Shodhana. Druhá skupina cvičila 5–10 min 2x denně rezonanční dýchání. Obě dechové techniky jsou popsány ve svých kapitolách pod čísly 1.4.1 a 1.4.2. Probandi byli řádně instruováni o přesném provedení dechového cvičení, které probíhalo, jak bylo avizováno výše, 2x denně. Cvičení byla ukotvena v konkrétní denní době. První cvičení mezi 6–12 hod a druhé cvičení mezi 12–23 hod.

3.3 Použité metody výzkumu

Probandi obdrželi na začátku výzkumu dvě tabulky, do kterých vyplnili iniciály svého jména, datum narození, pohlaví a přidělenou dechovou techniku. Příloha 4 na s. 78 a Příloha 5 na s. 79 obsahují příslušné tabulky. Do tabulek dále zapisovali náplň každého dne (práce, studium, sport apod.) a v druhých dvou týdnech navíc i časy cvičení. TF a parametry HRV byly za celé čtyři týdny měřeny pomocí Garmin hodinek, které umožňují synchronizaci s mobilní aplikací, ve které se během výzkumu shromáždila všechna potřebná data. Probandi pomocí mobilní aplikace sepsali do tabulek změny TF po cvičení a průměrné hodnoty HRV za každý den.

Probandi dále obdrželi na začátku a konci výzkumu zkrácenou verzi standardizovaného dotazníku WHOQOL-BREF od Světové zdravotnické organizace (WHO), který hodnotí aktuální kvalitu života. Vyplnění tohoto dotazníku trvá přibližně 5–10 min. Pro možnost využití tohoto dotazníku k nekomerčním výzkumným účelům byla provedena registrace v českém WHOQOL centru. Po vyplnění registračního formuláře bylo zajištěno dodání elektronické verze dotazníku.

3.4 Hodnocené parametry

Po shromáždění výsledků od celého výzkumného souboru probíhalo jejich následné statistické a grafické zpracování, přičemž hlavními hodnocenými parametry byla TF a HRV. Nejprve byly hodnoceny parametry TF (tep/min) před a po dýchání. Garmin hodinky umožňují měření TF v reálném čase i během celého dne díky optickému měření fotopletysmografie. Bylo předpokládáno, že změny v dechové frekvenci nastanou při změně dechové vlny, a proto byly tyto hodnoty primárně použity k ověření, zda bylo cvičení řádně dodržováno. Tyto změny byly analyzovány v rámci H_{01} a H_{A1} (Chinagudi et al., 2014, s. 234).

Měření HRV prostřednictvím Garmin hodinek bylo umožněno pomocí analýzy v časové doméně, přičemž Garmin využívá RMSSD. RMSSD se obvykle počítáno v delším časovém období, běžně od 1–5 min až do 24 hod. Garmin zobrazuje průměrné hodnoty RMSSD za každý den, proto je žádoucí nosit hodinky v režimu 24/7. Díky kontinuálnímu měření je možné zhodnotit signifikantní změny hodnot RMSSD na začátku a na konci výzkumu. Pro každou dechovou techniku zvlášť byly stanoveny H_{02} , H_{A2} , H_{03} a H_{A3} (Pumpřla et al., 2014, s. 206; Taralov et al., 2016, s. 174).

Jako poslední proběhlo v rámci H_{04} a H_{A4} vyhodnocení dotazníku WHOQOL-BREF, které se provádí v bodech, přičemž maximální nejvyšší počet bodů za celý dotazník je 20. Dále byly vyhodnoceny jednotlivé domény zvlášť (Dragomirecká a Bartoňová, 2006, s. 14).

3.5 Statistické zpracování dat

Naměřená data pomocí Garmin hodinek byla zanesena do programu MS Excel. Následně byla statisticky hodnocena pomocí programu Statistica 13.4.0. Tabulka 1 níže znázorňuje přehledně finální počet probandů s ohledem na pohlaví a cvičenou dechovou techniku. Konečný počet probandů je $n=25$ s průměrným věkem $26 \pm 2,02$. Vyšší zastoupení mají ženy (18) a nižší zastoupení mají muži (7). Dechovou techniku Nadi Shodana cvičilo 12 probandů a rezonanční dýchání cvičilo 13 probandů.

Tabulka 1 Celkový počet probandů s ohledem na pohlaví a dechovou techniku

	Nadi Shodana	Rezonanční dýchání	Celkem
Ženy	8	10	18
Muži	4	3	7
Celkem	12	13	25

Dále byla provedena popisná statistika pro rozdíl mezi vstupním a výstupním měřením u TF a HRV, která slouží pro posouzení míry jejich změny.

K ověření TF v rámci H_{01} a H_{A1} , vzhledem ke své normální distribuci, byl využit párový t-test. K ověření hypotéz vztahujících se k dechovým technikám byly, kvůli nízkému počtu probandů ($n=12/13$), využity neparametrické testy. Využila jsem konkrétně Wilcoxonův párový test pro hodnocení změn před a po cvičení každé dechové techniky zvlášť, aby bylo možné ověřit stanovené hypotézy (H_{02} , H_{A2} , H_{03} a H_{A3}). Jako poslední byly zpracovány výsledky dotazníku WHOQOL-BREF, pro které jsem využila opět párový t-test kvůli pro svou normální distribuci bodového hodnocení dotazníku. Nejprve byly testovány jednotlivé domény zvlášť a následně i všechny dohromady pro ověření H_{04} a H_{A4} .

4 VÝSLEDKY

V této kapitole budou postupně představeny výsledky statistického hodnocení naměřených dat, přičemž jednotlivé podkapitoly interpretují výsledky výzkumných otázek.

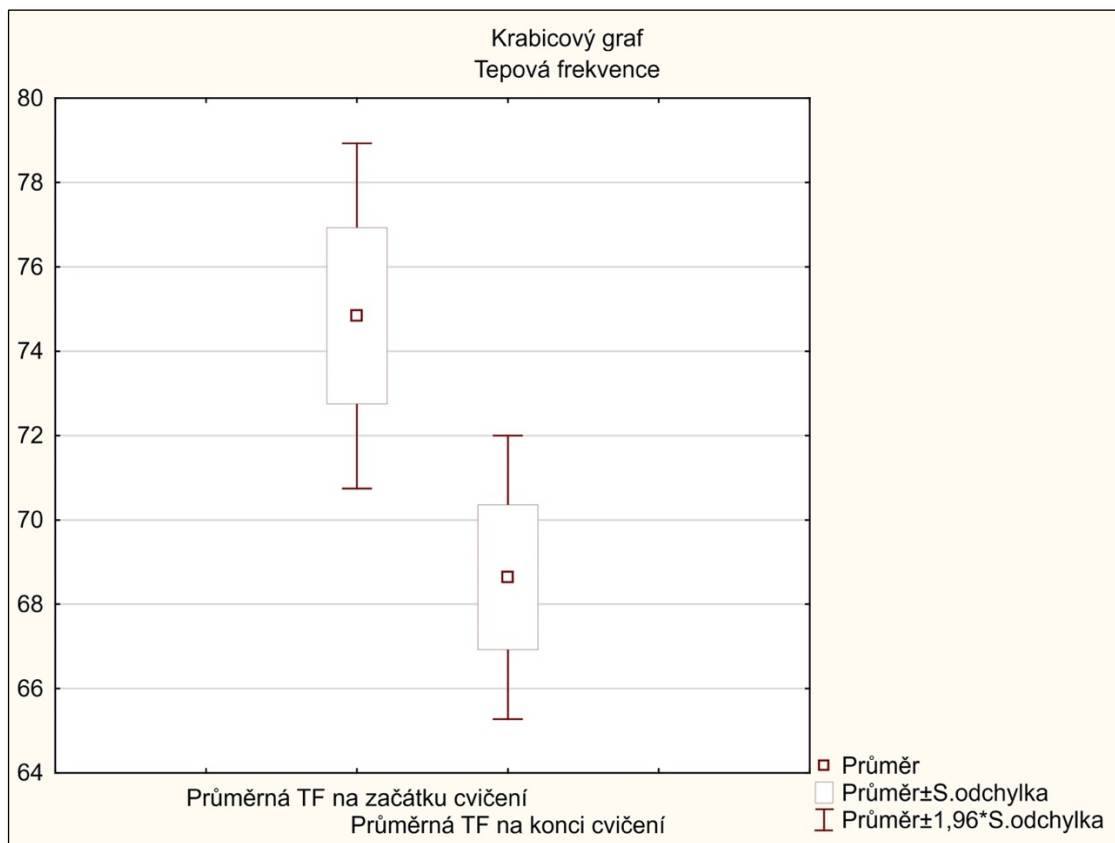
Před samotnou interpretací výsledků jednotlivých výzkumných otázek byly ověřeny H_0 a H_{A1} . Pro tento měřený parametr byl proveden Shapiro-Wilkův test normality. Výsledky testu prokazují, že TF vykazuje normální distribuci, a proto byl pro ověření hypotéz využit párový t-test na hladině statistické významnosti (p) rovné 0,05. Parametr TF je udáván v tepech za minutu.

Z výsledků párového t-testu pro TF před a po cvičení vychází, že je **p-hodnota menší než 0,001**. Rozdíl je statisticky významný, a **proto můžeme zamítnout H_0 ve prospěch H_{A1}** . Deskriptivní statistiku a výsledky prezentuje Tabulka 2 níže. Z těchto výsledků lze potvrdit, že obě dechové techniky byly výzkumným souborem řádně cvičeny.

Tabulka 2 Deskriptivní statistika a statistické testování průměrů aktuální TF před x po cvičení dechových technik (v tepech za minutu)

	Tepová frekvence před a po cvičení Deskriptivní statistika a párový t-test Vyznačené červeně jsou významné na hladině $p < ,05000$								
	Počet	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	25. percentil	50. percentil	S. odchylka	p-hodnota
Průměrná TF na začátku cvičení	25	78,84	73	54	93	68	82	10,44	0,0000
Průměrná TF na konci cvičení	25	68,64	66	53	84	61	77	8,57	

Pro lepší přehlednost byly výsledky zaneseny do krabicového grafu viz Obrázek 5 níže. Z grafu jednoznačně vyplývá, že po cvičení dechových technik došlo ke statisticky významnému snížení TF po dokončení dechového cvičení.



Obrázek 5 Grafické znázornění signifikantně významných výsledků TF před a po cvičení dechových technik (v tepech za minutu)

4.1 Výsledky k výzkumné otázce č. 1

Liší se hodnoty variability srdeční frekvence před a po dvou týdnech cvičení dechové techniky Nadi Shodana u zdravých jedinců?

Výzkumná otázka č. 1 je zaměřena na vliv dechové techniky Nadi Shodana na hodnoty HRV. Tato otázka byla řešena v hypotézách H_{02} a H_{A2} . Byly hodnocené změny HRV před a po cvičení této dechové techniky. Měřený parametr je udáván v ms. Tuto dechovou techniku cvičilo celkem 12 probandů, avšak u jednoho probanda nedošlo k žádným změnám v hodnotách HRV před a po cvičení, proto nebyl tento výsledek do testu zařazen. Zpracovány byly pouze výsledky od zbylých 11 probandů. Statistická významnost byla spočítána pomocí Wilcoxonova párového testu na hladině statistické významnosti (p) rovné 0,05.

Komentář k výsledkům výzkumné otázky č. 1

Testováním H_02 a H_{A2} pomocí Wilcoxonova párového testu nebyl prokázán signifikantní rozdíl mezi vstupním a výstupním měření. Hodnota p je větší než 0,05 ($p=0,0754$), a **proto nemůžeme H_02 zamítnout**. Hodnoty variability srdeční frekvence se tedy po dvou týdnech cvičení dechové techniky Nadi Shodana statisticky významně nelišily. Deskriptivní statistiku a výsledky zobrazuje přehledně níže přiložená Tabulka 3.

Tabulka 3 Deskriptivní statistika a statistické testování průměrů HRV před x po cvičení dechové techniky Nadi Shodana (ms)

	Nadi Shodana (1) – HRV před a po cvičení Deskriptivní statistika a Wilcoxonův párový test Vyznačené červeně jsou významné na hladině $p < ,05000$						
	Počet	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	S. odchylka	p-hodnota
Průměrná HRV před	12	64,83	60	43	89	15,98	0,1095
Průměrná HRV po	12	67,16	64	44	88	14,67	

4.2 Výsledky k výzkumné otázce č. 2

Liší se hodnoty variability srdeční frekvence před a po dvou týdnech cvičení rezonančního typu dýchání u zdravých jedinců?

Výzkumná otázka č. 2 je zaměřena na vliv rezonančního typu dýchání na hodnoty HRV. Tato otázka byla řešena v hypotézách H_{03} a H_{A3} . Obdobně jako u předchozí výzkumné otázky, byly hodnoceny změny HRV před a po cvičení této dechové techniky. Měřený parametr je opět udáván v ms. Tuto dechovou techniku cvičilo celkem 13 probandů. U dvou probandů nedošlo ke změně v hodnotách HRV, a proto byly statisticky zpracovány výsledky od 11 probandů. Výsledky Shapiro-Wilkova testu prokazují, že HRV nevykazuje normální distribuci, a proto byla statistická významnost spočítána pomocí Wilcoxonova párového testu na hladině statistické významnosti (p) rovné 0,05.

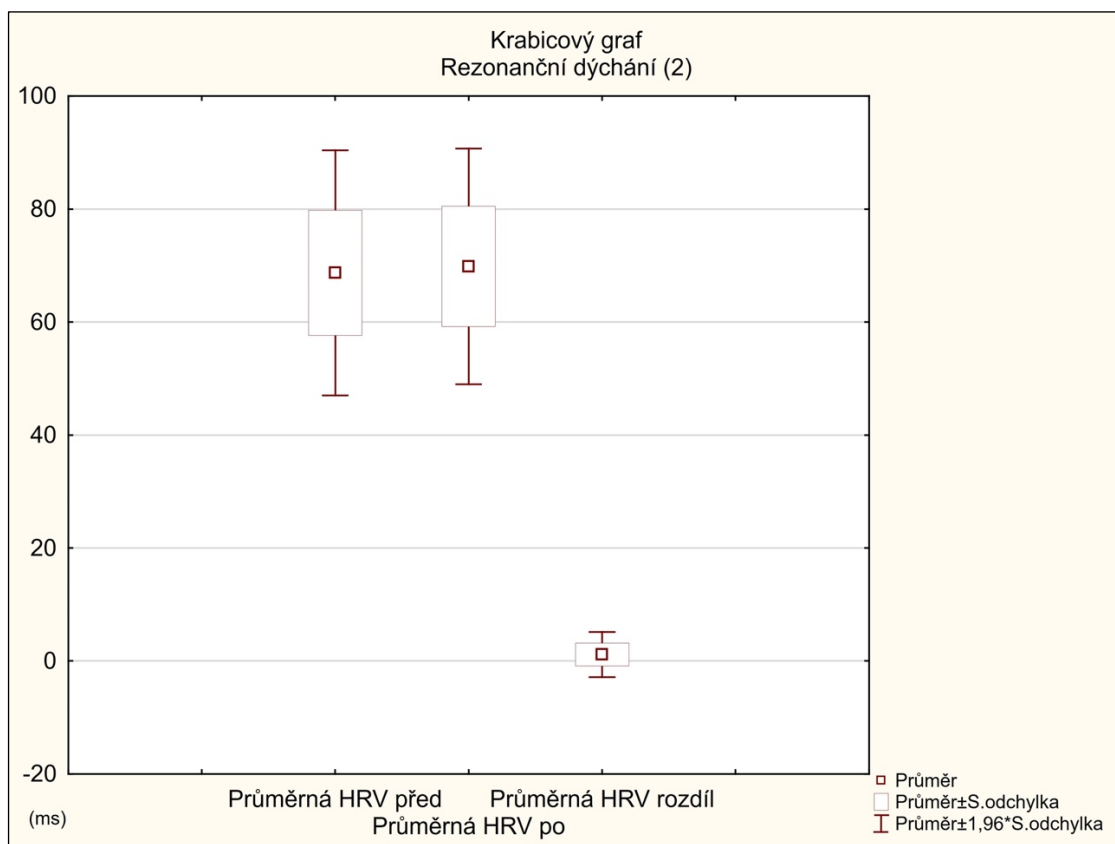
Komentář k výsledkům výzkumné otázky č. 2

Testováním H_{03} pomocí Wilcoxonova párového testu **byl prokázán signifikantní rozdíl** mezi vstupním a výstupním měření. Hodnota **p je menší než 0,05 ($p=0,0409$)**, takže **H_{03} můžeme zamítnout ve prospěch H_{A3}** . Z výsledků je patrné, že hodnoty variability srdeční frekvence se po dvou týdnech cvičení rezonančního dýchání statisticky významně liší. Deskriptivní statistiku a výsledky zobrazuje přehledně níže přiložená Tabulka 4.

Tabulka 4 Deskriptivní statistika a statistické testování průměrů HRV před x po cvičení rezonančního dýchání (ms)

	Rezonanční dýchání (2) – HRV před a po cvičení Deskriptivní statistika a Wilcoxonův párový test Vyznačené červeně jsou významné na hladině $p < ,05000$						
	Počet	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	S. odchylka	p-hodnota
Průměrná HRV před	13	68,69	67	52	85	11,07	0,0409
Průměrná HRV po	13	69,84	67	53	86	10,64	

Pro zobrazení statisticky významných výsledků byl vytvořen krabicový graf viz Obrázek 6 níže, který vykazuje mírné zvýšení HRV po cvičení rezonančního typu dýchání.



Obrázek 6 Grafické znázornění signifikantně významných výsledků HRV před x po cvičení rezonančního typu dýchání

4.3 Výsledky k výzkumné otázce č. 3

Zvýšila se kvalita života hodnocená dotazníkem WHOQOL-BREF u zdravých jedinců po dvou týdnech cvičení dechových technik?

Předmětem poslední výzkumné otázky č. 3 je zvýšení kvality života před a po cvičení dechových technik. Kvalita života byla hodnocena pomocí dotazníku WHOQOL-BREF, jehož hodnoty jsou udávány v bodech. Maximální počet bodů čili nejvyšší kvalitu života označuje celkem 20 bodů. Čím nižší je bodové skóre, tím je kvalita života nižší. Opět, stejně jako u předchozího testování, byla nejdříve testována normalita. Výsledky Shapiro-Wilkova prokazují, že bodové hodnocení dotazníku WHOQOL-BREF má normální distribuci. Pomocí párového t-testu byly hodnoceny všechny čtyři domény (fyzické a psychické zdraví, sociální vztahy a prostředí) před a po cvičení dechových technik, a to na hladině statistické významnosti (p) rovné 0,05.

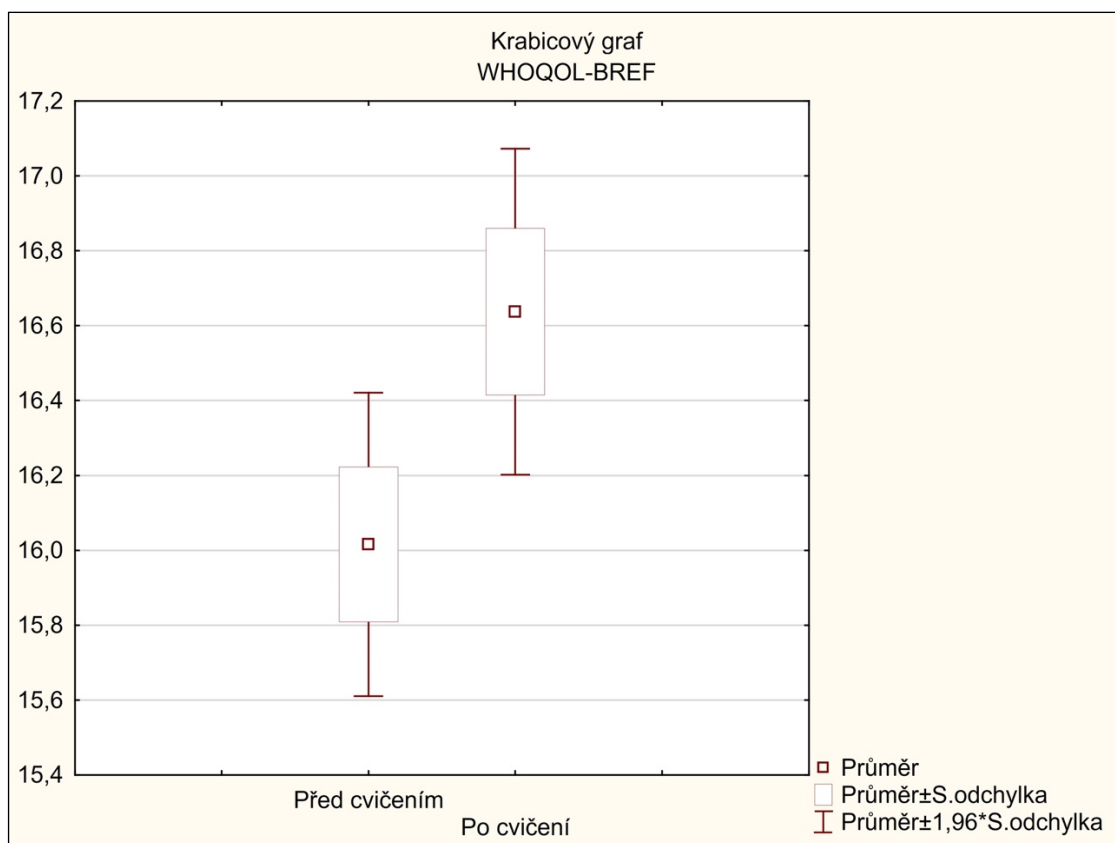
Komentář k výsledkům výzkumné otázky č. 3

Testováním H_04 pomocí párového t-testu **byl prokázán signifikantní rozdíl** před a po cvičení dechových technik u domény 1, u které je **p-hodnota menší než 0,05 ($p < 0,001$)**. Dále **byl prokázán signifikantní rozdíl** u domény 2 ($p = 0,0005$) a u domény 3 ($p = 0,005$). Pouze u poslední 4. domény je hodnota p větší než 0,05 ($p = 0,0658$). Pokud bylo provedeno testování výsledků pomocí párového t-testu pro kompletně všechny domény. Výsledky t-testu (**-7,30**) v hodnocení kvality života **prokazují signifikantní rozdíl** mezi vstupním a výstupním měření. **P-hodnota je menší než 0,05 ($p < 0,001$)**, tzn. **že H_04 můžeme zamítnout ve prospěch H_{A4}** . Jednotlivé domény a výsledky párových t-testů zobrazuje Tabulka 5 níže.

Tabulka 5 Statistické zpracování bodových průměrů dotazníku kvality života WHOQOL-BREF před x po cvičení

Domény		Před cvičením průměr±s.odchylka	Po cvičení průměr±s.odchylka	t-test	p-hodnota
Doména 1	Fyzické zdraví	3,86±0,30	4,37±0,35	-6,86	0,0000
Doména 2	Prožívání	3,86±0,49	4,01±0,44	-4,03	0,0005
Doména 3	Sociální vztahy	4,00±0,59	4,15±0,62	-3,09	0,0050
Doména 4	Prostředí	4,06±0,33	4,11±0,32	-1,93	0,0658
Vyznačené červeně jsou významné na hladině $p < ,05000$					

Bodový průměr před zahájením cvičení z maximálně možných bodů 20 byl celkem 16,02 (s. odchylka=1,03). Na konci výzkumu se tato hodnota zvýšila na 16,64 (s. odchylka=1,11). Kvalita života hodnocená dotazníkem WHOQOL-BREF byla na konci výzkumu vyšší, na což poukazuje i krabicový graf viz Obrázek 7 níže.



Obrázek 7 Grafické znázornění signifikantně významných výsledků dotazníku WHOQOL-BREF před x po cvičení dechových technik (v bodech)

5 DISKUZE

Obsahem této kapitoly je zhodnocení efektu cvičení dechových technik Nadi Shodana a rezonančního dýchání na hodnoty TF a HRV. Celkem bylo osloveno 30 probandů, z nichž čtyři jedinci cvičení nedokončili a jedna osoba odstoupila z důvodu nemoci. Finální počet probandů ($n=25$) absolvoval výzkum trvající čtyři týdny, z nichž dva týdny obsahovaly každodenní dechové cvičení. Efekt dechových technik byl měřen pomocí Garmin chytrých hodinek spolu s mobilní aplikací, do které byla uložena veškerá data.

Stanovené H_{01} a H_{A1} byly zaměřené na TF bezprostředně před a po dýchání. Monitorování TF je užitečným nástrojem pro stanovení, posouzení a vyhodnocení intenzity cvičení. Proto bylo toto měření primárně realizováno pro ověření, zda celý výzkumný soubor dechové techniky řádně dodržoval (Støve et al., 2019, s. 895). Chytré hodinky a jiná sportovní zařízení měřící TF se dle Millera, Sargenta a Roacha (2022) zdají být, ve srovnání s měřením EKG, poměrně přesné. Tito autoři ve své studii sledovali spolehlivost měření TF nejen u hodinek od firmy Garmin, ale také u mnoha dalších, jako jsou Apple Watch, Polar anebo u dnes velmi známého prstýnku Oura. Měření TF pomocí těchto jednoduchých zařízení se v dnešní době využívá mnohem častěji. Používá se tzv. fotopletysmografie, což je zdroj zeleného světla obvykle na spodní straně zařízení, které snímá průtok krve v kapilárách. Tyto přístroje by mohly u pacientů v budoucnu usnadnit diagnostiku odchylek TF, nicméně pro zařazení těchto přístrojů do diagnostiky není dostatečné množství studií. Ačkoliv jsou data u většiny zařízení při měření TF relativně přesná a s minimálními odchylkami, tak jsou stále firmy, které nejsou na svou spolehlivost měření otestovány. Zároveň je nedostatek testování u konkrétních diagnóz (Seidlerová, 2021, s. 58).

Støve et al. (2019) uvádí vyšší spolehlivost Garmin hodinek v měření TF za klidových podmínek. S vyšší pohybovou aktivitou se spolehlivost měření snižuje. Tuto spolehlivost srovnávají s hodinkami Polar, které prokázaly za pohybu přesnější výsledky. Obě dechové techniky v rámci této diplomové práce byly cvičeny v klidné pozici, což je pro přesnost celého výzkumu výhodnější. Stejných výsledků ve spolehlivosti měření Garmin hodinek za klidných podmínek dosáhli Cassirame et al. (2017), kteří u Garminu místo měření TF hodnotili kvalitu měření HRV. V této studii srovnávali klasické měření EKG s kvalitou měření hodinek Garmin 920 XT. Měření probíhala v třech situacích: první v leže (8 min), druhé ve stoje (7 min) a poslední při submaximální zátěži na bicyklovém ergometru (5 min zahřátí a 3x3 min jízdy). Výsledky v porovnání s EKG prokazují vyšší přesnost měření HRV pomocí Garmin hodinek v klidné pozici. Při pohybu dochází k menší přesnosti měření z důvodu vznikajících rušivých

artefaktů (Cassirame et al., 2017, s. 837). Tyto informace o spolehlivosti měření jsou výhodné pro budoucí výzkumy. V případě, že by se jednalo o výzkum měřící TF nebo HRV během pohybu, určitě by bylo vhodnější pro měření zvolit EKG.

Výsledky testování TF (n=25) pomocí párového t-testu prokazují její statisticky významné snížení. P-hodnota je menší než 0,05 ($p=0,0409$), čili zamítáme H_0 ve prospěch H_A . Jak bylo již zmíněno, dech má silný vliv na kardiovaskulární systém (Russo, Santarelli a O'Rourke, 2017, s. 302). Tento výsledek prokazuje řádné dodržování cvičení a zároveň zvyšuje přesnost celé výzkumné části diplomové práce. Výsledek není příliš překvapující, protože obdobné výsledky ($p<0,05$) prokázaly i jiné výzkumy např. studie od Goela et al. (2016) a Manoranjana a Bisweswariho (2019). Ty došly k obdobným výsledkům v rámci 10 a 20 min dlouhého cvičení dechové techniky Nadi Shodana. Obě studie sledovaly bezprostřední vliv dýchání na TF a další fyziologické hodnoty a obě se shodují na zvýšené aktivitě parasymptiku po dokončení cvičení. Zdá se, že i krátká doba cvičení dechové techniky Nadi Shodana po dobu 10 minut může být dostatečná k vyvolání určitých změn v lidském těle. Metaanalýza od Yana et al. (2017) sledovala techniku pomalého prohloubeného dýchání ve vztahu k TF. I když přímo nepoužívala rezonanční dýchání, charakter cvičení byl podobný. V rámci této metaanalýzy byly potvrzeny totožné výsledky jako u předchozích studií. Yan et al. (2017) navíc přináší informace, že se jedná o užitečnou intervenci pro snížení klidové TF u pacientů s kardiovaskulárními onemocněními. I Upadhyay et al. (2023) doporučují dechové cvičení ke zlepšení kardiovaskulárních funkcí, konkrétně vyzdvihují jógové techniky z pránájámy.

5.1 Diskuze k výzkumné otázce č. 1

Liší se hodnoty variability srdeční frekvence před a po dvou týdnech cvičení dechové techniky Nadi Shodana u zdravých jedinců?

Hlavním zkoumaným parametrem výzkumné části byla HRV. Garmin hodinky umožňují měření HRV, která je upravena v časové doméně na RMSSD, což je jeden z nejstarších a nejběžněji používaných ukazatelů funkcí vegetativního nervového systému. Zároveň klinicky souvisí s RSA a se změnami srdečního rytmu v reakci na dýchání (Pumpřla et al., 2014, s. 206; Sieciński, Kostka a Tkacz, 2020, s.6).

Výzkumná otázka č.1 se zabývá vlivem Nadi Shodany na HRV. Nadi Shodana pochází z výše uvedené pránájámy, která obecně obsahuje více typů dechových cvičení (Sengupta, 2012, s. 448). Literatura používá název Nadi Shodana, ale můžeme se setkat i s názvem

Alternate Nostril Breathing, ze kterého lze více odvodit samotný princip techniky, a to střídavý nádech a výdech nosními dírkami (Nivethitha, Manjunath a Mooventhan, 2017, s. 99). Nivethitha, Manjunath a Mooventhan (2017) zároveň zmiňují, že levá nosní dírka je spojena více s parasympatickou aktivitou a pravá nosní dírka naopak se sympatickou aktivitou. Co se však týče tohoto tvrzení, neexistují studie, které by ho potvrzovaly či vyvracely.

Pro výzkumnou část diplomové práce cvičilo Nadi Shodanu celkem 12 probandů, z toho 8 žen a 4 muži. Při cvičení jim bylo doporučeno používat dominantní ruku při zaujetí pohodlného sedu, ideálně v tzv. Siddha asánu, známou také jako dokonalý sed (Levin a Swoap, 2019, s. 272). Pro Nadi Shodanu byly stanovené H_0 2 a H_A 2. Finální výsledky byly zpracovány od 11 probandů, protože u jedné osoby nedošlo k žádným změnám HRV. Výsledky naznačují, že po cvičení nebylo dosaženo statisticky významných změn HRV. Testování výsledků ($n=11$) bylo realizováno pomocí Wilcoxonova párového testu, ve kterém p -hodnota vychází větší než 0,05 ($p=0,0754$), a proto H_0 2 nelze v tomto případě zamítnout.

Jóga, zejména pránájáma, je holistickým přístupem, který posiluje lidské tělo i mysl a podporuje zdraví. Tento přístup umožňuje lepší regulaci stresových reakcí a zvyšuje schopnost účinněji odolávat stresu. Jógové praktiky tohoto typu mohou působit preventivně před vznikem KVO jako je hypertenze nebo ischemické choroby. Tato technika nabývá ve výzkumech čím dál více pozornosti, a to hlavně ve spojitosti právě s kardiovaskulárním systémem (Goel et al., 2016, s. 9 a 12). První studie, kterou bych chtěla zmínit, je od Subramaniana, Devakiho a Saikumara (2016), kteří ve svém výzkumu testovali Nadi Shodanu u 25 zdravých jedinců ve věkovém rozmezí 17–35 let. Měření probíhalo pomocí EKG a bylo zaměřené na aktuální změny HRV. Vyjmenované budou jednotlivé kroky studie, přičemž v každém kroku probíhalo EKG měření. Jako první probíhala 10–15 min relaxace, dále 10 min cvičení, po dokončení cvičení následovala 5 min relaxace a finálně proběhla opět 10–15 min relaxace. Statisticky významné ($p<0,05$) vyšly hodnoty LF, HF a poměr LF/HF bezprostředně po dokončení cvičení, ale po finální pauze už nikoliv. Pokud se testovaly celkové výsledky před a po cvičení, tak nedošlo ke statisticky významným změnám. Autoři zároveň poukazují na nezávislost rychlosti střídavého dýchání. U svých probandů testovali 6 dechů/min a 12 dechů/min (Subramanian, Devaki a Saikumar, 2016, s. 1 a 2). Ve výzkumu práce neměli probandi za úkol počítat dechy/min. Mezi instrukcemi byl plynulé pomalé dýchání nosními dírkami, což se pohybovalo kolem mezi 10–12 dechy/min. Při cvičení bylo důležité, aby nedocházelo ke vzniku nepříjemných pocitů např. k zamotání hlavy.

Předchozí studii rozporuje novější studie od Upadhyae et al. (2023), kteří se ve svém výzkumu zajímali obecně o pránájámu, konkrétně o Nadi Shodanu a Bhramari. Sledovali

bezprostřední vliv těchto technik na TF, HRV a krevní tlak. Měření probíhalo opět pomocí EKG. Do studie bylo zařazeno celkem 100 probandů s esenciální hypertenzí ve věku 30–60 let. Byly vytvořeny dvě stejné skupiny (n=50/50), z nich každá cvičila svou dechovou techniku po dobu 20 min. Hodnoceno bylo především RMSSD, LF, HF a poměr LF/HF. Bylo zjištěno statisticky významné zvýšení ($p=0,029$) hodnot RMSSD po 20 min cvičení Nadi Shodany. Tato poměrně nedávná studie zároveň potvrzuje, že u obou dechových technik došlo u probandů nejen ke snížení krevního tlaku, ale také k pozitivnímu efektu na esenciální hypertenzi (Upadhyay et al., 2023, s. 5). Zároveň se jedná o jednu z mála studií, která testovala vliv dechových technik na hodnoty HRV u probandů s určitým typem onemocnění. Navíc by tento směr mohl být pro budoucí výzkumy velmi zajímavý, protože dechové techniky tohoto typu by mohly mít potenciál v terapii pacientů s kardiovaskulárními obtížemi. Cvičení je zároveň velmi jednoduché a neinvazivní, což je taktéž benefitem.

Tyto dvě studie sledují bezprostřední vliv Nadi Shodany na autonomní funkce. Důležité je také sledovat dlouhodobé účinky, které ve studiích nalézáme méně často. Nicméně studie od Garga a Chandly (2016) hodnotí vliv Nadi Shodany na HRV po dobu 3 měsíců každodenního cca 25 min cvičení (3x4 min). Do studie bylo zařazeno celkem 30 zdravých studentů ve věku 17–21 let. Sledovanými parametry byla LF, HF a poměr LF/HF. Měření HRV probíhalo pomocí EKG před zahájením výzkumu, po 6 týdnech a po 12 týdnech čili v úplném závěru. Výsledky dopadly velmi zajímavě. Došlo ke statisticky významným změnám ($p<0,05$) u všech zkoumaných parametrů. Parametr HF se zvýšil po 6 týdnech i po 12 týdnech, což naznačuje vyšší parasympatickou aktivitu. U parametru LF došlo po 6 týdnech i po 12 týdnech ke snížení, což naznačuje nižší sympatickou aktivitu. Vyšší rozdíl v poměru LF/HF byl zaznamenán pouze po 12 týdnech. Poměr LF/HF se snížil, a tím se prokázala parasympatická převaha. Tyto výsledky jsou velice příznivé a prokazují, že delší cvičení Nadi Shodany vede k lepší sympato-vagové rovnováze. Zásadním rozdíly mezi touto studií a výzkumem této diplomové práce, mimo způsob měření HRV, je jednoznačně délka celého výzkumu. Denní délka cvičení je velmi podobná, jelikož ve studii Garga a Chandly (2016) probíhalo cvičení 1x denně po dobu cca 25 min, ve výzkumu diplomové práce probíhalo cvičení 2x denně po dobu cca 5–10 min. Celková délka výzkumu bude s velkou pravděpodobností zastupovat významnou roli k dosažení efektivnějších výsledků.

Studie Levina a Swoapa (2019) se, stejně jako výzkum této práce, zaměřuje na Nadi Shodanu a rezonanční dýchání. Tato studie hodnotila totožné dechové techniky u 55 zdravých studentů ve věkovém rozmezí 18–22 let. Mezi měřenými parametry bylo RMSSD, HF a také SDNN. Měření probíhalo pomocí EKG v kombinaci s hrudním pásem. Tato studie se opět

zaměřovala na změny HRV během dýchání, nikoliv na dlouhodobé účinky. Dýchání bylo prováděno vždy 3 min s následnou 5 min pauzou. Celé měření probíhalo cca 1,5 hod, přičemž v něm bylo zahrnuto i vyplňování dotazníků a spoluúčast probandů na vyhodnocování výsledků. Výsledky studie potvrzují zvýšení došlo po cvičení Nadi Shodany došlo ke statistickému zvýšení pouze u RMSSD ($p < 0,01$). Hodnoty SDDN se statisticky zvýšily u obou dechových technik, ale u Nadi Shodany bylo zvýšení menší. Výsledky potvrzují posun v sympato-vagové rovnováze, což odpovídá i výsledkům předchozí studie. Ve studii bylo u Nadi Shodany dosaženo menších změn HRV nežli u rezonančního dýchání. Jedná se o obdobné výsledky jako prokazují výsledky diplomové práce. Zároveň považuji za velmi přínosné využívání hrudního pásu, který by mohl v kombinaci s hodinkami Garmin představovat další možnost k získání přesnějších výsledků.

5.2 Diskuze k výzkumné otázce č. 2

Liší se hodnoty variability srdeční frekvence před a po dvou týdnech cvičení rezonančního typu dýchání u zdravých jedinců?

Druhou dechovou technikou bylo rezonanční dýchání, kterou se ve spojitosti s HRV zabývala výzkumná otázka č. 2. V literatuře lze tuto techniku nalézt také pod pojmem „slow deep breathing“ nebo „voluntary slow breathing“. Rezonanční dýchání může znít poněkud složitě, ale jedná se o prosté pomalé dýchání s frekvencí 5–7 dechů/min. Principem je synchronizace srdeční a dechové frekvence. Rychlost dýchání při cvičení odpovídá přibližně rezonanční frekvenci 0,1 Hz čili frekvenci, která je výhodná pro zlepšení baroreflexní senzitivity a může přispět ke snížení krevního tlaku. Pro tyto důvody je rezonanční dýchání obvykle spojováno s kardiovaskulárními funkcemi a je častým předmětem výzkumů. Literatura uvádí, že rezonanční dýchání ovlivňuje pozitivně nejen kardiovaskulární funkce, ale také zlepšuje kognitivní výkonnost. Zároveň ovlivňuje pozitivním směrem psychiku a snižuje stres (Tharion et al , 2012, s. 82; Steffen et al., 2017, s. 4; Chaitanya et al., 2022, s. 1 a 7).

Rezonanční dýchání bylo cvičeno celkem 13 probandy, z nichž 10 byly ženy a 3 byli muži. Účastníci byli instruováni, aby během cvičení seděli vzpřímeně. Jak bylo uvedeno, ideálním počtem je 5–7 dechů/min, přičemž probandům bylo doporučeno si vyzkoušet dýchání nejprve nanečisto. Nádech byl prováděn nosem a výdech ústy. Pro hodnocení efektu cvičení byly stanoveny H_0 a H_A . Pro statistické zpracování ($n=11$) byl následně použit Wilcoxonův párový test. Hodnota p vyšla menší než 0,05 ($p=0,0409$), což znamená, že H_0 můžeme

zamítnout ve prospěch H_A3 . Hodnota p se velmi přibližuje hranici statistické významnosti (0,05), a proto i přesto, že jsou výsledky statisticky významné, nejsou hodnoty HRV výrazně odlišné před a po cvičení. Nicméně je možné pozorovat narůstající trend hodnot HRV v průběhu času.

Stejně jako u předchozí dechové techniky se většina studií zaměřuje převážně na krátkodobý vliv rezonančního dýchání. Opět je v případě nedostatečné množství relevantních výzkumů. Nejprve se zaměřím na studie sledující krátkodobé účinky a následně i na studie s dlouhodobými účinky. Vráťím se zpět ke zmíněné studii v předchozí kapitole od Levina a Swoapa (2019), která porovnávala totožné dechové techniky jako diplomová práce. Již u zmíněné Nadi Shodany došlo v této studii ke statisticky významnému zvýšení RMSSD. Bylo tomu taktéž i u rezonančního dýchání, u kterého došlo ke statisticky významnému zvýšení nejen RMSSD ($p < 0,01$), ale i HF ($p < 0,01$). Hodnoty SDNN se statisticky zvýšily u obou dechových technik, avšak u rezonančního dýchání více ($p < 0,01$). Studie potvrzuje pozitivní posun v sympato-vagové rovnováze. Tato studie dosáhla obdobných výsledků jako výzkum této diplomové práce. Vyšší vliv byl prokázán u rezonančního dýchání. Bohužel však tato studie nesleduje dlouhodobý vliv dechového cvičení.

V další studii zařadili Steffen et al. (2017) do měření 95 zdravých probandů v průměrném věku 20 let. Probandi byli rozděleni do tří skupin: první skupina cvičila rezonanční dýchání (6 dechů/min) po dobu 15 min, druhá skupina dýchala rychleji (> 6 dechů/min) nežli první skupina také po dobu 15 min a poslední třetí skupina sloužila jako kontrolní, která dýchala přirozeně a setrvala 15 min v klidné pozici. Měření bylo realizováno pomocí EKG a hodnocenými parametry, v souvislosti s HRV, bylo RMSSD, SDNN, LF, HF a poměr LF/HF. Mimo HRV byl hodnocen krevní tlak, aktuální nálada pomocí škály Spane a kognitivní funkce pomocí testu Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT). U skupiny cvičící rezonanční dýchání byly prokázány statisticky významné změny hodnot LF, HF i poměru LF/HF. Nejvíce však studie vyzdvihuje snížení poměru LF/HF ($p < 0,001$), což naznačuje převahu parasympatické aktivity. U RMSSD a SDNN nebyl prokázán signifikantní rozdíl mezi skupinami. Výsledky této studie nepotvrdily zásadní vliv rezonančního dýchání na aktuální hodnoty HRV. Možným řešením k dosažení efektivnějších výsledků je např. zvýšení frekvence cvičení z 1x denně na 2x denně nebo prodloužení celé doby výzkumu se sledováním dlouhodobých účinků.

V rámci dalšího výzkumu Laborda et al. (2021) bylo do studie zařazeno celkem 112 zdravých probandů ve věku 18–31 let. Měření HRV bylo realizováno pomocí EKG a hlavním měřeným parametrem bylo RMSSD, dále také SDNN, LF, HF a poměr LF/HF.

Probandi ve výzkumu obdrželi také vizuální analogovou škálu (VAS) k hodnocení vnímané intenzity stresu. Měření probíhalo po dobu 1 hodiny a cvičení probíhalo bez i s biofeedbackem HRV na displeji počítače. Samotné cvičení probíhalo ve třech fázích: relaxace–cvičení–relaxace. Mezi kroky probíhalo hodnocení intenzity stresu. Bylo zjištěno, že hodnoty RMSSD se zvyšují výrazně během samotného cvičení ($p < 0,001$) a v pauzách mezi cvičením už méně. Výsledky se shodují se studií od Subramaniana, Devakiho a Saikumara (2016), kteří toto prokázali u Nadi Shodany. U hodnocení stresu hrál důležitou roli čas, kdy na konci výzkumu byla u probandů míra stresu nižší ($p < 0,001$) nežli na začátku výzkumu. Studie zároveň prokazuje výhody biofeedbacku, který může účastníkům cvičení zpříjemnit nebo usnadnit. Tato studie, obdobně jako předchozí studie od Steffena et al. (2017), neprokázala vliv rezonančního dýchání na hodnoty HRV bezprostředně po dokončení cvičení. Cvičení bylo sice delší, ale stále se jednalo o jednorázové cvičení, nikoliv o déle trvající.

Tyto dvě studie rozporují starší studie od Lina, Taie a Fana (2014) a Chinagudiho et al. (2014). Obě studie sledují opět krátkodobý vliv rezonančního dýchání, nicméně přinášejí zajímavé poznatky. Lin, Tai a Fan (2014) sledovali nejen krátkodobý vliv rezonančního dýchání, ale porovnávali minutovou dechovou frekvenci (5,5 a 6 dechů/min). Do této studie bylo zařazeno celkem 47 zdravých studentů ve věku 19–24 let, kteří byli rozděleni do dvou skupin dle dechové frekvence a následně ještě podle poměrů dechů na další dvě skupiny, celkem na 4 finální skupiny. Zaměřím se však na 2 hlavní skupiny s rozdílnou minutovou dechovou frekvencí. Výzkum probíhal celkem 22 min, z toho prvních 5 min bylo relaxačních, 2 min probíhalo cvičení vždy s 1 min pauzou po dobu 12 min, na konci proběhla 5 min finální relaxace. Měření probíhalo pomocí EKG a hodnocenými parametry bylo SDNN, LF, HF a poměr LF/HF. Opět byla v této studii využita VAS k hodnocení vnímané intenzity stresu. U skupiny cvičící v dechové frekvenci 5,5 dechů/min došlo ke statisticky významným změnám u SDNN a LF. U skupiny s dechovou frekvencí 6 dechů/min se statisticky významně zvýšil poměr LF/HF. Tyto výsledky rozporují výsledky předchozích studií, protože zde byla prokázána převaha sympatické aktivity po dokončení cvičení. Velmi zajímavým výsledkem je, že mezi skupinami nebyly zjištěny žádné významné rozdíly v hodnotách SDNN, LF a HF. Tyto výsledky prokazují, že pokud probandi ve výzkumné části práce cvičili přibližně 5 až 6 dechů/min, neměl by být významně ovlivněn vliv cvičení. Vyšší sympatickou aktivitu po cvičení prokázala i studie od Chinagudiho et al. (2014). Tato studie vybrala celkem 20 zdravých probandů ve věku 30–40 let. Hodnoty RMSSD, SDNN, LF, HF a poměr LF/HF byly měřeny pomocí EKG. Před samotným 5 min cvičením předcházela 10 min relaxace. Rezonanční dýchání bylo prováděno v dechové frekvenci 6 dechů/min. Tato studie dosáhla

taktéž velmi odlišných výsledků, než je obecně u dechových technik běžné. Hodnoty RMSSD a SDNN se významně nelišily před a po cvičení. Hodnoty RMSSD měly dokonce tendenci se snižovat. Ke statisticky významným změnám došlo pouze u hodnot LF, HF a poměru LF/HF. Hodnota LF a poměr LF/HF zvýšil, což naznačuje převahu sympatické aktivity. Hodnota HF se snížila čili došlo ke snížení parasympatické aktivity. Tyto výsledky by bylo možné považovat jako nežádoucí, jelikož cílem dechových technik je podpora parasympatické aktivity. Dle mého názoru je však nezbytné neopomíjet tyto poznatky a v rámci tzv. „cherry pickingu“ nezmiňovat pouze studie s ideálními výsledky. K těmto výsledkům mohlo s velkou pravděpodobností dojít např. při usilovném dýchání s hyperventilací či vyšší nervozitě účastníků. Při výzkumech sledujících autonomní funkce je klíčové zajistit klidné a pro účastníka příjemné prostředí, v němž bude cvičení probíhat.

Pro tuto diplomovou práci bylo zásadní sledovat dlouhodobý vliv vybraných dechových technik, ale jak jsem již zmiňovala, na tuto problematiku je mnohem méně relevantních studií. Už v roce 2011 se o toto téma zajímala Tharion et al. (2012) ve své studii, ve které sledují právě dlouhodobější efekt rezonančního dýchání na kardiovaskulární funkce. Do studie bylo zařazeno celkem 36 zdravých probandů ve věku 21–33 let, kteří byli rozděleni do dvou skupin na kontrolní skupinu (n=18) bez cvičení a intervenční skupinu (n=18), která cvičila rezonanční dýchání 30 min denně po dobu 4 týdnů. Měření HRV u obou skupin proběhlo na začátku a na konci výzkumu pomocí EKG. Hodnocenými parametry bylo RMSSD, SDNN, pNN50 (poměr počtu párů sousedních NN intervalů vzhledem k počtu všech NN intervalů), LF, HF a poměr LF/HF. Studie potvrzuje, že dýchání zvýšilo parasympatickou aktivitu a došlo ke zvýšení hodnot HRV, ačkoliv u měřených parametrů nedošlo ke statisticky významným změnám. U této studie probíhalo cvičení celkem 4 týdny, což je o 2 týdny déle, než proběhl výzkum diplomové práce. V případě dosažení významnějšího dlouhodobého účinku rezonančního dýchání by bylo tedy vhodné výzkum prodloužit na minimálně 4 týdny a případně více.

Velice přínosnou studii vypracovala také Chaitanya et al. (2022), do které bylo zařazeno celkem 50 zdravých mužů ve věku 18-30 let. Probandi byli náhodně rozděleni na dvě stejné skupiny po 25 osobách. První skupina sloužila jako kontrolní a druhá cvičila rezonanční dýchání 20 min denně v dopoledních hodinách po dobu celkem 4 týdnů. Těmto 4 týdnům předcházely 4 týdny pravidelných tréninků dechové techniky (celkem 8 sezení/2x týdně). HRV byla u obou skupin zaznamenávána pomocí EKG na začátku výzkumu, po 4 týdnech nácviku a po 8 týdnech na konci výzkumu. Po vyhodnocení HRV na konci výzkumu u kontrolní skupiny nedošlo ke statisticky významným změnám. U cvičící skupiny nedošlo ke statisticky významné

změně RMSSD ($p=0,66$). Pokud se však na RMSSD hodnoty zaměříme, tak měly ve studii tendenci narůstat. Zbylé hodnoty nabyly statisticky významné změny (SDDN $p<0,001$; LF $p=0,003$; HF $p=0,06$ a poměr LF/HF $p=0,006$). Studie poukazuje, že změny HRV byly patrné již po 4 týdnech při druhém měření ($p<0,01$). Studie dále potvrzuje zvýšení parametrů HRV a zlepšení parasympatické aktivity u cvičící skupiny oproti kontrolní skupině. Tyto výsledky jsou mnohem pozitivnější než u předchozí studie a je možné je odůvodnit rozdílnou délkou celého výzkumu. Při prodloužení délky výzkumu ze 4 týdnů na 8 týdnů bylo již dosaženo statisticky významných výsledků. Lze tedy podotknout, že výzkum diplomové práce by byl pravděpodobně úspěšnější při prodloužení celého výzkumu. Obdobně jako ve zmíněných studiích byla délka cvičení ve výzkumné části nastavena na 10–20 min denně a dle mého názoru je tato délka pro účastníky stále proveditelná. Otázkou je, zda je zařazení dýchání do běžného každodenního života dlouhodobě udržitelné, a jak dlouhý by přetrvával efekt zvýšené parasympatické aktivity po ukončení dechového cvičení. Zcela určitě mají zásadní vliv i ostatní působící faktory, které byly zmíněny v teoretické části práce, jimiž jsou hlavně neovlivnitelné faktory, životní styl, životní prostředí, ale i pohybová aktivita, která významně přispívá k autonomní rovnováze. Proto není žádoucí spoléhat pouze na dechová cvičení a spíše nalézat balanc mezi jednotlivými působícími faktory.

5.3 Diskuze k výzkumné otázce č. 3

Zvýšila se kvalita života hodnocená dotazníkem WHOQOL-BREF u zdravých jedinců po dvou týdnech cvičení dechových technik?

Poslední výzkumná otázka byla zaměřená na hodnocení kvality života před a po dýchání pomocí standardizovaného dotazníku WHOQOL-BREF. WHOQOL-BREF byl založen WHO a jedná se velmi užitečný dotazník, který přijímá definici zdraví jako stav úplné tělesné, duševní a sociální pohody, a nikoliv pouze jako stav nepřítomnosti nemoci (Duarte et al., 2021, s. 1). WHOQOL-BREF představuje časově nenáročnou zkrácenou verzi WHOQOL-100. Výhodou pro výzkum bylo, že dotazník hodnotí aktuální kvalitu života za poslední měsíc, což odpovídalo celkové délce výzkumu. Dotazník hodnotí kvalitu života v doméně fyzického i psychického zdraví, sociálních vztahů a prostředí. Hrubá skóre domén se pohybují mezi hodnotami 4–20, přičemž vyšší hodnoty naznačují vyšší kvalitu života (Dragomirecká a Bartoňová, 2006, s. 14, 23 a 28).

V rámci výzkumné 3. výzkumné otázky byly stanovené H_{04} a H_{A4} . Pro statistické zpracování dat byl dále využit párový t-test, kterým byla testována každá doména zvlášť a poté i všechny dohromady. Statisticky významných změn ($p < 0,05$) bylo dosaženo celkem u 3 domén: 1. domény fyzického zdraví ($p < 0,001$), 2. domény psychického zdraví ($p = 0,0005$) a 3. domény sociální vztahy ($p = 0,005$). U poslední 4. domény zohledňující prostředí nedošlo ke statisticky významným změnám, kdy v rámci testování p-hodnota vyšla větší než 0,05 ($p = 0,0658$). Abychom mohli obecně hodnotit úroveň kvality života pomocí tohoto dotazníku, byly taktéž statisticky zpracovány všechny domény dohromady. Výsledky hodnocení kvality života prokazují signifikantní rozdíl mezi vstupním a výstupním měřením. Hodnota p je menší než 0,05 ($p < 0,001$) a můžeme zamítnout H_{04} ve prospěch H_{A4} . Z výsledků je patrné, že kvalita života se u účastníku zvýšila z 16,02 na 16,64 bodů ze 20 možných.

Dechové techniky se záměrem kontroly dechového vzoru mají obvykle za cíl zvýšit soustředěnost, nabýt relaxace a ovlivnit emoční i duševní zdraví. Obě vybrané dechové techniky jsou často zmiňované ve spojitosti s nejen s fyzickými benefity, ale i s těmi psychickými. Obě dechové techniky podporují funkci parasymptiku čili napomáhají k efektivnější regulaci stresových reakcí a snižují celkový stres. Dochází taktéž ke zvýšení soustředěnosti a kognitivní výkonnosti (Tharion et al., 2012, s. 82; Goel et al., 2016, s. 9 a 12; Chaitanya et al., 2022, s. 1 a 7). Studie s obdobnou metodologií jako má diplomová práce, využívající WHOQOL-BREF, nejsou příliš časté. Většina studií se opírá o mnoho jiných dostupných dotazníků či škál ohledně kvality života.

Studie Jagadeesana et al. (2022) testovala kvalitu života pomocí WHOQOL-BREF u pacientů (+18 let) s asymptomatickým Covid onemocněním. Této studii se zúčastnilo celkem 42 účastníků, kteří cvičili pránájámu 2x denně (20 min) po dobu 15 dnů. Pránájáma v tomto případě obsahovala techniku Bhramari, která je dechovou minutovou frekvencí obdobná rezonančnímu dýchání. Mimo hodnocení kvality života pomocí WHOQOL-BREF, byla hodnocena také úroveň stresu pomocí škály Depression Anxiety Stress Scale-21 (DASS-21) a kvalita spánku pomocí Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI). Zaměřím se převážně na první dva dotazníky. Na konci výzkumu byl vyhodnocen WHOQOL-BREF a zaznamenána statistická významná průměrná skóre u 1. domény fyzického zdraví ($p < 0,04$), 2. domény psychického zdraví ($p < 0,01$), 3. domény sociální vztahy ($p < 0,01$) a i 4. domény životního prostředí ($p < 0,02$). Výsledků dosažených u 1.–3. domény byly totožné jako v diplomové práci. Dále výsledky DASS-21 prokazují u probandů významné snížení průměrného skóre deprese, úzkosti a stresu ($p < 0,001$). Studie doporučuje dechová cvičení pránájámy k podpoře duševního zdraví. Shrnuje, že dechové techniky tohoto typu napomáhají vyrovnávat funkci autonomního

nervového systému, snižují tonus sympatiku a zvyšují činnost parasimpatiku, což v tomto případě vedlo ke snížení negativních emocí. Tato studie, stejně jako výzkum diplomové práce, dosáhla velmi pozitivních výsledků v hodnocení života pomocí WHOQOL-BREF. Nelze v tomto případě přehlížet přínosy pravidelného cvičení pránájámy.

V rámci další studie se Dhawan et al. (2015) zabývali kvalitou života pomocí WHOQOL-BREF u mužů (+18 let) závislých na návykových látkách. Muži byli rozděleni na dvě skupiny. První skupina sloužila jako kontrolní a podstoupila běžnou odvykací terapii a druhá intervenční skupina cvičila 30 min denně jógu, z toho 10 min tvořila pránájáma. Léčba trvala celkem 6 měsíců a měření proběhlo na začátku, ve 3 měsících a po 6 měsících na konci výzkumu. Ke staticky významným rozdílům mezi skupinami došlo po 3 i 6 měsících, kdy cvičící skupina vykazovala statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$) ve třech doménách: fyzického, psychického zdraví a v životním prostředí. Výsledky WHOQOL-BREF výzkumné části diplomové práce se opět shodují s výsledky studie, konkrétně v doméně fyzického a psychického zdraví. Z výsledků je zatím patrné, že největší vlivem má pránájáma na fyzický a duševní stav jedince.

Dále bych zmínila i jiné studie, které sice nepoužívají dotazník WHOQOL-BREF, ale využívají jiných škál či dotazníků k hodnocení např. intenzity stresu, hodnocení duševní pohody čili jednotlivých faktorů, které ovlivňují kvalitu života jako celek. Zároveň se jedná o studie, které nezaměřují obecně na pránájámu, ale konkrétně na Nadi Shodanu a rezonanční dýchání. Fincham, Strauss a Cavangh (2023) se ve své studii zabývají rezonančním dýcháním a jeho vlivem na subjektivně vnímaný stres, úzkosti, deprese a duševní pohodu. Probandi byli rozděleni na intervenční skupinu ($n=187$) a kontrolní skupinu ($n=189$). Celý výzkum trval 4 týdny, přičemž rezonančního dýchání (kolem 5,5 dechů/min) bylo prováděno 10 min denně a kontrolní skupina dýchala stejný čas, ale volným dechem (kolem 12 dechů/min). Úroveň stresu byla měřena pomocí škály DASS-21 a duševní pohoda byla hodnocena škálou WHO-5. Studie neprokázala statisticky významných rozdílů mezi skupinami v úrovni stresu ani v hodnocení duševní pohody. U obou skupin však v průběhu času došlo ke snížení stresu a zvýšení duševní pohody. Tyto výsledky, oproti předchozím studiím a výzkumu diplomové práce, nejsou příliš optimální. Možným důvodem nedosažení statisticky významných výsledků je denní čas cvičení, který je kratší.

Opakovaně zmíním studii od Chaitanyay et al. (2022), která sledovala vliv rezonančního dýchání na kognitivní funkce a úroveň stresu. Kognitivní funkce byly testovány na začátku výzkumu a po 8 týdnech na konci výzkumu. Rezonanční dýchání bylo prováděno 20 min denně. Kognitivní funkce byly testovány pomocí Trail Making Test (TMT) – část A (TMT-A) a část B (TMT-B). TMT-A hodnotí vizuálně-motorickou rychlost a pozornost. V TMT-B mají

účastníci za úkol nakreslit čáry spojující čísla a písmena ve správném pořadí. Stres byl hodnocen škálou Perceived Stress Scale (PSS). Na konci došlo v intervenční skupině oproti kontrolní skupině u obou testů TMT ke statisticky významným změnám. Statisticky významných změn bylo dosaženo u i míry stresu, který se po 8 týdnech snížil. S prodloužením denní doby dýchání a celého výzkumu opět dochází k dosažení efektivnějších výsledků.

Studie od Steffena et al. (2017) prokázala statisticky významné zlepšení nálady pomocí škály Spane již po 15 min krátkém cvičení rezonančního dýchání. Autoři porovnávali cvičící skupinu se skupinou cvičící v odlišné dechové frekvenci a kontrolní skupinou. Výsledky Spane prokázaly, že u první skupiny došlo ke zlepšení nálady pozitivním směrem ($p < 0,01$), zatímco u ostatních skupin nikoliv. U testu PASAT hodnotící kognitivní funkce nedošlo mezi skupinami ke statisticky významným změnám. V porovnání s předchozí studií od Chaitanyay et al. (2022) je zřejmé, že k ovlivnění kognitivních funkcí je nezbytné provádět cvičení delší dobu. Naopak se zdá, že takto krátká doba cvičení může přinést prospěšné výsledky ve zlepšení nálady.

Laborde et al. (2021) a Lin, Tai a Fan (2014) ve svých studiích hodnotili míru intenzity stresu pomocí škály VAS u probandů cvičící rezonanční dýchání. Ve studii od Labordeho et al. (2021) probíhalo měření celkem 1 hod a u studie Lina, Taie a Fana (2014) celkem 22 min. V obou studiích bylo prokázáno, že důležitou roli hrál čas, kdy obecně konci výzkumu byla u probandů míra stresu nižší ($p < 0,05$) nežli na začátku výzkumu. Nebyly však prokázány signifikantní rozdíly mezi cvičícími a kontrolními skupinami. Výsledky jsou obdobné jako u kognitivních funkcí tzn. že k ovlivnění intenzity vnímaného stresu bude s velkou pravděpodobností zapotřebí také dlouhodobějšího cvičení.

5.4 Přínos pro praxi

Hlavním přínosem diplomové práce je určitě nabytí nových a prohloubení již známých informací o ANS lidského těla. Zejména bych chtěla vyzdvihnout povědomí o tom, že fyzioterapie může ovlivnit funkce ANS, i když to nemusí být záměrem či hlavním cílem terapie. Možnosti fyzioterapie v ovlivňování ANS zahrnují nejen dechové techniky a práci s dechovým stereotypem, ale také pohybovou terapii, relaxační techniky a fyzikální terapii. Pohybová terapie je základní intervencí fyzioterapie a má pozitivní vliv na hodnoty HRV. Toto bylo pozorováno i u účastníků výzkumné části práce, kteří zaznamenávali svoje každodenní aktivity během měření. Je zřejmé, že s vyšší pohybovou aktivitou hodnoty HRV stoupají. Více sportovně založení jedinci měli zároveň vyšší hodnoty HRV, což naznačuje, že jsou odolnější vůči vnějším podmínkám. Tyto poznatky lze aplikovat v praxi, a tak zvýšit povědomí o ovlivňování ANS během fyzioterapie. Tento názor připisují holistickému přístupu, který se ve fyzioterapii stále více rozvíjí. V dnešní zrychlené době plné stresu může ovlivnění ANS během terapie přinést efektivní výsledky a otevřít cestu k dosažení terapeutických cílů, které mohou být omezeny např. dlouhodobým stresem. Jednoduchost a využitelnost dechových cvičení, jako je rezonanční dýchání nebo Nadi Shodana, jsou další možnostmi, které mohou u pacientů podpořit parasympatickou aktivitu. Provedení těchto technik zároveň nevyžaduje žádné vybavení ani specifické znalosti. Dle dostupných informací, mohou být vhodnou nefarmakologickou relaxační technikou (Laborde et al., 2021, s. 11).

Garmin patří mezi jednu z nejpoblárnějších společností vyrábějící nositelný typ jednoduchých zařízení, kterými lze měřit nejen TF, HRV, ale i mnoho dalších fyziologických funkcí. Výrobce Garmin nabízí širokou škálu náramků, hodinek, ale i hrudních pásů, aby si zákazníci mohli vybrat zařízení odpovídající jejich potřebám (model, cena, funkce, design). Jednou z hlavních výhod těchto zařízení, oproti EKG, je jejich uživatelská dostupnost. I když jsou k dispozici dražší modely, na trhu je mnoho cenově dostupných zařízení, které nabízejí kvalitní měření. Firmy vyvíjí neustále nové modely a technologie se rychle posouvají vpřed. Tato zařízení se nosí jednoduše na těle, a přitom dochází k rychlému pasivnímu sběru informací, což je činí pro obecnou veřejnost velmi atraktivními. Hlavním omezením může být u těchto nosných zařízení, že základní technologie, na níž jsou jejich měření založena, nebyla podrobena odborné kontrole. Člověk si může sám hlídat naměřené fyziologické funkce a v případě naměřené atypických hodnot je lze konzultovat s příslušným odborníkem (Cassirame et al., 2017, s. 831).

5.5 Limity studie

Za první a nejzásadnější limit studie lze považovat nízký počet probandů ($n=25$). Vzhledem k tomu, že byli vybíráni pouze zdraví jedinci, doporučuji pro budoucí výzkumy tento počet navýšit. V celkovém počtu probandů bylo v zastoupení více žen nežli mužů, což nehodnotím negativně, ale pro budoucí výzkumy by byla vhodnější větší genderová vyrovnanost.

Denní cvičení bylo nastaveno na cca 10–20 min, což je podle mého názoru na splnění realistické a časově nenáročné. Obdobná délka cvičení se vyskytuje i v jiných studiích např. od Chaitanyay et al. (2022), Manoranjana a Bisweswariho (2019) či Goela et al. (2016). Delší provádění dechových technik se ve studiích neobjevuje. Naopak ve studiích sledující krátkodobý vliv se pohybuje délka cvičení kolem 3–5 min. Druhým limitem diplomové práce je zejména délka celého výzkumu. Pokud by byl výzkum prodloužen minimálně o 2 týdny, ideálně spíše o 2–6 týdnů, domnívám se, že by bylo dosaženo efektivnějších výsledků. Proto bych pro budoucí výzkum doporučovala prodloužení délky výzkumu, nikoliv denního cvičení. Zvýšením délky výzkumu se může zvýšit riziko, že účastníci nebudou cvičení plnit. Nicméně, probandí ve výzkumné části práce splnili cvičení dle instrukcí, což bylo ověřeno v rámci měření TF. Z tohoto důvodu bych doporučovala zařadit kontrolní měření TF i do budoucích výzkumů.

Díky Garmin hodinkám lze získat RMSSD hodnoty, které jsou pro výzkum tohoto typu výhodné. RMSSD je vhodný ukazatel, který souvisí s RSA a je ovlivněn změnami srdečního rytmu v reakci na dýchání (Cassirame et al., 2017, s. 837; Støve et al., 2019, s. 895). V porovnání s EKG je měření pomocí Garminu velmi jednoduché, což může být pro hodnocení fyziologických funkcí až příliš zjednodušené. Třetím limitem je právě tato jednoduchost, jednoduchost ve smyslu měřených parametrů. EKG umožňuje detailnější měření a umožňuje nám získat širší spektrum hodnot jako běžně využívané SDNN, LF, HF a poměr LF/HF (Sieciński, Kostka a Tkacz, 2020, s. 6). Nikdy se tedy Garmin a jiná nosná zařízení nevyrovnají EKG měření a není zcela ideální je porovnávat. EKG je lékařským přístrojem, který musí splňovat určité standardy a využívá se zejména v kardiologii pro diagnostické účely. Výhodou pro budoucí výzkumy by bylo určité měření HRV pomocí EKG. Bohužel je tento typ měření obtížnější na realizaci, protože je pro běžnou populaci méně dostupný a zároveň je potřeba účast i proškoleného personálu, který přístroj obslouží. Jednoduchá nosná zařízení jsou v tomto ohledu pohodlná, ale pro diagnostické účely nejsou využitelná. V současné době neexistuje žádná validační studie, která by umožňovala jejich použití pro diagnostiku v klinické praxi (Seidlerová, 2021, s. 58; Miller, Sargent a Roach, 2022, s. 2).

Posledním čtvrtým limitem studie, který je méně zásadním oproti těm ostatním, je větší příprava účastníků před cvičením. Mnoho studií se více zaměřuje na přípravu svých probandů a na prostředí, ve kterém cvičení probíhá. Laborde et al. (2021) kladli důraz na omezení konzumace alkoholu nejméně 24 hod před cvičením, dále vynechání vysoce náročných pohybových aktivit a kladli důraz na dodržování pravidelného spánkového režimu. Obdobně i např. Lin, Tai a Fan (2014), kteří své probandy instruovali k omezení fyzické aktivity, omezení konzumace alkoholu, kofeinu a tabákových výrobků minimálně 3 hod před zahájením cvičení. Tharion et al. (2012) doporučili svým účastníkům zdržení se těžkých fyzických aktivit 24 hod před cvičením a vyvarování se konzumaci alkoholu a kofeinu 12 hod před cvičením. Žádné takové přípravy se ve výzkumné části diplomové práce nevyskytovaly, a pro další výzkum bych zvažila jejich zařazení. Byl kladen důraz zejména na pozici a prostředí, ve kterém cvičení probíhalo, což je rovněž velmi důležité.

ZÁVĚR

Hlavním tématem diplomové práce byly autonomní funkce lidského organismu a jejich ovlivnění v rámci fyzioterapie. Cílem výzkumu práce bylo zhodnocení dlouhodobého vlivu dvou vybraných dechových technik na HRV. V rámci výzkumu byla rovněž hodnocena kvalita života pomocí standardizovaného dotazníku WHOQOL-BREF s cílem ověřit, zda dochází ke zvýšení úrovně kvality života po tomto typu cvičení.

Výzkumu se zúčastnilo celkem 30 probandů, z nichž pět odstoupilo pro nesplnění předem stanovených požadavků. Celý soubor (n=25) absolvoval měření trvající celkem čtyři týdny. První dva týdny sloužily jako kontrolní měření a na druhé dva týdny byli probandi rozděleni na dvě skupiny podle dechové techniky. První skupina (n=12) cvičila Nadi Shodanu pocházející z pránájámy a druhá skupina (n=13) cvičila rezonanční dýchání. Cvičení probíhalo 2x denně, ráno a odpoledne, po dobu 5–10 min. Hodnocenými parametry nebyla pouze HRV, ale také aktuální TF během cvičení pro ověření, zda byly dechové techniky řádně cvičeny. Na začátku a konci výzkumu obdrželi probandi dotazník WHOQOL-BREF.

Po statistickém zpracování bylo pomocí párového t-testu prokázáno, že hodnoty TF se statisticky významně ($p < 0,001$) snižují během cvičení, a to znamená, že bylo potvrzeno dodržování cvičení dle instrukcí. Dále bylo dosaženo statisticky významného vlivu ($p = 0,0409$) rezonančního dýchání po dvou týdnech cvičení ve srovnání Nadi Shodanou. Hodnoty HRV se u obou dechových technik měly tendenci s časem zvyšovat. Statisticky významných hodnot ($p < 0,001$) bylo dosaženo i při vyhodnocení dotazníku WHOQOL-BREF, kde se úroveň kvality života u probandů taktéž zvyšovala z původních 16,02 na 16,64 bodů z celkově možných 20. Statisticky významné změny ($p < 0,05$) byly získány v doménách fyzického zdraví, psychického zdraví a sociálních vztahů.

Závěrem lze konstatovat, že diplomová práce naplnila předem stanovené cíle. Výzkum prokázal, že rezonanční dýchání po dvoutýdenním cvičení má větší vliv na HRV než cvičení Nadi Shodana. Ačkoliv výsledky po rezonančním dýchání byly poměrně blízko na hranici statistické významnosti (0,05), tak hodnoty HRV měly tendenci narůstat, což naznačuje převahu parasympatické aktivity. Lze zhodnotit, že po cvičení dochází k lepší sympato-vagové rovnováze.

Výsledky této práce naznačují, že fyzioterapie má potenciál ovlivnit autonomní funkce, a to nejen prostřednictvím dechových technik, ale dle dostupné literatury také pomocí jiných metod jako je pohybová a fyzikální terapie či relaxační techniky. Dechové techniky jsou výborným způsobem, jak ovlivnit ANS, ale nejsou jedinou nefarmakologickou možností.

Je důležité brát v úvahu i ostatní působící vlivy, především pohybovou aktivitu. Účastníci po dobu celého výzkumu zaznamenávali své fyzické aktivity. S ohledem na hlavní cíl práce, na pohybovou rozmanitost výzkumného souboru a jeho malý počet, nebyl kladen důraz na analýzu HRV v kontextu pohybu. S vyšším počtem probandů by bylo výhodné jejich rozdělení dle intenzity cvičení a případně sledování změn HRV u těchto konkrétních skupin.

Pro budoucí hodnocení vlivu dechových technik je nezbytné provést další experimenty s vyšším počtem účastníků. Je vhodné pracovat s nejen s denní frekvencí cvičení, ale dominantně s délkou celého výzkumu. Délka celého výzkumu se jeví jako klíčový faktor k dosažení efektivních výsledků, a proto by měla být nastavena minimálně na 4–8 týdnů. Velmi přínosné by mohlo být využití zařízení Garmin spolu s hrudním pásem k dosažení přesnějších výsledků. Dále pečlivá příprava nejen účastníků, ale i prostředí, ve kterém bude výzkum probíhat. Experimenty toho typu by mohly být přínosné i pro specifický typ populace např. pro pacienty s kardiovaskulárními obtížemi. Dechové techniky by mohly mít v tomto případě potenciál obohatit probíhající léčbu těchto pacientů a zlepšit jejich kvalitu života.

REFERENČNÍ SEZNAM

BOTEK, M., KREJČÍ J. a MCKUNE A. J. 2017. *Variabilita srdeční frekvence v tréninkovém procesu: historie, současnost a perspektiva*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5202-9.

CASSIRAME, J. et al. 2017. Accuracy of the Garmin 920 XT HRM to perform HRV analysis. *Physical and Engineering Sciences in Medicine* [online]. 40 (4), 831-839, [cit. 2022-01-10]. ISSN 2662-4729. Dostupné z: doi: 10.1007/s13246-017-0593-8.

CORSO, M. et al. 2021. Effects of Strength Training on Blood Pressure and Heart Rate Variability - A Systematic Review. *Strength & Conditioning Journal* [online]. 44 (4), 38-61, [cit. 2024-02-02]. ISSN 1533-4295. Dostupné z: doi: 10.1519/SSC.0000000000000688.

CYGANKIEWICZ, I., ZAREBA, W. 2013. Heart rate variability. *Handbook of Clinical Neurology* [online]. 117, 379-393, [cit. 2022-12-18]. ISSN 2212-4152. Dostupné z: doi: 10.1016/B978-0-444-53491-0.00031-6.

DAUNDASEKARA, S., S., ARLINGHAUS, K., R., JOHNSTON, C., A. 2020. Quality of Life: The Primary Goal of Lifestyle Intervention. *American Journal of Lifestyle Medicine* [online]. 14 (3), 267-270, [cit. 2024-04-19]. ISSN 1559-8276. Dostupné z: doi: 10.1177/1559827620907309.

DHAWAN, A. et al. 2015. Effectiveness of yogic breathing intervention on quality of life of opioid dependent users. *International Journal of Yoga* [online]. 8 (2), 144-147, [cit. 2024-04-19]. ISSN 0973-6131. Dostupné z: doi: 10.4103/0973-6131.154075.

DRAGOMIRECKÁ, E., BARTOŇOVÁ, J. 2006. *WHOQOL-BREF, WHOQOL-100: World Health Organization Quality of Life Assessment: příručka pro uživatele české verze dotazníků kvality života Světové zdravotnické organizace*. Praha: Psychiatrické centrum. ISBN 80-85121-82-4.

DUARTE, S., B., R. et al. 2021. Validation of the WHOQOL - Bref instrument in Brazilian sign language (Libras). *Quality of Life Research* [online]. 30 (1), 303-313, [cit. 2024-04-17]. ISSN 1573-2649. Dostupné z: doi: 10.1007/s11136-020-02611-5.

FATISSON, J., OSWALD, V., LALONDE, F. 2016. Influence diagram of physiological and environmental factors affecting heart rate variability: an extended literature overview. *Heart International* [online]. 11 (1), 32-40, [cit. 2023-12-05]. ISSN 2036-2579. Dostupné z: doi: 10.5301/heartint.5000232.

FINCHAM, G., W., STRAUSS, C., CAVANAGH, K. 2023. Effect of coherent breathing on mental health and wellbeing: a randomised placebo-controlled trial. *Scientific Reports* [online]. 13 (1), 1-12, [cit. 2024-04-18]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi: 10.1038/s41598-023-49279-8.

GARG, S., CHANDLA, S., S. 2016. Impact of Slow Breathing Pranayama on Heart Rate Variability. *International Journal of Health Sciences and Research* [online]. 6 (12), 91-96, [cit. 2024-01-10]. ISSN 2249-9571 Dostupné z: https://www.ijhsr.org/IJHSR_Vol.6_Issue.12_Dec2016/15.pdf.

GHIYA, S., MATTEW, C., L. 2012. Influence of alternate nostril breathing on heart rate variability in non-practitioners of yogic breathing. *International Journal of Yoga* [online]. 5 (1), 66-69, [cit. 2022-12-25]. ISSN 0973-6131. Dostupné z: doi: 10.4103/0973-6131.91717.

GIBBONS, CH. H. 2019. Basics of autonomic nervous system function. *Handbook Clinical Neurology* [online]. (160), 407-418, [cit. 2023-10-17]. ISSN 2212-4152. Dostupné z: doi: 10.1016/B978-0-444-64032-1.00027-8.

GOEL, S. et al. 2016. Effect of Nadi Shodan Pranayama on Cardiovascular Functions. *Journal of evolution of research in human physiology* [online]. 2 (1), 9-11, [cit. 2024-04-16]. ISSN 2456-074X. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/344348404_EFFECT_OF_NADI_SHODHAN_PRANAYAMA_ON_CARDIOVASCULAR_FUNCTIONS.

GOLOVIN, M. S. et al. 2015. Effect of audiovisual stimulation on the psychophysiological functions on Track-and-field athletes. *Human Physiology* [online]. 41 (5), 532-538, [cit. 2024-01-30]. ISSN 0362-1197. Dostupné z: doi: 10.1134/S0362119715050047.

GORDAN, R., GWATHMEY, J., K., XIE, L. 2015. Autonomic and endocrine control of cardiovascular function. *World Journal of Cardiology* [online]. 7 (4), 204-214, [cit. 2024-01-23]. ISSN 1949-8462. Dostupné z: doi: 10.4330/wjc.v7.i4.204.

- HABERL, R. 2012. *EKG do kapsy*. Praha: Grada. ISBN 9788024741925.
- HASAN, W. 2013. Autonomic cardiac innervation. *Organogenesis* [online]. 9 (3), 176-193, [cit. 2023-12-01]. ISSN 1555-8592. Dostupné z: doi: 10.4161/org.24892.
- HUGH, C. H., TALMAGE, D. E. 2018. *Pharmacology and Physiology for Anesthesia, 2nd Edition*. Philadelphia: Elsevier. ISBN 9780323481106.
- CHAITANYA, S. et al. 2022. Effect of Resonance Breathing on Heart Rate Variability and Cognitive Functions in Young Adults: A Randomised Controlled Study. *Cureus* [online]. 14 (2), 1-8, [cit. 2022-12-25]. ISSN 2168-8184. Dostupné z: doi: 10.7759/cureus.22187.
- CHINAGUDI, S. et al. 2014. Immediate effect of short duration of slow deep breathing on heart rate variability in healthy adults. *National Journal of Physiology Pharmacy and Pharmacology* [online]. 4 (3), 233-235, [cit. 2024-01-10]. ISSN 2231-3206. Dostupné z: doi: 10.5455/njppp.2014.4.060520141.
- JAGADEESAN, T. et al. 2022. Effect of Bhramari Pranayama intervention on stress, anxiety, depression and sleep quality among COVID 19 patients in home isolation. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine KLEU* [online]. 13 (3), 1-13, [cit. 2024-04-14]. ISSN 2772-6029. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jaim.2022.100596.
- JAVORKA, K. 2008. *Variabilita frekvencie srdca v podmienkach mikrogravitácie - pobyt v kozme. Variabilita frekvencie srdca: mechanizmy, hodnotenie, klinické využitie*. Martin: Vydavateľstvo Oveta. ISBN 978-80-8063-269-4.
- JOHNSTON, B. W. et al. 2020. Heart rate variability: Measurement and emerging use in critical care medicine. *Journal of the Intensive Care Society* [online]. 21 (2), 148-157, [cit. 2023-12-31]. ISSN 1751-1437. Dostupné z: doi: 10.1177/1751143719853744.
- KAREMAKER, J. M. 2017. An Introduction into autonomic nervous function. *Physiological measurement* [online]. 38, (5), 89-118, [cit. 2024-01-23]. ISSN 1361-6579. Dostupné z: doi: 10.1088/1361-6579/aa6782.
- KATZ, M. A. 2010. *Physiology of heart: 5th edition*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 978-1-60831-171-2.

LABORDE, S. et al. 2021. Psychophysiological effects of slow-paced breathing at six cycles per minute with or without heart rate variability biofeedback. *Psychophysiology* [online]. 59 (1), 1-14, [cit. 2024-04-15]. ISSN 1469-8986. Dostupné z doi: 10.1111/psyp.13952.

LEVIN, CH., J., SWOAP, S. 2019. The impact of deep breathing and alternate nostril breathing on heart rate variability: a human physiology laboratory. *Advances in Physiology Education* [online]. 43 (3), 270-276, [cit. 2022-12-25]. ISSN 1522-1229. Dostupné z: doi: 10.1152/advan.00019.2019.

LIN, I., M., TAI, L., Y., FAN, S., F. 2014. Breathing at a rate of 5.5 breaths per minute with equal inhalation-to-exhalation ratio increases heart rate variability. *International Journal of Psychophysiology* [online]. 91 (3), 206-211, [cit. 2024-04-15]. ISSN 1872-7697. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ijpsycho.2013.12.006.

MACHOVÁ, L., PODĚBRADSKÁ, R., STEPAŇUKOVÁ, M. 2018. Základy respirační fyzioterapie pro praktické lékaře. *Praktické lékařství* [online]. 98 (2), 104-108 [cit. 2023-11-21]. ISSN 2788-1717. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/prakticky-lekar/2018-3-4/zaklady-respiracni-fyzioterapie-pro-practicke-lekare-104919>.

MAGNON, V., DUTHEIL, F., VALLET, G., T. 2011. Benefits from one session of deep and slow breathing on vagal tone and anxiety in young and older adults. *Scientific Reports* [online]. 11 (1), 1-10, [cit. 2024-02-03]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi: 10.1038/s41598-021-98736-9.

MANORANJAN, T., BISWESWARI, S. 2019. Immediate Effect of Nadi Shodhana Pranayama on Blood Glucose, Heart Rate and Blood Pressure. *Journal of American Science* [online]. 15 (5), 65-70, [cit. 2024-04-16]. ISSN 1545-1003. Dostupné z: 10.7537/marsjas150519.09.

MCCRATY, R., SHAFFER F. 2015. Heart Rate Variability: New Perspectives on Physiological Mechanisms, Assessment of Self-regulatory Capacity, and Health risk. *Global Advances in Integrative Medicine and Health* [online]. 4 (1), 46-61, [cit. 2023-01-01]. ISSN 2753-6130. Dostupné z: doi: 10.7453/gahmj.2014.073.

MILLER, D., J., SARGENT, CH., ROACH, G., D. 2022. A Validation of Six Wearable Devices for Estimating Sleep, Heart Rate and Heart Rate Variability in Healthy Adults. *Sensors* [online]. 22 (16), 1-17, [cit. 2024-03-28]. ISSN 1424-8220. Dostupné z: doi: 10.3390/s22166317.

NAŇKA, O., ELIŠKOVÁ, M., ELIŠKA, O. 2009. *Přehled anatomie 2.*, doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén. ISBN 978-80-246-1717-6.

NEUMANNOVÁ, K. 2021. Co by měl všeobecný praktický lékař vědět o plicní rehabilitaci? *Medicína pro praxi* [online]. 18 (3), 221-223, [cit. 2024-01-02]. ISSN 1803-5310. Dostupné z: https://www.medicinapropraxi.cz/artkey/med-202103-0014_co_by_mel_vseobecny_prakticky_lekar_vedet_o_plicni_rehabilitaci.php.

NIVETHITHA, L., MANJUNATH, N. K., MOOVENTHAN, A. 2017. Heart rate variability changes during and after the practice of bhramari pranayama. *International Journal of Yoga* [online]. 10 (2), 99-102, [cit. 2022-12-25]. ISSN 0973-6131. Dostupné z doi: 10.4103/0973-6131.205518.

PODĚBRADSKÁ, R., STEJSKAL, P., SCHWARZ, D. 2010. Spektrální analýza variability srdeční frekvence jako pomocný faktor hodnocení úspěšnosti komplexní intervence v léčbě obezity. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca* [online]. 19 (4), 240-243, [cit. 2024-02-02]. ISSN 1210-5481. Dostupné z: <https://www.muni.cz/en/research/publications/1379569>.

PODĚBRADSKÝ, J., PODĚBRADSKÁ, R. 2009. *Fyzikální terapie - Manuál a algoritmy*. Praha: Grada Publishing. ISBN-978-80-247-2899-5.

PROCHÁZKOVÁ-VEČEŘOVÁ, A., HONZÁK, R. 2008. Stres, eustres a distres. *Interní medicína pro praxi* [online]. 10 (4), 188-192, [cit. 2023-12-06]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: https://www.internimedicina.cz/artkey/int-200804-0009_Stres_eustres_a_distres.php.

PTÁČEK, R., VAŇUKOVÁ, M., RABOCH, J. 2017. Pracovní stres a duševní zdraví - může práce vést k duševním poruchám? *Časopis lékařů českých* [online]. 156, 81-87, [cit. 2024-01-01]. ISSN 0008-7335. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/casopis-lekaru-ceskych/2017-2/pracovni-stres-a-dusevni-zdravi-muze-prace-vest-k-dusevnim-porucham-60885>.

PUMPRLA, J. et al. 2014. Variabilita srdeční frekvence: Využití v interní praxi se zaměřením na metabolický syndrom. *Medicina pro praxi* [online]. 16 (5), 205-209, [cit. 2022-12-25]. ISSN 1803-5310. Dostupné z: <https://www.internimedica.cz/pdfs/int/2014/05/09.pdf>.

RAMALHO, S. V. E. et al. 2017. Gender Differences in Heart Rate Variability Among Individuals Undergoing Regular Resistance Training: Preliminary observations. *Sultan Qaboos University Medical Journal* [online]. 17 (2), 209-212, [cit. 2023-12-01]. ISSN 2075-0528. Dostupné z: doi: 10.18295/squmj.2016.17.02.012.

REIMER, P. et al. 2015. Předoperační vyšetření autonomního nervového systému měřením variability srdeční frekvence jako metoda predikce perioperačního průběhu. *Anesteziologie a intenzivní medicína* [online]. 26 (3), 137-144, [cit. 2022-12-18]. ISSN 1805-4412. Dostupné z: https://aimjournal.cz/artkey/aim-201503-0003_preoperative-examination-of-the-autonomic-nervous-system-by-measurement-of-the-heart-rate-variability-for-predi.php.

ROGALEWICZ, V., BARTÁK, M., SIHELNÍKOVÁ, M. 2017. Poznámka k použití dotazníku kvality života WHOQOL-BREF v českém prostředí. *Časopis lékařů českých* [online]. 156 (2), 88-92, [cit. 2024-04-19]. ISSN 0008-7335. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/casopis-lekaru-ceskych/2017-2/poznamka-k-pouziti-dotazniku-kvality-zivota-whoqol-bref-v-ceskem-prostredi-60886>.

ROKYTA, R. 2015. *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4867-2.

ROKYTA, R. 2016. *Fyziologie. Třetí, přepracované vydání*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-238-1.

RUSSO, M., A., SANTARELLI, D., M., O'ROURKE, D. 2017. The physiological effects of slow breathing in the healthy human. *Breathe* [online]. 13 (4), 298-309, [cit. 2023-01-02]. ISSN 2073-4735. Dostupné z: doi: 10.1183/20734735.009817.

SARASWATI, S. 2002. *Asana, pranayama, mudra bandha*. Munger: Yoga Publications Trust. ISBN 81-86336-14-1.

SEELEY, R., STEPHENS, T., TATE P. 2006. *Essentials of Anatomy & Physiology*. McGraw-Hill. ISBN 978-0073228051.

SEIDLEROVÁ, J. M. 2021. Jsou nové přístupy k měření krevního tlaku vhodné pro klinickou praxi? *Svět praktické medicíny* [online]. 2 (5), 58-59, [cit. 2024-03-28]. ISSN 2694-8516. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/svet-prakticke-mediciny/2021-5-11/jsou-nove-pristupy-k-mereni-krevniho-tlaku-vhodne-pro-klinickou-praxi-129268>.

SENGUPTA, P. 2012. Health Impacts of Yoga and Pranayama: A State-of-the-Art Review. *International Journal of Preventive Medicine* [online]. 3 (7), 444-458, [cit. 2023-10-04]. ISSN 2008-8213. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3415184/>.

SÉVOZ-COUCHE, C., LABORDE, S. 2022. Heart rate variability and slow-paced breathing: when coherence meets resonance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* [online]. 135 (129), 1-14, [cit. 2022-12-25]. ISSN 0149-7634. Dostupné z: doi: 10.1016/j.neubiorev.2022.104576.

SHAFFER, F., MEEHAN, Z. 2020. A Practical Guide to Resonance Frequency Assessment for Heart Rate Variability Biofeedback. *Frontiers in Neuroscience* [online]. 14, 1-14, [cit. 2022-12-25]. ISSN 1662-453X. Dostupné z: doi: 10.3389/fnins.2020.570400.

SHARPE, E. et al. 2021. Investigating components of pranayama for effects on heart rate variability. *Journal of Psychosomatic Research* [online]. 148, 1-3, [cit. 2022-12-25]. ISSN 0022-3999. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jpsychores.2021.110569.

SCHWERDTFEGGER, A. R. et al. 2019. Heart rate variability (HRV): From brain death to resonance breathing at 6 breaths per minute. *Clinical Neurophysiology* [online]. 131 (3), 676-693, [cit. 2023-12-04]. ISSN 1388-2457. Dostupné z: doi: 10.1016/j.clinph.2019.11.013.

SCHNELL, I. et al. 2013. The effects of exposure to environmental factors on Heart Rate Variability: an ecological perspective. *Environmental Pollution* [online]. 183, 7-13, [cit. 2023-12-02]. ISSN 1873-6424. Dostupné z: doi: 10.1016/j.envpol.2013.02.005.

SIECIŃSKI, S., KOSTKA, P., S., TKACZ, E., J. 2020. Heart Rate Variability Analysis on Electrocardiograms, Seismocardiograms and Gyrocardiograms on Healthy Volunteers. *Sensors* [online]. 20 (16), 1-16, [cit. 2024-03-10]. ISSN 1424-8220. Dostupné z: doi: 10.3390/s20164522.

SOLOMEN, S., AARON, P. 2015. Breathing techniques-A review - 25 different types. *International Journal of Physical Education, Sports and Health* [online]. 2 (2), 237-241, [cit. 2024-01-10]. ISSN 2394-1693. Dostupné z:

https://www.researchgate.net/publication/285591600_Breathing_techniques-A_review_-_25_different_types.

STACKEOVÁ, D. 2011. *Relaxační techniky ve sportu: autogenní trénink, dechová cvičení, svalová relaxace*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3646-4.

STACKEOVÁ, D. 2013. *Psychologické dny 2012: Využití relaxačních technik v moderní psychologii sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-3492-6.

STEFFEN, P. R. et al. 2017. The Impact of Resonance Frequency Breathing on Measures of Heart Rate Variability, Blood Pressure, and Mood. *Frontiers in Public Health* [online]. 5, 1-6, [cit. 2022-12-25]. ISSN 2296-2565. Dostupné z: doi: 10.3389/fpubh.2017.00222.

SUBRAMANIAN, R. K., DEVAKI, P. R., SAIKUMAR P. 2016. Alternate Nostril Breathing at Different Rates and its Influence on Heart Rate Variability in Non Practitioners of Yoga. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* [online]. 10 (1), 1-2, [cit. 2022-12-25]. ISSN 0973-709X. Dostupné z: doi: 10.7860/JCDR/2016/15287.7094.

STØVE, M. P. et al. 2019. Accuracy of the wearable activity tracker Garmin Forerunner 235 for the assessment of heart rate during rest and activity. *Journal of Sports Sciences* [online]. 37 (8), 895-890, [cit. 2024-04-15]. ISSN 1466-447X. Dostupné z: doi: 10.1080/02640414.2018.1535563.

ŠTEJFA, M. 2007. *Kardiologie*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 9788024713854.

TARALOV, Z. Z. et al. 2016. Heart Rate Variability as a Method for Assessment of the Autonomic Nervous System and the Adaptations to Different Physiological and Pathological Conditions. *Folia Medica* [online]. 57 (3-4), 173-180, [cit. 2022-12-20]. ISSN 1314-2143. Dostupné z: doi: 10.1515/folmed-2015-0036.

THARION, E. et al. 2012. Influence of deep breathing exercise on spontaneous respiratory rate and heart rate variability: a randomised controlled trial in healthy subjects. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology* [online]. 56 (1), 80-87, [cit. 2024-04-13]. ISSN 2582-2799. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23029969/>.

THAYER, F. J., YAMAMOTO, S., S., BROSSCHOT, J., F. 2010. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. *International Journal of Cardiology* [online]. 141 (2), 122-131, [cit. 2023-11-29]. ISSN 0167-5273. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ijcard.2009.09.543.

TIWARI, R. et al. 2021. Analysis of Heart Rate Variability and Implication of Different Factors on Heart Rate Variability. *Current Cardiology Reviews* [online]. 17 (5), 1-10, [cit. 2023-11-25]. ISSN 1875-6557. Dostupné z: doi: 10.2174/1573403X16999201231203854.

TROYER, A. D., BORIEK, M. A. 2011. Mechanics of the Respiratory Muscles. *Comprehensive Physiology* [online]. 1 (3), 1237-1300, [cit. 2023-11-21]. ISSN 2040-4603. Dostupné z: doi: 10.1002/cphy.c100009.

UHLÍŘ, P. 2019. Efekt relaxačního programu audiovizuální stimulace na autonomní nervový systém hodnocený vybranými ukazateli spektrální analýzy variability srdeční frekvence. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 26, (2), 74-80, [cit. 2024-01-30]. ISSN 1211-2658. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2019-2-14/efekt-relaxacniho-programu-audiovizualni-stimulace-na-autonomni-nervovy-system-hodnoceny-vybranymi-ukazateli-spektralni-analyzy-variability-srdecni-frekvence-112869>.

UPADHYAY, J. et al. 2023. Effects of Nadishodhana and Bhramari Pranayama on heart rate variability, auditory reaction time, and blood pressure: A randomized clinical trial in hypertensive patients. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine* [online]. 14 (4), 1-6, [cit. 2024-04-13]. ISSN 2772-6029. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jaim.2023.100774.

VEJTASOVÁ, V. et al. 2021. Prevalence a kontrola arteriální hypertenze v populaci 25–64 let v České republice s ohledem na pacienty s diabetes mellitus. *Epidemiologie, mikrobiologie, imunologie* [online]. 4, 247-252, [cit. 2024-01-01]. ISSN 1210-7913. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/epidemiologie/2021-4-24/prevalence-a-kontrola-arterialni-hypertenze-v-populaci-25-64-let-v-ceske-republice-s-ohledem-na-pacienty-s-diabetes-mellitus-129444>.

VILLAFAINA, S. et al. 2017. Physical Exercise Improves Heart Rate Variability in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review. *Current Diabetes Reports* [online]. 17 (11), 3-8, [cit. 2022-12-20]. ISSN 1539-0829. Dostupné z: doi: 10.1007/s11892-017-0941-9.

VLČKOVÁ, E. et al. 2010. Spektrální analýza variability srdeční frekvence - normativní data. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. 73/106 (1), 663-672, [cit. 2022-12-20]. ISSN 1802-4041. Dostupné z: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2010-6/spektralni-analyza-variability-srdecni-frekvence-normativni-data-33861>.

WATANABE, N., REECE, J., POLUS, B., I. 2007. Effects of body position on autonomic regulation of cardiovascular function in young, healthy adults. *Chiropractic & Osteopathy* [online]. 15 (19), 1-8, [cit. 2024-01-23]. ISSN 1746-1340. Dostupné z: doi: 10.1186/1746-1340-15-19.

WEHRWEIN, A. E., HAKAN, S. O., BARMAN, S. M. 2016. Overview of the Anatomy, Physiology, and Pharmacology of the Autonomic Nervous System. *Comprehensive Physiology* [online]. 6 (3), 1239-1278, [cit. 2023-10-17]. ISSN 2040-4603. Dostupné z: doi:10.1002/cphy.c150037.

YAN, Z. et al. 2017. Meta-Analysis of Effects of Voluntary Slow Breathing Exercises for Control of Heart Rate and Blood Pressure in Patients With Cardiovascular Diseases. *The American Journal of Cardiology* [online]. 120 (1), 148-153, [cit. 2024-04-17]. ISSN 0002-9149. Dostupné z: doi: 10.1016/j.amjcard.2017.03.247.

YILMAZ, M., KAYANCICEK, H. 2018. Heart rate variability: Highlights from hidden signals. *Journal of Integrative Cardiology Open Access* [online]. 4 (5), 1-8, [cit. 2022-12-20]. ISSN 2674-2489. Dostupné z: doi: 10.15761/JIC.1000258.

SEZNAM ZKRATEK

ANS	autonomní nervový systém
CNS	centrální nervový systém
CRP	C-reaktivní protein
DASS-21	Depression Anxiety Stress Scale-21
EKG	elektrokardiografie, elektrokardiografický
GIT	gastrointestinální trakt
GPS	globální polohový systém
HF	high frequency
HRV	heart rate variability
KVO	kardiovaskulární onemocnění
LF	low frequency
ms	milisekunda
n	počet hodnot
n.	nervus
nn.	nervi
PASAT	Paced Auditory Serial Addition Task
PNS	periferní nervový systém
PSQI	Pittsburgh Sleep Quality Index
PSS	Perceived Stress Scale
RAAS	renin-angiotenzin-aldosteronový systém
RMSSD	Root Mean Square of Successive Differences
SDNN	Standard Deviation of NN intervals
TF	tepová frekvence
TMT	Trail Making Test
TMT-A	Trail Making Test A
TMT-B	Trail Making Test B
ULF	ultra low frequency
VAS	vizuální analogová škála
VO ₂ max	maximální spotřeba kyslíku
VLF	very low frequency
WHO	Světová zdravotnická organizace

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Schéma sympatické a parasympatické inervace	12
Obrázek 2 Frekvenční oblast analýzy HRV	18
Obrázek 3 Faktory ovlivňující HRV	19
Obrázek 4 Pozice Siddha asána a dýchání Nadi Shodana.....	30
Obrázek 5 Grafické znázornění signifikantně významných výsledků TF před x po cvičení dechových technik	38
Obrázek 6 Grafické znázornění signifikantně významných výsledků HRV před x po cvičení rezonančního typu dýchání.....	41
Obrázek 7 Grafické znázornění signifikantně významných výsledků dotazníku WHOQOL- BREF před x po cvičení dechových technik	43

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Celkový počet probandů s ohledem na pohlaví a dechovou techniku	36
Tabulka 2 Deskriptivní statistika a statistické testování průměrů aktuální TF před x po cvičení dechových technik (v tepech za minutu).....	37
Tabulka 3 Deskriptivní statistika a statistické testování průměrů HRV před x po cvičení dechové techniky Nadi Shodana (ms)	39
Tabulka 4 Deskriptivní statistika a statistické testování průměrů HRV před x po cvičení rezonančního dýchání (ms).....	40
Tabulka 5 Statistické zpracování bodových průměrů dotazníku kvality života WHOQOL-BREF před x po cvičení.....	42

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Vyjádření etické komise FZV UPOL	75
Příloha 2 Informovaný souhlas str. 1.....	76
Příloha 3 Informovaný souhlas str. 2.....	77
Příloha 4 Tabulka I. pro výzkumný soubor	78
Příloha 5 Tabulka II. pro výzkumný soubor.....	79
Příloha 6 Dotazník kvality života WHOQOL-BREF str. 1	80
Příloha 7 Dotazník kvality života WHOQOL-BREF str. 2.....	81
Příloha 8 Dotazník kvality života WHOQOL-BREF str. 3.....	82

PŘÍLOHY

Příloha 1 Vyjádření etické komise FZV UPOL



Fakulta
zdravotnických věd

UPOL - 95500/FZV-2023

Vážená paní
Bc. Viktorie Kubová, DiS.

2023-03-29

Vyjádření Etické komise FZV UP

Vážená paní bakalářko,

na základě Vaší Žádosti o stanovisko Etické komise FZV UP byla Vaše výzkumná část diplomové práce posouzena a po vyhodnocení všech zaslanych dokumentů Vám sdělujeme, že diplomové práci s názvem „**Vliv dechových technik na variabilitu srdeční frekvence** (*The impact of breathing techniques on heart rate variability*)“, jehož jste hlavní řešitelkou, bylo uděleno

souhlasné stanovisko Etické komise FZV UP .

S pozdravem,

FAKULTA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Fakulta zdravotnických věd
Etická komise
Hněvotínská 3, 775 15 Olomouc

Mgr. Renáta Váverková
předsedkyně
Etické komise FZV UP



Fakulta
zdravotnických věd

Genius loci ...

Informovaný souhlas

Pro výzkumný projekt: Vliv dechových technik na variabilitu srdeční frekvence

Období realizace: únor–prosinec 2023

Řešitelé projektu: Bc. Viktorie Kubová, DiS.

Vážená paní, vážený pane,

obracíme se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném šetření, jehož cílem je zhodnotit a porovnat vliv vybraných dechových technik na variabilitu srdeční frekvence v delším časovém období, celkem ve 4 týdnech. Celé měření variability srdeční frekvence bude během 4 týdnů realizováno skrze Vaše hodinky Garmin, které budete nosit v režimu 24 hod denně, výjimkou je např. hygiena. První 2 týdny spočívají pouze v nošení hodinek. V následujících 2 týdnech bude k nošení hodinek přidáno 2x denně dechové cvičení o délce 5–10 min. První cvičení bude probíhat kdykoliv v dopoledních hodinách, druhé naopak v odpoledních hodinách. Na celou dobu měření obdržíte tabulky, do nichž vyplníte základní osobní informace, stručně náplň každého dne (práce, studium, sport atd.) a v druhých 2 týdnech navíc i časy cvičení. Na začátku i na konci celého výzkumu obdržíte krátký dotazník zaměřený na hodnocení aktuální kvality života.

Z účasti na výzkumu nevyplývají žádná rizika, která by ohrozila Vaše zdraví. Vybraná dechová cvičení přispívají ke zlepšení adaptability organismu na fyzickou i psychickou zátěž, dále přispívají k ovlivnění emoční nálady pozitivním směrem a podporují kvalitu spánku. Pokud s účastí na výzkumu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

Prohlášení účastníka výzkumu

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném výzkumu. Řešitel/ka projektu mne informoval/a o podstatě výzkumu a seznámil/a mne s cíli a metodami a postupy, které budou při výzkumu používány, podobně jako s výhodami a riziky, které pro mne z účasti na výzkumu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou anonymně zpracovány, použity jen pro účely výzkumu a že výsledky výzkumu mohou být anonymně publikovány.

Měl/a jsem možnost vše si řádně, v klidu a v dostatečně poskytnutém čase zvážit, měl/a jsem možnost se řešitele/ky zeptat na vše, co jsem považoval/a za pro mne podstatné a potřebné vědět. Na tyto mé dotazy jsem dostal/a jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován/a, že mám možnost kdykoliv od spolupráce na výzkumu odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Osobní údaje (sociodemografická data) účastníka výzkumu budou v rámci výzkumného projektu zpracovány v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady EU 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (dále jen „nařízení“).

Prohlašuji, že beru na vědomí informace obsažené v tomto informovaném souhlasu a souhlasím se zpracováním osobních a citlivých údajů účastníka výzkumu v rozsahu a způsobem a za účelem specifikovaným v tomto informovaném souhlasu.

Tento informovaný souhlas je vyhotoven ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží účastník výzkumu (nebo zákonný zástupce) a druhý řešitel projektu.

Jméno, příjmení a podpis účastníka výzkumu (zákonného zástupce): _____

V _____ dne: _____

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu: _____

Příloha 4 Tabulka I. pro výzkumný soubor

Jméno a příjmení (iniciály):			Dechová technika:
Datum narození:			
Pohlaví:			
Den	Datum	Náplň dne	Průměrná HRV za celý den
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			

Příloha 5 Tabulka II. pro výzkumný soubor

Den	Datum	Náplň dne	Čas 1. cvičení	Tepová frekvence během cvičení	Čas 2. cvičení	Tepová frekvence během cvičení	Průměrná HRV za celý den
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							
13.							
14.							

DOTAZNÍK KVALITY ŽIVOTA (WHOQOL)

[Poznámka: dejte participantovi kartičku s odpověďmi č. 4.]

Následující otázky se ptají na to, jak jste vnímal kvalitu svého života, zdraví a jiných oblastí Vašeho života. Přečtu Vám jednotlivé otázky spolu s možnostmi odpovědí. **Vyberte prosím odpověď, která se Vám zdá nejvhodnější.** Pokud si nejste jistá/ý, jak na otázku odpovědět, obvykle je nejlepší ta odpověď, která Vás napadne jako první.

Myslete prosím na své zásady, očekávání, potěšení a zájmy. Prosíme, abyste přemýšleli o svém životě v **1 měsíci před vstupem do léčby.**

		Velmi špatná	Špatná	Ani špatná ani dobrá	Dobrá	Velmi dobrá
1	Jak byste zhodnotil/a kvalitu svého života?	1	2	3	4	5

		Velmi nespokojený/ á	Nespokojený /á	Ani spokojený/á ani nespokojený/ á	Spokojený/á	Velmi spokojený(á)
2	Jak spokojený/á jste se svým zdravím?	1	2	3	4	5

Následující otázky se ptají na to, **do jaké míry** jste v posledních 4 týdnech zažil/a/pocítil/a některé situace.

		Vůbec ne	Málo	Středně	Velmi	V obrovské míře
3	Do jaké míry máte pocit, že Vám fyzická bolest brání dělat to, co potřebujete?	5	4	3	2	1
4	Jak moc potřebujete nějakou léčbu, abyste fungoval/a v běžném životě?	5	4	3	2	1
5	Jak moc Vás baví život?	1	2	3	4	5
6	Do jaké míry má Váš život podle Vás smysl?	1	2	3	4	5

Příloha 7 Dotazník kvality života WHOQOL-BREF str. 2

		Vůbec ne	Málo	Přiměřeně	Velmi	V obrovské míře
7	Jak dobře jste schopen/a se soustředit?	1	2	3	4	5
8	Jak bezpečně se cítíte ve svém každodenním životě?	1	2	3	4	5
9	Jak zdravé je Vaše fyzické prostředí, ve kterém žijete?	1	2	3	4	5

Následující otázky se vás ptají na to, do jaké míry jste v posledních čtyřech týdnech zažíval/a nebo byl/a schopen/a dělat určité věci.

		Vůbec ne	Málo	Přiměřeně	Většinou	Naprosto
10	Máte dost energie pro běžný život?	1	2	3	4	5
11	Jste schopen/a přijmout svůj fyzický vzhled (to, jak vypadáte)?	1	2	3	4	5
12	Máte dost peněz na to, abyste uspokojil/a své potřeby?	1	2	3	4	5
13	Jak dostupné jsou pro Vás informace, které potřebujete pro svůj každodenní život?	1	2	3	4	5
14	Máte dostatek příležitostí pro rozvíjení svých zájmů?	1	2	3	4	5

		Velmi špatně	Špatně	Ani špatně ani dobře	Dobře	Velmi dobře
15	Jak velké potíže Vám dělá pohybovat se mimo domov?	1	2	3	4	5

		Velmi nespokojený/á	Nespokojený/á	Ani spokojený/á ani nespokojený/á	Spokojený/á	Velmi spokojený/á
16	Jak spokojený/á jste se svým spánkem?	1	2	3	4	5
17	Jak spokojený/á jste s tím, jak jste schopen/a vykonávat každodenní aktivity?	1	2	3	4	5
18	Jak spokojený/á jste se svou schopností pracovat?	1	2	3	4	5
19	Jak spokojený/á jste sám/a se sebou?	1	2	3	4	5

Příloha 8 Dotazník kvality života WHOQOL-BREF str. 3

20	Jak spokojený/á jste se svými osobními vztahy?	1	2	3	4	5
21	Jak spokojený/á jste se svým sexuálním životem?	1	2	3	4	5
22	Jak spokojený/á jste s podporou, kterou Vám poskytují Vaši přátelé?	1	2	3	4	5
23	Jak spokojený/á jste se svým bydlením?	1	2	3	4	5
24	Jak spokojený/á jste s dostupností Vaší zdravotní péče?	1	2	3	4	5
25	Jak spokojený/á jste s tím, jak se Vám daří dostat se tam, kam potřebujete?	1	2	3	4	5

Následující otázka se zajímá o to, jak často jste pocíťoval/a nebo zažívala určité věci/pocity v posledních čtyřech týdnech.

		Nikdy	Zřídka	Celkem často	Velmi často	stále
26	Jak často jste měl/a negativní pocity jako špatná nálada, zoufalství, úzkost, deprese?	5	4	3	2	1

Máte nějaké připomínky/chcete ještě k hodnocení něco říci?
