

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav klinické rehabilitace

Bc. Karolína Hochlová

**MOŽNOSTI OVPLYVNENIA VARIABILITY SRDEČNEJ  
FREKVENCIE U POSTCOVIDOVÝCH PACIENTOV POMOCOU  
KARDIO-TELEREHABILITÁCIE**

Diplomová práca

Vedúci práce: Mgr. Petra Gaul Aláčová, Ph.D.

OLOMOUC 2022

# ANOTÁCIA

**Typ záverečnej práce:** Diplomová práca

**Názov práce:** Možnosti ovplyvnenia variability srdečnej frekvencie u postcovidových pacientov pomocou kardio-telerehabilitácie

**Názov práce v AJ:** Possibilities of affecting heart rate variability in postcovid patients by cardio-telerehabilitation

**Dátum zadania:** 2021-01-31

**Dátum odovzdania:** 2022-05-20

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotníckych vied

Ústav klinickej rehabilitácie

**Autor práce:** Bc. Karolína Hochlová

**Vedúci práce:** Mgr. Petra Gaul Aláčová, Ph.D.

**Oponent práce:** Mgr. Lada Zbořilová

**Rozsah:** 73 strán

## **Abstrakt v SJ:**

**Úvod:** Srdce je životne dôležitý orgán, o ktorý je nutné sa starať, aby nám bezproblémovo slúžilo po celý život. Pracuje v určitých frekvenciách, ktoré sa neustále menia na základe našej fyzickej aktivity, nálady, pod vplyvom stresu, veku, pohlavia, atď. Dôležitým faktorom je aj samotné zdravie človeka.

**Cieľ:** Cieľom tejto diplomovej práce bolo zistiť, ako ovplyvnilo ochorenie COVID-19 kardiovaskulárny systém, konkrétne variabilitu srdcovej frekvencie (VSF), u rôznych vekových kategórií a aké sú možnosti ovplyvnenia variability srdcovej frekvencie pomocou kardio-telerehabilitácie.

**Metodika:** Do výskumu bolo zapojených 19 pacientov, ktorý si prešli ochorením COVID-19 a na základe ich aktuálneho zdravotného stavu boli rozdelení do experimentálnej skupiny, ktorá absolvovala intervenciu v podobe trojtýždňovej telerehabilitácie a kontrolnej skupiny, ktorá bola bez intervencie. Priemerný vek bol 38 rokov. Na vstupnom a výstupnom meraní boli pacienti podrobení vyšetreniu VSF pomocou spektrálnej analýzy a diagnostického systému VarCor PF7.

**Výsledky:** Zo štatistického spracovania dát nám vyplynulo, že u pacientov vo vekovej kategórii 20-40 došlo ku postupnému zvyšovaniu vybraných hodnôt variability srdcovej frekvencie po absolvovaní 3týždňovej intervencie, aj keď boli dáta vyhodnotené ako štatisticky nevýznamné. Vo vekovej kategórii 40+ došlo ku poklesu vybraných hodnôt.

**Záver:** Intervencia v podobe telerehabilitácie u mladších pacientov mala tendenciu k rýchlejšiemu nástupu pozitívnych účinkov, ako vo vyššej vekovej kategórii. Z tendencií jednotlivých ukazateľov sa dá usudzovať, že po absolvovaní dlhšej doby telerehabilitácie by sa mohli začať preukazovať známky zlepšovania v jednotlivých indikátoroch zdravotného stavu. Rozdiely medzi jednotlivými meraniami však nedosiahli hladiny štatistickej významnosti.

**Kľúčové slova:** srdcová frekvencia, variabilita srdcovej frekvencie, COVID-19, telerehabilitácia

#### **Abstrakt v AJ:**

**Introduction:** The heart is a vital organ that needs to be taken care of in order to function well for the entire lifetime of a person. It functions at certain frequencies that are constantly changing based on our physical activity, mood, stress levels, age, gender, etc. The overall health itself is also a very important factor.

**Aim:** The aim of this thesis was to find out how the COVID-19 disease affected the cardiovascular system, specifically the heart rate variability (HRV) in different age categories and the possibility of influencing the HRV by cardio-telerehabilitation.

**Methods:** The study involved 19 patients who experienced COVID-19 disease and, based on their current health status, were divided into an experimental group that underwent an intervention in the form of a three-week telerehabilitation, and a control group that was without any intervention. The average age was 38 years. At the initial and final measurements, patients underwent HRV examination by spectral analysis of HRV using the VarCor PF7 diagnostic system.

**Results:** The statistical data processing showed that in patients in the age category of 20-40 there was a gradual tendency for an increase in selected values of heart rate variability after the intervention, even though the data were evaluated as statistically insignificant. In the age category 40+, there was a decrease in selected values.

**Conclusion:** Intervention in the form of telerehabilitation in younger patients tended to have a positive onset of positive effects more than in the older age group. The tendencies in individual indicators suggest that longer period of telerehabilitation might show more obvious signs of improvement in individual health indicators. However, the differences between the individual measurements did not reach the level of statistical significance.

**Key words:** heart rate, heart rate variability, COVID-19, telerehabilitation

## PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som diplomovú prácu vypracovala samostatne a použila len uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 20.5.2022

---

podpis

## POĎAKOVANIE

V prvom rade by som veľmi pekne chcela poďakovať mojej vedúcej práce Mgr. Petre Gaul Aláčovej, Ph.D. za príkladné vedenie počas celej tvorby práce, za jej cenné rady, odborný prístup a hlavne čas, ktorí mi venovala. Zároveň by som sa chcela poďakovať celému tímu výskumného projektu IGA\_FZV\_2021\_009 za príležitosť zúčastniť sa tohto výskumu, priučiť sa a získať nové poznatky, ktoré budú prínosom do následnej praxe.

# Obsah

<b>Obsah.....</b>	<b>7</b>
<b>1 Činnosť srdca .....</b>	<b>11</b>
<b>2 Srdcová frekvencia .....</b>	<b>12</b>
2.1 Vplyv telesnej aktivity na srdcovú frekvenciu .....	13
2.1.1 Riadenie srdcovej frekvencie .....	13
2.1.2 Typy účinkov na srdcovú svalovinu .....	14
2.2 Vplyv autonómneho nervového systému na srdcovú činnosť .....	14
2.3 Inervácia srdca .....	15
2.3.1 Sympatická nervová regulácia.....	16
2.3.2 Parasympatická nervová regulácia .....	16
2.4 Humorálna regulácia srdcovej frekvencie.....	17
2.5 Porucha funkcie ANS.....	17
2.6 Vyšetrenie autonómneho nervového systému .....	18
2.6.1 Test hlbokého dýchania .....	19
<b>3 Variabilita srdcovej frekvencie .....</b>	<b>20</b>
3.1 Faktory ovplyvňujúce variabilitu srdcovej frekvencie.....	21
3.1.1 Dýchanie .....	21
3.1.2 Hypoxia.....	22
3.1.3 Vek.....	22
3.1.4 Mentálne nastavenie človeka.....	22
3.1.5 Fyzická práca.....	23
3.1.6 Pohlavie.....	23
3.1.7 Tréning.....	24
3.2 Metódy analýzy variability srdcovej frekvencie.....	25
3.3 Metóda časovej analýzy .....	25
3.3.1 Metóda analýzy vplyvu ANS na VSF.....	25
3.4 Metóda spektrálnej analýzy .....	26
3.4.1 Meranie VSF pomocou spektrálnej analýzy .....	28
3.4.2 Ortostatický reflex (test) .....	29
3.5 Kardiotréning a jeho vplyv na autonómny nervový systém.....	31

3.6	Efektivita kardiotréningu na ovplyvnenie srdcovej frekvencie .....	31
3.7	Metodiky kardiorehabilitácie.....	32
<b>4</b>	<b>Ochorenie COVID-19 a jeho dopad na zdravie.....</b>	<b>32</b>
4.1	Vznik myokarditídy po prekonaní ochorenia COVID-19.....	33
<b>5</b>	<b>Rehabilitácia u pacientov po prekonaní ochorenia COVID-19 .....</b>	<b>34</b>
5.1	Rehabilitácia po prepustení do domácej liečby .....	35
5.2	Využitie telerehabilitácie.....	36
<b>6</b>	<b>Ciele výskumnej práce .....</b>	<b>38</b>
6.1	Vedecké otázky .....	38
6.2	Hypotézy a podhypotézy .....	38
<b>7</b>	<b>Metodika .....</b>	<b>40</b>
7.1	Charakteristika výskumného súboru .....	40
7.2	Metodika zberu dát .....	40
7.3	Priebeh vyšetrenia.....	41
7.3.1	Prístroj na meranie SA VSF .....	41
7.3.2	Hlavné ukazatele VSF.....	41
7.4	Štatistické spracovanie dát .....	42
<b>8</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>43</b>
8.1	Hodnoty VSF pred a po intervencií u pacientov vo veku 20-40 rokov .....	43
8.2	Hodnoty VSF pred a po intervencií u pacientov vo veku nad 40 rokov .....	45
8.2.1	Parameter R-R intervalov u experimentálnej skupiny .....	47
8.2.2	Parameter MSSD u experimentálnej skupiny .....	48
8.2.3	Parameter Total Power u experimentálnej skupiny .....	48
8.3	Porovnanie hodnôt jednotlivých parametrov VSF medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou .....	49
8.3.1	Porovnanie parametra R-R intervalov medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou .....	49
8.3.2	Porovnanie parametra MSSD medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou 50	
8.3.3	Porovnanie parametra Total Power medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou .....	51
<b>9</b>	<b>Diskusia.....</b>	<b>53</b>
9.1	Vyjadrenie k prvej vedeckej otázke.....	54
9.2	Vyjadrenie k druhej vedeckej otázke.....	56



9.3 Zhrnutie .....	56
<b>Limity práce.....</b>	<b>58</b>
9.4 Prínos do klinickej praxe.....	58
<b>Referenčný zoznam .....</b>	<b>62</b>
<b>Zoznam skratiek .....</b>	<b>67</b>
<b>Zoznam obrázkových príloh.....</b>	<b>69</b>
<b>Zoznam grafov .....</b>	<b>70</b>
<b>Zoznam príloh.....</b>	<b>71</b>
<b>Prílohy .....</b>	<b>72</b>

## Úvod

Srdce je malý svalový orgán, ktorý váži len okolo 300g a pritom je tak nesmierne dôležitou časťou ľudského tela, bez ktorého by sme na tomto svete nemohli existovať. Unikátny orgán, o ktorý je nutné sa neustále starať, aby fungoval tak, ako má a náš život sme prežili kvalitne a naplno. Jeho hlavnou úlohou je čerpacia činnosť, ktorá je založená na rytmickom striedaní relaxácie (diastola) a kontrakcie (systola) svaloviny komôr. Distribuuje okysličenú krv do jednotlivých častí tela a zároveň si spätne berie krv odkysličenú, aby jej mohlo znovu „vdýchnuť život“.

Činnosť srdca funguje v určitých intervaloch. To, koľko krát za minútu dôjde ku sťahu srdca, je nazývané ako srdcová frekvencia. Podľa počtu sťahov dokážeme určiť, aká veľká je kladená záťaž na telo človeka alebo či sa jeho telo nachádza v kľudovom stave. Jeho činnosť je ovplyvňovaná mnohými faktormi, ako je stres, choroba, kvalita spánku, atď. Jedným z faktorov je aj autonómny nervový systém (ANS). V ľudskom tele je zodpovedný za udržiavanie optimálnych vnútorných podmienok organizmu (kontrola homeostázy). Táto činnosť je vykonávaná bez vedomej činnosti človeka. Hlavnou funkciou ANS je kontrola srdcovej a dychovej frekvencie, trávenie, potenie, močenie, atď.

Keď dôjde k poruche v oblasti ANS, jedná sa o komplikovanú poruchu, ktorá zasiahne v ľudskom tele mnoho orgánových sústav. Medzi nimi je aj kardiovaskulárny systém. Jedna z porúch sa môže vyskytnúť v oblasti variability srdcovej frekvencie (VSF). VSF poskytuje informácie ohľadom fungovania ANS, hlavne funkcie parasympatikovej (vágovej) vetvy, ktorej hlavnou náplňou je tlmivý efekt a sympatikovej vetvy, ktorej funkciou je aktivačný efekt. V období relaxácie, predovšetkým počas spánku, je aktivovaná vágová vetva a utlmovaná sympatiková. V období podávania nejakého výkonu je zase aktivovaná sympatiková vetva a utlmovaná vágová. Variabilita srdcovej frekvencie sa neustále mení, pri každom pohybe, dýchaní, myšlienke, strese, keď relaxujeme alebo keď nás postihne nejaká choroba.

Celý svet je od roku 2020 sužovaný globálnym ochorením COVID-19, ktoré postihuje multiorganové sústavy ľudského tela. Po prekonaní daného ochorenia sa ľudia ešte dlhú dobu potýkajú so zdravotnými následkami, ktoré ovplyvňujú ich každodenný život.

Cieľom tejto diplomovej práce bolo zistiť, akým spôsobom dokážeme ovplyvňovať variabilitu srdcovej frekvencie pomocou respiračných cvičení po dobu intervencie troch týždňov u postcovidových pacientov za využitia moderných technológií, konkrétne telerehabilitácie.

# 1 Činnosť srdca

Medzi hlavné činnosti srdca patrí činnosť čerpacia. Jej základom je pravidelné striedanie relaxácie (diastola) a kontrakcie (systola) oboch komôr srdcovej svaloviny. Počas relaxácie sa komory plnia krvou a počas kontrakcie je vypudzovaná do pľúcnice a aorty. Do komôr priteká krv zo srdcových predsiení, kam sa dostáva z veľkých žíl (dutých a pľúcnych žíl). Srdce je vybavené automatikou, čo je vlastnosť, ktorá umožňuje samostatne tvoriť rytmicky sa opakujúce podnety (Trojan et al., 1999, s. 155).

Srdcové vlákna sú typicky vzrušujúce prvky. Tieto vlákna sa nazývajú srdcovou prevodovou sústavou, zatiaľ čo vlákna, ktoré sa spontánne nespustia, sa nazývajú pracovné vlákna myokardu a ich funkciou je mechanické čerpanie (Trojan et al., 1999, s. 155). Bunky so schopnosťou generovať spontánnu excitáciu majú kľudové napätie a po každom poklese akčného napätia na prahovú hodnotu tento kardiostimulátorový potenciál spustí ďalšiu excitáciu. Stimulácia srdcových kontrakcií vychádza zo špecializovaného srdcového prevodového systému. Pozostáva zo sinoatriálneho uzla (SAu), predsieňovej internodálnej dráhy, atrioventrikulárneho uzla (AVu), Hissovho zväzku a Purkyňovho systému. Hlavný stimul spúšťajúci srdcový tep sa vyskytuje v SAu, ktorý za normálnych podmienok produkuje najrýchlejšiu excitáciu a prispieva k najrýchlejšej depolarizácii P buniek (cca  $70 \cdot \text{min}^{-1}$ ) a následnému šíreniu excitácie (Ganong, 1999, s. 165).

Sinoatriálny uzol je považovaný za prirodzeného udávateľa rytmu - za tzv. srdcový pacemaker, ktorý riadi frekvenciu srdcových sťahov. Frekvencia vzruchov z SAu aj iných oddielov vodivej sústavy je ovplyvnená teplotou a farmakami. So vzostupom teploty rastie, a tak sa môže podieľať na tachykardii pri horúčke. Frekvencia sa zrýchľuje aj emóciami či telesnou námahou, spomaľuje sa v spánku (bradykardia) (Ganong, 1999, s. 165).

Opakujúce sa zmeny je možné zaznamenávať počas srdcového cyklu. Označuje sa ako elektrokardiogram (EKG). Postup je veľmi jednoduchý. Na začiatku sa umiestnenia elektródy na obe horné končatiny a ľavú dolnú končatinu, tak aby bolo srdce v strede. Táto poloha sa nazýva Einthovenov trojuholník. Využívajú sa tri štandardné končatinové zvody. Výsledok je skomplikovaný v podobe grafu, kde sú je zaznamenaná elektrokardiografická krivka. Popisuje sa vlna P, ktorá je spôsobená depolarizáciou predsiení, komplex kmitov QRS depolarizáciou komôr a v neposlednom rade úsek ST s vlnou T repolarizáciou komôr (Ganong, 1999, s. 165).

## 2 Srdcová frekvencia

Zdravé srdce dodáva telu potrebné množstvo krvi v správnom tempe pre čokoľvek, čo telo v tej chvíli robí. Srdce reaguje na záťaž obdobne ako ostatné svaly v ľudskom tele. Postupne rastie a naberá na sile (Macgill, 2021, s. 2).

Srdcová frekvencia (ďalej označované SF) sa po dlhú dobu, niekoľko rokov používa na jednoduché indikovanie intenzity záťaže na organizmus a v kľudových podmienkach funguje ako signalizátor stavu organizmu z funkčného hľadiska (Botek et al., 2017, s. 63). Srdcová frekvencia má jasne definovaný počet sťahov srdca za daný časový úsek. Najčastejšie sa používa časová jednotka, konkrétne minúta. Za fyziologickú hodnotu SF, ktorá je meraná v kľudovom stave, je považovaná hodnota medzi 50-90 sťahov za minútu. U profesionálnych športovcov a u ľudí so zvýšenou hladinou parasymptiku, hodnota môže dosiahnuť hranicu pod 50 sťahov za minútu. Zo zahraničných ale aj miestnych výskumov je známe, že sa SF znižuje v ľahu alebo v spánku. Dôvodom je zvýšené pôsobenie parasymptiku a  $\beta$ -blokátorov. A opačný efekt má zase obdobie cvičenia, nervozity, stresu alebo vplyvom zmeny teploty. V tejto fáze sa v tele angažuje atropín a sympatikus (Gregor et al., 1999, s. 25).

V športovom odvetví si samotní športovci počas celého roku merajú rannú kľudovú SF a na základe toho si dokážu odsledovať narastajúcu únavu, zdravotné problémy alebo pretrénovanosť (Botek et al., 2017, s. 63).

Frekvencia srdca má významný podiel aj na zmene koronárneho prietoku krvi a jej rezistencie. To následne ovplyvňuje dĺžku diastoly. Čím je vyššia SF, tým sa zvyšuje minútový koronárny prietok. Hoci sa celková doba kontrakcie nízkeho prietoku krvi predlžuje, zvýšenie spotreby srdcového kyslíka vedie k metabolickej vazodilatácii, diastolickej rezistencii a zníženiu prietoku krvi. Až po dosiahnutí hraničnej frekvencie, kedy je doba pre diastolický prietok krvi príliš krátka, sa tachykardia stáva obmedzujúcim faktorom prietoku. U jedincov so zdravými koronárnymi tepnami sa koronárny prietok krvi postupne neznižuje po dosiahnutí maximálnej srdcovej frekvencie. Keď dôjde ku patologickým stavom, ako je napríklad obštrukcia koronárných tepien alebo pokles krvného tlaku, sa plnenie intramyokardiálneho obehu stáva obmedzené a často kombinované (Gregor et al., 1999, s. 26).

Srdcová frekvencia sa zvyšuje s intenzitou cvičenia, pričom sa vyrovnáva pri maximálnom cvičení. Tréning zvyšuje impulzy do srdca z blúdivého nervu, ktorý spomaľuje srdcovú frekvenciu v pokoji a počas submaximálnej srdcovej frekvencie. Srdcový výdaj je udržiavaný zvyšovaním tepového objemu. Keď intenzita cvičenia presahuje približne

50 % maxima, srdcový výdaj sa zvyšuje so zvyšujúcou sa srdcovou frekvenciou (Gregor et al., 1999, s. 287).

Maximálna srdcová frekvencia je pomerne stála hodnota za rôznych dôvodov. Mohlo by sa zdať, že tréningom sa dá maximálna srdcová frekvencia zvýšiť, ale mení sa len veľmi málo. Jeden faktor je schopný ju znížiť a tým je vek. Odhad maximálnej srdcovej frekvencie možno získať odpočítaním veku od čísla 220. Táto metóda nie je vôbec presná a je lepšie si maximálnu srdcovú frekvenciu merať napriamo. Dá sa to urobiť presným meraním najvyššej srdcovej frekvencie dosiahnutej počas maximálneho testu na bežiacom páse (Gregor et al., 1999, s. 287).

## **2.1 Vplyv telesnej aktivity na srdcovú frekvenciu**

Počas doby cvičenia je najdôležitejším faktorom pri zvyšovaní srdečného výdaja srdcová frekvencia. So spotrebou kyslíka a zvyšujúcou sa intenzitou svičenia sa zvyšuje aj srdcová frekvencia. Tá sa počas cvičenia zvyšuje v dôsledku sympatikovej stimulácie srdca. Cvičenie pri maximálnej tepovej frekvencii ovplyvňuje fyzickú kondíciu, vek a pohlavie. Srdcová frekvencia sa zvyšuje počas konštantnej úrovne submaximálneho cvičenia a potom sa stabilizuje, keď je splnená požiadavka na kyslík. So zvyšujúcou sa intenzitou cvičenia trvá dlhšie, kým sa srdcová frekvencia vyrovná. Pri dlhotrvajúcom cvičení sa srdcová frekvencia zvyšuje pri rovnakej pracovnej frekvencii. Tepová frekvencia sa musí zvýšiť, aby bola srdcová frekvencia a krvný tlak na rovnakej úrovni. Kardiovaskulárny drift je spôsobený zníženou obehovou kapacitou vracat' krv do srdca. Znížený venózný návrat môže byť zasa spôsobený zníženým objemom plazmy v dôsledku filtrácie tekutín alebo potenia. Príčinou môže byť aj znížený tonus sympatiku (Gregor et al., 1999, s. 322).

Vytrvalostný tréning zlepšuje výkon srdca. Srdcová frekvencia môže byť cenná pomôcka pri skladaní cvičebného plánu. Meraním srdcovej frekvencie počas alebo bezprostredne po cvičení možno odhadnúť metabolické náklady na danú aktivitu. Srdcová frekvencia pri cvičení môže poskytnúť dobrý odhad srdcovej záťaže (Gregor et al., 1999, s. 322).

### **2.1.1 Riadenie srdcovej frekvencie**

Srdcová frekvencia je daná rýchlosťou depolarizácie tkanív srdcového svalu a to konkrétne sinoatriálneho a atrioventrikulárneho uzlu a Purkyňových vlákien. Vzhľadom na to, že rýchlosť depolarizácie sinoatriálneho uzlu je najrýchlejšia, udáva frekvenciu srdcových sťahov (Aschermann et al., 2004, s. 73).

Napriek tomu, že srdce má účinný mechanizmus vnútornej regulácie, vonkajší mechanizmus je pre riadenie srdcovej frekvencie tiež výrazne dôležitý. Zjednodušene môžeme tieto mechanizmy rozdeliť na riadenie nervové, humorálne a celulárne (Aschermann et al., 2004, s. 73).

### **2.1.2 Typy účinkov na srdcovú svalovinu**

Hlavné typy účinku na srdcovú svalovinu sú: monotropný účinok – pozitívne a negatívne ovplyvnenie sily srdcovej kontrakcie, chronotropný účinok - ovplyvnenie srdcovej frekvencie, ktoré môže byť braný pozitívne ako zvýšenie SF alebo negatívne ako zníženie SF, dromotropný účinok - zrýchlenie či spomalenie prevodu vzruchu z predsiení do komory napr. zmena intervalu medzi systolou predsiení a systolou komôr a v neposlednom rade bathmotropný účinok – vyjadruje vzrušivosť myokardu (Aschermann et al., 2004, s. 73).

## **2.2 Vplyv autonómneho nervového systému na srdcovú činnosť**

Nervový systém má významný podiel na riadení SF. Sinoatriálny uzol je pod neustálym tonickým vplyvom autonómneho nervového systému (Aschermann et al., 2004, s. 73). Autonómny nervový systém je súčasťou periférneho nervového systému. Je označovaný tiež ako vegetatívny nervový systém. V ľudskom tele je zodpovedný za udržiavanie optimálnych vnútorných podmienok organizmu (kontrola homeostázy). Táto činnosť je vykonávaná bez vedomej činnosti jedinca. Hlavnou funkciou ANS je kontrola srdcovej a dychovej frekvencie, trávenie, potenie, močenie, tvorba slín, ďalej ovláda priemer zrenice a má dôležitú úlohu v pohlavnom vzrušení. Jeho činnosť si človek neuvedomuje a nemôže svojou vôľou ovplyvniť (Seidl, 2015, s.90-91).

Autonómne nervy prenášajú vzruch z CNS do cieľového orgánu najmenej dvoma neurónmi. Vedenie vzruchu v ANS je všeobecne pomalšie, pretože jeho nervové vlákna sú tenšie, postgangliové vlákna sú bez myelínovej pošvy a autonómne reflexy majú dlhšiu reakčnú dobu, pretože majú vo svojom priebehu zaradených viac synapsií. ANS je rozdelená na dve časti. Centrálnu a periférnu (Botek et al., 2017, s. 61).

Centrálnu časť ANS tvorí miecha (zaisťuje autonómne reflexy), retikulárne formácie (hlavná úloha je riadenie životne dôležitých funkcií ako dýchanie, činnosť srdca a ciev, príjem potravy), hypotalamus (regulácia kardiovaskulárnych funkcií, príjem potravy a tekutín, telesná teplota a endokrinný systém), limbický systém (zahrňuje ďalšie somatické a vegetatívne funkcie, vrátane sexuálneho a emočného správania) a kôra mozgu (vrodené a získané asociácie, hlavne obehového a dýchacieho systému) (Botek et al., 2017, s. 61).

Periférnu časť ANS tvoria dve vetvy, ktoré majú opačný účinok. Sú označované ako sympatikus a parasympatikus. Väčšina vnútorných orgánov je inervovaná oboma vetvami. O výslednom účinku rozhoduje funkčný stav výkonného orgánu. Ciev v ľudskom tele sú inervované iba sympatickou časťou ANS, kedy výsledný efekt (vazokonstrikcia či vazodilatácia) je zabezpečený zmenou aktivity sympatiku. (Botek et al., 2017, s. 61).

Komplexne autonómny nervový systém riadi srdcovú činnosť. Hlavnú funkciu majú sympatické aj parasympatické neurotransmitery. Ich uplatnenie je na úrovni myokardu, špecializovaných tkanív sínusového aj atrioventrikulárneho uzla a prevodného systému. Tým sa ovplyvňuje srdcová frekvencia, sila kontrakcie, atď. Pôsobenie sympatiku a parasympatikus je rozšírené do oblasti periférneho riečiska. Nervová regulácia je rýchlejšia na rozdiel od regulácie humorálnej (Klener et al., 1994, s. 17).

<b>Děj, cílový orgán</b>	<b>Působení sympatiku</b>	<b>Působení parasympatiku</b>
metabolismus	katabolické děje	anabolické děje
tělesná teplota	zvýšení	snížení
srdeční frekvence	zrychlení	zpomalení
koronární tepny	rozšíření	zúžení
krevní tlak	zvýšení	snížení
bronchy	rozšíření	zúžení
svalstvo trávicí trubice	útlum peristaltiky	zvýšení peristaltiky
žlázy trávicí trubice	snížení sekrece	zvýšení sekrece
svěrače (hladké svalstvo)	konstrikce	dilatace
svalovina žlučníku	snížení stahů	podpora stahů
sekrece žluči	snížení	zvýšení
produkce moči	snížení	zvýšení
močový měchýř	kontrakce svěrače relaxace stěny měchýře	relaxace svěrače kontrakce stěny měchýře
zornice	mydriáza (rozšíření)	mióza (zúžení)
oční víčka	široké rozevření	přivření
sekrece potu	zvýšení (řídký pot)	-
sekrece slin	snížení (husté sliny)	zvýšení (řídké sliny)
genitál (muž)	ejakulace	vazodilatace (erekce)
genitál (žena)	zvýšení kontrakcí dělohy, vejcovodu	vazodilatace (prokrvení zevního genitálu)

**Obrázok 1** Vplyv sympatiku a parasympatiku (Botek et al., 2017, s. 62)

### 2.3 Inervácia srdca

Inervácia srdca sa rozdeľuje na aferentnú a eferentnú. Aferentná inervácia srdca je veľmi rôznorodá. Aferentné vlákna vedú informácie o rozťahovaní štruktúr srdca, o sile kontrakcie, ale aj o aktuálnych chemických pomeroch. Efektom stimulácie vágových receptorov je bradykardická reakcia. Efektom sympatických receptorov srdca je tachykardická reakcia.

Podnety, ktoré stimulujú srdcovú aferenciu sú komplexné, a tak môžu tiež vyvolať kombinovanú odpoveď (Javorka et al., 2008, s. 60).

Eferentná inervácia srdca prebieha vláknami sympatiku, konkrétne nn. Cardiaci, a vágového nervu, konkrétne rr. Cardiaci n. vagi. Vlákná sympatiku pre srdce vychádzajú z miechy zo segmentov C8 – Th4. Na zadnej strane srdca sa podieľajú na vytvorení plexus cardiacus, ktorý inervuje vodivé aj kontraktilné štruktúry srdca. Parasympatické gangliá ležia priamo v srdci. Krátke postgangliové parasympatické vlákna prechádzajú v plexus cardiacus do sinoatriálneho a atrioventrikulárneho uzla (Javorka et al., 2008, s. 60).

### **2.3.1 Sympatická nervová regulácia**

Neurotransmiteri sympatického nervového systému sú noradrenalín, adrenalín a dopamín. Za hlavný transmitter je považovaný noradrenalín, ktorý je syntetizovaný a ukladaný v neurosekrečných granulách nervových zakončení. Nervové zakončenia dosahujú až do predsiení a komôr. Súčasne inervujú aj uzol sinoatriálny a atrioventrikulárne. Noradrenalín má stimulačný efekt na  $\alpha$  aj  $\beta$  receptory. Stimulácia sympatiku zrýchľuje srdcovú frekvenciu, zvyšuje rýchlosť atrioventrikulárneho prevodu a mierne zrýchľuje vedenie na úrovni komôr (Klener et al., 1994, s. 18).

Noradrenalín v periférnych častiach pôsobí predovšetkým na postsynaptické receptory. Stimulácia  $\alpha$ -1 a  $\alpha$ -2 receptorov spôsobuje vazokonstrikciu. Stimulácia  $\alpha$ -2 presynaptických receptorov pôsobí vasodilatačne (vzniká blokáda uvoľnenia noradrenalínu). Adrenergné receptory  $\beta$ -2 znižujú tonus arteriol, stimulácia receptorov  $\beta$ -1 zvyšuje srdcovú rýchlosť a schopnosť kontrakcie. Adrenalín je syntetizovaný iba v dreni nadobličiek. Jeho úlohou je aj stimulácia  $\alpha$  a tiež  $\beta$  receptorov, v malých dávkach prevažuje  $\beta$  stimulácia. Vďaka ich pôsobeniu dochádza k tachykardii spolu so zvýšením minútového objemu srdcového svalu. Tretím prirodzeným katecholamínom je dopamín, v stredných dávkach zvyšuje srdcovú frekvenciu a minútový srdcový objem. Vo vyšších dávkach prevažuje  $\alpha$  stimuláciu (Klener et al., 1994, s. 18).

### **2.3.2 Parasympatická nervová regulácia**

Najväčšou časťou postranného miechového systému je blúdivý nerv nazývaný nervus Vagus. Tento nerv vedie parasympatické vlákna k orgánom hrudnej a brušnej dutiny a dopĺňa tak hlavový a sakrálny parasympatikus (Čihák et al., 2016, s. 49). Vagové vlákna uvoľňujú acetylcholín a tým pádom ovplyvňujú svalovinu predsiení, ďalej SAU a AVu uzol. Nervus Vagus má všeobecne inhibičný účinok. Znižuje kontraktilitu komôr, znižuje srdcovú



frekvenciu, udržiava základnú srdcovú frekvenciu a znižuje rýchlosť vedenia prevodového systému (Klener et al., 1994, s. 18).

## **2.4 Humorálna regulácia srdcovej frekvencie**

Ďalší proces, ktorý má vplyv na srdcovú tepovú frekvenciu je zmena tlaku krvi. Za tento vplyv sú zodpovedné baroreceptory. Zvýšenie tlaku krvi, ktoré je zaznamenané baroreceptormi v oblúku aorty a v karotických sinoch, všeobecne majú za úlohu tlmenie sympatiku a v návaznosti na to dôjde tiež k poklesu srdcovej frekvencie. Jedná sa o reflexný dej nazývaný Bainbridgeov reflex. Zvýšenie srdcovej frekvencie je reakcia na zvýšenie objemu intravaskulárnej tekutiny. Jedná sa o obvyklý jav. Ale pri vyššej srdcovej frekvencii sa nemusí vždy objaviť. Dôvodom býva hlavne to, že zvýšením objemu intravaskulárnych tekutín sa aktivuje aj baroreceptorový reflex, ktorý má opačný efekt. Konečný výsledok sa potom odvíja od interakcie oboch reflexných dejov (Aschermann et al., 2004, s. 76).

Vplyv humorálnej regulácie sa uplatňuje jednak v koronárnej cirkulácii a zároveň v oblasti periférnej cirkulácie. Myokardom sú produkované látky s vazodilatórnou funkciou. Ďalej sú produkované aj bunkami endotelu, krvnými elementmi. Následne sú uvoľňované do obehovej cirkulácie. Medzi látky s vazodilatórnym vplyvom patria: endotelom produkovaný relaxačný faktor, prostacyklín, bradykinín a adenozin. Látky s vazokonstričným účinkom sú endotelín, serotonin, noradrenalin, histamin, niektoré rastové faktory, atď. (Klener et al., 1994, s. 18).

## **2.5 Porucha funkcie ANS**

Podľa Opavského (Opavský, 2002, s.103) postihnutie autonómneho nervového systému (ANS) je veľmi zložitá okolnosť. ANS inervuje veľkú časť organizmu a jeho poškodenie v tejto oblasti môže byť premenlivé. Medzi ďalšie komplikácie môžu byť radené veľké možnosti postihnutia. Z tohto hľadiska sa dysfunkcia môže rozdeliť do viacerých skupín a deliť sa podľa rôznych kritérií. Jedno z prvých delení môže byť založené na poruche jedného systému v ľudskom tele alebo na poruchách multiorgánových. Ďalšia možnosť je rozdelenie podľa poruchy vo forme zvýšenia funkcií alebo opačného efektu, zníženiu. Rozdelenia môžu byť aj podľa umiestnenia na poruchy lokalizované alebo generalizované a podľa anatomického rozloženia poruchu centrálnej časti ANS alebo periférnej časti. Medzi významné komplikácie môže byť zaradená aj skutočnosť, že tento druh poruchy sa môžu vyskytovať samostatne alebo sa môže viazať s iným postihnutím centrálného nervového systému alebo periférneho nervového systému, atď.

Ľudský organizmus má schopnosť automatickej regulácie, keď sa dostane do miernych ťažkostí. Ale iba do určitej miery. Môže nastať situácia, kedy dôjde k zvýšenej funkcii a je potrebná regulácia v zmysle zníženia (down regulation). V tejto chvíli dochádza k znížovaniu počtu receptorov alebo znížovaniu ich citlivosti, ktorá zodpovedá za danú funkciu. Ďalšia situácia je potreba zvýšiť reguláciu (up regulation), kedy dochádza k zvýšeniu počtu alebo zvýšeniu citlivosti daných receptorov (Opavský, 2002, s.103).

## **2.6 Vyšetrenie autonómneho nervového systému**

Autonómny systém sa významným spôsobom podieľa na regulácii kardiovaskulárnych funkcií. Pomocou sympatiku zrýchľuje srdcovú frekvenciu, to spôsobuje kontraktilitu myokardu, dilatuje koronárne cievy a kontrahuje kapacitné cievy. Na druhú stranu má parasympatikus zase opačný vplyv s výnimkou vplyvu na periférne cievy, kde prakticky nepôsobí. Zvýšená aktivita v aferentnej dráhe (vzostup tlaku, zvýšenie srdcového výdaja) spôsobuje spätnoväzobné zníženie aktivity sympatiku a zvýšenie aktivity parasympatiku a naopak (Ambler, Bednařík, Růžicka, 2008, s. 552).

Najčastejšie používané testy autonómneho nervového systému v klinickej praxi sú elektrofyziologické testy založené na reaktivite autonómneho nervového systému ovplyvňujúceho kardiovaskulárny systém. Nazývané kardiovaskulárne autonómne reflexné testy. Hodnotí sa v nich variabilita srdcovej frekvencie a zmeny srdcového tlaku. Častejšie sa v klinickej praxi používa VSF, pretože odozva srdcovej frekvencie na autonómnu reguláciu je okamžitá. Parasympatikus frekvenciu spomaľuje (skraca R-R interval), ku kolísaniu srdcovej frekvencie dochádza počas pokojného dýchania (tzv. sínusová či respiračná arytmia), a to najmä vplyvom parasympatických vagových vlákien a ďalej vplyvom niektorých fyziologických stimulov. Medzi testy sú radené: test hlbokého dýchania, Valsalvov manéver a postavenie. Vplyv týchto pod rytmus odráža tiež prevažne funkciu parasympatiku (Ambler, Bednařík, Růžicka, 2008, s. 552).

Vyšetrenie variability R-R intervalu pozostáva vždy minimálne zo série snímaní EKG aktivity po dobu 30 sekúnd, a to v kľude, počas hlbokej ventilácie, Valsalvovho testu a pri postavení. Každý pokus je vhodné vykonať minimálne dvakrát. Nutnosť intraarteriálneho invazívneho snímania zmien krvného tlaku dnes nahradili moderné fotopletysmografické prístroje snímajúce tlak neinvazívne. Okrem sledovania zmien R-R intervalu je teda možné neinvazívne sledovať zmeny tlaku krvi (TK), ktoré naopak odrážajú funkciu sympatiku (Ambler, Bednařík, Růžicka, 2008, s. 552).

### 2.6.1 Test hlbokého dýchania

Výskum v oblasti variability srdcovej frekvencie a dýchania počas posledné roky potvrdil, že test hlbokého dýchania je veľmi citlivý na zmeranie kardiovagálnej srdcovej funkcie. U väčšiny autonómnych porúch je parasympatická funkcia postihnutá skôr ako sympatická, preto je variabilita srdcovej frekvencie – hlbokého dýchania (VSF-HD) vhodná na skrining parasympatickej dysfunkcie u mnohých autonómnych chorôb. VSF-HD sa preukázal ako citlivý a spoľahlivý test na včasnú detekciu kardiovagálnej dysfunkcie u širokého spektra autonómnych porúch, vrátane diabetickej autonómnej neuropatia, uremickej neuropatie a familiárnych neuropatií. VSF-HD má tiež vyššiu hodnotu u pacientov s čisto autonómnym zlyhaním, multisystémovou atrofiou a pri ďalších centrálnych neurodegeneratívnych poruchách (Shields, 2009, s. 38-39).

Metódy vyvinuté na klinické testovanie kardiovagálnej funkcie typicky zahŕňajú meranie VSF-HD v krátkych intervaloch (<90 s). Hlboké dýchanie zväčšuje VSF, čo umožňuje hodnotenie VSF spoločne s dychovými cyklami. Dve najpoužívanejšie metódy sú rozsah priemernej srdcovej frekvencie (MHRR - mean heart rate range) a pomer výdychu a nádychu. Metóda MHRR sa typicky meria z jedného radu po sebe nasledujúcich hlbokých dychov, obvykle najmenej šesť dychov s frekvenciou 5 alebo 6 dychov za minútu. MHRR sa vypočíta odpočítaním maximálnej srdcovej frekvencie počas nádychu od minimálnej srdcovej frekvencie počas výdychu pre každý cyklus nádychu a výdychu a potom sa stanoví priemer z týchto rozdielov. MHRR je možné tiež merať z jediného dychu. Pomer výdychu a nádychu hodnotí pomer najdlhšieho R-R intervalu počas výdychu k najkratšiemu R-R intervalu počas inšpirácie. Pomer výdychu a nádychu môže byť tiež hodnotený z jedného dychu (Shields, 2009, s. 38-39).

VSF-HD je maximálna v polohe ľahu na chrbte a frekvenciou 5-6 dychov za minútu. Hĺbka dychu pre maximálne výsledky vyžaduje dychový objem okolo 1,2 litra pre priemerného dospelého človeka. Protokoly, ktoré zahŕňajú dĺžku dýchania viac ako 90 sekúnd môžu spôsobiť hypokapniu, ktorá znižuje VSF-HD. Tiež je dôležité poznamenať, že mnoho liekov môže ovplyvniť VSF-HD. Medikácia s anticholinergným pôsobením, voľnopredajné liečivá, tricyklické antidepresíva a antispasmodika by mala byť prerušená, pokiaľ možno najmenej 48 hodín pred testovaním. Pacienti sú tiež poučení, aby nepili nápoje s kofeínom, nepožili nikotín a nepili alkohol 3 hodiny pred testovaním (Shields, 2009, s. 38-39).

### 3 Variabilita srdcovej frekvencie

Zmeny srdcovej frekvencie vznikajú v dôsledku kombinovaného pôsobenia sympatického a parasympatického nervového systému. Dva periférne subsystemy ANS často pôsobia antagonisticky voči cieľovým orgánom. V kontexte kontroly srdcového rytmu účinky aktivity ANS, najmä parasympatická (vagálna) aktivita, spôsobujú prirodzené kolísanie SF známe ako variabilita srdcovej frekvencie (VSF). Táto variabilita poskytuje informácie o funkcii autonómneho nervového systému (Botek et al., 2017, s. 63). Variabilita srdcovej frekvencie sa používa na identifikáciu vysokorizikových chorôb u vybraných jedincov, pochopenie komponentov autonómie na rôznych úrovniach a vyhodnotenie účinkov rôznych intervencií. (Stein a Ychuan Pu, 2012, s. 47).

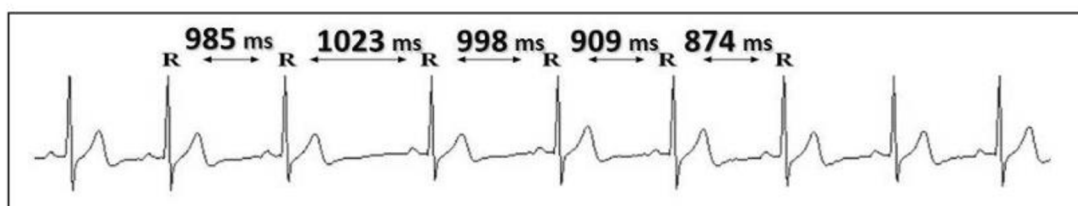
Variabilita srdcovej frekvencie je jednoduché, neinvazívne, objektívne a overené opatrenie na hodnotenie funkcie autonómneho nervového systému. Indexy VSF v časovej doméne opisujú množstvo variability v trvaní medzi po sebe idúcimi údermi srdca. Indexy v časovej oblasti zahŕňajú štandardnú odchýlku normálnych (NN) intervalov (SDNN), strednú kvadrátu postupných rozdielov R-R intervalov (rMSSD) a percento postupných R-R intervalov (pNN50). Indexy frekvenčnej domény VSF zahŕňajú nízkofrekvenčné (LF) a vysokofrekvenčné (HF) pásmo v spektrálnej analýze. HF vymedzuje parasympatickú aktivitu, zatiaľ čo LF vymedzuje aktivitu sympatiku aj parasympatika a SDNN, rMSSD a pNN50 popisujú parasympatickú aktivitu. LF je jediným ukazovateľom na hodnotenie aktivity sympatiku, preto je akceptovaný ako parameter, ktorý popisuje aktivitu sympatiku. Predpokladá sa, že index LF/HF predstavuje sympatickú a parasympatickú rovnováhu (Asarcikli et al., 2022, s.1).

U každého jedinca sa srdcová frekvencia neustále mení. Odráža sa na nej ako psychická, tak somatická aktivita človeka (Pumprla et al., 2014, s. 205). Kardiovaskulárny systém si takto udržuje dynamickú stabilitu neustálym nastavovaním mechanizmov srdcovej frekvencie a krvného tlaku, ktoré reagujú na rôzne vnútorné i vonkajšie vplyvy. Z vnútorných faktorov má najvýznamnejší vplyv vek, dýchanie, pohlavie a celkový zdravotný stav. Medzi hlavné vonkajšie stresory, ktoré ovplyvňujú autonómnu reguláciu, patrí fyzický a psychický stres a nemožno zabudnúť ani na účinky niektorých liekov na vegetatívny systém. Z toho dôvodu sa aj VSF stále mení (Pumprla et al., 2014, s. 205).

Kľudové kolísanie SF je spôsobené meniacou sa aktivitou oboch vetví ANS, predovšetkým aktivitou vágu, o ktorej hovoríme ako o respiračne viazanej aktivite. Počas pokojného nádychu dochádza k prechodnej inhibícii vágovej aktivity prejavujúcej

sa zrýchlením srdcovej akcie a teda skrátením dĺžky R-R intervalu na EKG krivke. Naopak v priebehu výdychu dochádza k spätnému zvýšeniu vágovej aktivity a tým aj k zníženiu SF. Je zrejmé, že v kľude, po jedle, ale predovšetkým počas spánku, keď človek regeneruje, sa srdce nachádza pod vyšším regulačným vplyvom aktivity vagu ako sympatiku, SF sa znižuje a VSF je výraznejšia. Naopak v situácii, keď musí organizmus čeliť pôsobeniu napr. fyzického alebo mentálneho stresu, aktivita vagu klesá a relatívne sa zvyšuje aktivita sympatiku a tiež produkcia katecholamínov. Výsledkom tejto funkčnej zmeny v ANS je vzostup SF a dramatický pokles jej variability. Pokles VSF možno identifikovať aj v kľude ako výsledok napr. ochorenia či únavy (Botek et al., 2017, s. 63).

Zmeny v oblasti srdcovej frekvencie je možné zaznamenať pomocou zmeny dĺžok R-R intervalov na EKG zázname. Jedná sa o po sebe nasledujúce R kmity. Všeobecne je známe, čím väčšia je variabilita SF, tým je adaptabilita organizmu lepšia. Čím je variabilita menšia, tým skôr sa treba zaujímať o daného človeka a zistiť čo spôsobuje zníženú variabilitu SF (Pumprla et al., 2014, s. 205).



**Obrázok 2** EKG krivka a po sebe nasledujúce R-R intervaly (Botek et al., 2017, s. 63)

### 3.1 Faktory ovplyvňujúce variabilitu srdcovej frekvencie

#### 3.1.1 Dýchanie

Funkcia srdca, ktorá je regulovaná za pomoci autonómneho nervového systému. Bolo zistené, že na funkciách ANS sa veľmi významne podieľa proces dýchania. Dochádza ku významnej aktivite parasympatiku pri výdychovej fáze, s ktorou je spojená funkcia znižovania srdcovej frekvencie a tým pádom predlžovanie R-R intervalov. A naopak keď je potreba zvýšenia SF, dochádza ku tomu v nádychovej fáze. Dôvodom je prevažujúca aktivita sympatiku. Pri regulácii VSF pomocou dychu, sa využívajú prvky frekvencie dychu, hĺbky nádychu, pravidelnosti dýchania a zapájania dýchacích svalov. Tento jav je označovaný ako tzv. respiračná sínusová arytmia (RSA). Je teda zrejmé, že sa vyskytuje možnosť, ktorou za pomoci ANS môže byť ovplyvnený kardiovaskulárny systém vďaka spontánnemu a riadenému dýchaniu (Opavský, 2002, s.183).

V publikácií od Javoroky (Javoroka et al., 2008, s. 61) sa popisujú mechanizmy vzniku fenoménu RSA. Centrálny generátor RSA, ktorý vzniká iradiáciou impulzov z respiračného do kardiomotorického nervového centra, ktorý je schopní modifikovať pregangliovú aktivitu vagových neurónov. Následným mechanizmom sú reflexy z pľúc, ktoré sa aktivujú pri expanzii pľúcneho tkaniva. Napínací reflex, aktivuje vagové receptory v pľúcach, ktoré inhibujú inspiračné centrum v predĺženej mieche. Parciálny tlak CO<sub>2</sub> sa pohybuje okolo svojej strednej hodnoty a periférne chemoreceptory sú schopné reagovať na zmenenú hodnotu tlaku, ale zároveň aj na rýchlosť a veľkosť tejto zmeny tlaku. K tomuto deju dochádza nepretržite počas dýchania. Preto je oscilácia periférnych chemoreceptorov vyhodnocovaná ako prospešnú počas tvorby RSA. Účinky striedania CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub> a oscilácie pH sú ďalším mechanizmom, ktorý ovplyvňuje RSA. V pravej predsieni sa nachádzajú receptory, ktoré majú schopnosť ovplyvňujú aj ANS, čím prispievajú k tvorbe sínusovej arytmie pri dýchaní.

### **3.1.2 Hypoxia**

Keď dôjde k hypoxii, v týchto podmienkach je alveolárny vzduch menej sýtený kyslíkom. Je porušená rovnaká koncentrácia O<sub>2</sub> v krvi, tým pádom sa musí zvýšiť priemerná srdcová frekvencia a aj samotný tlak krvi. V hypoxickom stave dochádza k útlmu vyššie zmieňovaného RSA. Tento dej má pozitívny adaptačný význam. K ďalšiemu zvyšovanie SF pri tachykardii počas fáze nádychu by mohlo viesť k zníženiu diastolického plnenia srdca, ďalej k znižovaniu minútového výdaja srdca, ale tento dej by v daných podmienkach mal nepriaznivé dôsledky (Javoroka et al., 2008, s. 60).

### **3.1.3 Vek**

V počiatočných fázach ontogenetického vývoja, prevažuje dozrievanie jednotlivých regulačných a efektorových štruktúr. S pribúdajúcim vekom sú časté patologické nálezy ako napr. ateroskleróza, zmeny elasticity steny ciev so zmenou baroreflexnej senzitivity, atď.. To by mal byť dôvod ku častejšiemu kardiovaskulárnemu monitorovaniu u ľudí vo vyššom veku. Jednou z podmienok, ktoré ovplyvňujú variabilita srdcovej frekvencie sú aj vývojové zmeny v priebehu života. Medzi tieto podmienky patrí aktuálny stav srdca, CNS a ostatných štruktúr a regulačných mechanizmov. (Javoroka et al., 2008, s. 61).

Podľa Opatovského (Opavský, 2002, s.182) s pribúdajúcim vekom dochádza k znižovaniu tonus v parasympatickom systéme. Na tento dej nadväzuje aj znižujúcu sa aktivita vagu a pridal aj tvrdenie, že s pribúdajúcim vekom dochádza k zvýšeniu aktivity sympatiku.

### **3.1.4 Mentálne nastavenie človeka**

V publikácií od Javoroky (Javoroka et al., 2008, s. 60) je uvedené, že mentálna aktivita, mentálny či emocionálny stres majú súvislosť so zmenami nielen v neuroendokrinnom systéme, ale aj so zmenami v kardiovaskulárnom systéme. Tento fakt ovplyvňuje SF a jej variabilitu. Je potrebné vziať do úvahy aj rozdiely v kardiovaskulárnej citlivosti medzi mužmi a ženami. Pri psychickom strese sa mení rovnováha ANS so zvýšenou aktivitou sympatiku a zníženou aktivitou parasympatiku. Je však známe, že chronický dlhodobý stres súvisí so zvýšeným krvným tlakom a zvýšenou výkonnosťou v oblastiach variability SF v dôsledku zvýšenej aktivity sympatiku. Znížená parasympatická aktivita zase vedie k zvýšeniu výkonu SZ a zníženiu citlivosti baroreflexu. Bohužiaľ presný mechanizmus, ktorý by popisoval posunu rovnováhy homeostázy ANS, nebol ešte presne objasnený. Všetky spomínané zmeny spojené s aktivitou ANS a reguláciou srdcovej činnosti zvyšujú riziko náhleho srdcového infarktu a mozgovej príhody.

### **3.1.5 Fyzická práca**

Počas vykonávania fyzicky náročnej práce dochádza k poznateľným zmenám v aktivite ANS. Tie sa prejavia zvýšením SF, krvného tlaku, systolického objemu a kontraktility myokardu, čo umožňuje redistribúciu krvi a zabezpečenie zvýšeného dopytu pracujúcich svalov po kyslíku a energetických substrátoch. Vzostup SF je pri nižšej intenzite zaťaženia spôsobený inhibíciou vágu, pri vyšších intenzitách potom zvýšenou aktiváciou sympatiku a tiež zvýšenou produkciou katecholamínov. Pravidelná pohybová aktivita pozitívne ovplyvňuje nielen telesnú a športovú výkonnosť, ale tiež bráni vzniku niektorých ochorení alebo aspoň znižuje ich symptómy (ischemická choroba srdca, hypertenzia, diabetes mellitus, osteoporóza, obezita, atď. (Koenig & Thayer, 2016, s. 288).

### **3.1.6 Pohlavie**

Mierne rozdiely vo VSF sú zrejmé aj medzi mužmi a ženami. Ženy majú, v porovnaní s mužským pohlavím, vyššiu vysokofrekvenčnú zložku, nižšiu nízkofrekvenčnú zložku a tiež nižšiu tzv. veľmi nízkofrekvenčnú zložku. Oproti mužom majú aj nižšie priemerné rozostupy medzi R-R intervalmi, čo značí u žien vyššiu srdcovú frekvenciu. V dlhodobom pozorovaní však majú ženy nižšie hodnoty VSF, predovšetkým v zložkách SDNN a SDNN index. U ženského pohlavia je viditeľná aj nižšia celková výkonová spektrálna hustota. Možno teda tvrdiť, že ženy majú vyššiu aktivitu parasympatického poddielu ANS, zatiaľ čo u mužského pohlavia prevažuje aktivita sympatiku. Jedná sa pravdepodobne aj o príčinu priemernej vyššej dlhovekosti žien, a naopak priemerného vyššieho výskytu kardiovaskulárnych príčin úmrtí u mužského pohlavia (Koenig & Thayer, 2016, s. 288).

Vo výskume autorov Notay et al. (2017, s. 779-780) bolo zistené, že pri testovaní pomocou izometrického ručného silomeru, v statickej záťaži, sa v posudzovaní zmien srdcovej frekvencie neodohral významnejší rozdiel medzi pohlaviami. Výsledky spočiatku naznačovali odchýlky, ktoré sa týkali krvného tlaku. Avšak po detailnejšom skúmaní došli k záveru, že ani zmeny TK sa významne nelíšia pri statickej záťaži medzi pohlaviami.

### **3.1.7 Tréning**

Tréning a jeho úroveň je jeden z ďalších faktorov, ktoré ovplyvňujú VSF. Medzi hlavné benefity, ktoré so sebou prináša pravidelná fyzická aktivita v podobe tréningu, patrí zníženie srdcovej frekvencie v kľudovom stave. V publikácií od Stejskala et al. (1996, s. 34) je uvedené, že k vnútorným zmenám na SA uzle dochádza až po niekoľkých rokoch pravidelného tréningu. V tomto prípade dochádza ku tzv. športovej bradykardií. Hlavným dôvodom je posun rovnováhy od sympatiku k parasympatiku. Respiračná arytmia je pravdepodobne dôvodom zvýšenej aktivity vagu u športovcov. Keď sa vo výskumoch zamerali na osoby, ktoré sú fyzicky zdatné, zistili, že majú vyššiu vagovú aktiváciu nielen v kľude, ale aj pri fyzickej práci.

Poznatky ohľadom zvyšovania variability srdcovej frekvencie prispeli k poznaniu, ohľadom trénovaných osôb. Tento typ ľudí vykazuje vyššiu úroveň variability srdcovej frekvencie ako u osôb, ktoré majú sedavý životný štýl. Podľa Stejskala et al. (1996, s. 34) úroveň a intenzita tréningu oveľa viacej ovplyvňuje variabilitu srdcovej frekvencie, ako objem alebo dĺžka tréningu. Medzi dôležité poznatky patrí aj fakt, že jedným z možných mechanizmov, ktorý sa podieľa na skorých zmenách variability srdcovej frekvencie by mohol byť zvýšený objem krvnej plazmy. Prejav tejto skutočnosti sa vyskytne pri zvýšenom výkone vo frekvenčnom pásme High Frequency, ktoré je spôsobené stimuláciou arteriálnych a kardiopulmonálnych baroreceptorov.

Ďalšími mechanizmami môžu byť zmeny senzitivity receptorov kardiorespiračných centier či adaptácia baroreceptorov a aferentných nervových ciest. Zmeny vo variabilite srdcovej frekvencie môžu byť ďalej ovplyvňované zvolenou cvičebnou disciplínou (napr. aj statický strečing zaradený do tréningu) a typom tréningu. Variabilita srdcovej frekvencie bola odsledovaná najvyššia u vytrvalostných športovcov, kde VSF súvisela s aeróbnou kapacitou, a mierne nižšia u šprintérov a vrhačov. Dokonca u žien po menopauze, ktoré cvičili pri 50 %  $VO_2$  max (maximálnom množstve kyslíku) počas doby 8 týždňov s priemernou dĺžkou cvičenia 44 minút aspoň 3-4-krát týždenne, boli zaznamenané zvýšené hodnoty variability srdcovej frekvencie (Stejskal et al., 1996, s. 34).



## 3.2 Metódy analýzy variability srdcovej frekvencie

Medzi najčastejšie využívané testy autonómneho nervového systému patria v klinickej praxi elektrofyziológické testy. Tieto testy fungujú na podklade reaktivity ANS, ktorý ovplyvňuje kardiovaskulárny systém. Základné údaje, ktoré sú získavané z tohto testovania sú variabilita srdcovej frekvencie a zmeny srdcového tlaku. VSF sa ale využíva viac, pretože odozva zmeny SF sa ukáže na ANS okamžite. Parasympatikus spomaľuje frekvenciu (R-R intervaly sa predlžujú) a sympatikus frekvenciu zrýchľuje (R-R intervaly skracuje) (Reimer et al., 2015, s. 139). V súčasnej dobe sa analýza VSF najčastejšie vykonáva za pomoci analógovému EKG signálu, ktorý je získaný z povrchových EKG elektród alebo EKG pásu. Analógový signál je zosilnený a následne prevedený na digitálny EKG signál, ktorý je možné spracovať pomocou počítačovej techniky napr. počítačom, inteligentným telefónom alebo sporttesterom (Botek, Krejčí a Mckune, 2017, s.).

VSF môže byť hodnotená lineárnymi alebo nelineárnymi metódami. Tie sú následne monitorované buď z krátkodobého hľadiska (5–15 minút). V tomto prípade je potrebné pacienta monitorovať v rovnovážnom stave (pokoj v stoji a v ľahu, riadené dýchanie, atď.) alebo z dlhodobého hľadiska (24hodinového), kedy je pacient monitorovaný po celý deň. Na monitorovanie môže byť použitý aj EKG Holter (Reimer et al., 2015, s. 139).

## 3.3 Metóda časovej analýzy

Časová analýza patrí do skupiny lineárnych hodnotiacich metód. Jedná sa o jednoduchú formu hodnotenia variability srdcovej frekvencie a tá informuje o veľkosti oscilácií medzi R-R intervalmi. Na EKG zázname sa skúmajú vzdialenosti medzi jednotlivými R-kmitmi, ktoré môžu byť označené ako Normal-to-Normal (NN) a za pomoci štatistických metód sa dajú zistiť indexy pre popis variability srdcovej frekvencie (Reimer et al., 2015, s. 139).

Z praktického hľadiska meranie prebieha tak, že sa v plynulom EKG zázname musia byť označené jednotlivé komplexy QRS a identifikujú sa tým tzv. normálne intervaly R-R. To znamená všetky intervaly R-R medzi komplexmi QRS, ktoré nasledujú po vlnách P sínusového pôvodu alebo intervaly NN. Štatistickými metódami, ktoré sú založené na štatistickom rozbere intervalov NN, je možné sekvencie intervalov NN previesť (Reimer et al., 2015, s. 139).

### 3.3.1 Metóda analýzy vplyvu ANS na VSF

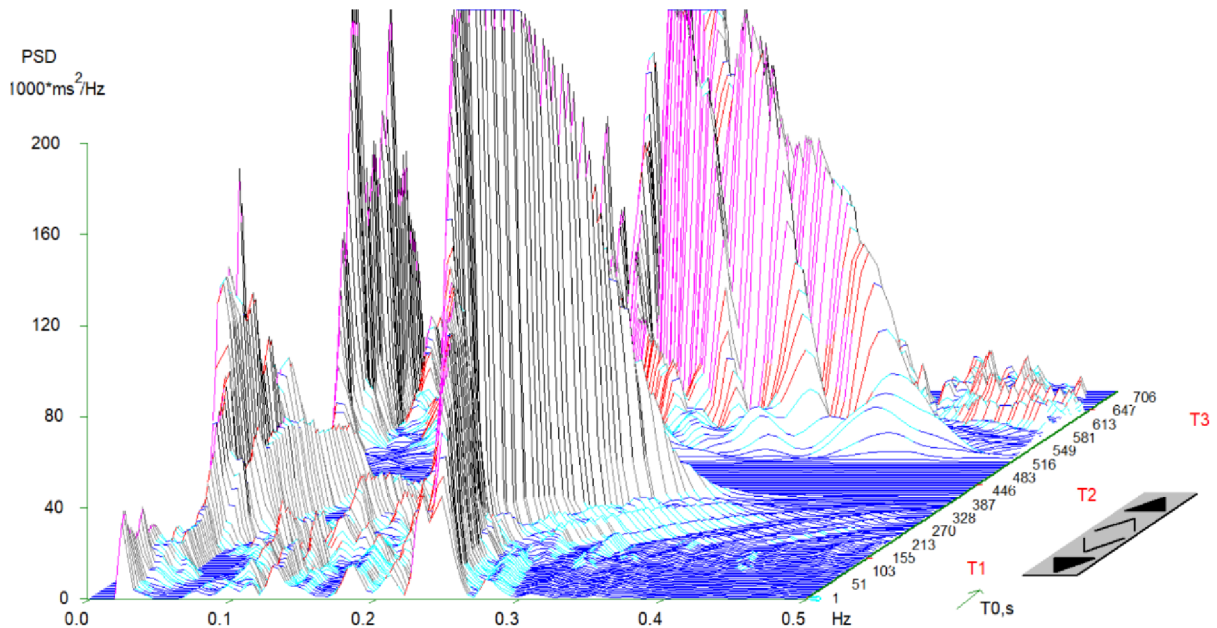
Medzi testy hodnotiace ANS pôsobiace na kardiovaskulárny systém sa radí aj test hlbokého dýchania. Tento test, či už sa využije skúška jedného hlbokého nádychu alebo hlbokého dýchania počas niekoľkominútového intervalu, je určený na zistenie vágovej aktivity a posudzuje predovšetkým srdcovú frekvenciu. Často sa využíva frekvencia 6 dychov za minútu. Ďalší test, ktorý patrí do tejto skupiny je ortostatický test. Využíva ortostatický reflex pri aktívnej vertikalizácii alebo pri pasívnej zmene polohy tela. Táto skúška sa využíva na posúdenie ako SF, tak aj tlaku krvi. Ďalšou skúškou je Handgrip test. Jedná sa o izometrickú kontrakciu ruky. Využíva sa ako test na posúdenie predovšetkým tlaku krvi. Pri chladovom teste sa používa pôsobenie na tvár a posudzuje sa zmena SF, pri pôsobení chladu na horné končatiny je využiteľný pre vyšetrenie ako tlaku krvi, tak aj SF (Opavský, 2002, s.204).

### **3.4 Metóda spektrálnej analýzy**

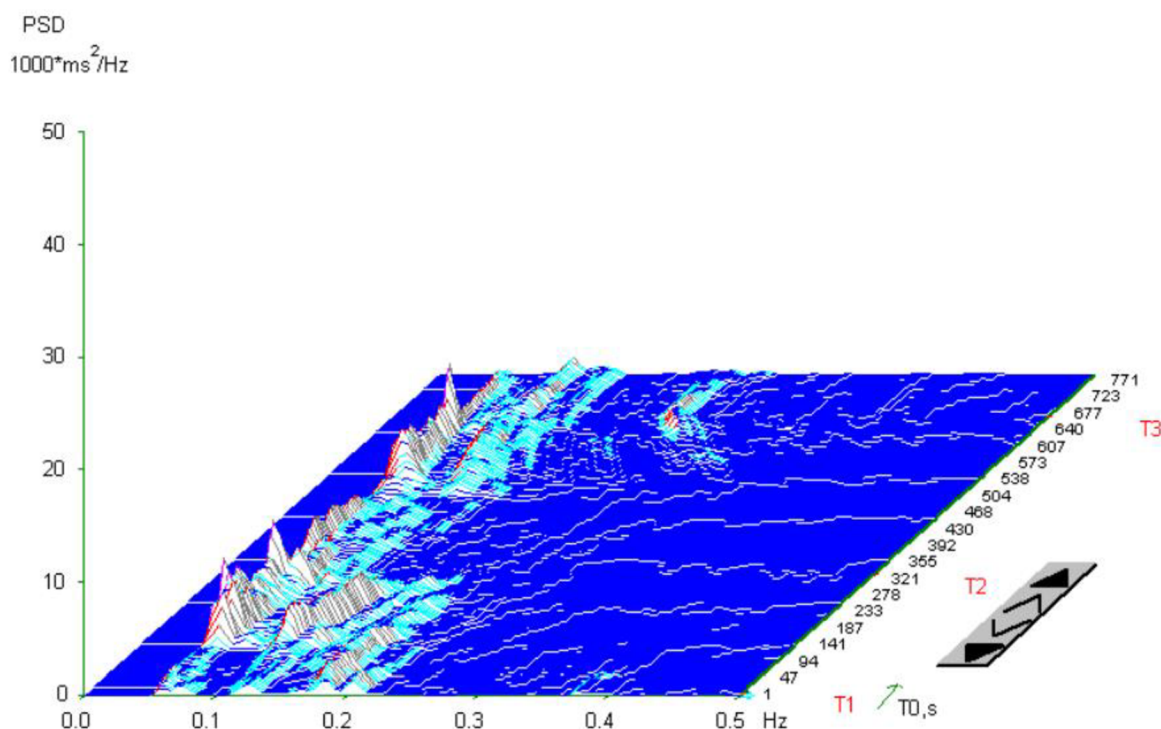
Spektrálna analýza variability srdcovej frekvencie je literatúre popisovaná ako spoľahlivá a ľahko opakovateľná metóda, ktorá veľmi citlivo reflektuje nielen aktivitu parasymptiku, ale aj rovnováhu vazu a sympatiku (Vlčková et al., 2010, s. 664). Medzi hlavné úlohy spektrálnej analýzy je potreba zaradiť rozloženie nepravidelných cyklov VSF na pravidelné cykly, ktoré predstavujú procesy ovplyvňujúce jej priebeh. Spektrum je možné rozdeliť do dvoch alebo troch spektrálnych oblastí, pričom na spektrálnom výkone v každom pásme sa podieľajú odlišné fyziologické mechanizmy (Botek et al., 2017, s. 64). Oba riadiace systémy, sympatikus a parasymptikus, pracujú s odlišnými frekvenciami. Vďaka tomu je možnosť ich od seba matematicko-štatisticky rozlíšiť a následne kvantifikovať tzv. spektrálny výkon (Pumprla et al., 2014, s. 206). Za normálnych okolností sa u bežného človeka predpokladá, že hodnota sympatiku bude v rozsahu frekvencií 0,04-0,15 Hz (tzv. nízkofrekvenčné pásmo, označované ako LF), a hodnota parasymptiku v rozsahu frekvencií 0,15-0, 40 Hz (tzv. vysokofrekvenčné pásmo, označované ako HF) (Pumprla et al., 2014, s. 206). V tomto prípade spektrálny výkon odráža respiračne viazanú aktivitou vazu (Botek et al., 2017, s. 64).

Pozorovanie a hodnotenie aktivity ANS pomocou krátkodobého EKG záznamu, ktorý spravidla trvá 1–5 min, si zakladá na vysokých nárokoch v oblasti dodržania štandardných podmienok merania. Medzi odporúčania patrí merať aktivitu ANS počas ranných hodín. Dôvodom je najvyššia aktivita vazu a minimálne ovplyvnenia ANS každodennými stresormi ako je škola, práca, transport, jedlo a pod.. V niektorých štúdiách bola autonómna aktivita monitorovaná naopak počas noci. Okrem doby merania aktivity ANS je z pohľadu štandardizácie nutné sa pred vyšetrením vyhnúť náročnej pohybovej aktivite, jedlu s vysokým obsahom tukov, káve, alkoholu, cigaretám alebo iným látkam ovplyvňujúcim aktivitu ANS. Pri

tomto type merania býva pravidlom, že osoby pred monitorovaním aktivity ANS niekoľko minút v kľude sedia alebo ležia. Autonómna aktivita sa najčastejšie meria v ľahu, v sede, v stoji alebo je možné polohy aj vzájomne kombinovať. Príkladom môže byť ortoklinostatický manéver (ľah-stoj-ľah), ktorý sa stal štandardom pre vyšetrenie autonómnych funkcií (Botek et al., 2017, s. 65). Pri vyšetrení sa na provokáciu oboch vetiev autonómnych regulácií využíva štandardizovaný ortostatický pokus, kedy vyšetovaná osoba 5 minút leží, 5 minút stojí a potom opäť 5 minút leží (Opavský a Salinger, 1995, s. 139).



**Obrázok 3** Výsledok SA ukážka – zdravý jedinec (vlastný zdroj)



**Obrázok 4** Výsledok SA ukážka – porucha VSF (vlastný zdroj)

### 3.4.1 Meranie VSF pomocou spektrálnej analýzy

Metóda spektrálnej analýzy prináša množstvo výsledkov. Niektoré sú dostupné už počas samotného merania, ale k detailnejším výpočtom dochádza až po jeho ukončení. Výpočet parametrov SA VSF sa vykonáva pomocou rýchlej Fourierovej transformácie s čiastočne upraveným algoritmom Course Graining Spectral Analysis (CGSA). Ten zaisťuje optimálne potlačenie neharmonických zložiek analyzovaného signálu VSF pomocou nízkofrekvenčného filtrovania. Základným parametrom pri výpočtoch SA VSF je výkonová spektrálna hustota (PSD – Power Spectrum Density) a to v rôznych frekvenčných pásmach. VLF (very low frequency) – veľmi pomalá frekvencia v rozsahu od 20 do 50 mHz, LF (low frequency) – pomalá frekvencia v rozsahu od 50 do 150 mHz a HF (high frequency) – vysoká frekvencia v rozsahu od 150 do 500 mHz. Od týchto parametrov sa odvíjajú ďalšie (Javorka et al., 2008, s. 60-62).

V priebehu vyšetrenia je možné hodnotiť 1 až 10 definovaných záťažových situácií, z ktorých každá je diagnostikovaná po dobu 300 s. Štandardné vyšetrenie SA VFS je vykonávané pri záťažach definovanými polohami ľah-stoj-ľah (Javorka et al., 2008, s. 60).

Medzi jednotlivé parametre ovplyvňujúce výsledky meraní VSF patrí aj vek probanda. Tento vplyv môže byť buď pozitívny alebo negatívny. Preto sú vo výsledkoch tejto metodiky súhrnné a vekovo závislé normy charakterizované indexmi:

- a. komplexný index
- b. vekovo závislé normy charakterizované indexom sympatiko-várovej rovnováhy
- c. index várovej aktivity

Zhrnutie uvedených indexov je možné prezentovať pomocou tzv. „funkčného“ veku, ktorý umožňuje vykonať porovnanie s kalendárnym vekom vyšetrovanej osoby. Táto metodika umožňuje okamžitú objektívnu počítačovú interpretáciu výsledkov vyšetrenia ANS. Nielen v číselnom a grafovom tvare, ale aj slovnú interpretáciu uvedených indexov, ako je uvedené vo výstupnom protokole (Obrázok 5) (Javorka et al., 2008, s. 62).

Typ analýzy: VLF , okno: 256					
Hranice pásem [Hz]: VLF: 0,020, LF: 0,050, HF: 0,150					
Spektr. osa [Hz]: 0,500					
Interval: 1					
	Průměr	Sm. odch.	Sm. odch. %		
Power VLF	219,36	6,78	3,09	CCV VLF	1,5256
Power LF	637,66	53,93	8,46	CCV LF	2,6012
Power HF	4484,00	343,55	7,66	CCV HF	6,8978
PSD VLF	20722,33	2386,11	11,51	Rel. VLF	4,11
PSD LF	23030,77	3529,36	15,32	Rel. LF	11,94
PSD HF	231199,71	22173,94	9,59	Rel. HF	83,95
Freq. VLF	33,97	2,04	5,99		
Freq. LF	107,30	21,55	20,08	NN50	193
Freq. HF	209,21	0,77	0,37	pNN50	64,33
VLF/HF	0,0492	0,0038	7,80	MSSD	8283,98
LF/HF	0,1422	0,0042	2,98	Total power	5341,02
VLF/LF	0,3462	0,0296	8,55		
RR	0,9708	0,0865	8,91	Breath freq.	12,6 ± 0,6

Jednotky: Power [ms<sup>2</sup>], PSD [ms<sup>2</sup>/Hz], Freq [mHz], R-R [s], Breath freq. [breaths/min]

**Obrázok 5** Výstupný protokol hodnotenia VSF pomocou SA (vlastný zdroj)

### 3.4.2 Ortostatický reflex (test)

Fyziologicky táto poloha spôsobuje posturálne svalové kontrakcie a zúženie cievného objemu (následkom čoho je zvýšený návrat krvi do srdca a zvýšený srdcový výdaj) a odporových ciev (následkom čoho je zvýšený krvný tlak). Zvýšený tlak stimuluje baroreceptory, reflexne znižuje tonus sympatiku, znižuje vazokonstrikčný cievný tonus, znižuje tlak a srdcovú frekvenciu. Zmeny stresu a prípadné zmeny srdcovej frekvencie po postavení sa

dajú sledovať v klinickom ortostatickom teste, ale je to len orientačné. Je tiež známy ako Schellongov test používaný na hodnotenie autonómnej dysfunkcie po cievnej mozgovej príhode (CMP) (Ambler, Berdnařík, Růžička, 2008, s. 553).

Pred testom pacient leží v tichej a pokojnej miestnosti najmenej 20 minút. Popritom je monitorovaný krvný tlak každých pár minút po dobu 5 minút po postavení. Pokles tlaku pod fyziologickú hranicu sa nazýva ortostatická hypotenzia, pričom normálny limit tohto poklesu je nejednotný a pohybuje sa v rozmedzí 20-30 torr pre pokles systolického TK a 10-20 torr pre pokles diastolického tlaku. Autonómne kardiovaskulárne reflexy sú obdobné ako reflexné zmeny po postavení. No nie je identické. Zmeny tlaku sú riadené sympatikom, zmeny srdcovej frekvencie parasympatikom. Na rozdiel od postavenia dochádza v skorej fáze k presunu 25-30% venózneho krvi z centrálného do periférneho kompartmentu, zníženiu venózneho návratu k srdcu a zníženiu srdcového výdaja (fyziologicky do 20%). Znížená aferencia z baroreceptorov vedie k zníženiu tonusu parasympatiku a následne k zvýšeniu tonusu sympatiku, k zvýšeniu cievneho tonusu a periférnej rezistencie. Krvný tlak fyziologicky nepoklesne. Indikácia je obdobná ako pri stand-up teste: detekcia autonómnej dysfunkcie. Výhodou je väčšia štandardizácia a menšia komplexnosť mechanizmov. Vzostup srdcovej frekvencie po postavení nad hraničnú hodnotu je označovaný ako ortostatická tachykardia. Za limit je používaná absolútna hodnota SF (limitný je vzostup o viac ako 25 tepov/min alebo pretrvávajúca tachykardia > 110/min) (Ambler, Berdnařík, Růžička, 2008, s. 553).

Presnejšia detekcia zmien SF je možná pomocou elektrofyziologickej registrácie a najčastejšie sa hodnotí pomer 30. a 15. R-R intervalu (vo veku do 30 rokov je limit > 1,17, do 50 rokov > 1,09 a nad 50 rokov > 1,04), ďalšou možnosťou je hodnotenie po mieri R-R Max/R-R Min (teda najdlhšieho k najkratšiemu R-R intervalu). Jedná sa o veľmi jednoduchý test, ktorý je možné v praxi pravidelne opakovať. Má však aj svoju nevýhodu. A tou je, že mechanizmus zmien TK a SF je komplexný a pri snahe zachytiť autonómnu dyfunkciu pomocou zmien testu je jeho senzitivita nízka. Výsledok je možné ovplyvniť aj množstvom liekov, význame vzácnou dysfunkciou baroreceptorov, atď. (Ambler, Berdnařík, Růžička, 2008, s. 553).

Pre dôveryhodné získavanie dát je potreba meniť pozície a tým pádom získať zastúpenie aj iných komponentov daného spektra. Na tieto účely sa používa test ortostatickej záťaže. Po pozícii v ľahu nasleduje pozícia stoja, pri ktorom dochádza pomocou baroreflexnej aktivity k aktivácii sympatiku a poklesu aktivity parasympatiku. Nasleduje opäť fáza ľahu, v nej dochádza ku kompenzačnému zvýšeniu činnosti vagu. U zdravých osôb býva prítomné

tzv. prestrelenie amplitúdy spektrálneho výkonu. V záverečnej (opätovnej) fáze ľahu je vhodná na posúdenie aktivity vagu, kedy je možné zistiť aj jeho funkčnú rezervu (Opavský, 2002, s. 204).

### **3.5 Kardiotrénning a jeho vplyv na autonómny nervový systém**

U pacientov s kardiovaskulárnym ochorením sa prejavuje autonómna dysfunkcia vrátane aktivácie sympatiku a vagálneho stiahnutia, ktoré vedú k smrteľným udalostiam. Programy srdcovej rehabilitácie vo všeobecnosti zahŕňajú stredne intenzívne a nepretržité aeróbne cvičenie (Besnierab et al., 2017, s. 30).

Ďalšie formy aktivít, ako sú vysoko intenzívne intervalové tréningy, dychové cvičenia, relaxácia a transkutánná elektrická stimulácia, môžu zlepšiť sympatovagálnu rovnováhu a mali by sa zaradiť do rehabilitačných programov srdca. V súčasnosti sú cvičebné programy v oblasti srdcovej rehabilitácie individualizované s cieľom optimalizovať zdravotné výsledky. Koncept športovej vedy - variabilita srdcového rytmu - vagálny index používaný na riadenie cvičení (na účely výkonu) by sa mohol implementovať do srdcovej rehabilitácie na zlepšenie kardiovaskulárnej zdatnosti a funkcie autonómneho nervového systému (Besnierab et al., 2017, s. 30).

### **3.6 Efektivita kardiotrénningu na ovplyvnenie srdcovej frekvencie**

Fyzická aktivita sa odporúča na prevenciu srdcovocievnych chorôb všeobecne, a najmä na prevenciu, liečbu a kontrolu vysokého tlaku krvi (Pescatello et al., 2004, s. 534).

Avšak rastúca miera urbanizácie a súvisiace zmeny správania viedli k vyššej prevalencii sedavého životného štýlu v západných spoločnostiach. Zatiaľ čo starnutie je navyše spojené so zhoršením autonómnej rovnováhy a zvýšením TK, denné cvičenie má u starších účastníkov tendenciu klesať (Ransdell et al., 2004, s. 197).

Pri odporúčaní fyzickej aktivity je dôležitá otázka na dávku. Vzťahuje sa na vzťah medzi zvyšovaním dávok fyzickej aktivity a zmenami v definovanom zdravotnom parametri. V dnešnej dobe medzi nezodpovedané otázky s praktickými a klinickými dôsledkami patrí, že staršie sedavé osoby znížia riziko, ak cvičia s nižšou intenzitou, a ak áno, sú tieto zlepšenia podobné tým, ktoré sa dosiahli pri rovnakom tréningovom programe s vyššou intenzitou. Je dôležité lepšie porozumieť vzťahu medzi fyzickou aktivitou a odozvou na dávku, najmä u starnúcej populácie so zvýšeným rizikom vzniku chronických chorôb. Ak je fyzická aktivita

pri nízkej frekvencii efektívna, potom ju možno ľahko odporučiť starším sedavým jedincom a prispieť k zníženiu rizika vo vyššom veku (Pescatello et al., 2004, s. 535).

### **3.7 Metodiky kardiorehabilitácie**

U pacientov po kardiovaskulárnej príhode v dôsledku aterosklerózy bola využitá skutočnosť, že je vysoká pravdepodobnosť recidívy iných kardiovaskulárnych (KV) príhod. Je potrebné vziať do úvahy skutočnosť, že je potrebné zlepšiť dôslednosť sekundárnej prevencie. Podľa aktuálnej situácie pacienta upraviť životosprávu medikamentóznou intervenciou, ale tiež Koncept predpovedania KV rizika sa používa u jedincov, ktorí neprekonali žiadne KV príhody a ktorí sú asymptomatickí alebo majú miernu perzistujúcu aterosklerózu. Prístupy k prevencii srdcových chorôb by sa mali vnímať ako celoživotný proces, najmä z pohľadu populačných modelov prevencie týchto chorôb (Rosová, 2013, s. 38).

Kardiorehabilitácia s dôrazom na fyzickú aktivitu je pre pacienta bezpečná pri zachovaní možnosti defibrilácie na pracovisku. Skupiny pacientov, ktoré najviac profitujú z rehabilitácie srdca, sa stretávajú hlavne so skupinami pacientov po kardiochirurgických výkonoch, po koronárnych angioplastikách, ďalej s artériovou hypertenziou, po transplantácii srdca, po implantácii trvalej kardiostimulácie s možnosťou resynchronizačnej terapie alebo defibrilácie, resp. u pacientov s kombinovanými KV rizikami. Vybrané druhy práce majú pozitívny efekt v kardiorehabilitácii v zmysle redukcie mortality relativizujú v populácii pacientov po prekonanom infarktu myokardu (West et al., 2012, s. 639).

U pacientov, ktorí sa snažia odvyknúť si od fajčenia, je doporučená opakovaná intervencia zo strán odvykania od fajčenia. V rámci snahy o zvýšenie aktívneho prístupu pacienta k režimovým opatreniam sú pre pacientov organizované edukačné prednášky o hlavných zásadách sekundárnej prevencie ischemickej choroby srdcovej, o hlavných zásadách stravovania a potrebnej pohybovej aktivite. Na záver pobytu, v rámci zvýšenia aktívneho prístupu k terapii je pacient oboznámený aj písomným rozpisom medikácie s poučením o medikácii. Tento prístup zvyšuje šancu na lepšiu spoluprácu pacientov ambulantnom režime, kde prebiehajú kontroly (Husár, 2020, s. 10).

## **4 Ochorenie COVID-19 a jeho dopad na zdravie**

Klinické dôsledky tohto ochorenia sa rozdeľujú od miernych symptómov, ako je bolesť hlavy, závrat atď., až po závažné prejavy, ako sú záchvaty, encefalitída, Guillain-Barreov syndróm alebo cievna mozgová príhoda. Zapojenie autonómneho nervového systému môže



viest' k dysfunkcii životne dôležitých orgánov vrátane kardiovaskulárneho systému, a tým významne ovplyvniť zdravotný stav u pacientov s COVID-19. Kardiovaskulárny systém je tiež ovplyvnený vírusom, čo vedie k prejavom ako akútny infarkt myokardu, myokarditída a arteriálna a venózna trombóza. Monitorovanie srdcovej autonómnej funkcie pacientov s COVID-19 nám môže pomôcť identifikovať jednotlivcov, ktorí sú vystavení riziku vzniku nepriaznivých kardiovaskulárnych výsledkov (Kaliyaperumal et al., 2021, s. 248).

Autonómna dysfunkcia bola zachytená pri vírusových infekciách, ako je retrovírus (vírus ľudskej imunodeficiencie, ľudský T-lymfotropný vírus), herpes vírusy, flavivírus, arbovírus, enterovírus 71 alebo lyssavírus. Súčasná literatúra o autonómnej dysfunkcii u pacientov s COVID-19 je veľmi málo zastúpená, okrem niekoľkých kazuistík. Aj keď sa v týchto klinických podmienkach použili rôzne metódy na vyvolanie dysautómie, meranie variability srdcovej frekvencie sa na tento účel používalo len zriedka. Počas posledných dvoch desaťročí sa variabilita srdcovej frekvencie považuje za najobjektívnejší, reprodukovateľný a overený nástroj na preukázanie autonómnej dysfunkcie. Merania variability srdcovej frekvencie vo frekvencii a v časovej oblasti sa ukázali ako najslubnejšie markery rovnováhy medzi parasympatickou a sympatickou aktivitou autonómneho nervového systému, ktorý riadi homeostázu všetkých životne dôležitých orgánov (Kaliyaperumal et al., 2021, s. 248).

Porucha variability srdcovej frekvencie bola spojená so zlými výsledkami pri rôznych ochoreniach. Existuje niekoľko štúdií, ktoré analyzovali stav autonómneho nervového systému meraním VSF u hospitalizovaných pacientov s COVID-19 a niekoľko kazuistík prezentovalo autonómnu dysfunkciu u pacientov s COVID-19. U uzdravených pacientov s COVID-19 sa však nevyšetruje autonómna rovnováha pomocou variability srdcovej frekvencie v postinfekčnom období (Asarcikli et al., 2022, s.1).

#### **4.1 Vznik myokarditídy po prekonaní ochorenia COVID-19**

Typickým prejavom tohto ochorenia je intersticiálna pneumónia, ktorá môže u niektorých pacientov viesť k dramatickým komplikáciám, akými sú napr. difúzny zápalový syndróm, multiorgánové zlyhanie a diseminovaná intravaskulárna koagulácia. U mnohých pacientov boli popísané aj kardiovaskulárne prejavy (Hendren, Nicholas S et al., 2020, s. 1903). Najmä po zverejnení niektorých kazuistík sa v poslednom čase objavila možnosť patologického rozvoja myokarditídy a vaskulitídy. Myokarditída vyvoláva známe smrteľné komplikácie a tak sa medzi lekármi a verejnosťou rozvinul záujem o výskyt zápalu srdca (Ali-Ahmed et al., 2020, s. 30). S rýchlo sa rozvíjajúcim výskumom COVID-19 sa zistilo, že kardiovaskulárne prejavy

sa vyskytujú u 20–30 % hospitalizovaných pacientov a sú spojené s horšími výsledkami liečby. Mechanizmus srdcového poškodenia zostáva nedostatočne pochopený, čo sťažuje prácu odborníkom. Viaceré inštitúcie zaviedli usmernenia pre manažment COVID-19, avšak zameriavajú sa hlavne na respiračnú tieseň, ale o tej kardiologickej sa toho moc nevie (Sawalha et al., 2021, s. 108).

Prevalencia myokarditídy u pacientov s COVID-19 je nejasná, čiastočne preto, že v skorých štádiách často chýbali špecifické diagnostické postupy na posúdenie myokarditídy. Niektorí tvrdili, že až 7 % úmrtí súvisiacich s COVID-19 možno pripísať myokarditíde. Toto sa však predpokladalo a nezakladalo sa to na potvrdzujúcich diagnózach myokarditídy a preto môže ísť o nadhodnotený odhad (Siripanthong et al., 2020, s.1464).

Klinický obraz myokarditídy u pacientov, ktorý prekonali ochorenie COVID-19 sa v jednotlivých prípadoch líši. Niektorí pacienti môžu mať relatívne mierne symptómy, ako je únava a dýchavičnosť, zatiaľ čo iní trpia bolesťami alebo tlakom na hrudníku pri námahe. U mnohých pacientov sa zhoršuje ich stav, prejavujú sa symptómy tachykardie a akútneho srdcového zlyhania s kardiogénnym šokom. V týchto závažných prípadoch sa u pacientov môžu prejaviť aj príznaky pravostranného srdcového zlyhania. Najnaliehavejším prejavom je myokarditída, definovaná ako ventrikulárna dysfunkcia a srdcové zlyhanie sa prejaví do 2–3 týždňov od nakazenia vírusom COVID-19. Skoré príznaky veľmi rýchlo sa rozvíjajúcej myokarditídy sa zvyčajne podobajú príznakom sepsy. Pacient má často febrilné prejavy s nízkym pulzným tlakom, studenými alebo škrvritými končatinami a sínusovou tachykardiou (Siripanthong et al., 2020, s.1465).

Bohužiaľ, existuje nedostatok informácií o tom, ako riešiť diagnostiku myokarditídy počas COVID-19. Údaje o prevalencii a prognóze sú tiež vzácne a nie je jasné, či je myokarditída nepriamou komplikáciou ochorenia alebo priamym kardiálnym prejavom tohto vírusu (Hendren, et al., 2020, s. 1903).

## **5 Rehabilitácia u pacientov po prekonaní ochorenia COVID-19**

Viacero štúdií preukázalo, že včasná fyzioterapia u pacientov na oddeleniach intenzívnej starostlivosti, skracuje dĺžku pobytu v nemocnici a tým pádom aj znižuje mortalitu a morbiditu. Adekvátne vykonávaná rehabilitácia preukázateľne vedie k zlepšeniu hemodynamickej reaktivity, reedukácii pohybových stereotypov a zlepšeniu kvality života. Klinicky overené postupy včasnej mobility pacientov, sa s určitými úpravami, dajú zapojiť aj do starostlivosti o pacientov s COVID-19. S fyzioterapiou sa začína hneď po dohode

s ošetrovateľom a v rozsahu jeho indikácií, už počas prvých 72 hodín od prijímu na oddelení intenzívnej starostlivosti (JIS)(Grünerová Lippertová, Pětioký et al., 2021, s. 29).

Po prepustení z prvotnej rehabilitácie na oddelení JIS môže byť indikovaná následná lôžková rehabilitácia, ambulantná rehabilitácia alebo rehabilitácia v domácom prostredí. Takéhoto druhu terapie sa môže zúčastniť aj skupina pacientov, ktorí boli liečení po celú dobu ochorenia v domácom prostredí. Tu sú šance na pokračujúcu respiračnú a rekondičnú fyzioterapiu. Ako z epidemiologických dôvodov, tak z dôvodov obmedzenej dostupnosti môže byť problematické sa na takýto druh terapie dostať. A to aj v situácii, keď časť pacientov po prekonaní infekcie naďalej trpí chronickými respiračnými problémami a dekondíciou (Grünerová Lippertová, Pětioký et al., 2021, s. 30).

Najčastejšie dlhodobé príznaky uvádzané v literatúre sú nasledovné: únava, dýchavičnosť, kašeľ, bolesti kĺbov, bolesť na hrudi, kognitívne problémy, zhoršenie koncentrácie, depresie, bolesti hlavy, občasné horúčky a tachykardia. Medzi závažnejšie dlhodobé komplikácie, aj keď môžu byť menej časté, ale môžu ovplyvniť širokú škálu orgánových systémov ako napríklad kardiovaskulárne (zápal srdcového svalu), respiračné (abnormality pľúcnych funkcií), renálne (poškodenie obličiek), dermatologické (vyrážka alebo vypadávanie vlasov), neurologické (poškodenie centrálného a periférneho nervového systému), psychiatrické (depresia, úzkosť, zmeny nálady, poruchy spánku). Priebeh týchto komplikácií z dlhodobého hľadiska nie je známy. Ale následne z nich vyplýva hlavná indikácia k následnej rehabilitácii, ktorá môže prebiehať formou kompletnej lôžkovej rehabilitácie, ale aj na lôžkach následnej rehabilitácie v kúpeľoch či formou rekondičných pobytov (Grünerová Lippertová, Pětioký et al., 2021, s. 30).

## **5.1 Rehabilitácia po prepustení do domácej liečby**

Po následnom prepustení do domácej liečby u neinfekčných pacientov, ktorí z dôvodu menej ťažkého priebehu ochorenia nie sú indikovaní na lôžkovú rehabilitáciu, môžu využiť možnosti ambulantnej rehabilitácie, denných stacionárov a ďalších možností rehabilitácie v domácom prostredí. Veľmi problematická je však vhodná rehabilitácia pre skupiny. U infekčných pacientov, sú možnosti veľmi obmedzené. Rehabilitačné zariadenia doposiaľ nie sú na túto skupinu pacientov dostatočne pripravené. Jednou z možností je aj využitie telemedicíny a ďalších dištančných foriem terapie. Dokonca aj u infekčných pacientov, ktorí už nie sú ohrození na živote, môže byť výhodná bezkontaktná terapia vykonávaná formou telerehabilitácie (Grünerová Lippertová, Pětioký et al., 2021, s. 30).

## 5.2 Využitie telerehabilitácie

Odporúčaným druhom terapie, ktorý zahŕňa respiračnú a kondičnú terapiu u infekčných pacientov, ktorí však už nie sú v ohrození na živote, je vzdialená forma bezkontaktnéj terapie vykonávaná formou telerehabilitácie. Telerehabilitácia je terapia vykonávaná prostredníctvom audiovizuálneho prenosu v reálnom čase a za prítomnosti terapeuta v priamej alebo nepriamej interakcii s ním, prípadne kombinácii so vzdialeným monitoringom pacienta. Ten môže byť realizovaný pomocou inteligentného telefónu, televízie, počítačom alebo tabletom. Vzdialený monitoring pacienta je sprostredkovaný nositeľnými nízkonákladovými senzormi. Táto forma terapie je odporúčanou metódou pre pacientov, ktorí sú schopní rehabilitovať sami doma (Sarfo et al., 2018, s. 3).

Už v minulosti boli zrealizované následné terapie pomocou bezkontaktnéj rehabilitácie konkrétne telerehabilitácie u pacientov po prekonaní cievnej mozgovej príhody. Analýzy týchto druhov rehabilitácií preukázali prínos v oblasti motorického deficitu, kognitívnej rehabilitácie a poruche nálady. Napriek tomu má počas epidémie telerehabilitácia ešte aj pridanú hodnotu z hľadiska zaistenia potrebnej starostlivosti bez toho, aby sa zvyšovalo riziko rozšírenia vírusu, ako pre pacientov, tak aj zdravotníckych pracovníkov (Sarfo et al., 2018, s. 3).

Predpoklad k pokračovaniu v terapii dištančnou formou po prepustení do domáceho prostredia je možné zrealizovať v spolupráci so zdravotníkmi, ktorý zapojili pacienta do telerehabilitácie. Tento druh terapie, respiračnej fyzioterapia a kondičnej terapie v domácom prostredí, je vhodnou voľbou pre pacientov, ktorí sa potykajú s obmedzenou pľúcnou kapacitou. Môžu byť do tejto skupiny vybraní aj pacienti, ktorí si prešli ochorením COVID-19. Ďalšie diagnózy, ktoré môžu byť zaradené do tohto druhu terapie sú pacienti po poranení miechy, pacienti so získaným poškodením mozgu napr. stavy po cievnej mozgovej príhode, pacienti po traumatickom poškodení mozgu, pacienti s neurodegeneratívnym poškodením mozgu napr. Parkinsonova choroba, roztrúsená skleróza, atď., a pacienti po prekonanej pneumónii, s respiračnou nedostatočnosťou a poruchou vykašliavania (Grünerová Lippertová et al., 2021, s. 59).

Počas cvičenia je vhodné, ak má pacient pri sebe rodinného príslušníka, ktorý pomôže s tzv. asistovaným dýchaním. Môžu byť nápomocní s lokalizovaným dýchaním a s podporou výdychu. Cieľom terapie je prevencia kompenzačných dychových mechanizmov, podpora nádychovej a výdychovej kapacity pľúc. Ďalšími benefitmi sú zlepšenie efektivity dýchania, nácvik a podpora lokalizovaného dýchania, podpora vykašliavania a evakuácia hlienu z pľúc, uvedomenie si vlastnej postúry a edukácia autokorekčných cvičení. Každá forma správne

realizovanej terapie má na pacientov blahodarné účinky (Grünerová Lippertová et al., 2021, s. 59).

## 6 Ciele výskumnej práce

Základným cieľom výskumnej práce je získať a porovnať parametre variability srdcovej frekvencie pred začatím telerehabilitácie a po absolvovaní trojtýždňovej telerehabilitačnej intervencie. Klienti dostanú k dispozícii tri terapeutické videá (jedno video na každý týždeň) a po ich absolvovaní sa dostavia na výstupné meranie. Na objektivizáciu vplyvu terapie na aktivitu autonómneho nervového systému bude použitý snímač spektrálnej analýzy variability srdcovej frekvencie, vďaka ktorému je možné aj kvantifikovať eventuálnu mieru jeho poruchy.

### 6.1 Vedecké otázky

1. Ako sa líšia parametre variability srdcovej frekvencie pred a po terapeutickej intervencii pomocou telerehabilitácie u klientov vo veku 20 - 40 rokov?
2. Ako sa líšia parametre variability srdcovej frekvencie pred a po terapeutickej intervencii pomocou telerehabilitácie u klientov vo veku 40 a viac rokov?

### 6.2 Hypotézy a podhypotézy

#### Hypotéza č.1

**H<sub>01</sub>** Parametre variability srdcovej frekvencie sa pred a po terapeutickej intervencii pomocou telerehabilitácie u klientov vo veku 20 - 40 rokov nelíšia.

**H<sub>A1</sub>** Parametre variability srdcovej frekvencie sa pred a po terapeutickej intervencii pomocou telerehabilitácie u klientov vo veku 20 - 40 rokov líšia.

#### Hypotéza č.2

**H<sub>02</sub>** Parametre variability srdcovej frekvencie sa pred a po terapeutickej intervencii pomocou telerehabilitácie u klientov vo veku 40 a viac rokov nelíšia.

**H<sub>A2</sub>** Parametre variability srdcovej frekvencie sa pred a po terapeutickej intervencii pomocou telerehabilitácie u klientov vo veku 40 a viac rokov líšia.

#### Podhypotézy:

##### Podhypotéza č.1

**pH<sub>01</sub>** U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnota RR intervalov po absolvovaní intervencie nelíši.

**pH<sub>A1</sub>** U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnota RR intervalov po absolvovaní intervencie líši.

### **Podhypotéza č.2**

pH<sub>02</sub> U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnota MSSD parametru po absolvovaní intervencie nelíši.

pH<sub>A2</sub> U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnota MSSD parametru po absolvovaní intervencie líši.

### **Podhypotéza č.3**

pH<sub>03</sub> U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnota TP parametru po absolvovaní intervencie nelíši.

pH<sub>A3</sub> U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnota TP parametru po absolvovaní intervencie líši.

### **Hypotéza č.3**

**H<sub>03</sub>** Parametre variability srdcovej frekvencie sa medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou nelíšia.

**H<sub>A3</sub>** Parametre variability srdcovej frekvencie sa medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou líšia.

### **Podhypotézy:**

#### **Podhypotéza č.4**

pH<sub>04</sub> U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnoty RR intervalov od hodnôt kontrolnej skupiny na výstupnom meraní nelíšia.

pH<sub>A4</sub> U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnoty RR intervalov od hodnôt kontrolnej skupiny na výstupnom meraní líšia.

#### **Podhypotéza č.5**

pH<sub>05</sub> U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnoty MSSD parametru od hodnôt kontrolnej skupiny na výstupnom meraní nelíšia.

pH<sub>A5</sub> U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnoty MSSD parametru od hodnôt kontrolnej skupiny na výstupnom meraní líšia.

#### **Podhypotéza č.6**

pH<sub>06</sub> U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnoty TP parametru od hodnôt kontrolnej skupiny na výstupnom meraní nelíšia.

pH<sub>A6</sub> U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnoty TP parametru od hodnôt kontrolnej skupiny na výstupnom meraní líšia.

## 7 Metodika

### 7.1 Charakteristika výskumného súboru

Výskumná časť tejto diplomovej práce bola súčasťou študentského grantu IGA\_FZV\_2021\_009, ktorého témou je *Ověření možnosti telerehabilitace u pacientů s postcovidovou symptomatikou*.

Do výskumu bolo zahrnutých 22 pacientov s postcovidovou stratou čuchu. Zaradení pacienti do terapeutickéj intervencie museli vykazovať známky hyposmie, anosmie a na základe vyšetrenia čuchu a VSF boli vyzvaní k možnosti využitia telerehabilitácie.

Z celkového súboru boli eliminovaní pacienti, ktorým je diagnostikovaná vegetatívna dysfunkcia, prípadne závažnejšie kardiovaskulárne ochorenia alebo ich farmakologická liečba výraznejšie ovplyvňuje výsledky VSF. Títo pacienti neboli zahrnutí do výsledkov štúdie, ale terapia im nebola odmietnutá. Dostali prístup k rehabilitačným videám a absolvovali intervenciu spolu s pacientami z experimentálnej skupiny (EXP).

Do výskumu bola zaradená aj kontrolná skupina jednotlivcov (KON), ktorí prekonali ochorenie COVID-19 bez pretrvávajúcich komplikácií spojených z prekonaním ochorenia COVID-19, ale neboli zapojení do intervencie pomocou telerehabilitácie.

V konečnom sčítaní sa výskumu zúčastnilo 19 pacientov, z toho 10 podstúpilo intervenciu a boli zaradení do experimentálnej skupiny a 9 pacientov bolo bez intervencie a zaradení do kontrolnej skupiny.

Vekové rozpätie pacientov bolo od 20 do 70 rokov, priemer 38,0.

### 7.2 Metodika zberu dát

Pred zahájením vyšetrení a intervencie boli pacienti požiadaní o podpísanie informovaného súhlasu (Príloha 1-3, s.71-72) a vyplnenie dotazníkov s otázkami ohľadom prekonania ochorenia COVID-19, ktoré sa nachádzajú na internetovej stránke. Táto stránka bola vytvorená za účelom uľahčenia hľadania informácií o našom výskumnom projekte a o samotnom priebehu vyšetrení. Po ich vyplnení boli klienti pozvaní na vstupné vyšetrenie. Tam boli podrobení vyšetreniu VSF pomocou spektrálnej analýzy VSF. Po absolvovaní trojtýždňovej intervencie pacienti absolvovali výstupné meranie a boli požiadaný o vyplnenie výstupného dotazníku.



### 7.3 Priebeh vyšetrenia

Vlastné meranie prebiehalo v priestoroch FZV UP na adrese tř. Svobody 8, Olomouc, kde sa nachádza vyšetrovňa prispôbena na testovanie, za dodržania všetkých hygienických noriem podľa aktuálnych požiadaviek PES (Protiepidemický systém).

U pacientov bola za štandardizovaných podmienok vykonaná vstupná SA VSF pomocou hrudných snímačov srdcovej frekvencie za využitia adekvátneho softvéru. Pacienti boli vyšetrení pri vstupnom a výstupnom meraní v tichej miestnosti, za pokiaľ možno štandardnej teploty a bez rušivej zmyslovej stimulácie (ticho v miestnosti, zatvorené oči). Vlastné vyšetrenie SA VSF pozostávalo zo striedania ortokinostatickej stimulácie sympatiku a vagu (ľah-stoj-ľah) s cieľom určiť nielen aktivitu ANS, ale aj kvantifikovať eventuálnu mieru jeho poruchy. Pre pozíciu ľahu sa v miestnosti nachádza vyšetrovacie lehátko a pri stojí boli pacienti opretí chrbtom o stenu. Prvá poloha v ľahu bola iba štandardizačná, ďalšie dve polohy slúžia na striedavú stimuláciu sympatiku a vagu. Dĺžka snímania VSF v druhej a tretej polohe zodpovedá minimálne 300 srdcovým sťahom a trvá minimálne 5 minút. Výstupné meranie SA VSF prebehlo rovnako ako vstupné po ukončení telerehabilitácie.

#### 7.3.1 Prístroj na meranie SA VSF

VSF bola hodnotená pomocou diagnostického systému VarCor PF7, ktorý je využívaný na neinvazívnu diagnostiku VSF. Jedná sa o druh monitorovacieho zariadenia, ktoré sníma krátke EKG záznamy o dĺžke 300 tepov, najmenej 5 minút. EKG signál bol snímaný pomocou elektródového hrudného pásu typu Polar a bol prepojený s UHF (Ultra High Frequency) vysielacom. Signál bol následne rádiovým prenášaný z UHF vysieláča do UHF prijímača, ktorý bol pripojený k počítaču cez USB port. Výsledky boli zaznamenávané do príslušného softwaru Sport DiANS PC a odtiaľ exportované do formátu Microsoft Excel.

Transformovaním časových údajov o rozdieloch medzi po sebe idúcimi R-R intervalmi do frekvenčných hodnôt bolo získané výkonové spektrum, ktoré obsahovalo frekvenčne špecifické oscilácie. Analýza denzity spektrálneho výkonu poskytla základné informácie o rozložení výkonu v sledovanom frekvenčnom pásme.

#### 7.3.2 Hlavné ukazatele VSF

Vyšetrovanie VSF bolo vykonávané formou krátkodobých záznamov. Pri meraní boli hodnotené tieto spektrálne parametre:

Spektrálny výkon **POWER VLF, LF a HF** [ $\text{ms}^2$ ]

Relatívny spektrálny výkon **Relative Power VLF, LF, HF** [%]

Pomer spektrálnych komponentov **LF/HF**

Celkový spektrálny výkon **TOTAL POWER** [ $\text{ms}^2$ ]

Frekvencia vysokofrekvenčnej a nízko-frekvenčnej komponenty **Freq. HF/LF** [mHz]

Z časových ukazovateľov bola hodnotená priemerná hodnota druhej mocniny rozdielu vzdialeností susedných R-R intervalov **MSSD**, je považovaný za hlavný ukazateľ VSF a **R-R intervaly**.

**R-R** intervaly ukazujú priemernú hodnotu všetkých R-R intervalov v snímanom úseku EKG záznamu. Jednotkou je sekunda [s].

**MSSD** ukazuje hodnotu druhej mocniny rozdielu po sebe nasledujúcich R-R intervalov. Jednotkou je zrýchlenie [ $\text{ms}^2$ ]. **MSSD** je považovaný za hlavný ukazovateľ VSF.

**Total Power** ukazuje celkový spektrálny výkon. Jedná sa o súčet troch frekvenčných komponentov  $P_{\text{VLF}}$ ,  $P_{\text{LF}}$  a  $P_{\text{HF}}$ . Jednotkou je zrýchlenie [ $\text{ms}^2$ ].

#### 7.4 Štatistické spracovanie dát

Do štatistického spracovania boli vybrané tri parametre. A to konkrétne **TOTAL POWER**, **MSSD** a **R-R intervaly**. Tieto parametre spracovania VSF boli prevedené do formátu Microsoft Excel a následne do programu STATISTICA 13.

Výsledky jednotlivých parametrov boli podrobené testu normality, konkrétne Shapiro-Wilkov test, pre zistenie normálneho rozdelenia dát. U všetkých vyššie uvedených hodnôt bola hodnota  $p$  nižšia ako 0,05. Preto boli jednotlivé parametre vyhodnotené tak, že nie sú normálne rozložené a na základe toho boli zvolené nasledovné testy.

Na zisťovanie rozdielov medzi vstupným a výstupným meraním jednotlivých parametrov VSF u experimentálnej skupiny sme použili Wilcoxonov párový test na porovnanie dvoch závislých vzoriek. Získali sme aj grafické znázornenie výsledkov pomocou krabicových grafov.

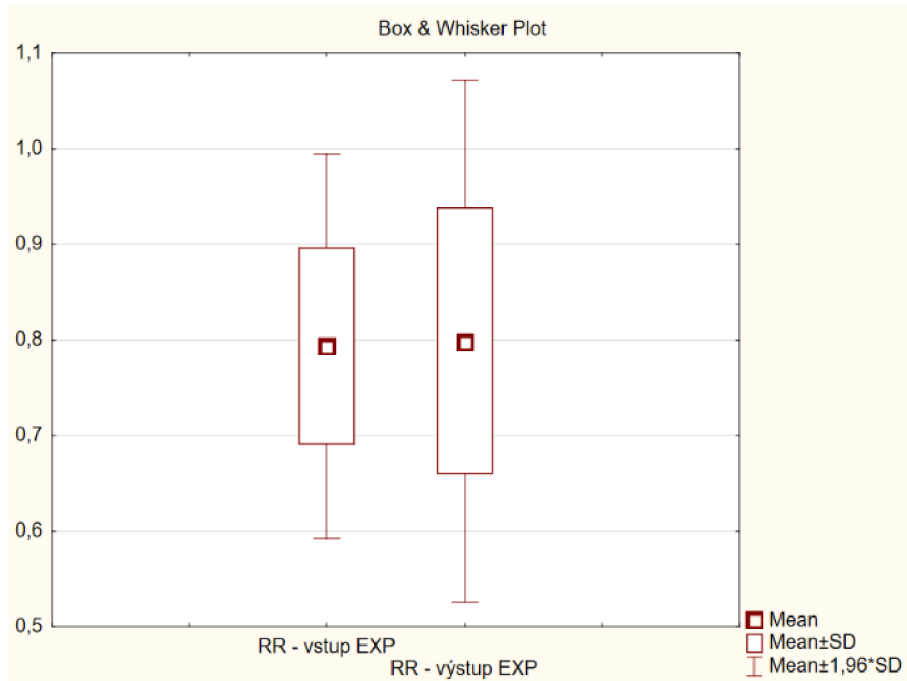
Pri porovnávaní vstupných a výstupných meraní medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou sme použili ANOVU pre viacnásobné porovnanie závislých premenných. Získali sme aj grafické znázornenie výsledkov.

## 8 Výsledky

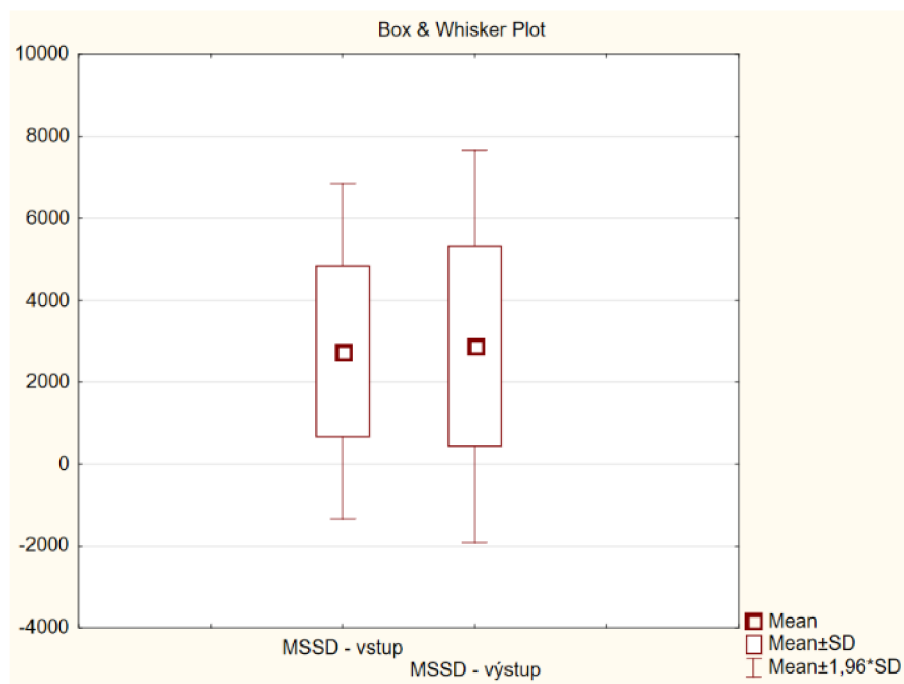
Výsledky jednotlivých štatisticky spracovaných dát sú nasledovné:

### 8.1 Hodnoty VSF pred a po intervencií u pacientov vo veku 20-40 rokov

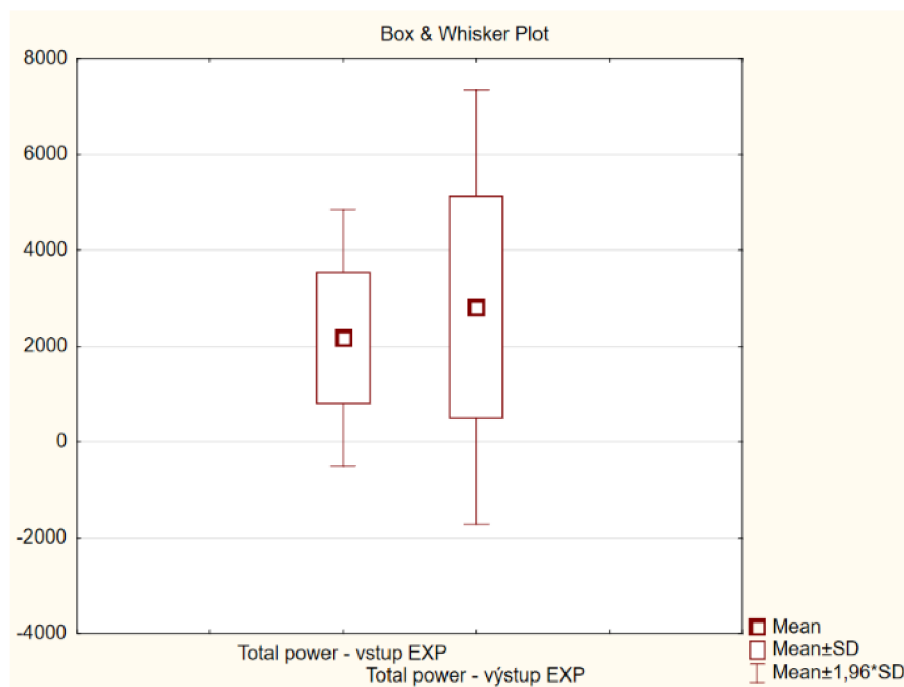
Pri porovnávaní vybraných parametrov u experimentálnej skupiny vo vekovej kategórii od 20 do 40 rokov bola viditeľná stúpajúca tendencia jednotlivých ukazateľov. Či už sa jednalo o R-R intervaly, MSSD alebo Total Power.



**Graf 1** Parameter R-R interval vo vekovej skupine 20-40 rokov



**Graf 2** Parameter MSSD vo vekovej skupine od 20-40 rokov



**Graf 3** Parameter Total Power vo vekovej skupine od 20-40 rokov

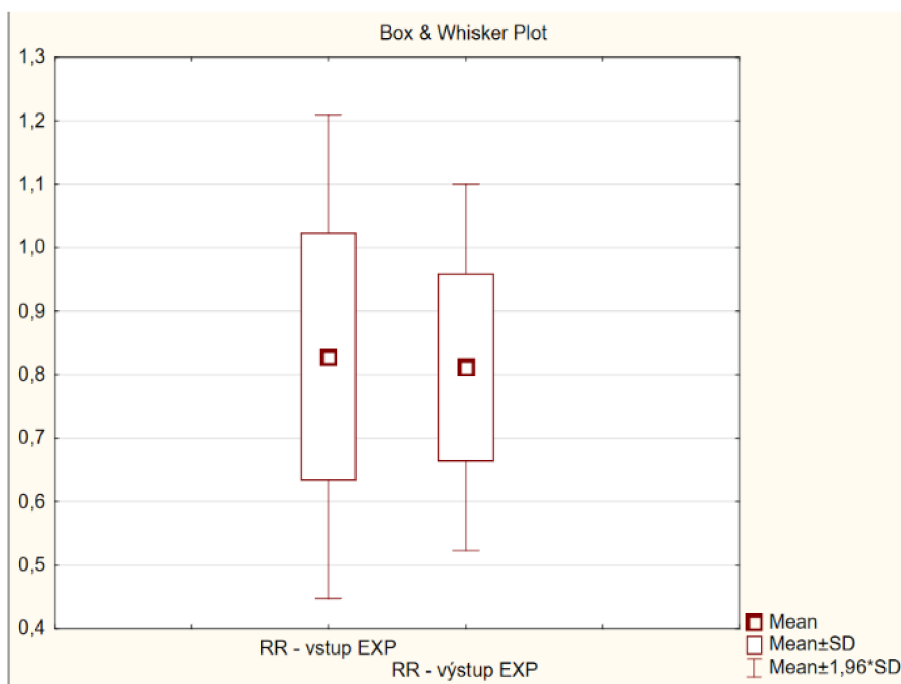
Pri štatistickom spracovaní dát týchto parametrov nedosiahla hodnota p stanovenej hladiny štatistickej významnosti. Hladina štatistickej významnosti u hodnôt R-R intervalov bola

$p=0,844$ . Hladina štatistickej významnosti u hodnôt MSSD parametra bola  $p=0,743$ . Hladina štatistickej významnosti u hodnôt Total Power parametra bola  $p=0,420$ .

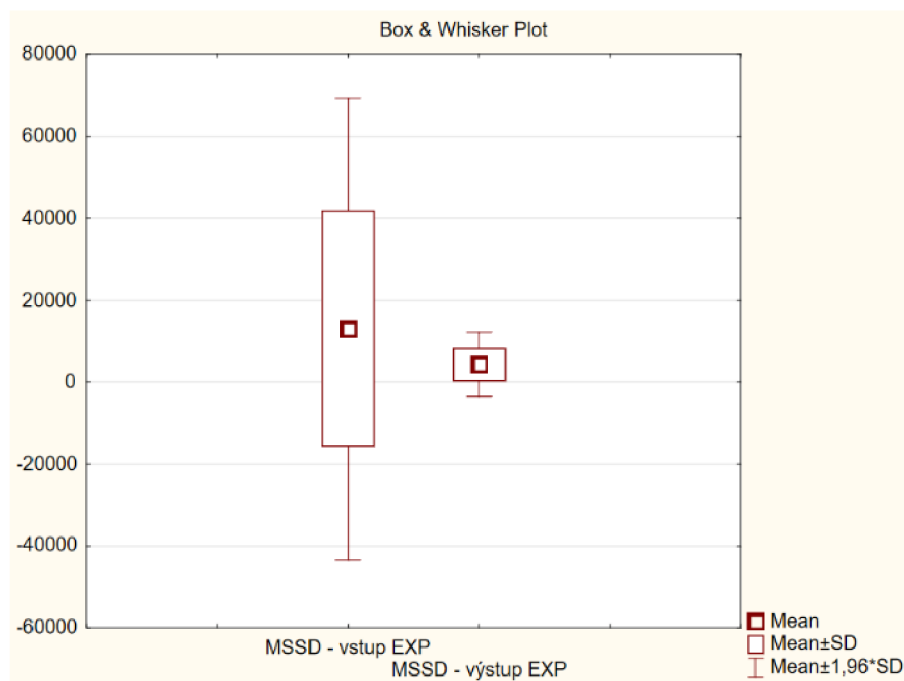
V tomto prípade bola potvrdená nulová hypotéza  $H_0$ , ktorá znie: *Parametre variability srdcovej frekvencie sa pred a po terapeutickej intervencii pomocou telerehabilitácie u klientov vo veku 20 - 40 rokov nelíšia*. Alternatívnu hypotézu  $H_A$ : *Parametre variability srdcovej frekvencie sa pred a po terapeutickej intervencii pomocou telerehabilitácie u klientov vo veku 20 - 40 rokov líšia*, zamietame.

## 8.2 Hodnoty VSF pred a po intervencií u pacientov vo veku nad 40 rokov

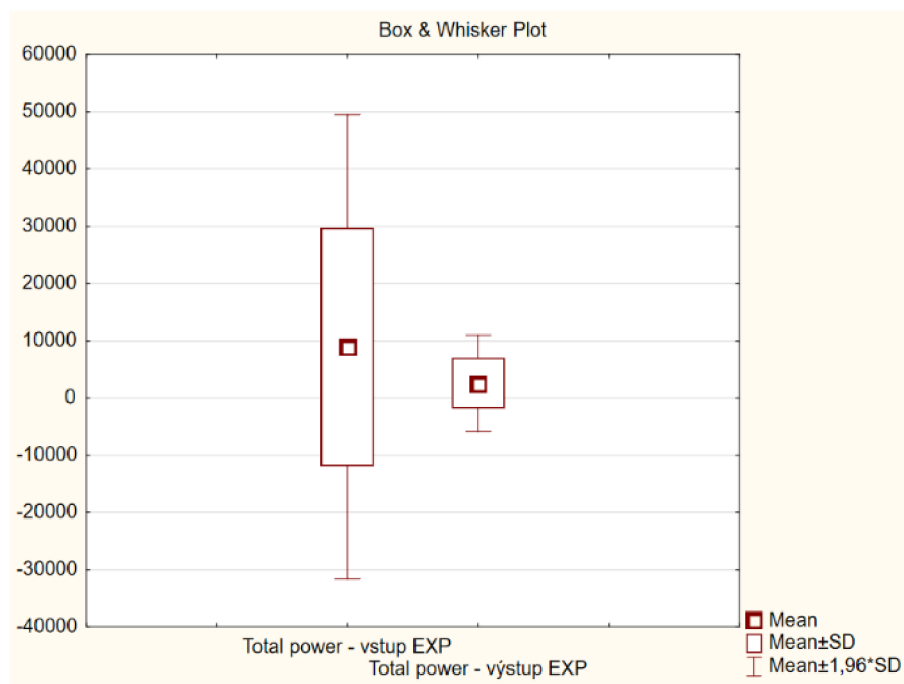
Pri porovnávaní vybraných parametrov u experimentálnej skupiny vo vekovej kategórii nad 40 rokov bola viditeľná klesajúca tendencia jednotlivých ukazateľov. Či už sa jednalo o R-R intervaly, MSSD alebo Total Power.



**Graf 4** Parameter R-R intervaly vo vekovej skupine nad 40 rokov



**Graf 5** Parameter MSSD parameter vo vekovej skupine nad 40 rokov



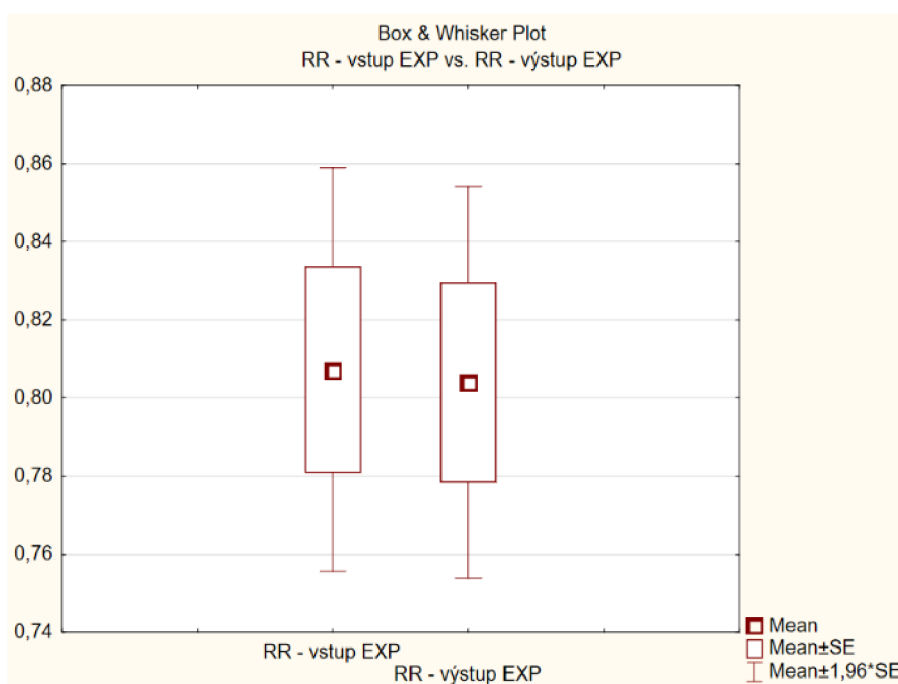
**Graf 6** Parameter Total Power parameter vo vekovej skupine nad 40 rokov

Pri štatistickom spracovaní dát týchto parametrov nedosiahla hodnota  $p$  stanovenej hladiny štatistickej významnosti. Hladina štatistickej významnosti u hodnôt R-R intervalov bola  $p=0,388$ . Hladina štatistickej významnosti u hodnôt MSSD parametra bola  $p=0,637$ . Hladina štatistickej významnosti u hodnôt Total Power parametra bola  $p=0,813$ .

V tomto prípade bola potvrdená nulová hypotéza  $H_02$ , ktorá znie: *Parametre variability srdcovej frekvencie sa pred a po terapeutickej intervencii pomocou telerehabilitácie u klientov vo veku 40 a viac rokov nelíšia*. Alternatívnu hypotézu  $H_{A2}$ : *Parametre variability srdcovej frekvencie sa pred a po terapeutickej intervencii pomocou telerehabilitácie u klientov vo veku 40 a viac rokov líšia*, zamietame.

### 8.2.1 Parameter R-R intervalov u experimentálnej skupiny

Pri porovnávaní vstupného a výstupného vyšetrenia, konkrétne parametra R-R intervalov v celej experimentálnej skupine, bola viditeľná klesajúca tendencia tohoto ukazateľa.



Mean vstup = 0,807 / Mean výstup = 0,804

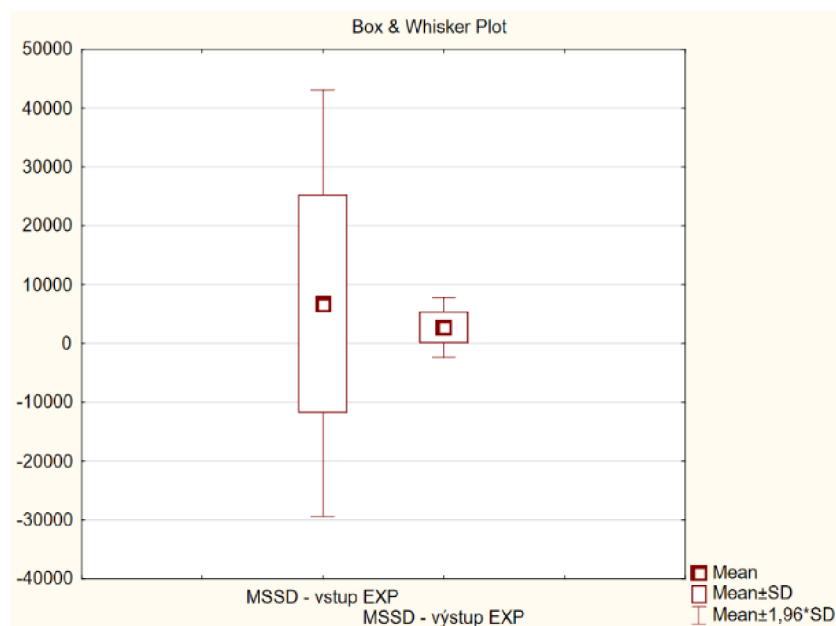
**Graf 7** Parameter R-R intervaly v experimentálnej skupine

Pri štatistickom spracovaní dát tohto parametra nedosiahla hodnota  $p$  stanovenej hladiny štatistickej významnosti. Hladina štatistickej významnosti u hodnôt R-R intervalov bola  $p=0,858$ .

V tomto prípade bola potvrdená nulová podhypotéza  $pH_01$ , ktorá znie: *U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnota RR intervalov po absolvovaní intervencie nelíši*. Alternatívnu podhypotézu  $pH_{A1}$ : *U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnota RR intervalov po absolvovaní intervencie líši*, zamietame.

### 8.2.2 Parameter MSSD u experimentálnej skupiny

Pri porovnávaní vstupného a výstupného vyšetrenia, konkrétne parametra MSSD v celej experimentálnej skupine, bola viditeľná klesajúca tendencia tohoto ukazateľa.



Mean vstup = 6816,27 / Mean výstup = 2788,88

**Graf 8** Parameter MSSD v experimentálnej skupine

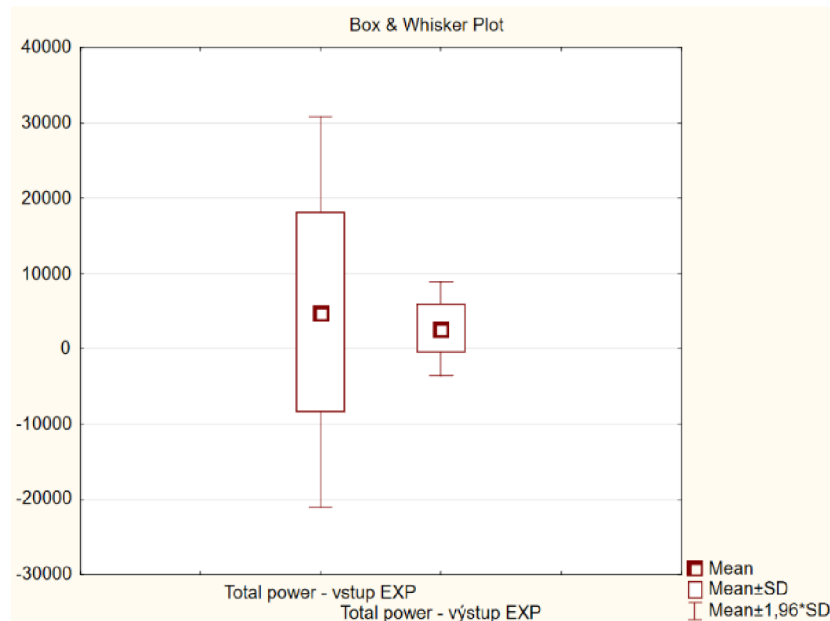
Pri štatistickom spracovaní dát tohto parametra nedosiahla hodnota  $p$  stanovenej hladiny štatistickej významnosti. Hladina štatistickej významnosti u hodnôt parametru MSSD bola  $p=0,557$ .

V tomto prípade bola potvrdená nulová podhypotéza  $p_{H_0}$ , ktorá znie: *U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnota MSSD parametru po absolvovaní intervencie nelíši.* Alternatívnu podhypotézu  $p_{H_A}$ : *U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnota MSSD parametru po absolvovaní intervencie líši, zamietame.*

### 8.2.3 Parameter Total Power u experimentálnej skupiny

Pri porovnávaní vstupného a výstupného vyšetrenia, konkrétne parametra Total Power v celej experimentálnej skupine, bola viditeľná klesajúca tendencia tohoto ukazateľa.





Mean vstup = 4872,24 /Mean výstup = 2727,49

**Graf 9** Parameter Total Power v experimentálnej skupine

Pri štatistickom spracovaní dát tohto parametra nedosiahla hodnota p stanovenej hladiny štatistickej významnosti. Hladina štatistickej významnosti u hodnôt parametru MSSD bola  $p=0,452$ .

V tomto prípade bola potvrdená nulová podhypotéza  $p_{H_03}$ , ktorá znie: *U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnota TP parametru po absolvovaní intervencie neliši.* Alternatívnu podhypotézu  $p_{H_{A3}}$ : *U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnota TP parametru po absolvovaní intervencie líši, zamietame.*

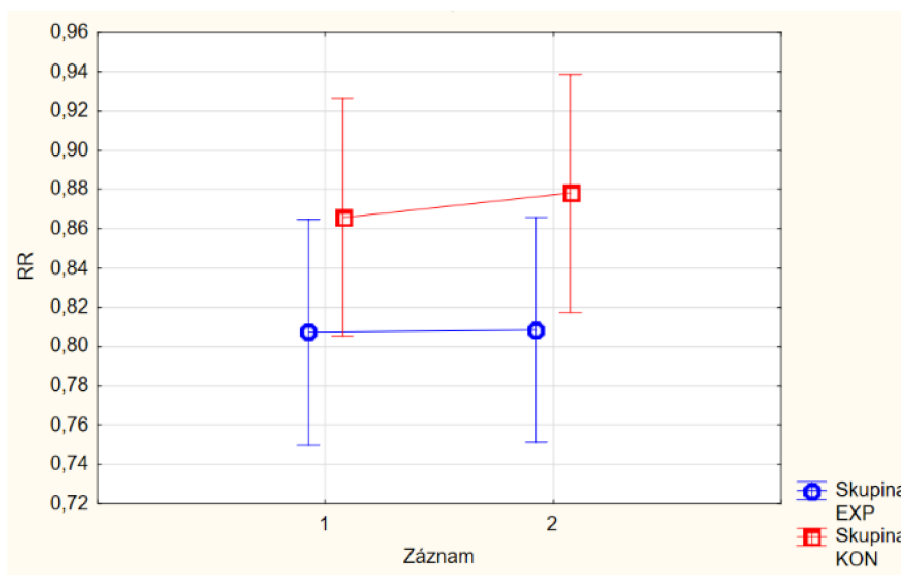
### 8.3 Porovnanie hodnôt jednotlivých parametrov VSF medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

Na základe nižšie uvedených štatisticky spracovaných výsledkov je možné potvrdiť nulovú hypotézu  $H_{03}$ , ktorá znie: *Parametre variability srdcovej frekvencie sa medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou nelišia.* Alternatívnu hypotézu  $H_{A3}$ : *Parametre variability srdcovej frekvencie sa medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou líšia, zamietame.*

#### 8.3.1 Porovnanie parametra R-R intervalov medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

Pri porovnávaní vstupného a výstupného vyšetrenia medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou, konkrétne u parametra R-R intervalov, bola viditeľná mierne stúpajúca tendencia

u experimentálnej skupiny. Ale pri porovnaní s kontrolnou skupinou, je viditeľná výraznejšia stúpajúca tendencia u kontrolnej skupiny.



Záznam 1 = vstupné vyšetrenie, Záznam 2 = výstupné vyšetrenie

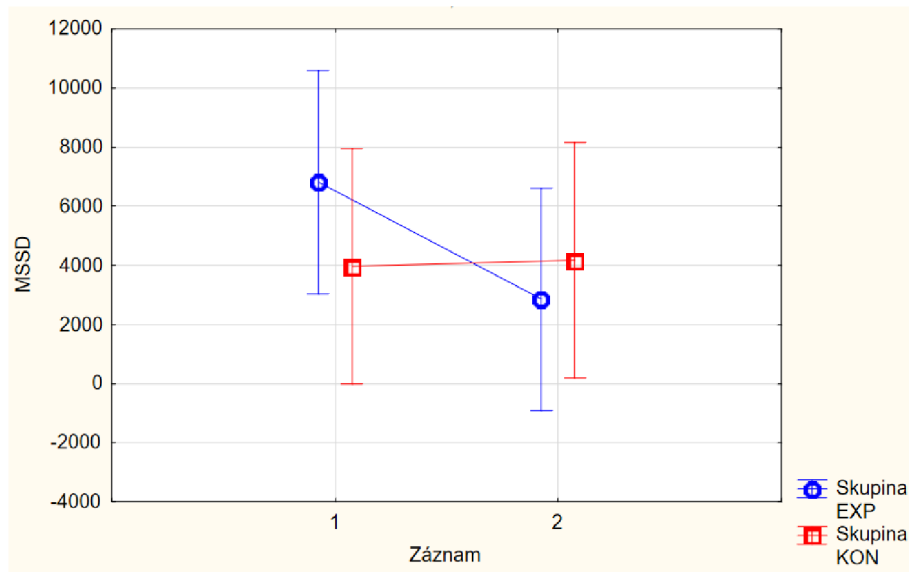
**Graf 10** Parameter R-R interval porovnanie EXP a KON skupiny

Pri štatistickom spracovaní dát tohto parametra nedosiahla hodnota  $p$  stanovenej hladiny štatistickej významnosti. Hladina štatistickej významnosti u hodnôt parametru R-R intervalov bola  $p = 0,852$ .

V tomto prípade bola potvrdená nulová podhypotéza  $p_{H_0}$ , ktorá znie: *U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnoty RR intervalov od hodnôt kontrolnej skupiny na výstupnom meraní nelišia.* Alternatívnu podhypotézu  $p_{H_A}$ : *U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnoty RR intervalov od hodnôt kontrolnej skupiny na výstupnom meraní líšia,* zamietame.

### 8.3.2 Porovnanie parametra MSSD medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

Pri porovnávaní vstupného a výstupného vyšetrenia medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou, konkrétne u parametra MSSD, bola viditeľná klesajúca tendencia u experimentálnej skupiny. Pri porovnaní s kontrolnou skupinou, je viditeľná výraznejšie stúpajúca tendencia u kontrolnej skupiny.



Záznam 1 = vstupné vyšetrenie, Záznam 2 = výstupné vyšetrenie

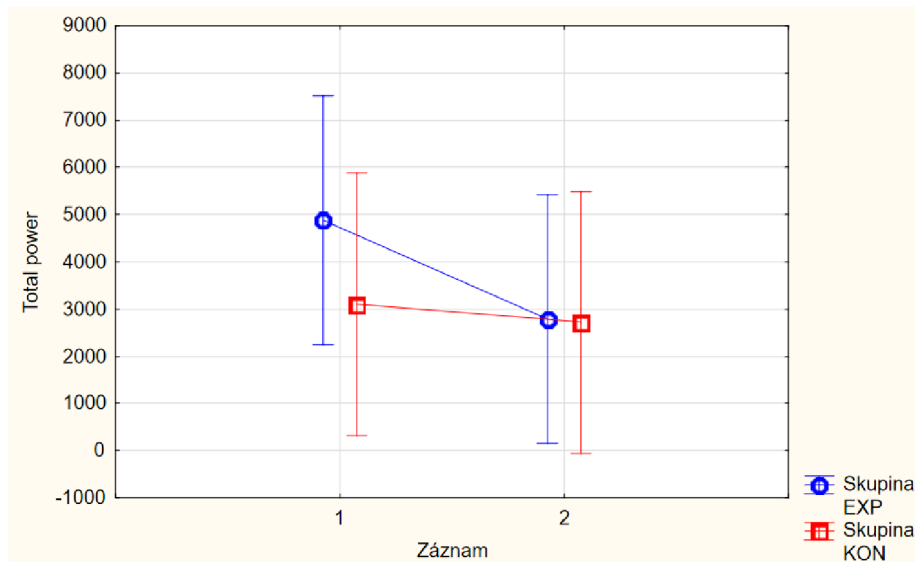
**Graf 11** Parameter MSSD porovnanie EXP a KON skupiny

Pri štatistickom spracovaní dát tohto parametra nedosiahla hodnota  $p$  stanovenej hladiny štatistickej významnosti. Hladina štatistickej významnosti u hodnôt parametru MSSD bola  $p=0,290$ .

V tomto prípade bola potvrdená nulová podhypotéza  $p_{H_0}$ , ktorá znie: *U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnoty MSSD parametru od hodnôt kontrolnej skupiny na výstupnom meraní nelišia*. Alternatívnu podhypotézu  $p_{H_A}$ : *U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnoty MSSD parametru od hodnôt kontrolnej skupiny na výstupnom meraní líšia*, zamietame.

### 8.3.3 Porovnanie parametra Total Power medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou

Pri porovnávaní vstupného a výstupného vyšetrenia medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou, konkrétne u parametra Total Power, bola viditeľná klesajúca tendencia u experimentálnej skupiny. Pri porovnaní s kontrolnou skupinou, je viditeľná výraznejšie stúpajúca tendencia u kontrolnej skupiny.



Záznam 1 = vstupné vyšetrenie, Záznam 2 = výstupné vyšetrenie

**Graf 12** Parameter Total Power porovnanie EXP a KON skupiny

Pri štatistickom spracovaní dát tohto parametra nedosiahla hodnota  $p$  stanovenej hladiny štatistickej významnosti. Hladina štatistickej významnosti u hodnôt parametru Total Power bola  $p = 0,534$ .

V tomto prípade bola potvrdená nulová podhypotéza  $pH_0$ , ktorá znie: *U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnoty TP parametru od hodnôt kontrolnej skupiny na výstupnom meraní nelíšia*. Alternatívnu podhypotézu  $pH_A$ : *U pacientov v experimentálnej skupine sa hodnoty TP parametru od hodnôt kontrolnej skupiny na výstupnom meraní líšia*, zamietame.

## 9 Diskusia

S ochorením COVID-19 žijeme už skoro 3 roky. Ochorenie, ktoré bolo pôvodne hlásené v Číne koncom roka 2019, sa stalo globálnou pandémiou postihujúcou 330 miliónov prípadov. COVID-19 má známe nepriaznivé účinky na multiorgánový systém, ktoré vedú k únave, dyspnoe, kognitívnym poruchám, bolestiam na hrudníku, artralgií a zníženiu kvality života pri dlhodobom sledovaní. Zatiaľ čo väčšina ľudí s COVID-19 sa úplne uzdraví, niektorí pacienti majú naďalej chronické a rôznorodé symptómy vrátane autonómnych prejavov. Za tieto symptómy môže byť zodpovedná predĺžená parasympatická aktivita (Asarcikli et al., 2022, s.1).

Jednou z hypotéz je, že vírus vstupujúci do cieľových buniek väzbou na angiotenzín konvertujúci enzým by mohol viesť k dysautonómii, ktorá sa meria variabilitou srdcovej frekvencie. VSF je neinvazívne meradlo autonómnej funkcie, ktoré uľahčuje identifikáciu pacientov s COVID-19 s rizikom rozvoja kardiovaskulárnych komplikácií (Kaliyaperumal et al., 2021, s. 247).

Meranie VSF je bežne používanou metódou na kardiovaskulárne sledovanie u zdravých účastníkov, športovcov a kardiovaskulárnych pacientov. VSF súvisí najmä s emocionálnou, sociálnou, kognitívnou a zdravotnou úrovňou jedinca. Jedná sa o hlavný marker modulácie sympatických a parasympatických vetiev ANS, a tým aj dysautonómie. Nízkofrekvenčné pásmo odráža moduláciu sympatických a parasympatických vetiev na srdci a považuje sa za index sympato-vagálnej nerovnováhy (Barizien et al., 2021, s).

Pomocou spektrálnej analýzy variability srdcovej frekvencie je nám umožnené zachytiť a vyjadriť regulačné vplyvy kardiálneho autonómneho nervového systému. Ukazuje nielen aktivitu parasympatiku, ale aj rovnováhu vagu a sympatiku. Princípom metodiky je, že ukazovatele kardiovaskulárnych funkcií oscilujú súčasne v rôznych rytmoch, ktoré majú z fyziologického hľadiska odlišný význam (Vlčková et al., 2010, s. 664).

Hlavným cieľom tejto práce bolo zistiť, či pomocou dychovej telerehabilitácie u post Covidových pacientov, dokážeme ovplyvniť VSF. Variabilita srdcovej frekvencie bola meraná pomocou neinvazívneho zariadenia VarCor PF7. Do výskumu sa zapojili pacienti rôznych vekových kategórií. Rozdelili sme ich do dvoch skupín, experimentálnej a kontrolnej, kedy pacienti v experimentálnej skupine podstúpili trojtýždňovú dychovú telerehabilitáciu a pacienti v kontrolnej skupine ju nepodstúpili.

V tejto dobe je výskum týkajúci sa dopadu ochorenia COVID-19 na ANS ešte len na začiatku. Z tohto dôvodu nie je veľa štúdií na porovnanie s tou našou. Aktuálne štúdie, ktoré sú

už publikované, nie sú jednotné vo výsledkoch. Vo svete vyšli štúdie, kde pacienti, ktorí prekonalí ochorenie COVID-19 majú zvýšené časové parametre VSF. Štúdia od Kaliyaperimala, kde bola použitá metóda 5 minútového EKG snímania (Kaliyaperumal et al., 2021, s. 249-250) potvrdzuje, že merania v časovej doméne MSSD a SDNN (štandardná odchýlka intervalov NN) sa medzi subjektmi, ktorí si prešli ochorením COVID-19, výrazne zvýšila. Infekcia COVID-19 bola spojená so zvýšenou parasympatickou aktivitou oproti kontrolnej skupine, v ktorej boli skúmaní zdraví jedinci. Ďalšou štúdiou, ktorá potvrdila tvrdenie, že hodnota MSSD parametru je zvýšená u pacientov po prekonaní COVID-19 je od Asarcikla (Asarcikli et al., 2022, s.4-5).

## 9.1 Vyjadrenie k prvej vedeckej otázke

Prvá vedecká otázka v tejto diplomovej práci bola definovaná nasledovne: *Ako sa líšia parametre variability srdcovej frekvencie pred a po terapeutickej intervencii pomocou telerehabilitácie u klientov vo veku 20 - 40 rokov?* Do tejto kategórie spadalo v našom výskume 6 pacientov, ktorí si prešli ochorením COVID-19 za posledný rok. Pred absolvovaním telerehabilitácie boli hodnoty jednotlivých parametrov nižšie ako po jej absolvovaní. Konkrétne u parametru R-R intervalov bola priemerná hodnota 0,793 [s], u parametru MSSD bola priemerná hodnota 2751,394 [ms<sup>2</sup>] a u parametru TP bola priemerná hodnota 2166,944 [ms<sup>2</sup>].

Po absolvovaní intervencie v podobe telerehabilitácie sa jednotlivé priemerné hodnoty zvýšili. Priemerná hodnota R-R intervalov bola 0,798 [s], priemerná hodnota MSSD parametru bola 3533,209 [ms<sup>2</sup>] a priemerná hodnota TP parametru bola 2814,547 [ms<sup>2</sup>].

Deepalakshmi Kaliyaperumal (Kaliyaperumal et al., 2021, s. 248) vo svojom výskume mal zaradených 63 probandov, ktorí si prešli ochorením COVID-19 a porovnával ich so skupinou 43 probandov, v ktorej sa nachádzali zdraví jedinci. Priemerný vek bol 49,1 rokov. V tejto štúdií sa zaoberali porovnávaním hodnôt jednotlivých parametrov, ktoré boli získané po meraní SA VSF. Vyšetrenie prebiehalo pomocou 5-minútového, dvojzvodového EKG záznamu. Z výsledkov vyplýva, že jednotlivé hodnoty, konkrétne hodnota MSSD, bola zvýšená u probandov po prekonaní ochorenia COVID-19 ako u zdravej kontrolnej skupiny.

Na druhej strane vyšli štúdie, kde došlo u skupiny pacientov po prekonaní ochorenia COVID-19 k zníženiu hodnôt jednotlivých parametrov oproti zdravým probandom. Takouto štúdiou je napr. Bhushan et al. (2022, s.72-73). V tejto konkrétnej štúdií sledovali 92 probandov. Všetci probandi si v nedávnej dobe prešli ochorením COVID-19, vo vekovom rozhraní 50 rokov a pri vyšetrení si prešli 12-zvodovým EKG po dobu 24 hodín. Z tohto záznamu boli

vyhodnotené viaceré parametre a medzi nimi aj hodnota MSSD, ktorá je používaná aj v tejto práci. Z jej výsledkov vyplýva, že hodnota parametru MSSD má klesajúcu tendenciu u postcovidových pacientov v porovnaní s kontrolnou skupinou, kde sa nachádzali zdraví jedinci. Vo výsledkoch bol zaznamenaný jav, ktorý poukazoval na skutočnosť, že čím ťažší priebeh ochorenia COVID-19 pacienti subjektívne mali, tým nižšie hodnoty MSSD sa ukázali po vyšetrení.

Pri porovnávaní výsledkov nášho výskumu s vyššie uvedenými štúdiami, by sme sa mohli viac prikloniť k záverom zo štúdie od Bhusana (Bhusana et. al., 2022, s.72-73). Tak ako uviedli vo svojej práci, tak aj v našej práci boli u postcovidových pacientov znížené hodnoty jednotlivých skúmaných parametrov pred zahájením intervencie. Po jej absolvovaní z výsledkov bola viditeľná stúpajúca tendencia hodnôt jednotlivých parametrov. Rozdiel medzi našou štúdiou a štúdiou od Bhusana (Bhusana et. al., 2022, s.72-73), bol ten, že u nás bol použitý hrudný snímač typu Polar, ktorý zaznamenával 5-minútový EKG záznam o dĺžke 300 tepov. V tomto sme sa líšili od spomínanej štúdie, kde bol použitý 24-hodinový EKG záznam.

V štúdií od autora Asarcikli (Asarcikli et al., 2022, s.1) bol taktiež použitý k vyhodnocovaniu 24-hodinový EKG záznam a výsledky z nich vypovedali, že u probandov, ktorí prešli ochorením COVID-19 došlo ku zvýšeniu hodnoty jednotlivých skúmaných parametrov. Medzi nimi aj parameter MSSD, ktorý bol použitý pri hodnotení tejto diplomovej práce. V tejto štúdií bolo zahrnutých 66 probandov, ktorí si prešli ochorením COVID-19 a 33 probandov v kontrolnej skupine boli zdraví jedinci.

Po preskúmaní viacerých štúdií sa výsledky našej práce najviac zhodujú s výsledkom, že jednotlivé hodnoty SA VSF sa bezprostredne po prekonaní ochorenia COVID-19 znížia a po absolvovaní intervencie v podobe telerehabilitácie by sa dalo uvažovať o začiatku postupného zvyšovania hodnôt jednotlivých parametrov vo vekovej skupine od 20 do 40 rokov. Všetky zahraničné štúdie, ktoré boli použité pre tvorbu tejto práce, mali spoločnú jednu vlastnosť a tou bolo, že skúmali dve skupiny pacientov, ktoré sa líšili jedným zásadným parametrom. Skupinu pacientov, ktorí prekonali ochorenie COVID-19 a skupina zdravých probandov. Ďalším rozdielom pre porovnanie našej štúdie s ostatnými zahraničnými štúdiami je aj výber parametrov, ktoré boli použité do štatistického spracovania. Najčastejšie používaným parametrom je MSSD. V tejto štúdií boli zahrnuté aj parametre ako Total Power alebo R-R intervaly.

Jednotlivé parametre variability srdcovej frekvencie po absolvovaní intervencie v experimentálnej skupine vo vekovej kategórii 20-40 rokov mali stúpajúci charakter oproti hodnotám pred začiatkom intervencie.

## 9.2 Vyjadrenie k druhej vedeckej otázke

Druhá vedecká otázka znie: *Ako sa líšia parametre variability srdcovej frekvencie pred a po terapeutickej intervencii pomocou telerehabilitácie u klientov vo veku 40 a viac rokov?* Do tejto kategórie spadali v našom výskume bohužiaľ iba 4 pacienti, ktorí si prešli ochorením COVID-19 za posledný rok. Pred absolvovaním telerehabilitácie boli hodnoty jednotlivých parametrov vyššie ako po jej absolvovaní. Konkrétne u parametru R-R intervalov bola priemerná hodnota 0,828 [s], u parametru MSSD bola priemerná hodnota 12913,585 [ms<sup>2</sup>] a u parametru TP bola priemerná hodnota 8930,194 [ms<sup>2</sup>].

Po absolvovaní intervencie v podobe telerehabilitácie sa jednotlivé priemerné hodnoty znížili. Priemerná hodnota R-R intervalov bola 0,811 [s], priemerná hodnota MSSD parametru bola 2666,401 [ms<sup>2</sup>] a priemerná hodnota TP parametru bola 2596,904 [ms<sup>2</sup>].

Jednotlivé parametre variability srdcovej frekvencie po absolvovaní intervencie v experimentálnej skupine vo vekovej kategórii 40+ mali klesajúci charakter oproti hodnotám pred začiatkom intervencie.

## 9.3 Zhrnutie

Pri porovnávaní parametrov v oboch skupinách, je možné vidieť rozdiel klesajúcej a stúpajúcej tendencie hodnôt jednotlivých parametrov. Podľa týchto výsledkov by sa dalo do budúcnosti predpokladať, že mladší organizmus bude mať lepšiu a rýchlejšiu schopnosť regenerácie, ako organizmus starší.

Dôležitú úlohu v ovplyvňovaní výsledkov bol aj fakt, že probandi v skupine pacientov 40+ si podľa subjektívnych pocitov prešli ťažším a zdĺhavejším priebehom ochorenia COVID-19, v porovnaní s pacientami v skupine 20-40 rokov. Z tohto pozorovania by sa dalo usúdiť, že v skupine 40+ si probandi mohli prejsť náročnejšou rekonvalescenciou a terapia by sa mohla u nich preukázať s nástupom lepších hodnôt po absolvovaní dlhšej doby telerehabilitácie spolu s pridaním kontaktnej rehabilitácie.

Na porovnanie výsledkov bola do výskumu zaradená aj kontrolná skupina, v ktorej sa nachádzali pacienti, ktorí si prešli ochorením COVID-19, ale nemali žiadne pretrvávajúce príznaky a neprešli si ani intervenciou v podobe telerehabilitácie. Tak ako aj v experimentálnej



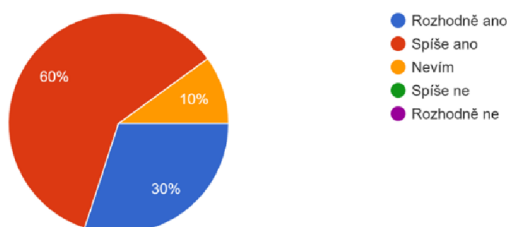
skupine, tak aj v kontrolnej skupine mali jednotlivé skúmané hodnoty znížený charakter. Jednotlivé skúmané hodnoty ako MSSD, Total Power a parameter R-R interval, mali aj bez absolvovania telerehabilitácie, stúpajúcu tendenciu.

V experimentálnej skupine bol zjavný pokles v hodnotách všetkých parametrov. Jedným z dôvodov klesajúcej tendencie všetkých hodnôt experimentálnej skupiny by mohla byť skutočnosť, že v kontrolnej skupine sa nachádzali mladší pacienti bez iných zdravotných komplikácií, ktoré by mohli nejakým spôsobom ovplyvňovať výsledky SA VSF. Ďalším dôvodom by mohol byť aj fakt, že pacienti v kontrolnej skupine mali bezproblémový priebeh ochorenia COVID-19. Tým pádom je možné usudzovať, že aj ich regenerácia a rekonvalescencia mohla byť bezproblémová a rýchlejšia aj bez využitia telerehabilitácie.

Tak ako už bolo spomenuté v tejto práci, s pacientami z experimentálnej skupiny by bolo potreba spolupracovať dlhšie než je doba troch týždňov a zapojiť aj kontaktnú terapiu viackrát do týždňa. Je možné, že u pacientov experimentálnej skupiny bol priebeh ochorenia natoľko komplikovaný, že ani po intenzívnej telerehabilitácii nebola viditeľná stúpajúca tendencia parametrov VSF.

Za zmienku stoja aj výsledky z výstupného dotazníku, ktorý vyplňovali iba pacienti z experimentálnej skupiny. Celý dotazník bol postavený na otázkach skúseností ohľadom absolvovanej telerehabilitácie a ich aktuálneho zdravotného stavu. Z grafického spracovania odpovedí ohľadne zlepšenia zdravotného stavu (Obrázok č. 6) je zrejmé, že pacienti po absolvovaní intervencie sa cítili výrazne lepšie. Hoci sa nepodarilo úplne odstrániť ich zdravotné problémy spojené z ochorením COVID-19, ich subjektívny pocit poukazoval na to, že sú na dobrej ceste k uzdraveniu.

Cítite po absolvovaní telerehabilitácie zlepšenie Vašeho zdravotného stavu?  
10 odpovedí



**Obrázok 6** Grafické znázornenie odpovede na zdravotný stav z výstupného dotazníku (vlastný zdroj)

Pri výstupnom pohovore pacienti vnímali prínos aj v iných aspektoch svojho života. Veľa z nich uvádzalo ako jeden z hlavných benefitov zvládnutie správneho dýchania, kontroly svojho

dychu a relaxácie. Niektorí pacienti pociťovali úľavu v oblasti miery dušnosti. Zvýšila sa ich schopnosť ísť na prechádzku alebo vyjsť schody bez pocitu blížiaceho sa kolapsu. Ďalší pacienti vnímali prínos v oblasti obnovy strateného čuchu. Aj keď nedošlo k obnove v plnej miere, zlepšili sa ich schopnosti rozoznávať určité typy vôní.

V rámci prínosnosti pre pacientov je veľmi pozitívne, že výskum bude aj naďalej pokračovať v rámci projektu IGA\_FZV\_2021\_009. Sledovaní pacienti budú mať aj naďalej možnosť ostať v kontakte s členmi výskumného tímu a monitorovať a konzultovať svoj aktuálny zdravotný stav. Zároveň budú do výskumu priberaní aj ďalší pacienti, ktorí rozšíria databázu sledovaných probandov a do budúcnosti bude možnosť vyhodnocovať výsledky na väčšej vzorke.

## **Limity práce**

Hlavným limitom práce bola malá vzorka probandov. To spôsobilo čiastočné skresľovanie dát. Dôležitým faktorom, ktorý bol spojený s počtom pacientov, bolo aj vekové rozpätie. V experimentálnej skupine boli zaradení pacienti vo veku od 20 do 70 rokov, pričom v kontrolnej skupine sa nachádzali pacienti v rozpätí 20-30 rokov. Ďalším faktorom bola dôslednosť a pravidelnosť vykonávania telerehabilitácie, ktorá u mnohých pacientov chýbala. V neposlednom rade do výskumu zasahovalo aj ochorenie COVID-19. Občas bolo nutné posúvať výstupné vyšetrenia z dôvodu opakovanej karantény u pacientov alebo opätovného prekonania tohto ochorenia. Dôležitú úlohu zohrával aj fakt, že sa v tomto prípade jedná o pilotnú štúdiu, počas ktorej sme sa snažili vypozerovať nedostatky a chyby spojené či už s vyšetreniami, komunikáciou s pacientami alebo propagáciou výskumu.

## **9.4 Prínos do klinickej praxe**

V tejto dobe sa rehabilitácia pacientov po prekonaní ochorenia COVID-19 po celom svete ešte len začína. Pracuje sa s poznatkami, ktoré sú dostupné z rôznych kútov medicíny. Preto sú výsledky z tejto diplomovej práce malým prínosom k posunu vpred. Väčšina výsledkov poukazuje na to, že tento druh rehabilitácie má zmysel a je treba ho naďalej rozvíjať. Jednou z položiek, ktoré je potrebné si vypilovať, je rozdelenie pacientov do viacerých skupín podľa veku, závažnosti ochorenia a podľa pretrvávajúcich dlhodobých príznakov. Na základe týchto informácií im bude možné nastaviť čo najšpecifickejšiu potrebnú terapiu. Či už dĺžkou trvania intervencie alebo jej intenzity. U starších pacientov, ktorí si prešli komplikovaným priebehom ochorenia COVID-19, by bolo vhodné absolvovať tento druh rehabilitácie aspoň mesiac a ideálne ju spojiť aj s kontaktnou terapiou. Z môjho pohľadu je možné s telerehabilitáciou

pracovať aj v iných odvetviach zdravotnej starostlivosti. Nemusí to byť iba u pacientov po prekonaní ochorenia COVID-19. Začiatky tohto druhu bezkontaktnej terapie boli použité už pri rehabilitácii pacientov po prekonaní cievnej mozgovej príhody, kedy boli vysledované pozitívne výsledky (Grünerová Lippertová et al., 2021, s. 58).

Telerehabilitácia by sa mohla využívať pri práci so seniormi, ktorí majú problém chodiť pravidelne na kontaktnú terapiu, s pacientami, ktorí majú zníženú obranyschopnosť organizmu, aby bolo eliminované riziko nákazy, s mamičkami na materskej, aby si mohli zacvičiť a prípadne sa poradiť s fyzioterapeutom, atď.

Z hľadiska ovplyvňovania variability srdcovej frekvencie, sme overili fakt, že naozaj všetky aspekty každodenných situácií majú efekt na VSF. Či už v zmysle pozitívnom alebo negatívnom. Do klinickej praxe je možné si odniesť poznatky, že ak by bol monitoring VSF súčasťou rehabilitácie každého pacienta, tak by bolo možné postaviť rehabilitačný plán presne na mieru každý deň podľa toho, aké výsledky majú určité parametre VSF.

## **Záver**

Ochorenie COVID-19 ovplyvnilo náš život na veľmi dlhú dobu. Zasiahlo nás z rôznych strán. Či už zo stránky rodinnej, finančnej, pracovnej, sociálnej, medziľudských vzťahov, ale hlavne zo stránky zdravotnej. Veľké množstvo populácie si prešlo ochorením COVID-19 a niektorí bohužiaľ aj viac krát. Táto skutočnosť sa odzrkadlila aj na fungovaní ľudského organizmu.

Vo výskumnej časti tejto práce sme sa zaoberali vplyvom ochorenia COVID-19 na variabilitu srdcovej frekvencie. Na úvod sme požiadali pacientov o vyplnenie vstupného dotazníku, ktorý bol zameraný na ich subjektívny priebeh spomínaného ochorenia. Zároveň sme sa pýtali aj na ich pretrvávajúce ťažkosti. Najčastejším symptómom bola únava (až u 74% pacientov) a strata čuchu (60% pacientov). Po konzultácii s pacientom, bol každý zaradený do príslušnej intervencie v podobe vstupného a výstupného vyšetrenia a absolvovania telerehabilitácie pomocou troch inštruktážnych videí v časovom horizonte troch týždňov. Alebo skupina kontrolná, v ktorej si pacienti prešli iba vstupným a výstupným meraním bez absolvovania telerehabilitácie.

Cieľom tejto práce bolo zistiť, či je možné ovplyvniť variabilitu srdcovej frekvencie (tým nepriamo aktivitu ANS) pomocou inštruktážnych videí, v ktorých boli vysvetlené jednoduché dychové cvičenia a tie sprevádzali pacientov po dobu troch týždňov. Na základe vstupného vyšetrenia boli pacienti rozdelení do experimentálnej skupiny, ktorá si prešla intervenciou a skupiny kontrolnej, ktorá intervenciu nemala. Základným kritériom pri rozdeľovaní do skupín boli pretrvávajúce komplikácie spojené s prekonaním ochorenia COVID-19, ktoré obmedzujú každodenný život pacienta a samozrejme ochota pacienta spolupracovať, zapojiť sa do telerehabilitácie. Experimentálnu skupinu sme ešte rozdelili podľa veku do kategórií 20-40 rokov a 40+. Následne bolo iba na nich a na ich vôľu, koľko krát do týždňa boli ochotní podstupovať terapiu, pretože mali ku videám neustály prístup.

Zistili sme, že skupina 20-40 rokov mala výsledky priaznivejšie ako skupina 40+. V prvej skupine došlo ku zvýšeniu hodnôt vybraných parametrov, konkrétne R-R intervalov, MSSD parametra a Total Power parametra. V skupine 40+ došlo ku zníženiu hodnôt zmienych parametrov.

Intervencia v podobe telerehabilitácie u mladších pacientov mala tendenciu k rýchlejšiemu nástupu pozitívnych účinkov, ako vo vyššej vekovej kategórii. Z tendencií jednotlivých ukazateľov sa dá usudzovať, že po absolvovaní dlhšej doby telerehabilitácie by sa mohli začať preukazovať známky zlepšovania v jednotlivých indikátoroch zdravotného stavu. Rozdiely medzi jednotlivými meraniami však nedosiahli hladiny štatistickej významnosti.

Podľa výsledkov by sa dalo predpokladať, že veľkú rolu vo výsledkoch hral vek a s ním spojená aj možná rýchlejšia schopnosť regenerácie organizmu u mladších vekových skupín ako u starších ľudí. Zároveň by bolo možné uvažovať aj nad tým, aký vplyv má aj samotný priebeh ochorenia COVID-19 a jeho následné neustále pretrvávajúce príznaky. Štatistická významnosť by sa mohla preukázať, keby sme mali väčšiu vzorku pacientov, nevstupoval by nám do vyšetrení a intervencie opakované prekonanie ochorenia COVID-19.

Táto téma je zatiaľ veľmi málo prebádaná a to je dôvod, prečo sa aj svetové štúdie rozchádzajú v názore, či sa u pacientov po prekonaní spomínaného ochorenia prejavia zvýšené hodnoty vybraných parametrov alebo znížia (Asarcikli et al., 2022, s.1, Bhushan et al., 2022, s.72-73, Kaliyaperumal et al., 2021, s. 249-250).

Záverom by sa dalo zhrnúť, že cieľ tejto diplomovej práce bol splnený. Zistilo sa, že sme schopní ovplyvniť variabilitu srdcovej frekvencie pomocou telerehabilitácie v podobe inštruktážnych videí u pacientov. Hlavným ukazateľom bola postupná tendencia zvyšovania hodnôt vybraných parametrov o vekovej kategórii 20-40 rokov za časový úsek troch týždňov. Vo vekovej skupine 40+ došlo ku opačnému efektu. K poklesu hodnôt vybraných parametrov.

## Referenčný zoznam

ALI-AHMED, F., DALGAARD, F., AL-KHATIB, SM. 2020. Sudden cardiac death in patients with myocarditis: Evaluation, risk stratification, and management [online]. *Am Heart J*. Feb;220:29-40. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31765933/>

AMBLER, Z., BEDNAŘÍK, J., RŮŽIČKA, E. 2008. *Klinická neurologie*. Vyd. 2. Praha: Triton, ISBN 978-80-7387-157-4.

ASARCIKLI, L.D., HAYIROGLU, M.İ., OSKEN, A. ET AL. 2022. Heart rate variability and cardiac autonomic functions in post-COVID period. *J Interv Card Electrophysiol* [online]. [cit. 2022-04-13] Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10840-022-01138-8>

ASCHERMANN, M., ET AL. 2004. *Kardiologie*. Praha: Galén. ISBN 8072622900.

BALADY, GJ., WILLIAMS, MA., ADES, PA., BITTNER, V., COMOSS, P., FOODY, JA., ET AL. 2007. *American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee; Council on Clinical Cardiology; Councils on Cardiovascular Nursing, Epidemiology and Prevention, and Nutrition, Physical Activity, and Metabolism*. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs [online]. 27:121–129. [cit.2022-01-16] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17513578/>.

BARIZIEN, N., LE GUEN, M., RUSSEL, S. ET AL. 2021. Clinical characterization of dysautonomia in long COVID-19 patients. *Sci Rep* [online]. 11, 14042. [cit.2022-01-16] Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93546-5>

BESNIERAB, F., LABRUNÉE, M., PATHAKAD, A., PAVY-LE TRAONA, A., GALÈSA, C., SÉNARDA, J.M., GUIRAUD, T. 2016. Exercise training-induced modification in autonomic nervous system: An update for cardiac patients, *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. Volume 60, Issue 2, [cit.2022-01-18]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065716300811?via%3Dihub>

BHUSHAN, S., SHEKHAR, K., ANKIT, B., JAYANT, J., SHUBHANKAR, P., MANU KUMAR, S., VISHAL, B., VIVEK, CH., JAMAL, Y., SAIBAL, M., SANJAY, T., GIRISH, M., ANUBHA, G., MOHIT, G. 2022. Heart rate variability as a marker of cardiovascular dysautonomia in post-COVID-19 syndrome using artificial intelligence, *Indian Pacing and Electrophysiology Journal* [online]. Volume 22, Issue 2., [cit. 2022-04-13]. ISSN 0972-6292, Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ipej.2022.01.004>.

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

BOTEK, M., NEULS, F., KLIMEŠOVÁ, I., VYHNÁNEK, J. 2017. Fyziologie pro tělovýchovné obory: (vybrané kapitoly). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, ISBN 978-80-244-5307-1.

Cardiac Rehabilitation Programs. 2016. [online]. [cit.2022-01-17]. Dostupné z: <https://www.medicare.gov/coverage/cardiac-rehab-programs.html>.

ČIHÁK, R., DRUGA, R., & GRIM, M. 2016. Anatomie 3 (Třetí, upravené a doplněné vydání). Praha: Grada. ISBN: 978-80-247-5636-3.

GANONG, W. F. 1999. *Přehled lékařské fyziologie* (1st ed.)(T. Blažek et al., Trans.). Jinočany: H&H. (Originál vydán 1997). ISBN 9788085787368.

GREGOR, P., WIDIMSKÝ, P. ET AL. 1999. Kardiologie (2. vydání). Praha: Galén. ISBN 8072620215.

GRÜNEROVÁ LIPPERTOVÁ, M., PĚTIOKÝ, J., ŠILHAVÁ, S., GUEYE, T., DĚDKOVÁ, M., NERANDŽIČ, Z., & BAKALÁŘ, B. 2021. Možnosti rehabilitace pacientů s onemocněním COVID-19 [online]. *General Practitioner / Prakticky Lekar*, 101(1), 27–31. [cit. 2022-01-25] Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/prakticky-lekar/2021-1-14/moznosti-rehabilitace-pacientu-s-onemocnenim-covid-19-126426>

GRÜNEROVÁ LIPPERTOVÁ, M., PĚTIOKÝ, J., ŠILHAVÁ, S., NERANDŽIČ, Z., DĚDKOVÁ, M., HOIDEKROVÁ, K., ŽIAKOVÁ, E. 2021. Vzdálená péče o pacienty s infekcí covid-19 s dekondíci po propuštění z jednotky intenzivní péče formou telerehabilitace v domácím prostředí. *Zdravotnicke listy*. [online]. 9(3), 56-60 [cit. 2022-01-25]. ISSN 13393022. Dostupné z: [https://zl.tnuni.sk/fileadmin/Archiv/2021/2021-9.c.3/ZL\\_2021\\_9\\_3\\_10\\_Grunerova.pdf](https://zl.tnuni.sk/fileadmin/Archiv/2021/2021-9.c.3/ZL_2021_9_3_10_Grunerova.pdf)

HENDREN, N. S., DRAZNER, M. H., BOZKURT, B., A COOPER, L. T., JR 2020. Description and Proposed Management of the Acute COVID-19 Cardiovascular Syndrome. *Circulation* [online]. 41(23), 1903–1914. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047349>

HUSÁR, R. 2020. Kardiorehabilitace v klinické praxi. *Kardiol Rev Int Med* 2020 [online]. 22(1). [cit.2022-01-16].

JAVORKA, K., et al. 2008. Variabilita frekvencie srdca: mechanizmy, hodnotenie, klinické využitie. Martin: Vydavateľstvo Osveta. ISBN 8080632693.

KALIYAPERUMAL, D., RK, K., ALAGESAN, M. & RAMALINGAM, S. 2021. Characterization of cardiac autonomic function in COVID-19 using heart rate variability: a hospital based preliminary observational study. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology* [online]. 32(3), 247-253. [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2020-0378>

KLENER, P., et al., 1994. *Vnitřní lékařství*. Praha: Karolinum. ISBN 80-7066-867-9.

KOENIG, J., & THAYER, J. F. 2016. *Sex differences in healthy human heart rate variability* [online]. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 64, [cit. 2022-01-24]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0149763415302578?via%3Dihub>.

MACGILL, M. 2021. What should my heart rate be. *Medicalnewstoday* [online]. [cit. 2022-01-24]. Dostupné z: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/235710>

NOTAY, K., LEE, J. B., INCOGNITO, A. V., SEED, J. D., ARTHURS, A. A., & MILLAR, P. J. 2017. *Muscle strength influences pressor responses to static handgrip in men and women*. *Medicine & Science in Sport & Exercise* [online]. 50(4), [cit.2022-01-16]. Dostupné z: <https://www.ovidsp.tx.ovid.com>

OPAŤSKÝ J, SALINGER J. Vyšetřovací metody funkcí autonomní nervové soustavy - přehled pro potřeby klinické praxe. *Noninvas Cardiol* 1995; 4(3): 139-153.

OPAŤSKÝ, J. 2002. *Autonomní nervový systém a diabetická autonomní neuropatie: klinické aspekty a diagnostika*. Praha: Galén. ISBN 80-7262-194-7.

PESCATELLO, LS., FRANKLIN, BA., FAGARD, R., FARQIJAR, WB., KELLEY, GA., RAY, CA. 2004. *Exercise and hypertension: American College of Sports Medicine Position Stand*. *Med Sci Sports Exerc* [online]. 36: 533–552, [cit.2022-01-16]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15076798/>.

PIEPOLI, MF., CORRÀ, U., ADAMOPOULOS, S., ET AL. 2014. *Secondary prevention in the clinical management of patients with cardiovascular diseases*. *Eur J Prev Cardiol* [online]. 21(6): 664–681,[cit.2022-01-16]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/eurjpc/article/21/6/664/5925763?login=false>.

PUMPRLA, J., SOVOVÁ, E., HOWORKA, K. 2014. Variabilita srdeční frekvence: Využití v interní praxi se zaměřením na metabolický syndrom, *Interní medicína pro praxi*, 16(5), 205-208, ISSN 1803-5256.



RANSDELL, LB., DETLING, N., HILDEBRAND, K., LAU, P., MOYER-MILEUR, L., SHULTZ, B. 2004. *Can physical activity interventions change perceived exercise benefits and barriers*. Am J Health Studies [online]. 19: 195–204, [cit.2022-01-18]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2872307/>.

REIMER, P., ADAMUS, M., SKLIENKA, P., ŠEVČÍK, P., 2015. Předoperační vyšetření autonomního nervového systému měřením variability srdeční frekvence jako metoda predikce perioperačního průběhu [online]. [cit. 2022-01-24]. Dostupné z: <https://aimjournal.cz/pdfs/aim/2015/03/03.pdf>

ROSOLOVÁ, H., a kol. 2014. Preventivní kardiologie. [online]. Plzeň, [cit.2022-01-16]. Dostupné z: [https://karolinum.cz/data/clanek/1258/PLS\\_80\\_2014.129-135.pdf](https://karolinum.cz/data/clanek/1258/PLS_80_2014.129-135.pdf).

SARFO, FS., ULASAVETS, U., OPARE-SEM, OK., OVBIAGELE, B., 2018. *Tele-Rehabilitation after Stroke: An Updated Systematic Review of the Literature*. J Stroke Cerebrovasc Dis. [online]. Sep;27(9):2306-2318 [cit.2022-01-16] Dostupné z: doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.05.013. Epub 2018 Jun 4. PMID: 29880211; PMCID: PMC6087671

SAWALHA, K., ABOZENA, M., KADADO, A. J., BATTISHA, A., AL-AKCHAR, M., SALERNO, C., HERNANDEZ-MONTFORT, J., & ISLAM, A. M. 2021. Systematic Review of COVID-19 Related Myocarditis. [online]. Insights on Management and Outcome. Cardiovascular revascularization medicine : including molecular interventions, 23, 107–113. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.carrev.2020.08.028>

SEIDL, Z. 2015. Neurologie pro studium i praxi. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5247-1.

SHIELDS, R.W JR. 2009. Heart rate variability with deep breathing as a clinical test of cardiovagal function, Cleveland Clinic Journal of Medicine [online]. 76. [cit. 2022-01-24]. Dostupné z: [https://www.ccm.org/content/ccjom/76/4\\_suppl\\_2/S37.full.pdf](https://www.ccm.org/content/ccjom/76/4_suppl_2/S37.full.pdf)

SIRIPANTHONG, B., NAZARIAN, S., MUSER, D., DEO, R., SANTANGELI, P., KHANJI, M. Y., COOPER, L. T., JR, & CHAHAL, C. 2020. Recognizing COVID-19-related myocarditis: The possible pathophysiology and proposed guideline for diagnosis and management [online]. Heart rhythm, 17(9), 1463–1471. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2020.05.001>

STEIN, P., YACHUAN PU. 2012. Heart rate variability, sleep and sleep disorders, *Sleep Medicine Reviews*, Volume 16, Issue 1 [online]. ISSN 1087-0792. [cit. 2022-01-24] Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.smr.2011.02.005>

STEJSKAL, P., SALINGER, J. 1996. Spektrální analýza variability srdeční frekvence – základy metodiky a literární přehled o jejím klinickém využití. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*

TROJAN, S. ET AL. 1999. *Lékařská Fyziologie 2.*, přepracované a doplněné vydání, Praha: Grada 2020, ISBN 978-80-271-1429-0.

VLČKOVÁ, E., BEDNAŘÍK, J., BURŠOVÁ, Š., ŠAJGALÍKOVÁ, K., MLČÁKOVÁ, L. 2010. Spektrální analýza variability srdeční frekvence – normativní data, *Cesk Slov Neurol.* [online]. 73/106(6): [cit. 2022-01-24]. Dostupné z: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2010-6/spektralni-analyza-variability-srdecni-frekvence-normativni-data-33861>

WEST, RR., JONES, DA., HENDERSON, AH. 2012. *Rehabilitation after myocardial infarction trial (RAMIT): multi-centre randomised controlled trial of comprehensive cardiac rehabilitation in patients follow-ing acute myocardial infarction* [online]. *Heart*, 98(8): 637–644, [cit.2022-01-16] Dostupné z: <https://heart.bmj.com/content/98/8/637.long>

## Zoznam skratiek

<b>ANS</b>	Autonómny Nervový Systém
<b>AVu</b>	Atrioventrikulárny uzol
<b>CGSA</b>	Course Graining Spectral Analysis
<b>CMP</b>	Cievna mozgová príhoda
<b>CNS</b>	Centrálny Nervový Systém
<b>EKG</b>	Elektrokardiogram
<b>EXP</b>	Experimentálna skupina
<b>HF</b>	High Frequency
<b>HRV</b>	Heart Rate Variability
<b>JIS</b>	Jednotka intenzívnej starostlivosti
<b>KON</b>	Kontrolná skupina
<b>KV</b>	Kardiovaskulárny
<b>LF</b>	Low Frequency
<b>Mean</b>	Aritmetický priemer meranom úseku
<b>MHRR</b>	Mean Heart Rate Range
<b>MSSD</b>	priemer druhej mocniny rozdielu po sebe nasledujúcich R-R intervalov
<b>NN</b>	Normal-to-Normal
<b>PDS</b>	Power Spectrum Density
<b>PES</b>	Protiepidemický systém
<b>R-R</b>	priemerná hodnota všetkých R-R intervalov
<b>RSA</b>	Respiračná Sínusová Arytmia
<b>SA</b>	Spektrálna Analýza
<b>SAu</b>	Sinoatrálly uzol
<b>SF</b>	Srdcová Frekvencia
<b>TK</b>	Tlak krvi

<b>TP</b>	Total Power
<b>UHF</b>	Ultra High Frequency
<b>VLF</b>	Very Low Frequency
<b>VO<sub>2</sub>max</b>	Maximálne množstvo kyslíku
<b>VSF</b>	Variabilita Srdcovej Frekvencie

## **Zoznam obrázkových príloh**

<b>Obrázok 1</b> Vplyv sympatiku a parasympatiku (Botek et al., 2017, s. 62).....	<b>15</b>
<b>Obrázok 2</b> EKG krivka a po sebe nasledujúce R-R intervaly (Botek et al., 2017, s. 63).....	<b>21</b>
<b>Obrázok 3</b> Výsledok SA ukážka – zdravý jedinec (vlastný zdroj).....	<b>27</b>
<b>Obrázok 4</b> Výsledok SA ukážka – porucha VSF (vlastný zdroj).....	<b>28</b>
<b>Obrázok 5</b> Výstupný protokol hodnotenia VSF pomocou SA (vlastný zdroj) .....	<b>29</b>
<b>Obrázok 6</b> Grafické znázornenie odpovede na zdravotný stav z výstupného dotazníku (vlastný zdroj) .....	<b>57</b>

## **Zoznam grafov**

<b>Graf 1</b> Parameter R-R interval vo vekovej skupine 20-40 rokov .....	<b>43</b>
<b>Graf 2</b> Parameter MSSD vo vekovej skupine od 20-40 rokov .....	<b>44</b>
<b>Graf 3</b> Parameter Total Power vo vekovej skupine od 20-40 rokov.....	<b>44</b>
<b>Graf 4</b> Parameter R-R intervaly vo vekovej skupine nad 40 rokov .....	<b>45</b>
<b>Graf 5</b> Parameter MSSD parameter vo vekovej skupine nad 40 rokov .....	<b>46</b>
<b>Graf 6</b> Parameter Total Power parameter vo vekovej skupine nad 40 rokov.....	<b>46</b>
<b>Graf 7</b> Parameter R-R intervaly v experimentálnej skupine .....	<b>47</b>
<b>Graf 8</b> Parameter MSSD v experimentálnej skupine .....	<b>48</b>
<b>Graf 9</b> Parameter Total Power v experimentálnej skupine.....	<b>49</b>
<b>Graf 10</b> Parameter R-R interval porovnanie EXP a KON skupiny .....	<b>50</b>
<b>Graf 11</b> Parameter MSSD porovnanie EXP a KON skupiny .....	<b>51</b>
<b>Graf 12</b> Parameter Total Power porovnanie EXP a KON skupiny.....	<b>52</b>

## **Zoznam príloh**

<b>Príloha 1</b> Informovaný súhlas.....	<b>72</b>
<b>Príloha 2</b> Informovaný súhlas.....	<b>73</b>
<b>Príloha 3</b> Informovaný súhlas.....	<b>73</b>

## Prílohy

	Fakulta zdravotnických věd
<b><u>Informovaný souhlas</u></b>	
Pro výzkumný projekt: Ověření možnosti telerehabilitace u pacientů s postcovidovou symptomatikou	
Období realizace: listopad 2021 - prosinec 2022	
Řešitelé projektu: Mgr. Anita Můčková, Ph.D., Mgr. Petra Gaul-Aláčová, Ph.D., Mgr. Jana Vyskotová, Ph.D., Mgr. Robert Vysoký, Ph.D., Bc. Petr Bárta, Bc. Karolína Hochlová, Bc. Lenka Krkošová, Bc. Eliška Dolníčková, Bc. Markéta Kuchtková, Bc. Adéla Dufková	
Vážená paní, vážený pane, obracíme se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném šetření, jehož cílem je ověřit možnosti fyzioterapeutické intervence pomocí telerehabilitace u pacientů s postcovidovou symptomatologií. Před zařazením do výzkumného projektu Vás požádáme o vyplnění tří dotazníků on-line z pohodlí Vašeho domova.	
Výzkumné šetření bude obsahovat vstupní a výstupní vyšetření na zhodnocení:	
<ul style="list-style-type: none"><li>• okluzních tlaků při nádechu a výdechu,</li><li>• kvality čichu,</li><li>• autonomního nervového systému,</li><li>• měření obvodu hrudníku při nádechu a výdechu.</li></ul>	
Vyšetření budou indikována individuálně dle Vašich přetrvávajících symptomů. Při vstupním vyšetření Vám bude zapůjčen snímač cirkadiánního rytmu, který Vás bude monitorovat po dobu 3 týdnů.	
Terapeutická intervence zahrnuje:	
<ul style="list-style-type: none"><li>• respirační trénink s využitím nádechových a výdechových trenažerů,</li></ul>	

### **Príloha 1 Informovaný súhlas (vlastný zdroj)**



- terapeutická videa zaměřena na uvolnění krční páteře, hrudní páteře, myofasciální autošetření a kognitivní cvičení.

Terapeutická videa Vám budou zpřístupněna na webovém portále <http://postcovid.upol.cz> formou telerehabilitace (tzn. z pohodlí vašeho domova). Doporučená frekvence terapie je třikrát za týden o časové dotaci cca 30 minut na terapii po dobu tří týdnů.

Z účasti na výzkumném šetření pro Vás vyplývají tyto výhody: přehled o Vašem aktuálním zdravotním stavu viz vyšetření s cíleným respiračním tréninkem a ovlivnění Vašeho aktuálního stavu pomocí telerehabilitace.

Pro potřeby diplomové práce bude součástí výzkumného šetření tvorba fotodokumentace.

Rizikem, které pro Vás může vyplývat z účasti na výzkumu, je podráždění sliznice nosní dutiny během vyšetření čichu.

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. Řešitelé projektu mě informovali o podstatě výzkumu a seznámili mě s cíli, metodami a postupy, které budou při výzkumu používány. Podobně jako s výhodami a riziky, které pro mě 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 řešitelů zeptat na vše, co jsem považoval/a za pro mě 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.

## **Príloha 2 Informovaný súhlas (vlastný zdroj)**

Osobní údaje (sociodemografická data) účastníka výzkumu budou v rámci výzkumného projektu zpracovávána 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: \_\_\_\_\_

## **Príloha 3 Informovaný súhlas (vlastný zdroj)**