

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD  
Ústav klinické rehabilitace

Bc. Petr Bárta

**Ověření možnosti telerehabilitace u pacientů s postcovidovou  
dysregulací autonomního nervového systému**

Diplomová práce

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

Olomouc 2023

## **Anotace**

**Název práce:** Ověření možnosti telerehabilitace u pacientů s postcovidovou dysregulací autonomního nervového systému

**Název práce v anglickém jazyce:** Verification of the possibility of telerehabilitation in patients with post-COVID dysregulation of the autonomic nervous system

**Datum zadání:** 27. 1. 2021

**Datum odevzdání:** 15. 5. 2023

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta zdravotnických věd, Ústav klinické rehabilitace

**Autor práce:** Bc. Petr Bárta

**Vedoucí práce:** Mgr. Anita Můčková, Ph.D.

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

**Rozsah:** 131 stran / 3 přílohy

### **Abstrakt v českém jazyce**

**Úvod:** Pandemie COVID-19 zasáhla celý svět a s jejími zdravotními následky se potýká stále více lidí. Jedním z možných vysvětlení přetrvávajících postcovidových příznaků je dysregulace autonomního nervového systému (ANS). Vzhledem k pozitivnímu účinku dechově-relaxačních technik na ANS se předpokládá, že aplikace těchto technik prostřednictvím telerehabilitace může ulevit přetíženému zdravotnictví i lidem trpícím postcovidovými následky.

**Cíl:** Cílem této diplomové práce bylo ověřit efektivitu telerehabilitační intervence na aktivitu ANS u probandů s postcovidovým deficitem a porovnat získaná data mezi skupinami.

**Metodika:** Výzkumu se zúčastnilo 16 probandů, kteří v posledním roce prodělali onemocnění COVID-19. Ti byli rozděleni do experimentální (n = 8) a kontrolní (n = 8) skupiny. Do experimentální skupiny byli zařazeni probandi, u nichž přetrvával postcovidový deficit. Tato skupina absolvovala třítydenní dechově-relaxační telerehabilitační intervenci. Vliv intervence a porovnání výsledků mezi kontrolní a experimentální skupinou bylo ověřeno spektrální analýzou (SA) variability srdeční frekvence (HRV) v krátkých záznamech při ortoklinostatickém testu.

**Výsledky:** V žádném z vybraných frekvenčních parametrů HRV nedošlo po intervenci ke statisticky významné změně. Největší změna byla u experimentální skupiny pozorována ve snížení parametru *Power HF*. Mezi experimentální a kontrolní skupinou nebyl potvrzen statisticky významný rozdíl. Při vstupním vyšetření byly nalezeny největší rozdíly v ukazatelích *Power LF* a *Power HF*, přičemž *Power LF* byl vyšší u kontrolní skupiny a *Power HF* u skupiny experimentální. Tento rozdíl byl ještě výraznější u podskupiny ve věku 19–40 let.

**Závěr:** Telerehabilitační intervence nevedla ke zlepšení frekvenčních ukazatelů HRV a rovněž nebyl nalezen významný rozdíl mezi skupinami. Její využitelnost však nelze vyloučit.

**Klíčová slova:** COVID-19, post-COVID, autonomní nervový systém, variabilita srdeční frekvence, telerehabilitace

### **Abstrakt v anglickém jazyce**

**Introduction:** The COVID-19 pandemic affected the whole world and, as a result, there is an increasing number of people who struggle with health consequences. One of the possible explanations for long-lasting post-COVID symptoms is the autonomic nervous system (ANS) dysregulation. Considering the positive effect of breath-relaxation techniques on the ANS, it is hypothesized that the application of these techniques through telerehabilitation may relieve the overloaded healthcare system and the people who suffer post-COVID consequences.

**Aim:** This Master's thesis aimed to verify the effectiveness of telerehabilitation intervention on the ANS activity of probands with the post-COVID deficit and to compare the obtained data between groups.

**Methods:** Sixteen probands who developed COVID-19 disease within the last year participated in this study. They were divided into an experimental (n = 8) and a control (n = 8) group. The experimental group consisted of probands with the long-lasting post-COVID deficit. This group underwent a three-day breath-relaxation telerehabilitation intervention. The intervention effect and the comparison of results between the control and the experimental group were verified by spectral analysis (SA) of heart rate variability (HRV) in short recordings during the orthoclinostatic test.

**Results:** After the intervention, no statistically significant difference was found in any of the selected HRV frequency parameters. The biggest difference was observed in the parameter Power HF which decreased in the experimental group. No statistically significant difference was confirmed between the experimental and the control group. During the initial assessment, the biggest differences were found in parameters Power LF and Power HF; the Power LF was higher in the control group and the Power HF was higher in the experimental group. This difference was even bigger in the age subgroup of 19–40 years.

**Conclusion:** Telerehabilitation intervention did not improve the HRV frequency parameters and no significant difference was found between groups. However, its applicability cannot be excluded.

**Keywords:** COVID-19, post-COVID, autonomic nervous system, heart rate variability, telerehabilitation

## **Prohlášení o dedikaci a původnosti práce**

Realizace výzkumu této diplomové práce byla finančně podpořena v rámci Studentské grantové soutěže na Univerzitě Palackého v Olomouci v roce 2021. Diplomová práce je součástí projektu IGA\_FZV\_2021\_009 *Ověření možností telerehabilitace u pacientů s post-covidovou poruchou hlavových nervů.*

Na realizaci projektu se podíleli tito řešitelé: Mgr. Anita Můčková, Ph.D., Mgr. Petra Gaul-Aláčová, Ph.D., Mgr. Jana Vyskotová, Ph.D., Bc. Petr Bárta, Bc. Karolína Hochlová, Bc. Lenka Krkošová.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Anity Můčkové, Ph.D., uvedl jsem všechny použité literární a odborné zdroje a dodržel jsem zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 15. 5. 2023

Petr Bárta

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, díky kterým jsem dospěl ke konci této velké životní etapy a díky kterým jsem tím, kým jsem. Děkuji všem lidem, kteří mě ať chtěně, či nechtěně inspirovali a podporovali. Děkuji také za všechny překážky, které mě při pouti studiem potkaly a umožnily mi posouvat se dál.

Jmenovitě děkuji za věnovaný čas, vedení a podporu při tvorbě této diplomové práce Mgr. Anitě Můčkové, Ph.D. Za pomoc a nekonečnou trpělivost při zdolávání zrádných vod citací děkuji PhDr. Zuzaně Svobodové. Za rady ohledně interpretace řeči čísel do řeči běžných smrtelníků děkuji Mgr. Kateřině Langové, Ph.D. Mé díky patří i všem členům našeho výzkumného týmu a lidem, kteří se do výzkumu rozhodli zapojit.

Největší díky ale směřuji nejbližším svému srdci, své rodině a přátelům, za jejich obrovskou podporu a důvěru vloženou ve mně při studiu i v životě. Zvláštní poděkování náleží mému tatškovi mimo jiné za logistickou podporu, mé mamince nejenom za pomoc s gramatickou stránkou práce a mé milé nejen za pomoc s grafickou podobou této diplomové práce, ale zejména za bezmeznou podporu, rady a trpělivost. Děkuji.

# Obsah

Úvod.....	8
1 Teoretický přehled.....	10
1.1 COVID-19.....	10
1.1.1 Šíření onemocnění .....	10
1.1.2 Rizikové faktory .....	13
1.1.3 Symptomy .....	13
1.1.4 Dlouhodobé následky.....	14
1.1.5 Autonomní nervový systém a COVID-19 .....	18
1.1.6 Přístupy k léčbě .....	20
1.2 Autonomní nervový systém .....	25
1.2.1 Dělení autonomního nervového systému.....	27
1.2.2 Význam autonomního nervového systému .....	29
1.2.3 Dysregulace autonomního nervového systému.....	32
1.2.4 Hodnocení funkce autonomního nervového systému.....	34
1.2.5 Variabilita srdeční frekvence.....	35
1.2.6 Možnosti regulace sympatovagální balance.....	41
1.3 Telerehabilitace .....	53
2 Cíl práce a hypotézy .....	55
2.1 Cíl práce .....	55
2.2 Hypotézy .....	55
3 Metodika .....	57
3.1 Charakteristika výzkumné skupiny .....	57
3.2 Průběh výzkumu.....	58
3.2.1 Vstupní vyšetření.....	58
3.2.2 Terapeutická intervence .....	60
3.2.3 Výstupní vyšetření .....	60
3.3 Statistické zpracování dat .....	60
4 Výsledky .....	62
4.1 Porovnání vstupních hodnot mezi skupinami .....	62
4.2 Zhodnocení vlivu terapeutické intervence .....	64
4.3 Porovnání změn po terapeutické intervenci mezi skupinami.....	66

5	Diskuse .....	68
5.1	Variabilita srdeční frekvence a COVID-19 .....	69
5.1.1	Poměr LF/HF a sympatovagální balance .....	69
5.1.2	Variabilita srdeční frekvence u postcovidových následků .....	71
5.2	Dech jako klíč k modulaci autonomního nervového systému .....	73
5.2.1	Dechové techniky a COVID-19 .....	77
5.2.2	Telerehabilitace u postcovidových následků .....	78
5.3	Přínos pro praxi .....	81
5.4	Limity práce .....	82
	Závěr .....	83
	Referenční seznam .....	85
	Seznam zkratk .....	123
	Seznam obrázků .....	124
	Seznam tabulek .....	125
	Seznam příloh .....	126
	Přílohy .....	127

## ÚVOD

Do doby relativního blahobytu, jistoty a bezpečí vstoupilo na přelomu roku 2019 jedno velké neznámo v podobě nového onemocnění COVID-19, které lidstvo vytrhlo z domnělé představy, že máme pilulku a řešení téměř na všechno.

Zpočátku se zdálo nemyslitelné, že by se nový koronavirus mohl vůbec rozšířit z asijského kontinentu, natož pak nabýt takových rozměrů, že ochromí ekonomiku a zdravotnictví celého světa na několik let. I přes postupně zpřísňující se opatření a ohromnou snahu výzkumných pracovníků a zdravotníků, která přinesla mnohá ovoce, zasáhla pandemie COVID-19 s drtivými následky celý svět.

Po několika letech strachu a obav, co s lidstvem bude, jestli ten a onen není infekční, jestli by raději neměl být doma, jestli se očkovat, nebo neočkovat, nebo kdo koho ohrožuje na životě, se životy lidí pomalu navrací k původnímu stavu. Až jako by se zdálo, že uplynulé roky strachu o životy naše i našich blízkých jsou jen mlhavou vzpomínkou naší mysli. Jako by tady COVID-19 vůbec nikdy nebyl.

Myslet si to by však bylo velmi zcestné. Dokonce opomineme-li fakt, že pandemie COVID-19 si vyžádala mnoho obětí na životech, nemůžeme říct, že COVID-19 po sobě nic nezanechal. Opak je velkou pravdou. Velké procento populace trpí nepřebornou škálou postcovidových příznaků, které z nezanedbatelné části přímo či nepřímo souvisejí s dysregulací autonomního nervového systému (ANS) a různou měrou snižují kvalitu života těchto lidí.

COVID-19 s sebou přinesl i nové pozitivní výzvy. Donutil nás zamyslet se nad sebou samými, nad naším přístupem k vlastnímu zdraví, nad tím, co můžeme udělat pro sebe samé, když žádné zázračné pilulky na vyléčení neexistují. Pomoc v řešení těchto témat nabízí právě ANS. Do jisté míry záhadný a vše ovlivňující systém, který je zodpovědný za udržování rovnováhy mezi tělem a myslí. Rovněž je také úzce propojen s imunitou.

Techniky modulující aktivitu ANS mohou pomoci nejenom lidem s postcovidovým deficitem, ale mohou zlepšit obranyschopnost všech lidí bez rozdílu vůči nejrozličnějším typům patogenů a tím také zlepšit celkovou kvalitu života. Z těchto technik lze zmínit techniky dechové, které jsou s aktivitou ANS velmi úzce provázány a jejich provedení není náročné. Vliv dechových technik na aktivitu ANS je pak možné ověřit například snímáním variability srdeční frekvence (HRV – *heart rate variability*), jež představuje citlivý, neinvazivní a dobře reprodukovatelný způsob hodnocení aktivity ANS.

Pro současnou dobu je charakteristický neustálý rozvoj moderních technologií a snaha využít tyto technologie i v medicíně. Právě jednou z oblastí styku medicíny a moderních



technologií je telerehabilitace, která nabízí přístup k rehabilitační péči i osobám, které jsou z jakéhokoliv důvodu neschopny absolvovat kontaktní rehabilitaci. Telerehabilitace se tak v kontextu složité epidemiologické doby jeví jako vhodná alternativa ke klasické rehabilitaci.

Cílem této diplomové práce bylo ověřit, zda třítydenní dechově-relaxační telerehabilitační intervence u probandů s postcovidovým deficitem vede ke zlepšení funkce ANS a jestli se získaná data liší mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Pro tvorbu této práce bylo použito celkem 316 zdrojů. Literatura byla vyhledávána v databázích PubMed, ScienceDirect, EBSCO a Google Scholar.

K vyhledávání byla využita především následující klíčová slova: COVID-19, post-COVID, autonomní nervový systém, variabilita srdeční frekvence, telerehabilitace; respektive jejich anglické ekvivalenty: COVID-19, post-COVID, autonomic nervous system, heart rate variability, telerehabilitation.

# 1 TEORETICKÝ PŘEHLED

## 1.1 COVID-19

COVID-19 je vysoce infekční onemocnění, které se projevuje poměrně pestrou škálou příznaků. Ty se týkají zejména respiračního systému. Průběh onemocnění se liší případ od případu. Jsou lidé, kteří nemoc prodělají bez vážných symptomů a důsledků, a naopak u určitých skupin obyvatel může vést až k respiračnímu či multiorgánovému selhání a v konečném důsledku k úmrtí (Cascella et al., 2022, s. 1, 26).

COVID-19 je akronym, který vznikl z anglického sousloví *coronavirus disease 2019*. Jedná se tedy o onemocnění způsobené koronavirem, v tomto případě koronavirem typu SARS-CoV-2 (z anglického *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*). SARS-CoV-2 patří do skupiny jednovláknových RNA virů. Ačkoliv se předpokládá jeho zvířecí původ, z dosud neobjasněných důvodů může tento koronavirus přestupovat druhové bariéry a u lidí způsobovat respirační onemocnění různě závažného charakteru. Stejně jako ostatní RNA viry je náchylný k mutaci v průběhu času. To vede k vytvoření variant viru, které mohou mít odlišné vlastnosti než původní kmen (Cascella et al., 2022, s. 2–6).

### 1.1.1 Šíření onemocnění

Dominantním způsobem přenosu onemocnění COVID-19 je přenos dýcháním, přičemž klíčovým faktorem rizika přenosu je vzájemná vzdálenost lidí a objem ventilace. Neobvyklými způsoby přenosu jsou přenosy vertikální (z matky na dítě), kdy byl zaznamenán transplacentární přenos, a prostřednictvím fomitů, tj. neživými objekty. Šíření cestou fekálně-orální, pohlavní a krevní nebylo potvrzeno. Dynamika přenosu je velice různorodá. Většina osob koronavirus nešíří, zatímco někteří jsou tzv. superpřenašeči (Meyerowitz et al., 2021, s. 1).

Průměrná inkubační doba, tzn. časový interval mezi infekcí a prvními příznaky onemocnění, je přibližně 6–7 dní. Průměrný sériový interval, tj. interval mezi nástupem příznaků u nakažlivého jedince a prvním nástupem příznaků u nakažené osoby, je zhruba 5 dní. Sériový interval je tedy kratší než inkubační doba, což naznačuje, že se člověk může nakazit dříve, než se objeví příznaky u již nakaženého člověka (Alene et al., 2021, s. 8). Odhaduje se, že tento presymptomatický přenos se odehrává přibližně ve 44 % případů nákazy (He et al., 2020, s. 1).

To, co také významně zvyšuje nebezpečnost onemocnění COVID-19, je jeho šíření asymptomatickými jedinci. Uvádí se, že více než třetina všech infekcí je asymptomatická

(Sah et al., 2021, s. 1), přičemž se odhaduje, že více než polovina přenosů pochází právě od asymptomatických jedinců. Tato zjištění vedou k úvahám, že pouhá identifikace a kontrola osob se symptomatickým průběhem onemocnění k zastavení šíření viru nestačí. Je potřeba se zaměřit také na bezpříznakové osoby (Johansson et al., 2021, s. 15).

U dětí, potažmo obecně u mladších lidí, je častěji pozorován asymptomatický průběh onemocnění, než je tomu u seniorů. Větší pravděpodobnost symptomatického průběhu mají také lidé, kteří jsou komorbidní. Tato zjištění vedou k tomu, že v řešení otázky, jak lze zamezit šíření viru do širší komunity, je zapotřebí také zvýšené ostražitosti zejména mezi mladými a relativně zdravými lidmi (Sah et al., 2021, s. 1).

Infekčnost onemocnění vrcholí přibližně den před nástupem příznaků a klesá do jednoho týdne od nástupu příznaků. Po tomto období je nakažení osobou s příznaky nepravděpodobné (Meyerowitz et al., 2021, s. 1).

To, co se jeví jako klíčové pro budoucí směřování, je účinnost a trvání získané imunity po prodělání onemocnění. Předpokládala se silná imunitní reakce s následným vývojem ochranné imunity na virus. Mnohé případy reinfekcí však ukazují, že získaná imunita není celoživotní, ale je spíše krátkodobějšího charakteru. Do jisté míry zvyšuje množství reinfekcí schopnost viru mutovat, čímž dochází k reinfekci různými kmeny. V některých případech může při reinfekci dojít dokonce k závažnějšímu průběhu onemocnění než při prvotním infektu (Wang et al., 2021, s. 1253). Obecně však platí, že riziko hospitalizací a úmrtí se oproti primárním infekcím snížilo (Pilz et al., 2022, s. 1).

Délka ochranné imunity, respektive doba, kdy dojde k reinfekci, byla odhadnuta na cca 3 měsíce až 5 let, s mediánem 16 měsíců (Townsend et al., 2021, s. e666). U většiny pacientů jsou v krvi přítomny složky specifické imunity ještě přibližně 15 měsíců po infekci (Marcotte et al., 2022, s. 12). I přesto, že k případům reinfekce dochází, se po 6 měsících od infekce ochranná imunita u lidí mladších 65 let odhaduje přibližně na 80 % (tzn. cca 20% šance reinfekce). Což je optimistické číslo (Hansen et al., 2021, s. 1211). Některé studie dokonce uvádějí ještě vyšší ochranu proti reinfekci, například v sousedním Rakousku došlo ke snížení pravděpodobnosti reinfekce o 91 % oproti pravděpodobnosti primární infekce. Zdá se tedy, že ochrana proti SARS-CoV-2 vzniklá po přirozené infekci je srovnatelná s účinností vakcín (Pilz et al., 2021, s. 2) a je spojena s výrazně sníženým rizikem reinfekcí po dobu minimálně jednoho roku a relativně mírným oslabením imunity (Pilz et al., 2022, s. 1).

Naproti tomu u osob starších 65 let se ochranná imunita po prodělání onemocnění odhaduje pouze na 47 %. I toto zjištění vede k úvahám o potřebě chránit tyto lidi něčím dalším,

například očkováním, a nespoléhat pouze na přirozenou cestu vytvoření protilátek v reakci na onemocnění (Hansen et al., 2021, s. 1211).

Pokud jde o očkování, nutno dodat, že reinfekce je možná i po očkování. Očkování proti onemocnění COVID-19 je tématem, které roztránilo nejen laickou, ale i odbornou veřejnost. Na jedné straně zastánci očkování jako řešení všeho, na straně druhé jeho zapřísáhlí odpůrci. Pravda, jak už to bývá, se zdá být někde uprostřed.

Ačkoliv i po očkování je reinfekce možná, ve státě Kentucky byla zjištěna více než dvakrát nižší pravděpodobnost reinfekce očkovaných ve srovnání s neočkovanými jedinci. Tato informace naznačuje, že očkování poskytuje dodatečnou ochranu ve srovnání s přirozeně vytvořenou ochrannou imunitou po prodělání nemoci (Cavanaugh et al., 2021, s. 1082).

Což se neslučuje s tvrzením autorů Pilz et al. (2022, s. 1), kteří na základě pozorovacích studií tvrdí, že přirozená imunita může nabídnout stejnou nebo větší ochranu proti onemocnění COVID-19 ve srovnání s jedinci, kterým byly aplikovány dvě dávky mRNA vakcíny. Hybridní imunita, tzn. kombinace předchozí infekce a vakcinace, zřejmě poskytuje největší míru ochrany. Definitivní potvrzení tohoto tvrzení však vyžaduje další zkoumání.

Současný farmaceutický průmysl nabízí již téměř dvě desítky vakcín, které se jeví jako bezpečné a účinné prostředky k prevenci proti onemocnění COVID-19. I přestože byly vakcíny obecně shledány za bezpečné, opakovaně se vyskytují negativní vedlejší účinky mírného projevu (Fiolet et al., 2022, s. 202–206).

Mezi lokální nežádoucí účinky patří bolest v místě vpichu, otok a zarudnutí. Systémové reakce zahrnují horečku, únavu, bolesti svalů a hlavy (Kaur et al., 2021, s. 428). Vzácně se vyskytují i projevy závažného charakteru. Například anafylaxe či myokarditidy. Některé vakcíny se zdají být v tomto ohledu bezpečnější než jiné. Navzdory tomu, že se vyskytují i závažné nežádoucí účinky, výhody očkování zřejmě převažují nad jeho riziky (Fiolet et al., 2022, s. 202, 216–217). Naopak odvrácenou tvář očkování deklaruje i zařazení nežádoucích účinků po aplikaci očkovací látky proti COVID-19 do Mezinárodní klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů (Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky, 2019, s. 853).

S ohledem na výše uvedené informace a na diskrepance mezi studiemi, otázka ohledně očkování stále nemá úplně jednoznačnou odpověď, a je potřeba ke každému případu přistupovat individuálně s ohledem na všechny možné proměnné. Konkrétní řešení této otázky však není primární náplní této diplomové práce, a proto mu již dále není věnováno více prostoru.

### 1.1.2 Rizikové faktory

Klinický obraz COVID-19 je velmi variabilní. Od asymptomatických průběhů po závažné stavy, které mohou vést až k úmrtí. Jak již bylo zmíněno, více než třetina infekcí je asymptomatická (Sah et al., 2021, s. 1). Jako rizikové faktory závažných následků COVID-19 jsou často uváděny komorbidity. To, do jaké míry konkrétní komorbidity ovlivňují onemocnění, je však diskutabilní (Ng et al., 2021, s. 1).

Společně vyskytujícími se jmenovateli u závažnějších stavů způsobených onemocněním COVID-19 jsou nejčastěji věk nad 75 let, mužské pohlaví a těžká obezita (BMI > 40). Aktivní nádory jsou rovněž asociovány se zvýšeným rizikem závažných následků onemocnění. Rizikových faktorů, které mohou ovlivnit průběh onemocnění, je zaznamenáno skutečně mnoho. Z dalších je možné zmínit také kouření či krevní skupinu typu A. Ze symptomů je to kupříkladu myalgie, produkce sputa, dyspnoe, nauzea a zimnice. Dechová frekvence nad 23 dechů za minutu a saturace kyslíkem pod 90 % se jeví také jako predisponující faktory závažného průběhu onemocnění (Booth et al., 2021, s. 6–17).

Co se týče již existujících respiračních onemocnění, riziko vážného průběhu onemocnění u lidí s astmatem je poměrně malé. Mírně zvýšené riziko závažného průběhu nemoci mají lidé s chronickou obstrukční plicní nemocí a intersticiálními plicními procesy. Zda užívání inhalačních steroidů vede k většímu riziku závažného průběhu, zůstává nejasné. Riziko závažného průběhu COVID-19, které plyne z chronického respiračního onemocnění, je menší než u mužského pohlaví a lidí s diabetem mellitem. Rovněž představuje pouze malý zlomek běžného úmrtí z jakékoliv příčiny (Aveyard et al., 2021, s. 1–2).

Ukazuje se, že nejvyšší prevalence z komorbidit u pacientů s COVID-19 dosahuje hypertenze, za kterou následuje obezita a diabetes mellitus. Chronické onemocnění ledvin je statisticky nejvýznamnější komorbiditou vedoucí k úmrtí. Nádorová onemocnění, diabetes mellitus a hypertenze nezávisle na sobě taktéž korelují s úmrtností pacientů s COVID-19 (Ng et al., 2021, s. 1–2, 7).

### 1.1.3 Symptomy

Respirační systém je nejčastěji postiženým systémem nemocí COVID-19. Kardiovaskulární systém, játra, ledviny, gastrointestinální trakt a centrální nervový systém (CNS) bývají poškozeny s různou frekvencí a stupněm závažnosti (Kordzadeh-Kermani, Khalili a Karimzadeh, 2020, s. 13). Nejčtenější příznaky u dospělé populace jsou horečka, kašel a únava. Ukazuje se však, že přibližně 1 z 5 pozitivních dospělých netrpí horečkou a u méně

než 3 z 5 se vyskytuje kašel (Grant et al., 2020, s. 6). Někteří autoři místo únavy zmiňují jako třetí nejčastější příznak dušnost (da Rosa Mesquita et al., 2021, s. 377).

Méně častými příznaky jsou mimo jiné malátnost, nechutenství, vyšší tvorba hlenu a jeho vykašlávání, neurologické a dermatologické projevy, myalgie, bolest v krku, nevolnost, závratě, rýma, husí kůže, bolesti hlavy a břicha, bolesti na hrudi, zvracení a průjem (da Rosa Mesquita et al., 2021, s. 377; Siordia, 2020, s. 3).

U dětí a mladých do 20 let jsou výrazně nejčastějšími příznaky kašel a horečka. Ve zřetelně menší míře se vyskytují příznaky jako rýma, bolesti v krku, bolesti hlavy, únava, myalgie a gastrointestinální příznaky, včetně průjmu a zvracení (Viner et al., 2021, s. 802).

Dalšími symptomy u dospělé populace, které se jeví průkaznými v určení, zda je jedinec COVID-19 pozitivní, je akutní ztráta chuti a čichu. Anosmie se vyskytuje přibližně v 75 % a dysgeuzie v 81 % u všech pacientů s COVID-19. Údaje z Evropy, USA a Íránu dokonce naznačují, že se tyto příznaky ve většině případů objevují ještě před obecnými příznaky COVID-19 (Samaranayake, Fakhruddin a Panduwawala, 2020, s. 467, 472).

Čichové a chuťové poruchy by tedy měly být považovány za součást klinického obrazu COVID-19, a to i v lehkých případech. Dosud však neexistují vědecké důkazy o specifické a účinné léčbě těchto poruch u onemocnění COVID-19 (Costa et al., 2020, s. 791) a jejich léčba je zdravotnickými pracovníky vnímána jako obzvláště složitá (Schrimpf et al., 2022, s. 1).

Tachykardie, labilní krevní tlak, svalová únava a dušnost jsou příznaky, k nimž mohou přispívat abnormality v ANS, což činí z ANS potenciální cíl pro terapeutickou intervenci (Becker, 2021, s. 692).

#### **1.1.4 Dlouhodobé následky**

Ve světové literatuře se vyskytuje hned několik souhrnných termínů označujících přetrvávající symptomy po prodělání onemocnění COVID-19. Nejčastěji zmiňovaná označení jsou postcovidový syndrom, *long COVID* a post-akutní COVID syndrom. Někteří autoři uvádějí rozdíl mezi zmíněnými termíny s ohledem na časový aspekt přetrvávajících následků.

Například Nalbandian et al. (2021, s. 3) definuje jako post-akutní COVID syndrom stav, kdy příznaky přetrvávají déle než 4 týdny od nástupu příznaků. Jako postcovidový syndrom pak označuje situaci, kdy následky přetrvávají déle než 12 týdnů a nelze je přičíst alternativním diagnózám. Raveendran, Jayadevan a Sashidharan (2021, s. 870) časově ohraničují post-akutní COVID syndrom příznaky, které trvají déle než 3 týdny, ale méně než 12 týdnů. Jako zaštitující termín pro všechny příznaky, které přetrvávají déle než 3 týdny, používají pojem *Long COVID*.

Jiní autoři, jako například Pavli, Theodoridou a Maltezou (2021, s. 575) nebo Oronsky et al. (2021, s. 1), mezi termínem postcovidový syndrom a *long COVID* časovou hranici nevedou, a považují tyto termíny za synonyma. Z tohoto zjednodušeného pojetí vychází i tato práce, a dále bude používán pouze termín postcovidový syndrom.

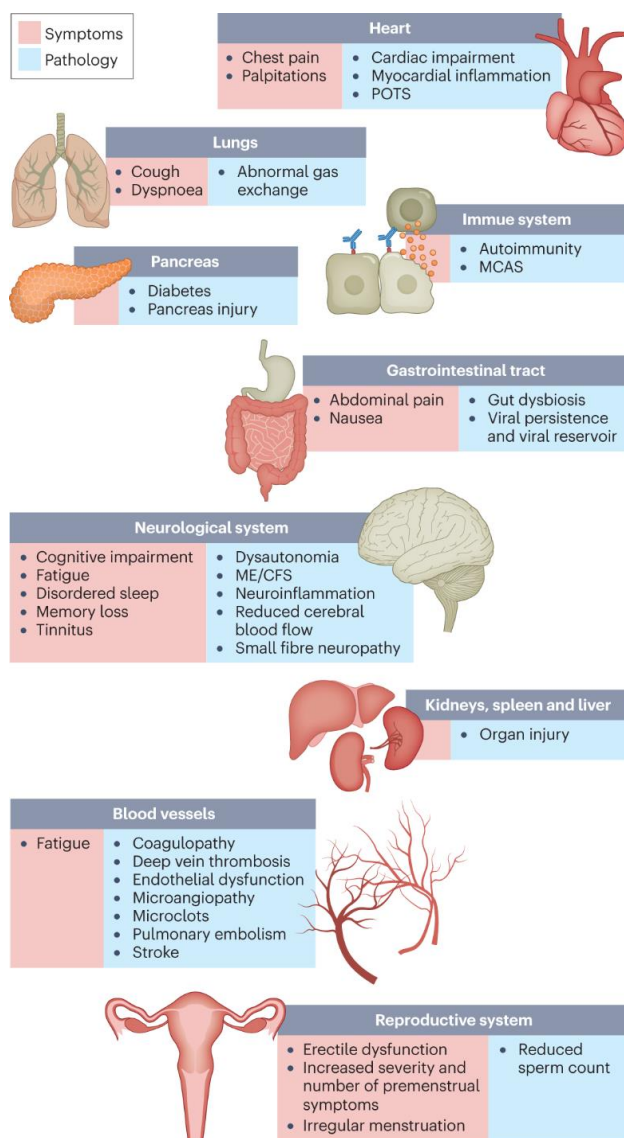
O postcovidovém syndromu tedy mluvíme v případě, že příznaky přetrvávají déle než 3 týdny po jejich nástupu (Pavli, Theodoridou a Maltezou, 2021, s. 575). Postcovidový syndrom je chápán jako patologická jednotka, která zahrnuje přetrvávající fyzické, zdravotní a kognitivní následky související s proděláním onemocnění COVID-19, a to včetně přetrvávající imunoprese, stejně jako plicní, srdeční a vaskulární fibrózy. Tyto následky ve formě fibrotizace orgánů a cévního systému vedou ke zvýšené mortalitě a výrazně zhoršují kvalitu života (Oronsky et al., 2021, s. 1).

Škála postcovidových následků je velice rozsáhlá a pestrá. Nejčastěji se jedná o únavu, která se vyskytuje až v 72 % případů, za ní následuje dyspnoe. Často jsou také pozorovány čichové a chuťové dysfunkce, myalgie, kašel, bolesti na hrudi a mentální problémy (Healey et al., 2022, s. 7; Pavli, Theodoridou a Maltezou, 2021, s. 575). K mírně odlišným výsledkům dospěli Lopez-Leon et al. (2021, s. 1), kteří zaregistrovali následujících pět nejčastějších příznaků: únava (58 %), bolesti hlavy (44 %), poruchy pozornosti (27 %), vypadávání vlasů (25 %) a dušnost (24 %).

Zaznamenány byly i pocity tlaku na hrudi, palpitace, snížená klidová srdeční frekvence a teploty. Z neurologických symptomů se vyskytují kognitivní poruchy (mozková mlha, neschopnost koncentrace, výpadky paměti), poruchy spánku a citlivosti, mravenčení, vertigo, delirium, poruchy pohyblivosti a zraku. Z gastrointestinálních příznaků se mohou objevit bolesti břicha, nauzea, zvracení, průjem, úbytek tělesné hmotnosti a snížená chuť k jídlu. Taktéž se může postcovidový syndrom projevovat bolestmi kloubů, tinnitem, bolestmi ucha a v krku, ucpáním nosu, vykašláváním sputa, kožní vyrážkou, ale také příznaky deprese, úzkosti a posttraumatické stresové poruchy. Pozorovány jsou i potíže s polykáním, zimnice, emoční výkyvy, nový nástup diabetu a hypertenze a řada dalších (Lopez-Leon et al., 2021, s. 7; Mehandru a Merad, 2022, s. 195–196; NICE, RCGP a SIGN, 2022, s. 99–100; Yelin et al., 2020, příloha s. 1).

U dětí a dospívajících se prevalence dlouhodobě přetrvávajících následků COVID-19 pohybuje kolem 25 %. Nejčastějšími projevy bývají náladovost, únava, poruchy spánku, bolesti hlavy a respirační příznaky (Lopez-Leon et al., 2022, s. 7).

Davis et al. (2023, s. 135) přehledně shrnují některé běžné symptomy postcovidového syndromu a jeho dopady na orgány na Obrázku 1 (s. 16).



**Obrázek 1** Symptomy postcovidového syndromu a jeho dopady na orgány (Davis et al., 2023, s. 135)  
 Legenda: POTS – *postural orthostatic tachycardia syndrome*; MCAS – *mast cell activation syndrome*;  
 ME/CFS – *myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome*

Mnohé z výše zmíněných důsledků odkazují na postcovidovou dysregulaci ANS, což potvrzují Buoite Stella et al. (2022, s. 593). Jako běžnou komplikaci COVID-19 spojenou s autonomní dysfunkcí popisují ortostatickou intoleranci, sudomotorické, gastrointestinální a pupilomotorické abnormality, sníženou toleranci k zevním podmínkám a sexuální poruchy.

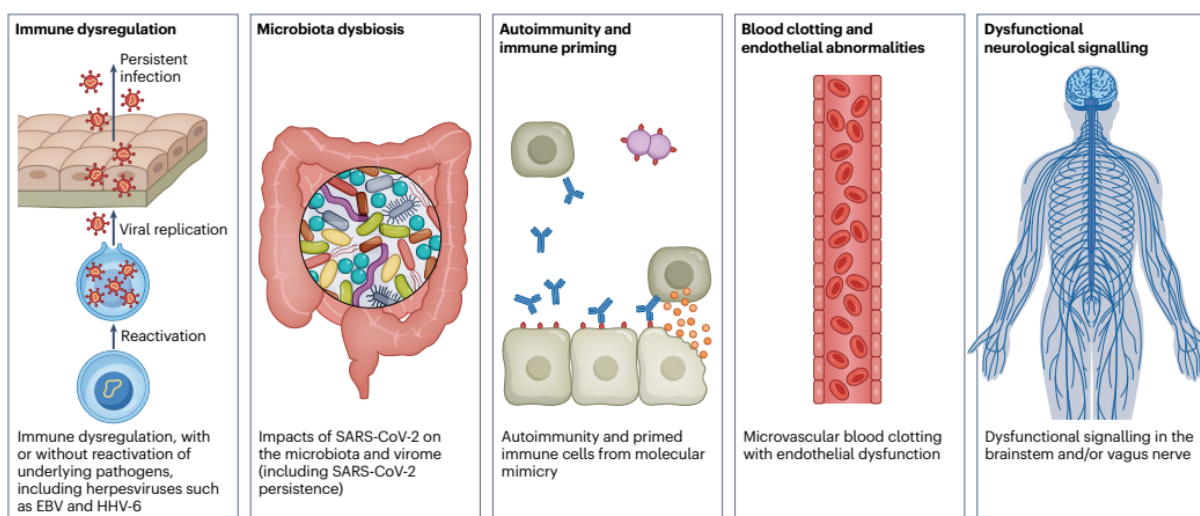
Je obtížné stanovit kauzální souvislost mezi diagnózou COVID-19 a následnou morbiditou. A to zejména z toho důvodu, že chronická onemocnění a přetrvávající postcovidový syndrom mohou sdílet společné rizikové faktory, jako jsou vyšší věk, diabetes mellitus, kouření, podvýživa, nebo naopak obezita, imunosuprese a hypertenze. Situaci také komplikuje věčné dilema, zda a do jaké míry je COVID-19 sám o sobě zodpovědný a kauzálně spojený s přetrvávajícím postcovidovým syndromem, nebo zda a do jaké míry preexistující komorbidity ovlivňují postcovidový stav (Oronsky et al., 2021, s. 7).



Nicméně, incidence postcovidového syndromu se odhaduje na 10–35 %, u hospitalizovaných pacientů může dosahovat až 85 % (Pavli, Theodoridou a Maltezou, 2021, s. 575). Lopez-Leon et al. (2021, s. 1) dospěli ještě k vyššímu číslu globálního výskytu postcovidových následků. Odhadují, že v rozmezí od 14 do 110 dnů po virové infekci, se u 80 % infikovaných pacientů vyskytuje jeden, nebo více dlouhodobých příznaků.

Ačkoliv trvání postcovidových následků nemůže být ještě plně známo s ohledem na fakt, že jde stále o relativně nové onemocnění, ukazuje se, že neurokognitivní příznaky mohou přetrvávat déle než rok po nástupu příznaků. Seeßle et al. (2021, s. 1) zjistili, že pouze 23 % pacientů bylo po roce od nástupu příznaků zcela bez příznaků. Nejčastějšími přetrvávajícími příznaky v této studii byly snížená zátěžová kapacita, únava, dušnost, problémy se soustředěním, hledáním vhodných slov a spánkem.

Existuje několik předpokládaných mechanismů, které zapříčiňují postcovidové následky (Obrázek 2, s. 17). Jedná se o imunitní dysregulaci, narušení mikrobioty, autoimunitu, srážení krve a endoteliální abnormality a dysfunkční signalizaci v mozkovém kmeni a/nebo vagovém nervu (Davis et al., 2023, s. 137).



**Obrázek 2** Předpokládané mechanismy patogeneze postcovidového syndromu (Davis et al., 2023, s. 137)

Legenda: EBV – *Epstein-Barr virus*; HHV-6 – *human herpesvirus 6*

Navzdory tomu, že patofyziologické mechanismy nejsou stále dobře objasněny, dostupné důkazy primárně poukazují na imunitní dysfunkci, včetně nespecifického zánětu nervové tkáně a antineurální autoimunitní dysregulace. Dřívější spekulace ohledně infiltrace CNS virem SARS-CoV-2 prostřednictvím nosní dutiny a čichové dráhy, nebo přestupem přes hematoencefalickou bariéru se prozatím nepodařilo potvrdit (Spudich a Nath, 2022, s. 267–269).

### 1.1.5 Autonomní nervový systém a COVID-19

Podstatná část symptomů postcovidového syndromu, mezi kterými lze zmínit únavu, vertigo, synkopy, dyspnoe, ortostatickou intoleranci, nauzeu, zvracení nebo srdeční palpitace, se jeví jako důsledek autonomní dysfunkce (Jammoul et al., 2023, s. 1), což naznačuje, že poškození ANS může hrát klíčovou roli v základní patofyziologii onemocnění (Larsen, Stiles a Miglis, 2021, s. 1) a její pochopení může přispět ke včasné diagnostice a kvalitnější léčbě (Jammoul et al., 2023, s. 1).

Změny funkce ANS, které nepříznivě ovlivňují zdraví, se označují pojmem dysautonomie. Tyto změny mohou být přechodné, příležitostného charakteru ve formě epizod, ale i chronického rázu v podobě progresivních neurodegenerativních onemocnění (Goldstein et al., 2002, s. 753–754). Dysregulace v ANS může nastat buď na úrovni autonomních center, sympatických a parasympatických spojeních nebo na úrovni cílových orgánů (Jammoul et al., 2023, s. 10).

Dani et al. (2021, s. e63) předpokládají, že následky onemocnění COVID-19 mohou souviset s virem nebo imunitou získanou dysfunkcí ANS, která má za následek syndromy ortostatické intolerance (ortostatická hypotenze, vazovagální synkopa, syndrom posturálně ortostatické tachykardie).

Larsen et al. (2022, s. 6, 11) dospěli k závěru, že se středně těžká až těžká autonomní dysfunkce vyskytuje u pacientů, kteří trpí následky COVID-19, téměř ve dvou třetinách případů. A to nezávisle na závažnosti průběhu akutního onemocnění COVID-19.

Dysfunkce ANS je patrná již v rané fázi infekce způsobené virem SARS-CoV-2. Milovanovic et al. (2021, s. 1, 12) v jejich studii odhalili, že u pacientů s potvrzenou intersticiální pneumonií, tedy u pacientů s těžkým průběhem, je výskyt autonomní dysfunkce v 51,5 %. U pacientů s lehkým průběhem onemocnění se dysfunkce ANS vyskytovala dokonce v 78 %. Na základě tohoto zjištění doporučují při hodnocení pacientů s COVID-19 brát v úvahu dysfunkci ANS, která může být vysvětlením nejrůznějších projevů, a může tak umožnit komplexní diagnostický přístup a vhodnou navazující léčbu.

Porucha ANS v souvislosti s onemocněním COVID-19 je vysvětlována různými mechanismy. Jedná se například o přímé napadení nervového systému virem SARS-CoV-2, autoimunitu nebo působení systémové infekce (Hassani et al., 2021, s. 439–440).

U přímého napadení nervového systému se předpokládá infiltrace prostřednictvím vagového nervu a čichových bulbů. V důsledku toho může následně dojít k napadení nervů ANS, a tím i k jeho dysregulaci (Hassani et al., 2021, s. 436). Jammoul et al. (2023, s. 10)

předpokládají, že přímá invaze neurální nebo hematogenní cestou do hypothalamu nebo prodloužené míchy vede k autonomní dysfunkci.

Ač byl virus SARS-CoV-2 nalezen v mozkové tkáni (v choroidálním plexu, mozkomíšním moku, meningeálních cévách i neuronech), prozatím však neexistují spolehlivé důkazy o přímé neuroinvasi SARS-CoV-2 do mozku (McQuaid, Brady a Deane, 2021, s. 1). Dosavadní důkazy naznačují, že neurologické projevy, jakožto i autonomní dysfunkce, jsou způsobeny nepřímo (Jammoul et al., 2023, s. 1). Tato nepřímá cesta zřejmě zahrnuje nespecifický zánět nervové tkáně a autoimunitní dysregulaci (Spudich a Nath, 2022, s. 267).

K zánětu a autoimunitě přispívá aktivace vrozené a adaptivní imunitní odpovědi. Při autoimunitní dysfunkci jsou produkovány neuroaktivní a vazoaktivní autoprotilátky, což vede k trvalé aktivaci jejich odpovídajících receptorů. Mezi mechanismy podílející se na vyvolání autoimunity virem SARS-CoV-2 můžeme zařadit molekulární mimikry, *bystander* aktivaci, šíření epitopů a imortalizaci B-lymfocytů. Autoimunita způsobená COVID-19 může rovněž ovlivnit buněčnou funkci, zhoršit příznaky související s imunitou nebo iniciovat nové příznaky autonomní dysfunkce (Jammoul et al., 2023, s. 8).

Přetrvávající zánět, hypoxie a nadměrná aktivace sympatiku může hrát klíčovou roli v nástupu autonomní dysfunkce. Následkem infekce SARS-CoV-2 dochází k aktivaci vrozených imunitních buněk, což vede k cytokinové bouři. Pro ni je charakteristické masivní uvolňování interleukinů a chemokinů. Čím více leukocytů poté migruje do místa infekce, tím více se spotřebovává kyslíku, a to následně přispívá k hypoxickému stavu. Snížení zásobování kyslíkem napadených tkání potencuje hypoxii tím, že inhibuje enzym prolylhydroxylázu a aktivuje hlavní induktory zánětu. Tyto procesy dále přispívají k nadměrné aktivaci sympatiku, která může vyvolat neurozánět a buněčnou smrt (Jammoul et al., 2023, s. 9).

Jedním z dalších možných mechanismů zodpovědných za autonomní dysfunkci po infekci virem SARS-CoV-2 je rovněž nerovnováha v systému renin-angiotensin. K této nerovnováze, která zprostředkovává spuštění prozánětlivé dráhy a vede k sympatickým účinkům, významně přispívá downregulace angiotensin konvertujícího enzymu 2 (ACE-2) po vstupu SARS-CoV-2 do buněk a tvorba autoprotilátek proti ACE-2 a angiotensinovému receptoru typu 1 (Jammoul et al., 2023, s. 10).

Vzhledem k výše potvrzenému recipročnímu vztahu mezi aktivitou sympatiku a zánětlivými procesy se nabízí využití protizánětlivého působení parasympatiku formou stimulace nervus vagus jako terapeutického cíle v ANS (Fudim et al., 2020, s. 897).

### 1.1.6 Přístupy k léčbě

Na počátku pandemie byly znalosti o COVID-19 a jeho terapeutickém ovlivnění velmi omezené, což vyvolalo naléhavou potřebu zmírnit průběh tohoto onemocnění pomocí experimentální terapie a strategie *drug repurposing*, tedy využívání již existujících a schválených léčiv pro nové terapeutické účely. Od té doby bylo díky intenzivnímu úsilí klinických výzkumníků na celém světě dosaženo obrovského pokroku, který vedl nejenom k lepšímu pochopení onemocnění a jeho zvládnutí, ale také k vývoji nových léčebných postupů a vakcín nebývalou rychlostí (Cascella et al., 2022, s. 38–39).

Předpokládá se, že patogenezi onemocnění COVID-19 ovlivňují dva hlavní procesy. Z počátku je onemocnění způsobeno především replikací viru SARS-CoV-2. V pozdější fázi je onemocnění zřejmě udržováno dysregulovanou imunitní/zánětlivou reakcí na SARS-CoV-2, která může vést k poškození tkání a trombóze. Vzhledem k těmto předpokladům se počítá s tím, že na počátku onemocnění bude mít největší účinek terapie zaměřená přímo na virus SARS-CoV-2, kdežto imunosupresivní, protizánětlivá a antitrombotická terapie bude přínosnější v pozdějších stádiích COVID-19, které jsou charakterizovány hypoxémií a endoteliální dysfunkcí (National Institutes of Health, 2023, s. 70).

I přes vynaložené úsilí výzkumných týmů na celém světě stále neexistuje dostatečně účinná a specifická léčba onemocnění COVID-19. Základními léčebnými postupy je využití antivirotické, protizánětlivé, protilátkové a respirační terapie (Niknam et al., 2022, s. 1).

Terapeutické přístupy se liší na základě závažnosti onemocnění a rizikových faktorů. Klinické spektrum zahrnuje asymptomatickou nebo presymptomatickou infekci a mírné, středně těžké, těžké a kritické onemocnění (National Institutes of Health, 2023, s. 48).

Cílem léčebného postupu u nehospitalizovaných pacientů je zabránit progresi onemocnění, hospitalizaci nebo smrti. Výběr nejlepší léčebné možnosti pro konkrétního pacienta ovlivňují faktory jako klinická účinnost a dostupnost léčebné možnosti, proveditelnost parenterálního podávání léků, významná interakce léků, těhotenství, doba od nástupu příznaků a in vitro aktivity dostupných produktů proti aktuálně cirkulujícím variantám a subvariantám viru SARS-CoV-2 (National Institutes of Health, 2023, s. 59).

U všech nehospitalizovaných pacientů s mírným až středně závažným onemocněním COVID-19 by měla být zahájena léčba symptomů. To zahrnuje použití volně prodejných antipyretik, analgetik či antitusik proti horečce, bolestem hlavy, myalgiím a kašli. Důležitá je rovněž edukace o zajištění dostatečné hydratace organismu. Během akutní fáze onemocnění je doporučován odpočinek dle potřeb pacienta. Navyšování pohybové aktivity je dáno subjektivním vnímáním tolerance úrovně zatížení konkrétním pacientem. Podstatné je rovněž

sdělit pacientovi, že doba od propuknutí příznaků do jejich vymizení a úplného zotavení je vysoce variabilní (National Institutes of Health, 2023, s. 60).

Ke sledování průběhu onemocnění a následnému rozhodnutí, zda pacient vyžaduje specifickou léčbu COVID-19, je poskytovatelům zdravotní péče doporučováno využít možností, které nabízí telemedicína. Tu by měli využívat alespoň k pečlivému sledování pacientů s dušností. Pacienti s přetrvávající nebo progredující dušností, zejména pak ti, kteří mají saturaci kyslíkem  $\leq 94\%$ , nebo vykazují akutní příznaky jako bolest nebo svíravý pocit na hrudi, závratě, zmatenost či jiné změny psychického stavu, by měli neodkladně podstoupit kontaktní vyšetření lékařem (National Institutes of Health, 2023, s. 60).

Dospělým, u nichž je vysoké riziko progresu nemoci do závažného stavu, je nabízeno několik antivirových léčebných možností (například Paxlovid, remdesivir nebo molnupiravir), které mají za úkol snížit riziko hospitalizace nebo úmrtí (National Institutes of Health, 2023, s. 59).

Léčebný postup u hospitalizovaných pacientů je mimořádně komplikovanou záležitostí. Obecně se na základě závažnosti onemocnění (od stavů bez nutnosti suplementace kyslíku až po stavy vyžadující umělou plicní ventilaci nebo extrakorporální membránovou oxygenaci) a výskytu rizikových faktorů využívá různých antivirotických, imunomodulačních a antikoagulačních léků (National Institutes of Health, 2023, s. 50).

Z doporučení vyplývá, že antikoagulační léčbu lze zvážit u pacientů, kteří nevyžadují intenzivní péči a mají zvýšené riziko tromboembolie. U pacientů s hypoxemickou respirační insuficiencí se doporučuje polohování na břicho a pokus o časnou terapii pomocí CPAP (z anglického *continuous positive airway pressure*) nebo vysokoprůtokové oxygenoterapie. Pacienti s IgG séronegativitou a nanejvýš nízkoprůtokovým kyslíkem by měli být léčeni anti SARS-CoV-2 monoklonálními protilátkami (například casirivimab a imdevimab). Ti pacienti, kteří potřebují pouze nízkoprůtokový kyslík, by měli být navíc léčeni inhibitory Janusových kináz. Všem pacientům, kteří potřebují kyslík, by měly být nadto podávány systémové kortikosteroidy. Lék tocilizumab, který má imunosupresivní účinky, se doporučuje pacientům s vysokou potřebou kyslíku a progresivně závažným onemocněním COVID-19, ale ne v kombinaci s inhibitory Janusových kináz (Kluge et al., 2021, s. 865).

Léčba rekonvalescentní plazmou, imunoglobulinová terapie nebo buněčná terapie jsou taktéž možnostmi léčby. Již zmíněná terapie monoklonálními protilátkami se jeví jako vhodná cesta pro rychlé zastavení profylaxe nemoci a nastavení vhodné léčby (Niknam et al., 2022, s. 11). Neinvasivní nefarmakologické možnosti léčby, které jsou neméně důležité, nabízí fyzioterapie.

## **Neinvasivní nefarmakologické možnosti léčby**

Důležitou roli ve zvládnání pandemie COVID-19 a jejích zdravotních následků hrají také fyzioterapeuti (Eggmann et al., 2021, s. 1; Felten-Barentsz et al., 2020, s. 1444).

Fyzioterapie u pacientů s COVID-19 má nejenom vliv na snížení mortality, čekací doby na přijetí k nemocniční léčbě a léčebných nákladů, ale také šetří zdravotnické zdroje, snižuje osobní i státní ekonomické ztráty a pravděpodobnost selhání systému zdravotní péče (Zhu et al., 2020, s. 548).

Léčebná doporučení pro fyzioterapeuty pracující s pacienty s COVID-19 v nemocniční péči se týkají dvou fází hospitalizace. První fáze v sobě skrývá péči o kriticky nemocné pacienty, kteří jsou přijati na jednotku intenzivní péče. Druhá fáze se týká těžce nemocných pacientů přijatých na COVID oddělení (Felten-Barentsz et al., 2020, s. 1444).

U kriticky nemocných pacientů je cílem fyzioterapie úsilí o zlepšení klinického stavu, zkrácení délky pobytu na jednotce intenzivní péče, zabránění dlouhodobému nebo trvalému poškození pacienta a co nejrychlejší návrat do běžného života (Grünerová Lippertová et al., 2021a, s. 27).

Léčba kriticky nemocných pacientů by měla být zahájena co nejdříve, aby se omezily další následky nemoci. Hospitalizovaní pacienti s COVID-19 mohou mít různý průběh onemocnění a četné příznaky, které kromě plicní a hemodynamické nestability zahrnují úzkost, dušnost, sputum, slabost, delirium a postextubační dysfagii. Tyto příznaky bývají nestabilní, proto je nutné, aby i během fyzioterapie byly bedlivě monitorovány. Je tudíž vhodné, aby fyzioterapeuti na akutních odděleních rutinně vyšetřovali a posuzovali respirační příznaky a toleranci cvičení u všech pacientů s COVID-19 (Eggmann et al., 2021, s. 1, 8).

Prostředky, které fyzioterapeuti využívají u pacientů hospitalizovaných s COVID-19, zahrnují prvky respirační podpory a aktivní mobilizace. Respirační podporu tvoří kontrolované dýchání, cvičení pro zvýšení pružnosti hrudníku, techniky hygieny dýchacích cest a silový trénink dechových svalů. Aktivní mobilizací jsou myšleny aktivity zaměřené na mobilitu pacienta na lůžku, aktivní cvičení rozsahu pohybu, aktivní či asistované cvičení končetin, trénink aktivit každodenního života, trénink přesunu, vytrvalostní trénink na cyklistickém ergometru, cvičení připravující pacienta na chůzi a samostatnou chůzi (Felten-Barentsz et al., 2020, s. 1444).

Podrobné informace k jednotlivým technikám respirační podpory, respektive plicní rehabilitace, lze dohledat v Doporučeném postupu plicní rehabilitace u onemocnění COVID-19 (Neumannová et al., 2021).

Komplexní doporučení pro fyzioterapeuty v akutní nemocniční péči, kteří pečují o pacienty s potvrzeným COVID-19 či s podezřením na COVID-19, sepsali Thomas et al. (2020), respektive je možné jej nalézt také v jejich aktualizovaném vydání (Thomas et al., 2022). Doporučení obsahuje nejenom léčebnou stránku, ale rovněž navrhuje například ochranné kroky k zajištění osobní bezpečnosti.

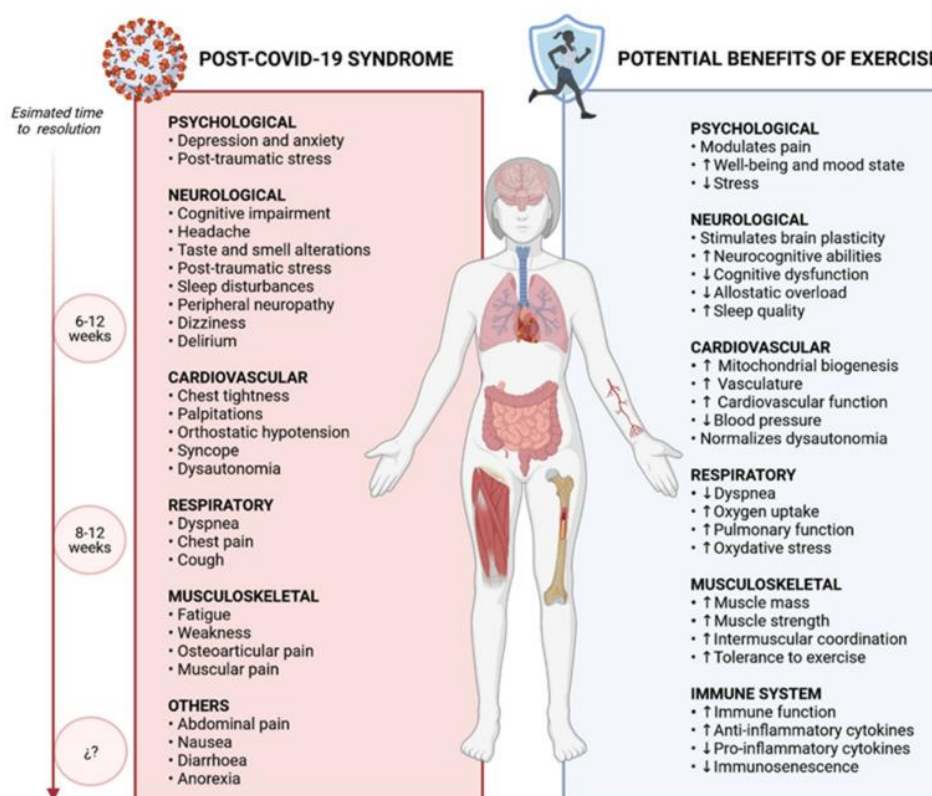
Na nemocniční léčbu by měl navazovat individuální léčebný program i v domácím prostředí, kde lze také využít moderních technologií k distančnímu způsobu vedení terapie formou telerehabilitace. Tu je doporučováno vést formou respirační a kondiční terapie zejména u infekčních pacientů, kteří již nejsou ohroženi na životě (Grünerová Lippertová et al., 2021b, s. 58).

Prostředky telerehabilitace je však možné využít i u terapie některých postcovidových následků. Budeme-li vycházet z toho, že u pacientů s postcovidovým syndromem dominují zánětlivé procesy, které jsou spojeny s nadměrnou aktivitou sympatiku (Jammoul et al., 2023, s. 9), lze zužitkovat úzké propojení dechu s ANS, zejména cílením na parasympatickou část v podobě nervus vagus, prostřednictvím respirační telerehabilitace (Jerath et al., 2006, s. 570).

Schrimpf et al. (2022, s. 1). se domnívají, že současné možnosti léčby postcovidových následků jsou nedostatečné. Ztrátu čichu a chuti, únavu nebo poruchy koncentrace vnímají jako velmi obtížně léčitelné. Dlouhodobá dysfunkce čichu se ukazuje jako běžný následek onemocnění COVID-19 s významným dopadem na kvalitu života jedince, a proto je nutné i přes obtíže hledat řešení vedoucí k restituci ztracených funkcí. K dispozici však prozatím nejsou dostatečně silné důkazy o účinnosti, potažmo škodlivosti, specifické léčby čichové dysfunkce způsobené onemocněním COVID-19 (O'Byrne et al., 2022).

Jistou možností úpravy čichových funkcí nabízí plasticita nervového systému. Čichový trénink ve smyslu každodenní expozice určitým pachům vede ke zlepšení čichových schopností (Sorokowska et al., 2017, s. 25). U přetrvávající poruchy čichu po COVID-19 se prozatím zdá, že čichový trénink vede ke zlepšení pouze v periferních aspektech čichové funkce. Porucha centrálního zpracování čichového signálu přetrvává (Vandersteen et al., 2022, s. 1). Vzhledem k tomu, že imaginace vůně vede ke zvýšené aktivitě sensorických oblastí specifických pro čich, které jsou aktivovány skutečnou vůní (Djordjevic et al., 2005, s. 800), lze využít imaginativní techniky zaměřené na vůni ke zlepšení čichu jednak u zdravých lidí (Tempere et al., 2014, s. 1), ale někteří autoři doporučují jeho využití i u ztráty čichu způsobené onemocněním COVID-19 (Tempere, Sicard a de Revel, 2020, s. 1–2). Klinickou účinnost těchto technik v praxi je však nutné ověřit.

V léčbě, ale i v prevenci závažného průběhu onemocnění COVID-19, má neméně klíčový význam pravidelná a přiměřená pohybová aktivita. To je dáno nejenom jejím pozitivním účinkem na imunitní systém a zánětlivé procesy, ale také na ostatní orgánové soustavy (Cattadori et al., 2022, s. 1; da Silveira et al., 2021, s. 15, 24; Jimeno-Almazán et al., 2021, s. 7–11). Potenciální přínos cvičení v souvislosti s postcovidovým syndromem je graficky znázorněn na Obrázku 3 (s. 24).



**Obrázek 3** Potenciální benefity cvičení na nejčastější klinické projevy postcovidového syndromu (Jimeno-Almazán et al., 2021, s. 8)

Mezi další preventivní opatření zmírňující rizika onemocnění patří používání osobních ochranných pomůcek, zachovávání hygienických postupů a sociální izolace a dodržování zásad zdravého životního stylu včetně technik psychohygieny, pohybových a jiných aktivit, které vedou k posílení imunitního systému (da Silveira et al., 2021, s. 25).

Jisté eventuality svým protizánětlivým účinkem nabízí některé prostředky fyzikální terapie. U léčby následků COVID-19 se například využívá nízkoúrovňové laserové terapie (de Matos, 2021, s. 13) či vysokointenzivního elektromagnetického pole (Silantyeva, 2020, s. 322).

Dalším konkrétním možností ovlivnění sympatovagální balance, respektive dysregulace ANS, jakožto jedné z cest k terapii postcovidových následků je věnována kapitola 1.2.6 Možnosti regulace sympatovagální balance.



## 1.2 Autonomní nervový systém

ANS, jinak také visceromotorický nervový systém či zastarale vegetativní nervový systém, je funkčním oddílem nervové soustavy, který má části v centrálním i periferním nervovém systému (Haines a Terrel, 2018 s. 3; Hudák a Kachlík, 2013, s. 366–367). Tvoří ho rozsáhlá síť vzájemně propojených neuronů, které jsou lokalizovány v podstatě v celém těle (Bear, Conors a Paradiso, 2016, s. 531). ANS není pouze periferní složkou nervového systému, ale rozprostírá se od centrálního po periferní nervový systém s četnými pregangliovými a postgangliovými oblastmi, které napomáhají udržovat a řídit homeostázu (Gibbons, 2019, s. 415).

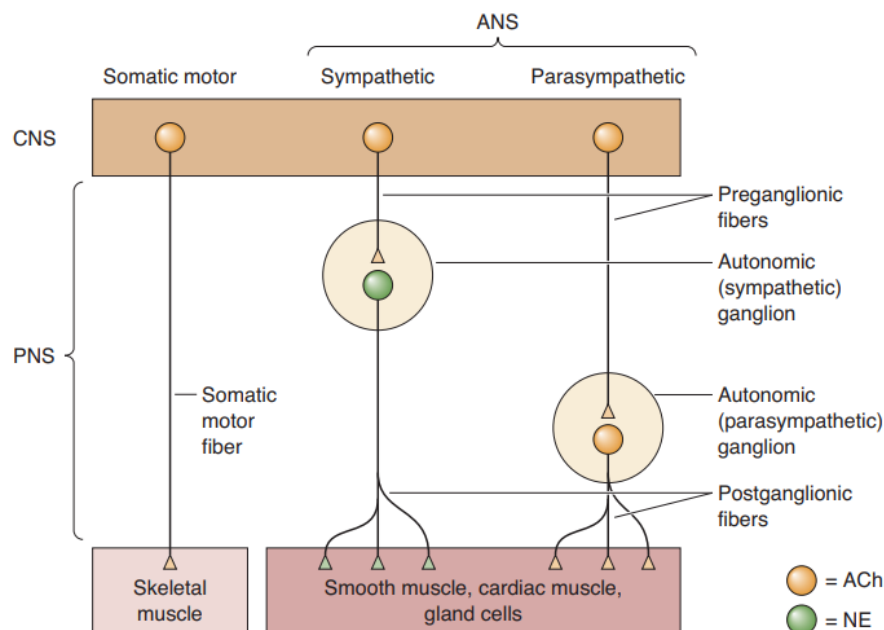
Neurony ANS inervují hladkou svalovinu (orgánů, cév a kůže), srdeční svalovinu a žláznový epitel nebo struktury tvořené kombinací těchto tkání (Jones a Kaufman, 2018, s. 430). Slovem autonomní je zdůrazňována relativní nezávislost funkce tohoto systému na CNS, a to i na volných procesech. To je vysvětleno tím, že do ANS jsou kromě neuronů v CNS zapojeny také neurony v gangliích mimo CNS, a rovněž neurony ve stěnách orgánů, které fungují i bez přímého vlivu vyšších etází (Čihák, 2016, s. 610).

Ačkoliv je ANS relativně nezávislým systémem, nefunguje odděleně od CNS. Autonomní funkce periferního nervstva do jisté míry podléhají regulacím z CNS. Významný vliv na parasympatická a sympatická centra v mozkovém kmeni mají sestupné dráhy limbického systému, zejména tractus mamillotegmentalis a pedunculus mamillaris, sestupné dráhy hypothalamu a tractus hypothalamospinalis. Důležitou funkci v regulaci funkce ANS mají také retikulární formace a jejich centra, např. vasomotorické, dýchací a centra autonomních reflexů. Tyto regulace umožňují komplexní a cílené reakce nervového systému jako celku (Čihák, 2016, s. 625). Druhá, Grim a Smetana (2013, s. 86) doplňují, že ANS jsou nadřazeny řídicí struktury CNS uložené v míše a mozgovém kmeni, přičemž nejvyšší řídicí centrum se nachází v hypothalamu.

Vůbec jedním z nejdůležitějších autonomních řídicích center, jehož neurony mají významnou roli při řízení stresu, metabolismu, růstu, reprodukce, imunitního systému, regulace příjmu potravy a energetického výdeje, gastrointestinálních, renálních a kardiovaskulárních funkcí a dalších činností ANS včetně vlivu na hypothalamo-hypofyzární osu, se zdá být paraventriculární jádro hypothalamu (Ferguson, Latchford a Samson, 2008, s. 717; Qin, Li a Tang, 2018, s. 3466–3467). Struktur, které jakýmkoliv způsobem modifikují autonomní funkce, je však celá řada (Shouman a Benarroch, 2023, s. 11–15).

Aktivita neuronů ANS je rovněž závislá na vnitřní struktuře senzomotorických programů motorické hierarchie a na jejich třech globálních vstupních systémech. Mezi tyto vstupy patří exteroceptivní a interoceptivní senzorické systémy (monitorují procesy v těle nebo v zevním prostředí, generují reflexní chování), kortikální systémy (zodpovídají za kontrolu chování na základě procesů souvisejících s kognitivními a afektivně-emocionálními procesy) a behaviorální stavové systémy (kontrolují pozornost, vzrušení, spánek/bdění, cirkadiální rytmy). Chování je definováno jako záměrná motorická činnost těla v prostředí. Vzniká koordinovanou aktivací somatomotorických neuronů, které zajišťují pohyb těla v prostředí, a autonomních a neuroendokrinních motorických neuronů, jejichž aktivace vede k přípravě a úpravě vnitřního prostředí a tělesných orgánů umožňujících pohyb těla. Senzorické, kortikální a stavové vstupní systémy spolu obousměrně komunikují. Jakákoliv změna v těchto vstupních systémech by se následně měla odrazit v aktivitě neuronů cílových autonomních drah, a tím pádem i v autonomní regulaci různých orgánových systémů (Jänig, 2022, s. 2–4).

Na rozdíl od somatomotorického eferentního systému systém visceromotorický řídí své efekторы prostřednictvím dvouneuronové dráhy (Obrázek 4, s. 26). Neurony vedoucí signály do autonomních ganglií jsou označovány jako pregangliové neurony a nachází se v míše a mozgovém kmeni. V autonomních gangliích, která leží mimo CNS, jsou neurony nazývané jako postgangliové neurony (Bear, Conors a Paradiso, 2016, s. 532–533). Buněčná těla viscerosenzitivních vláken jsou uložena ve spinálních gangliích a v gangliích devátého a desátého hlavového nervu (Druga, Grim a Smetana, 2013, s. 87).

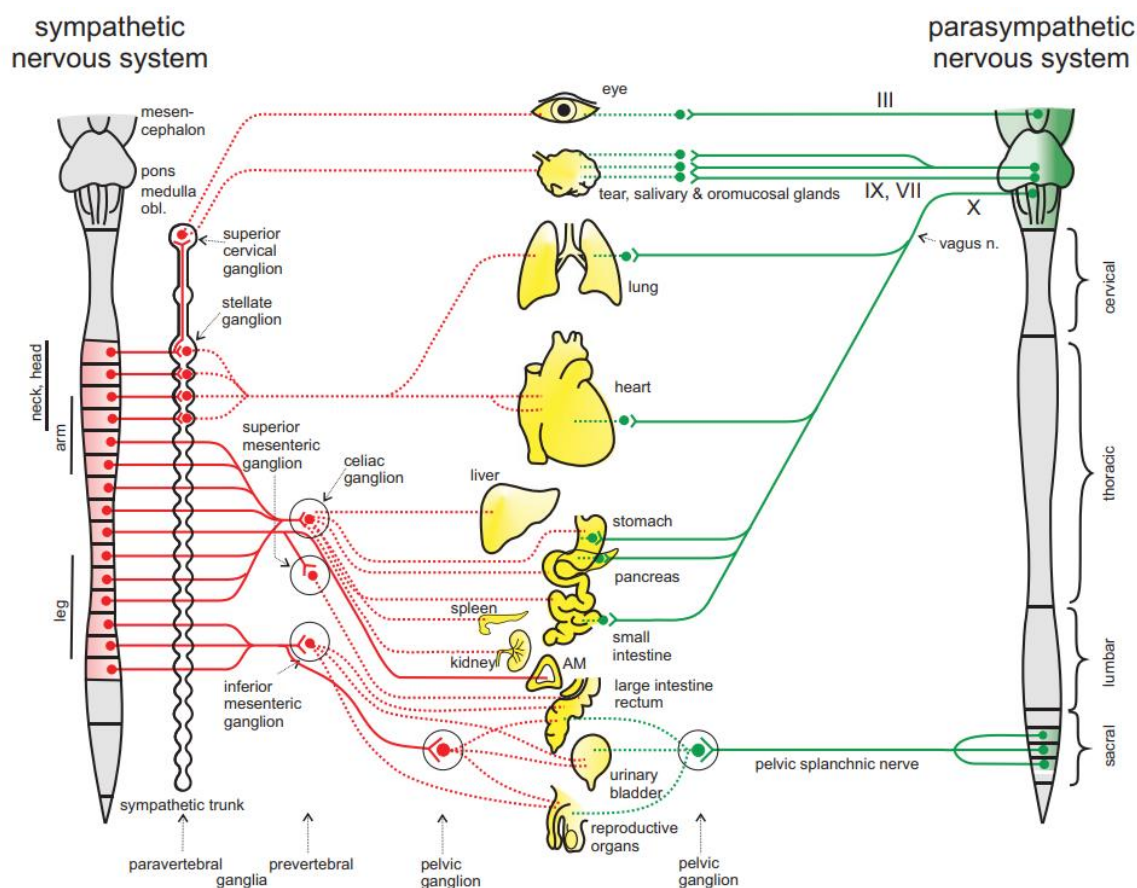


**Obrázek 4** Uspořádání nervových výstupů CNS (Bear, Conors a Paradiso, 2016, s. 532)  
 Legenda: ACh – acetylcholine; NE – norepinephrine; PNS – peripheral nervous system

## 1.2.1 Dělení autonomního nervového systému

Dlouhodobě uznávané rozdělení ANS na dva systémy, sympatický a parasympatický, bylo doplněno třetím systémem, enterickým. Gastrointestinální trakt byl dlouho považovaný za jeden z mnoha orgánů inervovaných sympatickým a parasympatickým nervovým systémem. Je však natolik jedinečný, aby mohl být akceptován za vlastní složku ANS (Gibbons, 2019, s. 412).

Vzhledem k míšním segmentům, ze kterých vystupuje, je sympatický nervový systém označován také jako thorakolumbální systém (Obrázek 5, s. 27). Jeho ganglia jsou lokalizována blíže k CNS, tudíž sympatické dráhy mají častěji krátká pregangliová a dlouhá postgangliová vlákna. Oproti tomu parasympatický nervový systém vychází z mozkového kmene (z prodloužené míchy a středního mozku) a sakrální míchy, proto je analogicky nazýván jako kraniosakrální systém. Má ganglia umístěna blíže k efektorové tkáni. Z toho plyne, že parasympatické dráhy mají obvykle dlouhá pregangliová a krátká postgangliová vlákna (Jänig, 2022, s. 32; Jones a Kaufman, 2018, s. 430).



**Obrázek 5** Sympatický a parasympatický nervový systém (Jänig, 2022, s. 10)  
Legenda: AM – *adrenal medulla*. Přerušované čáry znázorňují pregangliové axony, tečkované čáry reprezentují postgangliové axony. Výstupy sympatiku do kůže a hlubokých somatických struktur končetin a trupu nejsou zobrazeny.

Některé výzkumy však naznačují, že parasympatický nervový systém přijímá vstupy výhradně z hlavových nervů, zatímco sympatický nervový systém z míšních nervů, od hrudních po křížové včetně. Neurony inervující pánevní orgány (rektum, močový měchýř, genitály) v sakrální části ANS, které byly označovány jako parasympatické, se jeví být pouze sympatické (Espinosa-Medina et al., 2016, s. 893).

Sympatikus je významně rozsáhlejší systém než parasympatikus. Inervuje viscerální struktury ve všech částech těla, zatímco parasympatická vlákna nejsou vůbec obsažena v končetinách a tělních stěnách. Primárním neurotransmiterem pregangliových neuronů sympatiku i parasympatiku je acetylcholin. Stejně tak je tomu u všech postgangliových neuronů parasympatiku a vláken sympatiku vedoucích k potním žlázám. Všechna ostatní postgangliová vlákna sympatiku uvolňují noradrenalin (Jones a Kaufman, 2018, s. 430–432).

Ačkoliv to nemusí být na první pohled patrné, většina cílových tkání je inervována pouze jednou větví ANS. Cílové tkáně, které jsou inervovány oběma systémy, jsou například pacemakerové buňky a srdeční síně, detruzor močového měchýře a močové trubice, krevní cévy v erektilní tkáni, slinných žlázách a ústní sliznici a intrakraniální krevní cévy (Jänig, 2022, s. 22).

Obecně je přijímáno shrnutí, že sympatikus je zaměřen na rychlou mobilizaci energie a její rychlé využití (*fight or flight*), kdežto parasympatikus na dlouhodobé udržení organismu, vytvoření energie a její uložení (*rest and digest*) (Druga, Grim a Smetana, 2013, s. 86). Toto zjednodušení však může vést k některým miskoncepcím. Jednou z nich je právě představa, že aktivita sympatiku je primárně fázičká, zatímco aktivita parasympatiku tonická. Což může vést k domněnkám, že jakékoliv známky tonické aktivity sympatiku jsou patologické. Mezi fyziologické tonické aktivity sympatiku patří například vasokonstrikce kůže, svalů a střev, inhibice střevní motility či kontrakce vnitřního svěrače močové trubice. Naproti tomu mezi fázičkovou aktivitu parasympatiku lze zařadit produkci slz při pláči, salivaci při mluvení či jezení, sekreci pankreatu, močení nebo erekci (Gibbins, 2013, s. 171–172).

Chybná je i koncepce fungování sympatiku způsobem „všechno nebo nic“. Stejně tak je mylná představa univerzálního antagonismu mezi sympatikem a parasympatikem. Za fyziologických podmínek reaguje většina autonomních cílových tkání pouze na jednu z větví ANS. Opačné reakce na sympatické a parasympatické vstupy jsou spíše výjimkou než pravidlem. Tam, kde existuje reciproční účinek těchto dvou větví ANS na některé cílové tkáně, lze obvykle ukázat, že tyto větve fungují synergicky, nebo že uplatňují svůj vliv za různých funkčních podmínek. Například opačné působení těchto systémů na velikost zornice je důsledkem odlišných cílových svalů, které mají opačnou funkci. K vyvrácení představy

o univerzálním antagonismu přispělo zjištění, že cirkulující noradrenalin nemá za fyziologických podmínek žádnou detekovatelnou funkci. Cirkulující adrenalin, jehož uvolňování je regulováno sympatikem, je metabolickým hormonem a za fyziologických podmínek nevyvolává autonomní efektorové reakce. Tato zjištění vyvrací představy o obecně fungujícím sympato-adrenálním systému (Jänig, 2022, s. 22, 32, 131).

Je také důležité si uvědomit, že účinky ANS na jeho cílové orgány nejsou nutně stejné jako reakce těchto efektorových orgánů na exogenní transmitery nebo na cirkulující adrenalin z dřeně nadledvin (Jänig, 2022, s. 22).

Třetí větev ANS, tedy enterický nervový systém (ENS), někdy též označovaný jako „druhý mozek“ kvůli jeho značné autonomii, je jedinečný nervový systém tvořený nervovými pleteněmi a malými ganglii nacházející se ve stěně trávicí trubice od kardie žaludku až po horní okraj musculus sphincter ani internus (Čihák, 2016, s. 624). Skládá se ze dvou komplikovaných neuronálních sítí, které jsou nazývané myenterický (Auerbachův) a submukózní (Meissnerův) plexus. Každý z těchto plexů obsahuje senzorké nervy, interneurony a autonomní motorické neurony. Neuronální síť ENS řídí mnoho procesů spojených s transportem a trávením potravy (Bear, Conors a Paradiso, 2016, s. 536).

## **1.2.2 Význam autonomního nervového systému**

ANS svou strukturou i funkcí funguje jako rozhraní mezi vnitřním a zevním prostředím. Integruje informace z obou typů prostředí. Koordinací tělesných funkcí, jako jsou kardiovaskulární a respirační kontrola, termoregulace, gastrointestinální motilita, vylučovací funkce močového a střevního systému, reprodukce, metabolické a endokrinní procesy, zajišťuje homeostázu lidského organismu, tedy jeho optimální fungování. Podílí se na adaptaci biologických funkcí na stres, což je klíčové pro přežití, adaptaci i evoluci. To odkazuje na další významnou úlohu ANS, a to je zajištění přežití druhu v podobě plození potomků. Tyto různorodé úkoly vyžadují komplexní reakce a závisí na integraci behaviorálních a fyziologických reakcí (Waheed a Vizzard, 2023, s. 17). Kromě toho existuje úzká integrace mezi ANS a emočními a kognitivními funkcemi nervového systému (Roy a Green, 2019, s. 1).

Základní emoce lidí jsou doprovázeny autonomně zprostředkovanými vzorci reakcí, které jsou charakteristické pro každou emoci. Emocionální stavy, somatomotorické (výraz obličeje) a autonomní vzorce jsou vzájemně propojeny. Adaptivní autonomní vzorce během hněvu a strachu jsou generovány a zprostředkovány amygdalou. Struktury CNS, které jsou zapojeny do vytváření autonomních vzorců ostatních základních emocí (štěstí, překvapení, smutek, znechucení), nejsou tak dobře pochopeny (Jänig, 2022, s. 393–394). Obecně lze shrnout, že

negativní emoce, ať už je to strach, hněv nebo úzkost, vedou ke zvýšení patologické reakce sympatiku (Poděbradská, 2018, s. 61).

Hypothalamus jako nejvyšší řídicí centrum ANS nedostává aferentní informace pouze z vnitřních orgánů, ale i z dalších oddílů mozku, zejména z limbického systému, který je zodpovědný za vnitřní citění (pocit v útrokách) a emoce. Proto je tak důležité vytvoření vhodného prostředí pro terapii. Vhodné prostředí vede ke zlepšení účinnosti léčby tím, že limbický systém předá informaci o dobrém emočním rozpoložení pacienta hypothalamu, což má rovněž pozitivní účinek na ANS. Tato rovnice však platí i opačně. Jakékoliv poruchy hypothalamu mohou negativně ovlivnit ANS (Dierlmeier, 2018, s. 25–26). Paraventriculární jádro hypothalamu se navíc významně zapojuje do hypothalamo-hypofyzárně-adrenokortikálních reakcí a částečně se podílí na zvládnutí chronického stresu (Herman a Tasker, 2016, s. 1).

I v souvislosti s pandemií COVID-19 se jeví jako klíčová schopnost ANS regulovat imunitní odpověď organismu. ANS a imunitní systém spolu úzce spolupracují, nelze je tedy chápat jako oddělené systémy. Eferentní autonomní neurony působící v reflexních okruzích zajišťují integrální kontrolu imunitních funkcí na lokální i systémové úrovni, což v případě potřeby vede ke spuštění a zesílení lokálních imunitních reakcí, ale také k vyřešení zánětu a obnovení homeostázy. Zánět jako důsledek akutní imunitní reakce je fyziologickou záležitostí, která vzniká jako výsledek rychlé interakce mezi ANS a imunitním systémem. Kdežto reflexní porucha ANS s hyperaktivitou sympatiku se může podílet na vzniku akutního hyperzánětu. Hyperaktivita sympatiku spouští hyperaktivitu imunitního systému (cytokinovou bouři), která může vést až k poškození tkání. Naopak adekvátní aktivita parasympatiku, zejména vagového nervu, inhibuje zánět, oxidační stres a snižuje aktivitu sympatiku. Tato zjištění otvírají možnosti nejen k léčbě chronických zánětlivých onemocnění (De Couck, Nijs a Gidron, 2014, s. 1099; Fischer et al., 2022, s. 1; Udit, Blake a Chiu, 2022, s. 168–169). K regulaci imunitní odpovědi významně přispívá i ENS (Wang et al., 2022, s. 35).

Kontrola cirkadiánních rytmů, cyklů spánku-bdění, energetické rovnováhy a glukózové homeostázy je taktéž do jisté míry zprostředkována ANS (Hyun a Sohn, 2022, s. 374; Riganello et al., 2019, s. 1). Zajímavá je i role ANS, zejména sympatiku, při modulaci svalové funkce a bolesti prostřednictvím několika mechanismů. Mezi tyto mechanismy patří ovlivnění průtoku krve svalem (nevyvážená vazokonstrikce), svalová aktivace (modulace kontraktility) a propiocepce (alterovaná citlivost svalových vřetének). Tyto mechanismy se vzájemně ovlivňují, ale nevylučují a podporují vznik i udržování chronické bolesti (Hallman a Lyskov, 2012, s. 40). Pro chronickou bolest je také typické snížení aktivity parasympatiku, což opět

naznačuje možné terapeutické intervence v podobě stimulace vagového nervu (De Couck, Nijs a Gidron, 2014, s. 1099; Tracy et al., 2016, s. 7).

Nejen z pohledu fyzioterapie je důležité, že inervace sympatickou větví ANS je nezbytná pro normální funkci amorfního mezibuněčného vaziva. Sympatická inervace zasahuje do všech vazivových struktur, včetně vmezeřeného vaziva ve svalech a fasciích. Má významný vliv na tixotropii tekutin a vaziva prostřednictvím hydratace kyseliny hyaluronové. Negativní změny hydratace kyseliny hyaluronové mohou vést ke vzniku kloubních blokády, hyperalgetických zón či lepení fascií (Poděbradská, 2018, s. 60; Poděbradský a Poděbradská, 2009, s. 39).

Sympatický nervový systém taktéž reguluje motorickou inervaci kosterního svalstva a stabilitu acetylcholinového receptoru (Rodrigues et al., 2019, s. 1–2). Novodobá zjištění naznačují potenciál autonomních vláken aberantně reinervovat denervované svaly obličeje a měnit populaci svalových vláken (Tereshenko et al., 2022, s. 8297).

Další obecné funkce sympatického a parasympatického nervového systému jsou znázorněny na Obrázku 6 (s. 31). Ačkoliv se jejich funkce mohou zdát na první pohled antagonistické, jejich vztah je komplementární. Dochází k neustálému vyvažování aktivit obou větví, hledání balance (zejména sympatovagální) k zajištění optimálního fungování organismu vedoucí k fyziologii, tedy ideálně ke stavu úplného zdraví. Komplementární, synergický vztah těchto systémů dokládá například jejich synergie při úplném pohlavním aktu (Bear, Conors a Paradiso, 2016, s. 535).

Organ	Sympathetic nervous system (SNS)	Parasympathetic nervous system (PNS)
<i>Eye</i>		
Pupil	Dilatation	Constriction
Ciliary muscle	Relax (far vision)	Constrict (near vision)
Lacrimal gland	Slight secretion	Secretion
Parotid gland	Slight secretion	Secretion
Submandibular gland	Slight secretion	Secretion
Heart	Increased rate	Slowed rate
	Positive inotropism	Negative inotropism
Lungs	Bronchodilation	Bronchodilation
Gastrointestinal tract	Decreased motility	Increased motility
Kidney	Decreased output	None
Urinary bladder	Relax detrusor	Contract detrusor
	Contract sphincter	Relax sphincter
Penis	Ejaculation	Erection
Sweat glands	Secretion	Palmar sweating
Piloerection muscles	Contraction	None
<i>Blood vessels</i>		
Arterioles	Constriction	None
<i>Muscle</i>		
Arterioles	Constriction or dilatation	None
Metabolism	Glycogenolysis	None

**Obrázek 6** Základní funkce sympatiku a parasympatiku (Waheed a Vizzard, 2023, s. 26)

Třetí větev ANS, ENS, je největší a nejsložitější jednotkou periferního nervového systému. Jeho neurony, kterých je přibližně 600 milionů, uvolňují velké množství neurotransmiterů, které usnadňují motorické, senzorické, absorpční a sekreční funkce gastrointestinálního traktu. ENS je regulován CNS prostřednictvím vagového, thorakolumbálního a lumbosakrálního vstupu, je však schopen fungovat i bez něj. Funkce ENS zahrnují posun potravy, manipulaci se živinami, regulaci krevního toku, ale i imunitní obranu (Fleming et al., 2020, s. 1, 7).

### **1.2.3 Dysregulace autonomního nervového systému**

Vzhledem k tak významné roli, jakou v lidském organismu ANS zastává, není žádným překvapením, že jeho dysregulace vede k celé řadě dysfunkcí a onemocnění. A to ať už k onemocněním, které jsou spojeny s primární dysfunkcí ANS, nebo jako dílčí prvek v patofyziologii řady komplexních poruch (například úzkostné a panické stavy, chronický únavový syndrom, regionální bolestivé syndromy), ve kterých se objevuje jako společný jmenovatel a klíčový mediátor (Waheed a Vizzard, 2023, s. 17). Chybná odpověď ANS stojí na začátku závažných komplikací úrazů a jejich léčby, například komplexního regionálního bolestivého syndromu typu I (Poděbradská, 2018, s. 60).

Změna funkce ANS, která nepříznivě ovlivňuje zdraví, je označována pojmem dysautonomie. Tyto změny mohou být přechodné, příležitostné, ale i progresivní, jako je tomu u neurodegenerativních onemocnění. Změny funkce ANS se mohou týkat jednak poruch, u kterých hraje primární patofyziologickou roli změněná autonomní funkce, ale také poruch, jejichž nezávislý patologický stav tato změna funkce pouze zhoršuje (Goldstein et al., 2002, s. 753). Pro dysautonomie s poškozením sympatického a/nebo parasympatického kardiovaskulárního ANS se v současnosti používá termín kardiovaskulární autonomní neuropatie. Může být idiopatická (multisystémová atrofie, autonomní selhání), nebo sekundární k systémovým patologiím, mezi kterými lze zmínit diabetes mellitus, neurodegenerativní onemocnění, Parkinsonovu chorobu, syndromy demence, chronické selhání ledvin nebo amyloidózu. Vyskytnout se může i u starších osob (Rocha et al., 2021a, s. 814).

Opavský (2018, s. 632) rozlišuje autonomní dysfunkce na generalizované (systémové) a lokalizované. Mezi lokalizované autonomní poruchy zařazuje Hornerův syndrom, Adieho syndrom, komplexní regionální bolestivý syndrom typu I, syndrom krokodýlích slz (Bogoradův syndrom) a harlekýnský syndrom. Pro přehlednost rozděluje tyto dysfunkce ještě na závažnější postižení periferního ANS a na převažující postižení centrálního ANS. U některých stavů dochází k postižení obou částí.



Mezi postižení periferního ANS se řadí autonomní neuropatie hereditární, metabolicky podmíněné (diabetická, u chronického selhání ledvin, jaterních onemocnění, amyloidózy, porfyrie a Guillain-Barrého syndromu) a autoimunitně podmíněné (systémový lupus erythematosus, sklerodermie, Sjögrenův syndrom a další systémová onemocnění pojiva). Dále do této skupiny náleží autoimunitní autonomní gangliopatie, akutní dysautonomie u infekčních onemocnění, paraneoplastické autonomní neuropatie, čisté autonomní selhání, toxicky a lékově vyvolané autonomní dysfunkce (Opavský, 2018, s. 632–636).

Centrální autonomní poruchy je možné identifikovat u Parkinsonovy nemoci, multisystémové atrofie, demence s Lewyho tělisky, fatální familiární insomnie, Rettova syndromu, míšních poranění a dalších onemocnění nervového systému, jako jsou cévní mozkové příhody, těžká kraniocerebrální traumata, epileptické syndromy, syringomyelie a syringobulbie nebo syndrom spánkové apnoe. K dalším stavům a diagnózám s autonomními dysfunkcemi patří synkopy, syndrom posturální ortostatické tachykardie nebo tetanie (Opavský, 2018, s. 636–638).

Autonomní dysfunkce se může projevovat řadou zdánlivě nesouvisejících symptomů, které mohou být generalizované. A to včetně únavy, potíží s koncentrací, nebo postižení specifických systémů. Mohou zahrnovat různé kombinace srdečních (tachykardie/bradykardie, palpitace), vazomotorických (ortostatická intolerance, hypertenze), senzorických (bolesti v horní části zad), gastrointestinálních (hypersalivace/hyposalivace, zácpa, průjem nebo nauzea), urogenitálních (inkontinence moči, časté močení, retence moči, erektilní dysfunkce, impotence u mužů a snížené libido, abnormální menses), sudomotorických (zvýšené nebo snížené pocení – někdy s nesnášenlivostí tepla), oftalmologických (zhoršená akomodace čočky často vedoucí k nesnášenlivosti světla, zvýšená nebo snížená tvorba slz, potíže se zrakem) a neurologických (bolest, necitlivost nebo pocit pálení končetin, zhoršení paměti a kognitivních funkcí, poruchy spánku) příznaků (Rocha et al., 2021b, s. 982; Wells a Tonkin, 2016, s. 1136).

Opavský (2018, s. 626) mezi projevy a symptomy dysfunkcí ANS zařazuje také snížení respirační sinusové arytmie, snížení HRV v zátěžových situacích, poruchy baroreflexních odpovědí, ztrátu cirkadiálních rytmů HRV a krevního tlaku, abnormality cévních reakcí, neuropatický edém. Dále také poruchy motility jícnu, žaludku a střev, anorektální dysfunkce, inkontinence, retrográdní ejakulaci, poruchy poševní sekrece, snížení sekrece katecholaminů na zátěž a další.

V souvislosti s COVID-19 se vyskytují následující symptomy autonomní dysfunkce: závratě, točení hlavy, vertigo, synkopa, klidová tachykardie, palpitace, bolesti na hrudi, zácpa, průjem, nevolnost, dušnost, změny nálady, únava, zhoršená výkonnost, vyčerpání po cvičení,

tremor, přerušovaný spánek, pocení, zhoršená koncentrace, úzkost, citlivost na zvuk a světlo, bolesti hlavy (Becker, 2021, s. 700).

Tyto příznaky u osob s autonomní dysfunkcí může spouštět a potencovat horké a vlhké prostředí, dehydratace, konzumace alkoholu, psychický stres, spánková deprivace, protrahované stání, těsné oblečení nebo nadměrná námaha (Becker, 2021, s. 700).

Přetrvávající příznaky u postcovidového syndromu mohou být vysvětleny dysregulací ANS ve prospěch sympatiku. Zhoršená parasymptická aktivita, zejména snížená aktivita vagu, tedy nabízí terapeutický cíl nejen v léčbě postcovidových příznaků (Acanfora et al., 2022, s. 1). Navrácení optimální sympatovagální balance formou stimulace nedostatečné aktivity vagu se jeví jako vhodná možnost při léčbě i jiných zánětlivých stavů (Bellocchi et al., 2022, s. 1).

#### **1.2.4 Hodnocení funkce autonomního nervového systému**

Poruchy ANS hrají klíčovou roli v patogenezi a klinickém průběhu mnoha onemocnění. Toto zjištění mělo za následek prudký rozvoj možností klinického hodnocení autonomních funkcí. Hodnocení autonomních funkcí je obtížné a časově náročné. Vyžaduje přesnost a zkušenosti. Základem úspěchu je standardizace podmínek testování a jejich přísné dodržování (Zygmunt a Stanczyk, 2010, s. 11, 17).

Dostupnost standardizovaných, dostatečně senzitivních a validizovaných neinvazivních elektrodiagnostických testů, které hodnotí funkční integritu ANS, umožňuje lépe rozpoznat poruchy ANS v klinické praxi (Cheshire et al., 2021, s. 679).

Většina ANS je nepřístupná pro přímé fyziologické testování. Proto jsou v klinickém prostředí nejrozšířenější techniky, které posuzují reakci koncového orgánu na fyziologickou provokaci (Freeman a Chapleau, 2013, s. 115).

Klíčový význam v diagnostice autonomních dysfunkcí má vyšetření kardiovaskulárního systému (srdeční frekvence a krevního tlaku) pomocí vhodných testů. Nejčastěji se využívají kardiovaskulární autonomní reflexní testy (například zkouška hlubokého dýchání, dřepu, ortostatická a klinostatická zkouška, izometrická kontrakce ruky, ponoření obličeje do chladné vody, chladový test na části těla atd.) a hodnocení HRV (Opavský, 2018, s. 625–627).

Testy hodnotící funkci ANS lze vymezit na testování funkce kardiovaskulární adrenergní, kardiovagální a sudomotorické. K základním kardiovaskulárním adrenergním testům náleží Valsalvův manévr a *Tilt table test*, u kterých je hodnocenými ukazateli srdeční frekvence a krevní tlak. Tyto testy jsou klíčové pro hodnocení ortostatické hypotenze. Mezi kardiovagální testy odrážející vliv vagového nervu na HRV přísluší hodnocení HRV v různých situacích (hluboké dýchání, změny polohy těla aj.), Valsalvův poměr a poměr 30:15.

Do poslední skupiny sudomotorických testů patří kvantitativní sudomotorický test (*Quantitative sudomotor axon reflex test*), termoregulační potní test (*Thermoregulatory sweat test*) a sympatická kožní odpověď (Cheshire et al., 2021, s. 669–673).

Vliv vagového nervu na HRV je důležitým aspektem autonomní regulace. Tato parasympatická regulace probíhá rychleji než změny v kardiovaskulární sympatické adrenergní funkci (Cheshire et al., 2021, s. 670–671).

HRV je cenným ukazatelem integrity ANS. Lze ji mimo jiné využít jako ukazatel distresu i zotavení (Park et al., 2018, s. 830) nebo úspěšnosti dané intervence (Routledge et al., 2010, s. 303). V poslední době našla uplatnění i jako prognostický nástroj u onemocnění COVID-19 (Mol et al., 2021, s. 9; Taman et al., 2023, s. 1–5). Snímání HRV nabízí možnost kvantifikovat míru poruchy ANS. Vzhledem k tomu, že pro potřeby výzkumné části této práce bylo využito snímání HRV, je této metodě věnována samostatná podkapitola.

### **1.2.5 Variabilita srdeční frekvence**

Snímání HRV je neinvazivní, praktický a reprodukovatelný způsob hodnocení funkce ANS. Předpokládá se, že proměnlivá srdeční frekvence reagující na zevní i vnitřní požadavky poskytuje jakousi výhodu přežití. Zatímco snížená HRV může být spojena s horším zdravotním stavem a výsledky (Routledge et al., 2010, s. 303). Toto tvrzení dokládá také zjištění, že i onemocnění COVID-19 je obecně spojeno s nižší HRV v porovnání se zdravou populací (Taman et al., 2023, s. 5).

V komplexnějším pojetí HRV nezrcadlí pouze rovnováhu v ANS. Mnohá testování jsou založena na paradigmatu recipročního působení sympatiku a parasympatiku. Některé perturbace však nevyvolávají reciproční, ale paralelní změny vagové a sympatické nervové aktivity. Novější integrační teorie hovoří o tom, že HRV odráží stav srdce stejně jako stav mozku. Polyvagální teorie předpokládá, že fyziologický stav určuje rozpětí chování a psychického prožívání. Stresové události totiž udržují autonomní systém a následně i chování v určité rytmicitě a tím i k bdělosti a připravenosti. Dle této teorie představuje snížená HRV základní homeostatický ukazatel patologického stavu. Což dokládají i zjištění, že nižší hodnoty parametrů HRV korelují se zkrácenou délkou života. Neuroviscerální integrační model předkládá teorii, že by parametry HRV odrážející aktivitu vagu mohly reflektovat funkční rovnováhu neuronálních sítí zapojených do interakcí emocí a kognice (Ernst, 2017, s. 1).

Pojmem HRV se označují oscilace časových intervalů mezi po sobě jdoucími srdečními kontrakcemi (R-R intervaly na EKG křivce). HRV odráží eferentní působení sympatiku a vagu na sinoatriální uzel, jež je modulováno centrálními a periferními faktory (Task Force

of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996, s. 1043–1052).

K získání EKG signálu se používají monitory srdeční frekvence s jedním nebo více kanály, jejichž signály EKG procházejí analogově-digitálním převodníkem a jsou uloženy pro další zpracování a analýzu. Dále se využívají monitory srdečního tepu pro krátkodobý záznam (například Polar) nebo monitory pro dlouhodobý záznam (například 24hodinový Holter). K dispozici jsou také systémy získávání biologického signálu spojené se zesilovačem EKG (Catai et al., 2020, s. 95). V současnosti lze využít i funkci chytrého telefonu k analýze HRV prostřednictvím nejrůznějších aplikací. Jedná se například o aplikaci *ithlete* a *Firstbeat* (Botek, Krejčí a McKune, 2017, s. 49–50).

Monitorování HRV může být dlouhodobé (24 hodin), krátkodobé (~ 5 minut) a ultrakrátkodobé (kratší než 5 minut). Dlouhé záznamy lépe zachycují procesy s pomalejšími fluktuacemi (například cirkadiánní rytmy) a reakce kardiovaskulárního systému na širší škálu okolních podnětů. Krátkodobá měření HRV utváří dva překrývající se procesy. Prvním je dynamický vztah mezi sympatickou a parasympatickou větví ANS. Druhým jsou pak regulační mechanismy, které řídí srdeční frekvenci prostřednictvím respirační sinusové arytmie (tj. dýcháním řízené zrychlení a zpomalení srdce prostřednictvím vagového nervu), baroreceptorového reflexu (negativní zpětnovazební kontrola krevního tlaku) a rytmických změn vaskulárního tonu (Shaffer a Ginsberg, 2017, s. 2–3).

Hodnocení se provádí pomocí časové a frekvenční analýzy nebo nelineárních metod. Indexy HRV časové domény kvantifikují množství variability v časovém období mezi po sobě jdoucími srdečními údery (R-R interval). Parametry frekvenční oblasti udávají absolutní nebo relativní množství energie signálu v různých frekvenčních pásmech. Nelineární měření kvantifikují nepředvídatelnost a komplexnost řady R-R intervalů (Shaffer a Ginsberg, 2017, s. 1–3).

Mezi hodnocené parametry časové domény patří například SDNN (směrodatná odchylka všech N-N intervalů, tj. R-R intervalů, ze kterých byly odstraněny artefakty), SDANN (směrodatná odchylka průměrných hodnot N-N intervalů z pětiminutových úseků záznamu), rMSSD (druhá odmocnina z průměru umocněných rozdílů mezi sousedními R-R intervaly) nebo pNN50 (procentuální vyjádření po sobě jdoucích R-R intervalů lišících se o více než 50 ms). Hodnocení ANS pouze na základě analýzy časové domény neposkytuje dostatečně senzitivní informace o regulačním vlivu obou větví ANS na srdeční činnost (Botek, Krejčí a McKune, 2017, s. 43, 53–55). Nejen z tohoto důvodu je proto výhodnější využít spektrální (frekvenční) analýzu HRV.

## Spektrální analýza variability srdeční frekvence

Spektrální analýza HRV (SA HRV) převádí záznam R-R intervalů (časová doména) na spektrální výkonovou hustotu (PSD – *power spectral density*), jenž reflektuje závislost výkonu jednotlivých složek signálu na frekvenci (frekvenční doména). Jednou z nejpoužívanějších metod SA HRV je analýza založená na rychlé Fourierově transformaci (Botek, Krejčí a McKune, 2017, s. 55–57).

Analýza PSD poskytuje informace o tom, jak je distribuován výkon (rozptyl a amplituda daného rytmu) v závislosti na frekvenci (časový úsek daného rytmu). Hlavní výhodou SA HRV oproti časové analýze je, že poskytuje informace o frekvenci i amplitudě konkrétních rytmů, a dává tak prostředky pro kvantifikaci různých oscilací v průběhu libovolného časového úseku záznamu HRV (Shaffer, McCraty a Zerr, 2014, s. 9).

SA HRV jednak lépe zachycuje aktivitu vagu, ale sekundárně i aktivitu sympatiku, tedy i sympatovagovou bilanci (Opavský, 2018, s. 629–630; Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996, s. 1053).

Základním principem SA HRV je rozložení nepravidelného průběhu HRV na pravidelné cykly, které představují procesy ovlivňující její kolísání. Pro sympatickou i parasympatickou větev jsou typické odlišné frekvence spektra HRV (parasympatikus reaguje rychleji, sympatikus pomaleji), proto je možné je matematicko-statisticky rozlišit a následně kvantifikovat jejich spektrální výkon (Pumpřila, Sovová a Howorka, 2014, s. 205–206).

Celé frekvenční spektrum HRV lze rozdělit do čtyř frekvenčních pásem, přičemž pro krátkodobé záznamy jsou rozlišitelná tři pásma – vysokofrekvenční (HF – *high frequency*), nízkofrekvenční (LF – *low frequency*) a pásmo velmi nízké frekvence (VLF – *very low frequency*). U dlouhodobého záznamu lze rozlišit ještě ultra nízkou frekvenci (ULF – *ultra low frequency*). Parametry frekvenční domény vypočítávají absolutní nebo relativní výkon signálu v těchto frekvenčních pásmech. Existují jistá omezení délky periody záznamu měření frekvenčního pásma HRV. Minimální doporučená perioda záznamu je pro ULF 24 hodin, VLF 5 minut (preferováno 24 hodin), LF 2 minuty a HF 1 minutu (Shaffer a Ginsberg, 2017, s. 13).

HF spektrum se pohybuje v rozmezí od 0,15 Hz do 0,4 Hz a reflektuje parasympatickou, respektive vagovou aktivitu. Vzhledem k tomu, že odpovídá změnám srdeční frekvence, které souvisí s respiračním cyklem, bývá také nazýváno respiračním pásmem. Rozsah LF pásma je od 0,04 Hz do 0,15 Hz. Výkon signálu v tomto pásmu může být ovlivněn vagovými, sympatickými a baroreflexními mechanismy v závislosti na kontextu (Shaffer, McCraty a Zerr, 2014, s. 9).

Pásmu VLF náleží u krátkého měření rozsah frekvence do 0,04 Hz. U dlouhého záznamu je jeho rozpětí od 0,003 Hz do 0,04 Hz. Toto pásmo je pravděpodobně modulováno eferentní sympatickou aktivitou (Shaffer, McCraty a Zerr, 2014, s. 10–11). Parametry VLF/HF, tj. poměr mezi výkonem ve VLF a HF pásmu, a % VLF, tj. relativní výkon ve VLF vyjádřený v procentech vůči celkovému výkonu, jsou považovány za vhodné ukazatele sympatovagální balance při cvičení (Stejskal et al., 2001, s. 39). Oblast ULF spadá do frekvenčního pásma, které je nižší než 0,003 Hz a reflektuje zejména cirkadiánní rytmy (Shaffer, McCraty a Zerr, 2014, s. 11; Vigo, Siri a Cardinali, 2019, s. 116).

U krátkodobých měření lze zaznamenat jednotlivé hodnoty výkonu v HF, LF a VLF pásmu. Součtem jednotlivých výkonů lze zjistit celkový výkon (PT – *total power*), který vyjadřuje celkovou variabilitu. Jednotkou těchto výkonů je  $\text{ms}^2$ . Vypočítat lze také bezrozměrné ukazatele odrážející poměr jednotlivých výkonů – VLF/LF, VLF/HF, LF/HF (Botek, Krejčí a McKune, 2017, s. 60).

Při hodnocení SA HRV se v tuzemsku běžně používá ortoklinostatický test, který umožňuje posoudit reaktivitu sympatiku a parasympatiku. Při tomto testu dochází ke změnám polohy (leh-stoj-leh) přibližně v pětiminutových intervalech. V každé poloze by mělo být zaznamenáno 300 normálních R-R intervalů. Tento ortoklinostatický test působí postupně jako resetující (ve stoji), a poté vagově provokující (opětovné položení) element. Testuje sympatovagální a baroreceptorovou souhru, která se odráží v sympatiku a vagou modulované HRV (Metelka et al., 2018, s. e337–e338; Stejskal et al., 2002, s. 14).

Hodnocení pomocí tří indexů (komplexní index vagové aktivity, komplexní index sympatovagové rovnováhy a celkové skóre SA HRV), které sdružují všechny věkově závislé ukazatele získané při ortoklinostatickém vyšetření, umožňuje při srovnání se standardními ukazateli snadnější orientaci, jednodušší interpretaci výsledků a jednoznačnou identifikaci méně výrazných změn výkonového spektra. Pojem funkční věk ANS odpovídá celkovému skóre SA HRV vztaženému ke kalendářnímu věku probanda. Čím je funkční věk nižší ve srovnání s věkem kalendářním, tím je lepší výkonnost ANS (Stejskal et al., 2002, s. 13–14). Nevýhodou komplexních indexů je z hlediska každodenní optimalizace tréninkového zatížení časová náročnost vyšetření, kdy celková doba vyšetření může přesáhnout i 20 minut (Botek, Krejčí a McKune, 2017, s. 62).

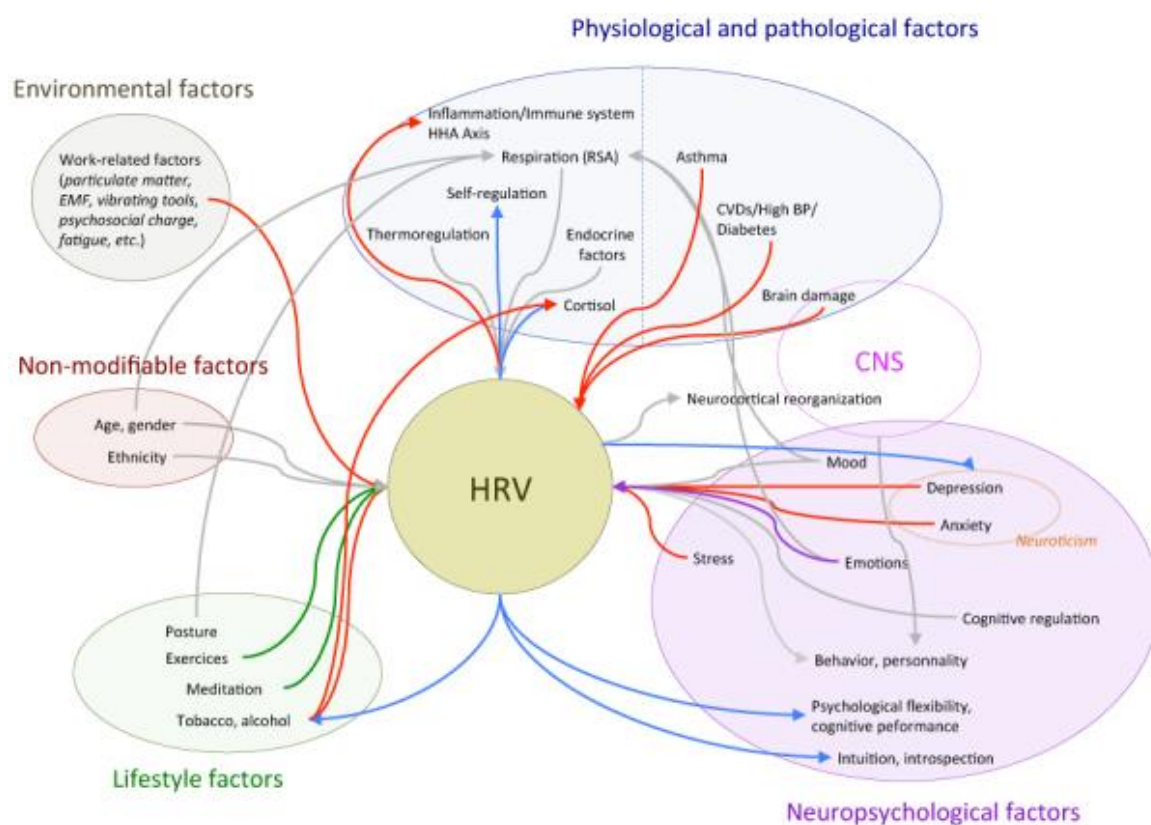
Z důvodu zrychlení a zjednodušení měřicí procedury SA HRV byl navržen modifikovaný způsob, který zkracuje úvodní standardizační pozici ortoklinostatického testu vleže z 5 minut na 1 minutu. Tento rychlejší způsob vyšetření poskytuje výsledky SA HRV srovnatelné s tradičně užívaným ortoklinostatickým testem (Botek et al., 2013, s. 44).

## Faktory ovlivňující HRV

Hodnoty spektrálního výkonu vykazují velmi vysokou interindividuální i intraindividuální variabilitu, což komplikuje hodnocení potenciálních změn při sledování autonomních funkcí v čase. Různé autonomní ladění a různá míra autonomních oscilací jsou jedny z nejvýznamnějších faktorů, které se podílejí na vysoké interindividuální variabilitě (Vlčková et al., 2010, s. 668).

Sammito a Böckelmann (2016, s. 19–20) rozdělují faktory ovlivňující HRV do čtyř hlavních skupin. Jedná se o neovlivnitelné fyziologické faktory (věk, pohlaví, cirkadiánní rytmy, genetika), nemoci (sepsy, nemoci srdce, plic, ledvin, psychiatrické a metabolické nemoci), ovlivnitelné faktory životního stylu (fyzická zdatnost, pohybová aktivita, zvýšená tělesná hmotnost, kouření, konzumace alkoholu) a zevní faktory (hluk, práce na noční směny, škodlivé látky, farmaka).

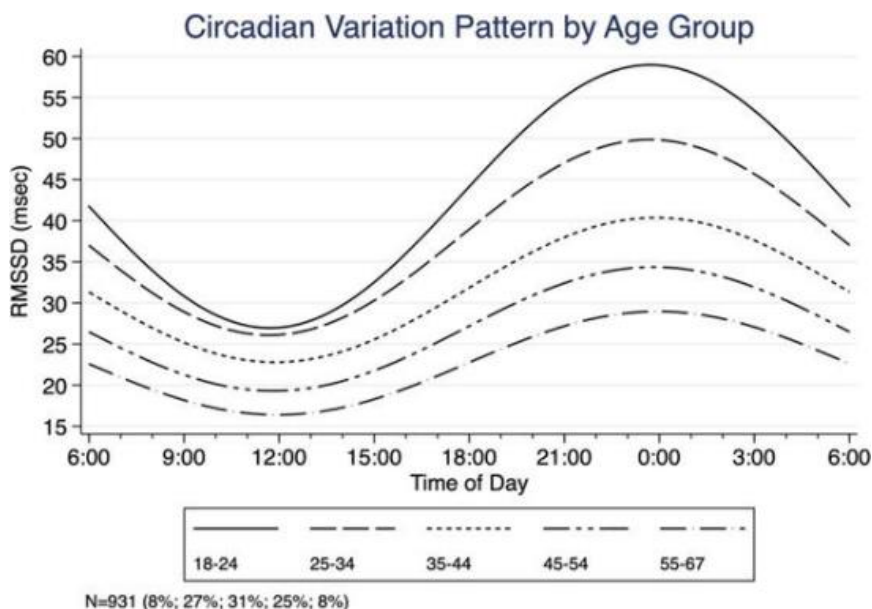
Sofistikovaněji a komplexněji pomocí diagramu (Obrázek 7, s. 39) znázorňují faktory ovlivňující HRV Fatisson, Oswald a Lalonde (2016, s. e38).



**Obrázek 7** Diagram vlivu příčin a následků faktorů spojených s HRV (Fatisson, Oswald a Lalonde, 2016, s. e38).

Legenda: BP – blood pressure; CVD – cardiovascular diseases; EMF – electromagnetic fields; HHA – hypothalamo-hypophyseal-adrenal. Směr šipek naznačuje příčinnou souvislost mezi souvisejícími faktory. Červené šipky označují škodlivý účinek, modré a zelené šipky pro změnu účinek příznivý. Fialové šipky odkazují na souvislosti, u nichž může být účinek škodlivý, nebo příznivý. Modré šipky jsou rovněž specifické pro stav srdeční koherence, tedy harmonii mezi srdcem, mozkiem a ANS. Červené, zelené a modré šipky odpovídají významným účinkům, zatímco šipky šedé označují statisticky nevýznamné souvislosti.

Je důležité dodat, že aktivita ANS v průběhu dne kolísá. Vzhledem k tomuto fyziologickému kolísání je vhodné provádět měření HRV vždy ve stejnou dobu (Vlčková et al., 2010, s. 670). Cirkadiánní kolísání aktivity ANS na základě parametru rMSSD, který odráží vagovou aktivitu, je znázorněno na Obrázku 8 (s. 40).



**Obrázek 8** Cirkadiánní variační vzorec parametru rMSSD vztažený k věku (Jarczok et al., 2019, s. 7)

Výsledky ze snímání HRV ovlivňuje i spánková deprivace (Bourdillon et al., 2021, s. 1) a kvalita spánku (Sajjadih et al., 2020, s. 135) nebo také příjem potravy a její složení (Young a Benton, 2018, s. 140). Někteří autoři se domnívají, že příjem potravy nemá okamžitý významný efekt na HRV a parametry HRV se po jídle u normálních jedinců významně nemění (Ambarish et al., 2005, s. 436). Opačného názoru jsou Sauder et al. (2012, s. 475), jenž se domnívají, že konzumace jídla způsobuje významné změny v klidové HRV a zdůrazňují potřebu standardizace konzumace jídla před hodnocením autonomních funkcí (doba od posledního jídla a jeho obsah).

Co se týče věku a pohlaví, ačkoliv je Fatisson, Oswald a Lalonde (2016, s. e38) neshledali za statisticky významné faktory, existují studie, které je za statisticky významné považují. Například Geovanini et al. (2020, s. 1) zjistili, že vyšší hodnoty HRV jsou pozorovány u mužů téměř ve všech věkových skupinách. K mírně odlišným závěrům ohledně vlivu pohlaví dospěli Koenig a Thayer (2016, s. 288). Pomocí metaanalýzy zjistili, že ženy vykazují významně nižší průměrné R-R intervaly a parametr SDNN. Stejně tak se PSD HRV u žen vyznačuje menším celkovým výkonem, jenž je tvořen významně větším HF výkonem a menším LF výkonem. Což se dále projevuje na nižším LF/HF poměru. Ženy obecně vykazují větší vagovou aktivitu (HF index) než muži.



Proměnné časové domény související s vagem (rMSSD, pNN50) vykazují v průběhu stárnutí rozložení ve tvaru písmene U s reverzním nárůstem nad 60 let věku. Proměnné sympato-vagové balance (SDNN, SDANN) se s věkem lineárně snižují (Geovanini et al., 2020, s. 1). Almeida-Santos et al. (2016, s. 1) doplňují, že vzorec ve tvaru písmene U se od 40 do 60 let věku snižuje a po 70. roce se zvyšuje.

### **1.2.6 Možnosti regulace sympatovagální balance**

Vzhledem k charakteru práce jsou zde rozebírány pouze neinvazivní nefarmakologické možnosti úpravy sympatovagální balance.

Navzdory tomu, že ANS je do značné míry opravdu autonomním systémem, existuje i na základě propojenosti srdce a mozku, respektive vztahu funkce srdce s duševním, emočním a fyzickým zdravím, celá řada možností, kterými lze aktivitu ANS regulovat (Cattaneo et al., 2021, s. 11).

#### **Fyzická aktivita**

Významným modulátorem ANS v pozitivním slova smyslu je přiměřená fyzická aktivita, která má také klíčovou roli v prevenci kardiovaskulárních onemocnění a celé řadě dalších chorob. Pro naprostou většinu lidí se doporučuje cvičení střední intenzity alespoň 30 minut denně a minimálně 5 dní v týdnu (Fu a Levine, 2013, s. 156). Za účelem získání co nejvíce benefitů pro lidský organismus by pohybová aktivita měla být realizována dlouhodobě a pravidelně v intenzitě kolem 6 MET (Scheffer a Latini, 2020, s. 3). Každodenní cvičení vede k přesunutí sympatovagální balance směrem k vagu a zlepšuje celkový výkon ANS. Pohybová aktivita rovněž způsobuje snížení aktivity osy hypothalamus-hypofýza-nadledviny, sympatiku, oxidačního stresu a zánětu. Cvičení je spojeno se snížením klidové srdeční a dechové frekvence a krevního tlaku, zlepšením funkce baroreflexu, srdeční a endoteliální funkce, zvýšením průtoku krve kosterním svalstvem a účinnější redistribucí krevního toku během cvičení (Daniela et al., 2022, s. 15–25).

Aplikace statického strečinku rovněž přispívá k vyšší aktivitě parasympatické větve ANS (Inami et al., 2014, s. 169). U silového tréninku je adaptace ANS poněkud složitější. Liší se mezi sportovci v závislosti na tréninkových dávkách a je specifická pro daný sport. Oproti vytrvalostním sportovcům vykazují ukazatele ANS silových sportovců postupný posun k parasympatiku s tréninkovou zátěží blížíící se maximu (Iellamo et al., 2019, s. 4).

Kvalita posturálního zajištění také koreluje s aktivitou ANS. Nejlepší klidová poloha je neutrální poloha trupu, přičemž odchylky od této polohy mohou ovlivnit kardiovaskulární

systém a ANS. To vede ke snížení systolického objemu, zvýšení srdeční frekvence a relativní aktivaci sympatiku (Wang et al., 2022, s. 2, 10).

Ke zlepšení funkce ANS napomáhají i některé východní techniky. Nejznámější a zřejmě nejkompexnější z nich je jóga. Pravidelná praxe jógy vede k příznivým účinkům na ANS. Tyto účinky byly například prokázány u mladých zdravých žen, kde bylo navíc zjištěno, že výraznějších změn autonomních funkcí bylo dosaženo v premenstruační fázi ve srovnání s fází postmenstruační. Pravidelné cvičení jógy má však příznivý vliv na obě fáze menstruačního cyklu tím, že zvyšuje aktivitu parasympatiku a přináší psychickou pohodu pravděpodobně díky vyrovnaní neuroendokrinní osy (Kanojia et al., 2013, s. 2033). Podobně příznivé účinky na ANS lze pozorovat i u dalších východních technik jako je Tai-Chi nebo Qigong (Yeung et al., 2018, s. 40).

### **Relaxační, psychické a duševní prostředky**

Do této skupiny prostředků můžeme svou komplexností zařadit i výše zmíněné východní techniky, jako je jóga, Tai-Chi nebo Qigong.

Jednou z nejznámějších relaxačních technik je progresivní svalová relaxace, která mimo jiné napomáhá stabilizovat ANS, kontrolovat emoce a zlepšovat pocit zdraví u lidí (Akbari et al., 2022, s. 8). Střídáním fáze kontrakce a relaxace svalů odstraňuje napětí z těla, snižuje krevní tlak, stimuluje krevní oběh a zajišťuje uvolnění svalů (Xiao et al., 2020, s. 5).

Účinky autogenního tréninku na ANS nejsou tak jednoznačné. Někteří autoři jeho vliv na ANS potvrzují (Mitani et al., 2006, s. 439; Miu, Heilman a Miclea, 2009, s. 99), jiní nikoliv (Lim a Kim, 2014, s. 291).

Biofeedback HRV je dalším významným prostředkem v regulaci ANS. Tato metoda je úspěšně využívána nejen u poruch, které souvisejí se stresem (posttraumatická stresová porucha, deprese nebo panická porucha) a tedy i s poruchou ANS a dysregulací vagového nervu (Blase et al., 2021, s. 10–11).

Při srovnání pětidenního integrativního tréninku těla a mysli s relaxačním tréninkem se ukázalo, že větší pozitivní vliv na ANS má integrativní trénink těla a mysli (Tang et al., 2009, s. 8865). Meditace může být užitečným prostředkem pro zlepšení duševního zdraví a rovnováhy ANS také u ošetrovatelského personálu (Díaz-Rodríguez et al., 2021, s. 1). Celkově vede meditační praxe ke snížení fyziologických markerů stresu u řady populací (Pascoe et al., 2017, s. 156). Zajímavé je, že dlouhodobá, v tomto případě tříměsíční meditace, u zdravých jedinců neměla významný vliv na hlavní ukazatele autonomní funkce (Ganguly et al., 2020, s. 3944).

Populární novodobé formy meditace/koncentrace vyvinuté Wim Hofem, které jsou prováděny při ponoření do ledové vody, přinášejí další benefity než pouhá meditace bez zevního podnětu. Tato technika vyvolává řízenou stresovou reakci a následně moduluje vrozenou imunitní odpověď (Kox et al., 2012, s. 492).

Další z populárních metod současnosti, *mindfulness*, rovněž zlepšuje sympato-vagální rovnováhu. Ve srovnání se samotným řízeným dýcháním výrazněji zvyšuje aktivitu parasymptiku a snižuje aktivitu sympatiku (Nijjar et al., 2014, s. 558). Souvislost *mindfulness*, tedy všímavosti, s funkcí ANS byla prokázána i během těhotenství. Všímavější těhotné ženy měly během těhotenství menší pokles aktivity parasymptiku, menší emoční stres, a to jak během těhotenství, tak po něm, a vyšší parasymptickou aktivitu. Navíc jejich potomci vykazovali méně negativního sociálně-emočního chování (Braeken et al., 2017, s. 284).

Představa pohybu i jeho aktivní pozorování taktéž vede ke změnám aktivity ANS (Collet et al., 2013, s. 1, 12). Kombinace těchto dvou technik však nevede k významně větší odezvě ANS než samotná představa pohybu u jednoduchých úkonů. Zdá se, že vyšší úroveň fyzické aktivity, stejně jako delší doba provádění mentálního úkolu, jsou spojeny s větším nárůstem aktivity ANS (Cuenca-Martínez et al., 2018, s. 1). Vedená mentální imaginace specifickými způsoby, například imaginací noční oblohy, v kombinaci s hlubokým pomalým dýcháním a/nebo meditací nabízí velmi účinnou nefarmakologickou formu redukce stresu (Jerath et al., 2020, s. 30).

Co se týče emocí, dá se říct, že všechny cesty vedou k ANS. Ať už jde o vznik, projev, prožívání nebo rozpoznávání emocí, role ANS je v otázce emocí rozhodující. Podle mnoha evolučních/funkcionalistických teorií emoce organizují činnost ANS a dalších fyziologických systémů. Mluví se o dvou druzích vzorcové aktivity: o koherenci a specifičnosti. Koherence znamená, že emoce organizují a koordinují aktivitu v rámci ANS a mezi ANS a dalšími systémy. Výsledkem této koordinace jsou reakce, jako je výraz tváře a subjektivní prožitek. Specifičností je myšleno, že emoce aktivují různé vzorce odpovědí ANS pro různé emoce (Levenson, 2014, s. 100). Schopnost měnit své emoční reakce je zásadní pro celkovou pohodu a efektivní zvládnání životních nároků. Je úzce spjata s fyziologií člověka a vzájemnými interakcemi mezi fyziologickými, kognitivními a emočními systémy. Kultivace pozitivních a uklidňujících emocí zvyšuje koherenci v tělesných procesech, což se odráží ve vzorci srdečního rytmu. Tento posun v srdečním rytmu hraje důležitou roli při usnadňování vyšších kognitivních funkcí, vytváření emoční stability a usnadňování stavů klidu (McCraty a Zayas, 2014, s. 1, 11).

Tato tvrzení však neznamenají, že emoce, jako je smutek, jsou špatné a že bychom si neměli dovolit prožívat zklamání. V otázce prožívání emocí je také důležitá emoční inteligence. U emočně inteligentních lidí je prožívání smutku spojeno nejen s aktivací sympatiku, ale také parasympatiku, a tedy i s více fyziologickými reakcemi během smutku. Adaptivní fungování vagové reaktivity během smutku koreluje s tendencí k prožívání intenzivního afektu a zdatnější schopností vnímat emoce (Rash a Prkachin, 2013, s. 112). Tomu nasvědčuje i fakt, že vyšší klidová HRV je spojena s adaptivnější a funkčnější kognitivní modulací emočních podnětů, což může usnadnit účinnou regulaci emocí. Naopak nižší klidová HRV je spojena s nadměrnou pozorností a maladaptivními kognitivními reakcemi na emoční podněty, což je pro regulaci emocí škodlivé (Park a Thayer, 2014, s. 1). To může naznačovat obousměrný vztah mezi aktivitou ANS a schopností regulovat emoce.

V souvislosti s emocemi lze zmínit i mezilidské vztahy. Pro období zamilovanosti je charakteristická optimálnější vagová regulace. Stejně tak se ukazuje, že láska tlumí autonomní stres a usnadňuje regulaci emocí. Vagová regulace tedy může být jedním z mechanismů, jimiž láska a náklonnost snižují stres a podporují celkovou pohodu a zdraví člověka (Schneiderman et al., 2011, s. 1314). Zamilovanost rovněž souvisí s regulací genů imunitního systému. Změny, které jsou spojeny se zamilovaností, jsou v souladu se selektivní zvýšenou regulací vrozených imunitních odpovědí na virové infekce a také odpovídají usnadnění sexuální reprodukce pomocí dendritických buněk (Murray et al., 2019, s. 120).

Vnímání vlastní účinnosti (*self-efficacy*) může rovněž změnit autonomní reakce a jejich vliv na zdraví. *Self-efficacy* má zásadní význam pro neuroendokrinní a psychologickou reaktivitu na stres. Příznivé účinky zahrnují tlumení fyziologického vzrušení, zvyšování výkonnosti a snižování psychopatologických příznaků. Vyšší úroveň *self-efficacy* však může vést ke zvýšení neuroendokrinních a psychologických stresových reakcí a snížení výkonnosti. Udržování vysoké míry *self-efficacy* tedy může být i nevýhodné a dokonce škodlivé (Schönfeld, Preusser a Margraf, 2017, s. 40).

Další oblastí ovlivňující ANS je spiritualita. Intervence založená na víře, která zahrnuje modlitbu, meditaci a pozitivní myšlení, může modulovat aktivitu ANS a rozbít začarovaný kruh, který existuje mezi psychiatrickými poruchami a chronickým stresem (Varghese, Florentin a Koola, 2021, s. 1–2). Pozitivní vliv modlitby růžence (Bernardi et al., 2001, s. 1449) nebo muslimské modlitby *salát* (Doufesh et al., 2014, s. 558) na aktivitu ANS je dokonce studii prokázán. Modlitba je spojena se zvýšením aktivity parasympatiku a snížením aktivity sympatiku. Navíc koreluje s vyšší úrovní srdeční autonomie, což je stav, který je spojen se sníženým rizikem srdečních arytmií a srdeční mortality. Obecně existuje významná souvislost

mezi pravidelnou účastí na náboženských obřadech a snížením úmrtnosti z kardiovaskulárních příčin (Tolentino a Bedirian, 2019, s. 1). Rovněž zpěv náboženských chorálů zvyšuje stabilitu srdeční aktivity prostřednictvím zvýšené stability regulace kardiovaskulárního tonu a parasympatické modulace srdeční funkce (Gao et al. 2019, s. 5).

Hudba obecně ovlivňuje ANS, zejména zvýšením aktivity parasympatiku (Mojtabavi et al., 2020, s. 1). Rozdíl mezi aktivní muzikoterapií, tj. rytmickým zapojením člověka do hudby, a pasivní muzikoterapií je patrně v odlišné modulaci aktivity sympatiku. Zdá se, že pasivní muzikoterapie více zvyšuje aktivitu sympatiku (McPherson et al., 2019, s. 241). Souhrnně lze říct, že různé typy hudby modulují ANS různým způsobem. Například poslech žánru *new age* vyvolává posun HRV od vyšších k nižším frekvencím nezávisle na hudebních preferencích posluchače. Jinými slovy vyvolává posun v sympatovagální bilanci směrem k sympatiku (Pérez-Lloret et al., 2014, s. 279).

Audiovizuální stimulace využívá multisenzorického dráždění mozkové kůry světelnými a zvukovými podněty o frekvenci, která odpovídá konkrétním hladinám vědomí. Snahou většiny relaxačních technik, stejně jako audiovizuální stimulace, je navození alfa hladiny mozkových vln. Výsledkem této stimulace je optimalizace funkce ANS a redukce stresu (Uhlíř, 2019, s. 74–79). Taktéž pouze aditivní stimulace moduluje ANS. Poslech binaurálních rytmů o frekvenci théta po cvičení může mít akutní vliv na sympatikus i parasympatikus a může zvyšovat subjektivní pocity relaxace (McConnell et al., 2014, s. 1).

K regulaci aktivity ANS může být rovněž úspěšně použita aromaterapie (Lin et al., 2021, s. 10) nebo canisterapie (Uhlíř, 2020, s. 85). Pozitivní efekt interakce člověk–pes ve smyslu zvýšení parasympatické a oxytocinergní aktivity a zároveň snížení aktivity hypothalamo-hypofyzárně-nadledvinové osy potvrzují i jiní autoři (Teo et al., 2022, s. 27).

Z terapeutických přístupů úspěšných v modulaci aktivity ANS lze ještě jmenovat kognitivně behaviorální terapii (Jang et al., 2017, s. 444).

Benefity člověk těží i z přírody. Chůze v lese (Kobayashi et al., 2018, s. 6), nebo dokonce jenom sledování přírody v reálném čase nebo na fotkách příznivě působí na ANS (Jo, Song a Miyazaki, 2019, s. 19).

Samostatnou a významnou kapitolu v regulaci aktivity ANS zastávají dechové techniky. Například techniky pomalého dýchání (méně jak 10 dechů za minutu) pozitivně ovlivňují činnost nejen ANS, ale také CNS i psychický stav (Zaccaro et al., 2018, s. 1).

## **Strava a hydratace**

Dalším klíčovým prvkem na cestě k optimálnímu fungování ANS, a tedy i k celkovému zdraví, je strava. Mezi aspekty stravy, které mají akutní i dlouhodobý příznivý vliv na ANS, patří snížení tělesné hmotnosti, středomořská dieta, příjem omega-3 mastných kyselin, vitaminů skupiny B, probiotik a polyfenolů (Young a Benton, 2018, s. 140). Jedním z mechanismů pozitivních účinků, které souvisejí s příjmem polyfenolů a antioxidantů, se zdá být inhibice nadměrné aktivity sympatiku (Bruno a Ghiadoni, 2018, s. 136).

Důležitým vitamínem ve spojitosti s optimální funkcí ANS je také vitamin D. Dysfunkce ANS totiž ovlivňuje expresi genů zapojených do metabolismu vápníku před a po diferenciaci nervových buněk, které umožňují vzniknout neuronům sympatického a parasympatického nervového systému. Nízká hladina vitamínu D může pomoci vysvětlit komplex příznaků migrény, srdeční a gastrointestinální dysfunkce a oxidačního stresu, který je patrný u osob s dysfunkcí ANS (Wadhwaní, 2017, s. 8–9). Souvislost s optimální funkcí ANS má i vhodný příjem hořčíku, který má významnou inhibiční roli v regulaci a neurotransmisi normální stresové reakce. Ve zkratce lze také hovořit o začarovaném kruhu hořčíku a stresu (Pickering et al., 2020, s. 1).

Nežádoucími aspekty stravy jsou vysoký příjem nasycených nebo trans nenasycených mastných kyselin a sacharidů s vysokým glykemickým indexem (Young a Benton, 2018, s. 140).

Dostatečná hydratace taktéž ovlivňuje aktivitu ANS. Hypohdratace (ztráta vody méně jak 1 % tělesné hmotnosti) může negativně působit na aktivitu ANS do té míry, že může ovlivnit fungování mozku i náladu (Young et al., 2019, s. 10).

## **Kouření a konzumace alkoholu**

Z faktorů životního stylu je třeba zmínit také kouření a alkohol. Yuksel et al. (2016, s. 147, 151) došli k závěru, že kouření a/nebo konzumace alkoholu vede k aktivaci sympatiku a inhibici parasympatiku. Tedy sympatovagová balance je posunuta ve prospěch sympatiku. Navíc se domnívají, že ačkoliv se běžně věří, že alkohol má příznivé účinky na zdraví srdce, dle jejich názoru je jakákoliv konzumace alkoholu výzvou ke vzniku závislosti. Hu et al. (2017, s. 15–17) zjistili jinou než lineární závislost mezi užíváním alkoholu a aktivitou ANS. Jejich výsledky spíše naznačují vztah ve tvaru písmene U, který je pravděpodobně reprodukovatelný i pro vztah mezi kouřením a aktivitou sympatiku. Stejně tak tito autoři nepotvrdili běžně uváděnou souvislost mezi kouřením a nižší aktivitou parasympatiku. Mechanismy, které stojí za těmito neintuitivními výsledky, zůstávají nejasné.

## Spánek a cirkadiánní rytmus

Burgess et al. (1997, s. H1767) se domnívají, že aktivita parasympatiku je ovlivněna převážně cirkadiánním systémem a aktivita sympatiku systémem spánku.

Změny fyziologického stavu organismu, které nesouhlasí s denní dobou, se pomocí zpětné vazby dostávají do hypothalamu a poskytují vstup suprachiasmatickému jádru, aby upravilo aktuální stav na základě změněných podmínek pomocí hormonálních a autonomních vlivů. Chování vyvolané suprachiasmatickým jádrem, například rytmický příjem potravy, také indukuje oscilaci mnoha genů ve všech tkáních, včetně tzv. hodinových genů, jenž mají zásadní roli jako transkripční hnací síla pro četné buněčné procesy. V důsledku toho je nutné, aby byly cyklus světla a tmy, rytmus suprachiasmatického jádra a výsledný rytmus chování dokonale synchronizovány, zejména pokud jde o synchronizaci příjmu potravy s fází aktivity. Pokud tyto rytmy nejsou synchronizovány delší dobu, například při práci na směny, vystavení světlu v noci nebo častém nočním jídle, může dojít ke vzniku nemoci (Buijs et al., 2021, s. 233). Dalo by se tedy říct, že jedním ze společných klíčových jmenovatelů nejenom optimální funkce ANS je pravidelnost a rytmicita.

Spánek hraje rovněž významnou roli v modulaci aktivity ANS. Krátká doba spánku, jeho nedostatečná kvalita (účinnost) a nespavost v kombinaci s krátkou dobou spánku jsou spojeny s nižší aktivitou parasympatiku a/nebo vyšší aktivitou sympatiku (Castro-Diehl, 2016, s. 1927). Spánek hraje zásadní roli při podpoře zdraví. Poruchy spánku mají silný vliv na riziko vzniku a rozvoje infekčních onemocnění i výskyt a progresi několika hlavních onemocnění, mezi kterými lze zmínit kardiovaskulární a onkologická onemocnění nebo výskyt deprese (Irwin, 2015, s. 143, 163–164). Spánek a imunita jsou obousměrně propojeny. Aktivace imunitního systému reguluje spánek, a naopak spánek ovlivňuje vrozenou a adaptivní imunitu (Besedovsky, Lange a Haack, 2019, s. 1325). Stejně tak je úzce propojen imunitní systém s ANS (Udit, Blake a Chiu, 2022, s. 157).

Co se týče doporučené doby trvání spánku, liší se u zdravé populace s normálním spánkem na základě věku. Pro novorozence je vhodná doba mezi 14 a 17 hodinami, pro kojence mezi 12 a 15 hodinami, batolata mezi 11 a 14 hodinami, předškoláky mezi 10 a 13 hodinami a děti školou povinné 9 až 11 hodin. Pro teenagery se doporučuje 8 až 10 hodin, 7 až 9 hodin pro mladé dospělé a dospělé. 7 až 8 hodin je doporučeno pro starší dospělé (Hirshkowitz et al., 2015, s. 41).

Ohledně kvality spánku existují různá doporučení souhrnně se označující jako spánková hygiena. Co se týče optimální pokojové teploty, ta by se měla pohybovat mezi 19–21 °C z toho důvodu, aby bylo vytvořeno vhodné kožní mikroklima mezi 31 °C a 35 °C. Odchytky od tohoto

rozpětí kožní teploty mají negativní vliv na spánek (Harding, Franks a Wisden, 2019, s. 3). Čas nástupu spánku mezi 10. a 11. hodinou večerní se jeví jako nejvhodnější pro kardiovaskulární zdraví (Nikbakhtian et al., 2021, s. 658). Chaput et al. (2020, s. S232, S245) doporučují dřívější načasování spánku a jeho pravidelný režim s konzistentní dobou uléhání a vstávání pro podporu zdraví. Na základě dostupných důkazů však nejsou autoři schopni určit prahové hodnoty pozdního načasování spánku. „Víkendový doháněcí spánek“ je také spojen s lepšími zdravotními následky. Wynchank et al. (2019, s. 1) potvrdili nalezením kratší délky telomer u osob s pozdním chronotypem a ukazateli opožděného cirkadiánního rytmu souvislost mezi pozdním nástupem spánku a buněčným stárnutím. Příznaky nespavosti a délka spánku však s kratší délkou telomer spojeny nebyly.

Pro zajištění optimální kvality spánku je dále vhodný dostatečný přísun přirozeného ranního světla, pravidelné cvičení, které není blízko času ke spaní, většinu potravy přijmout v první a střední části dne, vyvarovat se nadměrné konzumaci nápojů s vysokým obsahem kofeinu, zejména pak v odpoledních hodinách, vytvořit si odstup od stresových situací a nenechat stres hromadit. Pokud již zdřímáme, tak by toto zdřímnutí nemělo trvat déle než 20 minut a nemělo by být později než 6 hodin před spaním. Z opatření, která můžeme učinit těsně před ulehnutím do postele, lze zmínit snížení intenzity světla a nepoužívání elektronických zařízení přibližně 30 minut před spaním, neužívat alkohol, antihistaminika ani sedativa, bezprostředně před spaním se vyhnout úvahám o stresujících tématech, osvojit si chování, které napomáhá k uvolnění (poslech hudby, četba, *mindfulness*, relaxační koupel aj.). Teplota v ložnici by měla být kolem 20 °C. Prostředí ke spánku by mělo být tiché, případně lze využít bílý šum, nebo relaxační zvuk. Dále by mělo být tmavé, bez televizních a podobných zařízení. Obecně je prospěšné dodržovat spánkovou rutinu. Tzn. každý den chodit spát a vstávat ve stejnou dobu. V neposlední řadě je důležité zajistit dostatečně velkou postel s kvalitní matrací a polštáři a udržovat nízké osvětlení nočních stolků (Foster, 2020, s. 11).

K dalším postupům spánkové hygieny příznivě působící na kvalitu spánku lze započítat pravidelnou dobu stravování, dostatečnou velikost snídaně, poslední jídlo alespoň 2 hodiny před spaním a každodenní příjem zeleniny. Vhodné je také kontrolovat tělesnou hmotnost a nevyužívat čepici na spaní (Shimura et al., 2020, s. 288).

Velkým diskutovaným tématem současnosti je vliv zejména modrého světla na zdraví člověka. Světlo je esenciálním prvkem pro život. Jeho viditelná složka synchronizuje lidské biologické hodiny v suprachiasmatickém jádře hypothalamu s 24hodinovým slunečním cyklem. Krátké vlnové délky, které vnímáme jako modrou barvu, nejvýznamněji ovlivňují cirkadiánní systém (Wahl et al., 2019, s. 1). Používání modrého světla je v naší společnosti stále



důležitější a velká část světové populace je nyní vystavena každodenní expozici (od několika minut po několik hodin) umělému světlu v nočních hodinách. Protože světlo má kumulativní účinek a mnoho různých charakteristik, je důležité zvážit spektrální výstup světelného zdroje za účelem minimalizace nebezpečí spojeného s modrým světlem. Proto se doporučují světelné zdroje o vlnové délce kolem 470–480 nm (Tosini, Ferguson a Tsubota, 2016, s. 68).

Vliv na cirkadiánní synchronizaci, kvalitu spánku, náladu a kognitivní výkonnost má nejen spektrální složení světla, ale také načasování expozice, její trvání a intenzita. Expozice modrému světlu během dne je důležitá pro potlačení sekrece melatoninu, jenž hraje klíčovou roli v nastavení cirkadiánního rytmu. Expozice v průběhu dne je také důležitá pro udržení pohody, bdělosti a kognitivní výkonnosti organismu během dne. Zatímco chronická expozice modrému světlu nízké intenzity přímo před spaním může mít závažné důsledky pro kvalitu spánku, cirkadiánní fáze a délku cyklu (Wahl et al., 2019, s. 1). Tähkämö, Partonen a Pesonen (2019, s. 151) doplňují, že dvouhodinová expozice modrému světlu ve večerních hodinách potlačuje melatonin, přičemž maximálního účinku potlačení melatoninu je dosaženo při nejkratších vlnových délkách (424 nm).

Redukovat množství modrého světla dopadajícího na lidskou sítnici ve večerních hodinách mohou pomoci například speciální brýle blokující modré světlo. Jeví se jako vhodné pro snížení latence nástupu spánku u lidí s poruchou spánku, *jet lagem* nebo prací na směny. Pozitivní trend vykazují i u depresivních stavů (Hester et al., 2021, s. 1375). Lawrenson, Hull a Downie (2017, s. 644) však nenalezli dostatek vysoce kvalitních důkazů, které by podporovaly používání brýlových čoček blokujících modrou barvu u běžné populace ke zlepšení zrakové výkonnosti nebo kvality spánku, zmírnění únavy očí nebo zachování zdraví makuly.

### **Manuální a jiné terapeutické techniky**

S ANS souvisí také problematika viscerovertebrálních vztahů. Tedy řetězení obtíží spojených s dysfunkcí vnitřního orgánu inervovaných autonomními vlákny do pohybového aparátu, což je dáno existencí vzájemných reflexních vztahů různých struktur v jednom míšním segmentu (Lewit, 2003, s. 316–317).

Při ošetření vnitřních orgánů terapeut neovlivňuje nervový systém v konkrétním směru, ani neovlivňuje specifickou funkci. Ošetřením orgánů mobilizuje autonomní nervová vlákna tím, že odstraňuje léze v nervovém systému, čímž pečuje o to, aby se signály bez překážek dostaly k efektoru. Terapeut tedy jednak umožňuje CNS nerušený přístup k cílovému orgánu, ale zároveň umožňuje optimální přenos aferentní informace do hypothalamu. Jinými slovy

vhodným ošetřením dochází k tomu, aby se nezkrusovaly informace vedoucí oběma směry (Dierlmeier, 2018, s. 25).

Vliv manuální terapie na ANS byl široce zkoumán, avšak s nejednotnými zjištěními ohledně směru těchto účinků. Velikost specifického autonomního účinku vyvolaného manuálními terapiemi a jeho klinický význam jsou nejisté (Roura et al., 2021, s. 1). Přesto například u některých osteopatických technik je pozitivní vliv na aktivitu ANS prokázán (Rechberger, Biberschick a Porthun, 2019, s. 1).

U pacientů s nespecifickou subakutní bolestí dolní části zad mohou vést taktéž fyzioterapeutická ošetření zahrnující mobilizaci kloubů, techniky měkkých tkání, protahovací cviky a cviky zaměřené na svaly hlubokého stabilizačního systému páteře ke zvýšení aktivity parasympatického nervového systému a snížení subjektivního vnímání bolesti (Abuín-Porras et al., 2021, s. 6). Nedílnou součástí fyzioterapeutických ošetření by měly být také techniky zaměřené na zlepšení vnímání vlastního těla. Například *Body Awareness Therapy* byla shledána za účinnou při úpravě autonomní modulace HRV. Jeví se tedy jako účinná, snadno použitelná a nenákladná terapeutická technika, která dokáže modulovat aktivitu ANS (Mantovani et al., 2016, s. 8–11).

Další z terapeutických technik, které mají blahodárny vliv na aktivitu ANS, je akupunktura. Podle tradiční čínské medicíny akupunktura obnovuje rovnováhu mezi jin a jang, což v terminologii západní medicíny můžeme chápat jako modulaci rovnováhy mezi parasympatickou a sympatickou aktivitou (Bianco, 2019, s. 195). Podobně nadějně se jeví aplikace suché jehly (Gouveia et al., 2021, s. 1). Výsledky některých prací naznačují, že suchá jehla zřejmě způsobuje okamžitou aktivaci sympatiku a snižuje lokální i vzdálenou mechanickou hyperalgezií (Lázaro-Navas et al., 2021, s. 1).

Ačkoliv může být *foam rolling* užitečnou metodou pro snížení bolestivosti po cvičením vyvolaném poškození svalové tkáně, nezdá se, že by tento účinek byl zprostředkován ANS (D'Amico et al., 2020, s. 429). S tímto tvrzením se rozchází zjištění autorů Lastova et al. (2018, s. 2830), kteří našli souvislost mezi touto technikou a ANS. Výsledky jejich studie naznačují zvýšení aktivity parasympatiku a snížení aktivity sympatiku v průběhu 30 minut po ošetření.

Některé typy mobilizací pravděpodobně způsobují okamžité a krátkodobé zvýšení aktivity kožního sympatiku. Důkazy ohledně problematiky kloubních technik ve vztahu k ANS však nejsou příliš silné (Navarro-Santana et al., 2020, s. 130; Picchiottino et al., 2019, s. 1).

Co se týče masáže, středně silná tlaková masáž vede ke zvýšení vagové eferentní aktivity a k posunu od sympatické k parasympatické dominanci, která vrcholí v první polovině masáže, přičemž délka masáže byla 15 minut. Naopak lehká tlaková masáž vede spíše k větší aktivitě

sympatiku na úkor parasympatiku (Diego a Field, 2009, s. 630). Rytmičká masážní terapie, což je masážní technika využívaná v antroposofické medicíně, způsobuje specifickou a výraznou stimulaci ANS i v dlouhodobém horizontu (Seifert et al., 2018, s. 172).

Hluboký kraniální dotyk může rovněž představovat účinnou léčbu a modulátor parasympatického nervového systému, stejně jako systému interoceptivního (Edwards et al., 2018, s. 1). Podobně pozitivní účinky nabízí i čínská masáž hlavy (Fazeli et al., 2016, s. 75). Obecně se lze domnívat, že každý dotyk, který je laskavý a chápatelý, může vést k modulaci sympatovagální balance ve prospěch vagu.

### **Prostředky fyzikální terapie**

Jednou z velmi oblíbených možností regulace sympatovagální balance prostřednictvím fyzikální terapie je saunování. Již jednorázová expozice vede k významným změnám v ANS. Samotné saunování vyvolává zvýšení srdeční frekvence. Během ochlazení po saunování následně dochází ke zvýšení HRV, nárůstu aktivity parasympatiku a snížení aktivity sympatiku. Zda jsou tyto změny základem dlouhodobých kardiovaskulárních účinků vyvolaných pravidelným saunováním, je potřeba dále prokázat. Zatím se předpokládá, že pravidelné saunování může zlepšit kardiovaskulární funkce prostřednictvím změn endoteliální funkce, arteriální tuhosti a ANS (Laukkanen et al., 2019, s. 190–196).

Další oblíbenou metodou současnosti je expozice extrémně nízkým teplotám. Celotělová kryoterapie je spojena s redukcí bolestí kloubů, podporou regenerace po cvičení nebo usnadněním spánku. Jejím principem je vyvolání náhlého poklesu kožní teploty, jenž je spouštěčem změn aktivity ANS. Ke stimulaci ANS je zapotřebí jedno sezení o třech minutách při teplotě  $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$ , kdy došlo k největšímu převážení balance ANS na stranu parasympatiku. Při opakování dochází asi po pátém sezení k habituaci. Využití celotělové kryoterapie se zdá být vhodné zejména ve formě krátkých protokolů (Louis et al., 2020, s. 1742). Ponoření do studené vody přináší obdobné benefity a nachází uplatnění nejen v pozátěžové regeneraci. Dlouhodobější mechanismus svalové regenerace vlivem ponořování do studené vody spočívá ve zlepšení funkce ANS a snížení poškození svalů vyvolané cvičením (Ihsan, Watson a Abbiss, 2016, s. 1096). Almeida et al. (2016, s. 681) dodávají, že ponoření do studené vody lze indikovat k urychlení srdečního autonomního zotavení, přičemž nejlepší strategií s ohledem na teplotu a délku trvání je 15 minut při  $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Také pravidelné sprchování teplou až studenou vodou vede ke snížení počtů dnů pracovní neschopnosti, zlepšení kvality života a zvýšení vnímané hladiny energie (Buijze et al., 2016, s. 7).

K ponořování do studené vody je důležité doplnit, že může u zdravých jedinců vyvolat vysoký výskyt srdečních arytmií. Ponoření a uvolňování zadržného dechu může aktivovat dvě silné a antagonistické reakce: reakci na chladový šok a reakci na potápění. První z nich zahrnuje reakci sympaticky řízené tachykardie, zatímco druhá obsahuje parasympaticky zprostředkovanou bradykardii. Silná a současná aktivita sympatiku a parasympatiku může být příčinou arytmií a u některých zranitelných jedinců může být zodpovědná i za úmrtí (Shattock a Tipton, 2012, s. 3219). Aby se eliminovalo riziko souběžné vysoké aktivity sympatiku i parasympatiku, doporučuje se krátká adaptační fáze před fyzickou aktivitou a věnovat zvláštní pozornost kardiovaskulárním rizikovým faktorům (Lundell et al., 2020, s. 6).

Jinou oblastí fyzikální terapie, kterou je možné využít k modulaci funkce ANS, je elektroterapie. Elektroakupunktura se v tomto ohledu zdá být vhodnou metodou. Její výsledky se však výrazně liší s použitou frekvencí. Nízkofrekvenční elektroakupunktura (2,5 Hz) poskytuje lepší nervovou regulaci zvýšením aktivity parasympatiku a snížením aktivity sympatiku oproti středofrekvenční elektroakupunktuře (15 Hz), která je v současné praxi běžně používána (Armstrong, Gokal a Todorsky, 2020, s. 933). Rovněž nízkofrekvenční transkutánní elektrická nervová stimulace (TENS) snižuje aktivitu sympatiku a zvyšuje aktivitu parasympatiku (do Amaral Sartori et al., 2018, s. 66). Gangliotropní aplikace kontaktní elektroterapie o konstantní frekvenci 100 Hz nebo pulzní ultrasonoterapie jsou s úspěchem využívány k tlumení nadměrné činnosti sympatiku (Poděbradská, 2018, s. 60).

Vezmeme-li v úvahu, že chronické zánětlivé stavy korelují s nadměrnou a dlouhotrvající aktivitou sympatiku, můžeme považovat protizánětlivě působící prostředky fyzikální terapie jako další možnost regulace sympatovagální balance. Mezi těmito prostředky lze zmínit například laser, krátkovlnnou diatermii, magnetoterapii nebo radonové koupele (Poděbradský a Poděbradská, 2009, s. 114–169).

Zajímavě se jeví relativně novodobé neuromodulační techniky jako je transkutánní stimulace ušní a krční části vagového nervu, stimulace elektromagnetickým polem a ultrazvukem nebo autonomní modulace v optogenetice. Vzhledem k omezeným důkazům jsou však zapotřebí další studie (Chen et al., 2020, s. 1–8).

Některé fyzikální zdroje mají negativní dopad na ANS. Například elektromagnetické pole, které generuje mobilní telefon, může ovlivnit autonomní rovnováhu u zdravých osob ve prospěch sympatiku. Čím déle je mobilní telefon používán, tím větší tyto změny jsou a mohou být i dlouhodobého charakteru (Ekici et al., 2016, s. 833, 837).

### 1.3 Telerehabilitace

V dnešní nejen epidemiologicky náročné době se jeví jako vhodná forma terapie telerehabilitace. Telerehabilitace je stále relativně mladý obor a neustále dochází k jeho vývoji i díky vysoké úrovni moderních technologií, které nabízí současný svět. Lze ji definovat jako poskytování lékařské nebo rehabilitační péče osobám s rehabilitačními potřebami prostřednictvím telekomunikací nebo internetu (Alexander, 2022, s. 1).

Telerehabilitaci lze považovat za odvětví telemedicíny (Perretti et al., 2017, s. 1), která spadá pod širší pojem *telehealth*. Termín *telehealth* je používán k popisu využití elektronických nebo digitálních informačních a komunikačních technologií k podpoře klinické zdravotní péče, vzdělávání pacientů a profesionálů v oblasti zdraví, veřejného zdraví a zdravotní správy (Richmond et al., 2017, s. 63).

Telemedicína je v současnosti chápána spíše jako pasivní složka, při které dochází k pasivnímu transferu dat od pacienta směrem k lékaři. Kdežto telerehabilitace představuje aktivní terapeutický nástroj, jejíž aplikace je výsadou zejména fyzioterapeutů, ergoterapeutů, klinických logopedů a psychologů a dalších nelékařských profesí (Pětioký, Hoidekrová a Grünerová Lippertová, 2022, s. 166).

Repertoár telerehabilitačních služeb je v současné moderní době pestrý. Telerehabilitace může být užitečná pro hodnocení, diagnostiku, monitorování, prevenci, intervenci, supervizi, vzdělávání, konzultace i koučování. K realizaci telerehabilitace se využívají video a audio konference, chatové zprávy, *wearable* technologie, senzorové technologie, portály nebo platformy pro pacienty, mobilní zdravotnické aplikace, virtuální realita, robotika a terapeutické herní technologie (Richmond et al., 2017, s. 64). Telerehabilitaci lze tedy poskytovat synchronním způsobem (video a audio konference v reálném čase), asynchronně (sdílení uložených dat – fotografie, snímky, nahrané návštěvy), formou e-konzultací, vzdáleným monitorováním pacienta nebo pomocí *mHealth* (Prvu Bettger a Resnik, 2020, s. 2; Shem, Irgens a Alexander, 2022, s. 8).

Telerehabilitace má několik aspektů, které je nutné splnit, aby mohlo dojít k její plnohodnotné realizaci. Jedná se o digitální bezpečnostní standard, etický kodex ve smyslu racionálního odůvodnění použití telerehabilitace, ochranu dat pacienta, zajištění soukromí a bezpečnosti terapie (Pětioký, Hoidekrová a Grünerová Lippertová, 2022, s. 170).

Mezi benefity telerehabilitace patří nižší nákladovost oproti běžné formě rehabilitace a dostupnost pro většinu pacientů (jak z hlediska zdravotního stavu, tak dojezdové vzdálenosti). Nevýhodou je však ztráta přímého lidského kontaktu s terapeutem, a tedy omezení flexibility

v užívání různých zdravotnických prostředků vhodných pro rozličné potřeby pacienta (Peretti et al., 2017, s. 1, 6).

K dalším přínosům telerehabilitace lze přičíst také vytvoření bezpečného prostředí, automatizaci rutinní práce, podporu *time managementu*, vyšší kontrolu procesu terapie ve srovnání s běžnou ambulancí, hodnocení efektivity terapeutických procesů nebo včasný záchyt regrese pacienta (Pětioký, Hoidekrová a Trtílková, 2021, s. 47).

Telerehabilitace se jeví jako vhodný způsob k zajištění přístupu zdravotní péče pro všechny bez rozdílu. Je zvláště přínosná pro osoby s poruchou mobility a aktivit denního života, ale i s dysfunkcemi v jiných systémech, které ztěžují cestování za případnou zdravotní péčí. S ohledem na omezení cestování přispívá telerehabilitace i životnímu prostředí (Alexander, 2022, s. 2).

Při globálním srovnání klasické kontaktní rehabilitace s telerehabilitací však byly zjištěny rozporuplné výsledky. Navzdory těmto výsledkům by účinek telerehabilitace mohl být srovnatelný s kontaktní rehabilitací nebo lepší než žádná rehabilitace u stavů, jako jsou osteoartróza, bolesti v kříži, náhrady kyčelního a kolenního kloubu, roztroušená skleróza a také u kardiorespiračních onemocnění (Seron et al., 2021, s. 3).

## 2 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

### 2.1 Cíl práce

Cílem této práce je ověřit, zda třítydenní dechově-relaxační telerehabilitační intervence u probandů s postcovidovým deficitem vede ke zlepšení funkce ANS a jestli se získaná data liší mezi experimentální a kontrolní skupinou.

K objektivizaci vlivu terapeutické intervence na aktivitu ANS bylo použito snímání SA HRV, díky níž lze i kvantifikovat eventuální míru jeho poruchy. Hodnoceny byly vybrané frekvenční parametry SA HRV získané při ortoklinostatickém testu.

### 2.2 Hypotézy

Na základě cíle práce byly stanoveny následující hypotézy a podhypotézy.

#### Hypotéza č. 1 a podhypotéza:

**H<sub>0</sub>1:** Není statisticky významný rozdíl ve vstupních hodnotách vybraných parametrů HRV mezi experimentální a kontrolní skupinou.

**H<sub>A</sub>1:** Existuje statisticky významný rozdíl ve vstupních hodnotách vybraných parametrů HRV mezi experimentální a kontrolní skupinou.

**pH<sub>0</sub>1:** Není statisticky významný rozdíl ve vstupních hodnotách vybraných parametrů HRV mezi experimentální a kontrolní skupinou u probandů ve věku 19–40 let.

**pH<sub>A</sub>1:** Existuje statisticky významný rozdíl ve vstupních hodnotách vybraných parametrů HRV mezi experimentální a kontrolní skupinou u probandů ve věku 19–40 let.

#### Hypotéza č. 2 a podhypotézy:

**H<sub>0</sub>2:** Není statisticky významný rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami vybraných parametrů HRV v experimentální a kontrolní skupině.

**H<sub>A</sub>2:** Existuje statisticky významný rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami vybraných parametrů HRV v experimentální a kontrolní skupině.

**pH<sub>0</sub>2:** Není statisticky významný rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami vybraných parametrů HRV u probandů ve věku 19–40 let.

**pH<sub>A</sub>2:** Existuje statisticky významný rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami vybraných parametrů HRV u probandů ve věku 19–40 let.

**pH<sub>0</sub>3:** Není statisticky významný rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami vybraných parametrů HRV u probandů ve věku 41 let a více.

**pH<sub>A3</sub>**: Existuje statisticky významný rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami vybraných parametrů HRV u probandů ve věku 41 let a více.

**Hypotéza č. 3 a podhypotéza:**

**H<sub>03</sub>**: Není statisticky významný rozdíl ve změně hodnot vybraných parametrů HRV po absolvování intervence mezi experimentální a kontrolní skupinou.

**H<sub>A3</sub>**: Existuje statisticky významný rozdíl ve změně hodnot vybraných parametrů HRV po absolvování intervence mezi experimentální a kontrolní skupinou.

**pH<sub>04</sub>**: Není statisticky významný rozdíl ve změně hodnot vybraných parametrů HRV po absolvování intervence mezi experimentální a kontrolní skupinou u probandů ve věku 19–40 let.

**pH<sub>A4</sub>**: Existuje statisticky významný rozdíl ve změně hodnot vybraných parametrů HRV po absolvování intervence mezi experimentální a kontrolní skupinou u probandů ve věku 19–40 let.



### 3 METODIKA

Tato práce je součástí studentského výzkumného projektu IGA\_FZV\_2021\_009 Fakulty zdravotnických věd (FZV) Univerzity Palackého (UP). Projekt nese název Ověření možnosti telerehabilitace u pacientů s postcovidovou symptomatikou.

Výzkumná část této diplomové práce byla schválena Etickou komisí FZV UP (viz Příloha 1, s. 127) pod číslem jednacím UPOL-15842/1030S-2021 dne 13. 1. 2021 a byla realizována v období od listopadu roku 2021 do května roku 2022 v prostorách na tř. Svobody 8 v Olomouci.

#### 3.1 Charakteristika výzkumné skupiny

Do výzkumu bylo zařazeno 16 probandů, kteří v posledním roce před vyšetřením prodělali onemocnění COVID-19. Terapeutickou intervenci podstoupilo 8 z nich. Kontrolní skupinu tvořilo 8 probandů.

Zařazení pacienti do terapeutické intervence, tedy do experimentální skupiny, museli v den vyšetření vykazovat známky postcovidového deficitu související s ANS a čichovým nervem (tzn. poruchy čichu, zvýšená únavnost, dechové nebo srdeční obtíže). Na základě odebrání anamnestického dotazníku, vyšetření čichu a HRV byli následně zařazeni k telerehabilitaci.

Kontrolní skupinu tvořili jedinci, kteří prodělali onemocnění COVID-19, ale v den vyšetření netrpěli žádným postcovidovým následkem. Probandi v kontrolní skupině se pouze zúčastnili vstupního a výstupního vyšetření. Terapeutickou intervenci neabsolvovali.

Základní charakteristiky experimentální a kontrolní skupiny jsou uvedeny v Tabulce 1 (s. 58).

**Tabulka 1** Základní charakteristiky experimentální a kontrolní skupiny

	<b>Experimentální skupina (n = 8)</b>	<b>Kontrolní skupina (n = 8)</b>
Počet mužů	3	3
Počet žen	5	5
Průměrný věk ± SD [roky]	36,63 ± 18,52	24,75 ± 1,67
Minimální věk [roky]	19	23
Maximální věk [roky]	73	28

Legenda: SD – směrodatná odchylka

Z celkového souboru byli eliminováni pacienti, kterým byla diagnostikována vegetativní dysfunkce, případně závažnější kardiovaskulární onemocnění, nebo jejich farmakologická

lčba výrazněji ovlivňovala výsledky HRV. Stejně tak byli z celkového souboru vyřazeni probandi, u kterých technické problémy vyšetřovacího přístroje zapříčinily nevalidní hodnoty sledovaných parametrů. I tak byli všichni tito probandi přizváni k plné účasti na výzkumu.

Všichni testovaní probandi před samotným zahájením vyšetření podepsali informovaný souhlas týkající se průběhu studie (viz Příloha 2, s. 128–130). Tento informovaný souhlas měli k dispozici pro řádné nastudování v domácím prostředí ještě před osobním kontaktem s terapeutem.

## **3.2 Průběh výzkumu**

Za účelem šíření povědomí o možnosti zapojení se do výzkumu byl vytvořen informační leták (viz Příloha 3, s. 131), který byl posléze roznesen a umístěn na příhodná místa (např. čekárny lékařských ordinací, nemocniční oddělení aj.). Pro zkvalitnění přenosu informací byly následně spuštěny webové stránky na adrese <http://postcovid.upol.cz>, na kterých si pacienti mimo jiné mohli přečíst, co je v případě zapojení se do výzkumu čeká. Později byla také na web přidána terapeutická videa.

Pokud se proband rozhodl zapojit do výzkumu, nejprve prostřednictvím telefonního čísla či mailové adresy kontaktoval výzkumný tým, který mu zodpověděl jeho dotazy. Načež byl domluven termín vstupního vyšetření, před kterým měl proband za úkol vyplnit anamnestický dotazník dostupný na zmíněných webových stránkách týkajících se jeho zdravotního stavu a průběhu onemocnění COVID-19. U starších probandů proběhlo vyplnění až na vstupním vyšetření.

Samotné měření (čichový test, SA HRV) probíhalo v místnosti k tomu uzpůsobené na tř. Svobody 8 v budově UP v Olomouci. Měření bylo prováděno za dodržování všech hygienických opatření dle aktuálních požadavků protiepidemického systému.

Probandi, kteří byli zařazeni do kontrolní skupiny, absolvovali pouze vstupní a výstupní vyšetření. Experimentální skupina podstoupila navíc tři týdny trvající telerehabilitační intervenci.

### **3.2.1 Vstupní vyšetření**

Vstupní vyšetření se skládalo z vyplnění online dotazníku, čichového testu a měření HRV. Vyplnění většinou probíhalo v domácím prostředí probanda před samotným termínem vyšetření tak, aby výzkumný tým měl informace o zdravotním stavu probanda v dostatečném předstihu a mohl se doptat na případné nejasnosti.

Dotazník se týkal zdravotního stavu a průběhu onemocnění daného probanda. Obsah dotazníku je dostupný na již zmíněných webových stránkách ve formě Google formuláře.

Vyšetření čichu probíhalo ve dvou krocích. První část se skládala z vyplnění odpovědí na otázky týkající se subjektivní kvality čichu, chuti a průchodnosti nosní dutiny. Ve druhé části bylo úkolem rozeznat 5 různých vzorků vonných olejů, přičemž bylo na výběr k odpovědi ze 4 vůní. Pátou možnost mohli zaškrtnout probandi, kteří necítili nic. Šestá možnost byla pro ty, kteří cítili úplně jinou vůni, než byla nabízena v odpovědích. Celé znění testu je dostupné online na webových stránkách.

Vzhledem k tomu, že ústředním tématem této práce není zhodnocení úpravy čichové funkce, nýbrž zhodnocení funkce ANS, není vyšetření čichu ani jeho výsledkům věnováno více pozornosti. Následující strany jsou věnovány pouze HRV, která odráží aktivitu ANS.

### **Měření HRV**

Stejně jako předchozí vyšetření bylo měření HRV realizováno v místnosti na tř. Svobody za standardizovaných podmínek. Během vyšetření byly eliminovány senzorické stimuly z prostředí (ticho, zavřené oči, dobře vyvětraná místnost, standardní teplota). Měřené osoby byly poučeny, aby se zbytečně nehýbaly, nemluvily a přirozeně dýchaly, aby nedošlo ke zkreslení výsledků.

HRV byla hodnocena prostřednictvím diagnostického systému VarCor PF7. Snímání HRV bylo zajištěno pomocí elektrodového hrudního snímače EKG signálu typu Polar. Tento snímač byl propojený s vysílačem ultra vysoké frekvence (UHF – *ultra high frequency*). Z vysílače byl signál přenášen do UHF přijímače připojeného prostřednictvím USB portu k počítači. Získaná data ze snímače byla zaznamenávána do softwaru Sport DiANS PC. Odtud byla data exportována do formátu Microsoft Excel, aby je bylo možno dále statisticky zpracovat a vyhodnotit.

Hodnocení aktivity ANS prostřednictvím snímání HRV bylo provedeno pomocí ortoklinostatického testu (test leh-stoj-leh), jehož podstatou je reakce srdce (ve smyslu změny srdeční frekvence, proto HRV) na změnu polohy těla – nejprve vleže na zádech (na terapeutickém lehátku), následně vestoje (proband opřen zády o stěnu), a nakonec opět vleže na zádech na lehátku. První poloha vleže na zádech je čistě standardizační. Další dvě polohy slouží ke střídavé stimulaci sympatiku a vagu. Délka snímání v každé poloze odpovídá alespoň 300 R-R intervalům a trvá přibližně 5 minut.

Na konci vstupního vyšetření byl probandům, kteří byli zařazeni do experimentální skupiny, předán přístup a instrukce k terapeutickým videím, jež byly přístupny na webových

stránkách po zadání hesla. Současně byl domluven termín výstupního vyšetření po třech týdnech intervence.

Pro účely této diplomové práce byly vybrány a následně zpracovány následující frekvenční ukazatele SA HRV a jejich hodnoty z pozice druhého lehu (leh 2):

- *Power HF* – výkon vysokofrekvenční složky v  $\text{ms}^2$ ;
- *Power LF* – výkon nízkofrekvenční složky v  $\text{ms}^2$ ;
- *Power VLF* – výkon velmi nízkofrekvenční složky v  $\text{ms}^2$ ;
- LF/HF – bezrozměrný ukazatel vyjadřující poměr výkonu nízkofrekvenční a vysokofrekvenční složky;
- VLF/HF – bezrozměrný ukazatel vyjadřující poměr výkonu velmi nízkofrekvenční a vysokofrekvenční složky.

### 3.2.2 Terapeutická intervence

Terapeutická intervence byla vedena formou telerehabilitace. Za tímto účelem byla natočena tři terapeutická videa, která byla jednotlivým probandům v experimentální skupině na vstupním vyšetření zpřístupněna. Každý proband z experimentální skupiny měl tedy přístup k videím z jakéhokoliv místa a mohl si terapii naplánovat v jednotlivé dny dle svých časových možností.

Obsahem terapeutických videí byly dechově-relaxační techniky s prvky zaměřenými na vnímání vlastního těla. Na každý týden třítýdenní intervence bylo připravené jedno video o délce 20–30 minut. Doporučená frekvence cvičení byla třikrát za týden.

### 3.2.3 Výstupní vyšetření

Po uplynutí třítýdenní intervence bylo provedeno výstupní vyšetření. Výstupní vyšetření proběhlo stejně jako vstupní s tím rozdílem, že po vyšetření byli probandi požádáni o vyplnění online výstupního dotazníku dostupného opět na webových stránkách ve formě Google formuláře. Dotazník se týkal proběhlé intervence (frekvence terapie, zpětná vazba) a aktuálního zdravotního stavu.

## 3.3 Statistické zpracování dat

Hodnocenými parametry v této diplomové práci byly *Power HF*, *Power LF*, *Power VLF* a poměry LF/HF a VLF/HF. Aby bylo možné hodnoty vybraných frekvenčních ukazatelů SA HRV z pozice leh 2 statisticky zpracovat a vyhodnotit, byly výsledky ze SA HRV exportovány do formátu Microsoft® Excel, kde byly vhodně upraveny do tabulek, aby je bylo možné dále zpracovat pomocí statistického programu TIBCO Statistica® verze 14.

Ačkoliv Shapiro-Wilkův test normalitu dat potvrdil u většiny vybraných parametrů ( $p > 0,05$ ), z důvodu malého počtu probandů byly použity neparametrické testy. Pro ověření efektivity intervence, tzn. pro zjištění statisticky významného rozdílu mezi vstupním a výstupním měřením, byl využit Wilcoxonův párový test. Hladina statistické významnosti byla stanovena na úrovni  $p < 0,05$ .

Pro porovnání získaných hodnot mezi experimentální a kontrolní skupinou byl použit Mann-Whitneyův U-test.

Hodnoty vybraných frekvenčních ukazatelů HRV jsou v práci prezentovány také pomocí základní popisné statistiky.

## 4 VÝSLEDKY

Získané výsledky jsou prezentovány v tabulkách pomocí vhodných ukazatelů základní popisné statistiky. Vzhledem k nízkému počtu probandů, a z toho plynoucího využití neparametrických metod, se jedná o medián, minimum, maximum, dolní kvartil a horní kvartil. Pro lepší srovnání s ostatními studiemi byl spočítán také průměr. V tabulkách je zanesena rovněž hodnota  $p$  určující statistickou významnost, která byla stanovena na  $p < 0,05$ .

Mezi hodnocenými frekvenčními parametry SA HRV byly výkony v jednotlivých frekvenčních pásmech (*Power HF*, *Power LF*, *Power VLF*) a jejich poměry (LF/HF a VLF/HF).

Vzhledem k věkovému rozpětí experimentální skupiny v souvislosti s rozdílnou HRV u lidí různého věku byla navíc experimentální skupina rozdělena na dvě skupiny dle věku.

První skupinu tvořili probandi ve věku 19–40 let. Do této skupiny náleželo z experimentální skupiny 5 probandů (1 muž a 5 žen) o průměrném věku  $25 \pm 5,76$  let. Do této skupiny spadala i celá kontrolní skupina (8 probandů, z toho 5 žen a 3 muži) s průměrným věkem  $24,75 \pm 1,67$  let. Celkem tedy tato skupina čítala 13 probandů.

Druhou skupinu tvořili probandi, kterým bylo více než 40 let. Což splňovali 3 probandi (2 muži a 1 žena) o průměrném věku  $56 \pm 12,03$  let.

### 4.1 Porovnání vstupních hodnot mezi skupinami

V Tabulce 2 a 3 jsou šedě označeny řádky, na kterých jsou zaznamenány vstupní hodnoty vybraných frekvenčních parametrů SA HRV kontrolní skupiny.

**Tabulka 2** Porovnání vstupních hodnot vybraných parametrů HRV u všech probandů

	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil	$p$
EXP Power VLF [ $\text{ms}^2$ ]	242,41	146,15	26,68	780,29	70,26	349,76	0,96
KON Power VLF [ $\text{ms}^2$ ]	160,11	119,55	78,16	359,69	93,57	208,38	
EXP Power LF [ $\text{ms}^2$ ]	437,41	258,76	63,82	1750,94	126,10	457,41	0,23
KON Power LF [ $\text{ms}^2$ ]	1369,49	528,64	128,78	4393,52	244,29	2443,89	
EXP Power HF [ $\text{ms}^2$ ]	1754,27	1595,70	45,06	4448,34	378,07	2796,63	0,79
KON Power HF [ $\text{ms}^2$ ]	2472,23	1248,10	330,67	9908,47	767,08	2754,17	
EXP VLF/HF	0,71	0,08	0,02	2,10	0,03	1,68	0,96
KON VLF/HF	0,13	0,14	0,02	0,24	0,07	0,19	
EXP LF/HF	0,90	0,25	0,03	4,64	0,11	0,90	0,64
KON LF/HF	0,98	0,34	0,12	4,20	0,17	1,24	

Legenda: EXP – experimentální skupina; KON – kontrolní skupina

**Hypotézu H<sub>01</sub>** „Není statisticky významný rozdíl ve vstupních hodnotách vybraných parametrů HRV mezi experimentální a kontrolní skupinou.“ **nelze zamítnout.** Ačkoliv se vstupní data mezi kontrolní a experimentální skupinou liší ve všech proměnných, v žádném ze sledovaných parametrů nedosáhla hodnota *p* hladiny statistické významnosti. Hypotéza H<sub>A1</sub> se proto zamítá.

**Tabulka 3** Porovnání vstupních hodnot vybraných parametrů HRV u probandů ve věku 19–40 let

	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil	<i>p</i>
EXP Power VLF [ms <sup>2</sup> ]	140,17	104,87	26,68	334,43	47,44	187,43	0,51
KON Power VLF [ms <sup>2</sup> ]	160,11	119,55	78,16	359,69	93,57	208,38	
EXP Power LF [ms <sup>2</sup> ]	533,29	311,41	84,15	1750,94	168,04	351,89	0,34
KON Power LF [ms <sup>2</sup> ]	1369,49	528,64	128,78	4393,52	244,29	2443,89	
EXP Power HF [ms <sup>2</sup> ]	2646,60	2305,71	995,72	4448,34	2195,67	3287,55	0,27
KON Power HF [ms <sup>2</sup> ]	2472,23	1248,10	330,67	9908,47	767,08	2754,17	
EXP VLF/HF	0,05	0,03	0,02	0,09	0,03	0,08	0,12
KON VLF/HF	0,13	0,14	0,02	0,24	0,07	0,19	
EXP LF/HF	0,24	0,14	0,03	0,76	0,08	0,17	0,12
KON LF/HF	0,98	0,34	0,12	4,20	0,17	1,24	

Legenda: EXP – experimentální skupina; KON – kontrolní skupina

**Podhypotézu pH<sub>01</sub>** „Není statisticky významný rozdíl ve vstupních hodnotách vybraných parametrů HRV mezi experimentální a kontrolní skupinou u probandů ve věku 19–40 let.“ **nelze zamítnout.** Ačkoliv se vstupní data mezi kontrolní a experimentální skupinou u probandů ve věku 19–40 let liší ve všech proměnných, v žádném ze sledovaných parametrů nedosáhla hodnota *p* hladiny statistické významnosti. Podhypotéza pH<sub>A1</sub> se proto zamítá.

## 4.2 Zhodnocení vlivu terapeutické intervence

V Tabulce 4, 5, 6 a 7 jsou šedě označeny řádky, na kterých jsou zaznamenány výsledky z výstupního měření.

**Tabulka 4** Vstupní a výstupní hodnoty vybraných parametrů HRV experimentální skupiny

	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil	<i>p</i>
V1 Power VLF [ms <sup>2</sup> ]	242,41	146,15	26,68	780,29	70,26	349,76	0,78
V2 Power VLF [ms <sup>2</sup> ]	248,60	178,34	78,71	589,16	98,66	383,49	
V1 Power LF [ms <sup>2</sup> ]	437,41	258,76	63,82	1750,94	126,10	457,41	0,40
V2 Power LF [ms <sup>2</sup> ]	382,30	361,47	109,71	730,06	202,21	545,63	
V1 Power HF [ms <sup>2</sup> ]	1754,27	1595,70	45,06	4448,34	378,07	2796,63	0,26
V2 Power HF [ms <sup>2</sup> ]	1231,37	634,55	145,02	3581,26	278,62	2149,15	
V1 VLF/HF	0,71	0,08	0,02	2,10	0,03	1,68	0,78
V2 VLF/HF	0,79	0,43	0,02	3,58	0,06	0,87	
V1 LF/HF	0,90	0,25	0,03	4,64	0,11	0,90	0,26
V2 LF/HF	1,20	0,66	0,04	5,04	0,11	1,49	

Legenda: V1 – vstupní vyšetření; V2 – výstupní vyšetření

**Tabulka 5** Vstupní a výstupní hodnoty vybraných parametrů HRV kontrolní skupiny

	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil	<i>p</i>
V1 Power VLF [ms <sup>2</sup> ]	160,11	119,55	78,16	359,69	93,57	208,38	0,78
V2 Power VLF [ms <sup>2</sup> ]	177,62	104,57	37,76	449,94	45,69	316,37	
V1 Power LF [ms <sup>2</sup> ]	1369,49	528,64	128,78	4393,52	244,29	2443,89	0,67
V2 Power LF [ms <sup>2</sup> ]	985,19	715,43	212,13	2451,01	447,73	1446,03	
V1 Power HF [ms <sup>2</sup> ]	2472,23	1248,10	330,67	9908,47	767,08	2754,17	0,58
V2 Power HF [ms <sup>2</sup> ]	1460,35	1327,94	428,09	2703,95	1065,57	1881,88	
V1 VLF/HF	0,13	0,14	0,02	0,24	0,07	0,19	0,89
V2 VLF/HF	0,20	0,06	0,02	0,87	0,03	0,27	
V1 LF/HF	0,98	0,34	0,12	4,20	0,17	1,24	0,48
V2 LF/HF	0,73	0,63	0,17	1,92	0,36	0,90	

Legenda: V1 – vstupní vyšetření; V2 – výstupní vyšetření

**Hypotézu H<sub>02</sub>** „Není statisticky významný rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami vybraných parametrů HRV v experimentální a kontrolní skupině.“ **nelze zamítnout.** Ačkoliv se vstupní a výstupní hodnoty liší u obou skupin, nejvíce pak u parametru *Power HF* v experimentální skupině, kdy došlo k výraznému snížení výstupních hodnot oproti vstupnímu vyšetření, a v důsledku toho došlo k nárůstu v obou poměrech, v žádném ze sledovaných parametrů nedosáhla hodnota *p* hladiny statistické významnosti. Hypotéza H<sub>A2</sub> se proto zamítá.



**Tabulka 6** Vstupní a výstupní hodnoty vybraných parametrů HRV u probandů ve věku 19–40 let v experimentální skupině

	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil	<i>p</i>
V1 Power VLF [ms <sup>2</sup> ]	140,17	104,87	26,68	334,43	47,44	187,43	0,69
V2 Power VLF [ms <sup>2</sup> ]	151,01	110,53	78,71	249,04	86,78	229,97	
V1 Power LF [ms <sup>2</sup> ]	533,29	311,41	84,15	1750,94	168,04	351,89	0,89
V2 Power LF [ms <sup>2</sup> ]	321,65	353,62	109,71	616,82	158,76	369,32	
V1 Power HF [ms <sup>2</sup> ]	2646,60	2305,71	995,72	4448,34	2195,67	3287,55	0,22
V2 Power HF [ms <sup>2</sup> ]	1768,66	1206,54	301,00	3581,26	662,72	3091,76	
V1 VLF/HF	0,05	0,03	0,02	0,09	0,03	0,08	0,22
V2 VLF/HF	0,26	0,09	0,02	0,76	0,03	0,38	
V1 LF/HF	0,24	0,14	0,03	0,76	0,08	0,17	0,22
V2 LF/HF	0,57	0,12	0,04	2,05	0,09	0,53	

Legenda: V1 – vstupní vyšetření; V2 – výstupní vyšetření

**Podhypotézu p<sub>H02</sub>** „Není statisticky významný rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami vybraných parametrů HRV u probandů ve věku 19–40 let.“ **nelze zamítnout.** Vstupní a výstupní hodnoty v experimentální skupině u probandů ve věku 19–40 let se nejvíce liší v parametru *Power HF*, u kterého došlo k poklesu, nicméně v žádném ze sledovaných parametrů nedosáhla hodnota *p* hladiny statistické významnosti. Podhypotéza p<sub>H<sub>A</sub>2</sub> se proto zamítá.

**Tabulka 7** Vstupní a výstupní hodnoty vybraných parametrů HRV u probandů ve věku 41 let a více v experimentální skupině

	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil	<i>p</i>
V1 Power VLF [ms <sup>2</sup> ]	412,82	365,09	93,07	780,29	93,07	780,29	1,00
V2 Power VLF [ms <sup>2</sup> ]	411,27	517,94	126,70	589,16	126,70	589,16	
V1 Power LF [ms <sup>2</sup> ]	277,61	206,10	63,82	562,92	63,82	562,92	0,11
V2 Power LF [ms <sup>2</sup> ]	483,38	474,43	245,66	730,06	245,66	730,06	
V1 Power HF [ms <sup>2</sup> ]	267,07	191,70	45,06	564,44	45,06	564,44	1,00
V2 Power HF [ms <sup>2</sup> ]	335,88	256,24	145,02	606,38	145,02	606,38	
V1 VLF/HF	1,82	1,93	1,44	2,10	1,44	2,10	1,00
V2 VLF/HF	1,68	0,97	0,49	3,58	0,49	3,58	
V1 LF/HF	2,01	1,04	0,33	4,64	0,33	4,64	0,59
V2 LF/HF	2,25	0,94	0,78	5,04	0,78	5,04	

Legenda: V1 – vstupní vyšetření; V2 – výstupní vyšetření

**Podhypotézu  $pH_03$**  „Není statisticky významný rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami vybraných parametrů HRV u probandů ve věku 41 let a více.“ **nelze zamítnout.** Vstupní a výstupní hodnoty v experimentální skupině u probandů ve věku 41 let a více se liší ve všech proměnných, nejvíce v parametrech *Power LF* a poměru VLF/HF, nicméně v žádném ze sledovaných parametrů nedosáhla hodnota *p* hladiny statistické významnosti. Podhypotéza  $pH_{A3}$  se proto zamítá.

### 4.3 Porovnání změn po terapeutické intervenci mezi skupinami

V Tabulce 8 a 9 jsou šedě označeny řádky, na kterých jsou zaznamenány rozdíly mezi výstupními a vstupními hodnotami vybraných frekvenčních parametrů SA HRV kontrolní skupiny. Mírné hodnoty v tabulkách znamenají, že vybrané parametry dosáhly při výstupním měření nižších hodnot oproti měření vstupnímu. Jinými slovy došlo v daném parametru po uplynutí intervence ke snížení hodnoty.

**Tabulka 8** Porovnání účinku intervence mezi experimentální a kontrolní skupinou

	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil	<i>p</i>
EXP Power VLF [ms <sup>2</sup> ]	6,19	47,62	-262,35	224,07	-136,91	133,19	0,87
KON Power VLF [ms <sup>2</sup> ]	17,51	-75,73	-188,29	368,04	-116,85	172,75	
EXP Power LF [ms <sup>2</sup> ]	-55,11	40,89	-1134,12	410,61	-20,45	120,88	0,79
KON Power LF [ms <sup>2</sup> ]	-384,30	132,83	-1942,51	564,10	-1232,22	251,40	
EXP Power HF [ms <sup>2</sup> ]	-522,91	-104,30	-2004,71	414,68	-1444,77	252,45	0,96
KON Power HF [ms <sup>2</sup> ]	-1011,88	-0,39	-7204,52	1291,91	-1425,11	334,29	
EXP VLF/HF	0,08	0,03	-1,61	2,14	-0,50	0,52	0,64
KON VLF/HF	0,07	-0,03	-0,14	0,63	-0,10	0,15	
EXP LF/HF	0,30	0,22	-3,70	4,00	-0,03	0,87	0,71
KON LF/HF	-0,25	0,18	-3,34	0,52	-0,14	0,38	

Legenda: EXP – experimentální skupina; KON – kontrolní skupina

**Hypotézu  $H_03$**  „Není statisticky významný rozdíl ve změně hodnot vybraných parametrů HRV po absolvování intervence mezi experimentální a kontrolní skupinou.“ **nelze zamítnout.** Ačkoliv po uplynutí intervence k drobným rozdílům v hodnotách vybraných parametrů HRV mezi experimentální a kontrolní skupinou došlo, v žádném ze sledovaných parametrů nedosáhla hodnota *p* hladiny statistické významnosti. Hypotéza  $H_{A3}$  se proto zamítá.

**Tabulka 9** Porovnání účinku intervence mezi experimentální a kontrolní skupinou u probandů ve věku 19–40 let

	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní kvartil	Horní kvartil	<i>p</i>
EXP Power VLF [ms <sup>2</sup> ]	10,84	61,61	-255,72	182,53	-18,09	83,85	0,71
KON Power VLF [ms <sup>2</sup> ]	17,51	-75,73	-188,29	368,04	-116,85	172,75	
EXP Power LF [ms <sup>2</sup> ]	-211,64	17,43	-1134,12	74,61	-58,33	42,21	0,51
KON Power LF [ms <sup>2</sup> ]	-384,30	132,83	-1942,51	564,10	-1232,22	251,40	
EXP Power HF [ms <sup>2</sup> ]	-877,94	-1356,58	-2004,71	293,71	-1532,95	210,82	0,83
KON Power HF [ms <sup>2</sup> ]	-1011,88	-0,39	-7204,52	1291,91	-1425,11	334,29	
EXP VLF/HF	0,21	0,06	-0,05	0,74	-0,01	0,29	0,21
KON VLF/HF	0,07	-0,03	-0,14	0,63	-0,10	0,15	
EXP LF/HF	0,33	0,04	-0,08	1,29	0,02	0,39	0,83
KON LF/HF	-0,25	0,18	-3,34	0,52	-0,14	0,38	

Legenda: EXP – experimentální skupina; KON – kontrolní skupina

**Podhypotézu pH<sub>04</sub>** „Není statisticky významný rozdíl ve změně hodnot vybraných parametrů HRV po absolvování intervence mezi experimentální a kontrolní skupinou u probandů ve věku 19–40 let.“ **nelze zamítnout.** Nejvýraznější změna byla zaznamenána u parametru Power HF, jehož medián se u experimentální skupiny výrazně snížil. Nicméně v žádném ze sledovaných parametrů nedosáhla hodnota *p* hladiny statistické významnosti. Podhypotéza pH<sub>A4</sub> se proto zamítá.

## 5 DISKUSE

Na počátku zadání této diplomové práce nebylo jasné, zda mají postcovidové následky alespoň nějakou souvislost s dysregulací ANS. Stejně tak bylo omezené množství studií věnujících se problematice onemocnění COVID-19, natož ve spojitosti s ANS.

Během tří let od propuknutí pandemie COVID-19 však bylo publikováno obrovské množství prací, které se tématu COVID-19 dotýkají. Některé z těchto prací pak našly spojující články mezi postcovidovými následky a dysregulací ANS (Al-kuraishy et al., 2021; Astin et al., 2023; Becker, 2021; Buote Stella et al., 2022; Dani et al., 2021; Dotan et al., 2022; Hassani et al., 2021; Jammoul et al., 2023; Larsen, Stiles a Miglis, 2021; Malkova a Shoenfeld, 2023).

ANS je rozsáhlá síť nervů, jenž ovlivňuje prakticky všechny tkáně a orgány v těle. Zodpovídá za udržení rovnováhy mezi tělem a myslí. O stavu zdraví lze mluvit v souvislosti s funkční harmonií mezi sympatickou a parasympatickou větví ANS (Daniela et al., 2022, s. 26). Dysregulace této funkční harmonie pak zákonitě vede postupně k nemoci či k jejímu prohloubení a chronizaci, což dokládají i přetrvávající následky způsobené onemocněním COVID-19. Ty se vyvíjí bez ohledu na počáteční závažnost onemocnění a jejich klinické spektrum zahrnuje celou škálu příznaků (Castanares-Zapatero et al., 2022, s. 1473).

Postcovidové následky u značné části populace přetrvávají nejméně jeden rok, přičemž se nejčastěji jedná o únavu/slabost, dušnost, bolesti kloubů, deprese, úzkosti, potíže s pamětí a koncentrací a nespavost (Han et al., 2022, s. 1). Zeng et al. (2022, s. 423) doplňují, že dokonce polovina přeživších po zotavení z akutní infekce COVID-19 trpí ještě nejméně jeden rok fyzickými nebo psychickými následky tohoto onemocnění.

Nejnovější přehledy udávají, že celkem bylo identifikováno více než 200 symptomů postcovidového syndromu, a odhaduje se, že nejméně 65 milionů jedinců na celém světě trpí postcovidovými následky, přičemž počet případů přibývá. Reálně může být číslo ještě vyšší z důvodu nezanedbatelného množství nezaznamenaných případů (Davis et al., 2023, s. 133).

V patogenezi mnohých postcovidových příznaků, jako jsou například chronická únava, dyspnoe, palpitace, kognitivní poruchy nebo poruchy spánku a nálady, může hrát velmi významnou roli právě dysfunkce ANS (Bisaccia et al., 2021, s. 1–6; Dotan et al., 2022, s. 1).

Patofyziologický mechanismus, kterým by byl vysvětlen vznik autonomní dysfunkce, je do značné míry neobjasněný. Předpokládá se však, že hlavní roli hraje autoimunitní dysregulace a nespecifický zánět nervové tkáně (Spudich a Nath, 2022, s. 267). Autonomní dysfunkce se dále rozvíjí v důsledku sympatické a cytokinové bouře a inhibice protizánětlivého účinku

parasymptiku. Sympatická a cytokinová bouře jsou spolu s aktivací renin-angiotensinového systému konečnou cestou, která se podílí na rozvoji autonomní dysfunkce u COVID-19 (Al-kuraishy et al., 2021, s. 6–7).

## 5.1 Variabilita srdeční frekvence a COVID-19

Pro objasnění aktivity ANS, respektive míry jeho poruchy, se s úspěchem využívá snímání HRV. Tato metoda umožňuje neinvazivně a citlivě zhodnotit aktivitu ANS, čehož se využívá i v souvislosti s onemocněním COVID-19. Mol et al. (2021, s. 2) vnímají HRV jako cenný prediktor výsledků onemocnění COVID-19. Podobně se na HRV u COVID-19 dívá Kwon (2023, s. 14–16). Jeden ze závěrů, ke kterému došel, bylo nalezení nízkého HF výkonu u pacientů s COVID-19 ve srovnání s COVID-19 negativní skupinou. Autor však upozorňuje na značnou heterogenitu zahrnutých studií.

Autonomní dysregulace vyjádřená HRV je patrná již v rané fázi infekce. Milovanovic et al. (2021, s. 6) zjistili, že LF i HF složka HRV je u pacientů s COVID-19 oproti kontrolní skupině (zdraví a COVID-19 negativní) významně nižší. U pacientů s těžkou formou onemocnění je významně vyšší LF/HF poměr, který bývá obecně považován za ukazatel sympatovagální balance. Což by značilo větší podíl aktivity sympatiku oproti parasymptiku na celkovém výkonu ANS u pacientů s těžkou formou onemocnění oproti skupině kontrolní a skupině s lehkou formou onemocnění.

K podobným, a přesto mírně odlišným výsledkům jako Milovanovic et al. (2021) dospěli Kaliyaperumal et al. (2021, s. 247). Ti porovnávali 63 pacientů infikovaných virem SARS-CoV-2 s kontrolní skupinou, která čítala 43 zdravých probandů. Kontrolní skupina odpovídala skupině experimentální věkem i pohlavím. Pomocí krátkodobého záznamu (5 minut) hodnotili HRV v časové i frekvenční oblasti. U pacientů s COVID-19 v porovnání s kontrolní skupinou byly významně sníženy výkony v HF i LF pásmu. Poměry jednotlivých výkonů se však mezi skupinami nelišily. Parametry časové domény rMSSD a SDNN byly u osob s COVID-19 významně zvýšené, což dle autorů naznačuje, že infekce COVID-19 je provázena zvýšenou aktivitou parasymptiku.

### 5.1.1 Poměr LF/HF a sympatovagální balance

K poměru LF/HF je potřeba zmínit ještě několik poznámek. Přestože je LF/HF obecně přijímán jako ukazatel sympatovagální balance, kdy je výkon v LF pásmu přisuzován sympatiku a výkon v HF pásmu parasymptiku (Pham et al., 2021, s. 4), existují práce, které

aplikaci tohoto poměru ve smyslu sympatovagální balance zpochybňují. Je to z důvodu neshod ohledně produkce výkonu v LF pásmu.

Zdá se, že sympatický nervový systém neprodukuje rytmy výrazně vyšší než 0,1 Hz, kdežto u parasympatického nervového systému lze pozorovat ovlivnění srdečního rytmu od 0,4 Hz až k 0,05 Hz. Tzn., že v období snížené dechové frekvence (pod 9 dechů za minutu) nebo když si jedinec povzdechne nebo se zhluboka nadechne, může aktivita vagu vytvářet oscilace srdečního rytmu, které přecházejí až do pásma LF. Tvrzení, že LF pásmo reflektuje sympatickou aktivitu, vychází z dlouhodobých měření (24hodinové ambulantní záznamy), kde dochází k častým aktivacím sympatiku v důsledku fyzické aktivity a emočních stresových reakcí (Shaffer, McCraty a Zerr, 2014, s. 10).

V klidových podmínkách tedy zřejmě LF pásmo neodráží aktivitu sympatiku, ale koresponduje s baroreflexní modulací, jež je primárně zprostředkována vagem (Goldstein et al., 2011, s. 1259; Rahman et al., 2011, s. 133; Reyes del Paso et al., 2013, s. 483–484).

Interpretace poměru LF/HF je vzhledem k uvedeným informacím poněkud kontroverzní a záleží na kontextu záznamu (podmínky měření, způsob dýchání). Obecně lze shrnout, že výkon v LF pásmu může být ovlivněn vagovými, sympatickými a baroreflexními mechanismy v závislosti na kontextu. Poměr LF/HF je nutné interpretovat opatrně a brát v úvahu průměrné hodnoty HF i LF výkonu (Shaffer, McCraty a Zerr, 2014, s. 9–10). Billman (2013, s. 4) se ohledně poměru LF/HF jakožto ukazateli sympatovagální balance vyhrazuje mnohem přísněji a celou hypotézu o sympatovagální bilanci vyjádřenou poměrem LF/HF zamítá. A to zejména na základě komplexního výkonu LF, jeho mimořádně slabého vztahu k aktivaci sympatiku a nelineární (a často nerekiproční) interakce mezi aktivitou sympatiku a parasympatiku.

V kontextu frekvenčního ukazatele, který by odrážel sympatovagovou bilanci, Stejskal et al. (2001, s. 39) navrhuji, že poměr VLF/HF a % VLF by mohly být vhodnými ukazateli sympatovagální balance při cvičení. Ohledně interpretace VLF však panují také nejasnosti. Experimentální důkazy naznačují, že frekvence těchto oscilací je modulována eferentní aktivitou sympatiku (Shaffer, McCraty a Zerr, 2014, s. 11). Laborde, Mosley a Thayer (2017, s. 4) uvádějí, že fyziologický původ VLF výkonu je v dlouhodobých regulačních mechanismech, termoregulaci a hormonálních mechanismech. Někteří autoři ale tvrdí, že i výkon ve VLF pásmu je odrazem parasympatických (vagálních) mechanismů. Což podporuje myšlenku, že parasympatické mechanismy generují oscilace ve všech frekvenčních pásmech (Reyes del Paso et al., 2013, s. 484; Tripathi, 2011, s. 728).

Interpretace jednotlivých frekvenčních ukazatelů není tedy tak jednoznačná. Přiřazování jednotlivých frekvenčních složek k různým větvím ANS se zdá být příliš velkým

zjednodušením a je hlavní příčinou úskalí při interpretaci získaných výsledků (Hayano a Yuda, 2019, s. 6).

I přes výše zmíněné informace však celá řada i současných studií nadále využívá zjednodušené a nepřesné interpretace výsledků SA HRV.

### 5.1.2 Variabilita srdeční frekvence u postcovidových následků

Obraz HRV u postcovidového syndromu není tak dobře prozkoumán a výsledky studií se rozcházejí. Obecně je u postcovidových následků, které souvisejí s dysfunkcí ANS, nalezena dysregulace HRV, což také potvrzuje tvrzení, že pro postcovidový syndrom je charakteristická dysregulace ANS (Barizien et al., 2021, s. 1).

V této diplomové práci však nebyly nalezeny žádné statisticky významné rozdíly ve vybraných frekvenčních parametrech HRV mezi experimentální (přetrvávající postcovidový deficit) a kontrolní (prodělané onemocnění COVID-19, bez následků) skupinou (viz Tabulka 2, s. 62). Statisticky významný rozdíl nebyl nalezen ani u podskupiny ve věku 19–40 let (viz Tabulka 3, s. 63). Z hlediska statistické významnosti tedy tato diplomová práce nepotvrdila tezi o dysregulaci ANS u postcovidového deficitu vyjádřenou HRV. Ačkoliv rozdíly mezi skupinami nebyly shledány za statisticky významné, odlišnosti mezi skupinami pozorovat lze. Obecně byl medián parametrů *Power VLF* a *Power HF* vyšší u experimentální skupiny, u podskupiny ve věku 19–40 let byl pak rozdíl v parametru *Power HF* mezi experimentální a kontrolní skupinou markantnější, opět ve prospěch experimentální skupiny. Nižších hodnot dosáhla experimentální skupina v parametru *Power LF* i v poměrech VLF/HF a LF/HF. Totéž platilo u věkové podskupiny. Z těchto dílčích výsledků by se dalo předpokládat, že u pacientů s postcovidovým deficitem, dochází k navýšení výkonu v HF pásmu, který reflektuje respiračně vázanou aktivitu vagu, v důsledku reakce na virus, což je u mladších jedinců ještě výraznější.

Výsledky některých studií potvrzují, že i u skupiny relativně mladé (průměrný věk přibližně 23 let) a fyzicky aktivní populace může infekce virem SARS-CoV-2 po několika týdnech od začátku rekonvalescence měřitelně ovlivnit ANS. Přičemž dochází k významnému nárůstu aktivity parasymptiku u pacientů po COVID-19 s mírnými následky oproti kontrolní skupině, která COVID-19 neprodělala (Soliński et al., 2022, s. 6).

Problematikou postcovidových následků se zabývali také Asarcikli et al. (2022, s. 715). V jejich práci se zaměřili na pacienty s palpitací, které přetrvávaly 12 až 26 týdnů po stanovení diagnózy COVID-19. Tato experimentální skupina čítala 60 probandů (průměrný věk přibližně 39 let) a byla porovnána se skupinou kontrolní, která obsahovala 33 probandů odpovídajícího

věku a pohlaví s palpítacemi, ale bez diagnózy COVID-19. Pro sběr dat HRV využili 24hodinové EKG snímání. Ukázalo se, že časové parametry rMSSD a SDNN byly významně vyšší u skupiny s postcovidovými palpítacemi než u skupiny kontrolní. Z indexů frekvenční oblasti byl u experimentální skupiny významně vyšší výkon v HF pásmu a významně nižší poměr LF/HF. Autoři se domnívají, že nadměrně zvýšený tonus parasympatiku a zvýšená HRV u pacientů s postcovidovým deficitem mohou vysvětlit nevyřešené ortostatické příznaky vyskytující se v období po COVID-19, které mohou souviset s autonomní nerovnováhou. Výsledky autorů Asarcikli et al. (2022) ve frekvenční oblasti jsou tak v jisté shodě s výsledky naší diplomové práce.

Další prací věnující se postcovidové problematice je studie autorů Shah et al. (2022, s. 70–75). Tito autoři však do experimentální skupiny zařadili všechny probandy, kteří se zotavili z infekce COVID-19, lépe řečeno RT-PCR test byl negativní, v posledních 7 týdnech. A to včetně pacientů, kteří již nevykazovali žádné známky postcovidového deficitu. I s těmito pacienty obsahovala experimentální skupina 92 probandů o průměrném věku přibližně 57 let a kontrolní skupina 120 probandů odpovídajícího věku a pohlaví. Hodnoty HRV byly získány z krátkodobého záznamu (60 sekund) během řízeného dýchání v poloze vleže na zádech pomocí 12svodového EKG. Výsledky časové domény HRV ukázaly významně nižší hodnoty rMSSD i SDNN u experimentální skupiny, což jsou naprosto odlišné výsledky, než ke kterým došli Asarcikli et al. (2022). To může být dáno různým věkem a rozdílným souborem pacientů, kdy Shah et al. (2022) zařadil i bezpříznakové probandy, a také délkou trvání postcovidového deficitu v jednotlivých studiích. Výsledky z těchto dvou studií naznačují, že v prvních týdnech po prodělání nemoci jsou hodnoty rMSSD a SDNN nižší, postupem času však narůstají. Je však nutné přihlídnout k odlišné věkové skladbě probandů. Shah et al. (2022) s frekvenčními parametry nepracovali.

K opačným závěrům než Asarcikli et al. (2022) ve frekvenční doméně SA HRV došli autoři Acanfora et al. (2022, s. 1–2). Ti srovnávali HRV pomocí 12svodového 24hodinového monitorování EKG u 30 pacientů s postcovidovými následky (dušnost, únava, kašel aj.) a 20 pacientů bez COVID-19. Dospěli k závěru, že výkon v HF i VLF pásmu je výrazně nižší u pacientů s postcovidovým deficitem než u zdravých jedinců. V důsledku snížení HF výkonu je u skupiny s postcovidovými následky významně vyšší také poměr LF/HF. Tyto výsledky tedy spíše ukazují na poruchu aktivity vagu v souvislosti s postcovidovými příznaky. Což je v přímém protikladu k výsledkům této diplomové práce.

Komplexněji zkoumali HRV u pacientů s postcovidovým deficitem autoři Marques et al. (2022). V jejich studii bylo do experimentální skupiny zařazeno celkem 155 pacientů



s postcovidovými příznaky (únava, dušnost, kašel, bolesti kloubů a svalů, bolesti na hrudi a bolesti hlavy). Ti byli dále rozděleni na pacienty, kteří byli hospitalizováni a na ty, kteří hospitalizováni nebyli a byli symptomatictí po různou dobu (3 a méně měsíců, více než 3 měsíce, 6 měsíců a méně, více než 6 měsíců), s dušností a bez dušnosti. Průměrný věk experimentální skupiny byl necelých 44 let. Kontrolní skupina, kterou tvořili jedinci bez COVID-19, čítala 94 probandů s průměrným věkem přibližně 41 let. Analýza HRV byla uskutečněna v krátkodobém záznamu (5 minut, 256 po sobě jdoucích úderů srdce, přičemž data získaná během prvních a posledních 30 sekund byla vyřazena). Napříč všemi podskupinami experimentální skupiny bylo prokázáno, že pacienti s postcovidovými příznaky vykazují globální snížení HRV ve srovnání s kontrolní skupinou, včetně snížení výkonu HF složky. Naproti tomu je u všech pacientů s postcovidovým deficitem zaznamenán vyšší výkon LF složky. Autoři se na základě těchto výsledků domnívají, že postcovidový deficit vede k excitaci sympatiku a ke snížení aktivity parasympatiku.

Souhrnně lze říct, že na základě výše uvedených studií existují dvě teorie o dysregulaci ANS u pacientů s přetrvávajícími postcovidovými příznaky. Jedna zastává názor, že u těchto pacientů dochází k nadměrné aktivaci sympatiku a útlumu parasympatiku, druhá se domnívá, že postcovidové příznaky jsou udržovány nadměrnou aktivitou parasympatiku. Domnívám se, že významnou roli v takto diametrálně odlišných závěrech má kromě rozdílného trvání postcovidových příznaků také věková skladba probandů v daných studiích. Studie, které pracovaly s mladší populací, včetně naší diplomové práce, dospěly k závěrům o vyšší aktivitě parasympatiku.

## **5.2 Dech jako klíč k modulaci autonomního nervového systému**

Navzdory tomu, že ANS oplývá značnou autonomií, existuje celá řada neinvazivních a nefarmakologických možností, kterými je možné aktivitu ANS příznivě modulovat. Některé z těchto možností jsou nastíněny v kapitole *1.2.6 Možnosti regulace sympatovagální balance*.

Říká se, že oko je branou do duše. Pokud se budeme držet tohoto příměru, můžeme v podobném duchu říct, že branou k ANS, lépe řečeno k jeho volní regulaci, je dech. Dechové techniky představují jednu z nejjednodušších a nejúčinnějších možností, kterou je možné neinvazivně a nefarmakologicky regulovat aktivitu ANS, a to díky úzké vazbě mezi dýcháním a ANS.

Spektrum průběhů dechové aktivity koreluje s úzkostí, depresí, hněvem, stresem a dalšími pozitivními a negativními emocemi. Předpokládá se, že dechový vzorec je ovlivňován nejen emocemi, ale že sám dechový vzor ovlivňuje emoce v obousměrném vztahu mezi tělem

a myslí (Jerath a Beveridge, 2020, s. 1). Emoce a dýchání jsou tedy úzce propojeny ve zpětnovazebné smyčce (Jerath et al., 2015, s. 112). Stejně tak existuje úzká vazba mezi ANS a emocemi (Levenson, 2014, s. 100). Například aktivita vagového nervu koreluje se schopností regulovat stresové reakce. Zvýšení jeho aktivity pravděpodobně přispívá k odolnosti a zmírnění příznaků náladovosti a úzkosti, k čemuž lze využít právě dechové techniky (Breit et al., 2018, s. 1). Stimulace vagového nervu prostřednictvím regulovaného nebo s pozorností vedeného dechu nabízí rovněž vysvětlení příznivých účinků kontemplativních praktik na celkové zdraví člověka (Gerritsen a Band, 2018, s. 1).

Jerath et al. (2015, s. 112) dodávají, že meditace a dechové techniky snižují stres, úzkost, depresi a další negativní emoční stavy. Předpokládají, že ANS lze modulovat dechem, takže ve stavech s dominancí sympatiku, jako je stres a úzkost, mohou techniky pomalého a hlubokého dýchání a meditace změnit dominanci sympatiku na dominanci parasympatiku. Pomalé a hluboké dýchání a kardiorespirační synchronizace mohou vést k homeostatickému zvýšení buněčných membránových potenciálů a ke generalizovanému snížení vnitřní excitability pacemakerů, jako je srdce a amygdala, což způsobuje fyziologickou inhibici negativních emocí.

Russo, Santarelli a O'Rourke (2017, s. 300) definují jako pomalé dýchání frekvenci dýchání od 4 do 10 dechů za minutu. Což odpovídá frekvenci 0,07–0,16 Hz. Přičemž typická frekvence dýchání u lidí se pohybuje v rozmezí 10–20 dechů za minutu (0,16–0,33 Hz).

Techniky pomalého dýchání ovlivňují ANS, CNS i psychické rozpoložení. Podporují autonomní změny zvyšující HRV a respirační sinusovou arytmii, které jsou doprovázeny modifikací činnosti CNS, kdy je zaznamenáno zvýšení výkonu alfa a snížení výkonu theta. Z anatomického hlediska je zvýšená aktivita v kortikálních (například prefrontální, motorická a parietální kůra) a subkortikálních (pons, thalamus, hypothalamus aj.) strukturách. S ohledem na psychiku a chování je patrná zvýšená pohoda, relaxace, příjemnost, energičnost a bdělost. A naopak dochází ke snížení příznaků vzrušení, úzkosti, deprese, hněvu a zmatenosti (Zaccaro et al., 2018, s. 1).

Tyto změny potvrzují souvislosti mezi aktivitou parasympatiku (zvýšení HRV a výkonu LF složky – vzhledem k nízké frekvenci dýchání, v tomto případě 6 dechů za minutu, je výkon respiračně vázané aktivity vagu posunut z HF do LF pásma), aktivitou CNS související s emoční kontrolou a psychickou pohodou u zdravých osob. Mechanismy vysvětlující psychofyziologické změny vyvolané pomalým dýcháním souvisí s volní regulací vnitřních tělesných stavů (interocepce) a s úlohou mechanoreceptorů v nosní klenbě při převádění pomalého dýchání na modulaci aktivity čichového bulbu, který následně ladí aktivitu celé mozkové kůry (Zaccaro et al., 2018, s. 1–2).

Jerath et al. (2006, s. 570) předpokládá, že pomalé volní dýchání generuje inhibiční signály a hyperpolarizační proud v neurální i non-neurální tkáni mechanickým protažením tkání během nádechu a zadržování dechu. Inhibiční impulsy ve spolupráci s hyperpolarizačním proudem pravděpodobně iniciují synchronizaci nervových elementů v CNS, periferním nervovém systému a okolních tkáních, což v konečném důsledku způsobuje posun v autonomní rovnováze směrem k parasympatické dominanci.

Jiné vysvětlení účinku pomalého a hlubokého dýchání nabízí model neuroviscerální integrace. Během pomalého dýchání o frekvenci 0,1 Hz jsou výsledné srdeční variace velké a dlouhotrvající, protože přímé a nepřímé vlivy vyvolané dýcháním jsou synchronní s rezonanční frekvencí (0,1 Hz). V důsledku toho je doba uvolňování a hydrolýzy acetylcholinu během každého výdechu vysoká. Úroveň dodávky kyslíku během každého nádechu je maximální, vagem zprostředkovaná HRV je vysoká a stojí u zrodu rozmanitých periferních benefitů, včetně protizánětlivých a antihypertenzních účinků. Spojení vysokých srdečních oscilací a dlouhotrvajících oscilací krevního tlaku také zvyšuje aktivaci interoceptivních a limbických struktur, včetně levé insulární a cingulární oblasti. Tyto mechanismy mohou stát na počátku centrálních benefitů pomalého a hlubokého dýchání (Sevoz-Couche a Laborde, 2022, s. 7, 10).

Zdá se, že autonomně optimalizované dýchání se pohybuje v rozmezí 6–10 dechů za minutu se zvýšeným dechovým objemem, kterého se dosahuje aktivací bránice (Russo, Santarelli a O'Rourke, 2017, s. 305). Význam bránice je obrovský, a to nejen při dýchání a posturální kontrole. Hraje také důležitou roli v cévním a lymfatickém systému a významně se podílí na gastroezofageálních funkcích. Úzkou vazbu mezi dýcháním a ANS dokládá i funkční propojení vagu s nervus phrenicus, který inervuje bránici. Stejně tak je potvrzeno, že pravidelné cvičení bráničního dýchání významně zvyšuje HRV (Kocjan et al., 2017, s. 224–231). Funkce bránice nekončí v její anatomii, ale ovlivňuje celý tělesný systém, včetně CNS (Bordoni et al., 2018, s. 1).

Pomalé a hluboké dýchání může také snížit intenzitu viscerální bolesti. Tento účinek však není specifický pro nízkou frekvenci dýchání a ani není zprostředkován autonomními nebo emočními reakcemi, což naznačuje jiné základní mechanismy, zejména rozptýlení (Gholamrezaei et al. 2022, s. 1). Zvýšení HRV pomocí pomalého a hlubokého dýchání, které zvyšuje vagovou aktivitu, je rovněž spojeno s lepší schopností rozhodování (De Couck et al., 2019, s. 1).

Tento typ dýchání se jeví jako bezpečný terapeutický přístup k esenciální hypertenzi, kde je u HRV zaznamenán nárůst HF výkonu, snížení LF výkonu a poměru LF/HF. Navíc pomalé

dýchání u hypertoniků zvyšuje citlivost baroreflexu (Li et al., 2018, s. 1). Techniky pomalého dýchání o frekvenci 0,1 Hz, což odpovídá přibližně 6 dechům za minutu, se jeví také jako vhodný doplněk spánkové hygieny a relaxačních technik pro léčbu nespavosti (Jerath, Beveridge a Barnes, 2019, s. 1, 4). Zajímavé je, že hluboké a pomalé dýchání vede k významně většímu nárůstu HF výkonu u starších (průměrný věk 66 let) dospělých než u mladších. Zdá se tedy, že je tato technika, co se týče zvýšení aktivity parasymptiku, účinnější u starších lidí (Magnon, Dutheil a Vallet, 2021, s. 1).

Dýchání nosními dírkami přináší další benefity, které mohou být využity i u onemocnění COVID-19. Nosní dutina a nosní mandle filtrují, ohřívají a zvlhčují vdechovaný vzduch. Paranasální dutiny produkují oxid dusnatý, který má bronchodilatační a vazodilatační účinky. Předpokládá se, že oxid dusnatý může přispívat ke snížení infekcí dýchacích cest tím, že inaktivuje viry a inhibuje jejich replikaci v epiteliálních buňkách (Martel et al., 2020, s. 168–169). Zvýšení srdečních oscilací prostřednictvím spojení pomalého a hlubokého dýchání s dýcháním nosními dírkami také posiluje vagové vstupy do prodloužené míchy a průtok krve mozkem (Sevoz-Couche a Laborde, 2022, s. 10). Dýchání nosem má taktéž klíčovou roli při koordinaci neuronálních oscilací na podporu zpracování podnětů a chování. Jinými slovy nosní dýchání nabízí vstupní bod do limbických oblastí mozku pro modulaci kognitivních funkcí související s funkcemi amygdaly a hipokampu, což se během dýchání ústy v takové míře neděje. Rovněž přirozené dýchání nosem synchronizuje elektrickou aktivitu v primární čichové kůře (Zelano et al., 2016, s. 12448).

Autonomní nervová aktivita je rovněž ovlivněna poměrem nádechu a výdechu. Při zachování stálé dechové frekvence je delší výdech oproti nádechu (v tomto případě 2:1) spojen se zvýšením aktivity vagového nervu (Bae et al., 2021, s. 1). Zvýšenou aktivitu vagu při režimu dýchání s prodlouženým výdechem (6 sekund výdech a 4 sekundy nádech) potvrzují i jiné studie (Komori, 2018, s. 6).

Při srovnání čtyř technik hlubokého dýchání (dýchání se sevřenými rty, dýchání levou a pravou nosní dírkou a dýchání s odporovaným nádechem) o frekvenci 0,1 Hz po dobu tří minut bylo zjištěno, že dýchání se zatížením je spojeno s lepšími kardiovaskulárními účinky a dýchání se sevřenými rty s lepšími emocionálními reakcemi (Gholamrezaei et al. 2021, s. 1).

Pránájáma je jednou z nejdůležitějších součástí starobylých tradičních jógových praktik. Zahrnuje různé typy dechových technik, které mají odlišné účinky na lidský organismus. Obecně pránájáma ovlivňuje neurokognitivní schopnosti, autonomní a plicní funkce a biochemické a metabolické aktivity v těle u celé škály klinických stavů (Saoji, Raghavendra a Manjunath, 2019, s. 57). Konkrétněji pomalé dechové techniky pránájámy mají příznivý vliv

na kardiovaskulární a autonomní proměnné, zatímco rychlé dechové techniky takové účinky nemají. Výsledky specifického jógového dýchání nosními dírkami a mechanismy, které stojí za účinky různých technik pránájámy, však nejsou dostatečně konzistentní (Nivethitha, Mooventhan a Manjunath, 2016, s. 75–76). Předpoklad je takový, že dýchání levou nosní dírkou zvyšuje aktivitu vagu a HRV. Dýchání pravou nosní dírkou pro změnu zvyšuje aktivitu sympatiku (Pal et al. 2014, s. 145). Novější studie naznačují, že dýchání různými nosními dírkami má rozdílný vliv na mozkové procesy (Niazi et al., 2022, s. 11–12). Dýchání se střídáním nosních dírek vede rovněž k významnému zlepšení kardiorespiračních parametrů, což je vysvětleno posunem sympatovagální balance směrem k převaze parasympatiku (Jahan et al., 2021, s. 75). Dechové techniky pránájámy lze doplnit ásanami a mudrami, které mohou podpořit benefity plynoucí z praktikování dechových technik (Oravcová, 2021, s. 61–62).

S propojením dechu a pohybu pracují kromě jógy také jiné východní techniky, jako je Tai-Chi nebo Qigong (Yeung et al., 2018, s. 40). Z dalších známých metod, které pracují s dechem, lze zmínit Buteykovu metodu (Vagedes et al., 2021, s. 1) či v současnosti velmi populární Wim Hofovu metodu (Kox et al., 2014, s. 7383). Neméně důležitou roli v regulaci autonomních funkcí zastává také plicní rehabilitace (Cheng et al., 2014, s. 249; Mohammed et al., 2017, s. 228).

### **5.2.1 Dechové techniky a COVID-19**

Vzhledem k nesporným benefitům, které plynou z praktikování dechových technik, se jeví jejich využití u onemocnění COVID-19 téměř žádoucí a bezpečnou možností ke snížení dopadu této nemoci na kvalitu života každého z nás. Ještě lepší variantou využití dechových technik v rámci pandemie COVID-19 je pak prevence vzniku a rozvoje příznaků tohoto onemocnění.

Potenciál preventivně působit proti mnoha škodlivým účinkům onemocnění COVID-19 mají například techniky pomalého dýchání. Ty mohou aktivovat protizánětlivé dráhy a zvýšit kapacitu plic, což následně zvyšuje aerobní vytrvalost, emoční pohodu a kvalitu spánku. Díky ekonomické efektivitě a snadnému použití se tato technika jeví jako slibný prostředek k působení proti příznakům COVID-19 (Borges et al., 2021, s. 6). Jako konkrétní preventivní opatření navrhuji autoři Kumar, Venu a Jaya (2022, s. 56–57) praktikování pránájámy a mudr každé ráno a večer po dobu 30 minut.

U pacientů se středně těžkou až těžkou formou COVID-19 vedou i krátkodobá dechová cvičení ke zlepšení specifických dechových parametrů. Dechová cvičení se tak jeví jako cenný nástroj pro systém zdravotní péče zahlcený pandemií COVID-19 (Kader et al., 2022, s. 1).

Přínosem pomalého dýchání je také jeho protizánětlivé působení u středně těžké pneumonie způsobené COVID-19 (Balint et al., 2022, s. 1–2). Benefity mohou těžit pacienti s COVID-19 i z jógových dechových technik (Rain et al., 2022, s. 1).

U přetrvávajících postcovidových příznaků je význam dechových technik neméně důležitý. Plicní rehabilitace v kombinaci s rehabilitací funkční vede u pacientů trpících postcovidovým syndromem ke zlepšení funkční kapacity, plicních funkcí a síly dechových svalů. Rovněž napomáhá k obnovení kvality života těchto pacientů (Hockele et al., 2022, s. 1). Plicní rehabilitace může také pomoci zlepšit funkční stav, dušnost, únavu a tím i kvalitu života pacientů s postcovidovým deficitem (Nopp et al., 2022, s. 593–594).

Někteří autoři doporučují pro osoby s přetrvávajícími postcovidovými příznaky komplexní rehabilitační přístup Tai-Chi, jenž v sobě kloubí vícero složek, mezi nimiž hraje významnou roli dýchání (Castro, Kierkegaard a Zeitelhofer, 2022, s. 1).

Vzhledem k relativní nenáročnosti dechových technik se nabízí jejich propojení s moderní technikou, kterou současná doba oplývá. Účinnost tohoto propojení také u pacientů s COVID-19 formou dechových a silových cvičení prostřednictvím telerehabilitace potvrzují například autoři Rodríguez-Blanco et al. (2022, s. 486). U pacientů s COVID-19 může telerehabilitační intervence zlepšit funkční kapacitu a subjektivní vnímání cvičení s minimem nežádoucích účinků. Pro potvrzení jiných účinků jsou však nutná další zkoumání (Seid, Aychiluhm a Mohammed, 2022, s. 1).

### **5.2.2 Telerehabilitace u postcovidových následků**

V kontextu technologického rozmachu a epidemiologické situace posledních let se zájem o telerehabilitaci, jakožto formy terapie zamezující šíření viru, podstatně zvýšil. V současnosti nachází využití i při léčbě onemocnění COVID-19 a jeho přetrvávajících příznaků.

Nejčastěji zaznamenané techniky při telerehabilitaci postcovidových příznaků jsou respirační techniky (cvičení pro zvýšení pružnosti hrudního koše, kontrolované dýchání), edukace pacientů, *mindfulness* a hry s pomocí virtuální reality zaměřené na fyzické, duševní a relaxační aspekty (Valverde-Martínez et al., 2023, s. 1). Prostřednictvím telerehabilitace může docházet ke zlepšení funkční kapacity, dušnosti, výkonnosti a fyzických komponent kvality života konkrétního jedince. Zároveň telerehabilitace významně nezvyšuje počet nežádoucích příhod (Vieira et al., 2022, s. 90).

V této diplomové práci jsme se zabývali vlivem třítydenní dechově-relaxační telerehabilitační intervence s prvky zaměřenými na vnímání vlastního těla na aktivitu ANS. Z výsledků vyplývá, že po absolvování terapeutické intervence žádný z vybraných parametrů

SA HRV nedosáhl statisticky významné změny oproti vstupnímu měření u žádné ze skupin ani podskupin (viz Tabulka 4–7, s. 64–65). Určité změny však zaznamenány byly. V experimentální skupině bez omezení věku došlo k nepatrnému zvýšení mediánu u parametru *Power VLF*. O něco větší nárůst byl pozorován u parametru *Power LF*. U ukazatele *Power HF* byl zaznamenán poměrně markantní pokles, což by značilo na sníženou aktivitu parasymptiku vlivem intervence, což se neslučuje s předpokládanými účinky dechových a relaxačních technik na ANS. V důsledku snížení *Power HF* a zvýšení *Power LF* došlo k nárůstu jednotlivých poměrů (viz Tabulka 4, s. 64). Určité vysvětlení těchto neintuitivních výsledků může nabídnout kapitola 5.4 *Limity práce*.

U kontrolní skupiny, která intervenci nepodstoupila, došlo k nárůstu mediánu u parametru *Power LF*. Drobný nárůst byl zaznamenán i u parametru *Power HF*. Nepatrné zhoršení lze pozorovat u parametru *Power VLF*. V důsledku těchto změn se zvýšil poměr LF/HF a snížil poměr VLF/HF (viz Tabulka 5, s. 64).

U probandů ve věku 19–40 let v experimentální skupině byl stejně jako v celé experimentální skupině pozorován výrazný pokles parametru *Power HF*. U ostatních ukazatelů výkonu došlo k mírnému nárůstu hodnot (viz Tabulka 6, s. 65).

U probandů ve věku 41 let a více v experimentální skupině byl zaznamenán nárůst mediánu ve všech parametrech výkonu. Poměry VLF/HF a LF/HF se snížily (Tabulka 7, s. 65). Vzhledem k tomu, že tato skupina čítala pouze 3 jedince, nelze tyto výsledky generalizovat.

Při porovnání změn po uplynutí intervence mezi experimentální a kontrolní skupinou nebyla zaznamenána žádná statisticky významná změna. Stejně tak nebyl shledán rozdíl mezi skupinami ve věku 19–40 let. Největší rozdíl byl shledán v parametru *Power HF*, který u experimentální skupiny u probandů ve věku 19–40 let zaznamenal výrazný pokles. Tento jev byl pozorován i u experimentální skupiny bez omezení věku (viz Tabulka 8 a 9, s. 66–67).

Ačkoliv výsledky této diplomové práce neprokázaly vliv dechově-relaxační telerehabilitační intervence na vybrané frekvenční ukazatele SA HRV u pacientů s postcovidovým deficitem, subjektivní hodnocení pacientů s těmito výsledky nekorespondovalo. Přestože i po absolvování terapeutické intervence některé příznaky přetrvávaly, většina (6 z 8) probandů uvedla, že cítí po intervenci zlepšení svého zdravotního stavu.

Význam telerehabilitace u postcovidového deficitu ověřovali i jiní autoři. Li et al. (2022, s. 697–705) do své studie zařadili 120 dříve hospitalizovaných osob s přetrvávající dušností. 61 z nich zařadili do intervenční skupiny, která zahrnovala šestitýdenní rehabilitační program bez dohledu poskytovaný prostřednictvím chytrého telefonu. Kontrolní skupinu bez programu

tvorila zbylá část dříve hospitalizovaných osob s přetrvávající dušností. Probandi byli dálkově monitorováni pomocí telemetrického snímání srdeční frekvence. Rehabilitační program se skládal z kontrolovaného dýchání a cvičení pro zvýšení expanze hrudníku, aerobního cvičení a cvičení pro zvýšení svalové síly dolních končetin. Ukázalo se, že tento program byl lepší než žádná rehabilitace, pokud jde o cvičební kapacitu, svalovou sílu dolních končetin a fyzickou kvalitu života. Účinky programu na dušnost a maximální volní ventilaci byly pouze krátkodobé. Účinky na plicní funkce byly shledány jako nepravděpodobné a účinky na psychické aspekty kvality života byly přinejlepším malé.

Philip et al. (2022, s. 851–861) se zaměřili na poněkud odlišnější online program. Konkrétně na dechový a *wellbeing* program. Výzkumný soubor čítal 150 účastníků s přetrvávající dušností a s nebo bez přetrvávající úzkosti. Tyto příznaky přetrvávaly nejméně 4 týdny po jejich vzniku. 74 účastníků bylo náhodně zařazeno do skupiny s online programem, 76 do skupiny s obvyklou péčí. Online program se zaměřoval na korekci dýchání pomocí pěveckých technik a stejně jako běžná péče u kontrolní skupiny trval 6 týdnů. Zjištěním této práce je, že tento typ online programu je bezpečný a účinný při zlepšení psychické složky kvality života a prvků dušnosti. Účastníci navíc uvedli zmírnění symptomů, měli pocit, že program doplňuje běžnou péči a že využití zpěvu a hudby bylo pro jejich potřeby obzvláště vhodné.

Další prací, která se zabývala vlivem telerehabilitace u přetrvávajících postcovidových příznaků, je práce autorů Del Corral et al. (2023, s. 1–2), kteří hodnotili účinky osmitýdenního domácího programu zaměřeného na trénink dechových svalů. Výzkumný soubor zahrnoval 88 jedinců, u kterých se vyskytovaly postcovidové příznaky únavy a dušnosti po dobu nejméně 3 měsíců po stanovení diagnózy COVID-19. Probandi byli dále náhodně rozděleni do dvou experimentálních a dvou kontrolních skupin. Experimentální skupina byla rozdělena podle způsobu tréninku na trénink pouze nádechových svalů a trénink nádechových i výdechových svalů. Probandi v kontrolních skupinách podstoupili falešný trénink. Po skončení intervence došlo u skupiny, která trénovala nádechové i výdechové svaly, k významnému zlepšení kvality života, ale nedošlo ke zlepšení tolerance cvičení. Oba programy byly shledány jako účinné ve zlepšení funkce dechových svalů a svalové síly dolních končetin, ale neměly žádný vliv na funkci plic a psychologický stav.

Nejednoznačnost efektivity telerehabilitace dokládají autoři Seron et al. (2021, s. 3), kteří při globálním srovnání klasické kontaktní rehabilitace s telerehabilitací dospěli k rozporuplným výsledkům. Navzdory tomuto konstatování by účinek telerehabilitace mohl být srovnatelný s kontaktní rehabilitací nebo lepší než žádná rehabilitace u stavů, jako jsou osteoartróza, bolesti



v kříži, náhrady kyčelního a kolenního kloubu, roztroušená skleróza a také u kardiorespiračních onemocnění. Cottrell et al. (2017, s. 626) potvrzuje využití telerehabilitace v oblasti muskuloskeletálních poruch, kde se jeví jako účinná a srovnatelná s běžnými rehabilitačními metodami.

I na základě výše zmíněných studií disponuje telerehabilitace určitým léčebným potenciálem i u přetrvávajících postcovidových příznaků. Nelze ji však vnímat jako náhradu klasické rehabilitace, ale spíše jako vhodný doplněk v komplexním přístupu k léčbě pacientů s postcovidovým deficitem. Podobného názoru jsou Wen, Milne a Sin (2022, s. 152–153), kteří navrhují hybridní model, kdy některé komponenty rehabilitace probíhají osobně a jiné prostřednictvím telerehabilitace.

Ačkoliv výsledky naší diplomové práce nepotvrdily vliv telerehabilitace na aktivitu ANS u pacientů s postcovidovým deficitem, většina pacientů subjektivní zlepšení zdravotního stavu pocítovala. Jistou roli při nepotvrzení vlivu telerehabilitace v kontextu s ostatními studiemi mohl sehrát krátký časový horizont intervence v této diplomové práci.

### **5.3 Přínos pro praxi**

Teoretická část této diplomové práce přináší základní poznatky o onemocnění COVID-19 a jeho propojení s ANS. Pochopení těchto souvislostí může pomoci k nastavení vhodné léčby u přetrvávajících postcovidových příznaků do jisté míry způsobených postcovidovou dysregulací ANS. Kapitola věnovaná ANS nabízí praktický význam zejména v podobě předložených možností k ovlivnění sympatovagální balance a popisu neinvazivního a citlivého způsobu hodnocení funkce ANS prostřednictvím SA HRV.

Ačkoliv výzkumná část této práce žádné statisticky významné výsledky nepřinesla a intervence vedla spíše ke zhoršení v některých frekvenčních parametrech HRV, výsledky jiných studií v oblasti telerehabilitace naznačují její léčebný potenciál u přetrvávajících postcovidových příznaků. Rovněž většina pacientů v našem výzkumu uvedla subjektivní zlepšení zdravotního stavu. Všichni pacienti vnímali telerehabilitační intervenci pozitivně a doporučili by ji i dalším lidem. Určitý problém může být v neochotě zapojit se do telerehabilitačního programu u starších obyvatel, kdy většinu našeho výzkumného souboru tvořili zejména mladí lidé do 40 let. To může vypovídat právě o chuti zlepšit svůj zdravotní stav u mladší skupiny obyvatel, ale také to může svědčit o tom, že postcovidové následky se nevyhýbají ani mladým lidem. Právě u této skupiny byly nalezeny značné rozdíly v jednotlivých výkonech při SA HRV oproti skupině kontrolní. Ani tyto však nebyly shledány

za statisticky významné. Postcovidovou dysregulaci ANS potvrzují i jiné studie, jejichž závěry se však diametrálně rozcházejí.

Telerehabilitace formou dechově-relaxačních cvičení se jeví jako vhodný doplněk ke klasické kontaktní rehabilitaci v rámci komplexního přístupu k terapii pacientů s přetrvávajícími postcovidovými příznaky. Domnívám se však, že rozhodně nemá potenciál rovnocenně nahradit kontaktní terapii. Své uplatnění může také nalézt tam, kde kontaktní rehabilitace není možná, ať už z důvodů přehlcených zdravotnických kapacit nebo z důvodů logistických (imobilita, dopravní dostupnost aj.).

## 5.4 Limity práce

Jedním z významných limitů této diplomové práce je nedostatečná standardizace měřicí procedury včetně technických problémů s přístrojem ke snímání HRV. Tyto skutečnosti komplikovaly průběh celého výzkumného šetření, což souvisí také s tím, že tento projekt byl koncipován jako pilotní studie. Nedostatečnou standardizací je myšlena neschopnost zajistit totožné podmínky pro každého probanda v reálném pracovním životě. Což souvisí se schopností HRV citlivě reagovat na jakékoliv změny zevního i vnitřního prostředí. Proto je možné uvažovat i o nevhodnosti krátkodobého záznamu HRV v běžném životě. V kontextu záznamu HRV se jeví jako limitující také velké rozdíly v naměřených hodnotách mezi jednotlivými probandy. Otázky vyvstávají rovněž nad nejednoznačnou interpretací výkonů v jednotlivých frekvenčních pásmech ve světové literatuře.

Dalším limitujícím aspektem této práce byl výzkumný soubor, který čítal pouhých 8 probandů v experimentální skupině a 8 probandů ve skupině kontrolní. Přičemž zavádějící byla také heterogenita tohoto výzkumného souboru ve smyslu věku a pohlaví (viz Tabulka 1, s. 57), ale také ve smyslu různorodosti přetrvávajících příznaků a jejich časového horizontu. Stejně tak se jako úskalí projevila důslednost probandů při pravidelném plnění terapeutických videí. Otázkou rovněž může být, zda je vzhledem k výsledkům výstupního měření třítýdenní intervence dostatečná.

V neposlední řadě byla realizace výzkumné části ovlivněna pandemií COVID-19 a z ní plynoucími restrikcemi, což v určitých případech způsobilo posun některého vyšetření na pozdější termín.

## ZÁVĚR

Problematika postcovidové dysregulace ANS se jeví jako klíčová pro pochopení přetrvávajících následků vzniklých v důsledku onemocnění COVID-19 a v návaznosti na pochopení i jejich komplexní léčbu. V současnosti i díky neinvazivním a citlivým možnostem hodnocení aktivity ANS, jakým je SA HRV, je tato problematika v popředí zájmu. Vzhledem k uznávaným účinkům dechových technik nejen na ANS a kontextu náročné epidemiologické doby roste také zájem o telerehabilitační programy formou dechových a jiných technik.

V rámci této diplomové práce byl ověřován vliv třítydenní dechově-relaxační telerehabilitační intervence u probandů s postcovidovým deficitem. Zároveň byla porovnána získaná data vybraných frekvenčních parametrů SA HRV mezi experimentální a kontrolní skupinou. Vstupní výsledky experimentální a kontrolní skupiny se nejvíce lišily v parametru *Power HF*, který byl vyšší u experimentální skupiny a rovněž i u podskupiny ve věku 19–40 let, u které byl rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou výraznější. Ani jeden z rozdílů však nebyl shledán za statisticky významný.

Co se týče vlivu intervence, opět nebyl zaznamenán žádný statisticky významný výsledek. Paradoxně došlo dokonce k výraznému poklesu hodnoty parametru *Power HF*, který je považován za hlavní frekvenční ukazatel aktivity parasymptiku, respektive vagu. Navzdory těmto paradoxním výsledkům udávala většina probandů subjektivní zlepšení zdravotního stavu po absolvování intervence. Proto i v kontextu jiných studií, které vliv telerehabilitace u postcovidového deficitu potvrzují, nelze dechové techniky formou telerehabilitace označit jako neúčinné. Stejně tak je nutné přihlídnout ke komplikacím, které provázely realizaci výzkumu a jsou uvedeny v kapitole 5.4 *Limity práce*. Proto je vhodné výsledky interpretovat opatrně a nengeneralizovat.

Přestože tato práce nedošla k žádným statisticky významným výsledkům, stanoveného cíle diplomové práce bylo dosaženo.

Tato práce tedy nepotvrdila významné změny v aktivitě ANS u postcovidového deficitu, nicméně existují práce, které tuto souvislost potvrzují. Postcovidové následky mohou přetrvávat i více než rok po infekci a zhoršovat kvalitu života milionů lidí na celém světě. Jedním z významných mechanismů, který stojí za přetrváváním postcovidového deficitu, je pravděpodobně dysregulace ANS, která zároveň nabízí i terapeutický cíl. Jedním z možných terapeutických přístupů může být využití dechově-relaxačních technik prostřednictvím telerehabilitace.

V dalších výzkumech by bylo vhodné přísněji zajistit standardizované podmínky (totožný čas vyšetření pro všechny probandy, strava, životospráva, spánek aj.), což je v každodenním fungování pracujících lidí náročné. K určité eliminaci jednorázových stresorů, které zkreslují výsledky SA HRV, by mohlo být využito 24hodinové snímání HRV. Dále by bylo potřeba pracovat s významně početnějším souborem odpovídajícího věku a pohlaví. Rovněž by bylo zajímavé porovnávat vliv onemocnění COVID-19 na aktivitu ANS v průběhu času, a to i v závislosti na věku a pohlaví. V neposlední řadě se jeví jako poutavé rozdělit pacienty do podskupin dle přetrvávajících příznaků a na základě převažujícího symptomu pozorovat účinnost dané intervence a aktivitu ANS.

## REFERENČNÍ SEZNAM

1. ABUÍN-PORRAS, Vanesa, Vicente Javier CLEMENTE-SUÁREZ, Gonzalo JAÉN-CRESPO, Emmanuel NAVARRO-FLORES, Helios PAREJA-GALEANO a Carlos ROMERO-MORALES, 2021. Effect of Physiotherapy Treatment in the Autonomic Activation and Pain Perception in Male Patients with Non-Specific Subacute Low Back Pain. *Journal of Clinical Medicine* [online]. **10**(8), 1793, 1–9 [cit. 2023-04-24]. ISSN 2077-0383. Dostupné z: doi:10.3390/jcm10081793
2. ACANFORA, Domenico, Maria NOLANO, Chiara ACANFORA, Camillo COLELLA, Vincenzo PROVITERA, Giuseppe CAPORASO, Gabriele Rosario RODOLICO, Alessandro Santo BORTONE, Gennaro GALASSO a Gerardo CASUCCI, 2022. Impaired Vagal Activity in Long-COVID-19 Patients. *Viruses* [online]. **14**(5), 1035, 1–13 [cit. 2023-02-24]. ISSN 1999-4915. Dostupné z: doi:10.3390/v14051035
3. AKBARI, Ali, Farshid SHAMSAEI, Efat SADEGHIAN, Mehrdokht MAZDEH a Leili TAPAK, 2022. Effect of progressive muscle relaxation technique on self-esteem and self-efficacy in multiple sclerosis patients: A clinical trial study. *Journal of Education and Health Promotion* [online]. **11**, 8, 1–10 [cit. 2023-03-25]. ISSN 2277-9531. Dostupné z: doi:10.4103/jehp.jehp\_272\_21
4. AL-KURAI SHY, Hayder M., Ali I. AL-GAREEB, Safaa QUSTI, Eida M. ALSHAMMARI, Gideon Ampoma. GYEBI a Gaber El-Saber BATIHA, 2021. Covid-19-Induced Dysautonomia: A Menace of Sympathetic Storm. *ASN Neuro* [online]. **13**, 175909142110576, 1–10 [cit. 2023-04-07]. ISSN 1759-0914. Dostupné z: doi:10.1177/17590914211057635
5. ALENE, Muluneh, Leltework YISMAW, Moges Agazhe ASSEMIE, Daniel Bekele KETEMA, Wodaje GIETANEH a Tilahun Yemanu BIRHAN, 2021. Serial interval and incubation period of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *BMC Infectious Diseases* [online]. **21**(1), 257, 1–9 [cit. 2022-11-11]. ISSN 1471-2334. Dostupné z: doi:10.1186/s12879-021-05950-x
6. ALEXANDER, Marcalee, 2022. Introduction. In: ALEXANDER, Marcalee (ed.). *Telerehabilitation* [online]. Philadelphia: Elsevier, 1–3 [cit. 2023-02-25]. ISBN 978-0-323-82486-6. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-82486-6.00001-0
7. ALMEIDA, Aline C., Aryane F. MACHADO, Máira C. ALBUQUERQUE, Lara M. NETTO, Franciele M. VANDERLEI, Luiz Carlos M. VANDERLEI, Jayme Netto JUNIOR a Carlos M. PASTRE, 2016. The effects of cold water immersion with different dosages (duration and temperature variations) on heart rate variability post-exercise recovery: A randomized controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. **19**(8), 676–681 [cit. 2023-03-30]. ISSN 1440-2440. Dostupné z: doi:10.1016/j.jsams.2015.10.003
8. ALMEIDA-SANTOS, Marcos Antonio, Jose Augusto BARRETO-FILHO, Joselina Luzia Menezes OLIVEIRA, Francisco Prado REIS, Cristiane Costa DA CUNHA OLIVEIRA a Antonio Carlos Sobral SOUSA, 2016. Aging, heart rate variability and patterns of autonomic regulation

- of the heart. *Archives of Gerontology and Geriatrics* [online]. **63**, 1–8 [cit. 2023-03-09]. ISSN 1872-6976. Dostupné z: doi:10.1016/j.archger.2015.11.011
9. AMBARISH, Vijayaraghava, Pradip BARDE, Avni VYAS a Kishore Kumar DEEPAK, 2005. Comparison between pre-prandial and post-prandial heart rate variability (HRV). *Indian Journal of Physiology and Pharmacology* [online]. **49**(4), 436–442 [cit. 2023-03-09]. ISSN 0019-5499. Dostupné z: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=394ccb764363bd3acab7ee8f42f142a21a12eb01>
  10. ARMSTRONG, Kelly, Raman GOKAL a William TODORSKY, 2020. Neuromodulating Influence of Two Electroacupuncture Treatments on Heart Rate Variability, Stress, and Vagal Activity. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* [online]. **26**(10), 928–936 [cit. 2023-03-30]. ISSN 1557-7708. Dostupné z: doi:10.1089/acm.2019.0267
  11. ASARCIKLI, Lale Dinc, Mert İlker HAYIROGLU, Altug OSKEN, Kivanc KESKIN, Zeynep KOLAK a Tolga AKSU, 2022. Heart rate variability and cardiac autonomic functions in post-COVID period. *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology* [online]. **63**(3), 715–721 [cit. 2023-04-11]. ISSN 1572-8595. Dostupné z: doi:10.1007/s10840-022-01138-8
  12. ASTIN, Rónan, Amitava BANERJEE, Mark R. BAKER, Melanie DANI, Elizabeth FORD, James H. HULL, Phang Boon LIM, Melitta MCNARRY, Karl MORTEN, Oliver O’SULLIVAN, Ethersia PRETORIUS, Betty RAMAN, Demetris S. SOTEROPOULOS, Maxime TAQUET a Catherine N. HALL, 2023. Long COVID: mechanisms, risk factors and recovery. *Experimental Physiology* [online]. **108**(1), 12–27 [cit. 2023-04-07]. ISSN 1469-445X. Dostupné z: doi:10.1113/EP090802
  13. AVEYARD, Paul, Min GAO, Nicola LINDSON, Jamie HARTMANN-BOYCE, Peter WATKINSON, Duncan YOUNG, Carol A C COUPLAND, Pui San TAN, Ashley K CLIFT, David HARRISON, Doug W GOULD, Ian D PAVORD a Julia HIPPISEY-COX, 2021. Association between pre-existing respiratory disease and its treatment, and severe COVID-19: a population cohort study. *The Lancet Respiratory Medicine* [online]. **9**(8), 909–923 [cit. 2022-11-18]. ISSN 2213-2600. Dostupné z: doi:10.1016/S2213-2600(21)00095-3
  14. BAE, Dalbyeol, Jacob J. L. MATTHEWS, J. Jean CHEN a Linda MAH, 2021. Increased exhalation to inhalation ratio during breathing enhances high-frequency heart rate variability in healthy adults. *Psychophysiology* [online]. **58**(11), e13905, 1–12 [cit. 2023-04-15]. ISSN 1469-8986. Dostupné z: doi:10.1111/psyp.13905
  15. BALINT, Elisabeth Maria, Beate GRÜNER, Sophia HAASE, Mandakini KAW-GEPPERT, Julian F. THAYER, Harald GÜNDEL a Marc N. JARCZOK, 2022. A randomized clinical trial to stimulate the cholinergic anti-inflammatory pathway in patients with moderate COVID-19-pneumonia using a slow-paced breathing technique. *Frontiers in Immunology* [online]. **13**, 928979, 1–11 [cit. 2023-04-16]. ISSN 1664-3224. Dostupné z: doi:10.3389/fimmu.2022.928979

16. BARIZIEN, Nicolas, Morgan LE GUEN, Stéphanie RUSSEL, Pauline TOUCHE, Florent HUANG a Alexandre VALLÉE, 2021. Clinical characterization of dysautonomia in long COVID-19 patients. *Scientific Reports* [online]. **11**(1), 14042, 1–7 [cit. 2023-04-08]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-021-93546-5
17. BEAR, Mark F., Barry W. CONNORS a Michael A. PARADISO, 2016. *Neuroscience: exploring the brain*. Fourth edition. Philadelphia: Wolters Kluwer. ISBN 978-0-7817-7817-6.
18. BECKER, Richard C., 2021. Autonomic dysfunction in SARS-COV-2 infection acute and long-term implications COVID-19 editor's page series. *Journal of Thrombosis and Thrombolysis* [online]. **52**(3), 692–707 [cit. 2023-02-23]. ISSN 1573-742X. Dostupné z: doi:10.1007/s11239-021-02549-6
19. BELLOCCHI, Chiara, Angelica CARANDINA, Beatrice MONTINARO, Elena TARGETTI, Ludovico FURLAN, Gabriel Dias RODRIGUES, Eleonora TOBALDINI a Nicola MONTANO, 2022. The Interplay between Autonomic Nervous System and Inflammation across Systemic Autoimmune Diseases. *International Journal of Molecular Sciences* [online]. **23**(5), 2449, 1–15 [cit. 2023-02-24]. ISSN 1422-0067. Dostupné z: doi:10.3390/ijms23052449
20. BERNARDI, L., P. SLEIGHT, G. BANDINELLI, S. CENCETTI, L. FATTORINI, J. WDOWCZYC-SZULC a A. LAGI, 2001. Effect of rosary prayer and yoga mantras on autonomic cardiovascular rhythms: comparative study. *BMJ* [online]. **323**(7327), 1446–1449 [cit. 2023-03-29]. ISSN 1468-5833. Dostupné z: doi:10.1136/bmj.323.7327.1446
21. BESEDOVSKY, Luciana, Tanja LANGE a Monika HAACK, 2019. The Sleep-Immune Crosstalk in Health and Disease. *Physiological Reviews* [online]. **99**(3), 1325–1380 [cit. 2023-03-15]. ISSN 1522-1210. Dostupné z: doi:10.1152/physrev.00010.2018
22. BIANCO, Gianluca, 2019. Fascial neuromodulation: an emerging concept linking acupuncture, fasciology, osteopathy and neuroscience. *European Journal of Translational Myology* [online]. **29**(3), 195–201 [cit. 2023-03-13]. ISSN 2037-7460. Dostupné z: doi:10.4081/ejtm.2019.8331
23. BILLMAN, George E., 2013. The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance. *Frontiers in Physiology* [online]. **4**, 1–5 [cit. 2023-04-08]. ISSN 1664-042X. Dostupné z: doi:10.3389/fphys.2013.00026
24. BISACCIA, Giandomenico, Fabrizio RICCI, Vittoria RECCE, Antonio SERIO, Giovanni IANNETTI, Anwar A. CHAHAL, Marcus STÅHLBERG, Mohammed Yunus KHANJI, Artur FEDOROWSKI a Sabina GALLINA, 2021. Post-Acute Sequelae of COVID-19 and Cardiovascular Autonomic Dysfunction: What Do We Know? *Journal of Cardiovascular Development and Disease* [online]. **8**(11), 156, 1–15 [cit. 2023-04-07]. ISSN 2308-3425. Dostupné z: doi:10.3390/jcdd8110156
25. BLASE, Kees, Eric VERMETTEN, Paul LEHRER a Richard GEVIRTZ, 2021. Neurophysiological Approach by Self-Control of Your Stress-Related Autonomic Nervous System with Depression, Stress and Anxiety Patients. *International Journal of Environmental*

- Research and Public Health* [online]. **18**(7), 3329–14 [cit. 2023-03-27]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph18073329
26. BOOTH, Adam, Angus Bruno REED, Sonia PONZO, Arrash YASSAEE, Mert ARAL, David PLANS, Alain LABRIQUE a Diwakar MOHAN, 2021. Population risk factors for severe disease and mortality in COVID-19: A global systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE* [online]. **16**(3), e0247461, 1–30 [cit. 2022-11-17]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0247461
  27. BORDONI, Bruno, Shahin PURGOL, Annalisa BIZZARRI, Maddalena MODICA a Bruno MORABITO, 2018. The Influence of Breathing on the Central Nervous System. *Cureus* [online]. **10**(6), e2724, 1–8 [cit. 2023-04-13]. ISSN 2168-8184. Dostupné z: doi:10.7759/cureus.2724
  28. BORGES, Uirassu, Babet Lobinger, Florian JAVELLE, Matthew WATSON, Emma MOSLEY a Sylvain LABORDE, 2021. Using Slow-Paced Breathing to Foster Endurance, Well-Being, and Sleep Quality in Athletes During the COVID-19 Pandemic. *Frontiers in Psychology* [online]. **12**, 624655, 1–8 [cit. 2023-04-16]. ISSN 1664-1078. Dostupné z: doi:10.3389/fpsyg.2021.624655
  29. BOTEK, Michal, Jakub KREJCI, Filip NEULS a Jiri NOVOTNY, 2013. Effect of modified method of autonomic nervous system activity assessment on results of heart rate variability analysis. *Acta Gymnica* [online]. **43**(2), 39–46 [cit. 2023-03-06]. ISSN 2336-4920. Dostupné z: doi:10.5507/ag.2013.011
  30. BOTEK, Michal, Jakub KREJČÍ a Andrew J. MCKUNE, 2017. *Variabilita srdeční frekvence v tréninkovém procesu: historie, současnost a perspektiva*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5202-9.
  31. BOURDILLON, Nicolas, Fanny JEANNERET, Masih NILCHIAN, Patrick ALBERTONI, Pascal HA a Grégoire P. MILLET, 2021. Sleep Deprivation Deteriorates Heart Rate Variability and Photoplethysmography. *Frontiers in Neuroscience* [online]. **15**, 642548, 1–12 [cit. 2023-03-09]. ISSN 1662-453X. Dostupné z: doi:10.3389/fnins.2021.642548
  32. BRAEKEN, Marijke A. K. A., Alexander JONES, Renée A. OTTE, Ivan NYKLÍČEK a Bea R. H. VAN DEN BERGH, 2017. Potential benefits of mindfulness during pregnancy on maternal autonomic nervous system function and infant development: Mindfulness, ANS, and infant development. *Psychophysiology* [online]. **54**(2), 279–288 [cit. 2023-03-27]. ISSN 0048-5772. Dostupné z: doi:10.1111/psyp.12782
  33. BREIT, Sigrid, Aleksandra KUPFERBERG, Gerhard ROGLER a Gregor HASLER, 2018. Vagus Nerve as Modulator of the Brain–Gut Axis in Psychiatric and Inflammatory Disorders. *Frontiers in Psychiatry* [online]. **9**, 44, 1–15 [cit. 2023-04-11]. ISSN 1664-0640. Dostupné z: doi:10.3389/fpsy.2018.00044
  34. BRUNO, Rosa Maria a Lorenzo GHIADONI, 2018. Polyphenols, Antioxidants and the Sympathetic Nervous System. *Current Pharmaceutical Design* [online]. **24**(2), 130–139 [cit. 2023-03-14]. ISSN 1873-4286. Dostupné z: doi:10.2174/1381612823666171114170642



35. BUIJS, Ruud M., Eva C. SOTO TINOCO, Gabriela HURTADO ALVARADO a Carolina ESCOBAR, 2021. The circadian system: From clocks to physiology. In: SWAAB, Dick F., Felix KREIER, Paul J. LUCASSEN, Ahmad SALEHI a Ruud M. BUIJS (eds.). *Handbook of Clinical Neurology* [online]. Elsevier, 233–247 [cit. 2023-03-25]. ISBN 978-0-12-819975-6. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-819975-6.00013-3
36. BUIJZE, Geert A., Inger N. SIEREVELT, Bas C. J. M. VAN DER HEIJDEN, Marcel G. DIJKGRAAF a Monique H. W. FRINGS-DRESEN, 2016. The Effect of Cold Showering on Health and Work: A Randomized Controlled Trial. *PLOS ONE* [online]. **11**(9), e0161749, 1–15 [cit. 2023-03-30]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0161749
37. BUOITE STELLA, Alex, Giovanni FURLANIS, Nicolò Arjuna FREZZA, Romina VALENTINOTTI, Milos AJCEVIC a Paolo MANGANOTTI, 2022. Autonomic dysfunction in post-COVID patients with and without neurological symptoms: a prospective multidomain observational study. *Journal of Neurology* [online]. **269**(2), 587–596 [cit. 2023-01-19]. ISSN 1432-1459. Dostupné z: doi:10.1007/s00415-021-10735-y
38. BURGESS, Helen J., John TRINDER, Young KIM a David LUKE, 1997. Sleep and circadian influences on cardiac autonomic nervous system activity. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology* [online]. **273**(4), H1761–H1768 [cit. 2023-03-25]. ISSN 1522-1539. Dostupné z: doi:10.1152/ajpheart.1997.273.4.H1761
39. CASCELLA, Marco, Michael RAJNIK, Abdul ALEEM, Scott C. DULEBOHN a Raffaella DI NAPOLI, 2022. Features, Evaluation, and Treatment of Coronavirus (COVID-19). In: *StatPearls* [online]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing [cit. 2022-11-02]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554776/>
40. CASTANARES-ZAPATERO, D., P. CHALON, L. KOHN, M. DAUVRIN, J. DETOLLENAERE, C. MAERTENS DE NOORDHOUT, C. PRIMUS-DE JONG, I. CLEEMPUT a K. VAN DEN HEEDE, 2022. Pathophysiology and mechanism of long COVID: a comprehensive review. *Annals of Medicine* [online]. **54**(1), 1473–1487 [cit. 2023-04-06]. ISSN 1365-2060. Dostupné z: doi:10.1080/07853890.2022.2076901
41. CASTRO, Juan Pablo, Marie KIERKEGAARD a Manuel ZEITELHOFER, 2022. A Call to Use the Multicomponent Exercise Tai Chi to Improve Recovery From COVID-19 and Long COVID. *Frontiers in Public Health* [online]. **10**, 827645, 1–3 [cit. 2023-04-16]. ISSN 2296-2565. Dostupné z: doi:10.3389/fpubh.2022.827645
42. CASTRO-DIEHL, Cecilia, Ana V DIEZ ROUX, Susan REDLINE, Teresa SEEMAN, Paula MCKINLEY, Richard SLOAN a Steven SHEA, 2016. Sleep Duration and Quality in Relation to Autonomic Nervous System Measures: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Sleep* [online]. **39**(11), 1927–1940 [cit. 2023-03-14]. ISSN 1550-9109. Dostupné z: doi:10.5665/sleep.6218
43. CATAI, Aparecida Maria, Carlos Marcelo PASTRE, Moacir Fernandes de GODOY, Ester da SILVA, Anielle Christine de Medeiros TAKAHASHI a Luiz Carlos Marques VANDERLEI,

2020. Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. *Brazilian Journal of Physical Therapy* [online]. **24**(2), 91–102 [cit. 2023-02-27]. ISSN 1413-3555. Dostupné z: doi:10.1016/j.bjpt.2019.02.006
44. CATTADORI, Gaia, Silvia DI MARCO, Massimo BARAVELLI, Anna PICOZZI a Giuseppe AMBROSIO, 2022. Exercise Training in Post-COVID-19 Patients: The Need for a Multifactorial Protocol for a Multifactorial Pathophysiology. *Journal of Clinical Medicine* [online]. **11**(8), 2228, 1–10 [cit. 2023-02-08]. ISSN 2077-0383. Dostupné z: doi:10.3390/jcm11082228
45. CATTANEO, Lorena Angela, Anna Chiara FRANQUILLO, Alessandro GRECUCCI, Laura BECCIA, Vincenzo CARETTI a Harold DADOMO, 2021. Is Low Heart Rate Variability Associated with Emotional Dysregulation, Psychopathological Dimensions, and Prefrontal Dysfunctions? An Integrative View. *Journal of Personalized Medicine* [online]. **11**(9), 872, 1–15 [cit. 2023-03-28]. ISSN 2075-4426. Dostupné z: doi:10.3390/jpm11090872
46. CAVANAUGH, Alyson M., Kevin B. SPICER, Douglas THOROUGHMAN, Connor GLICK a Kathleen WINTER, 2021. Reduced Risk of Reinfection with SARS-CoV-2 After COVID-19 Vaccination — Kentucky, May–June 2021. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report* [online]. **70**(32), 1081–1083 [cit. 2022-11-16]. ISSN 1545-861X. Dostupné z: doi:10.15585/mmwr.mm7032e1
47. CHAPUT, Jean-Philippe, Caroline DUTIL, Ryan FEATHERSTONE, Robert ROSS, Lora GIANGREGORIO, Travis J. SAUNDERS, Ian JANSSEN, Veronica J. POITRAS, Michelle E. KHO, Amanda ROSS-WHITE, Sarah ZANKAR a Julie CARRIER, 2020. Sleep timing, sleep consistency, and health in adults: a systematic review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* [online]. **45**(10 (Suppl. 2)), S232–S247 [cit. 2023-03-24]. ISSN 1715-5320. Dostupné z: doi:10.1139/apnm-2020-0032
48. CHEN, Mingxian, Songyun WANG, Xuping LI, Lilei YU, Hui YANG, Qiming LIU, Jianjun TANG a Shenghua ZHOU, 2020. Non-invasive Autonomic Neuromodulation Is Opening New Landscapes for Cardiovascular Diseases. *Frontiers in Physiology* [online]. **11**, 550578, 1–11 [cit. 2023-03-30]. ISSN 1664-042X. Dostupné z: doi:10.3389/fphys.2020.550578
49. CHENG, Shih-Tsung, Yao-Kuang WU, Mei-Chen YANG, Chun-Yao HUANG, Hui-Chuan HUANG, Wen-Hua CHU a Chou-Chin LAN, 2014. Pulmonary rehabilitation improves heart rate variability at peak exercise, exercise capacity and health-related quality of life in chronic obstructive pulmonary disease. *Heart & Lung* [online]. **43**(3), 249–255 [cit. 2023-04-15]. ISSN 0147-9563. Dostupné z: doi:10.1016/j.hrtlng.2014.03.002
50. CHESHIRE, William P., Roy FREEMAN, Christopher H. GIBBONS, Pietro CORTELLI, Gregor K. WENNING, Max J. HILZ, Judith M. SPIES, Axel LIPP, Paola SANDRONI, Naoki WADA, Akiko MANO, Hyun AH KIM, Kurt KIMPINSKI, Valeria IODICE, Juan IDIÁQUEZ, Pariwat THAISETTHAWATKUL, Elizabeth A. COON, Phillip A. LOW a Wolfgang SINGER, 2021. Electrodiagnostic assessment of the autonomic nervous system: A consensus statement endorsed by the American Autonomic Society, American Academy of Neurology, and the

- International Federation of Clinical Neurophysiology. *Clinical Neurophysiology* [online]. **132**(2), 666–682 [cit. 2023-02-24]. ISSN 1388-2457. Dostupné z: doi:10.1016/j.clinph.2020.11.024
51. COLLET, C., F. DI RIENZO, N. EL HOYEK a A. GUILLOT, 2013. Autonomic nervous system correlates in movement observation and motor imagery. *Frontiers in Human Neuroscience* [online]. **7**, 415, 1–17 [cit. 2023-03-27]. ISSN 1662-5161. Dostupné z: doi:10.3389/fnhum.2013.00415
  52. COSTA, Klinger V.T. da, Aline Tenório Lins CARNAÚBA, Katianne Wanderley ROCHA, Kelly Cristina Lira de ANDRADE, Sonia M.S. FERREIRA a Pedro de L. MENEZES, 2020. Olfactory and taste disorders in COVID-19: a systematic review. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* [online]. **86**(6), 781–792 [cit. 2022-11-08]. ISSN 1808-8694. Dostupné z: doi:10.1016/j.bjorl.2020.05.008
  53. COTTRELL, Michelle A., Olivia A. GALEA, Shaun P. O’LEARY, Anne J. HILL a Trevor G. RUSSELL, 2017. Real-time telerehabilitation for the treatment of musculoskeletal conditions is effective and comparable to standard practice: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation* [online]. **31**(5), 625–638 [cit. 2023-02-20]. ISSN 1477-0873. Dostupné z: doi:10.1177/0269215516645148
  54. CUENCA-MARTÍNEZ, Ferran, Luis SUSO-MARTÍ, Mónica GRANDE-ALONSO, Alba PARIS-ALEMANY a Roy LA TOUCHE, 2018. Combining motor imagery with action observation training does not lead to a greater autonomic nervous system response than motor imagery alone during simple and functional movements: a randomized controlled trial. *PeerJ* [online]. **6**, e5142, 1–23 [cit. 2023-03-27]. ISSN 2167-8359. Dostupné z: doi:10.7717/peerj.5142
  55. ČIHÁK, Radomír, 2016. *Anatomie 3. Třetí, upravené a doplněné vydání*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5636-3.
  56. D’AMICO, Anthony, Jason GILLIS, Kelley MCCARTHY, Jessica LEFTIN, Melissa MOLLOY, Heather HEIM a Cameron BURKE, 2020. FOAM ROLLING AND INDICES OF AUTONOMIC RECOVERY FOLLOWING EXERCISE-INDUCED MUSCLE DAMAGE. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. **15**(3), 429–440 [cit. 2023-03-29]. ISSN 2159-2896.
  57. DA ROSA MESQUITA, Rodrigo, Luiz Carlos FRANCELINO SILVA JUNIOR, Fernanda Mayara SANTOS SANTANA, Tatiana FARIAS DE OLIVEIRA, Rafaela CAMPOS ALCÂNTARA, Gabriel MONTEIRO ARNOZO, Etvaldo RODRIGUES DA SILVA FILHO, Aisla Graciele GALDINO DOS SANTOS, Euclides José OLIVEIRA DA CUNHA, Saulo Henrique SALGUEIRO DE AQUINO a Carlos Dornels FREIRE DE SOUZA, 2021. Clinical manifestations of COVID-19 in the general population: systematic review. *Wiener klinische Wochenschrift* [online]. **133**(7–8), 377–382 [cit. 2023-02-10]. ISSN 1613-7671. Dostupné z: doi:10.1007/s00508-020-01760-4
  58. DA SILVEIRA, Matheus Pelinski, Kimberly Kamila DA SILVA FAGUNDES, Matheus Ribeiro BIZUTI, Édina STARCK, Renata Calciolari ROSSI a Débora Tavares DE RESENDE E SILVA, 2021. Physical exercise as a tool to help the immune system against COVID-19: an integrative

- review of the current literature. *Clinical and Experimental Medicine* [online]. **21**(1), 15–28 [cit. 2023-02-08]. ISSN 1591-9528. Dostupné z: doi:10.1007/s10238-020-00650-3
59. DANI, Melanie, Andreas DIRKSEN, Patricia TARABORRELLI, Miriam TOROCASTRO, Dimitrios PANAGOPOULOS, Richard SUTTON a Phang Boon LIM, 2021. Autonomic dysfunction in ‘long COVID’: rationale, physiology and management strategies. *Clinical Medicine* [online]. **21**(1), e63–e67 [cit. 2023-01-20]. ISSN 1473-4893. Dostupné z: doi:10.7861/clinmed.2020-0896
  60. DANIELA, Matei, Luca CATALINA, Onu ILIE, Matei PAULA, Iordan DANIEL-ANDREI a Buculei IOANA, 2022. Effects of Exercise Training on the Autonomic Nervous System with a Focus on Anti-Inflammatory and Antioxidants Effects. *Antioxidants* [online]. **11**(2), 350, 1–34 [cit. 2023-03-13]. ISSN 2076-3921. Dostupné z: doi:10.3390/antiox11020350
  61. DAVIS, Hannah E., Lisa MCCORKELL, Julia Moore VOGEL a Eric J. TOPOL, 2023. Long COVID: major findings, mechanisms and recommendations. *Nature Reviews Microbiology* [online]. **21**, 133–146 [cit. 2023-04-09]. ISSN 1740-1534. Dostupné z: doi:10.1038/s41579-022-00846-2
  62. DE COUCK, Marijke, Jo NIJS a Yori GIDRON, 2014. You May Need a Nerve to Treat Pain: The Neurobiological Rationale for Vagal Nerve Activation in Pain Management. *The Clinical Journal of Pain* [online]. **30**(12), 1099–1105 [cit. 2023-02-24]. ISSN 0749-8047. Dostupné z: doi:10.1097/AJP.0000000000000071
  63. DE COUCK, Marijke, Ralf CAERS, Liza MUSCH, Johanna FLIEGAUF, Antonio GIANGRECO a Yori GIDRON, 2019. How breathing can help you make better decisions: Two studies on the effects of breathing patterns on heart rate variability and decision-making in business cases. *International Journal of Psychophysiology* [online]. **139**, 1–9. ISSN 0167-8760. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijpsycho.2019.02.011
  64. DE MATOS, Brenda Thaynne Lima, Daniela Vieira BUCHAIM, Karina Torres POMINI, Sandra Maria BARBALHO, Elen Landgraf GUIGUER, Carlos Henrique Bertoni REIS, Cleuber Rodrigo de Souza BUENO, Marcelo Rodrigues da CUNHA, Eliana de Souza Bastos Mazuqueli PEREIRA a Rogerio Leone BUCHAIM, 2021. Photobiomodulation Therapy as a Possible New Approach in COVID-19: A Systematic Review. *Life* [online]. **11**(6), 580, 1–15 [cit. 2023-02-08]. ISSN 2075-1729. Dostupné z: doi:10.3390/life11060580
  65. DEL CORRAL, Tamara, Raúl FABERO-GARRIDO, Gustavo PLAZA-MANZANO, César FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS, Marcos NAVARRO-SANTANA a Ibai LÓPEZ-DE-URALDE-VILLANUEVA, 2023. Home-based respiratory muscle training on quality of life and exercise tolerance in long-term post-COVID-19: Randomized controlled trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. **66**(1), 101709, 1–12 [cit. 2023-04-21]. ISSN 1877-0657. Dostupné z: doi:10.1016/j.rehab.2022.101709

66. DIEGO, Miguel A. a Tiffany FIELD, 2009. Moderate Pressure Massage Elicits a Parasympathetic Nervous System Response. *International Journal of Neuroscience* [online]. **119**(5), 630–638 [cit. 2023-03-29]. ISSN 1543-5245. Dostupné z: doi:10.1080/00207450802329605
67. DIERLMEIER, Daniel, 2018. *Nervový systém v osteopatii: periferní nervy, mozkomíšni pleny, vegetativní systém*. Olomouc: Poznání. ISBN 978-80-87419-72-4.
68. DÍAZ-RODRÍGUEZ, Lourdes, Keyla VARGAS-ROMÁN, Juan Carlos SANCHEZ-GARCIA, Raquel RODRÍGUEZ-BLANQUE, Guillermo Arturo CAÑADAS-DE LA FUENTE a Emilia I. DE LA FUENTE-SOLANA, 2021. Effects of Meditation on Mental Health and Cardiovascular Balance in Caregivers. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. **18**(2), 617, 1–11 [cit. 2023-03-27]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph18020617
69. DJORDJEVIC, J., R. J. ZATORRE, M. PETRIDES, J. A. BOYLE a M. JONES-GOTMAN, 2005. Functional neuroimaging of odor imagery. *NeuroImage* [online]. **24**(3), 791–801 [cit. 2022-12-09]. ISSN 1095-9572. Dostupné z: doi:10.1016/j.neuroimage.2004.09.035
70. DO AMARAL SARTORI, Sandra, Cinara STEIN, Christian Correa CORONEL, Fabricio Edler MACAGNAN a Rodrigo Della Mea PLENTZ, 2018. Effects of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in Autonomic Nervous System of Hypertensive Patients: A Randomized Controlled Trial. *Current Hypertension Reviews* [online]. **14**(1), 66–71 [cit. 2023-03-30]. ISSN 1573-4021. Dostupné z: doi:10.2174/1573402114666180416155528
71. DOTAN, Arad, Paula DAVID, Dana ARNHEIM a Yehuda SHOENFELD, 2022. The autonomic aspects of the post-COVID19 syndrome. *Autoimmunity Reviews* [online]. **21**(5), 103071, 1–6 [cit. 2023-04-06]. ISSN 1568-9972. Dostupné z: doi:10.1016/j.autrev.2022.103071
72. DOUFESH, Hazem, Fatimah IBRAHIM, Noor Azina ISMAIL a Wan Azman WAN AHMAD, 2014. Effect of Muslim Prayer ( *Salat* ) on  $\alpha$  Electroencephalography and Its Relationship with Autonomic Nervous System Activity. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* [online]. **20**(7), 558–562 [cit. 2023-03-29]. ISSN 1557-7708. Dostupné z: doi:10.1089/acm.2013.0426
73. DRUGA, Rastislav, Miloš GRIM a Karel SMETANA, 2013. *Anatomie periferního nervového systému, smyslových orgánů a kůže*. 1. vydání Praha: Galén: Karolinum. ISBN 978-80-7262-970-1.
74. EDWARDS, Darren J., Hayley YOUNG, Annabel CURTIS a Ross JOHNSTON, 2018. The Immediate Effect of Therapeutic Touch and Deep Touch Pressure on Range of Motion, Interoceptive Accuracy and Heart Rate Variability: A Randomized Controlled Trial With Moderation Analysis. *Frontiers in Integrative Neuroscience* [online]. **12**, 41, 1–13 [cit. 2023-03-29]. ISSN 1662-5145. Dostupné z: doi:10.3389/fnint.2018.00041
75. EGGMANN, Sabrina, Angela KINDLER, Andrea PERREN, Natalie OTT, Frauke JOHANNES, Rahel VOLLENWEIDER, Théophile BALMA, Claire BENNETT, Ivo Neto SILVA a Stephan M JAKOB, 2021. Early Physical Therapist Interventions for Patients With COVID-19 in the

- Acute Care Hospital: A Case Report Series. *Physical Therapy* [online]. **101**(1), pzaa194, 1–9 [cit. 2023-02-06]. ISSN 1538-6724. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/pzaa194
76. EKICI, Berkay, Aslı TANINDI, Gamze EKICI a Erdem DIKER, 2016. The effects of the duration of mobile phone use on heart rate variability parameters in healthy subjects. *Anatolian Journal of Cardiology* [online]. **16**(11), 833–838 [cit. 2023-03-30]. ISSN 2149-2271. Dostupné z: doi:10.14744/AnatolJCardiol.2016.6717
  77. ERNST, Gernot, 2017. Heart-Rate Variability—More than Heart Beats? *Frontiers in Public Health* [online]. **5**, 240, 1–12 [cit. 2023-02-26]. ISSN 2296-2565. Dostupné z: doi:10.3389/fpubh.2017.00240
  78. ESPINOSA-MEDINA, I., O. SAHA, F. BOISMOREAU, Z. CHETTOUH, F. ROSSI, W. D. RICHARDSON a J.-F. BRUNET, 2016. The sacral autonomic outflow is sympathetic. *Science* [online]. **354**(6314), 893–897 [cit. 2023-02-15]. ISSN 1095-9203. Dostupné z: doi:10.1126/science.aah5454
  79. FATISSON, Julien, Victor OSWALD a François LALONDE, 2016. Influence Diagram of Physiological and Environmental Factors Affecting Heart Rate Variability: An Extended Literature Overview. *Heart International* [online]. **11**(1), heartint.500023, e32–e40 [cit. 2023-03-08]. ISSN 2036-2579. Dostupné z: doi:10.5301/heartint.5000232
  80. FAZELI, Mir Sohail, Mir-Masoud POURRAHMAT, Mailan LIU, Ling GUAN a Jean-Paul COLLET, 2016. The Effect of Head Massage on the Regulation of the Cardiac Autonomic Nervous System: A Pilot Randomized Crossover Trial. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* [online]. **22**(1), 75–80 [cit. 2023-03-30]. ISSN 1557-7708. Dostupné z: doi:10.1089/acm.2015.0141
  81. FELTEN-BARENTSZ, Karin M., Roel VAN OORSOUW, Emily KLOOSTER, Niek KOENDERS, Femke DRIEHUIS, Erik H. J. HULZEBOS, Marike VAN DER SCHAAF, Thomas J. HOOGEBOOM a Philip J. VAN DER WEES, 2020. Recommendations for Hospital-Based Physical Therapists Managing Patients With COVID-19. *Physical Therapy* [online]. **100**(9), 1444–1457 [cit. 2023-02-06]. ISSN 1538-6724. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/pzaa114
  82. FERGUSON, Alastair V., Kevin J. LATCHFORD a Willis K. SAMSON, 2008. The paraventricular nucleus of the hypothalamus – a potential target for integrative treatment of autonomic dysfunction. *Expert Opinion on Therapeutic Targets* [online]. **12**(6), 717–727 [cit. 2023-02-11]. ISSN 1744-7631. Dostupné z: doi:10.1517/14728222.12.6.717
  83. FIOLET, Thibault, Yousra KHERABI, Conor-James MACDONALD, Jade GHOSN a Nathan PEIFFER-SMADJA, 2022. Comparing COVID-19 vaccines for their characteristics, efficacy and effectiveness against SARS-CoV-2 and variants of concern: a narrative review. *Clinical Microbiology and Infection* [online]. **28**(2), 202–221 [cit. 2022-11-16]. ISSN 1469-0691. Dostupné z: doi:10.1016/j.cmi.2021.10.005
  84. FISCHER, Lorenz, Hans BAROP, Sabina Maria LUDIN a Hans-Georg SCHAIBLE, 2022. Regulation of acute reflectory hyperinflammation in viral and other diseases by means of stellate

- ganglion block. A conceptual view with a focus on Covid-19. *Autonomic Neuroscience* [online]. **237**, 102903, 1–13 [cit. 2023-02-22]. ISSN 1872-7484. Dostupné z: doi:10.1016/j.autneu.2021.102903
85. FLEMING, Mark A., Lubaina EHSAN, Sean R. MOORE a Daniel E. LEVIN, 2020. The Enteric Nervous System and Its Emerging Role as a Therapeutic Target. *Gastroenterology Research and Practice* [online]. **2020**, 8024171, 1–13 [cit. 2023-02-24]. ISSN 1687-630X. Dostupné z: doi:10.1155/2020/8024171
86. FOSTER, Russell G., 2020. Sleep, circadian rhythms and health. *Interface Focus* [online]. **10**(3), 20190098, 1–18 [cit. 2023-03-24]. ISSN 2042-8901. Dostupné z: doi:10.1098/rsfs.2019.0098
87. FREEMAN, Roy a Mark W. CHAPLEAU, 2013. Testing the autonomic nervous system. In: SAID, Gérard a Christian KRARUP (eds.). *Handbook of Clinical Neurology* [online]. Elsevier, 115–136 [cit. 2023-02-26]. ISBN 978-0-444-52902-2. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-444-52902-2.00007-2
88. FU, Qi a Benjamin D. LEVINE, 2013. Exercise and the autonomic nervous system. In: BUIJS, Ruud M. a Dick F. SWAAB (eds.). *Handbook of Clinical Neurology* [online]. Elsevier, 147–160 [cit. 2023-03-13]. ISBN 978-0-444-53491-0. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-444-53491-0.00013-4
89. FUDIM, Marat, Yawar J. QADRI, Kamrouz GHADIMI, David B. MACLEOD, Jeroen MOLINGER, Jonathan P. PICCINI, John WHITTLE, Paul E. WISCHMEYER, Manesh R. PATEL a Luis ULLOA, 2020. Implications for Neuromodulation Therapy to Control Inflammation and Related Organ Dysfunction in COVID-19. *Journal of Cardiovascular Translational Research* [online]. **13**(6), 894–899 [cit. 2023-02-02]. ISSN 1937-5395. Dostupné z: doi:10.1007/s12265-020-10031-6
90. GANGULY, Abhimanyu, Sandip M. HULKE, Rajay BHARSHANAKAR, Rachna PARASHAR a Santosh WAKODE, 2020. Effect of meditation on autonomic function in healthy individuals: A longitudinal study. *Journal of Family Medicine and Primary Care* [online]. **9**(8), 3944–3948 [cit. 2023-03-27]. ISSN 2249-4863. Dostupné z: doi:10.4103/jfmpc.jfmpc\_460\_20
91. GAO, Junling, Hang Kin LEUNG, Bonnie Wai Yan WU, Stavros SKOURAS a Hin Hung SIK, 2019. The neurophysiological correlates of religious chanting. *Scientific Reports* [online]. **9**(1), 4262, 1–8 [cit. 2023-03-29]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-019-40200-w
92. GEOVANINI, Glaucylara Reis, Enio Rodrigues VASQUES, Rafael DE OLIVEIRA ALVIM, José Geraldo MILL, Rodrigo Varejão ANDREÃO, Bruna Kim VASQUES, Alexandre Costa PEREIRA a Jose Eduardo KRIEGER, 2020. Age and Sex Differences in Heart Rate Variability and Vagal Specific Patterns – Baependi Heart Study. *Global Heart* [online]. **15**(1), 71, 1–12 [cit. 2023-03-09]. ISSN 2211-8179. Dostupné z: doi:10.5334/gh.873
93. GERRITSEN, Roderik J. S. a Guido P. H. BAND, 2018. Breath of Life: The Respiratory Vagal Stimulation Model of Contemplative Activity. *Frontiers in Human Neuroscience* [online]. **12**, 397, 1–25 [cit. 2023-04-11]. ISSN 1662-5161. Dostupné z: doi:10.3389/fnhum.2018.00397

94. GHOLAMREZAEI, Ali, Ilse VAN DIEST, Qasim AZIZ, Johan W. S. VLAEYEN a Lukas VAN OUDENHOVE, 2021. Psychophysiological responses to various slow, deep breathing techniques. *Psychophysiology* [online]. **58**(2), 1–16 [cit. 2023-04-13]. ISSN 1469-8986. Dostupné z: doi:10.1111/psyp.13712
95. GHOLAMREZAEI, Ali, Ilse VAN DIEST, Qasim AZIZ, Ans PAUWELS, Jan TACK, Johan W. S. VLAEYEN a Lukas VAN OUDENHOVE, 2022. Effect of slow, deep breathing on visceral pain perception and its underlying psychophysiological mechanisms. *Neurogastroenterology & Motility* [online]. **34**(4), 1–13 [cit. 2023-04-13]. ISSN 1365-2982. Dostupné z: doi:10.1111/nmo.14242
96. GIBBINS, Ian, 2013. Functional organization of autonomic neural pathways. *Organogenesis* [online]. **9**(3), 169–175 [cit. 2023-02-21]. ISSN 1555-8592. Dostupné z: doi:10.4161/org.25126
97. GIBBONS, Christopher H., 2019. Basics of autonomic nervous system function. In: LEVIN, Kerry H. a Patrick CHAUVEL (eds.). *Handbook of Clinical Neurology* [online]. Elsevier, 407–418 [cit. 2023-01-20]. ISBN 978-0-444-64032-1. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-444-64032-1.00027-8
98. GOLDSTEIN, David S., David ROBERTSON, Murray ESLER, Stephen E. STRAUS a Graeme EISENHOFER, 2002. Dysautonomias: Clinical Disorders of the Autonomic Nervous System. *Annals of Internal Medicine* [online]. **137**(9), 753–763 [cit. 2023-01-24]. ISSN 1539-3704. Dostupné z: doi:10.7326/0003-4819-137-9-200211050-00011
99. GOLDSTEIN, David S., Oladi BENTHO, Mee-Yeong PARK a Yehonatan SHARABI, 2011. Low-frequency power of heart rate variability is not a measure of cardiac sympathetic tone but may be a measure of modulation of cardiac autonomic outflows by baroreflexes: Low-frequency power of heart rate variability. *Experimental Physiology* [online]. **96**(12), 1255–1261 [cit. 2023-04-08]. ISSN 0958-0670. Dostupné z: doi:10.1113/expphysiol.2010.056259
100. GOUVEIA, Guilherme Pertinni de Moraes, Vinicius Ribeiro dos SANTOS, Felipe Andrade de OLIVEIRA a Elisson de Sousa Mesquita SILVA, 2021. Effect of dry needling on the variability of cardiac frequency in university members with temporomandibular dysfunction. *Research, Society and Development* [online]. **10**(5), e49510515198, 1–9 [cit. 2023-03-13]. ISSN 2525-3409. Dostupné z: doi:10.33448/rsd-v10i5.15198
101. GRANT, Michael C., Luke GEOGHEGAN, Marc ARBYN, Zakaria MOHAMMED, Luke MCGUINNESS, Emily L. CLARKE a Ryckie G. WADE, 2020. The prevalence of symptoms in 24,410 adults infected by the novel coronavirus (SARS-CoV-2; COVID-19): A systematic review and meta-analysis of 148 studies from 9 countries. *PLOS ONE* [online]. **15**(6), e0234765, 1–19 [cit. 2022-11-22]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0234765
102. GRÜNEROVÁ LIPPERTOVÁ, M., J. PĚTIOKÝ, S. ŠILHAVÁ, T. GUEYE, M. DĚDKOVÁ, Z. NERANDŽIČ a B. BAKALÁŘ, 2021a. Možnosti rehabilitace pacientů s onemocněním COVID-19. *Praktický lékař* [online]. **101**(1), 27–31. ISSN 1805-4544. Dostupné



- z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=asn&AN=150039177&authtype=shib&site=eds-live&scope=site&authtype=shib&custid=s7108593>
103. GRÜNEROVÁ LIPPERTOVÁ, Marcela, Jakub PĚTIOKÝ, Sylva ŠILHAVÁ, Zoran NERANDŽIČ, Miriam DĚDKOVÁ, Kristýna HOIDEKROVÁ a Elena ŽIAKOVÁ, 2021b. Vzdálená péče o pacienty s infekcí COVID-19 s dekondíci po propuštění z jednotky intenzivní péče formou telerehabilitace v domácím prostředí. *Zdravotnické listy* [online]. **9**(3), 56–60. ISSN 2644-4909. 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)
  104. HAINES, D. E. a A. C. TERRELL, 2018. Orientation to the Structure and Imaging of the Central Nervous System. In: HAINES, D. F. a G. A. MIHAILOFF (eds.). *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications* [online]. Elsevier, 3–14 [cit. 2023-02-12]. ISBN 978-0-323-39632-5. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-39632-5.00001-3
  105. HALLMAN David M. a Eugene LYSKOV, 2012. Autonomic Regulation in Musculoskeletal Pain. In: GHOSH, Subhamay (ed.). *Pain in Perspective* [online]. InTech, 35–62 [cit. 2023-02-22]. ISBN 978-953-51-0807-8. Dostupné z: doi:10.5772/51086
  106. HAN, Qing, Bang ZHENG, Luke DAINES a Aziz SHEIKH, 2022. Long-Term Sequelae of COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis of One-Year Follow-Up Studies on Post-COVID Symptoms. *Pathogens* [online]. **11**(2), 269, 1–14 [cit. 2023-04-07]. ISSN 2076-0817. Dostupné z: doi:10.3390/pathogens11020269
  107. HANSEN, Christian Holm, Daniela MICHELMAYR, Sophie Madeleine GUBBELS, Kåre MØLBAK a Steen ETHELBERG, 2021. Assessment of protection against reinfection with SARS-CoV-2 among 4 million PCR-tested individuals in Denmark in 2020: a population-level observational study. *The Lancet* [online]. **397**(10280), 1204–1212 [cit. 2022-11-22]. ISSN 0140-6736. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(21)00575-4
  108. HARDING, Edward C., Nicholas P. FRANKS a William WIDEN, 2019. The Temperature Dependence of Sleep. *Frontiers in Neuroscience* [online]. **13**, 336, 1–16 [cit. 2023-03-15]. ISSN 1662-453X. Dostupné z: doi:10.3389/fnins.2019.00336
  109. HASSANI, Mehran, Ali FATHI JOUZDANI, Sara MOTARJEM, Akram RANJBAR a Nakisa KHANSARI, 2021. How COVID-19 can cause autonomic dysfunctions and postural orthostatic syndrome? A Review of mechanisms and evidence. *Neurology and Clinical Neuroscience* [online]. **9**(6), 434–442 [cit. 2023-01-21]. ISSN 2049-4173. Dostupné z: doi:10.1111/ncn3.12548
  110. HAYANO, Junichiro a Emi YUDA, 2019. Pitfalls of assessment of autonomic function by heart rate variability. *Journal of Physiological Anthropology* [online]. **38**(1), 3, 1–8 [cit. 2023-04-08]. ISSN 1880-6805. Dostupné z: doi:10.1186/s40101-019-0193-2
  111. HE, Xi, Eric H. Y. LAU, Peng WU, Xilong DENG, Jian WANG, Xinxin HAO, Yiu Chung LAU, Jessica Y. WONG, Yajuan GUAN, Xinghua TAN, Xiaoneng MO, Yanqing CHEN, Baolin LIAO, Weilie CHEN, Fengyu HU, Qing ZHANG, Mingqiu ZHONG, Yanrong WU, Lingzhai ZHAO, Fuchun ZHANG, Benjamin J. COWLING, Fang LI a Gabriel M. LEUNG, 2020.

- Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19. *Nature Medicine* [online]. **26**(5), 672–675 [cit. 2022-11-11]. ISSN 1546-170X. Dostupné z: doi:10.1038/s41591-020-0869-5
112. HEALEY, Quin, Aziz SHEIKH, Luke DAINES a Eleftheria VASILEIOU, 2022. Symptoms and signs of long COVID: A rapid review and meta-analysis. *Journal of Global Health* [online]. **12**, 05014, 1–10 [cit. 2023-01-16]. ISSN 2047-2986. Dostupné z: doi:10.7189/jogh.12.05014
113. HERMAN, James P. a Jeffrey G. TASKER, 2016. Paraventricular Hypothalamic Mechanisms of Chronic Stress Adaptation. *Frontiers in Endocrinology* [online]. **7**, 1–10 [cit. 2023-02-22]. ISSN 1664-2392. Dostupné z: doi:10.3389/fendo.2016.00137
114. HESTER, Landon, Deanna DANG, Christopher J. BARKER, Michael HEATH, Sidra MESIYA, Tekenari TIENABESO a Kevin WATSON, 2021. Evening wear of blue-blocking glasses for sleep and mood disorders: a systematic review. *Chronobiology International* [online]. **38**(10), 1375–1383 [cit. 2023-03-25]. ISSN 1525-6073. Dostupné z: doi:10.1080/07420528.2021.1930029
115. HIRSHKOWITZ, Max, Kaitlyn WHITON, Steven M. ALBERT, Cathy ALESSI, Oliviero BRUNI, Lydia DONCARLOS, Nancy HAZEN, John HERMAN, Eliot S. KATZ, Leila KHEIRANDISH-GOZAL, David N. NEUBAUER, Anne E. O'DONNELL, Maurice OHAYON, John PEEVER, Robert RAWDING, Ramesh C. SACHDEVA, Belinda SETTERS, Michael V. VITIELLO, J. Catesby WARE a Paula J. ADAMS HILLARD, 2015. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Health* [online]. **1**(1), 40–43 [cit. 2023-03-15]. ISSN 2352-7226. Dostupné z: doi:10.1016/j.sleh.2014.12.010
116. HOCKELE, Luana Fagherazzi, João Vitor SACHET AFFONSO, Danusa ROSSI a Bruna EIBEL, 2022. Pulmonary and Functional Rehabilitation Improves Functional Capacity, Pulmonary Function and Respiratory Muscle Strength in Post COVID-19 Patients: Pilot Clinical Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. **19**(22), 14899, 1–8 [cit. 2023-04-16]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph192214899
117. HU, Mandy Xian, Femke LAMERS, Eco J. C. DE GEUS a Brenda W. J. H. PENNINX, 2017. Influences of lifestyle factors on cardiac autonomic nervous system activity over time. *Preventive Medicine* [online]. **94**, 12–19 [cit. 2023-03-14]. ISSN 1096-0260. Dostupné z: doi:10.1016/j.ypmed.2016.11.003
118. HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK, 2013. *Memorix anatomie*. 2. vydání. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-712-5.
119. HYUN, Uisu a Jong-Woo SOHN, 2022. Autonomic control of energy balance and glucose homeostasis. *Experimental & Molecular Medicine* [online]. **54**(4), 370–376 [cit. 2023-02-22]. ISSN 2092-6413. Dostupné z: doi:10.1038/s12276-021-00705-9
120. IELLAMO, Ferdinando, Daniela LUCINI, Maurizio VOLTERRANI, Maurizio CASASCO, Annamaria SALVATI, Antonio GIANFELICI, Alessia DI GIANFRANCESCO, Antonio URSO

- a Vincenzo MANZI, 2019. Autonomic nervous system responses to strength training in top-level weight lifters. *Physiological Reports* [online]. **7**(20), 1–7 [cit. 2023-03-14]. ISSN 2051-817X. Dostupné z: doi:10.14814/phy2.14233
121. IHSAN, Mohammed, Greig WATSON a Chris R. ABBISS, 2016. What are the Physiological Mechanisms for Post-Exercise Cold Water Immersion in the Recovery from Prolonged Endurance and Intermittent Exercise? *Sports Medicine* [online]. **46**(8), 1095–1109 [cit. 2023-03-30]. ISSN 1179-2035. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-016-0483-3
  122. INAMI, Takayuki, Takuya SHIMIZU, Reizo BABA a Akemi NAKAGAKI, 2014. Acute Changes in Autonomic Nerve Activity during Passive Static Stretching. *American Journal of Sports Science and Medicine* [online]. **2**(4), 166–170 [cit. 2023-03-13]. ISSN 2333-4606. Dostupné z: doi:10.12691/ajssm-2-4-9
  123. IRWIN, Michael R., 2015. Why Sleep Is Important for Health: A Psychoneuroimmunology Perspective. *Annual Review of Psychology* [online]. **66**(1), 143–172 [cit. 2023-03-15]. ISSN 1545-2085. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-psych-010213-115205
  124. JAHAN, Iffat, Momtaz BEGUM, Shahin AKHTER, M. Zakirul ISLAM, Nusrat JAHAN, Nandeeta SAMAD, Pranta DAS, Nor Azlina A. RAHMAN a Mainul HAQUE, 2021. Effects of alternate nostril breathing exercise on cardiorespiratory functions in healthy young adults. *Annals of African Medicine* [online]. **20**(2), 69–77 [cit. 2023-04-11]. ISSN 0975-5764. Dostupné z: doi:10.4103/aam.aam\_114\_20
  125. JAMMOUL, Maya, Judith NADDOUR, Amir MADI, Mohammad Amine RESLAN, Firas HATOUM, Jana ZEINEDDINE, Wassim ABOU-KHEIR a Nada LAWAND, 2023. Investigating the possible mechanisms of autonomic dysfunction post-COVID-19. *Autonomic Neuroscience* [online]. **245**, 103071, 1–14 [cit. 2023-03-30]. ISSN 1872-7484. Dostupné z: doi:10.1016/j.autneu.2022.103071
  126. JANG, Aelee, Sun-Kyung HWANG, Nikhil S. PADHYE a Janet C. MEININGER, 2017. Effects of Cognitive Behavior Therapy on Heart Rate Variability in Young Females with Constipation-predominant Irritable Bowel Syndrome: A Parallel-group Trial. *Journal of Neurogastroenterology and Motility* [online]. **23**(3), 435–445 [cit. 2023-03-29]. ISSN 2093-0887. Dostupné z: doi:10.5056/jnm17017
  127. JARCZOK N., Marc, Harald GUENDEL, Jennifer J. MCGRATH a Elisabeth M. BALINT, 2019. Circadian Rhythms of the Autonomic Nervous System: Scientific Implication and Practical Implementation. In: SVORC, Pavol (ed.). *Chronobiology - The Science of Biological Time Structure* [online]. IntechOpen, 1–20 [cit. 2023-03-25]. ISBN 978-1-78984-900-4. Dostupné z: doi:10.5772/intechopen.86822
  128. JÄNIG, Wilfrid, 2022. *The Integrative Action of the Autonomic Nervous System: Neurobiology of Homeostasis*. 2. vydání. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 978-1-108-47863-2.
  129. JERATH, Ravinder, John W. EDRY, Vernon A. BARNES a Vandna JERATH, 2006. Physiology of long pranayamic breathing: Neural respiratory elements may provide a mechanism that

- explains how slow deep breathing shifts the autonomic nervous system. *Medical Hypotheses* [online]. **67**(3), 566–571 [cit. 2023-02-08]. ISSN 1532-2777. Dostupné z: doi:10.1016/j.mehy.2006.02.042
130. JERATH, Ravinder, Molly W. CRAWFORD, Vernon A. BARNES a Kyler HARDEN, 2015. Self-Regulation of Breathing as a Primary Treatment for Anxiety. *Applied Psychophysiology and Biofeedback* [online]. **40**(2), 107–115 [cit. 2023-04-11]. ISSN 1573-3270. Dostupné z: doi:10.1007/s10484-015-9279-8
  131. JERATH, Ravinder, Connor BEVERIDGE a Vernon A. BARNES, 2019. Self-Regulation of Breathing as an Adjunctive Treatment of Insomnia. *Frontiers in Psychiatry* [online]. **9**, 780, 1–7 [cit. 2023-04-13]. ISSN 1664-0640. Dostupné z: doi:10.3389/fpsy.2018.00780
  132. JERATH, Ravinder a Connor BEVERIDGE, 2020. Respiratory Rhythm, Autonomic Modulation, and the Spectrum of Emotions: The Future of Emotion Recognition and Modulation. *Frontiers in Psychology* [online]. **11**, 1980, 1–13 [cit. 2023-04-11]. ISSN 1664-1078. Dostupné z: doi:10.3389/fpsyg.2020.01980
  133. JERATH, Ravinder, Connor BEVERIDGE, Michael JENSEN a Ruchir PALADIYA, 2020. The Therapeutic Role of Guided Mental Imagery in Treating Stress and Insomnia: A Neuropsychological Perspective. *Open Journal of Medical Psychology* [online]. **9**(1), 21–39 [cit. 2023-03-27]. ISSN 2165-9389. Dostupné z: doi:10.4236/ojmp.2020.91003
  134. JIMENO-ALMAZÁN, Amaya, Jesús G. PALLARÉS, Ángel BUENDÍA-ROMERO, Alejandro MARTÍNEZ-CAVA, Francisco FRANCO-LÓPEZ, Bernardino J. SÁNCHEZ-ALCARAZ MARTÍNEZ, Enrique BERNAL-MOREL a Javier COUREL-IBÁÑEZ, 2021. Post-COVID-19 Syndrome and the Potential Benefits of Exercise. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. **18**(10), 5329, 1–16 [cit. 2023-02-08]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph18105329
  135. JO, Hyunju, Chorong SONG a Yoshifumi MIYAZAKI, 2019. Physiological Benefits of Viewing Nature: A Systematic Review of Indoor Experiments. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. **16**(23), 4739, 1–23 [cit. 2023-04-02]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph16234739
  136. JOHANSSON, Michael A., Talia M. QUANDELACY, Sarah KADA, Pragati Venkata PRASAD, Molly STEELE, John T. BROOKS, Rachel B. SLAYTON, Matthew BIGGERSTAFF a Jay C. BUTLER, 2021. SARS-CoV-2 Transmission From People Without COVID-19 Symptoms. *JAMA Network Open* [online]. **4**(1), e2035057, 1–8 [cit. 2022-11-12]. ISSN 2574-3805. Dostupné z: doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.35057
  137. JONES, T. B. a J. A. KAUFMAN, 2018. Chapter 29 – Visceral Motor Pathways. In: HAINES, D. F. a MIHAILOFF, G. A. (eds.). *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications (Fifth Edition)* [online]. Elsevier, 430-441 [cit. 2023-02-14]. ISBN 978-0-323-39632-5. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-39632-5.00029-3

138. KADER, Manzur, Md. Afzal HOSSAIN, Vijayendar REDDY, Nirmala K. Panagodage PERERA a Mamunur RASHID, 2022. Effects of short-term breathing exercises on respiratory recovery in patients with COVID-19: a quasi-experimental study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation* [online]. **14**(1), 60, 1–10 [cit. 2023-04-16]. ISSN 2052-1847. Dostupné z: doi:10.1186/s13102-022-00451-z
139. KALIYAPERUMAL, Deepalakshmi, Karthikeyan RK, Murali ALAGESAN a Sudha RAMALINGAM, 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. 2023-04-11]. ISSN 2191-0286. Dostupné z: doi:10.1515/jbcpp-2020-0378
140. KANOJIA, Sarita, Vivek Kumar SHARMA, Asha GANDHI, Raj KAPOOR, Ajay KUKREJA a Senthil Kumar SUBRAMANIAN, 2013. Effect of yoga on autonomic functions and psychological status during both phases of menstrual cycle in young healthy females. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR* [online]. **7**(10), 2133–2139 [cit. 2023-03-13]. ISSN 0973-709X. Dostupné z: doi:10.7860/JCDR/2013/6912.3451
141. KAUR, Rimple Jeet, Siddhartha DUTTA, Pankaj BHARDWAJ, Jaykaran CHARAN, Sameer DHINGRA, Prasenjit MITRA, Kavita SINGH, Dharmveer YADAV, Praveen SHARMA a Sanjeev MISRA, 2021. Adverse Events Reported From COVID-19 Vaccine Trials: A Systematic Review. *Indian Journal of Clinical Biochemistry* [online]. **36**(4), 427–439 [cit. 2022-11-16]. ISSN 0974-0422. Dostupné z: doi:10.1007/s12291-021-00968-z
142. KLUGE, Stefan, Jakob J. MALIN, Falk FICHTNER, Oliver J. MÜLLER, Nicole SKOETZ, Christian KARAGIANNIDIS, a GUIDELINE DEVELOPMENT GROUP, 2021. Clinical Practice Guideline: Recommendations on the In-hospital Treatment of Patients with COVID-19. *Deutsches Arzteblatt International* [online]. **118**(50), 865–871 [cit. 2023-02-06]. ISSN 1866-0452. Dostupné z: doi:10.3238/arztebl.m2021.0374
143. KOBAYASHI, Hiromitsu, Chorong SONG, Harumi IKEI, Bum-Jin PARK, Juyoung LEE, Takahide KAGAWA a Yoshifumi MIYAZAKI, 2018. Forest Walking Affects Autonomic Nervous Activity: A Population-Based Study. *Frontiers in Public Health* [online]. **6**, 278, 1–7 [cit. 2023-04-02]. ISSN 2296-2565. Dostupné z: doi:10.3389/fpubh.2018.00278
144. KOCJAN, Janusz, Mariusz ADAMEK, Bożena GZIK-ZROSKA, Damian CZYŻEWSKI a Mateusz RYDEL, 2017. Network of Breathing. Multifunctional Role of the Diaphragm: A Review. *Advances in Respiratory Medicine* [online]. **85**(4), 224–232 [cit. 2023-04-11]. ISSN 2543-6031. Dostupné z: doi:10.5603/ARM.2017.0037
145. KOENIG, Julian a Julian F. THAYER, 2016. Sex differences in healthy human heart rate variability: A meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* [online]. **64**, 288–310 [cit. 2023-03-09]. ISSN 1873-7528. Dostupné z: doi:10.1016/j.neubiorev.2016.03.007

146. KOMORI, Teruhisa, 2018. The relaxation effect of prolonged expiratory breathing. *Mental Illness* [online]. **10**(1), 7669, 6–7 [cit. 2023-04-15]. ISSN 2036-7465. Dostupné z: doi:10.4081/mi.2018.7669
147. KORDZADEH-KERMANI, Elaheh, Hossein KHALILI a Iman KARIMZADEH, 2020. Pathogenesis, clinical manifestations and complications of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Future Microbiology* [online]. **15**(13), 1287–1305 [cit. 2022-11-20]. ISSN 1746-0921. Dostupné z: doi:10.2217/fmb-2020-0110
148. KOX, Matthijs, Monique STOFFELS, Sanne P. SMEEKENS, Nens VAN ALFEN, Marc GOMES, Thijs M. H. EIJSVOGELS, Maria T. E. HOPMAN, Johannes G. VAN DER HOEVEN, Mihai G. NETEA a Peter PICKKERS, 2012. The Influence of Concentration/Meditation on Autonomic Nervous System Activity and the Innate Immune Response: A Case Study. *Psychosomatic Medicine* [online]. **74**(5), 489–494 [cit. 2023-03-27]. ISSN 0033-3174. Dostupné z: doi:10.1097/PSY.0b013e3182583c6d
149. KOX, M., L. T. VAN EIJK, J. ZWAAG, J. VAN DEN WILDENBERG, F. C. G. J. SWEEP, J. G. VAN DER HOEVEN a P. PICKKERS, 2014. Voluntary activation of the sympathetic nervous system and attenuation of the innate immune response in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. **111**(20), 7379–7384 [cit. 2023-02-20]. ISSN 1091-6490. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.1322174111
150. KUMAR, S. N., Anandhu VENU a M. Harini JAYA, 2022. Effect of yoga mudras in improving the health of users: A precautionary measure practice in daily life for resisting the deadly COVID-19 disease. In: KAKLAUSKAS, Arturas, Ajith ABRAHAM, Kingsley OKOYE a Shankru GUGGARI. *Lessons from COVID-19* [online]. Elsevier, 41–59 [cit. 2023-04-20]. ISBN 978-0-323-99878-9. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-99878-9.00001-7
151. KWON, Chan-Young, 2023. The Impact of SARS-CoV-2 Infection on Heart Rate Variability: A Systematic Review of Observational Studies with Control Groups. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. **20**(2), 909, 1–16 [cit. 2023-04-08]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph20020909
152. LABORDE, Sylvain, Emma MOSLEY a Julian F. THAYER, 2017. Heart Rate Variability and Cardiac Vagal Tone in Psychophysiological Research – Recommendations for Experiment Planning, Data Analysis, and Data Reporting. *Frontiers in Psychology* [online]. **8**, 213, 1–18 [cit. 2023-04-11]. ISSN 1664-1078. Dostupné z: doi:10.3389/fpsyg.2017.00213
153. LARSEN, Nicholas W., Lauren E. STILES a Mitchell G. MIGLIS, 2021. Preparing for the long-haul: Autonomic complications of COVID-19. *Autonomic Neuroscience* [online]. **235**, 102841, 1–9 [cit. 2023-01-19]. ISSN 1872-7484 Dostupné z: doi:10.1016/j.autneu.2021.102841
154. LARSEN, Nicholas W., Lauren E. STILES, Ruba SHAIK, Logan SCHNEIDER, Srikanth MUPPIDI, Cheuk To TSUI, Linda N. GENG, Hector BONILLA a Mitchell G. MIGLIS, 2022. Characterization of autonomic symptom burden in long COVID: A global survey of 2,314 adults.

- Frontiers in Neurology* [online]. **13**, 1012668, 1–13 [cit. 2023-01-24]. ISSN 1664-2295. Dostupné z: doi:10.3389/fneur.2022.1012668
155. LASTOVA, Kevin, Michael NORDVALL, Michelle WALTERS-EDWARDS, Amy ALLNUTT a Alexei WONG, 2018. Cardiac Autonomic and Blood Pressure Responses to an Acute Foam Rolling Session. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **32**(10), 2825–2830 [cit. 2023-03-29]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000002562
156. LAUKKANEN, Tanjaniina, Jukka LIPPONEN, Setor K. KUNUTSOR, Francesco ZACCARDI, Claudio Gil S. ARAÚJO, Timo H. MÄKIKALLIO, Hassan KHAN, Peter WILLEIT, Earric LEE, Sanna POIKONEN, Mika TARVAINEN a Jari A. LAUKKANEN, 2019. Recovery from sauna bathing favorably modulates cardiac autonomic nervous system. *Complementary Therapies in Medicine* [online]. **45**, 190–197 [cit. 2023-03-30]. ISSN 0965-2299. Dostupné z: doi:10.1016/j.ctim.2019.06.011
157. LAWRENSEN, John G., Christopher C. HULL a Laura E. DOWNIE, 2017. The effect of blue-light blocking spectacle lenses on visual performance, macular health and the sleep-wake cycle: a systematic review of the literature. *Ophthalmic and Physiological Optics* [online]. **37**(6), 644–654 [cit. 2023-03-25]. ISSN 1475-1313. Dostupné z: doi:10.1111/opo.12406
158. LÁZARO-NAVAS, Irene, Cristina LORENZO-SÁNCHEZ-AGUILERA, Daniel PECOS-MARTÍN, Jose Jesús JIMÉNEZ-REJANO, Marcos Jose NAVARRO-SANTANA, Josué FERNÁNDEZ-CARNERO a Tomás GALLEGO-IZQUIERDO, 2021. Immediate Effects of Dry Needling on the Autonomic Nervous System and Mechanical Hyperalgesia: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. **18**(11), 6018, 1–18 [cit. 2023-04-24]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph18116018
159. LEVENSON, Robert W., 2014. The Autonomic Nervous System and Emotion. *Emotion Review* [online]. **6**(2), 100–112 [cit. 2023-03-27]. ISSN 1754-0747. Dostupné z: doi:10.1177/1754073913512003
160. LEWIT, Karel, 2003. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 5. přepracované vydání. Praha: Sdělovací technika ve spolupráci s Česká lékařská společnost J.E. Purkyně. ISBN 80-86645-04-5.
161. LI, Changjun, Qinghua CHANG, Jia ZHANG a Wenshu CHAI, 2018. Effects of slow breathing rate on heart rate variability and arterial baroreflex sensitivity in essential hypertension. *Medicine* [online]. **97**(18), e0639, 1–5 [cit. 2023-04-13]. ISSN 0025-7974. Dostupné z: doi:10.1097/MD.00000000000010639
162. LI, Jian'an, Wenguang XIA, Chao ZHAN, Shouguo LIU, Zhifei YIN, Jiayue WANG, Yufei CHONG, Chanjuan ZHENG, Xiaoming FANG, Wei CHENG a Jan D. REINHARDT, 2022. A telerehabilitation programme in post-discharge COVID-19 patients (TERECO): a randomised controlled trial. *Thorax* [online]. **77**(7), 697–706 [cit. 2023-04-21]. ISSN 1468-3296. Dostupné z: doi:10.1136/thoraxjnl-2021-217382

163. LIM, Seung-Joo a Chunmi KIM, 2014. Effects of Autogenic Training on Stress Response and Heart Rate Variability in Nursing Students. *Asian Nursing Research* [online]. **8**(4), 286–292 [cit. 2023-03-25]. ISSN 1976-1317. Dostupné z: doi:10.1016/j.anr.2014.06.003
164. LIN, Pin-Hsuan, Yuan-Ping LIN, Kai-Li CHEN, Shang-Yu YANG, Yin-Hwa SHIH a Po-Yu WANG, 2021. Effect of aromatherapy on autonomic nervous system regulation with treadmill exercise-induced stress among adolescents. *PLOS ONE* [online]. **16**(4), e0249795, 1–13 [cit. 2023-03-29]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0249795
165. LOPEZ-LEON, Sandra, Talia WEGMAN-OSTROSKY, Carol PERELMAN, Rosalinda SEPULVEDA, Paulina A. REBOLLEDO, Angelica CUAPIO a Sonia VILLAPOL, 2021. More than 50 long-term effects of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports* [online]. **11**(1), 16144, 1–12 [cit. 2023-01-19]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-021-95565-8
166. LOPEZ-LEON, Sandra, Talia WEGMAN-OSTROSKY, Norma Cipatli AYUZO DEL VALLE, Carol PERELMAN, Rosalinda SEPULVEDA, Paulina A. REBOLLEDO, Angelica CUAPIO a Sonia VILLAPOL, 2022. Long-COVID in children and adolescents: a systematic review and meta-analyses. *Scientific Reports* [online]. **12**(1), 9950, 1–12 [cit. 2023-02-10]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-022-13495-5
167. LOUIS, Julien, Dimitri THEUROT, Jean-Robert FILLIARD, Marielle VOLONDAT, Benoit DUGUÉ a Olivier DUPUY, 2020. The use of whole-body cryotherapy: time- and dose-response investigation on circulating blood catecholamines and heart rate variability. *European Journal of Applied Physiology* [online]. **120**(8), 1733–1743 [cit. 2023-03-30]. ISSN 1439-6327. Dostupné z: doi:10.1007/s00421-020-04406-5
168. LUNDELL, Richard V., Anne K. RÄISÄNEN-SOKOLOWSKI, Tomi K. WUORIMAA, Tommi OJANEN a Kai I. PARKKOLA, 2020. Diving in the Arctic: Cold Water Immersion's Effects on Heart Rate Variability in Navy Divers. *Frontiers in Physiology* [online]. **10**, 1600, 1–8 [cit. 2023-03-30]. ISSN 1664-042X. Dostupné z: doi:10.3389/fphys.2019.01600
169. MAGNON, Valentin, Frédéric DUTHEIL a Guillaume T. VALLET, 2021. Benefits from one session of deep and slow breathing on vagal tone and anxiety in young and older adults. *Scientific Reports* [online]. **11**(1), 19267, 1–10 [cit. 2023-04-13]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-021-98736-9
170. MALKOVA, A. M. a Y. SHOENFELD, 2023. Autoimmune autonomic nervous system imbalance and conditions: Chronic fatigue syndrome, fibromyalgia, silicone breast implants, COVID and post-COVID syndrome, sick building syndrome, post-orthostatic tachycardia syndrome, autoimmune diseases and autoimmune/inflammatory syndrome induced by adjuvants. *Autoimmunity Reviews* [online]. **22**(1), 103230, 1–16 [cit. 2023-04-06]. ISSN 1568-9972. Dostupné z: doi:10.1016/j.autrev.2022.103230
171. MANTOVANI, Alessandra Madia, Cristina Elena Prado Teles FREGONESI, Roselene Modolo Regueiro LORENÇONI, Nathalia Ulices SAVIAN, Mariana Romanholi PALMA, Afonso



- Shiguemi Inoue SALGADO, Luís Vicente Franco DE OLIVEIRA a Rodolfo Borges PARREIRA, 2016. Immediate effect of basic body awareness therapy on heart rate variability. *Complementary Therapies in Clinical Practice* [online]. **22**, 8–11 [cit. 2023-04-24]. ISSN 1744-3881. Dostupné z: doi:10.1016/j.ctcp.2015.10.003
172. MARCOTTE, Harold, Antonio PIRALLA, Fanglei ZUO, Likun DU, Irene CASSANITI, Hui WAN, Makiko KUMAGAI-BRAESH, Juni ANDRÉLL, Elena PERCIVALLE, José Camilla SAMMARTINO, Yating WANG, Stelios VLACHIOTIS, Janine ATTEVALL, Federica BERGAMI, Alessandro FERRARI, Marta COLANERI, Marco VECCHIA, Margherita SAMBO, Valentina ZUCCARO, Erika ASPERGES, Raffaele BRUNO, Tiberio OGGIONNI, Federica MELONI, Hassan ABOLHASSANI, Federico BERTOGLIO, Maren SCHUBERT, Luigi CALZOLAI, Luca VARANI, Michael HUST, Yintong XUE, Lennart HAMMARSTRÖM, Fausto BALDANTI a Qiang PAN-HAMMARSTRÖM, 2022. Immunity to SARS-CoV-2 up to 15 months after infection. *iScience* [online]. **25**(2), 103743, 1–20 [cit. 2022-11-15]. ISSN 2589-0042. Dostupné z: doi:10.1016/j.isci.2022.103743
173. MARQUES, Karina Carvalho, Camilla Costa SILVA, Steffany da Silva TRINDADE, Márcio Clementino de Souza SANTOS, Rodrigo Santiago Barbosa ROCHA, Pedro Fernando da Costa VASCONCELOS, Juarez Antônio Simões QUARESMA a Luiz Fábio Magno FALCÃO, 2022. Reduction of Cardiac Autonomic Modulation and Increased Sympathetic Activity by Heart Rate Variability in Patients With Long COVID. *Frontiers in Cardiovascular Medicine* [online]. **9**, 862001, 1–10 [cit. 2023-04-19]. ISSN 2297-055X. Dostupné z: doi:10.3389/fcvm.2022.862001
174. MARTEL, Jan, Yun-Fei KO, John D. YOUNG a David M. OJCIUS, 2020. Could nasal nitric oxide help to mitigate the severity of COVID-19? *Microbes and Infection* [online]. **22**(4–5), 168–171 [cit. 2023-04-11]. ISSN 1286-4579. Dostupné z: doi:10.1016/j.micinf.2020.05.002
175. MCCONNELL, Patrick A., Brett FROELIGER, Eric L. GARLAND, Jeffrey C. IVES a Gary A. SFORZO, 2014. Auditory driving of the autonomic nervous system: Listening to theta-frequency binaural beats post-exercise increases parasympathetic activation and sympathetic withdrawal. *Frontiers in Psychology* [online]. **5**, 1248, 1–10 [cit. 2023-03-30]. ISSN 1664-1078. Dostupné z: doi:10.3389/fpsyg.2014.01248
176. MCCRATY, Rollin a Maria A. ZAYAS, 2014. Cardiac coherence, self-regulation, autonomic stability, and psychosocial well-being. *Frontiers in Psychology* [online]. **5**, 1090, 1–13 [cit. 2023-03-28]. ISSN 1664-1078. Dostupné z: doi:10.3389/fpsyg.2014.01090
177. MCPHERSON, Trevor, Dorita BERGER, Sankaraleengam ALAGAPAN a Flavio FRÖHLICH, 2019. Active and Passive Rhythmic Music Therapy Interventions Differentially Modulate Sympathetic Autonomic Nervous System Activity. *Journal of Music Therapy* [online]. **56**(3), 240–264 [cit. 2023-03-29]. ISSN 2053-7395. Dostupné z: doi:10.1093/jmt/thz007
178. MCQUAID, Conor, Molly BRADY a Rashid DEANE, 2021. SARS-CoV-2: is there neuroinvasion? *Fluids and Barriers of the CNS* [online]. **18**(1), 32, 1–21 [cit. 2023-02-01]. ISSN 2045-8118. Dostupné z: doi:10.1186/s12987-021-00267-y

179. MEHANDRU, Saurabh a Miriam MERAD, 2022. Pathological sequelae of long-haul COVID. *Nature Immunology* [online]. **23**(2), 194–202 [cit. 2023-01-21]. ISSN 1529-2916. Dostupné z: doi:10.1038/s41590-021-01104-y
180. METELKA, Rudolf, Lubica CIBIČKOVÁ, Jaromíra GAJDOVÁ a Ondřej KRYSTYNÍK, 2018. Heart rate variability evaluation in the assessment of cardiac autonomic neuropathy in patients with type 2 diabetes. *Cor et Vasa* [online]. **60**(4), e335–e344 [cit. 2023-03-01]. ISSN 1803-7712. Dostupné z: doi:10.1016/j.crvasa.2017.05.001
181. MEYEROWITZ, Eric A., Aaron RICHTERMAN, Rajesh T. GANDHI a Paul E. SAX, 2021. Transmission of SARS-CoV-2: A Review of Viral, Host, and Environmental Factors. *Annals of Internal Medicine* [online]. **174**(1), 69–79 [cit. 2022-11-02]. ISSN 1539-3704. Dostupné z: doi:10.7326/M20-5008
182. MILOVANOVIC, Branislav, Vlado DJAJIC, Dragana BAJIC, Aleksandra DJOKOVIC, Tatjana KRAJNOVIC, Sladjana JOVANOVIC, Antonija VERHAZ, Pedja KOVACEVIC a Miodrag OSTOJIC, 2021. Assessment of Autonomic Nervous System Dysfunction in the Early Phase of Infection With SARS-CoV-2 Virus. *Frontiers in Neuroscience* [online]. **15**, 640835, 1–14 [cit. 2023-01-19]. ISSN 1662-453X. Dostupné z: doi:10.3389/fnins.2021.640835
183. MITANI, Satoko, Masatoshi FUJITA, Satoko SAKAMOTO a Taro SHIRAKAWA, 2006. Effect of autogenic training on cardiac autonomic nervous activity in high-risk fire service workers for posttraumatic stress disorder. *Journal of Psychosomatic Research* [online]. **60**(5), 439–444 [cit. 2023-03-26]. ISSN 0022-3999. Dostupné z: doi:10.1016/j.jpsychores.2005.09.005
184. MIU, Andrei C., Renata M. HEILMAN a Mircea MICLEA, 2009. Reduced heart rate variability and vagal tone in anxiety: Trait versus state, and the effects of autogenic training. *Autonomic Neuroscience* [online]. **145**(1–2), 99–103 [cit. 2023-03-26]. ISSN 1566-0702. Dostupné z: doi:10.1016/j.autneu.2008.11.010
185. MOHAMMED, Jibril, Hellen DA SILVA, Jessica VAN OOSTERWIJCK a Patrick CALDERS, 2017. Effect of respiratory rehabilitation techniques on the autonomic function in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review. *Chronic Respiratory Disease* [online]. **14**(3), 217–230 [cit. 2023-04-15]. ISSN 1479-9731. Dostupné z: doi:10.1177/1479972316680844
186. MOJTABAVI, Helia, Amene SAGHAZADEH, Vitor Engrácia VALENTI a Nima REZAEI, 2020. Can music influence cardiac autonomic system? A systematic review and narrative synthesis to evaluate its impact on heart rate variability. *Complementary Therapies in Clinical Practice* [online]. **39**, 101162, 1–11 [cit. 2023-03-29]. ISSN 1744-3881. Dostupné z: doi:10.1016/j.ctcp.2020.101162
187. MOL, Maartje B. A., Maud T. A. STROUS, Frits H. M. VAN OSCH, F. Jeroen VOGELAAR, Dennis G. BARTEN, Moshe FARCHI, Norbert A. FOUADRINE a Yori GIDRON, 2021. Heart-rate-variability (HRV), predicts outcomes in COVID-19. *PLOS ONE* [online]. **16**(10),

- e0258841, 1–12 [cit. 2023-02-26]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0258841
188. MURRAY, Damian R., Martie G. HASELTON, Melissa FALES a Steven W. COLE, 2019. Falling in love is associated with immune system gene regulation. *Psychoneuroendocrinology* [online]. **100**, 120–126 [cit. 2023-03-29]. ISSN 0306-4530. Dostupné z: doi:10.1016/j.psyneuen.2018.09.043
189. NALBANDIAN, Ani, Kartik SEHGAL, Aakriti GUPTA, Mahesh V. MADHAVAN, Claire MCGRODER, Jacob S. STEVENS, Joshua R. COOK, Anna S. NORDVIG, Daniel SHALEV, Tejasav S. SEHRAWAT, Neha AHLUWALIA, Behnood BIKDELI, Donald DIETZ, Caroline DER-NIGOGHOSSIAN, Nadia LIYANAGE-DON, Gregg F. ROSNER, Elana J. BERNSTEIN, Sumit MOHAN, Akinpelumi A. BECKLEY, David S. SERES, Toni K. CHOUEIRI, Nir URIEL, John C. AUSIELLO, Domenico ACCILI, Daniel E. FREEDBERG, Matthew BALDWIN, Allan SCHWARTZ, Daniel BRODIE, Christine Kim GARCIA, Mitchell S. V. ELKIND, Jean M. CONNORS, John P. BILEZIKIAN, Donald W. LANDRY a Elaine Y. WAN, 2021. Post-acute COVID-19 syndrome. *Nature Medicine* [online]. **27**(4), 601–615 [cit. 2023-01-15]. ISSN 1546-170X. Dostupné z: doi:10.1038/s41591-021-01283-z
190. NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, 2023. *COVID-19 Treatment Guidelines Panel. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Treatment Guidelines* [online]. 1–457 [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://files.covid19treatmentguidelines.nih.gov/guidelines/covid19treatmentguidelines.pdf>
191. NAVARRO-SANTANA, Marcos J., Guido F. GÓMEZ-CHIGUANO, Mihai D. SOMKEREKI, César FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS, Joshua A. CLELAND a Gustavo PLAZA-MANZANO, 2020. Effects of joint mobilisation on clinical manifestations of sympathetic nervous system activity: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy* [online]. **107**, 118–132 [cit. 2023-03-29]. ISSN 0031-9406. Dostupné z: doi:10.1016/j.physio.2019.07.001
192. NEUMANNOVÁ, Kateřina, Jakub ZATLOUKAL, Michal KOPECKÝ, Ivan VAŘEKA a Vladimír KOBLÍŽEK, 2021. *Doporučený postup plicní rehabilitace u onemocnění COVID-19* [online]. 1–35 [cit. 2023-02-07]. Dostupné z: <https://www.unify-cr.cz/obrazky-soubory/doporuceny-postup-plicni-rehabilitace-u-onemocneni-covid-19-b1293.pdf?redir>
193. NG, Wern Hann, Thomas TIPIH, Nigel A. MAKOA, Jan-G VERMEULEN, Dominique GOEDHALS, Joseph B. SEMPA, Felicity J. BURT, Adam TAYLOR a Suresh MAHALINGAM, 2021. Comorbidities in SARS-CoV-2 Patients: a Systematic Review and Meta-Analysis. *mBio* [online]. **12**(1), e03647-20, 1–12 [cit. 2022-11-18]. ISSN 2150-7511. Dostupné z: doi:10.1128/mBio.03647-20
194. NIAZI, Imran Khan, Muhammad Samran NAVID, Jim BARTLEY, Daniel SHEPHERD, Mangor PEDERSEN, Georgina BURNS, Denise TAYLOR a David E. WHITE, 2022. EEG signatures change during unilateral Yogi nasal breathing. *Scientific Reports* [online]. **12**(1), 520, 1–13 [cit. 2023-04-13]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-021-04461-8

195. NICE, RCGP a SIGN, 2022. *COVID-19 rapid guideline: managing the long-term effects of COVID-19* [online]. 1–118 [cit. 2023-02-16]. Dostupné z: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng188/resources/covid19-rapid-guideline-managing-the-longterm-effects-of-covid19-pdf-51035515742>
196. NIJJAR, Prabhjot Singh, Venkata Krishna PUPPALA, Oana DICKINSON, Sue DUVAL, Daniel DUPREZ, Mary J. KREITZER a David G. BENDITT, 2014. Modulation of the autonomic nervous system assessed through heart rate variability by a mindfulness based stress reduction program. *International Journal of Cardiology* [online]. **177**(2), 557–559 [cit. 2023-03-27]. ISSN 0167-5273. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijcard.2014.08.116
197. NIKBAKHTIAN, Shahram, Angus B. REED, Bernard Dillon OBIKA, Davide MORELLI, Adam C. CUNNINGHAM, Mert ARAL a David PLANS, 2021. Accelerometer-derived sleep onset timing and cardiovascular disease incidence: a UK Biobank cohort study. *European Heart Journal - Digital Health* [online]. **2**(4), 658–666 [cit. 2023-03-24]. ISSN 2634-3916. Dostupné z: doi:10.1093/ehjdh/ztab088
198. NIKNAM, Zahra, Ameneh JAFARI, Ali GOLCHIN, Fahima DANESH POUYA, Mohadeseh NEMATI, Mostafa REZAEI-TAVIRANI a Yousef RASMI, 2022. Potential therapeutic options for COVID-19: an update on current evidence. *European Journal of Medical Research* [online]. **27**(1), 6, 1–15 [cit. 2023-02-06]. ISSN 2047-783X. Dostupné z: doi:10.1186/s40001-021-00626-3
199. NIVETHITHA, L., A. MOOVENTHAN a N. K. MANJUNATH, 2016. Effects of various Prāṇāyāma on cardiovascular and autonomic variables. *Ancient Science of Life* [online]. **36**(2), 72–77 [cit. 2023-04-11]. ISSN 0257-7941. Dostupné z: doi:10.4103/asl.ASL\_178\_16
200. NOPP, Stephan, Florian MOIK, Frederikus A. KLOK, Dietlinde GATTINGER, Milos PETROVIC, Karin VONBANK, Andreas R. KOCZULLA, Cihan AY a Ralf Harun ZWICK, 2022. Outpatient Pulmonary Rehabilitation in Patients with Long COVID Improves Exercise Capacity, Functional Status, Dyspnea, Fatigue, and Quality of Life. *Respiration* [online]. **101**(6), 593–601 [cit. 2023-04-16]. ISSN 1423-0356. Dostupné z: doi:10.1159/000522118
201. O'BYRNE, Lisa, Katie E. WEBSTER, Samuel MACKEITH, Carl PHILPOTT, Claire HOPKINS a Martin J. BURTON, 2022. Interventions for the treatment of persistent post-COVID-19 olfactory dysfunction. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. **9**(9), CD013877 [cit. 2023-02-08]. ISSN 1465-1858. Dostupné z: doi:10.1002/14651858.CD013876.pub3
202. OPAVSKÝ, Jaroslav, 2018. Diagnostika, symptomatika a nálezy u onemocnění a poruch autonomního nervového systému v neurologii. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. **81**(6), 625–643 [cit. 2023-02-20]. ISSN 1802-4041. Dostupné z: doi:10.14735/amcsnn2018625
203. ORAVCOVÁ, Lenka, 2021. *Jóga a jógová terapie: principy zdravého pohybu*. 3. vydání. Olomouc: Poznání. ISBN 978-80-88395-06-5.

204. ORONSKY, Bryan, Christopher LARSON, Terese C. HAMMOND, Arnold ORONSKY, Santosh KESARI, Michelle LYBECK a Tony R. REID, 2021. A Review of Persistent Post-COVID Syndrome (PPCS). *Clinical Reviews in Allergy & Immunology* [online]. **64**, 66–74 [cit. 2023-01-15]. ISSN 1559-0267. Dostupné z: doi:10.1007/s12016-021-08848-3
205. PAL, Gopal Krushna, Ankit AGARWAL, Shanmugavel KARTHIK, Pravati PAL a Nivedita NANDA, 2014. Slow yogic breathing through right and left nostril influences sympathovagal balance, heart rate variability, and cardiovascular risks in young adults. *North American Journal of Medical Sciences* [online]. **6**(3), 145–151 [cit. 2023-04-11]. ISSN 1947-2714. Dostupné z: doi:10.4103/1947-2714.128477
206. PARK, Gwunhi a Julian F. THAYER, 2014. From the heart to the mind: cardiac vagal tone modulates top-down and bottom-up visual perception and attention to emotional stimuli. *Frontiers in Psychology* [online]. **5**, 278, 1–8 [cit. 2023-03-28]. ISSN 1664-1078. Dostupné z: doi:10.3389/fpsyg.2014.00278
207. PARK, HyeYoun, Sohee OH, Yumi NOH, Ju Young KIM a Jeong-Hyun KIM, 2018. Heart Rate Variability as a Marker of Distress and Recovery: The Effect of Brief Supportive Expressive Group Therapy With Mindfulness in Cancer Patients. *Integrative Cancer Therapies* [online]. **17**(3), 825–831 [cit. 2023-02-26]. ISSN 1552-695X. Dostupné z: doi:10.1177/1534735418756192
208. PASCOE, Michaela C., David R. THOMPSON, Zoe M. JENKINS a Chantal F. SKI, 2017. Mindfulness mediates the physiological markers of stress: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Psychiatric Research* [online]. **95**, 156–178 [cit. 2023-03-27]. ISSN 0022-3956. Dostupné z: doi:10.1016/j.jpsychires.2017.08.004
209. PAVLI, Androula, Maria THEODORIDOU a Helena C. MALTEZOU, 2021. Post-COVID Syndrome: Incidence, Clinical Spectrum, and Challenges for Primary Healthcare Professionals. *Archives of Medical Research* [online]. **52**(6), 575–581 [cit. 2023-01-15]. ISSN 1873-5487. Dostupné z: doi:10.1016/j.arcmed.2021.03.010
210. PERETTI, Alessandro, Francesco AMENTA, Seyed Khosrow TAYEBATI, Giulio NITTARI a Syed Sarosh MAHDI, 2017. Telerehabilitation: Review of the State-of-the-Art and Areas of Application. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies* [online]. **4**(2), e7, 1–9 [cit. 2022-11-19]. ISSN 2369-2529. Dostupné z: doi:10.2196/rehab.7511
211. PÉREZ-LLORET, Santiago, Joaquín DIEZ, MaríaNatalia DOMÉ, Andrea Alvarez DELVENNE, Nestor BRAIDOT, Daniel P. CARDINALI a Daniel Eduardo VIGO, 2014. Effects of different „relaxing" music styles on the autonomic nervous system. *Noise and Health* [online]. **16**(72), 279–284 [cit. 2023-03-29]. ISSN 1463-1741. Dostupné z: doi:10.4103/1463-1741.140507
212. PĚTIOKÝ, Jakub, Kristýna HOIDEKROVÁ a Markéta TRTÍLKOVÁ, 2021. Telerehabilitace: aktuální vývoj v České republice. *Listy klinické logopedie* [online]. **5**(2), 44–49 [cit. 2023-02-25]. ISSN 2570-6179. Dostupné z: doi:10.36833/lkl.2021.030

213. PĚTIOKÝ, Jakub, Kristýna HOIDEKROVÁ a Marcela GRÜNEROVÁ LIPPERTOVÁ, 2022. Digitalizace a telehealth - telemedicína v rehabilitaci v českém prostředí. *Vnitřní lékařství* [online]. **68**(3), 166–171 [cit. 2023-02-25]. ISSN 1801-7592. Dostupné z: doi:10.36290/vnl.2022.033
214. PHAM, Tam, Zen Juen LAU, S. H. Annabel CHEN a Dominique MAKOWSKI, 2021. Heart Rate Variability in Psychology: A Review of HRV Indices and an Analysis Tutorial. *Sensors* [online]. **21**(12), 3998, 1–20 [cit. 2023-04-08]. ISSN 1424-8220. Dostupné z: doi:10.3390/s21123998
215. PHILIP, Keir E. J., Harriet OWLES, Stephanie MCVEY, Tanja PAGNUCO, Katie BRUCE, Harry BRUNJES, Winston BANYA, Jenny MOLLICA, Adam LOUND, Suzi ZUMPE, Amiad M. ABRAHAMS, Vijay PADMANABAN, Thomas H. HARDY, Adam LEWIS, Ajit LALVANI, Sarah ELKIN a Nicholas S. HOPKINSON, 2022. An online breathing and wellbeing programme (ENO Breathe) for people with persistent symptoms following COVID-19: a parallel-group, single-blind, randomised controlled trial. *The Lancet Respiratory Medicine* [online]. **10**(9), 851–862 [cit. 2023-04-21]. ISSN 2213-2600. Dostupné z: doi:10.1016/S2213-2600(22)00125-4
216. PICCHIOTTINO, Mathieu, Charlotte LEBOEUF-YDE, Olivier GAGEY a David M. HALLMAN, 2019. The acute effects of joint manipulative techniques on markers of autonomic nervous system activity: a systematic review and meta-analysis of randomized sham-controlled trials. *Chiropractic & Manual Therapies* [online]. **27**(1), 17, 1–21 [cit. 2023-03-29]. ISSN 2045-709X. Dostupné z: doi:10.1186/s12998-019-0235-1
217. PICKERING, Gisèle, André MAZUR, Marion TROUSSELARD, Przemyslaw BIENKOWSKI, Natalia YALTSEWA, Mohamed AMESSOU, Lionel NOAH a Etienne POUTEAU, 2020. Magnesium Status and Stress: The Vicious Circle Concept Revisited. *Nutrients* [online]. **12**(12), 3672, 1–21 [cit. 2023-03-13]. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu12123672
218. PILZ, Stefan, Ali CHAKERI, John P. A. IOANNIDIS, Lukas RICHTER, Verena THEILER-SCHWETZ, Christian TRUMMER, Robert KRAUSE a Franz ALLERBERGER, 2021. SARS-CoV-2 re-infection risk in Austria. *European Journal of Clinical Investigation* [online]. **51**(4), e13520, 1–7 [cit. 2022-11-16]. ISSN 1365-2362. Dostupné z: doi:10.1111/eci.13520
219. PILZ, Stefan, Verena THEILER-SCHWETZ, Christian TRUMMER, Robert KRAUSE a John P. A. IOANNIDIS, 2022. SARS-CoV-2 reinfections: Overview of efficacy and duration of natural and hybrid immunity. *Environmental Research* [online]. **209**, 112911, 1–10 [cit. 2022-11-16]. ISSN 1096-0953. Dostupné z: doi:10.1016/j.envres.2022.112911
220. PODĚBRADSKÁ, Radana, 2018. *Komplexní kineziologický rozbor: funkční poruchy pohybového systému*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0874-9.
221. PODĚBRADSKÝ, Jiří a PODĚBRADSKÁ, Radana, 2009. *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-2899-5.

222. PRVU BETTGER, Janet a Linda J. RESNIK, 2020. Telerehabilitation in the Age of COVID-19: An Opportunity for Learning Health System Research. *Physical Therapy* [online]. **100**(11), 1913–1916 [cit. 2023-02-25]. ISSN 1538-6724. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/pzaa151
223. PUMPRLA, Jiří, Eliška SOVOVÁ a Kinga HOWORKA, 2014. Variabilita srdeční frekvence: Využití v interní praxi se zaměřením na metabolický syndrom. *Interní medicína pro praxi* [online]. **16**(5), 205–208 [cit. 2023-02-28]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2014/05/09.pdf>
224. QIN, Cheng, Jiaheng LI a Ke TANG, 2018. The Paraventricular Nucleus of the Hypothalamus: Development, Function, and Human Diseases. *Endocrinology* [online]. **159**(9), 3458–3472 [cit. 2023-02-12]. ISSN 1945-7170. Dostupné z: doi:10.1210/en.2018-00453
225. RAHMAN, Faisal, Sandra PECHNIK, Daniel GROSS, LaToya SEWELL a David S. GOLDSTEIN, 2011. Low frequency power of heart rate variability reflects baroreflex function, not cardiac sympathetic innervation. *Clinical Autonomic Research* [online]. **21**(3), 133–141 [cit. 2023-03-01]. ISSN 1619-1560. Dostupné z: doi:10.1007/s10286-010-0098-y
226. RAIN, Manjari, Goverdhan Dutt PURI, Aashish BHALLA, Pramod AVTI, Balachundhar SUBRAMANIAM, Vipin KAUSHAL, Vinod SRIVASTAVA, Pranay MAHAJAN, Mini SINGH, Navin PANDEY, Pankaj MALHOTRA, Sonu GOEL, Krishan KUMAR, Naresh SACHDEVA, Kalyan MAITY, Prashant VERMA, Nishant DIXIT, Sheetal Jindal GUPTA, Priya MEHRA, Pooja NADHOLTA, Radhika KHOSLA, Shweta AHUJA a Akshay ANAND, 2022. Effect of breathing intervention in patients with COVID and healthcare workers. *Frontiers in Public Health* [online]. **10**, 945988, 1–13 [cit. 2023-04-16]. ISSN 2296-2565. Dostupné z: doi:10.3389/fpubh.2022.945988
227. RASH, Joshua A. a Kenneth M. PRKACHIN, 2013. Cardiac vagal reactivity during relived sadness is predicted by affect intensity and emotional intelligence. *Biological Psychology* [online]. **92**(2), 106–113 [cit. 2023-03-29]. ISSN 0301-0511. Dostupné z: doi:10.1016/j.biopsycho.2012.11.009
228. RAVEENDRAN, A. V., Rajeev JAYADEVAN a S. SASHIDHARAN, 2021. Long COVID: An overview. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* [online]. **15**(3), 869–875 [cit. 2023-01-15]. ISSN 1878-0334. Dostupné z: doi:10.1016/j.dsx.2021.04.007
229. RECHBERGER, Verena, Michael BIBERSCHICK a Jan PORTHUN, 2019. Effectiveness of an osteopathic treatment on the autonomic nervous system: a systematic review of the literature. *European Journal of Medical Research* [online]. **24**(1), 36, 1–14 [cit. 2023-03-13]. ISSN 2047-783X. Dostupné z: doi:10.1186/s40001-019-0394-5
230. REYES DEL PASO, Gustavo A., Wolf LANGEWITZ, Lambertus J. M. MULDER, Arie VAN ROON a Stefan DUSCHEK, 2013. The utility of low frequency heart rate variability as an index of sympathetic cardiac tone: A review with emphasis on a reanalysis of previous studies: LF HRV and sympathetic cardiac tone. *Psychophysiology* [online]. **50**(5), 477–487 [cit. 2023-04-08]. ISSN 0048-5772. Dostupné z: doi:10.1111/psyp.12027

231. RICHMOND, Tammy, Christopher PETERSON, Jana CASON, Mike BILLINGS, Evelyn Abrahante TERRELL, Alan Chong W. LEE, Michael TOWEY, Bambang PARMANTO, Andi SAPTANO, Ellen R. COHN a David BRENNAN, 2017. American Telemedicine Association's Principles for Delivering Telerehabilitation Services. *International Journal of Telerehabilitation* [online]. **9**(2), 63–68 [cit. 2023-02-25]. ISSN 1945-2020. Dostupné z: doi:10.5195/ijt.2017.6232
232. RIGANELLO, Francesco, Valeria PRADA, Andres SODDU, Carol DI PERRI a Walter G. SANNITA, 2019. Circadian Rhythms and Measures of CNS/Autonomic Interaction. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. **16**(13), 2336, 1–11 [cit. 2023-02-22]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph16132336
233. ROCHA, Eduardo Arrais, Niraj MEHTA, Maria Zildany Pinheiro TÁVORA-MEHTA, Camila Ferreira RONCARI, Alan Alves de Lima CIDRÃO a Jorge ELIAS, 2021a. Dysautonomia: A Forgotten Condition — Part I. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* [online]. **116**(4), 814–835 [cit. 2023-02-23]. ISSN 1678-4170. Dostupné z: doi:10.36660/abc.20200420
234. ROCHA, Eduardo Arrais, Niraj MEHTA, Maria Zildany Pinheiro TÁVORA-MEHTA, Camila Ferreira RONCARI, Alan Alves de Lima CIDRÃO a Jorge ELIAS, 2021b. Dysautonomia: A Forgotten Condition — Part II. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* [online]. **116**(5), 981–998 [cit. 2023-02-25]. ISSN 1678-4170. Dostupné z: doi:10.36660/abc.20200422
235. RODRIGUES, Anna C. Z., Maria L. MESSI, Zhong-Min WANG, Martin C. ABBA, Andrea PEREYRA, Alexander BIRBRAIR, Tan ZHANG, Meaghan O'MEARA, Ping KWAN, Elsa I. S. LOPEZ, Monte S. WILLIS, Akiva MINTZ, D. Clark FILES, Cristina FURDUI, Ronald W. OPPENHEIM a Osvaldo DELBONO, 2019. The sympathetic nervous system regulates skeletal muscle motor innervation and acetylcholine receptor stability. *Acta Physiologica* [online]. **225**(3), e13195, 1–48 [cit. 2023-02-24]. ISSN 1748-1716. Dostupné z: doi:10.1111/apha.13195
236. RODRÍGUEZ-BLANCO, Cleofas, Carlos BERNAL-UTRERA, Ernesto ANARTE-LAZO, Manuel SAAVEDRA-HERNANDEZ, Elena DE-LA-BARRERA-ARANDA, Maria Angeles SERRERA-FIGALLO, Maribel GONZALEZ-MARTIN a Juan Jose GONZALEZ-GEREZ, 2022. Breathing exercises versus strength exercises through telerehabilitation in coronavirus disease 2019 patients in the acute phase: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation* [online]. **36**(4), 486–497 [cit. 2023-04-20]. ISSN 1477-0873. Dostupné z: doi:10.1177/02692155211061221
237. ROURA, Sonia, Gerard ÁLVAREZ, Ivan SOLÀ a Francesco CERRITELLI, 2021. Do manual therapies have a specific autonomic effect? An overview of systematic reviews. *PLOS ONE* [online]. **16**(12), e0260642, 1–36 [cit. 2023-03-29]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0260642
238. ROUTLEDGE, Faye S., Tavis S. CAMPBELL, Judith A. MCFETRIDGE-DURDLE a Simon L. BACON, 2010. Improvements in heart rate variability with exercise therapy. *Canadian Journal*



- of Cardiology* [online]. **26**(6), 303–312 [cit. 2023-02-26]. ISSN 1916-7075. Dostupné z: doi:10.1016/S0828-282X(10)70395-0
239. ROY, Holly Ann a Alexander L. GREEN, 2019. The Central Autonomic Network and Regulation of Bladder Function. *Frontiers in Neuroscience* [online]. **13**, 535, 1–10 [cit. 2023-02-22]. ISSN 1662-453X. Dostupné z: doi:10.3389/fnins.2019.00535
240. RUSSO, Marc A., Danielle M. SANTARELLI a Dean O'ROURKE, 2017. The physiological effects of slow breathing in the healthy human. *Breathe* [online]. **13**(4), 298–309 [cit. 2022-11-24]. ISSN 2073-4735. Dostupné z: doi:10.1183/20734735.009817
241. SAH, Pratha, Meagan C. FITZPATRICK, Charlotte F. ZIMMER, Elaheh ABDOLLAHI, Lyndon JUDEN-KELLY, Seyed M. MOGHADAS, Burton H. SINGER a Alison P. GALVANI, 2021. Asymptomatic SARS-CoV-2 infection: A systematic review and meta-analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. **118**(34), e2109229118, 1–12 [cit. 2022-11-12]. ISSN 1091-6490. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.2109229118
242. SAJJADIEH, Amirreza, Ali SHAHSAVARI, Ali SAFAEI, Thomas PENZEL, Christoph SCHOEDEL, Ingo FIETZE, Nafiseh MOZAFARIAN, Babak AMRA a Roya KELISHADI, 2020. The Association of Sleep Duration and Quality with Heart Rate Variability and Blood Pressure. *Tanaffos* [online]. **19**(2), 135–143 [cit. 2023-03-09]. ISSN 2345-3729. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7680518/>
243. SAMARANAYAKE, Lakshman Perera, Kausar Sadia FAKHRUDDIN a Chamila PANDUWAWALA, 2020. Sudden onset, acute loss of taste and smell in coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systematic review. *Acta Odontologica Scandinavica* [online]. **78**(6), 467–473 [cit. 2022-11-12]. ISSN 1502-3850. Dostupné z: doi:10.1080/00016357.2020.1787505
244. SAMMITO, Stefan a Irina BÖCKELMANN, 2016. Factors influencing heart rate variability. *International Cardiovascular Forum Journal* [online]. **6**, 18–22 [cit. 2023-03-08]. ISSN 2409-3424. Dostupné z: doi:10.17987/icfj.v6i0.242
245. SAOJI, Apar Avinash, B. R. RAGHAVENDRA a N. K. MANJUNATH, 2019. Effects of yogic breath regulation: A narrative review of scientific evidence. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine* [online]. **10**(1), 50–58 [cit. 2023-04-15]. ISSN 0975-9476. Dostupné z: doi:10.1016/j.jaim.2017.07.008
246. SAUDER, Katherine A., Elyse R. JOHNSTON, Ann C. SKULAS-RAY, Tavis S. CAMPBELL a Sheila G. WEST, 2012. Effect of meal content on heart rate variability and cardiovascular reactivity to mental stress. *Psychophysiology* [online]. **49**(4), 470–477 [cit. 2023-03-09]. ISSN 1469-8986. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-8986.2011.01335.x
247. SCHEFFER, Débora da Luz a Alexandra LATINI, 2020. Exercise-induced immune system response: Anti-inflammatory status on peripheral and central organs. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease* [online]. **1866**(10), 165823, 1–15 [cit. 2023-03-14]. ISSN 0925-4439. Dostupné z: doi:10.1016/j.bbadis.2020.165823

248. SCHNEIDERMAN, Inna, Yael ZILBERSTEIN-KRA, James F. LECKMAN a Ruth FELDMAN, 2011. Love alters autonomic reactivity to emotions. *Emotion* [online]. **11**(6), 1314–1321 [cit. 2023-03-29]. ISSN 1931-1516. Dostupné z: doi:10.1037/a0024090
249. SCHÖNFELD, P., F. PREUSSER a J. MARGRAF, 2017. Costs and benefits of self-efficacy: Differences of the stress response and clinical implications. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* [online]. **75**, 40–52 [cit. 2023-03-28]. ISSN 0149-7634. Dostupné z: doi:10.1016/j.neubiorev.2017.01.031
250. SCHRIMPF, Anne, Annett BRAESIGK, Stefan LIPPMANN a Markus BLECKWENN, 2022. Management and treatment of long COVID symptoms in general practices: An online-based survey. *Frontiers in Public Health* [online]. **10**, 937100, 1–14 [cit. 2023-02-08]. ISSN 2296-2565. Dostupné z: doi:10.3389/fpubh.2022.937100
251. SEESSLE, Jessica, Tim WATERBOER, Theresa HIPPCHEM, Julia SIMON, Marietta KIRCHNER, Adeline LIM, Barbara MÜLLER a Uta MERLE, 2021. Persistent Symptoms in Adult Patients 1 Year After Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Prospective Cohort Study. *Clinical Infectious Diseases* [online]. **74**(7), 1191–1198 [cit. 2023-01-16]. ISSN 1537-6591. Dostupné z: doi:10.1093/cid/ciab611
252. SEID, Abubeker Alebachew, Setognal Birara AYCHILUHM a Ahmed Adem MOHAMMED, 2022. Effectiveness and feasibility of telerehabilitation in patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* [online]. **12**(10), e063961, 1–10 [cit. 2023-04-20]. ISSN 2044-6055. Dostupné z: doi:10.1136/bmjopen-2022-063961
253. SEIFERT, Georg, Jenny-Lena KANITZ, Carolina RIHS, Ingrid KRAUSE, Katharina WITT a Andreas VOSS, 2018. Rhythmical massage improves autonomic nervous system function: a single-blind randomised controlled trial. *Journal of Integrative Medicine* [online]. **16**(3), 172–177 [cit. 2023-03-29]. ISSN 2095-4964. Dostupné z: doi:10.1016/j.joim.2018.03.002
254. SERON, Pamela, María-Jose OLIVEROS, Ruvistay GUTIERREZ-ARIAS, Rocío FUENTES-ASPE, Rodrigo C. TORRES-CASTRO, Catalina MERINO-OSORIO, Paula NAHUELHUAL, Jacqueline INOSTROZA, Yorschua JALIL, Ricardo SOLANO, Gabriel N. MARZUCA-NASSR, Raul AGUILERA-EGUÍA, Pamela LAVADOS-ROMO, Francisco J. SOTO-RODRÍGUEZ, Cecilia SABELLE, Gregory VILLARROEL-SILVA, Patricio GOMOLÁN, Sayen HUAQUILAF a Paulina SANCHEZ, 2021. Effectiveness of Telerehabilitation in Physical Therapy: A Rapid Overview. *Physical Therapy* [online]. **101**(6), pzab053, 1–18 [cit. 2023-02-25]. ISSN 1538-6724. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/pzab053
255. SEVOZ-COUCHE, Caroline a Sylvain LABORDE, 2022. Heart rate variability and slow-paced breathing: when coherence meets resonance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* [online]. **135**, 104576, 1–14 [cit. 2023-04-13]. ISSN 0149-7634. Dostupné z: doi:10.1016/j.neubiorev.2022.104576
256. SHAFFER, Fred, Rollin MCCRATY a Christopher L. ZERR, 2014. A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. *Frontiers in*

- Psychology* [online]. **5**, 1040, 1–19 [cit. 2023-02-28]. ISSN 1664-1078. Dostupné z: doi:10.3389/fpsyg.2014.01040
257. SHAFFER, Fred a J. P. GINSBERG, 2017. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health* [online]. **5**, 258, 1–17 [cit. 2023-02-27]. ISSN 2296-2565. Dostupné z: doi:10.3389/fpubh.2017.00258
258. SHAH, Bhushan, Shekhar KUNAL, Ankit BANSAL, Jayant JAIN, Shubhankar POUNDRIK, Manu Kumar SHETTY, Vishal BATRA, Vivek CHATURVEDI, Jamal YUSUF, Saibal MUKHOPADHYAY, Sanjay TYAGI, Girish MEENAHALLI PALLEDA, Anubha GUPTA a Mohit Dayal GUPTA, 2022. Heart rate variability as a marker of cardiovascular dysautonomia in post-COVID-19 syndrome using artificial intelligence. *Indian Pacing and Electrophysiology Journal* [online]. **22**(2), 70–76 [cit. 2023-04-11]. ISSN 0972-6292. Dostupné z: doi:10.1016/j.ipej.2022.01.004
259. SHATTOCK, Michael J. a Michael J. TIPTON, 2012. ‘Autonomic conflict’: a different way to die during cold water immersion?: Autonomic conflict and cardiac arrhythmias. *The Journal of Physiology* [online]. **590**(14), 3219–3230 [cit. 2023-03-30]. ISSN 0022-3751. Dostupné z: doi:10.1113/jphysiol.2012.229864
260. SHEM, Kazuko, Ingebjørg IRGENS a Marcalee ALEXANDER, 2022. Getting Started: Mechanisms of Telerehabilitation. In: ALEXANDER, Marcalee (ed.). *Telerehabilitation* [online]. Elsevier, 5–20 [cit. 2023-02-25]. ISBN 978-0-323-82486-6. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-82486-6.00002-2
261. SHIMURA, Akiyoshi, Ko SUGIURA, Manami INOUE, Shohei MISAKI, Yutaka TANIMOTO, Asami OSHIMA, Tomoko TANAKA, Katsunori YOKOI a Takeshi INOUE, 2020. Which sleep hygiene factors are important? comprehensive assessment of lifestyle habits and job environment on sleep among office workers. *Sleep Health* [online]. **6**(3), 288–298 [cit. 2023-03-25]. ISSN 2352-7218. Dostupné z: doi:10.1016/j.sleh.2020.02.001
262. SHOUMAN, Kamal a Eduardo E. BENARROCH, 2023. Central autonomic control. In: BIAGGIONI, Italo, Kirsteen BROWNING, Gregory FINK, Jens JORDAN, Phillip A. LOW a Julian F. R. PATON (eds.). *Primer on the Autonomic Nervous System* [online]. Elsevier, 11–16 [cit. 2023-02-11]. ISBN 978-0-323-85492-4. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-85492-4.00040-5
263. SILANTYEVA, Eiena, 2020. The application of high intensity and low intensity magnetotherapy in rehabilitation of patients with COVID-19 - a randomized controlled pilot study. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation* [online]. **2**(4), 322–328 [cit. 2023-02-08]. ISSN 2658-6843. Dostupné z: doi:10.36425/rehab50236
264. SIORDIA, Juan A., 2020. Epidemiology and clinical features of COVID-19: A review of current literature. *Journal of Clinical Virology* [online]. **127**, 104357, 1–7 [cit. 2022-11-29]. ISSN 1873-5967. Dostupné z: doi:10.1016/j.jcv.2020.104357

265. SOLIŃSKI, Mateusz, Agnieszka PAWLAK, Monika PETELCZYC, Teodor BUCHNER, Joanna AFTYKA, Robert GIL, Zbigniew J. KRÓL a Jan J. ŻEBROWSKI, 2022. Heart rate variability comparison between young males after 4–6 weeks from the end of SARS-CoV-2 infection and controls. *Scientific Reports* [online]. **12**(1), 8832, 1–8 [cit. 2023-04-19]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-022-12844-8
266. SOROKOWSKA, A., E. DRECHSLER, M. KARWOWSKI a T. HUMMEL, 2017. Effects of olfactory training: a meta-analysis. *Rhinology journal* [online]. **55**(1), 17–26 [cit. 2023-01-16]. ISSN 2589-5613. Dostupné z: doi:10.4193/Rhino16.195
267. SPUDICH, Serena a Avindra NATH, 2022. Nervous system consequences of COVID-19. *Science* [online]. **375**(6578), 267–269 [cit. 2023-01-21]. ISSN 1095-9203. Dostupné z: doi:10.1126/science.abm2052
268. STEJSKAL, Pavel, Jana RECHBERGOVÁ, Jiří SALINGER, Radim ŠLACHTA, Milan ELFMARK, Martin KALINA, Radim JURČA a Iva ŘEHOVÁ, 2001. Power spectrum of heart rate variability in exercising humans: The effect of exercise intensity. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation* [online]. 10(1), 39–57 [cit. 2023-03-01]. ISSN 1057-8315. Dostupné z: doi:10.1080/15438620109512095
269. STEJSKAL, Pavel, Radim ŠLACHTA, Milan ELFMARK, Jiří SALINGER a Petra GAUL-ALÁČOVÁ, 2002. Spectral analysis of heart rate variability: New evaluation method. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica* [online]. **32**(2), 13–18 [cit. 2023-02-01]. ISSN 1213-8312. Dostupné z: [https://gymnica.upol.cz/incpdfs/inf-990000-3000\\_10\\_002.pdf#page=13](https://gymnica.upol.cz/incpdfs/inf-990000-3000_10_002.pdf#page=13)
270. TAMAN, Hani, Nabil MAGEED, Mohamed ELMORSY, Sherif ELFAYOUMY, Mostafa ELAWADY, Ahmed FARID, Mohamed ABDELMONEM a Ibrahim ABDELBASER, 2023. Heart rate variability as an indicator of COVID-19 induced myocardial injury: a retrospective cohort study. *BMC Anesthesiology* [online]. **23**(1), 17, 1–6 [cit. 2023-02-26]. ISSN 1471-2253. Dostupné z: doi:10.1186/s12871-023-01975-8
271. TANG, Yi-Yuan, Yinghua MA, Yaxin FAN, Hongbo FENG, Junhong WANG, Shigang FENG, Qilin LU, Bing HU, Yao LIN, Jian LI, Ye ZHANG, Yan WANG, Li ZHOU a Ming FAN, 2009. Central and autonomic nervous system interaction is altered by short-term meditation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. **106**(22), 8865–8870 [cit. 2023-03-27]. ISSN 1091-6490. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.0904031106
272. TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY, 1996. Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation* [online]. 93(5), 1043–1065 [cit. 2023-02-26]. ISSN 1524-4539. Dostupné z: doi:10.1161/01.CIR.93.5.1043

273. TÄHKÄMÖ, Leena, Timo PARTONEN a Anu-Katriina PESONEN, 2019. Systematic review of light exposure impact on human circadian rhythm. *Chronobiology International* [online]. **36**(2), 151–170 [cit. 2023-03-25]. ISSN 1525-6073. Dostupné z: doi:10.1080/07420528.2018.1527773
274. TEMPERE, S., M. L. HAMTAT, J. C. BOUGEANT, G. DE REVEL a G. SICARD, 2014. Learning Odors: The Impact of Visual and Olfactory Mental Imagery Training on Odor Perception: Mental Imagery: A New Olfactory Training Method. *Journal of Sensory Studies* [online]. **29**(6), 435–449 [cit. 2023-01-16]. ISSN 1745-459X. Dostupné z: doi:10.1111/joss.12124
275. TEMPERE, Sophie, Gilles SICARD a Gilles DE REVEL, 2020. Recovery of olfactory capacity following a COVID-19 infection: Sourced from the article “Récupération des capacités olfactives : un entraînement particulier est possible chez les professionnels du vin !” (Revue Française d’OEnologie, 2020). *IVES Technical Reviews, vine and wine* [online]. 1–2 [cit. 2023-01-16]. ISSN 2680-4905. Dostupné z: doi:10.20870/IVES-TR.2020.3986
276. TEO, Jillian T., Stuart J. JOHNSTONE, Stephanie S. RÖMER a Susan J. THOMAS, 2022. Psychophysiological mechanisms underlying the potential health benefits of human-dog interactions: A systematic literature review. *International Journal of Psychophysiology* [online]. **180**, 27–48 [cit. 2023-04-02]. ISSN 0167-8760. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijpsycho.2022.07.007
277. TERESHENKO, Vlad, Dominik C. DOTZAUER, Matthias LUFT, Joachim ORTMAYR, Udo MAIERHOFER, Martin SCHMOLL, Christopher FESTIN, Genova CARRERO ROJAS, Johanna KLEPETKO, Gregor LAENGLE, Olga POLITIKOU, Dario FARINA, Roland BLUMER, Konstantin D. BERGMEISTER a Oskar C. ASZMANN, 2022. Autonomic Nerve Fibers Aberrantly Reinnervate Denervated Facial Muscles and Alter Muscle Fiber Population. *The Journal of Neuroscience* [online]. **42**(44), 8297–8307 [cit. 2023-02-24]. ISSN 1529-2401. Dostupné z: doi:10.1523/JNEUROSCI.0670-22.2022
278. THOMAS, Peter, Claire BALDWIN, Bernie BISSETT, Ianthe BODEN, Rik GOSSELINK, Catherine L. GRANGER, Carol HODGSON, Alice Y. M. JONES, Michelle E KHO, Rachael MOSES, George NTOUMENOPOULOS, Selina M. PARRY, Shane PATMAN a Lisa VAN DER LEE, 2020. Physiotherapy management for COVID-19 in the acute hospital setting: clinical practice recommendations. *Journal of Physiotherapy* [online]. **66**(2), 73–82 [cit. 2023-02-07]. ISSN 1836-9561. Dostupné z: doi:10.1016/j.jphys.2020.03.011
279. THOMAS, Peter, Claire BALDWIN, Lisa BEACH, Bernie BISSETT, Ianthe BODEN, Sherene Magana CRUZ, Rik GOSSELINK, Catherine L. GRANGER, Carol HODGSON, Anne E. HOLLAND, Alice Y. M. JONES, Michelle E KHO, Lisa VAN DER LEE, Rachael MOSES, George NTOUMENOPOULOS, Selina M. PARRY a Shane PATMAN, 2022. Physiotherapy management for COVID-19 in the acute hospital setting and beyond: an update to clinical practice recommendations. *Journal of Physiotherapy* [online]. **68**(1), 8–25 [cit. 2023-02-07]. ISSN 1836-9561. Dostupné z: doi:10.1016/j.jphys.2021.12.012

280. TOLENTINO, Julio Cesar a Ricardo BEDIRIAN, 2019. Cardiac autonomic modulation related to prayer may contribute to the reduced cardiovascular mortality associated with religiosity/spirituality. *Journal of Integrative Cardiology Open Access* [online]. **2**(2), 1–5 [cit. 2023-03-29]. ISSN 2674-2489. Dostupné z: doi:10.31487/j.JICOA.2019.02.05
281. TOSINI, Gianluca, Ian FERGUSON a Kazuo TSUBOTA, 2016. Effects of blue light on the circadian system and eye physiology. *Molecular Vision* [online]. **22**, 61–72 [cit. 2023-03-25]. ISSN 1090-0535.
282. TOWNSEND, Jeffrey P., Hayley B. HASSLER, Zheng WANG, Sayaka MIURA, Jaiveer SINGH, Sudhir KUMAR, Nancy H. RUDDLE, Alison P. GALVANI a Alex DORNBURG, 2021. The durability of immunity against reinfection by SARS-CoV-2: a comparative evolutionary study. *The Lancet Microbe* [online]. **2**(12), e666–e675 [cit. 2022-11-15]. ISSN 2666-5247. Dostupné z: doi:10.1016/S2666-5247(21)00219-6
283. TRACY, Lincoln M., Liane IOANNOU, Katharine S. BAKER, Stephen J. GIBSON, Nellie GEORGIU-KARISTIANIS a Melita J. GIUMMARRA, 2016. Meta-analytic evidence for decreased heart rate variability in chronic pain implicating parasympathetic nervous system dysregulation. *Pain* [online]. **157**(1), 7–29 [cit. 2023-02-22]. ISSN 1872-6623. Dostupné z: doi:10.1097/j.pain.0000000000000360
284. TRIPATHI, K. K., 2011. Very low frequency oscillations in the power spectra of heart rate variability during dry supine immersion and exposure to non-hypoxic hypobaria. *Physiological Measurement* [online]. **32**(6), 717–729 [cit. 2023-04-08]. ISSN 1361-6579. Dostupné z: doi:10.1088/0967-3334/32/6/008
285. UDIT, Swalpa, Kimbria BLAKE a Isaac M. CHIU, 2022. Somatosensory and autonomic neuronal regulation of the immune response. *Nature Reviews Neuroscience* [online]. **23**(3), 157–171 [cit. 2023-02-22]. ISSN 1471-0048. Dostupné z: doi:10.1038/s41583-021-00555-4
286. UHLÍŘ, Petr, 2019. Efekt relaxačního programu audiovizuální stimulace na autonomní nervový systém, hodnocený vybranými ukazateli spektrální analýzy variability srdeční frekvence. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. **26**(2), 74–80. ISSN 1211-2658
287. UHLÍŘ, Petr, 2020. Efekt canisterapie na autonomní nervový systém, hodnocený ukazateli spektrální analýzy variability srdeční frekvence. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. **27**(2), 81–86. ISSN 1211-2658
288. ÚSTAV ZDRAVOTNICKÝCH INFORMACÍ A STATISTIKY ČESKÉ REPUBLIKY, 2019. *MKN-10: Mezinárodní klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů: desátá revize. Tabulární část. Aktualizované vydání k 1. 1. 2022* [online]. Praha: ÚZIS [cit. 2022-11-18]. ISBN 978-80-7472-168-7. Dostupné z: <https://www.uzis.cz/index.php?pg=record&id=8374>
289. VAGEDES, Jan, Eduard HELMERT, Silja KUDERER, Katrin VAGEDES, Johannes WILDHABER a Frank ANDRASIK, 2021. The Buteyko breathing technique in children with asthma: a randomized controlled pilot study. *Complementary Therapies in Medicine* [online]. **56**, 102582, 1–8 [cit. 2023-04-15]. ISSN 0965-2299. Dostupné z: doi:10.1016/j.ctim.2020.102582

290. VALVERDE-MARTÍNEZ, María Ángeles, Remedios LÓPEZ-LIRIA, Jesús MARTÍNEZ-CAL, María Jesús BENZO-IGLESIAS, Lucía TORRES-ÁLAMO a Patricia ROCAMORA-PÉREZ, 2023. Telerehabilitation, A Viable Option in Patients with Persistent Post-COVID Syndrome: A Systematic Review. *Healthcare* [online]. **11**(2), 187, 1–15 [cit. 2023-02-25]. ISSN 2227-9032. Dostupné z: doi:10.3390/healthcare11020187
291. VANDERSTEEN, Clair, Magali PAYNE, Louise-Émilie DUMAS, Élisabeth CANCIAN, Alexandra PLONKA, Grégoire D'ANDRÉA, David CHIRIO, Élisabeth DEMONCHY, Karine RISSO, Florence ASKENAZY-GITTARD, Charles SAVOLDELLI, Nicolas GUEVARA, Philippe ROBERT, Laurent CASTILLO, Valeria MANERA a Auriane GROS, 2022. Olfactory Training in Post-COVID-19 Persistent Olfactory Disorders: Value Normalization for Threshold but Not Identification. *Journal of Clinical Medicine* [online]. **11**(12), 3275, 1–13 [cit. 2023-02-09]. ISSN 2077-0383. Dostupné z: doi:10.3390/jcm11123275
292. VARGHESE, Sajoy P., Ori David FLORENTIN a Maju Mathew KOOLA, 2021. Role of Spirituality in the Management of Major Depression and Stress-Related Disorders. *Chronic Stress* [online]. **5**, 247054702097123, 1–2 [cit. 2023-03-29]. ISSN 2470-5470. Dostupné z: doi:10.1177/2470547020971232
293. VIEIRA, Aléxia Gabriela Da Silva, Ana Carolina Pereira Nunes PINTO, Bianca Maria Schneider Pereira GARCIA, Raquel Afonso Caserta EID, Caroline Gomes MÓL a Ricardo Kenji NAWA, 2022. Telerehabilitation improves physical function and reduces dyspnoea in people with COVID-19 and post-COVID-19 conditions: a systematic review. *Journal of Physiotherapy* [online]. **68**(2), 90–98 [cit. 2023-04-20]. ISSN 1836-9553. Dostupné z: doi:10.1016/j.jphys.2022.03.011
294. VIGO, Daniel E., Leonardo Nicola SIRI a Daniel P. CARDINALI, 2019. Heart Rate Variability: A Tool to Explore Autonomic Nervous System Activity in Health and Disease. In: GARGIULO, Pascual Ángel a Humberto Luis MESONES ARROYO (eds.). *Psychiatry and Neuroscience Update* [online]. Springer International Publishing, 113–126 [cit. 2023-03-01]. ISBN 978-3-319-95359-5. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-95360-1\_10
295. VINER, Russell M., Joseph Lloyd WARD, Lee D. HUDSON, Melissa ASHE, Sanjay Valabh PATEL, Dougal HARGREAVES a Elizabeth WHITTAKER, 2021. Systematic review of reviews of symptoms and signs of COVID-19 in children and adolescents. *Archives of Disease in Childhood* [online]. **106**(8), 802–807 [cit. 2023-02-10]. ISSN 1468-2044. Dostupné z: doi:10.1136/archdischild-2020-320972
296. VLČKOVÁ, E., J. BEDNAŘÍK, Š. BURŠOVÁ, K. ŠAJGALÍKOVÁ a L. MLČÁKOVÁ, 2010. Spektrální analýza variability srdeční frekvence – normativní data. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. **73**(6), 663–672 [cit. 2023-03-09]. ISSN 1802-4041. Dostupné z: <https://www.csmn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2010-6/spektralni-analyza-variability-srdecni-frekvence-normativni-data-33861>

297. WADHWANIA, Rozina, 2017. Is Vitamin D deficiency implicated in autonomic dysfunction? *Journal of Pediatric Neurosciences* [online]. **12**(2), 119, 1–14 [cit. 2023-03-13]. ISSN 1817-1745. Dostupné z: doi:10.4103/jpn.JPN\_1\_17
298. WAHEED, Waqar a Margaret A. VIZZARD, 2023. Peripheral autonomic nervous system. In: BIAGGIONI, Italo, Kirsteen BROWNING, Gregory FINK, Jens JORDAN, Phillip A. LOW a Julian F. R. PATON (eds.). *Primer on the Autonomic Nervous System* [online]. Elsevier, 17–29 [cit. 2023-02-21]. ISBN 978-0-323-85492-4. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-85492-4.00003-X
299. WAHL, Siegfried, Moritz ENGELHARDT, Patrick SCHAUPP, Christian LAPPE a Iliya V. IVANOV, 2019. The inner clock—Blue light sets the human rhythm. *Journal of Biophotonics* [online]. **12**(12), e201900102, 1–14 [cit. 2023-03-25]. ISSN 1864-0648. Dostupné z: doi:10.1002/jbio.201900102
300. WANG, Jingzhou, Christopher KAPERAK, Toshiro SATO a Atsushi SAKURABA, 2021. COVID-19 reinfection: a rapid systematic review of case reports and case series. *Journal of Investigative Medicine* [online]. **69**(6), 1253–1255 [cit. 2022-11-15]. ISSN 1708-8267. Dostupné z: doi:10.1136/jim-2021-001853
301. WANG, Hao, Xiaolin GAO, Yongjin SHI, Dongzhe WU, Chuangtao LI a Wendi WANG, 2022. Effects of trunk posture on cardiovascular and autonomic nervous systems: A pilot study. *Frontiers in Physiology* [online]. **13**, 1009806, 1–12 [cit. 2023-03-29]. ISSN 1664-042X. Dostupné z: doi:10.3389/fphys.2022.1009806
302. WANG, Haozhe, Jaime P. P. FOONG, Nicola L. HARRIS a Joel C. BORNSTEIN, 2022. Enteric neuroimmune interactions coordinate intestinal responses in health and disease. *Mucosal Immunology* [online]. **15**(1), 27–39 [cit. 2023-02-22]. ISSN 1935-3456. Dostupné z: doi:10.1038/s41385-021-00443-1
303. WELLS, R. a A. TONKIN, 2016. Clinical approach to autonomic dysfunction: Approach to autonomic dysfunction. *Internal Medicine Journal* [online]. **46**(10), 1134–1139 [cit. 2023-02-23]. ISSN 1445-5994. Dostupné z: doi:10.1111/imj.13216
304. WEN, Jing, Stephen MILNE a Don D. SIN, 2022. Pulmonary rehabilitation in a postcoronavirus disease 2019 world: feasibility, challenges, and solutions. *Current Opinion in Pulmonary Medicine* [online]. **28**(2), 152–161 [cit. 2023-04-21]. ISSN 1531-6971. Dostupné z: doi:10.1097/MCP.0000000000000832
305. WYNCHANK, Dora, Denise BIJLENGA, Brenda W. PENNINX, Femke LAMERS, Aartjan T. BEEKMAN, J. J. Sandra KOOIJ a Josine E. VERHOEVEN, 2019. Delayed sleep-onset and biological age: late sleep-onset is associated with shorter telomere length. *Sleep* [online]. **42**(10), zsz139, 1–13 [cit. 2023-03-24]. ISSN 1550-9109. Dostupné z: doi:10.1093/sleep/zsz139
306. XIAO, Chun-Xiu, Yan-Juan LIN, Ren-Qin LIN, An-Na LIU, Gui-Qin ZHONG a Cai-Feng LAN, 2020. Effects of progressive muscle relaxation training on negative emotions and sleep quality in



- COVID-19 patients: A clinical observational study. *Medicine* [online]. **99**(47), e23185, 1–6 [cit. 2023-03-25]. ISSN 1536-5964. Dostupné z: doi:10.1097/MD.00000000000023185
307. YELIN, Dana, Eytan WIRTHEIM, Pauline VETTER, Andre C. KALIL, Judith BRUCHFELD, Michael RUNOLD, Giovanni GUARALDI, Cristina MUSSINI, Carlota GUDIOL, Miquel PUJOL, Alessandra BANDERA, Luigia SCUDELLER, Mical PAUL, Laurent KAISER a Leonard LEIBOVICI, 2020. Long-term consequences of COVID-19: research needs. *The Lancet Infectious Diseases* [online]. **20**(10), 1115–1117 [cit. 2022-11-18]. ISSN 1474-4457. Dostupné z: doi:10.1016/S1473-3099(20)30701-5
308. YEUNG, Albert, Jessie S. M. CHAN, Joey C. CHEUNG a Liye ZOU, 2018. Qigong and Tai-Chi for Mood Regulation. *FOCUS* [online]. **16**(1), 40–47 [cit. 2023-03-13]. ISSN 1541-4108. Dostupné z: doi:10.1176/appi.focus.20170042
309. YOUNG, Hayley A. a David BENTON, 2018. Heart-rate variability: a biomarker to study the influence of nutrition on physiological and psychological health? *Behavioural Pharmacology* [online]. **29**(2–3), 140–151 [cit. 2023-03-09]. ISSN 1473-5849. Dostupné z: doi:10.1097/FBP.0000000000000383
310. YOUNG, Hayley A., Alecia COUSINS, Stephen JOHNSTON, John M. FLETCHER a David BENTON, 2019. Autonomic adaptations mediate the effect of hydration on brain functioning and mood: Evidence from two randomized controlled trials. *Scientific Reports* [online]. **9**(1), 16412, 1–13 [cit. 2023-03-25]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-019-52775-5
311. YUKSEL, Ramazan, Rabia Nazik YUKSEL, Tijen SENGEZER a Senol DANE, 2016. Autonomic Cardiac Activity in Patients with Smoking and Alcohol Addiction by Heart Rate Variability Analysis. *Clinical & Investigative Medicine* [online]. **39**(6), 147–152 [cit. 2023-03-14]. ISSN 1488-2353. Dostupné z: doi:10.25011/cim.v39i6.27519
312. ZACCARO, Andrea, Andrea PIARULLI, Marco LAURINO, Erika GARBELLA, Danilo MENICUCCI, Bruno NERI a Angelo GEMIGNANI, 2018. How Breath-Control Can Change Your Life: A Systematic Review on Psycho-Physiological Correlates of Slow Breathing. *Frontiers in Human Neuroscience* [online]. **12**, 353, 1–16 [cit. 2023-04-05]. ISSN 1662-5161. Dostupné z: doi:10.3389/fnhum.2018.00353
313. ZELANO, Christina, Heidi JIANG, Guangyu ZHOU, Nikita ARORA, Stephan SCHUELE, Joshua ROSENOW a Jay A. GOTTFRIED, 2016. Nasal Respiration Entrain Human Limbic Oscillations and Modulates Cognitive Function. *The Journal of Neuroscience* [online]. **36**(49), 12448–12467 [cit. 2023-04-15]. ISSN 1529-2401. Dostupné z: doi:10.1523/JNEUROSCI.2586-16.2016
314. ZENG, Na, Yi-Miao ZHAO, Wei YAN, Chao LI, Qing-Dong LU, Lin LIU, Shu-Yu NI, Huan MEI, Kai YUAN, Le SHI, Peng LI, Teng-Teng FAN, Jun-Liang YUAN, Michael V VITIELLO, Thomas KOSTEN, Alexandra L. KONDRATIUK, Hong-Qiang SUN, Xiang-Dong TANG, Mei-Yan LIU, Ajit LALVANI, Jie SHI, Yan-Ping BAO a Lin LU, 2023. A systematic review and meta-analysis of long term physical and mental sequelae of COVID-19 pandemic: call for

- research priority and action. *Molecular Psychiatry* [online]. **28**(1), 423–433 [cit. 2023-04-07]. ISSN 1476-5578. Dostupné z: doi:10.1038/s41380-022-01614-7
315. ZHU, Yuetong, Zimin WANG, Yue ZHOU, Ko ONODA, Hitoshi MARUYAMA, Chunying HU a Zun LIU, 2020. Summary of respiratory rehabilitation and physical therapy guidelines for patients with COVID-19 based on recommendations of World Confederation for Physical Therapy and National Association of Physical Therapy. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. **32**(8), 545–549 [cit. 2023-02-06]. ISSN 2187-5626. Dostupné z: doi:10.1589/jpts.32.545
316. ZYGMUNT, Agnieszka a Jerzy STANCZYK, 2010. Methods of evaluation of autonomic nervous system function. *Archives of Medical Science* [online]. **1**, 11–18 [cit. 2023-02-24]. ISSN 1896-9151. Dostupné z: doi:10.5114/aoms.2010.13500

## SEZNAM ZKRATEK

ACE-2	angiotensin konvertující enzym 2
ANS	autonomní nervový systém
CNS	centrální nervový systém
ENS	enterický nervový systém
FZV	Fakulta zdravotnických věd
HF	vyšoká frekvence
HRV	variabilita srdeční frekvence
LF	nížká frekvence
PSD	spektrální výkonová hustota
PT	celkový výkon
SA HRV	spektrální analýza variability srdeční frekvence
TENS	transkutánní elektrická nervová stimulace
UHF	ultra vyšoká frekvence
ULF	ultra nížká frekvence
UP	Univerzita Palackého
VLF	velmi nížká frekvence

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1</b> Symptomy postcovidového syndromu a jeho dopady na orgány .....	16
<b>Obrázek 2</b> Předpokládané mechanismy patogeneze postcovidového syndromu.....	17
<b>Obrázek 3</b> Potenciální benefity cvičení na nejčastější klinické projevy postcovidového syndromu....	24
<b>Obrázek 4</b> Uspořádání nervových výstupů CNS .....	26
<b>Obrázek 5</b> Sympatický a parasympatický nervový systém .....	27
<b>Obrázek 6</b> Základní funkce sympatiku a parasympatiku .....	31
<b>Obrázek 7</b> Diagram vlivu příčin a následků faktorů spojených s HRV .....	39
<b>Obrázek 8</b> Cirkadiánní variační vzorec parametru rMSSD vztažený k věku.....	40

## SEZNAM TABULEK

<b>Tabulka 1</b> Základní charakteristiky experimentální a kontrolní skupiny.....	57
<b>Tabulka 2</b> Porovnání vstupních hodnot vybraných parametrů HRV u všech probandů .....	62
<b>Tabulka 3</b> Porovnání vstupních hodnot vybraných parametrů HRV u probandů ve věku 19–40 let ...	63
<b>Tabulka 4</b> Vstupní a výstupní hodnoty vybraných parametrů HRV experimentální skupiny.....	64
<b>Tabulka 5</b> Vstupní a výstupní hodnoty vybraných parametrů HRV kontrolní skupiny.....	64
<b>Tabulka 6</b> Vstupní a výstupní hodnoty vybraných parametrů HRV u probandů ve věku 19–40 let v experimentální skupině.....	65
<b>Tabulka 7</b> Vstupní a výstupní hodnoty vybraných parametrů HRV u probandů ve věku 41 let a více v experimentální skupině.....	65
<b>Tabulka 8</b> Porovnání účinku intervence mezi experimentální a kontrolní skupinou.....	66
<b>Tabulka 9</b> Porovnání účinku intervence mezi experimentální a kontrolní skupinou u probandů ve věku 19–40 let .....	67

## SEZNAM PŘÍLOH

<b>Příloha 1</b> Vyjádření Etické komise FZV UP .....	127
<b>Příloha 2</b> Informovaný souhlas.....	128
<b>Příloha 3</b> Informační leták pro pacienty.....	131

# PŘÍLOHY

## Příloha 1 Vyjádření Etické komise FZV UP



Fakulta  
zdravotnických věd

UPOL-15842/1030S-2021

Vážená paní  
Mgr. Anita Můčková, Ph.D.  
FZV UP

2021-01-13

Vyjádření Etické komise FZV UP

Vážená paní doktorko,

na základě Vaší Žádosti o stanovisko Etické komise FZV UP byl Váš projekt, podaný do Studentské grantové soutěže IGA UP 2021, posouzen a po vyhodnocení všech zaslaných dokumentů Vám sdělujeme, že projektu s názvem „**Ověření možností telerehabilitace u pacientů s post-covidovou poruchou hlavových nervů**“, jehož jste hlavní řešitelkou, bylo uděleno

**souhlasné stanovisko Etické komise FZV UP.**

S pozdravem,

Mgr. Lenka Mazalová, Ph.D.  
předsedkyně  
Etické komise FZV UP

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

Fakulta zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci  
Tř. Svobody 8 | 771 11 Olomouc | T: 585 632 852  
[www.fzv.upol.cz](http://www.fzv.upol.cz)

**Informovaný souhlas**

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 Kuchtíková, 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:

- okluzních tlaků při nádechu a výdechu,
- kvality čichu,
- autonomního nervového systému,
- měření obvodu hrudníku při nádechu a výdechu.

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:

- respirační trénink s využitím nádechových a výdechových trenažerů,
- 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.

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 беру на 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: \_\_\_\_\_

---



## PRODĚLALI JSTE ONEMOCNĚNÍ COVID-19?

Přetrvávají u Vás některé z těchto symptomů:

- ztráta čichu
- nepravidelnost srdeční frekvence
- bušení srdce
- únava
- dechové obtíže

Zapojte se s námi do **telerehabitace postcovidových symptomů**  
a buďte součástí výzkumného projektu.

Veškerá vyšetření, odborná terapeutická videa a konzultace  
Vám budou poskytnuta **ZDARMA**.

Kontakt

e-mail: [postcovidFZV@upol.cz](mailto:postcovidFZV@upol.cz)

tel.: 585 632 826

