

# Posouzení možného vlivu infekce covid-19 na autonomní nervový systém v dětské populaci

(Assessment of the possible impact of COVID-19 infection on the autonomic nervous system in the pediatric population)

Martina Šišáková<sup>a</sup>, Kateřina Helánová<sup>a</sup>, Irena Andršová<sup>a</sup>, Tomáš Novotný<sup>a</sup>, Jiří Pařenica<sup>a</sup>, Lukáš Homola<sup>b</sup>, Martin Sihlovec<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Interní kardiologická klinika, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity a Fakultní nemocnice Brno, Brno, Česká republika

<sup>b</sup> Klinika dětských infekčních nemocí, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity a Fakultní nemocnice Brno, Brno, Česká republika

## INFORMACE O ČLÁNKU

### Historie článku:

Vložen do systému: 1. 8. 2025

Přijat: 13. 10. 2025

Dostupný online: 11. 5. 2026

### Klíčová slova:

Autonomní nervový systém u dětí

Infekce covid-19

Posturální testy

## SOUHRN

**Cíl:** Je známo, že autonomní změny jako zvýšené projevy sympatiku jsou běžným projevem akutních virových infekcí. Naše studie zvažovala možnost, že infekce virem SARS-CoV-2 vede k dlouhodobým abnormalitám autonomního nervového systému, které přetrvávají i po odeznění akutní a subakutní fáze infekce. Cílem práce bylo posoudit vliv infekce covid-19 na modulaci autonomního nervového systému u dětí.

**Metodika:** Soubor tvořilo 165 dětí (89 dívek) ve věku od 6,7 do 18,6 roku. Každé dítě bylo podrobena posturálnímu provokačnímu testu (poloha vleže a poloha vestoje), při kterém se pořídila EKG nahrávka za účelem hodnocení modulací autonomního nervového systému. V EKG nahrávce byly stanoveny parametry SDNN (standard deviation of all RR intervals) a RMSSD (root mean square of the differences between successive RR intervals). Z krevního vzorku byla stanovena koncentrace protilátek proti nukleokapsidovému proteinu N a protilátky proti membránovému spike proteinu. Podle laboratorních výsledků a v kombinaci s anamnestickým údajem o prodělání infekce covid-19 byli identifikováni jedinci, kteří prodělali infekci covid-19.

**Výsledky:** Z celkového počtu 153 probandů 80 prodělalo infekci covid-19. Bylo zjištěno, že 23 % dětí, u kterých byly prokázány protilátky, o proběhlé infekci nevědělo. Nebyl nalezen rozdíl v tepové frekvenci vleže ani ve změně tepové frekvence při posturálním testu v závislosti na prodělání infekce covid-19. Nebyl zjištěn rozdíl v parametrech popisujících modulaci autonomního nervového systému (SDNN a RMSSD).

**Závěr:** Výsledky naznačují, že prodělaná infekce covid-19 nezpůsobuje závažné změny modulace vegetativního nervového systému v dětské populaci.

© 2026, ČKS.

## ABSTRACT

**Objective:** Autonomic changes, such as increased sympathetic manifestations, are a common complication of acute viral infections. Our study considered the possibility that SARS-CoV-2 infection leads to long-term abnormalities of the autonomic nervous system that persist even after the acute and subacute phases of the infection have resolved. The aim of this study was to assess the effect of COVID-19 infection on autonomic nervous system modulation in children.

**Methods:** A total of 165 children (89 girls) 6.7 to 18.6 year old were enrolled. Each participant underwent a postural provocation test (supine and standing positions) during which ECG recording was taken to analyze autonomic nervous system modulation. A single blood sample was also collected. ECG recordings were analyzed to assess SDNN (standard deviation of all RR intervals) and RMSSD (root mean square of successive differences between RR intervals). In blood samples, antibodies against the nucleocapsid (N) protein and the spike (S) protein were measured. Based on laboratory results and medical history, children were categorized according to whether they had experienced a COVID-19 infection.

**Results:** Of the 153 children with complete data, 80 had a confirmed history of COVID-19 infection. Notably, 23% of antibody-positive children were unaware of having had the infection. There were no significant differences in resting heart rate or heart rate changes during the postural test between children with and without prior COVID-19 infection. Similarly, no significant differences were found in SDNN or RMSSD values.

**Conclusion:** Our findings suggest that COVID-19 infection does not lead to significant alterations in autonomic nervous system modulation in children.

### Keywords:

Autonomic nervous system

in children

COVID-19 infection

Postural tests

**Adresa pro korespondenci:** MUDr. Kateřina Helánová, Ph.D., Interní kardiologická klinika, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity a Fakultní nemocnice Brno, Jihlavská 20, 625 00 Brno, Česká republika, e-mail: helanova.katerina@fnbrno.cz

**DOI:** 10.33678/cor.2025.107

Tento článek prosím citujte takto: Šišáková M, Helánová K, Andršová I, et al. Posouzení možného vlivu infekce covid-19 na autonomní nervový systém v dětské populaci. Cor Vasa 2026;68:137–142.

## Úvod

Onemocnění covid-19 vedlo k pandemii s mnoha závažnými důsledky včetně úmrtí pacientů. Jedná se o vysoce nakažlivou virovou infekci, kterou způsobuje betakoronavirus SARS-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2). Virus patří do skupiny koronavirů, které postihují různé druhy zvířat, ale jsou přenosné i na člověka. Jsou tvořeny jednořetězcovou RNA. Pro vstup viru SARS-CoV-2 do lidské buňky je klíčový jeden z glykoproteinů virionového obalu, označovaný jako S-protein (spike-protein). S-protein se váže na angiotenzin konvertující enzym 2 (ACE2) exprimovaný na povrchu vnímavých buněk a využívá jej jako receptor. Virus se šíří především kapénkovou infekcí.<sup>1</sup>

Problematika následků onemocnění covid-19 je stále živým tématem v mnoha oborech medicíny. Pestrá škála příznaků samotného onemocnění i jeho případných přechodných nebo trvalých následků diagnostiku dále komplikuje. Cílem této práce bylo posoudit možný vliv infekce covid-19 na autonomní nervový systém u dětí. Zatímco autonomní změny, tj. zvýšené projevy sympatiku, jsou přítomny během jakékoli akutní virové infekce, studie zvažovala možnost, že infekce covid-19 vede k dlouhodobým abnormalitám autonomního nervového systému, které přetrvávají i po odeznění akutní a subakutní fáze infekce.

Autonomní nervový systém uspokojuje potřeby organismu, což zpětně vyvolává reakce v podobě modulace fyziologických parametrů. Tyto modulace jsme schopni neinvazivně vyšetřit a z toho odvozovat informace o fungování autonomního nervového systému. Nejjednodušší metody testování autonomní odezvy jsou založeny na hodnocení srdeční frekvence a změn srdeční periody během různých fází autonomních reflexů.<sup>2</sup> U skupiny dětí a dospívajících, o kterých bylo známo, zda prodělali nebo neprodělali infekci SARS-CoV-2, byla proto zkoumána srdeční frekvence a variabilita srdeční frekvence během jednoduchých posturálních provokačních manévrů.

## Materiál a metodika

### Soubor pacientů

Do projektu bylo zařazeno 165 dětí (89 dívek, 53,9 % průměrného věku  $14,6 \pm 2,6$  roku pocházejících z několika základních a středních škol v Brně. Účast v projektu byla dobrovolná. Při výběru probandů nebyla prováděna žádná preselekce, veškeré údaje o zdravotním stavu jsme získávali až po zařazení do projektu, a nebyly tak důvodem k vyřazení. Podmínkou účasti v projektu byl podepsaný informovaný souhlas zákonného zástupce dítěte. Protokol projektu byl před jeho zahájením schválen Etickou komisí FN Brno. Každé dítě absolvovalo posturální provokační test, během kterého byla pořízena EKG nahrávka a jednorázový odběr krve. Byly zjišťovány anamnestické údaje o prodělání infekce covid-19, potvrzené pozitivním testem v akutní fázi onemocnění. Součástí projektu bylo také vyplnění písemného zdravotního dotazníku, který zjišťoval základní zdravotní údaje o probandech – chronické onemocnění, rodinná anamnéza náhlého úmrtí příbuzného před 30. rokem věku, trvale nebo periodicky užívaná medikace, klinické symptomy kardiálního one-

mocnění (synkopa, palpitace), abúzus omamných látek, u dívek menstruace a případné užívání hormonální antikoncepce.

### Diagnostika onemocnění covid-19

Informace o prodělání onemocnění covid-19 byly získány od zákonného zástupce probanda. Součástí vyšetření byl také jednorázový odběr malého množství krve za účelem stanovení protilátek proti covidu-19 / betakoronaviru SARS-CoV-2 jako důkazu prodělané infekce. Odběry byly prováděny ve spolupráci s Klinikou dětských infekčních nemocí Dětské nemocnice FN Brno. Ke zpracování vzorků byly použity diagnostické kity společnosti Roche. Stanovovaly se dvě třídy protilátek: protilátky proti nukleokapsidovému proteinu (anti-SARS-CoV-2 N Ab) a protilátky proti spike proteinu (anti-SARS-CoV-2 S Ab). Protilátky proti proteinu N (anti-SARS-CoV-2 N Ab) byly hodnoceny podle indexu COI, za pozitivní byl považován výsledek  $\geq 1,0$  COI. Test na protilátky proti proteinu S (anti-SARS-CoV-2 S Ab) byl hodnocen v jednotkách U/ml, přičemž hodnoty  $\geq 0,8$  U/ml byly označeny jako pozitivní.

Pozitivita protilátek anti-SARS-CoV-2 S může být výsledkem prodělané infekce nebo předchozího očkování. Naproti tomu protilátky anti-SARS-CoV-2 N se tvoří výhradně po prodělání samotné infekce covid-19. Na základě těchto údajů mohli být odlišeni probandi, kteří onemocněli covid-19 skutečně prodělali, od těch, kteří mají získanou imunitu po předchozím očkování.

Do skupiny dětí po prodělané infekci covid-19 byly zařazeny ty, které měly anamnézu prodělaného onemocnění potvrzenou pozitivním testem a/nebo pozitivní protilátky anti-SARS-CoV-2 N. Ostatní děti byly zařazeny do skupiny bez prodělané infekce covid-19.

### Posturální test a pořizování EKG nahrávek

Posturální provokační testy probíhaly v dopoledních hodinách. Na holou kůži dítěte bylo umístěno 10 jednorázových hypoalergenních EKG elektrod v modifikaci dle Masona a Likara a dvanáctisvodovým EKG nahrávačem SEERS MC byl pořízen kontinuální EKG záznam po celou dobu posturálního testu. Test probíhal v klidném, tichém prostředí.

Samotný posturální test spočíval ve vystřídání dvou poloh těla – lehu a stoje. Poloha vleže byla definována jako relaxovaná poloha na zádech, s pažemi volně podél těla, nekříženými nohama a bez podložení hlavy. Poloha vstoj znamenala vzpřímený postoj bez opory, s rovnoměrně rozloženou váhou na obě nohy a pažemi volně svěřenými podél těla. Změna polohy těla probíhala na pokyn vyšetřujícího a bez prodlení. Každý proband setrval nejprve 10 minut vleže a poté 10 minut vestoje.

### Měření srdeční frekvence a variability srdeční frekvence

Každý EKG záznam byl rozdělen na desetisekundové úseky a s posunem vždy o pět sekund byly v celém záznamu detekovány intervaly R-R. Jednotlivé komplexy QRS byly lokalizovány čtyřmi různými algoritmy založenými na různých principech zpracování signálu.<sup>3-6</sup> V EKG záznamu v každé poloze těla nebyla ke zpracování použita první a poslední minuta, aby hodnocený úsek nebyl rušen nestabilitou srdeční frekvence po změně polohy. Zůstaly tak

osmiminutové úseky EKG pro každou z testovaných poloh. Z nich byl dále vybírán pětiminutový úsek, který byl nejméně rušen ektopickými stahy a ve kterém byla nejstabilnější srdeční frekvence. Pokud se takový úsek nepodařilo identifikovat, byl záznam z další analýzy vyrazen.

Ve zvoleném pětiminutovém úseku byly následně vypočteny parametry variability srdeční frekvence, konkrétně SDNN (standard deviation of all RR intervals) a RMSSD (root mean square of the differences between successive RR intervals). Hodnota SDNN vyjadřuje variabilitu délky srdečního cyklu a je ovlivněna jak sympatickou, tak parasympatickou (vagovou) složkou autonomního nervového systému. Naproti tomu RMSSD odráží krátkodobé oscilace délky srdečního cyklu a je považována za ukazatel zejména vagových modulací srdeční frekvence. Oba parametry variability srdeční frekvence byly stanovovány pro každého probanda zvlášť pro polohu vleže a pro polohu vstoje.<sup>7,8</sup>

### Analýza a statistické zpracování dat

Do analýzy dat nebyly zařazeny EKG záznamy osmi dětí, které užívaly léky s potenciálním vlivem na autonomní nervový systém, a čtyř dětí, u nichž záznamy nesplňovaly požadovanou kvalitu. Celkově tak byla zpracována data od 153 dětí.

Data jsou uváděna jako průměrná hodnota  $\pm$  směrodatná odchylka. Parametry srdeční frekvence, SDNN a RMSSD stanovené ve skupině probandů po proděláním onemocnění covid-19 a bez anamnézy tohoto onemocnění byly porovnávány párovým t-testem s předpokladem rozdílu v porovnávaných vzorcích. Za statisticky významné byly považovány hodnoty  $p < 0,05$ . Hodnoty  $p > 0,1$  nebyly dále uváděny a byly označeny jako nevýznamné.

Srdeční frekvence i parametry variability srdeční frekvence jsou u dětských probandů závislé na věku. Proto byly tyto parametry vztaženy k věku a k anamnéze prodělaného covidu-19 s použitím multivariabilní lineární regresní analýzy.

## Výsledky

### Charakteristika souboru

Z celkového počtu 153 probandů prodělalo infekci covid-19 celkem 80 dětí. Jednalo se o děti, které měly dokumentovaný pozitivní test v minulosti nebo u nich byly našim vyšetřením prokázány protilátky anti-SARS-CoV-2 N, které potvrzují prodělanou infekci. Žádné z těchto dětí nemělo závažný průběh nemoci vyžadující hospitalizaci. Zbýlých 73 dětí nemělo v anamnéze proděláním tohoto onemocnění a/nebo měly negativní protilátky anti-SARS-CoV-2. Celkem 19 dětí, u kterých byly prokázány protilátky, o proběhlé infekci nevědělo.

Základní demografické údaje shrnuje **tabulka 1**. Průměrný věk dětí bez prodělaného onemocnění covid-19 byl vyšší oproti dětem s prodělanou infekcí. Ve skupině bez prodělané infekce covid-19 tvořily dívky 53,4 %, ve skupině po infekci 51,9 %. Ze srovnání obou skupin vyplývá, že děti, které prodělaly onemocnění covid-19, byly signifikantně mladší, nižšího vzrůstu a měly nižší hmotnost. Index tělesné hmotnosti se v obou skupinách nelišil.

### Změna tepové frekvence vleže a vstoje v závislosti na prodělané infekci covid-19

Údaje o tepové frekvenci shrnuje **tabulka 2** a **obrázek 1**. Průměrná tepová frekvence vleže ani vstoje se u dětí bez

**Tabulka 1 – Charakteristika souboru**

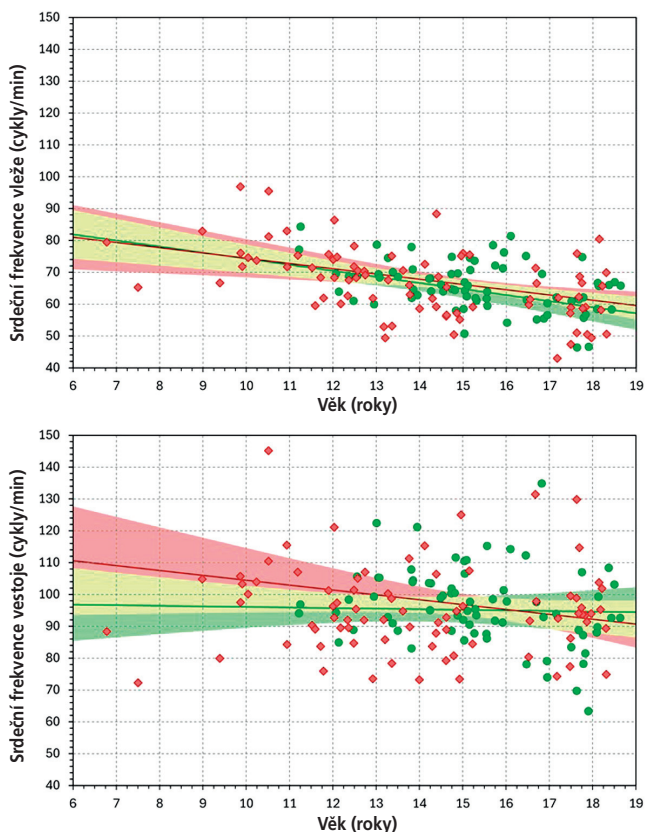
	Neprodělaly covid-19 (73 dětí)	Prodělaly covid-19 (80 dětí)	<i>p</i>
Průměrný věk v letech	15,4	14	0,000481
Průměrná výška v cm	169,6	163,3	0,001211
Průměrná hmotnost v kg	59,5	53	0,007381
Průměrný index tělesné hmotnosti	20,5	19,4	NS

NS – nesignifikantní.

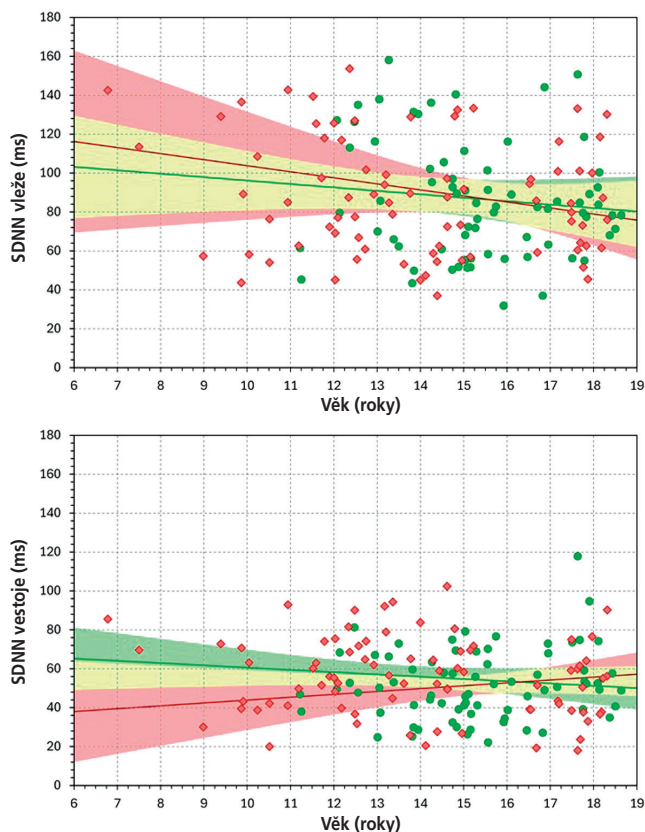
**Tabulka 2 – Změny tepové frekvence, SDNN a RMSSD u dětí v poloze vleže a ve stoje v závislosti na prodělané infekci covid-19**

	Neprodělaly covid-19 (73 dětí)	Prodělaly covid-19 (80 dětí)	Statistický rozdíl
TF/minutu vleže	65,6 $\pm$ 7,6	66,8 $\pm$ 10,8	NS
TF/minutu vstoje	96,3 $\pm$ 12,1	95,4 $\pm$ 14	NS
Delta TF/minutu	30,7 $\pm$ 10,9	28,6 $\pm$ 10,7	NS
SDNN vleže	87,3 $\pm$ 32,7	89,2 $\pm$ 32,5	NS
SDNN vstoje	51,8 $\pm$ 18,1	56,0 $\pm$ 20,0	NS
Delta SDNN	-35,5 $\pm$ 32,0	-33,2 $\pm$ 29,4	NS
RMSSD vleže	89,6 $\pm$ 45,2	92,8 $\pm$ 46,0	NS
RMSSD vstoje	24,5 $\pm$ 12,2	27,6 $\pm$ 14,2	NS
Delta RMSSD	-65,2 $\pm$ 42,4	-65,2 $\pm$ 40	NS

NS – nesignifikantní; TF – tepová frekvence.



**Obr. 1 – Závislost tepové frekvence na věku vleže a vestoje.** Jednotlivá měření jsou vynesena červenými kosočtverci pro děti po prodělaném onemocnění covid-19, zelenými body pro děti bez anamnézy onemocnění covid-19. Červená a zelená linka jsou lineární regrese měření ve vztahu k věku. Žlutou barvou je označeno prolínání 95% intervalů pravděpodobnosti obou souborů, červené a zelené plochy označují 95% intervaly pravděpodobnosti souboru covid-19 pozitivních, respektive covid-19 negativních dětí.



**Obr. 2 – Závislost variability tepové frekvence při změně polohy (vleže a vestoje) na prodělaném onemocnění covid-19 vyjádřená hodnotou SDNN (ms).**

Jednotlivá měření jsou vynesena červenými kosočtverci pro děti po prodělaném onemocnění covid-19, zelenými body pro děti bez anamnézy onemocnění covid-19. Červená a zelená linka jsou lineární regrese měření ve vztahu k věku. Žlutou barvou je označeno prolínání 95% intervalů pravděpodobnosti obou souborů, červené a zelené plochy označují 95% intervaly pravděpodobnosti souboru covid-19 pozitivních, respektive covid-19 negativních dětí.

**Tabulka 3 – Laboratorní výsledky dětí podle proběhlé infekce covid-19**

	Negativní covid-19 (42 dětí)	Pozitivní covid-19 (64 dětí)
Anti-SARS-CoV-2 N Ab pozitivní	0	64
Anti-SARS-CoV-2 N Ab (COI)	0,087 ± 0,013	69,9 ± 75,6
Anti-SARS-CoV-2 S Ab pozitivní	9	64
Anti-SARS-CoV-2 S Ab (U/ml)	1 429 ± 4 231	3 269 ± 6 757

Anti-SARS-CoV-2 N Ab – protilátky proti nukleokapsidovému proteinu N; anti-SARS-CoV-2 S Ab – protilátky proti membránovému spike proteinu.

anamnézy covidu-19 a u dětí po prodělaném covidu-19 statisticky nelišila.

Průměrně se tepová frekvence se změnou polohy zvýšila o 30,7 ± 10,9/min, respektive o 28,6 ± 10,7/min. Ani v jedné poloze nebyl mezi oběma skupinami zaznamenán

nán statisticky významný rozdíl. Z křivky závislosti tepové frekvence na věku s využitím regresní analýzy je v obou polohách patrný pokles tepové frekvence se vzrůstajícím věkem.

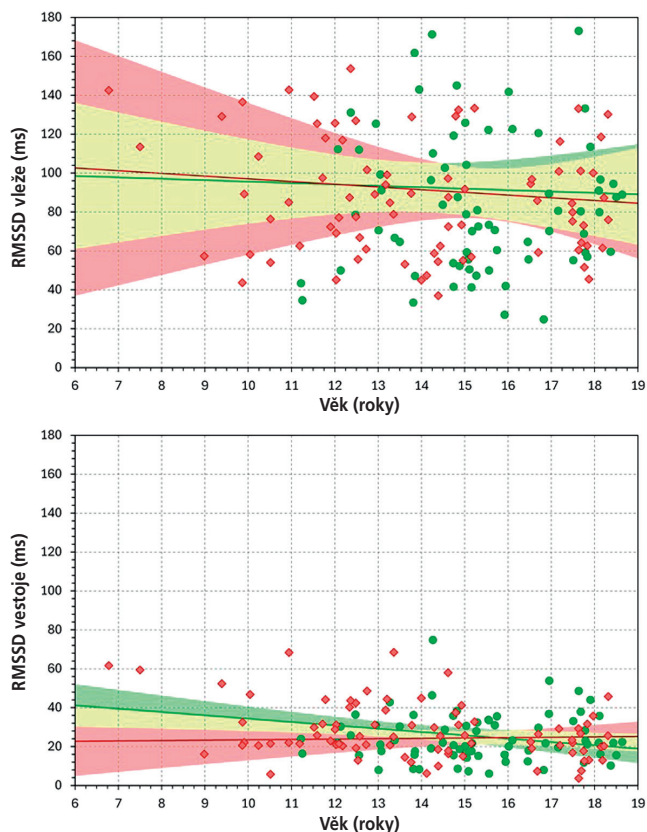
Variabilita srdeční frekvence při změně polohy v souvislosti s prodělaným onemocněním covid-19 (vyjádřená parametry SDNN a RMSSD):

Parametry variability tepové frekvence v průběhu testu shrnuje **tabulka 2** a **obrázek 2**. Hodnota SDNN byla vleže v obou skupinách (bez prodělaní vs. po prodělaném covidu-19) srovnatelná. V poklesu SDNN vestoje nebyl mezi oběma skupinami zaznamenán statisticky významný rozdíl.

Závislost variability tepové frekvence při změně polohy vyjádřená hodnotou RMSSD je zobrazena na **obrázku 3**. Hodnota RMSSD vleže byla v obou skupinách (bez prodělaní versus po prodělaném covidu-19) srovnatelná. Ani v poklesu RMSSD vestoje nebyl mezi oběma skupinami zaznamenán statisticky významný rozdíl.

### Laboratorní výsledky

Laboratorní výsledky shrnuje **tabulka 3**. Laboratorní vyšetření proběhlo u 106 dětí, což představuje 69,3 % cel-



**Obr. 3 – Závislost variability tepové frekvence při změně polohy (vleže a vestoje) na prodělaném onemocnění covid-19 vyjádřená hodnotou RMSSD (ms).**

Jednotlivá měření jsou vynesena červenými kosočtverci pro děti po prodělaném onemocnění covid-19, zelenými body pro děti bez anamnézy onemocnění covid-19. Červená a zelená linka jsou lineární regrese měření ve vztahu k věku. Žlutou barvou je označeno prolínání 95% intervalů pravděpodobnosti obou souborů, červené a zelené plochy označují 95% intervaly pravděpodobnosti souboru covid-19 pozitivních, respektive covid-19 negativních dětí.

kového souboru. U zbylých jedinců nebyl proveden odběr krve z důvodu nesouhlasu zákonného zástupce.

Ze 106 vyšetřených dětí mělo 64 signifikantně zvýšenou koncentraci anti-SARS-CoV-2 N, což svědčí o prodělaní infekce covid-19. Průměrná hodnota protilátek u těchto dětí byla  $69,9 \pm 75,6$  COI. Protilátky anti-SARS-CoV-2 S byly pozitivní u 9 dětí ze skupiny bez proběhlého onemocnění covid-19, přičemž tato pozitivita souvisela s proběhlým očkováním. Ve skupině dětí po prodělaném covidu-19 byly tyto protilátky pozitivní u všech 64 dětí.

## Diskuse

Cílem naší studie bylo posouzení možných dlouhodobých vlivů prodělané infekce covid-19 na autonomní nervový systém. Překvapivým zjištěním byl fakt, že laboratorní stanovení protilátek proti SARS-CoV-2 prokázalo, že nemoc covid-19 prodělal o 23 % více dětí, než kolik bylo udáváno v anamnéze. Tyto děti, u kterých proběhla infekce bezpříznakově, nebyly zachyceny tehdy standard-

ními metodami pravidelného testování a trasování. Nelze vyloučit ani omezenou senzitivitu tehdy používaných antigenních testů.

Naše práce potvrdila očekávanou reakci tepové frekvence na změnu polohy z lehu do stoje a její celkový pokles s narůstajícím věkem. Předpoklad, že by děti po covidu-19 mohly mít vyšší srdeční frekvenci, se nepotvrdil. Průměrně došlo při změně polohy z lehu do stoje k vzestupu srdeční frekvence o 29,6/min. Tyto výsledky jsou v souladu s daty ze studie zabývající se odpovědí srdeční frekvence na posturální změny jak u dětí a adolescentů, tak u dospělých ve středním věku.<sup>9,10</sup>

Oba hodnocené indexy variability srdeční frekvence (SDNN i RMSSD) jsou závislé na tepové frekvenci, která ve všech polohách klesá s věkem. Tento výsledek koreluje s dalšími našimi pozorováními, ze kterých vyplývá, že vliv obou složek autonomního nervového systému ovlivňuje srdeční frekvenci u mladších i u starších dětí. S přibývajícím věkem dochází k vývoji rovnováhy mezi aktivitou sympatiku a vagu. Vagová složka postupně převažuje nad vlivem sympatiku, což u starších dětí vede k nižší klidové srdeční frekvenci.<sup>11,12</sup>

Při hodnocení variability tepové frekvence se hodnoty vleže ani vestoje mezi oběma zkoumanými skupinami nelišily a byly srovnatelné s hodnotami běžnými ve zdravé populaci. Výsledek neovlivnilo ani provedení regresní analýzy ve vztahu k věku. Ani toto srovnání nezjistilo žádné významné rozdíly.

Podobné studie v dětské populaci dosud nebyly provedeny. Jsou k dispozici pouze data od dospělých pacientů. Například ve studii zahrnující 92 dospělých pacientů po prodělaném onemocnění covid-19, kteří byli podrobena sledování EKG při posturálním testu a současně jim byl měřen krevní tlak, byla u 13 % vyšetřených zjištěna ortostatická hypotenze. Tito pacienti měli také nižší variabilitu tepové frekvence. Jednalo se ale o odlišný soubor pacientů. Byli to dospělí lidé průměrného věku 50 let. U těchto pacientů byla také pozorována zánětlivá reakce, řada z nich měla výrazně zvýšený C-reaktivní protein (50 mg/l) a průběh akutní fáze onemocnění covid-19 byl těžší. Variabilita tepové frekvence byla po covidu-19 nižší a inverzně korelovala se známkami zánětu a tíží onemocnění.<sup>13,14</sup>

Naše studie má několik limitací. Velikost našeho souboru (153 vyšetřených dětí) je srovnatelná s podobnými publikovanými studiemi. U části dětí nebylo provedeno laboratorní vyšetření z důvodu nesouhlasu zákonných zástupců. Roli mohly hrát i logistické překážky, neboť odběry byly realizovány v jiný den a na jiném místě než samotné posturální testy, což mohlo omezit účast z časových důvodů. V průběhu posturálních testů jsme neměřili krevní tlak, a proto nemáme objektivní data o případné posturální hypotenzi. Děti, které prodělalý onemocnění covid-19, byly statisticky mladší, nižšího vzrůstu a nižší hmotnosti.

I když jsme nezaznamenali jednoznačný vliv prodělaní infekce covid-19 na modulaci autonomního nervového systému, nadále pracujeme s hypotézou, že změny homeostázy mohou být tak diskrétní, že se klinicky neprojeví. Je také možné, že se jedná o individuální a různorodé odpovědi, podobně jako jsou například projevy postcovidové deprese, a proto je nelze generalizovat.

## Závěry

Podle našich laboratorních výsledků prodělalo infekci covid-19 o 23 % více dětí, než kolik bylo diagnostikováno. Tyto děti prodělaly infekci bezpříznakově a probíhající onemocnění u nich nezachytily ani tehdy standardní diagnostické metody, jako bylo pravidelné testování nebo trasování.

Reakce srdeční frekvence na změnu polohy těla se mezi dětmi po prodělané infekci covid-19 a dětmi bez její anamnézy významně nelišila. Rozdíl srdeční frekvence mezi polohou vleže a vestoje byl přibližně 30 tepů/min.

Variabilita srdeční frekvence hodnocená parametry SDNN a RMSSD byla v obou polohách těla u obou skupin srovnatelná a odpovídala hodnotám běžným ve zdravé populaci.

Na základě našich výsledků můžeme konstatovat, že nebyly zjištěny závažné změny modulační vegetativního nervového systému v důsledku prodělané infekce covid-19. Není vyloučeno, že změny existují, ale pokud ano, pak jsou tak diskrétní, že nebyly v námi pozorovaném souboru zaznamenány. V případě podezření na patologickou modulaci autonomního nervového systému by covid-19 neměl být v první linii diferenciálnědiagnostické rozvahy.

### Prohlášení autorů o možném střetu zájmů

Autoři prohlašují, že nemají v souvislosti s tímto článkem žádný střet zájmů.

### Poděkování

Výzkum technologicky podpořila diagnostická divize společnosti Roche s.r.o. Společnost Roche s.r.o. neměla možnost ovlivňovat průběh studie ani analýzu dat.

### Financování

Podpořeno MZ ČR – RVO (FNBr, 65269705)

### Prohlášení autorů o etických aspektech publikace

Výzkum byl veden v souladu s Helsinskou deklarací.

## Informovaný souhlas

Zákonný zástupce každého probanda podepsal před vstupem do projektu informovaný souhlas. Informovaný souhlas byl před zahájením projektu schválen Etickou komisí FN Brno.

## Literatura

1. Hu B, Guo H, Zhou P, et al. Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nat Rev Microbiol* 2021;19:141–154.
2. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996) Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation* 1996;93:1043–1065.
3. Pahlm O, Sornmo L. Software QRS detection in ambulatory monitoring – a review. *Med Biol Eng Comput* 1984;22:289–297.
4. Kors JA, Talmon JL, van Bommel JH. Multilead ECG analysis. *Comput Biomed Res* 1986;19:28–46.
5. Daskalov IK, Christov II. Electrocardiogram signal preprocessing for automatic detection of QRS boundaries. *Med Eng Phys* 1999;21:37–44.
6. Köhler BU, Hennig C, Orglmeister R. The principles of software QRS detection. *IEEE Eng Med Biol Mag* 2002;21:42–57.
7. Malik M, Hnatkova K, Huikuri HV, et al. CrossTalk proposal: Heart rate variability is a valid measure of cardiac autonomic responsiveness. *J Physiol* 2019;597:2595–2598.
8. Hainsworth R. Physiology of the cardiac autonomic system. In: Malik M (Ed.) *Clinical Guide to Cardiac Autonomic Tests*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer, 1998:3–28.
9. Hnatková K, Šišáková M, Smetana P, et al. Sex differences in heart rate responses to postural provocations. *Int J Cardiol* 2019;297:126–134.
10. Andršová I, Hnatková K, Helánová K et al. Individually rate corrected QTc intervals in children and adolescents. *Front Physiol* 2019;10:994.
11. Gašior JS, Sacha J, Jeleň PJ, et al. Interaction between heart rate variability and heart rate in pediatric population. *Front Physiol* 2015;6:385.
12. Bobkowski W, Stefaniak ME, Krauze T, et al. Measures of heart rate variability in 24-h ECGs depend on age but not gender of healthy children. *Front Physiol* 2017;8:311.
13. Shah B, Shekhar K, Ankit B, et al. Heart rate variability as a marker of cardiovascular dysautonomia in post-COVID-19 syndrome using artificial intelligence. *Indian Pacing Electrophysiol J* 2022;22:70–76.
14. Blitshteyn S, Whitelaw S. Postural orthostatic tachycardia syndrome (POTS) and other autonomic disorders after COVID-19 infection: a case series of 20 patients. *Immunol Res* 2021;69:205–211.