

# Vliv kryoterapie a saunování na 24hodinové hodnoty krevního tlaku zdravých osob

(The effect of cryostimulation and sauna bath on 24-hour blood pressure levels in healthy individuals)

Klaudia Michalčinová<sup>a,b</sup>, Alena Havelková<sup>c,d</sup>, Yvona Angerová<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha*

<sup>b</sup> *Klinika rehabilitačního lékařství, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze*

<sup>c</sup> *Klinika tělovýchovného lékařství a rehabilitace, Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně*

<sup>d</sup> *Katedra fyzioterapie a rehabilitace, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno*

## INFORMACE O ČLÁNKU

### Historie článku:

Vložen do systému: 6. 9. 2020

Přepřevzat: 3. 2. 2021

Přijat: 5. 2. 2021

Dostupný online: 8. 2. 2021

### Klíčová slova:

Ambulantní monitorování krevního tlaku

Krevní tlak

Kryoterapie

Sauna

## SOUHRN

**Cíl:** Zhodnotit vliv saunování a celotělové kryoterapie na 24hodinový profil krevního tlaku a srdeční frekvence a porovnat jejich hodnoty před působením tepla nebo chladu a bezprostředně po jejich působení.

**Metodika:** Bylo provedeno sedmidenní ambulantní monitorování krevního tlaku (TK) a srdeční frekvence (SF). Celkově bylo sledováno 20 dobrovolníků (deset mužů a deset žen, průměrný věk  $24,60 \pm 1,93$  roku). Průměrná hmotnost probandů byla  $70,45 \pm 9,90$  kg, výška  $1,74 \pm 7,71$  m, průměrná hodnota indexu tělesné hmotnosti (BMI) činila  $23,07 \pm 1,66$  kg/m<sup>2</sup>. Všichni probandi byli nekuřáci. Každý proband absolvoval během jednoho dne dvě saunové procedury ve finské sauně a s odstupem minimálně 48 hodin absolvoval jednorázový vstup do celotělové kryokomory. TK a SF byly změřeny vždy před vstupem do sauny nebo do kryokomory a ihned po jejich opuštění. V rámci sedmidenního ambulantního monitorování byly sledovány hodnoty 0–24 hodin a 24–48 hodin po působení fyzikální terapie a tyto naměřené hodnoty byly mezi sebou vzájemně srovnány.

**Výsledky:** Průměrná sedmidenní hodnota TK byla u 20 dobrovolníků  $122 \pm 1,21/71 \pm 0,82$  mm Hg a průměrná sedmidenní hodnota SF byla  $73 \pm 1,12$ /min. Po sauně byl prokázán statisticky významný pokles systolického krevního tlaku (STK) o 9 mm Hg a diastolického krevního tlaku (DTK) o 13 mm Hg. Po kryoterapii byl prokázán statisticky významný vzestup systolického krevního tlaku (STK) o 8 mm Hg a pokles srdeční frekvence (SF) o 8/min.

**Závěry:** Studie potvrzuje vliv saunování a kryoterapie na kardiovaskulární aparát zdravých jedinců. Bezprostředně po opuštění sauny se STK a DTK snižuje a SF se zvyšuje. Všechny parametry se v dalších 48 hodinách vracejí ke svým standardním klidovým hodnotám. Bezprostředně po vystavení se chladu v kryokomoře se STK i DTK zvyšují a SF klesá. Všechny parametry se v dalších 48 hodinách vracejí ke svým původním klidovým hodnotám.

© 2021, ČKS.

## ABSTRACT

**Aim:** To assess the effect of sauna bath and cryostimulation on blood pressure and heart rate, comparing the values measured before and immediately after the procedures.

**Methods:** A seven-day long 24-hour ambulatory monitoring of blood pressure and heart rate was performed. A total of twenty volunteers were included into the study (10 men and 10 women, mean age  $24.60 \pm 1.93$  years). Their mean body weight was  $70.45 \pm 9.90$  kg; the mean height  $1.74 \pm 7.71$  m; mean body mass index was  $23.07 \pm 1.66$  kg/m<sup>2</sup>. All volunteers were non-smokers. Every volunteer took part in two cycles of sauna bath within one day and then a single cryochamber session following at least a 48-hour break. Blood pressure and heart rate were measured before and immediately after sauna bath or cryostimulation. The values were monitored both 0–24 hours and 24–48 hours after sauna bath and cryostimulation, and these sets of values were then compared.

**Adresa pro korespondenci:** Mgr. Klaudia Michalčinová, Klinika rehabilitačního lékařství, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, Albertov 7, 128 00 Praha 2, e-mail: klaudia.michalcinova@vf.n.cz

DOI: 10.33678/cor.2021.021

**Keywords:**

Ambulatory blood pressure monitoring  
Blood pressure  
Cryotherapy  
Sauna bath

**Results:** The mean seven-day blood pressure value in 20 volunteers was  $122 \pm 1.21/71 \pm 0.82$  mmHg, with the mean seven-day heart rate value of  $73 \pm 1.12$  bpm. The study confirmed a statistically significant decrease in systolic (by 9 mmHg) and diastolic blood pressure (by 13 mmHg) measured immediately after sauna bath. There was also a statistically significant increase in systolic (by 8 mmHg) and diastolic blood pressure (by 8 mmHg) and decrease in heart rate (by 8 bpm) measured immediately after cryotherapy.

**Conclusion:** The study confirms the effect of cryostimulation and sauna bath on blood pressure and heart rate in a group of healthy individuals. Immediately after the sauna bath, there is a decrease in systolic and diastolic blood pressure and an increase in heart rate. All values return back to normal within the next 48 hours. Immediately after cryostimulation, there is an increase in systolic and diastolic blood pressure, and a decrease in heart rate. All values return back to normal within the next 48 hours.

## Úvod

Krevní tlak (TK) a srdeční frekvence (SF) jsou důležité veličiny, které odrážejí stav homeostázy organismu. Ovlivňují je podněty zevního i vnitřního prostředí a výrazně oscilují v průběhu dne. Zvýšený TK poukazuje na kardiovaskulární riziko a jeho normalizace redukuje výskyt kardiovaskulárních komplikací.<sup>1</sup> Pro diagnostiku a léčbu hypertenze se využívají chronobiologické metody, tzn. dlouhodobé monitorování TK. Cirkadiánní variabilitu TK jako první popsali Zadek v roce 1881, Janaway v roce 1908 a Millar-Craig v roce 1978. Franz Halberg položil v roce 1948 základy pro vědecký obor chronobiologie.

Řada sedmidenních monitorovacích studií<sup>2</sup> poukazuje na tzv. novelty efekt, tzn. zvýšení průměrné hodnoty TK v první den monitorování. Vzhledem k tomu se 24hodinové monitorování jeví jako nedostačující. Sedmidenní ambulantní monitorování TK hodnotí nejpřesněji setrvačnost tlakových změn a upřesňuje rozsah cirkadiánního kolísání.<sup>3</sup>

Teplota a chlad patří mezi zevní faktory, které ovlivňují TK a SF. Reakce kardiovaskulárního systému na zvýšení okolní teploty se projeví vazodilatací a poklesem TK, hlavně diastolického krevního tlaku (DTK), což stimuluje baroreceptory ke zvýšení SF o 8–10/min.

Když je teplota příliš vysoká, TK stoupá, hlavně systolický krevní tlak (STK). Hemodynamickou odpovědí na saunování je pokles periferní rezistence. SF stoupá z klidové hodnoty 70/min o 15–84 %.<sup>4,5</sup>

Ukazuje se, že odpověď kardiovaskulárního systému na celotělovou kryoterapii závisí na množství tělesného tuku, úrovni metabolismu, kondici, věku nebo předcházející expozici chladu.<sup>6</sup>

Studie ukazují různou reakci kardiovaskulárního aparátu na působení tepla nebo chladu. V naší hypotéze jsme předpokládali, že u mladých zdravých jedinců po saunování STK a DTK klesá a SF se zvyšuje. Po kryoterapii se STK

i DTK zvyšuje a SF klesá. Cílem této studie bylo zhodnotit bezprostřední vliv sauny a celotělové kryoterapie na 24hodinový profil TK a SF u mladých zdravých jedinců, zhodnotit rychlost návratu k původním hodnotám a porovnat naše výsledky s ostatními publikovanými výsledky.

## Materiál a metodika

Vyšetřované osoby byli studenti nebo absolventi vysoké školy, kteří žijí v Brně a jeho okolí. V rámci studie bylo provedeno sedmidenní ambulantní monitorování TK a SF u 20 dobrovolníků, kteří byli vystaveni vlivu dvou teplotně odlišných fyzikálních terapií, a to konkrétně finské sauně a celotělové kryoterapii. Ani jeden z probandů nebyl v minulosti medikamentózně léčený nebo hospitalizovaný z důvodu jakéhokoliv kardiovaskulárního onemocnění. Všichni probandi byli nekuřáci a během monitorování vykonávali běžné denní činnosti. K měření se používal ambulantní monitor krevního tlaku TM – 2430 (A&D Company, Limited, Tokio, Japonsko). V rámci této studie byly použity pouze hodnoty získané oscilometrickou metodou. Přístroj měřil krevní tlak (TK) automaticky v pravidelných intervalech během dne od 6.00 do 22.00 každých 30 minut, v noci od 22.00 do 6.00 měřil každých 60 minut. Ambulantní monitor TM – 2430 disponuje také mechanismem pro změření TK v libovolném čase. To jsme využili zejména po bezprostředním ukončení saunování nebo kryoterapie, kdy byly hodnoty změřeny manuálně. Zpracování těchto údajů umožňuje přímé pozorování a zhodnocení, jak se měnily parametry kardiovaskulárního aparátu a jaká byla odezva organismu na extrémně vysoké či nízké teploty. Naměřené hodnoty se posílaly do Halberg Chronobiology Center, University of Minnesota (Minneapolis, MN, USA), kde byla provedena chronobiologická analýza.

**Tabulka 1 – Základní charakteristiky sledovaného souboru**

	Muži (n = 10)		Ženy (n = 10)		Celý soubor (n = 20)	
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD
Věk (roky)	24,80	2,1	24,40	1,8	24,60	1,9
Hmotnost (kg)	76,50	8,5	64,40	7,3	70,45	9,9
Výška (cm)	179,20	6,0	169,50	6,2	174,30	7,7
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23,77	1,8	22,36	1,2	23,07	1,7

SD – směrodatná odchylka.

Studie byla schválena Etickou komisí Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně. Všichni účastníci podepsali informovaný souhlas s účastí ve studii, se zpracováním a publikováním výsledků.

### Soubor vyšetřených

Studie se zúčastnilo celkově 20 probandů. U pěti probandů byl v Halberg Chronobiology Center University of Minnesota zjištěn nestandardní průběh křivky cirkadiálního kolísání TK a SF, ze statistického zpracování však vyřazení nebyli. Všechny prezentované výsledky jsou uvedeny pro 20 probandů. Tento homogenní soubor tvořilo deset mužů a deset žen, ve věku 22–28 let, průměrný věk  $24,60 \pm 1,96$  roku. Průměrná hmotnost probandů byla  $70,45 \pm 9,90$  kg, výška  $1,74 \pm 7,71$  m, průměrná hodnota indexu tělesné hmotnosti (BMI) byla  $23,07 \pm 1,66$  kg/m<sup>2</sup>. Tabulka 1 podrobně charakterizuje skupinu 20 probandů (tabulka 1).

### Vyšetření

Každý proband absolvoval během jednoho dne dvě saunové procedury ve finské sauně a s odstupem minimálně 48 hodin absolvoval jednorázový vstup do celotělové kryokomory. Návštěva sauny/kryokomory nikdy neprobíhala v první den měření, kdy jsou většinou pozorovány vyšší hodnoty TK. Probandi vstupovali do sauny/kryokomory bez monitorovacího zařízení.

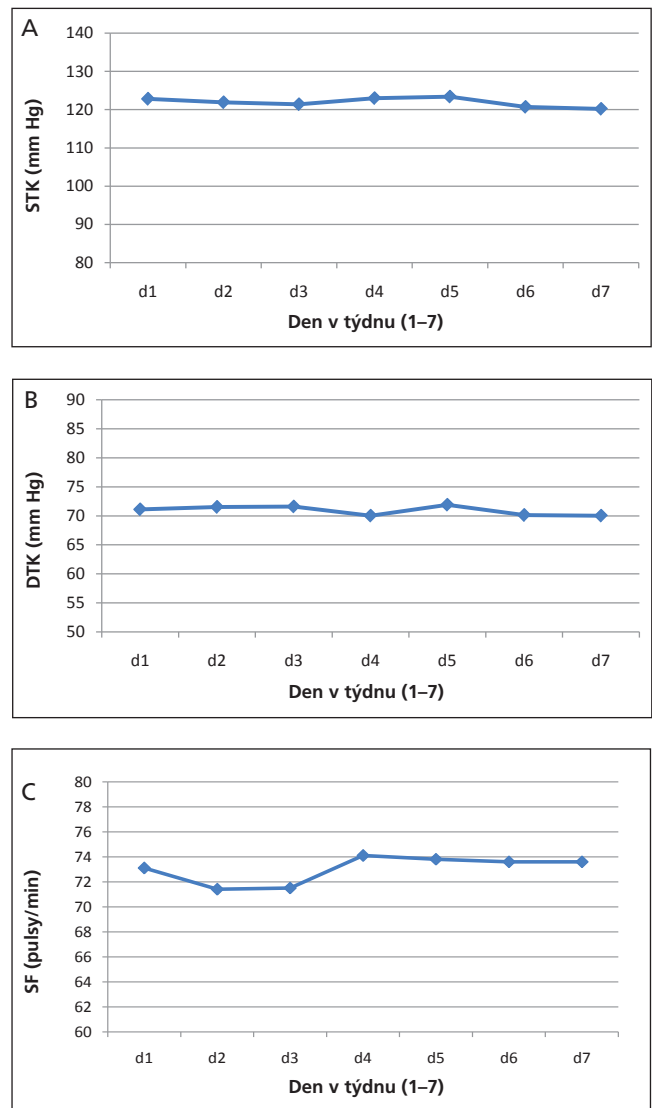
TK a SF se měřily vždy těsně před vstupem do sauny/kryokomory. Ihned po jejich opuštění probíhalo měření tak, že vyšetřující osoba čekala s připraveným měřicím přístrojem a v momentě, kdy proband opustil prostor sauny/kryokomory, mu byla nasazena manžeta a změřen TK a SF. Hodnoty byly změřeny maximálně do 30 s po opuštění sauny/kryokomory.

Po opuštění sauny a změření TK a SF následovalo ochlazení organismu a relaxace, následně se celý cyklus znovu opakoval. Ochlazení po sauně probíhalo tak, že proband se nejdříve osprchoval pod tekoucí studenou vodou (teplota 8–12 °C), a tím proces ochlazení ukončil, nebo pokračoval do bazénu se studenou vodou (teplota 12–14 °C), do kterého se úplně ponořil (kromě hlavy). To byla ale spíše výjimka. Jelikož nebyla většina probandů zvyklá na pravidelné saunování, ukončili ochlazení studenou sprchou. Doba pobytu v sauně byla přísně individuální, průměrně činila  $11,58 \pm 0,64$  min. Teplota v sauně dosahovala 95 °C, vlhkost byla 20 %. Doba pobytu v kryokomoře byla individuální, průměrně to bylo  $2,76 \pm 0,39$  min. Maximální možná doba pobytu v kryokomoře byla tři minuty. Po opuštění kryokomory následovalo standardizované fyzické cvičení na rotopedu nebo orbitreku, které trvalo průměrně 9,5 minuty. Teplota v kryokomoře dosahovala –80 °C.

### Statistické hodnocení

Pro statistické zpracování dat byl využit statistický software SPSS 13.0. Ze statistických metod byl použit Shapiro-Wilkův test normality, analýza rozptylu pro opakovaná měření a t test pro dva závislé výběry.

Analýzou rozptylu pro opakovaná měření byly otestovány průměry 24hodinových hodnot v sedmi dnech, avšak na hladině významnosti 0,05 se statisticky významně neliší i přesto, že tam jsou zahrnuty i dny, kdy proběhlo saunování a kryoterapie. V případě této studie tedy nedošlo ke statisticky významnějšímu zvýšení TK ani SF v první den monitorování (obr. 1).



Obr. 1 – Průměrná hodnota STK (mm Hg) (A), DTK (mm Hg) (B) a SF (pulsy/min) (C) všech osob v sedmi dnech

Pomocí t testu pro dva závislé výběry jsme porovnali hodnoty před aplikací fyzikální terapie a po její aplikaci. Testy prokázaly statisticky významný rozdíl, viz níže.

Zvláštní pozornost jsme věnovali parametrům 48 hodin po aplikaci fyzikální terapie. Daný 48hodinový úsek jsme rozdělili na dva 24hodinové cykly (0–24 hodin po aplikaci a 25–48 hodin po aplikaci fyzikální terapie). Porovnali jsme hodnoty před saunou/kryoterapií s intervalem 0–24 hodin a 25–48 hodin po aplikaci sauny/kryoterapie. Testy prokázaly statisticky významný rozdíl, viz níže.

Porovnali jsme interval 0–24 hodin po aplikaci sauny s intervalem 25–48 hodin po aplikaci sauny. To samé jsme provedli s intervaly po absolvování kryoterapie. Testy prokázaly statisticky významný rozdíl u kryoterapie, viz níže.

Na závěr jsme ještě porovnali oba 24hodinové cykly navzájem, tzn. interval 0–24 hodin po aplikaci sauny jsme porovnali s intervalem 0–24 hodin po aplikaci kryoterapie. To samé i s intervalem 25–48 hodin po aplikaci. Zde nebyla prokázána statistická významnost.

**Tabulka 2 – Sedmidenní průměrný TK a SF. Porovnání TK a SF před saunou a ihned po sauně**

		Průměr	SD	p
STK (mm Hg)	Sedmidenní průměr	122	1,2	–
	Před saunováním	130	16,9	0,037
	Ihned po druhém saunování	121	11,4	
DTK (mm Hg)	Sedmidenní průměr	71	0,8	–
	Před saunováním	83	13,9	0,004
	Ihned po druhém saunování	70	10,9	
SF (pulsy za minutu)	Sedmidenní průměr	73	1,1	–
	Před saunováním	95	19,2	0,332
	Ihned po druhém saunování	102	37,7	

DTK – diastolický krevní tlak; SD – směrodatná odchylka; SF – srdeční frekvence; STK – systolický krevní tlak.

**Tabulka 3 – Sedmidenní průměrný TK a SF. Porovnání TK a SF před kryoterapií a ihned po kryoterapii**

		Průměr	SD	p
STK (mm Hg)	Sedmidenní průměr	122	1,2	–
	Před kryoterapií	139	16,2	0,033
	Ihned po kryoterapii	147	19,7	
DTK (mm Hg)	Sedmidenní průměr	71	0,8	–
	Před kryoterapií	83	12,5	0,236
	Ihned po kryoterapii	86	13,8	
SF (pulsy za minutu)	Sedmidenní průměr	73	1,1	–
	Před kryoterapií	92	19,8	0,088
	Ihned po kryoterapii	84	24,5	

DTK – diastolický krevní tlak; SD – směrodatná odchylka; SF – srdeční frekvence; STK – systolický krevní tlak.

## Výsledky

### Saunování

V tabulce 2 je znázorněna reakce kardiovaskulárního systému na působení sauny. Tabulka 2 ukazuje průměrný 7denní TK a SF, dále udává TK a SF těsně před vstupem do sauny a ihned po jejím opuštění (tabulka 2).

Po prvním saunování nenastala u žádných kardiovaskulárních parametrů statisticky významná změna od stavu před saunováním. Proto jsme porovnali hodnoty před druhým saunováním a po druhém saunování. Celkový sedmidenní průměrný TK byl 122/71 mm Hg a celková sedmidenní průměrná SF byla 73/min. Průměrný TK před vstupem do sauny byl 130/83 mm Hg, průměrná SF před vstupem do sauny byla 95/min. Ihned po opuštění sauny (po druhém saunovém cyklu) STK klesl na 121 mm Hg, DTK klesl na 70 mm Hg a SF se zvýšila na 102/min. Po 2. sauně se tedy na hladině významnosti 0,05 statisticky snížil STK (o 9 mm Hg) a na hladině významnosti 0,01 se snížil DTK (o 13 mm Hg). SF se statisticky významně nezměnila, i když se zvýšila o 29/min.

### Kryoterapie

V tabulce 3 je znázorněna reakce kardiovaskulárního systému na působení chladu. Tabulka 3 ukazuje průměrný sedmidenní TK a SF, dále udává TK a SF těsně před vstupem do kryokomory a ihned po jejím opuštění.

Průměrný TK před vstupem do kryokomory byl 139/83 mm Hg, průměrná SF před vstupem do kryokomory byla 92/min. Ihned po opuštění kryokomory se STK zvýšil na 147 mm Hg, DTK se zvýšil na 86 mm Hg a SF klesla na 84/min. Statistický významný rozdíl na hladině významnosti 0,05 se podařilo prokázat u STK (zvýšení o 8 mm Hg), statistický významný rozdíl na hladině významnosti 0,1 se podařilo prokázat také u SF (pokles o 8/min).

Statisticky významných změn ve dvou 24hodinových intervalech po aplikaci fyzikální terapie v porovnání s hodnotami před aplikací fyzikální terapie bylo několik (mimo hodnot před saunou s hodnoty 25–48 hodin po sauně) (viz tabulku 4).

Porovnání intervalu 0–24 hodin po aplikaci sauny/kryoterapie s intervalem 25–48 hodin po aplikaci sauny/kryoterapie prokázalo statisticky významný rozdíl na zvolené hladině významnosti 0,05 jen po kryoterapii, a to u SF. V intervalu 0–24 hodin po kryoterapii průměrný SF 74/min., v intervalu 25–48 hodin to bylo 71/min.

## Diskuse

V hodnocení výsledků studie vycházíme z cirkadiálních rytmů. Rozhodujícím a nejdůležitějším faktorem rytmicity

Tabulka 4 – Porovnání hodnot TK a SF před saunou/kryoterapií s intervalem 0–24 hodin a 25–48 hodin po aplikaci sauny/kryoterapie

Sauna		Průměr	SD	p
STK (mm Hg)	Sedmidenní průměr	122	1,2	–
	Před saunováním	130	17,0	–
	0–24 h po saunování	121	9,2	0,044
	25–48 h po saunování	122	9,5	0,180
DTK (mm Hg)	Sedmidenní průměr	71	0,8	–
	Před saunováním	83	13,9	–
	0–24 h po saunování	70	4,7	0,002
	25–48 h po saunování	71	5,6	0,008
SF (pulsy za minutu)	Sedmidenní průměr	73	1,1	–
	Před saunováním	95	19,2	–
	0–24 h po saunování	75	9,3	0,002
	25–48 h po saunování	72	6,3	0,002
Kryoterapie		Průměr	SD	p
STK (mm Hg)	Sedmidenní průměr	122	1,2	–
	Před kryoterapií	139	16,2	–
	0–24 h po kryoterapii	123	9,0	0,004
	25–48 h po kryoterapii	121	8,3	0,002
DTK (mm Hg)	Sedmidenní průměr	71	0,8	–
	Před kryoterapií	83	12,5	–
	0–24 h po kryoterapii	71	5,4	0,002
	25–48 h po kryoterapii	71	3,7	0,002
SF (pulsy za minutu)	Sedmidenní průměr	73	1,1	–
	Před kryoterapií	92	19,8	–
	0–24 h po kryoterapii	74	9,4	0,004
	25–48 h po kryoterapii	71	7,5	0,002

DTK – diastolický krevní tlak; SD – směrodatná odchylka; SF – srdeční frekvence; STK – systolický krevní tlak. *p* je pravděpodobnost (s Bonferoniho korekcí) zamítnutí nulové hypotézy o rovnosti hodnot před saunou/kryoterapií a po aplikaci sauny/kryoterapie.

je sladění organismu s prostředím, kdy denní světlo přenáší mozku informace o trvání denní fotoperiody.

Ráno po probuzení dochází k náhlému vzestupu TK, první vrchol se popisuje kolem 9.00 hodiny. Následuje postprandiální pokles, který vystřídá sekundární peak TK mezi 16.00 a 19.00. Pak hodnoty postupně klesají a nejnižší hodnota TK je mezi 5.00 a 7.00 ráno.<sup>7</sup>

Návštěva sauny nebo kryokomory v této studii probíhala vždy v odpoledních hodinách mezi 16.00 a 19.00. Zajímavé by bylo sledovat reakci kardiiovaskulárního aparátu na saunování nebo kryokomoru v jinou denní dobu.

### Vliv sauny na kardiiovaskulární parametry

V naší studii se po opuštění sauny STK snížil o 9 mm Hg (pokles o 6,9 %), DTK klesl o 13 mm Hg (pokles o 15,6 %) a SF stoupla o 29/min (nárůst o 7,3 %). Matej<sup>4</sup> udává vzestup SF z klidové hodnoty 70 pulsů za minutu o 15–84 %, což nekoresponduje s našimi výsledky. V odborné literatuře je hodnocení vlivu sauny na TK velmi nejednoznačné. Popisuje se nárůst, žádná změna, ale i pokles STK. Zvýšení STK se udává u lidí, kteří měli před saunováním STK < 120 mm Hg a kteří zůstali v sauně déle než 12–15

minut.<sup>8</sup> Toto tvrzení nebylo možné porovnat s našimi výsledky, kdy došlo naopak ke snížení STK a průměrný STK před saunováním byl 130 mm Hg.

Engel a Fritzsche<sup>9</sup> sledovali vliv sauny u jedinců zvyklých a nezvyklých na pravidelné saunování ve věkovém rozmezí 62–82 let. Ve skupině zvyklých se SF zvýšila jenom nepatrně, STK a DTK se nejdříve mírně zvýšily, pak klesly. Ve skupině pacientů nezvyklých na pravidelné saunování bylo zvýšení všech parametrů výraznější a všechny zůstaly zvýšené po delší dobu. V případě naší studie byli všichni probandi nezvyklí na pravidelné saunování, avšak výraznější zvýšení parametrů jsme nepozorovali, což připisujeme nižšímu věku probandů.

Ketelhut<sup>10</sup> měřil TK a SF u 19 dobrovolníků, kteří pravidelně navštěvovali finskou saunu. Průměrný věk byl 46,4 roku, doba expozice 25 minut, teplota 93 °C. Už po pěti minutách od začátku saunování byl STK vyšší a kontinuálně narůstal. DTK se po pěti minutách také zvýšil, ale zůstal na zvýšené hodnotě až do konce procedury. Do pěti minut od ukončení saunování se DTK i STK snížily ještě pod úroveň hodnot před saunováním a zůstaly nižší ještě 30 minut od ukončení saunování. Během saunování se SF

stále zvyšovala, po ukončení postupně klesala, ale do 30 minut od ukončení saunování se ještě nevrátila na svoji původní hodnotu.

Poslední dvě jmenované studie, které pracovaly s pacienty středního a vyššího věku, potvrzují, že pravidelné navštěvování sauny má příznivý efekt na snižování TK.

Pilch a spol.<sup>11</sup> zkoumali reakci kardiovaskulárního aparátu zdravých mužů ve věku 25–28 let na saunování. Jejich výsledky jsou téměř identické s našimi (kromě STK). Ve studii pozorovali zvýšení STK a SF a pokles DTK. Obdobné bylo i věkové složení zkoumaných jedinců.

Sawatarí a spol.<sup>12</sup> studovali vliv sauny v závislosti na věku. Ve studii byly porovnány výsledky dvou skupin zdravých jedinců – jedné mladší (průměrný věk 22 let), druhé starší (průměrný věk 68 let). SF po sauně se zvýšila v obou skupinách (o 21,4/min u starších, o 11,3/min u mladších). STK klesl u starších o 15,1 mm Hg a DTK o 10,5 mm Hg. U mladších probandů nebyly zaznamenány žádné změny TK. Výsledkem této studie bylo, že s vyšším věkem dochází k poklesu TK jako v reakci na saunu.

Laukkanen a spol.<sup>13</sup> zkoumali reakci kardiovaskulárního systému 102 dobrovolníků (průměrný věk 51,9 roku), kteří absolvovali jednorázově finskou saunu (teplota 73 °C, doba expozice 30 min). Po ukončení saunování se průměrný STK snížil o 7 mm Hg, DTK se také snížil o 7 mm Hg. Po 30 minutách od opuštění sauny byl průměrný STK nižší než průměrný STK před vstupem do sauny. Tato studie potvrzuje předchozí tvrzení, že s vyšším věkem reaguje kardiovaskulární aparát snížením TK na saunování.

### **Vliv kryoterapie na kardiovaskulární parametry**

Doporučená doba pobytu v kryokomoře je 150 sekund, delší pobyt zvyšuje teplotní diskomfort, což dokazuje studie Fonda a spol.,<sup>14</sup> kteří zkoumali kardiovaskulární odpověď a tělesnou teplotu organismu na expozici chladu trvající 90, 120, 150 a 180 sekund. Po 180sekundovém pobytu lineárně vzrůstal teplotní diskomfort a subjektivní nepříjemný pocit. SF a TK se po žádném časovém intervalu mezi sebou nijak výrazně nelišily. V naší studii byla doba pobytu v kryokomoře průměrně 166 sekund (2,76 minuty).

Z našich výsledků vyplývá, že po kryoterapii se STK zvýšil o 8 mm Hg (nárůst o 5,7 %), DTK stoupl o 3 mm Hg (nárůst o 3,6 %) a SF klesla o 8/min (pokles o 8,7 %). Hemodynamické změny vyvolané celotělovou kryoterapií se týkají zejména kožních cév, ze kterých se krev přemísťuje do hlubokých žil, čímž se vysvětluje snížení SF bezprostředně po kryoterapii.

K stejnému závěru dospěl Zalewski a spol.<sup>15</sup> i Lubkowska,<sup>16</sup> kteří uskutečnili velmi podobný výzkum. Zkoumali zdravé normotenzní muže po jednorázovém vstupu do celotělové kryoterapie. V obou studiích se po ukončení procedury STK i DTK zvýšil a SF klesla.

Nárůst TK a pokles SF po kryoterapii zaznamenaný jinými autory koresponduje i s našimi výsledky, avšak změny byly výraznější než v naší studii. Je to pravděpodobně způsobeno větší variabilitou v základní linii TK, vyšším počtem probandů a nižší teplotou v kryokomoře.

Na rozdíl od předcházejících studií, Zarzycka a spol.<sup>17</sup> zkoumali reakci kardiovaskulárního aparátu u 215 jedinců, kteří absolvovali pobyt v kryokomoře deset dní po sobě. Desátý den nastal po kryoterapii signifikantní pokles STK i DTK v porovnání s prvním dnem terapie. Dal-

ší zajímavý výstup z této studie je, že TK klesal pomaleji u mužů. Je tedy možné říct, že ženy reagují na kryoterapii lépe z hlediska stabilizace TK.

Hlavní limitací naší studie je malý počet probandů. Tato studie byla prováděna v rámci diplomové práce, a proto počet probandů korespondoval s technickými a časovými možnostmi autorů. Další limitací je spojení dvou teplotně odlišných druhů fyzikální terapie v jedné studii. Ostatní vyhledané práce s podobným tématem se většinou zabývají sledováním pouze jedné sledované fyzikální terapie a ukazují různou reakci kardiovaskulárního aparátu na působení tepla nebo chladu. Ve studii chybí kontrolní skupina, což je částečně nahrazeno tím, že každý jedinec je sám sobě kontrolou. Návštěva sauny nebo kryokomory neprobíhala nikdy v první den monitorování, na druhou stranu u každého jedince se aplikace fyzikální terapie odehrávala v jiný den, podle jeho časových možností. Byl však striktně dodržen rozdíl alespoň 48 hodin mezi jednotlivými druhy fyzikální terapie. Způsob ochlazení po sauně nebyl jednotný u všech probandů (viz výše), avšak cílem práce nebylo hodnotit efekt ochlazení na TK a SF, proto jsme na to nekladli takový důraz.

### **Závěry**

Studie popisuje vliv saunování a celotělové kryoterapie na kardiovaskulární aparát zdravých jedinců. Bezprostředně po opuštění sauny STK klesá, DTK se snižuje a SF se zvyšuje. Všechny parametry se v dalších 48 hodinách vrací ke svým klidovým hodnotám. Bezprostředně po vystavení se chladu v kryokomoře se STK i DTK zvyšují a SF klesá. Všechny parametry se v dalších 48 hodinách vracejí ke svým klidovým hodnotám.

Pravidelné saunování se často využívá v prevenci a léčbě srdečně-cévních onemocnění, protože zlepšuje ortostatickou toleranci, snižuje aktivitu sympatiku a SF v klidu. Laukkanen a spol.<sup>18</sup> udávají, že pravidelné saunování dvakrát týdně zlepšuje funkci levé komory srdeční, a tak snižuje TK (hlavně STK) zejména u pacientů s hypertenzí.

Kryoterapie se v posledních letech jeví jako velmi příznivá nemedikamentózní metoda pro podporu a léčbu kardiovaskulárního aparátu. Velmi dobrou zprávou je, že extrémně nízká teplota nemá podstatný vliv na krevní oběh. Žádný výzkum nepotvrdil zásadní výkyvy v SF, TK ani v elektrokardiografii v návaznosti na pobyt v kryokomoře. U pacientů s ischemickou chorobou srdeční se během pobytu v kryokomoře nevyskytly žádné bolestivé příznaky ani změny v prokrvení srdce.<sup>19</sup>

### **Poděkování**

Autorky děkují prof. Germaine Cornélissen z Halberg Chronobiology Center University of Minnesota, (Minneapolis, MN, USA) za chronobiologickou analýzu.

### **Prohlášení autorů o možném střetu zájmů**

Autorky prohlašují, že nemají žádný střet zájmů.

### **Financování**

Práce byla provedena bez financování.

**Prohlášení autorů o etických aspektech publikace**

Informace byly od pacientů získávány v souladu s etickými principy a správnou klinickou praxí.

**Informovaný souhlas**

Všichni účastníci dobrovolně souhlasili s účastí ve výzkumném projektu a podepsali informovaný souhlas.

**Literatura**

1. Siegelová J, Fišer B. The relationship between age and circadian blood pressure variation. In: Chronobiology in medicine. Proceedings dedicated to the 85<sup>th</sup> anniversary of Professor Franz Halberg 2004:110–116.
2. Cornélissen G, Gierke C, Watanabe Y, et al. Ambulatory Blood Pressure Monitoring for Clinical Applications and Basic Science. *World Heart J* 2015;7:107–117.
3. Cífková R, Škodová Z, Lánská V, et al. Prevalence, awareness, treatment and control of hypertension in the Czech republic. Results of two nationwide cross-sectional surveys in 1997/1998 and 2000/2001, Czech Post-MONICA Study. *J Hypertens* 2004;571–579.
4. Matej M. Sauna v zdraví a chorobe. Martin: Osveta, 2005:284.
5. Jandová D. Balneologie. Praha: Grada Publishing, a.s., 2009:440.
6. Westerlund T, Smolander J, Uusitalo-Koskinen A, et al. The blood pressure responses to an acute and long-term whole-body cryotherapy (–110 °C) in men and women. *J Therm Biol* 2004;29:285–290.
7. Halberg, F. Cornélissen, G. Siegelová, J. et al. Chronobiologically Interpreted Ambulatory Blood Pressure Monitoring in Health and Disease. *Glob Adv Health and Med* 2012;2:66–123.
8. Vuori I. Sauna bather's circulation. *Ann Clin Res* 1988;20: 249–278.
9. Engel, P. Fritsche, A. Die Wirkungen des Saunabades bei Sauna-gewohnten und ungewohnten Menschen im Alter zwischen 62 und 82 Jahren. XI. International Sauna Congress, Finland, 1994.
10. Ketelhut S, Ketelhut RG. The blood pressure and heart rate during sauna bath correspond to cardiac responses during submaximal dynamic exercise. *Complement Ther Med* 2019;44:218–222.
11. Pilch W, Szygula Z, Palka T, et al. Comparison of physiological reactions and physiological strain in healthy men under heat stress in dry and steam heat saunas. *Biol Sport* 2014;31:45–149.
12. Sawatari H, Chishaki A, Miyazono M, et al. Different Physiological and Subjective Responses to the Hyperthermia Between Young and Older Adults: Basic Study for Thermal Therapy in Cardiovascular Diseases. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2015;70:912–916.
13. Laukkanen T, Kunutsor SK, Zaccardi F, et al. Acute effects of sauna bathing on cardiovascular function. *J Hum Hypertens* 2018;32:129–138.
14. Fonda B, De Nardi M, Sarabon N. Effects of whole-body cryotherapy duration on thermal and cardio-vascular response. *J Therm Biol* 2014;42:52–55.
15. Zalewski P, Jacek J, Pawlak J, et al. Thermal and hemodynamic response to whole-body cryostimulation in healthy subjects. *Cryobiology* 2013;66:295–302.
16. Lubkowska A, Suska M. The increase in systolic and diastolic blood pressure after exposure to cryogenic temperatures in normotensive men as a contraindication for whole-body cryostimulation. *J Therm Biol* 2011;36:264–268.
17. Zarzycka K, Pieszynski I, Szrajber B, et al. Exposure to Cryogenic Temperature and Exercises and Changes in Blood Pressure. *Cryo Letters* 2018;39:211–218.
18. Laukkanen T, Khan H, Zaccardi F, et al. Association Between Sauna Bathing and Fatal Cardiovascular and All-Cause Mortality Events. *JAMA Intern Med* 2015;175:542–548.
19. Szczepanowska-Wolowiec B. The influence of cryochamber on parameters of blood pressure and pulse. Krakow: Wydawnictwo Przeglad Lekarski 2010:360–346.