

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

## **Vliv saunování na změny krevního tlaku**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

**prof. Ing. Václav Bunc, CSc.**

Vypracoval:

**Bc. Michal Benko**

Praha, srpen 2015

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

## Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

---

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce prof. Ing. Václavu Buncovi, CSc. a Mgr. Barboře Strejcové, PhD. za cenné rady a připomínky při psaní diplomové práce a dále vedení Aquapalace Praha za to, že mi umožnilo v jejich saunovém světě provést všechna potřebná měření. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat také kolegům za ochotu zúčastnit se testování pro tuto diplomovou práci.

## **Abstrakt**

**Název:** Vliv saunování na změny krevního tlaku

**Cíle:** Cílem diplomové práce bylo změřeni fyziologických hodnot (krevního tlaku, srdeční frekvence, saturace kyslíku v krvi) na dvou vybraných skupinách osob v průběhu celého saunovacího cyklu, zhodnocení změn a porovnání výsledků jednotlivých probandů a skupin.

**Metody:** Tato diplomová práce je vedena jako experimentální studie. Jedná se o kvantitativní metodu, kdy budou nejprve stanoveny hypotézy a následně vyhodnoceny na základě získaných výsledků. Nezávisle proměnnou je v tomto výzkumu sauna a závisle proměnnými jsou krevní tlak, srdeční frekvence a saturace kyslíku v krvi.

**Výsledky:** Hodnoty krevního tlaku byly u saunařů nižší než u ostatních probandů, čímž byla potvrzena stanovená hypotéza, avšak očekávané výraznější rozdíly mezi naměřenými hodnotami jednotlivých skupin se nedostavily. Zároveň došlo k potvrzení další hypotézy týkající se srdeční frekvence, která se u všech probandů po saunování zvýšila. Poslední potvrzená hypotéza se týkala saturace kyslíku v krvi a jeho snížení po pobytu v sauně. Lze tedy říci, že všechny stanovené hypotézy byly potvrzeny.

**Klíčová slova:** sauna, krevní tlak, srdeční frekvence, saturace kyslíku v krvi, kardiovaskulární systém

## **Abstract**

**Title:** The effect of sauna on the changes of blood pressure

**Objectives:** The aim of this study was the measure of the physiological range (blood pressure, heart rate, blood oxygen saturation) of two selected groups of people within the sauna cycle, assess changes and compare the results of individual probands and groups.

**Methods:** This thesis is conducted as an experimental study. This is a quantitative method, in that will be at first established hypotheses and then evaluated on the basis of the obtained results. The independent variable in this research is the sauna and dependent variables are blood pressure, heart rate and blood oxygen saturation.

**Results:** Blood pressure values were at employee of sauna lower than at other probands, thereby was confirmed hypothesis, but expected significant differences between the measured values of each group were absent. At the same time there was a further confirmation of the hypothesis concerning heart rate, which was increased at all probands. The last confirmed hypothesis related to the blood oxygen saturation and its reduce after the sauna. It could be said that all the defined hypotheses were confirmed.

**Keywords:** sauna, blood pressure, heart rate, blood oxygen saturation, cardiovascular system

# Obsah

|   |    |
|---|----|
| Obsah .....                                 | 7  |
| Seznam použitých zkratek .....              | 10 |
| Úvod.....                                   | 11 |
| 1. Finská sauna.....                        | 13 |
| 1.1.1. Druhy saun.....                      | 13 |
| 1.1.2. Průběh saunovacího cyklu .....       | 14 |
| 1.1.3. I. fáze – přípravná .....            | 14 |
| 1.1.4. II. fáze – prohřívací.....           | 15 |
| 1.1.5. III. fáze – ochlazovací.....         | 16 |
| 1.1.6. IV. fáze – závěrečná.....            | 17 |
| 1.2. Ochlazovna sauny .....                 | 18 |
| 1.3. Odpočívárna sauny.....                 | 18 |
| 1.4. Fyzikální vlastnosti saunování .....   | 19 |
| 1.4.1. Horká část .....                     | 19 |
| 1.4.2. Chladná část.....                    | 20 |
| 1.4.3. Tepelná výměna.....                  | 20 |
| 2. Vliv sauny na tělesné systémy .....      | 21 |
| 2.1. Termoregulace.....                     | 21 |
| 2.1.1. Základní způsoby termoregulace ..... | 22 |
| 2.1.2. Vnitřní teplota .....                | 23 |
| 2.1.3. Teplota povrchu těla .....           | 24 |
| 2.2. Kardiovaskulární systém.....           | 25 |
| 2.3. Respirační systém.....                 | 27 |
| 2.4. Pohybový systém .....                  | 28 |
| 2.5. Nervový systém.....                    | 29 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.6.   | Vylučovací soustava.....   | 29 |
| 2.7.   | Endokrinní systém.....   | 30 |
| 3.     | Fyziologie .....   | 31 |
| 3.1.   | Fyziologie krve.....   | 31 |
| 3.1.1. | Obecné vlastnosti krve.....  | 31 |
| 3.1.2. | Bílé krvinky (leukocyty).....  | 31 |
| 3.1.3. | Červené krvinky (Erytrocyty).....  | 32 |
| 3.1.4. | Hemoglobin .....   | 32 |
| 3.2.   | Respirační systém.....   | 33 |
| 3.2.1. | Transport kyslíku .....  | 33 |
| 3.3.   | Krevní oběh a krevní tlak.....   | 35 |
| 3.3.1. | Fyzikální podstata tlaku ve fyziologii.....                              | 36 |
| 3.3.2. | Krevní tlak .....  | 36 |
| 4.     | Pulzní oxymetrie .....   | 38 |
| 4.1.   | Přesnost měření .....  | 39 |
| 4.2.   | Hodnoty saturace kyslíku v krvi .....                                    | 39 |
| 5.     | Výzkumy v oblasti saunování a jeho vliv na kardiovaskulární systém ..... | 40 |
| 6.     | Cíle a úkoly práce, hypotézy.....  | 43 |
| 6.1.   | Cíl práce .....  | 43 |
| 6.2.   | Hypotézy .....   | 43 |
| 7.     | Metodika práce .....   | 44 |
| 7.1.   | Řešení zvláštních situací .....  | 44 |
| 7.2.   | Výběr souboru.....   | 44 |
| 7.3.   | Charakteristika probandů .....   | 44 |
| 7.4.   | Popis výzkumu .....  | 45 |
| 7.5.   | Průběh saunovací procedury .....   | 45 |
| 7.6.   | Zařízení použitá pro odběr dat .....                                     | 46 |



|      |                                 |    |
|------|---------------------------------|----|
| 8.   | Výsledky .....                  | 47 |
| 8.1. | Krevní tlak.....                | 47 |
| 8.2. | Srdeční frekvence.....          | 52 |
| 8.3. | Saturace kyslíku v krvi.....    | 56 |
| 8.4. | Výsledky dotazníku.....         | 58 |
| 9.   | Diskuse.....                    | 67 |
| 10.  | Závěr .....                     | 70 |
|      | Seznam použité literatury ..... | 71 |
|      | Literární zdroje .....          | 71 |
|      | Internetové zdroje .....        | 72 |
|      | Seznam obrázků.....             | 77 |
|      | Seznam tabulek .....            | 78 |
|      | Seznam příloh .....             | 78 |

## Seznam použitých zkratek

AP – aritmetický průměr

Atm. – atmosférický tlak

CNS – centrální nervová soustava

CO<sub>2</sub> – oxid uhličitý

DT – diastolický krevní tlak

Hb - hemoglobin

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> - hydrogenuhličitan

Hg – chemická značka rtuti

ICHS – ischemická choroba srdeční

mm Hg – milimetry sloupce rtuti

O<sub>2</sub> – záporně dvojmocný kyslík

pCO<sub>2</sub> – parciální tlak oxidu uhličitého

pO<sub>2</sub> – parciální tlak kyslíku

SaO<sub>2</sub>- saturace kyslíku

SD – směrodatná odchylka

ST – systolický krevní tlak

TK – krevní tlak

VNS – vegetativní nervová soustava

VO<sub>2</sub> – spotřeba kyslíku

## Úvod

Počátky saunování sahají až do doby 4000 př. n. l. a v poslední době prošlo dynamickým vývojem a zažívá nejen v České republice obrovský boom. Staví se nové aquaparky, jejichž nedílnou součástí je i saunový svět, ve kterém se nachází několik druhů saun. Tato práce je zaměřena pouze na sauny finské a jejich vliv na lidský organismus. V dnešní době není saunování pouze o prohřátí v sauně, ale vymýšlejí se způsoby, jak saunování zatraktivnit a přitáhnout více pozornosti medií a hlavně placících zákazníků. Někteří majitelé dbají především na nový a atraktivní design saun nebo okolí sauny. Zákazníci mají v novém tisíciletí stále vyšší nároky a jejich požadavky na rozsah služeb saunového světa se zvyšují. Vznikly proto saunové procedury, které jsou ozdobou těchto saunových center a díky nim nabývají tato centra na atraktivitě. Tyto procedury provádějí tzv. „saunaři“, tedy osoby zodpovědné za průběh saunovací procedury, která vyžaduje fyzickou zdatnost.

Nejprve si saunař připraví do vědra esenci smíchanou s vodou. Tyto saunové esence slouží nejen jako vůně v sauně, ale i díky svým složením podporují pocení během saunové procedury. Před vstupem do sauny a před zahájením procedury otevře saunař saunu a vyvětrá ji, aby do ní proudil čerstvý vzduch, a díky tomu se spustí většina saunových kamen, která jsou tak nastavena. Mezitím se návštěvníci usadí na vybraná místa. Podmínkou saunování je řádné podložení celého těla saunovacím prádlem (prostěradlem či osuškou), aby se vylučovaný pot z těla vsakoval do prádla a nestékal na saunové lavice. Saunová procedura trvá většinou 8 až 15 minut. Saunař polévá kameny a vzniklou páru rozhání pomocí ručníku nebo dalších propriet do všech koutů sauny a provádí tzv. termické nárazy, které saunujícím zákazníkům zintenzivní prohřátí i požitek ze saunování. Teplota sauny je různá, ale může dosahovat až 95 °C. Relativní vlhkost se po dobu procedury mění vlivem množství vody použité k políání kamen a počtu saunujících zákazníků.

Fluktuace zaměstnanců na pozici saunaře je vysoká, především z důvodu fyzické náročnosti. V rámci studia odborné literatury nebyly nalezeny žádné zmínky o vlivu hypertermického prostředí na tělesné systémy těchto pracovníků, tzn. vliv hypertermického prostředí z dlouhodobého hlediska. Proto jedním z cílů této práce je porovnání naměřených hodnot krevního tlaku, srdeční frekvence a saturace kyslíku v krvi saunařů a ostatních probandů, kteří saunu nenavštěvují tak často. Tato oblast stále

nabízí mnoho možností k výzkumům týkající se vlivů sauny na tělesné systémy člověka.

V teoretické části této práce jsou nejprve shrnuty dosavadní poznatky týkající se účinků sauny na lidský organismus, především na kardiovaskulární systém, respirační systém, pohybový a nervový systém. Zároveň je v této části práce popsán také celý saunovací cyklus, aby byla objasněna celá problematika týkající se saunování a byly správně pochopeny změny vzniklé v jednotlivých fázích. Další kapitola teoretické části je věnována fyziologii, konkrétně fyziologii těla, respiračnímu systému, krevnímu oběhu a krevnímu tlaku. Všechny tyto části těla jsou významně ovlivňovány saunováním. Poslední část tvoří seznámení s pulzní oxymetrií, podstatou a způsobem měření, které bylo realizováno v praktické části v rámci výzkumu. Tyto poznatky jsou dále využity v praktické části a zjištěné poznatky jsou aplikovány na výzkum a naměřené výsledky.

## **1. Finská sauna**

Kapacita finské sauny (dále pouze sauna) musí být tak velká, aby dovolila pohodlné saunování jak pro návštěvníky sedící i ležící. Jedna osoba musí mít prostor nejméně 2 m<sup>3</sup>. Sauna musí být dobře tepelně izolována s parotěsnou zábranou. Vlastnosti použitých materiálů v sauně se nesmějí vlivem tepla a vlhkosti měnit. Stěny i strop sauny se obkládají materiálem dobře izolujícím teplo a dobře absorbujícím vlhkost, nejlépe kvalitním vyschlým dřevem na povrchu obroušeným. Dveře jsou z průhledného materiálu nebo se zaskleným okénkem, s dřevěným madlem z obou stran a musí se otvírat ven. Sauna musí být vybavena alespoň jedním stupněm dřevěných lavic o šířce nejméně 50 cm, přičemž nejvyšší stupeň musí být umístěn nejméně 120 cm od stropu. Na osobu se podle kapacity sauna počítá s 1 m délky plošiny. Saunové topidlo musí být zajištěno proti náhodnému dotyku saunujících se osob. Sauna musí být dostatečně větratelná, s možností regulace. Musí být dostatečně osvětlena a opatřena nouzovým osvětlením. Osvětlovací tělesa musí být umístěna tak, aby nedošlo k ohrožení saunujících se osob.

V sauně musí být instalován minimálně jeden teploměr s rozsahem do 130 °C, který musí být umístěn nejméně 1 m od tepelného zdroje, maximálně ve výšce 200 cm nad podlahou (Zákon, 2011).

### **1.1.1. Druhy saun**

Sauny lze rozdělit do základních skupin, na sauny finské, sauny švédské, parní sauny, infrasauny a biosauny.

Finské sauny se vyznačují nízkou vlhkostí vzduchu pohybující se od 5 %, avšak v některých může dosahovat až 25%. Teplota vzduchu se v těchto saunách udržuje v rozmezí 80 - 100 °C, ale může být také vyšší. V těchto saunách jsou umístěny rošty, na kterých jsou položeny kameny, které je potřeba čas od času polít vodou, díky čemuž vznikne iluze prudkého nárůstu teploty. Ve finských saunách se nachází speciálně řešené větrání zajišťující cirkulaci vzduchu. Nejčastěji bývají tyto sauny vyrobeny z kvalitního masivu bez chemické povrchové úpravy (Pilch a kol., 2014; NetMagazines, s.r.o., 2013).

Ve švédské neboli suché sauně je pobyt velice náročný pro organismus, proto by do ní měli chodit pouze zdraví lidé. Teplota se zde pohybuje v rozmezí 100 – 110 °C a vlhkost je minimální. Dřevo, kterým jsou obložené zdi, by mělo být správně vysušené a kvalitní. Je důležité, aby dřevo nebylo chemicky upraveno (NetMagazines, s.r.o., 2013).

V parní sauně je nižší teplota, avšak 100% vlhkost. Teplota je zde udržována ve výši maximálně 60 °C, většinou však kolem 45 °C. Horká pára vzniklá v této sauně má příznivý vliv na dýchací onemocnění, revmatické problémy a zlepšuje prokrvení pokožky (Mladá fronta, a.s., 2015).

Infrasauna je specifický druh saunování, kdy jsou jako zdroj tepla místo kamen využívány infrazářiče. Maximální teplota v těchto saunách je 60 °C a vlhkost se zde pohybuje kolem 30 – 50 °C. Po použití této sauny není potřeba provádět prudké ochlazení, jak je doporučeno u ostatních saun.

Posledním typem jsou biosauny, ve kterých je využíváno aromaterapie. Při tomto druhu saunování jsou do vzduchu spolu s párou vylučovány nejrůznější aromatické oleje určené speciálně pro sauny nebo sušené léčivé bylinky (NetMagazines, s.r.o., 2013).

### **1.1.2. Průběh saunovacího cyklu**

Saunování je účinné v případě, že se projde všemi čtyřmi fázemi. Před saunováním je nejdůležitější, aby jedinec nebyl vystavován fyzické zátěži a nezatěžoval organismus těžkým jídlem. V případě fyzické zátěže by se měla sauna navštívit až minimálně po půl hodinovém odpočinku, v případě těžkého jídla by se měl pobyt v sauně posunout minimálně o jednu až dvě hodiny (Grimmlová, 2015).

### **1.1.3. I. fáze – přípravná**

V této fázi je zahrnuta hygienická příprava a příprava na pobyt v horku. Před zahájením saunování je vhodné použít WC, svléknout se do naha a osprchovat se pomocí mýdla nebo lze použít žínku či kartáč. Očista je potřeba nejen z hygienických důvodů, ale slouží také k odstranění tzv. zátek z výstupků potních žlázek, díky čemuž je usnadněné následné saunování.

Před zahájením saunování lze provést povrchovou masáž kůže, která podráždí nervová zakončení v kůži, čímž dojde k rozšíření cév a místnímu prokrvení kůže. Cílem je

usnadnit průběh termoregulačních dějů, poté není pocíťován vstup do horkého vzduchu tak intenzivně.

Při saunování je nezbytná naprostá nahota. Volný přístup k obnažené kůži zajišťuje neomezenou možnost působení horkého vzduchu na celý organismus a tělo je díky tomu schopno zajistit volný výdej potu z nezakrytých potních žláz v případě přehřátí.

Do sauny je doporučeno nosit ručník, případně prostěradlo v případě studu, kterými lze zakrýt nejméněšší partii. Zároveň ručník slouží při podložení těla, aby nedošlo k přímému kontaktu těla s rozpálenými prýčny či k přenosu mykotických infekcí (Toulcová, 2011).

#### **1.1.4. II. fáze – prohřívací**

Tato fáze tvoří podstatu saunování a její opakování tvoří saunovací cyklus.

Po vstupu do sauny je doporučeno zkontrolovat teplotu, čas a zvolit vhodnou polohu k saunování. Nejvhodnější je poloha vleže (na bříše či na zádech), při které dochází k rovnoměrnému prohřátí celého těla a zároveň je tělo uvolněné a je umožněno lépe relaxovat. Poloha vsedě není zakázána, avšak při ní není umožněno rovnoměrné prohřátí celého těla, protože hlava se nachází ve vyšších teplotách než nohy. Po nějaké době si tělo teplotu vyrovná, avšak trvá to až dvakrát déle než při poloze vleže.

Dalším důležitým bodem je určení výše prýčny. Někteří doporučují začít na nejvyšším stupni, kde je největší teplo, a postupně se přesouvat na stupně nižší. Naopak někteří doporučují po celou dobu zůstat na stupni stejném. Každý však na saunování reaguje jinak, proto je potřeba zjistit, co komu vyhovuje. Nezbytné však je, aby člověk v sauně rychle nevstával a nedělal prudké pohyby, jinak se může dostavit závrat' či motání hlavy. Obecně platí, že je vhodné, aby saunující neprováděl prudké nebo rychlé pohyby a mluvil klidným a tlumeným hlasem, aby bylo saunování účinné a bez větší zátěže pro organismus.

Při saunování je velice důležitá technika dýčání. Doporučuje se při nádechu i výdechu dýchat pouze nosem. Nádech by měl být pozvolní a povrchový. V případě pocitu pálení nosní sliznice, lze obličej i nosní dírky svlažit či si vytvořit z rukou ochrannou komůrku, kterou překryjeme nosní vstup.

Na závěr prohřívací fáze lze zvýšit teplotu v sauně tzv. nárazy parou. Princip spočívá v polítkování kamenů malým množstvím vody, čímž dojde k okamžitému a přechodnému zvýšení teploty a zároveň k silnému prohřátí těla, které může vyvolat až pocit pálení kůže.

V sauně lze použít kartáč, díky jehož frotáži již prokrvené kůže lze lehkým a povrchovým třením dosáhnout ještě většího prokrvení v místech, kde je to potřeba (horní a dolní končetiny). Využití kartáče má také kosmetický efekt, neboť působí jako přírodní peeling, pomocí kterého dochází k odstranění zrohovatělé kůže.

Pro dospělé je doporučená doba strávená v sauně stanovena na 8-15 minut, u dětí to je pak 3-8 minut. Záleží opět na jedinci, jak pobyt v sauně snáší, někdy si tělo samo řekne o změnu prostředí za chladnější. Signálem může být například pocit nepříjemného horka, tlak na prsou, bušení srdce, točení hlavy, apod. (Toulcová, 2011).

#### **1.1.5. III. fáze – ochlazovací**

Ochlazování může probíhat několika způsoby. Patří mezi ně pobyt na čerstvém vzduchu, sprchování, polévání či postřiky nebo celková koupel.

Nejmírnější formou ochlazení je pobyt na čerstvém vzduchu. Doba strávená na čerstvém vzduchu závisí na její teplotě a jeho proudění. Účinky této formy lze zintenzivnit i vlastní pomocí, například chůzí či lehkými cviky.

Další způsob ochlazení je sprcha, což je mírnější forma. Výhodou je možnost nastavení teploty sprchy a postupné ochlazování částí těla než se tělo zchladí celé.

V případě polevů a postřiků se využívá chladná voda s mírným proudem. Využívanou metodou je v tomto případě metoda podle Kneippa, kdy je doporučeno ochlazovat nejprve dolní končetiny od prstů vzhůru, poté horní končetiny, pokračuje se na zádech od beder k šíji a na přední straně se začíná od krku k podbříšku. Hlava a zátylek by se měly sprchovat pouze krátce, popřípadě se využije jen trochu vody z dlaní, nebo se nemusí ochlazovat vůbec. Někteří saunologové ochlazování hlavy nedoporučují z důvodu velké zátěže na oběhový systém (Toulcová, 2011).

Nejnáročnější metodou je celková koupel, která má však velikou výhodu v tom, že se funkce kardiovaskulárního systému vrátí do normálu, dojde k zástavě pocení a k pocitům svěžesti. Do vody je doporučeno vstupovat pozvolna, v případě že to prostor



dovolí, lze ho využít k několika plaveckým tempům nebo ke splývání, nebo alespoň střídavé a rychlé ponořování. I v tomto případě záleží na pocitech každého jedince. K celkové koupeli se využívají sudy, vany, bazénky, norné kádě, ale i přírodní prostory (řeky, potoky, apod.). Náhlé ochlazení ponořením do studené vody způsobuje závažné přechodné zatížení objemem a tlakem na srdce a zvyšuje možnost srdečních arytmií (Toulcová, 2011; Vuori, 1988).

V případě ucítění prvního pocitu chladu, především na dolních končetinách, je čas se vrátit do sauny. V tomto případě je doporučeno se osprchovat a mírně prohřát nártý a lýtka vlažnou nebo teplou vodou a v sauně zvolit jako místo saunování horní stupně pryčny, kde lze docílit nejrychlejšího odstranění nepříjemného pocitu chladu.

Dle počtu opakování saunovacích cyklů je určen také celkový efekt, který může být:

- 1x dráždivý (iritační)
- 2x povzbudivý (tonizační)
- 3x uvolňující (relaxační)
- 4x útlumový (inhibiční)
- 5x únavový (exhaustivní) (Toulcová, 2011).

#### **1.1.6. IV. fáze – závěrečná**

Po ukončení všech saunovacích cyklů a po posledním ochlazení by měla následovat krátká a studená sprcha, tentokrát bez použití mýdla. Není doporučeno sprchovat se teplou vodou, která by nastartovala další prohřátí organismu a tím pocení.

Poté by měl následovat oddych, který může být aktivní či pasivní. Oddych by měl probíhat na lavici v chladnějším prostředí. Pasivním způsobem se rozumí pololeh na lavici nebo pohodlný sed na lehátku, křesle, apod. V případě útlumového či únavového saunování lze odpočinek doplnit krátkým spánkem. Aktivní odpočinek je vhodný pro první dva druhy saunování, tedy dráždivý a povzbuzující, kdy se aktivitou chápe přiměřený pohyb, jako chůze či volný běh.

Nutností po celou dobu saunování je dodržování pitného režimu, neboť je důležité dostat do těla zpět minerály, vodu a vitamín C, které se pocením ztratily (Toulcová, 2011).

## **1.2.Ochlazovna sauny**

K ochlazení těla se zřizuje vnější nebo vnitřní ochlazovna.

Vnitřní ochlazovnu tvoří ochlazovací sprcha, případně v kombinaci s ochlazovacím bazénem nebo jiným ochlazovacím zařízením. Bazén a sprchovací zařízení jsou umístěny uvnitř objektu, v blízkosti sauny. Stěny a dno bazénu musí být opatřeny dobře omyvatelným povrchem. Povrch musí být hladký a nepórovitý s protiskluzovou úpravou dna. Během provozu bazénu musí být voda trvale přiváděna ke dnu a odtékat přepadem. Dno musí mít spád k vypustnímu otvoru. Vstup do bazénu musí být opatřen schůdky se zábradlím či vstupním žebříkem s madly. Voda v bazénu nebo voda ke sprchování v ochlazovně musí odpovídat požadavkům stanoveným pro bazénovou vodu v umělých koupalištích s výjimkou teploty a musí plnit ochlazovací efekt.

Vnější ochlazovnu tvoří venkovní prostor pro ochlazování těla vodou nebo vzduchem spojený s ostatními prostory sauny. Je vybavena lavicemi z hladkého, snadno omyvatelného materiálu, a v případě zřízení bazénu ve vnější ochlazovně musí tento bazén odpovídat požadavkům stanoveným v zákoně. Pro zimní období je nutné zajistit přístupovou komunikaci k bazénu proti namrzání, nebo jinak zabezpečit proti úrazu způsobenému uklouznutím. V sauně musí být alespoň 1 sprcha na 4 místa v sauně (Zákon, 2011).

## **1.3.Odpočívárna sauny**

Velikost odpočívárny musí činit minimálně 2 m<sup>2</sup> na jedno místo sauny. Odpočívárna musí být vybavena lehátky nebo křesly v počtu odpovídajícím kapacitě sauny, s omyvatelným povrchem. Podlaha v odpočívárně musí být snadno čistitelná (Zákon, 2011).

Minimální velikosti jak sauny, tak jejího bezprostředního okolí, včetně minimální intenzity osvětlení je uvedena na Obrázku 1.

**Obrázek 1 - Mikroklimatické podmínky a osvětlení sauny**

| Místo              | Výška od podlahy (m) | Min. teplota vzduchu (°C) | Max. teplota vzduchu (°C) | Max. rel. vlhkost vzduchu (%) | Výměna vzduchu                         | Min. intenzita osvětlení (lx) | Nouzové osvětlení |
|--------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|-------------------|
| Chodba             | 1,6                  | 18                        | -                         | 50                            | dvakrát za hodinu                      | 100                           | +                 |
| Šatna              | 1,6                  | 22                        | -                         | 50                            | dvakrát za hodinu                      | 200                           | +                 |
| Prohřívárna*       |                      |                           | -                         | -                             | -                                      | 50                            | +                 |
|                    | 1,5                  | -                         | 80                        | 15                            | -                                      |                               |                   |
|                    | 2,0                  | -                         | 110                       | -                             | -                                      |                               |                   |
| Vnitřní ochlazovna | -                    | -                         | -                         | 70                            | dvakrát za hodinu                      | 75                            | +                 |
| Vnější ochlazovna  | -                    | -                         | -                         | -                             | -                                      | 75                            | -                 |
| Odpočívárna        | 1,6                  | 26                        | -                         | 50                            | dvakrát za hodinu                      | 75                            | +                 |
| Záchod             | 1,6                  | 20                        | -                         | -                             | 50 m <sup>3</sup> na 1 klosetovou mísu | 100                           | -                 |

Zdroj: Mikolášek, 2007

## 1.4. Fyzikální vlastnosti saunování

Saunování je fyzikální procedura, kde se střídá účinek vysoké teploty s relativně nízkou vlhkostí a s účinkem následného ochlazení, které může být různorodé. Můžeme využít polevu či sprchy studenou vodou, ponořením v ochlazovacím bazénku se studenou vodou nebo jen pobytu v chladnějším prostředí.

Mezi termofyzikální faktory působící na osobu v sauně jsou teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, rychlost pohybu vzduchu a tepelný žár kamen a vnitřní plochy sauny (stěny, saunové pryčny) (Mikolášek, 2007).

### 1.4.1. Horká část

Při vytápění sauny je využito chladnějšího vzduchu z vnějšku kabiny, který je přiváděn pod topidlo. Vzduch nasátý horkým topidlem se ohřeje a stoupá nad topidlo a podél stěn, kde se smíchává s chladnějším a vlhčejším vzduchem v okolí kabiny. Evaporací vody z potu saunujících osob nabývá vzduch na hmotnosti a tím pádem klesá a odvětrávacím otvorem ve spodní části kabiny odchází pryč nebo je opět nasáván zesponu topidlem (Mikolášek, 2007).

### **1.4.2. Chladná část**

Tato část obsahuje nejen bezprostřední okolí sauny, kde teplota vzduchu odpovídá klimatu okolí sauny, ale i vnitřní ochlazovny jako ochlazovací bazének, kde teplota ve veřejných saunách dosahuje maximálně 10 °C. Tyto plochy by měly být dobře odvětrávány a co nejvíce přizpůsobeny vnějšímu klimatu. Intenzita může být upravena výběrem ochlazujícího prostředí (Mikolášek, 2007).

### **1.4.3. Tepelná výměna**

Působení tepla a chladu při saunování ovlivňuje celý organismus a vyvolává reakce ve všech systémech lidského těla.

Při vstupu do sauny do těla vniká teplo z prostředí sauny a tělesná teplota se zvyšuje. Výměna tepla se zajišťuje konvekcí, kondukcí, radiací, evaporací a kondenzací vody. Tyto formy tepla odpovídají principům termokinetiky v sauně:

- Teplo je kinetická energie molekul, tzn. že i horký suchý vzduch v sauně izoluje organismus od tepelného zdroje a tím snižuje riziko poškození organismu.
- Teplo je součtem kinetických energií všech molekul daného prostředí. Za předpokladu polítky tepelného zdroje (kamen) v sauně, nebo odpařením vody z potu se intenzita saunování zvyšuje podle tepelné kapacity horkého vlhkého vzduchu.
- Teplo jako forma energie, která se může měnit na jinou formu energie. Sálání tepla jako forma infraradiace žhavého jádra topidla na principu slunečního záření (Mikolášek, 2007).

Výměna tepla konvekcí (prouděním), tj. nekoordinovaným pohybem molekul vzduchu. Závislá je od rozdílu teploty kůže, vzduchu a rychlosti pohybu vzduchu, kde se uplatňují dva systémy, vnitřní konvence závislá od průtoku krve jádrem a obalem těla a vnější, závislá od pohybu vzduchu a vody kolem tělesného obalu.

Radiace (záření) je závislá od teploty stěn a saunových lavic. Jedná se o rozdíly tepla mezi povrchem těla a okolními stěnami místnosti. Tvoří až 60 % celkových ztrát tepla těla, na kterých se podílí přibližně 85 % povrchu těla.

Evaporace (vypařování) kapaliny je závislá na rozdílu tlaku páry mezi povrchem kůže a vzduchem, od vlhkosti kůže a rychlosti pohybu vzduchu. Ztráta vody kůží je podmíněná

odpařováním a pocením s následným vypařováním. Indiferentní teplota pro lidský organismus je ve vzdušném prostředí od 25 – 29 °C a 34 – 36 °C ve vodním prostředí, kdy se člověk v klidu nepotí a ztráta tepla je zabezpečena pouze odpařováním. Pocení začíná při teplotě vzduchu kolem 28 – 29 °C.

Konduktance (vedení) závisí od teploty sedací části lavice a její tepelné vodivosti. Převod tepla do organismu je tím větší, čím je větší tepelný spád, čím menší je tepelný odpor skládající se z odporu tělesného obalu a tepelného odporu vzduchové nebo vodní obalové vrstvy (Matej, 2005).

## **2. Vliv sauny na tělesné systémy**

Saunování ovlivňuje jak tělesnou teplotu, tak všechny orgány důležité k životu. V této kapitole budou popsány vlivy sauny na jednotlivé systémy.

Zvýšený průtok periferní krve umožňuje rychlejší výměnu tepla přes kůži (pocení) a v důsledku toho se snižuje prokrvení svalů, ledvin a vnitřností. Při snížení periferního odporu, diastolický a arteriální krevní tlak klesá, zatímco hodnota systolického tlaku zůstává stejná po dobu setrvání v sauně. Poklesu krevního tlaku je zabráněno zvýšením minutového srdečního objemu pomocí rychlejší srdeční frekvence a snížení průtoku krve do viscerálních orgánů. Reakcí je odpovídající akutní zvýšení rychlosti metabolismu a spotřeba O<sub>2</sub>, což odpovídá mírnému cvičení. Chlazení v chladném vzduchu, sprchou, ve vodě, nebo válením ve sněhu způsobuje rychlou kožní vazokonstrikci, což vede ke zvýšení arteriálního krevního tlaku a zvýšení objemu centrální žilní krve (Crinnion, 2011; Vuori, 1988).

### **2.1. Termoregulace**

Odpověď organismu na účinek tepla je termoregulace, což je automaticky řízený proces ve složitém biologickém systému. Tento systém se skládá ze tří prvků regulačního obvodu – termoreceptory, hypotalamická řídicí centra a termoregulační efektorové mechanismy.

Kožní termoreceptory jsou nervová zakončení se speciálním zaměřením, která jsou v různých oblastech těla různě četná. Termoreceptory lze rozdělit na chladové receptory, tepelné receptory a vnitřní termoreceptory. Chladové receptory reagují na

ochlazování kůže, tepelné naopak reagují na zvýšení teploty. Vnitřní termoreceptory se nachází v hypotalamu a míše.

Hypotalamus sbírá údaje z vnitřních i povrchových termoreceptorů, signály z mozkové kůry a údaje o endokrinním stavu. Dochází k porovnání naměřené hodnoty a termostat má schopnost reagovat na odchylky naměřené od náležitého stavu pouze o velikosti 0,1 °C.

Teplotně komfortní oblast je oblast tělesné teploty, která nepotřebuje termoregulační mechanismus (Langmeier, 2009).

Základním regulačním mechanismem při přehřívání (hypertermii) je kožní vazodilatace, která způsobuje změny krevního oběhu, především tachykardii a pokles TK. Přizpůsobení může vést k závažným problémům u lidí se srdečním selháním, s ICHS či s poruchami TK.

Hypotermie je naopak stav, kdy rektální teplota dosahuje hodnot  $< 35$  °C. Obvykle se dělí do čtyř skupin, na hypotermii náhodnou (vystavení nízké okolní teplotě bez dostatečného oblečení), rekurentní (opakovaný pokles tělesné teploty, a to i v prostředí s teplotou nad 20 °C), sekundární (pokles tělesné teploty při srdečním selhání, jaterní cirhóze,...) a iatrogenní (záměrně navozený pokles teploty, například při operacích) (Kalvach a kol., 2011).

V případě že je potřeba zvýšit či snížit výdej tepla do okolí, změní se nejprve intenzita průtoku krve kůží – oblast vazomotorické regulace. Změna průtoku krve způsobí změnu teploty povrchových vrstev těla a sníží či zvýší případný teplotní rozdíl vůči okolí a změní intenzitu a směr přenosu tepla.

Pokud odchylka tělesné teploty přesáhne možnosti kompenzace změnami teploty povrchu, změní se intenzita uvolňování tepla. Dochází k uplatnění různých forem svalové aktivity (zvýšený svalový tonus, třes, pohybová aktivita) (Langmeier, 2009).

### **2.1.1. Základní způsoby termoregulace**

Termoregulace chováním – při saunování člověk vyhledává takové mikroklima, které mu nejvíce vyhovuje. Tím předchází nepříznivé reakci organismu.

Chemická termoregulace je schopnost měnit hodnoty bazálního metabolismu a tím produkci tepla. Úroveň látkové přeměny v sauně závisí na stupni přehřátí organismu, stupni ochlazení, době jejich působení a rychlosti změn.

Fyzikální termoregulace je schopnost organismu ochránit se proti přehřátí. Zabezpečuje se zvýšením vodivosti povrchových částí těla, podle potřeby odpařováním vody z potních a slinných žláz a z plic, a na ochranu proti chladu zvýšením izolační schopnosti povrchových částí těla.

V kůži jsou tři typy receptorů reagujících v sauně. Receptory na chlad (cca. 250 000) jsou uloženy v epidermu v počtu 10 – 15x převyšujících tepelné (cca. 30 000), které se nachází v korigiu. Jelikož tepelné receptory jsou uloženy 2x hlouběji než receptory na chlad, reaguje tělo rychleji na chladový podnět než na tepelný. Tepelné receptory reagují na dosaženou kožní teplotu mezi 30 – 48 °C (s maximem 45 °C), receptory pro chlad mezi 10 – 45 °C (s maximem 28 °C). Receptory na bolest mohou reagovat již při překročení 43 °C teploty kůže (Matej, 2005).

### **2.1.2. Vnitřní teplota**

Vyznačuje se konstantní teplotou pro zachování funkce tělesných orgánů, je pouze uvnitř těla (65 % celkového objemu). Kolísá v rozmezí mezi 36,7 – 37,1 °C. Z hlediska termoregulace je důležitá hodnota vnitřní teploty 37 °C, kdy dochází k zahájení řízených obranných termoregulačních dějů. K těmto dějům dochází nejen při zvýšené teplotě vlivem nemocí, ale můžeme je vyvolat i krátkodobým pobytem v sauně. Průměrně se vnitřní teplota těla v horkovzdušné sauně zvýší o 0,1 °C/min (Mikolášek, 2007).

Tělesnou teplotu ovlivňuje několik faktorů, mezi něž patří věk, denní doba, tělesná aktivita a hormonální aktivita. Malé děti a zároveň senioři nad 75 let se hůře vyrovnávají se změnami okolí, seniorům hrozí riziko podchlazení. Během dne dochází k teplotním výkyvům až o 2 °C. Nejnižší teplotu lze naměřit ráno mezi 4. – 6. hodinou a nejvyšší naopak odpoledne kolem 16. – 17. hodiny. Fyzická práce a cvičení zvyšují teplotu těla až o 1 – 1,5 °C. Ženské hormony estrogeny zvyšují teplotu těla v období ovulace o 0,35 °C. Další hormony ovlivňující teplotu těla jsou tyroxin, adrenalin a noradrenalin (Mlýnková, 2010).

### 2.1.3. Teplota povrchu těla

Tato teplota je velice proměnlivá a reaguje na změnu teplot okolního prostředí. Střední kožní teplota nabývá průměrně hodnot 32,8 – 35,0 °C., Významnou roli při pobytu saunujícího v horku či chladu saunové lázně hraje důležitou roli při změně pozitivní či negativní bilance tělesné teploty velikost povrchu těla, která podmiňuje výši evaporace potu na kůži. Celková plocha kožního povrchu je 1,6 – 1,8 m<sup>2</sup>. V případě průměrné hmotnosti 75 kg jde o poměr 210 – 240 cm<sup>2</sup>/kg (Mikolášek, 2007).

Člověk dokáže snést velký rozdíl vzdušných tepelných hodnot, ale mezi jádrem a obalem těla se za ideální stav považuje 4°C rozdíl, avšak za vysokého chladu může být rozdíl teploty jádra a kůže až 20 °C. To vyžaduje odpovídající reakci organismu.

Při teplotě vzduchu do 22 °C (teplota kůže 28 °C) je cirkulace krve v kůži minimálním důsledkem intenzivní vazokonstrikce. Při teplotě vzduchu nad 30 °C (teplota kůže nad 35 – 36 °C) je výrazná cirkulace krve v kůži důsledkem intenzivní vazodilatace a její intenzita je závislá od teploty kůže. Vypařením 1 g vody dojde ke ztrátě 2350 J (563 cal) (Matej, 2005).

Lidský organismus reaguje na změnu okolní teploty výše popsanými změnami v těle, avšak v hypertermickém vzdušném prostředí jako je sauna a vodním prostředí dochází k převodu tepla dovnitř organismu. Uvnitř organismu se teplo hromadí a tím dojde ke zvýšení teploty a také ke zvýšení metabolismu a to vede ke zvýšení tvorby tepla. Při teplotách nad 60 °C vzniká značně hypertermické prostředí (Matej, 2005).

Finská sauna představuje tepelnou zátěž 300 – 600 W/m<sup>2</sup> povrchu těla. Tím dochází ke zvýšení průměrné teploty kůže na 40 až 41 °C, což způsobuje silné tepelné pocity a započne tím termoregulační mechanismus. Nejúčinnější metodou odvodu tepla z těla je pocení, které dosahuje hodnot 0,6 – 1 kg/h a představuje tepelnou ztrátu 200 W/m<sup>2</sup> (Leppäluoto, 1988).

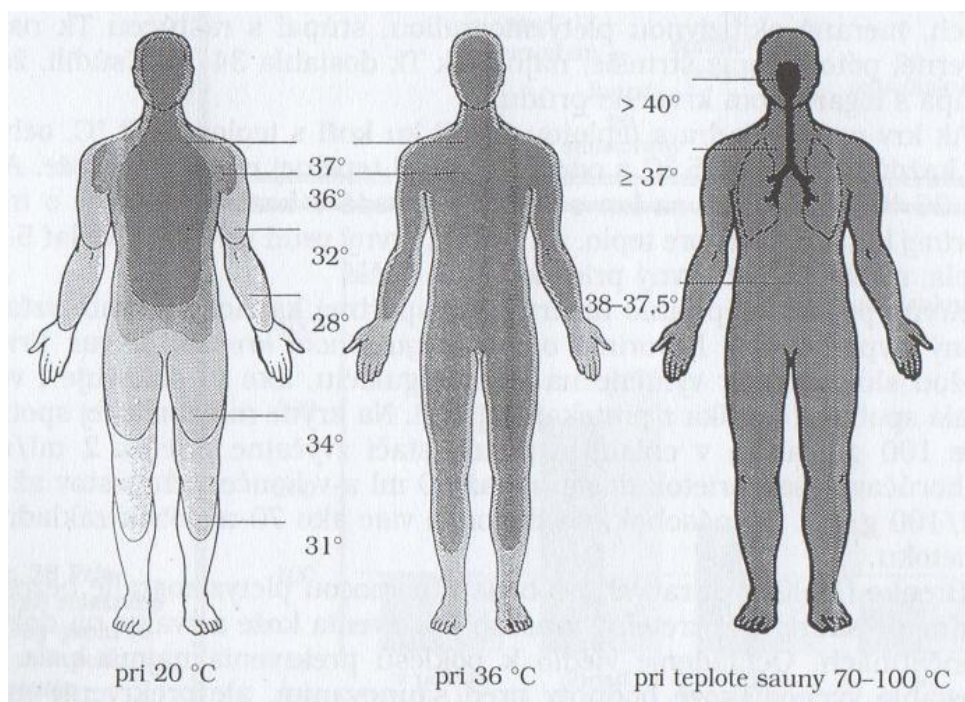
Maximální hodnota suchého horkého vzduchu v sauně může dosahovat teploty 130 °C, v níž může obnažený člověk vydržet 20 minut beze škod organismu, avšak tato teplota se ve veřejných saunách nevyskytuje. Obsah vodních par v sauně s porovnáním v okolním prostředí je velmi nízký. V sauně se pohybuje relativní vlhkost v rozmezí 5 – 35 %, absolutní vlhkost v rozmezí 10 – 30 g/m<sup>3</sup> vzduchu, při nižších hodnotách by vlivem horkého suchého vzduchu nad 40 °C docházelo k podráždění sliznice dýchacích cest vlivem přehřátí. V sauně s teplotou vzduchu od 90 – 100 °C průměrná teplota kůže



stoupá, když dosáhne většího tepla než je teplota jádra, teplo z vnějšího obalu proudí dovnitř a tím stoupá i teplota jádra (Matej, 2005).

Na níže uvedeném Obrázku 2 jsou uvedeny změny vnitřní teploty těla za působení různých vnějších teplot.

**Obrázek 2 - Změny zón vnitřní teploty člověka za různých vnějších teplot**



Zdroj: Mikolášek, 2007

## 2.2. Kardiovaskulární systém

Z fyziologického hlediska lze saunu považovat jako akutní tepelný stres a fyziologické změny organismu jsou považovány za obranné odpovědi na teplo a chlad ve snaze udržet si tepelnou rovnováhu. Při regulaci hospodaření s teplem hraje důležitou roli cirkulace. V případě, že dochází ke stoupaní tělesné teploty, organismus se snaží zvýšit ztrátu tepla, přičemž nadbytek tepla je přenášen do plic a hlavně na povrch těla. Do kůže se přenáší pomocí krevního oběhu (Matej, 2005).

Reakce cévního systému na zvýšení tepla vlivem sauny:

- povrchové cévy v kůži a podkoží se rychle rozšíří
- pokles obou hodnot krevního tlaku v důsledku snížení periferního odporu během prohřívání

- v závislosti na délce pobytu v horku dojde ke zrychlení srdeční frekvence.

Ve většině případů dojde ke zvýšení až o 50 % v porovnání s výchozími hodnotami před saunováním, ale k těmto změnám nedochází ihned po vstupu do sauny, obvykle se hodnoty změni až za 2 – 3 a více minut pobytu v horku. Tato hodnota je menší v porovnání s výkonem srdce například při fyzické zátěži, kdy se minutový objem srdeční zvyšuje až o 300 %. Práce srdce se zvyšuje při saunování jako při středně rychlé až rychlé chůzi, což odpovídá zvýšení kolem 70 %.

Srdeční frekvence se může také zvýšit intenzitou saunování vlivem pohybu po sauně nebo vlivem zvýšení vlhkosti, kterou lze vytvořit poléváním kamen. Pokud dojde k ochlazení, srdeční frekvence se rychle normalizuje a klesá lehce pod původní hodnoty. Míru ochlazení může ovlivnit intenzita ochlazovacího podnětu a rozsah jeho působení na tělo (Mikolášek, 2007).

Nástupem chladového podnětu nastává intenzivní vazokonstrikce, což má za následek zvýšení krevního tlaku a současně se dostává velké množství krve do centrálního oběhu. V tuto chvíli dochází k mnoha změnám v srdci, například se zvyšuje plnění srdce, stoupá systolický objem srdce a srdeční frekvence klesá. Ochlazování nabízí několik možností, každá má jinou intenzitu a vliv na tělo. Další formy ochlazení mohou být polévání, sprchování, ochlazení v chladném prostředí (Matej, 2005).

Saunování má také rozdílné vlivy na lidi s vysokým či nízkým krevním tlakem. V případě vysokého krevního tlaku záleží na tom, v jaké fázi saunování byl krevní tlak měřen a jaký byl uplatněn postup saunování. Zvýšení krevního tlaku je normálním jevem při jakémkoliv zatížení svalovou činností. Krevní tlak se tak může měnit při slézání z lavice nebo při přesunu do ochlazovny. Ohroženi jsou lidé, kteří trpí trvale zvýšeným krevním tlakem, tzv. hypertenzí. Tato nemoc je označována za potenciální důvod vzniku život ohrožujících komplikací. Toto ohrožení se však týká pouze II. a III. stadia nemoci. Osoby s těmito stadii by měli saunování zcela vyloučit. V případě I. stadia se jedná o funkční poruchu, kdy se krevní tlak zvýší pouze po námaze nebo rozrušení a poté se normalizuje. Tito pacienti užívají léky, které pomáhají udržovat hodnoty krevního tlaku stabilizované, a mohou se tak saunovat. Nízký tlak naopak není považován za nemoc a není na něj pohlíženo jako na rizikový faktor onemocnění oběhu, může však omezovat prokrvení mozku. Díky dosavadním pozorováním se prokázalo, že fyzikální terapií, kam patří i saunování, je možno hypotonii ovlivňovat. Je však důležité,

jak si každý jedinec osvojí tyto návyky jako součást svého způsobu životosprávy (Letošník, 2005).

### **2.3. Respirační systém**

Dýchací systém je při saunování ovlivněn několika faktory, jako teplota a vlhkost vzduchu, mechanické podněty, gravitace a délka pobytu v sauně. Vysoká teplota ovlivňuje a dráždí jak termoreceptory kůže, tak i sliznici dýchacích cest (Matej, 2005).

Saunování snižuje překrvení plic a zvyšuje vitální kapacitu, dechový objem a minutovou ventilaci. Pobyt v sauně je z důvodu zlepšení dýchání přínosný pro osoby trpící astmatem nebo chronickou bronchitidou (Laitinen, Lindqvist, Heino, 1988).

Vitální kapacita plic vykazuje lepší hodnoty nejen po pobytu v horku, ale i po ochlazení a ještě následující den ráno po saunování. Sliznice dýchacích cest téměř v celé oblasti nad plicními sklípkami jsou vystaveny intenzivnímu tepelnému podnětu. Primární funkcí vstupu dýchacích cest je ochrana před průnikem nečistot a mikrobů do hlubších partií dýchadel. K tomu jsou využívány členité povrchy nosních skořep, jejichž cévy mohou až devítinásobně zvětšit prokrvení sliznice. Zároveň také slouží k účinnému přizpůsobování teploty vdechovaného vzduchu teplotě tělesného jádra a tím zabraňuje průchodu příliš horkého vzduchu do plic. Pro organismus je vhodné, aby vzduch procházel nejdříve nosem, který je anatomicky uspořádán tak, aby působil jako filtr. Proto je důležitou zásadou dýchat v horku i chladu nosem. V případě vdechování horkého vzduchu ústy může dojít k poškození jemných plicních sklípků. Při dýchání nosem může dojít k pocitu pálení nosního vstupu, to však není známkou vysušení sliznice, ale je to signalizace termoreceptorů, že je organismus vystavován příliš intenzivním teplotám horké části saunové lázně. Tento problém lze eliminovat překrytím nosu rukou či ručníkem, v nejzazším případě až odchodem ze sauny (Letošník, 2005).

Dle Fritzscheho (1969) je frekvence dýchání zvyšována, protože vzduch ve vysoké teplotě se zředí a vazba kyslíku na hemoglobin je tím v sauně mírně snížena, protože tepelná zátěž na dýchací systém v sauně vyvolává zmenšení dechového objemu a snižuje spotřebu kyslíku ( $VO_2$ ) v sauně. Tlak vzduchu v sauně je nižší než v okolních místnostech. Pokud je v sauně teplota 90 °C, dochází v ohřívací fázi k roztahování

vzduchu, jako je v nadmořské výšce 2 300 – 2 500 m, a to vede ke snížení tlaku O<sub>2</sub> ve vdechovaném vzduchu.

Posun vazby O<sub>2</sub> křivky na hemoglobin při hypertermii v sauně vede k relativní hypoxémii. Z poznatků vyplývá, že změny hodnot parciálního tlaku kyslíku a saturace arteriální krve kyslíkem vyvolává více faktorů, ze kterých je nejdůležitější pH arteriální krve, posun oxyhemoglobindisociační křivky vlivem zvýšení teploty, redistribuce krve v organismu, apod. Tyto faktory organismus zapojuje do regulačně – kompenzačních procesů adaptace na vysokou teplotu. (Matej, 2005).

## **2.4. Pohybový systém**

Výzkumy prokázaly, že saunování pomáhá při relaxaci kosterních svalů. Během saunování dochází k uvolňování spazmu a celý proces přispívá k zotavování po těžké tělesné námaze. Teplo se proto využívá v léčbě a rehabilitaci revmatických nemocí, neboť pozitivně ovlivňuje jejich symptomy, především bolest a omezenou pohyblivost v kloubech (Matej, 2005).

Výsledky studií však nejsou jednoznačné. Zhruba polovina pacientů tvrdila, že sauna zmírnila jejich bolest a zlepšila pohyblivost kloubů, avšak přibližně u poloviny došlo v ten den po saunování ke zhoršení. Tvrdili však zároveň, že tuto bolest lze zmírnit studenou sprchou (Hannuksela, Ellahham, 2001).

Při revmatickém onemocnění je potřeba dodržovat správné kroky jednotlivých fází saunování, počínaje odpočinkovou fází před saunováním, přes pobytovou fází v sauně, ochlazovací fází, až po odpočinkovou fází po saunování. Z odpočinkové fáze je nejdůležitější především dostatečná doba trvání, předejít se před saunováním například koupelí dolních končetin (např. Kneippova lázeň) a zakončit odpočinkovou fází teplou sprchou bez osušení. V případě pobytové fáze je doporučeno začít na nejnižší lavici a postupně se přesouvat na vyšší, vynechat složité pohyby a zbytečně nezatěžovat bolestivé místo, případně ho podložit a dosahovat tepelného efektu delším a mírnějším teplem. Ochlazovací fází je třeba využít v pomalejší a mírnější metodě, například vzduch – polev – sprcha, doporučuje se vynechat bolestivá místa při ochlazování a tuto fází zakončit teplou krátkou sprchou a osušit se. V odpočinkové fází je třeba především doplnit tekutiny, ne však alkoholem, snižovat pomalu zvýšenou

tělesnou teplotu na výchozí a tuto fázi prodloužit třeba až na 2 hodiny a to vše zakončit lehkou mírnou sprchou s osušením (Matej, 2005).

Dle sledování lze říci, že saunování pomáhá relaxovat svaly redukcí aktivity neuromuskulárních zakončení. Míra tohoto vlivu je ovlivněna výší a hodnotou klidové aktivity před saunováním. Svalová síla ihned po saunování klesá, ale druhý den vystoupá nad obvyklé hodnoty. Horko ovlivňuje nárůst roztažitelnosti a pružnosti vaziva, což hraje významnou roli zvláště u chronických revmatických procesů. Saunování má určitý význam u chronických onemocnění pohybového aparátu (Letošník, 2005).

## **2.5.Nervový systém**

Sauna má na tělo vliv z důvodu tepelných změn. V tomto důsledku dochází ke změnám v hospodaření s teplem, vodou, minerály, k rozdělování krve v organismu, mění se řízení srdce, cév, krevního tlaku, činnosti všech orgánů a jejich funkcí, přičemž se organismus snaží všechny tyto funkce udržet v rovnováze (Matej, 2005).

V důsledku saunování dochází především k úpravě činnosti vegetativní regulace ve smyslu vytvoření rovnováhy (harmonizace) obou složek neurovegetativního systému (sympatiku a parasympatiku), tudíž jsou lidé po saunování zklidnění, v dobré pohodě, mají chuť k jídlu, snižuje se u nich agresivní chování a dobře spí (Mikolášek, 2007).

Z neurofyziologického hlediska jde při saunování primárně o účinky fyzikálně-tepelných podnětů na kožní receptory se somatickou citlivostí. Tepelné podněty z periferních receptorů se dostávají do CNS, kde se na různých integračních rovinách zpracovávají a přicházejí do talamu, hypotalamu a mozkové kůry.

VNS (vegetativní nervová soustava) má tedy jednak úlohu zprostředkovatele účinku a jednak saunování ovlivňuje a modifikuje jeho funkčnost (Matej, 2005).

## **2.6.Vylučovací soustava**

Bylo zjištěno, že nejvýraznějším projevem vlivu saunování na ledvinové funkce je snížení vylučování sodíku prostřednictvím moči. Toto snížení nastává velmi rychle a může přetrvávat až 24 hodin. Dalším poznatkem je pokles vylučování moči po dobu saunování a poté. Toto snížení není zaznamenáno v prvních 15 minutách saunování. Po

uplynutí 15 minut objem moči prudce klesne až na úplné minimum a tento stav může přetrvávat až 6 hodin. Zvýšení průtoku krve kůží, které je závislé na teplotě a délce pobytu v sauně v rámci intenzivního saunování, může být kompenzován snížením průtoku krve v ledvinách a pravděpodobně i v ostatních vnitřních orgánech (Matej, 2005).

## **2.7.Endokrinní systém**

Bylo zjištěno, že lidský organismus reaguje na teplo několika změnami – kardiovaskulárními, metabolickými a endokrinními.

Vylučování hormonů je výsledkem stimulace sympatiku a aktivace osy hypotalamus – hypofýza – nadledvinka. Vlivem působení tepla dochází ke změnám v hormonální sekreci, jejímž hlavním cílem je mobilizace energie a zároveň udržení tělesné homeostázy, díky čemuž organismus upřednostňuje pocení a ztrátu vody ledvinami.

Huiko a kolegové (1966) poukázali na vztah katecholaminů s vegetativním nervovým systémem při saunování a zjistili značně zvýšené hodnoty noradrenalinu a mírně zvýšené hodnoty adrenalinu.

Teplo saun způsobuje v těle několik změn, kromě zvýšené sekrece katecholaminu vyvolává také sekreci hormonů zvyšující hladinu glukózy v krvi. Množství glukózy a inzulínu v krvi se po celou dobu saunování nemění, naopak bylo zjištěno zvýšení glukagonu po saunování. Příčinou je zmenšení viscerální cirkulace, stimulace sympatiku a zvýšená sekrece hypofýzových hormonů.

Průměrná produkce potu po dobu saunování (0,5 kg) způsobuje pokles celkového objemu krve, ztrátu sodíku, čímž dochází k aktivaci systému renin – angiotenzin – aldosteron. Výrazné zvýšení plazmatické reninové aktivity po dobu saunování je zajištěno sympatikem a zvýšenou hladinou katecholaminů. Snížení degradace reninu je následkem snížení průtoku krve ledvinami a játry. Koncentrace angiotenzinu se zvyšuje a tento hormon stimuluje v CNS uvolnění antidiuretického hormonu. Antidiuretický hormon neboli arginin – vazopresin reguluje tekutinového rovnováhy a zároveň plní úlohu transmiteru v CNS při sekreci určitých hypofýzových hormonů a v termoregulaci (Matej, 2005).

### 3. Fyziologie

V této kapitole budou popsány determinanty ovlivňující následné měření v praktické části.

#### 3.1. Fyziologie krve

Krev je životně důležitou tekutinou v lidském těle, která je tvořena krevními elementy a prostředím, umožňující pohyb těchto částí do všech orgánů a tkání v těle. Krev se pohybuje v uzavřeném systému cév, které vedou krev od čerpadla k tkáním celého těla a naopak, spolu s krevní tkání umožňuje účinnější řízení stálosti vnitřního prostředí (Kittnar, 2011, Trojan, 2003).

##### 3.1.1. Obecné vlastnosti krve

Krev je suspenze buněčných elementů, kterými jsou červené a bílé krvinky a krevní destičky, které jsou obklopeny krevní plazmou – tekutá část krve. Objem krve v lidském těle je 7 až 10 % z celkové tělesné hmotnosti, což odpovídá u dospělého člověka 4,5 až 6 litrům krve. Poměr elementů v krvi se dá zjistit analýzou hematokritu. Tento výraz je užíván pro poměr červených krvinek na jednotku krve. U dospělého muže činí  $44 \pm 5$  % a u ženy  $39 \pm 4$  %. Mezi vrstvou červených krvinek a krevní plazmou je při analýze patrná tenká vrstva bílých krvinek a krevních destiček (Kittnar, 2011, Trojan, 2003).

##### 3.1.2. Bílé krvinky (leukocyty)

Bílé krvinky jsou mobilní jednotkou obranného systému organismu. Jedná se o morfologicky i funkčně heterogenní skupinu. V 1 l krve je obsaženo  $4 - 9 \times 10^9$  bílých krvinek. Všechny bílé krvinky vznikají v kostní dřeni (Mourek, 2012).

*„Některé typy bílých krvinek mají ve své cytoplazmě různě barvitelná granula (zrna).“*  
Dle toho se rozlišují granulocyty (buňky s granuly 50 – 60 %) a agranulocyty (buňky bez cytoplazmatických granul 40 – 50 %) (Dylevský, 2009).

Granulocyty lze dále dělit na neutrofilny, eozinofily a bazofily. Agranulocyty se dělí na lymfocyty a monocyty. Lymfocyty se dělí na B-lymfocyty, které odpovídají za látkovou

imunitu, a T-lymfocyty odpovídající za buněčnou imunitu. Monocyty jsou největší bílé krvinky s vysokou schopností fagocytózy (Merkunová, Orel, 2008; Mourek, 2012).

### **3.1.3. Červené krvinky (Erytrocyty)**

Červené krvinky neboli erytrocyty mají funkci transportní, v rámci které je jejich úkolem přenos kyslíku do buněk. V 1 mm<sup>3</sup> krve je obsaženo u muže asi 5 milionů a u žen asi 4,5 milionů erytrocytů (Křivánková, Hradová, 2009).

Erytrocyty se vyvíjejí v kostní dřeni a při tom ztrácejí své buněčné jádro a většinu buněčných organel. Nemají schopnost se dále dělit, jejich metabolismus je závislý na anaerobní glykolýze, a díky tomu potřebují pouze minimální množství z transportovaného kyslíku. Tvorba erytrocytů je stimulována hormonem erythropoetin, který se tvoří v ledvinách a tato tvorba se zvyšuje při tkáňové hypoxii. Životnost červených krvinek bývá 110 – 120 dnů (Langmeier, 2009).

### **3.1.4. Hemoglobin**

Hemoglobin neboli krevní barvivo je nejdůležitější složkou červených krvinek, které krvinku zcela vyplňuje (Langmeier, 2009).

Molekulu hemoglobinu tvoří dvě části, hem a globin. Globin se skládá ze čtyř proteinových řetězců. Hem je část hemoglobinu tvořena ze železa. Více než dvě třetiny železa v těle se nachází v hemoglobinu a svalové bílkovině, myoglobinu (Estridge, Reynolds, Walters, 2000).

V průběhu vývoje krvinek se struktura hemu nemění, naopak je odlišné zastoupení aminokyselin v globinových řetězcích. Molekula hemoglobinu je tvořena čtyřmi hemy a dvěma páry stejných globinových řetězců, které se podílejí na transportu oxidu uhličitého. Molekuly hemoglobinu mají různé vývojové typy, které umožňují vázat kyslík za jiných podmínek, zejména při různých parciálních tlacích kyslíku (Langmeier, 2009).

Kromě kyslíku váže hemoglobin také oxid uhličitý, který se tak účastní jeho transportu krví. Množství hemoglobinu v 1 litru krve u dospělého muže je 135 – 170 g, v průměru 152 g/l, ženy mají v 1 litru krve 120 – 158 g hemoglobinu, průměrně 139 g/l (Trojan, 2003).



Hemoglobin je primárním transportérem kyslíku v krvi. Kyslík má malou rozpustnost ve vodě a proto ho je pouze 1,5 % fyzikálně rozpuštěno, s hemoglobinem je kombinováno zbylých 98,5 % kyslíku v krvi. V molekule hemoglobinu se nachází čtyři vazebná místa pro molekuly kyslíku. Derivát hemoglobinu, na nějž je navázán kyslík, nazýváme oxyhemoglobin, hemoglobin bez účasti kyslíku bývá nazýván jako deoxyhemoglobin. Sloučení hemoglobinu s kyslíkem je ovlivněno několika faktory, kterými jsou pokles pH a vzestup  $p\text{CO}_2$  usnadňující uvolnění kyslíku z oxyhemoglobinu, a zvýšení teploty (Kittnar, 2011; Trojan, 2013).

## **3.2. Respirační systém**

*„Živé organismy potřebují energii k zajištění aktivního transportu látek přes membrány, k pohybu, pro syntézu vlastních látek a k produkci tepla.“* Potřebnou energii nejčastěji získávají oxidací cukrů, tuků a aminokyselin, ve kterých je konzervována sluneční energie. Série reakcí uvolňuje z těchto živin chemickou energii a při těchto reakcích dochází ke spotřebě kyslíku a vzniku oxidu uhličitého. Kyslík se přijímá z okolí a oxid uhličitý je do okolí uvolňován.

Dýchací a oběhový systém zajišťuje u člověka transport dýchacích plynů, které z okolní atmosféry přenášejí k buňkám. V buňkách je kyslík využíván k oxidaci živin a uvolnění energie. Vzniklý oxid uhličitý se z tkání do ovzduší odvádí znovu oběhovým a dýchacím systémem (Trojan, 2003).

Respiraci lze rozdělit na zevní dýchání, vnitřní dýchání a transport plynů mezi plícemi a tkáněmi. Zevní dýchání je výměna plynů mezi zevním prostředím a organismem, což zajišťují plíce. Vnitřní dýchání je transport krevních plynů, které zajišťuje systémová cirkulace. Tento přesun mezi krví, tkáňovým mokem, buňkami a naopak je realizován difuzí. Posledním typem je buněčné dýchání, což je přeměna energie, která je zajišťována mitochondriemi (Slavíková, Švíglerová, 2012; Rosina, Kolářová, Stanek, 2006).

### **3.2.1. Transport kyslíku**

Dýchací plyny jsou mezi plícemi a tkáněmi transportovány krví. Pouze minimální množství plynů se v krvi fyzikálně rozpustí, z toho důvodu musí existovat další způsoby

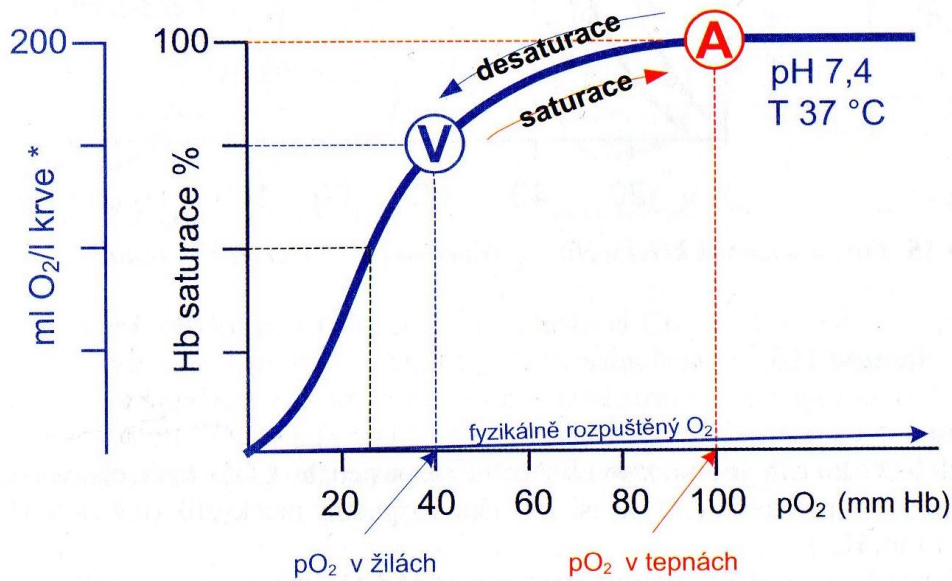
transportu. Mezi nejvýznamnější patří  $O_2$  vázaný na hemoglobin (98 %  $O_2$  v krvi) a  $CO_2$  přeměněný a  $HCO_3^-$  (90 %  $CO_2$  v krvi).

V krvi se vyskytuje přibližně 200 ml/1 l krve kyslíku, který se může vázat na hemoglobin, za průměrných 5 l krve v organismu je to cca 1 l kyslíku. Tato hodnota je však jiná než hodnota, která určuje skutečně navázané množství kyslíku na hemoglobin. Podíl obou hodnot vyjadřuje tzv. saturaci hemoglobinu kyslíkem (Kittnar, 2011).

Množství kyslíku vázaného na hemoglobin je určováno primárně parciálním tlakem kyslíku krve, což je množství fyzikálně rozpuštěného kyslíku. Vzájemný vztah těchto proměnných je vyjádřen vazebnou křivkou. Křivka zleva doprava je označována jako křivka asociační a značí vazbu kyslíku na hemoglobin. Křivka zprava doleva označuje uvolňování kyslíku z vazby na hemoglobin a označuje se jako křivka disociační. Tato křivka má sigmoideální tvar, tedy velmi nelineární (Slavíková, Švíglerová, 2012).

Tvar křivky je důsledkem toho, že vazebnost kyslíku na hemoglobin stoupá spolu s vyšším parciálním tlakem kyslíku v krvi. Nejtěžší je navázání první molekuly kyslíku, ta následně usnadňuje navázání druhé, třetí a nakonec čtvrté molekuly kyslíku. Disociační křivku lze rozdělit do několika oblastí. První oblastí je oblast plató, neboli saturační fáze, ve které se kyslík váže na molekulu hemoglobinu v plicních kapilárách. Tato fáze má zásadní homeostatický význam. Při výrazných změnách parciálního tlaku kyslíku v atmosféře se saturace hemoglobinu kyslíkem téměř nezmění. To umožňuje organismům přežít v různých nadmořských výškách přizpůsobit se prostředí s různým množstvím kyslíku v atmosférickém vzduchu. Desaturační fáze značí uvolnění značného množství dýchacího plynu hemoglobinem ve tkáních, kde je nižší parciální tlak kyslíku. Průběh saturace a desaturace je znázorněn na Obrázku 3.

Obrázek 3 – Vazebná křivka Hb-O<sub>2</sub>



Zdroj: Kittnar, 2011

Faktory ovlivňující afinitu kyslíku k hemoglobinu jsou teplota, parciální tlak oxidu uhličitého a arteriální pH. Ideální je příklad pracujícího svalu, kdy stoupá jeho teplota během výkonu, produkuje značné množství oxidu uhličitého a laktátu, čímž místně klesá hodnota pH. Tyto změny pomáhají hemoglobinu uvolňovat kyslík v pracujícím svalu (Kittnar, 2011).

### 3.3. Krevní oběh a krevní tlak

Krevní oběh přenáší všechny živiny a krevní plyny obsažené v krvi do všech tkání a odvádí všechny metabolické produkty z tkání do míst vylučování. Zároveň spolu s trávicí s vylučovací soustavou patří do systému, který udržuje v těle stálé vnitřní prostředí – homeostázu. Mimo jiné tedy patří mezi jeho funkce také podílení se na udržování stálé tělní teploty, stálého pH, osmotického tlaku, apod.

Krevní oběh lze rozdělit na malý plicní oběh a velký tělní oběh. Malý plicní oběh je výměna krevních plynů mezi srdcem a plícemi. Mezi srdcem a tělem je velký tělní oběh (Rosina, Kolářová, Stanek, 2006).

### 3.3.1. Fyzikální podstata tlaku ve fyziologii

Tlakem se rozumí síla působící na plochu. Ve fyziologii dýchání je tlak vzduchu veličina, která se běžně používá pro vyjádření množství vzduchu/plynů.

Atmosférický tlak je síla, kterou vzduch působí na jednotku plochy. Je stanoven působením gravitace na molekuly vzduchu a působením molekul navzájem. Hodnota tlaku závisí na nadmořské výšce, teplotě a vlhkosti. Referenční hodnota pro tlak vzduchu je stanovena ve výši  $101 \text{ kPa} = 760 \text{ mm Hg} = 1 \text{ atm}$ . Tlak vzduchu klesá s rostoucí nadmořskou výškou, to znamená, že v daném objemu se nemění proporcionální zastoupení jednotlivých plynů, ve výšce 8 800 m je jen 1/3 množství všech plynů oproti stejnému objemu na hladině moře, ale navzdory tomu kyslík všude tvoří 21 % atmosféry.

Parciálním tlakem je označován celkový tlak vzduchu, na kterém se podílí jednotlivé plyny, dle zastoupení v atmosféře. U kyslíku tomu odpovídá hodnota parciálního tlaku na hladině moře 160 mm Hg.

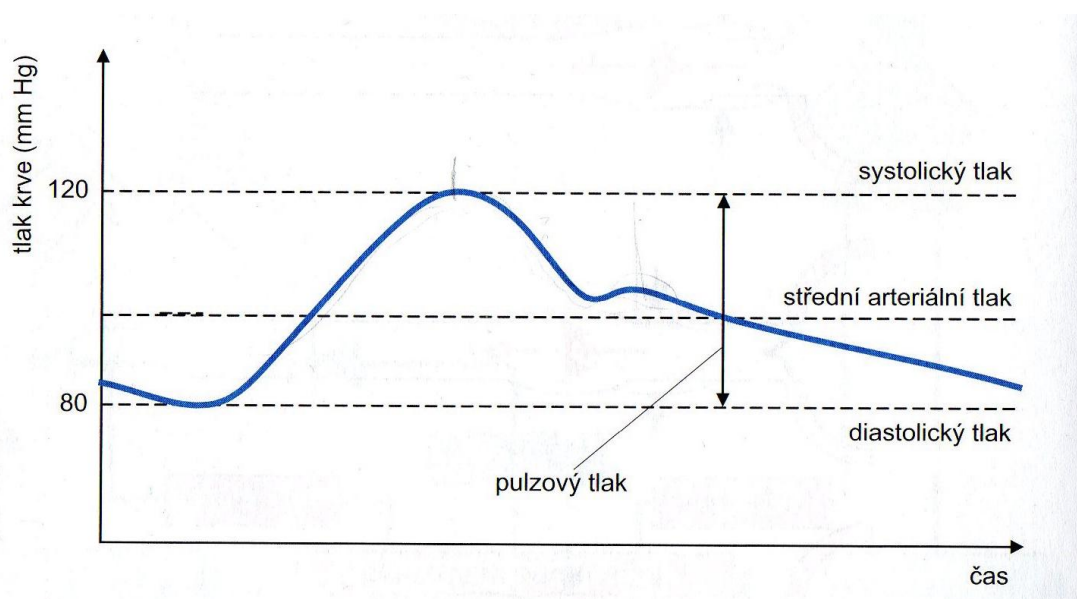
Plyny jsou rozpouštěny v kapalině a vytváří v nich tlak. V případě dostatku času na rozpuštění a ustavení rovnováhy mezi plynem a kapalinou, je parciální tlak plynu v kapalině totožný s parciálním tlakem plynu nad kapalinou (Kittnar, 2011).

### 3.3.2. Krevní tlak

Krevním tlakem se rozumí tzv. boční tlak, kterým krev ovlivňuje stěnu tepny. Tlak se nejčastěji měří nad levou pažní tepnou klasickým rtuťovým tlakoměrem (tonometrem) nebo za pomoci poloautomatických či automatických digitálních tlakoměrů (Merkunová, Orel, 2008).

Setrvačnost krve je důvodem, proč vypuzený objem krve v průběhu ejekční fáze z levé komory do aorty nezrychluje náraz pohyb veškeré krve v cévách. Krev je však z levé komory vypuzována pod tlakem, proto vyvolává toto vypuzení v aortě přechodné zvýšení tlaku nazývané tlakový pulz. Křivka průběhu tlaku v aortě a velkých tepnách je složena ze vzrůstu tlaku, který po dosažení maximální hranice následuje poklesem. Celý zbytek cyklu má poté klesající tendenci, tento pokles je nejprve prudký, ale na počátku diastoly tlak opět mírně stoupne a poté rovnoměrně klesá do začátku další ejekční fáze (Viz. Obrázek 4) (Kittnar, 2011).

**Obrázek 4 - Průběh tlaku krve v tepnách během srdeční revoluce**



Zdroj: Kittnar, 2011

Tepenný krevní tlak by se měl u mladých zdravých jedinců pohybovat kolem 120/80 mm Hg. Hodnota 120 je systolický tlak, který vyjadřuje tlak v tepně během systoly levé komory, druhá hodnota 80 vyjadřuje tlak v tepně v průběhu diastoly. Střední tlak je průměrná hodnota vyjadřující průběh celého srdečního cyklu (revoluce). Tuto hodnotu lze vypočítat například jako  $1/3$  naměřeného systolického tlaku a  $2/3$  naměřeného diastolického tlaku. Výše normálního tlaku a výše tlaku pro jednotlivé druhy onemocnění jsou uvedeny na Obrázku 5.

**Obrázek 5 - Definice a klasifikace kategorií krevního tlaku**

| Kategorie                              | Systolický tlak | Diastolický tlak |
|--|-----------------|------------------|
| Optimální                              | < 120           | < 80             |
| Normální                               | 120–129         | 80–84            |
| Vysoký normální                        | 130–139         | 85–89            |
| Hypertenze 1. stupně (mírná)           | 140–159         | 90–99            |
| Hypertenze 2. stupně (středně závažná) | 160–179         | 100–109          |
| Hypertenze 3. stupně (závažná)         | $\geq 180$      | $\geq 110$       |
| Izolovaná systolická hypertenze        | $\geq 140$      | < 90             |

Zdroj: Souček, Špínar, Svačina a kol., 2005

Hodnota krevního tlaku může být u zdravých jedinců ovlivněna několika faktory, mezi které patří denní doba, pohlaví, poloha těla a hormony a mediátory – adrenalin,

noradrenalin. V rámci denní doby je nejnižší naměřený tlak ráno, nejvyšší večer. Z hlediska pohlaví mají muži vyšší hodnoty krevního tlaku než ženy. Rozdíly v krevním tlaku vznikají v pubertě, při přechodu se rozdíly vyrovnají a naopak ve stáří mívají vyšší hodnoty krevního tlaku ženy. Pokud člověk stojí, bývá naměřen vyšší krevní tlak z důvodu gravitace, která ovlivňuje hodnotu tlaku v tepenném i žilním řečišti. Srdeční stah je zvyšován především adrenalinem produkovaným z dřeně nadledvin a tím je do srdečnice vypuzováno více krve a dochází ke zvýšení systolického tlaku. Napětí hladké svaloviny v cévní stěně je zvyšováno noradrenalinem ze zakončení sympatiku, tím dochází k zúžení cév s bohatým obsahem svaloviny ve stěně a zvýšení diastolického tlaku. Také hormony kůry nadledvin – glukokortikoidy a mineralokortikoidy zvyšují krevní tlak (Merkunová, Orel, 2008).

#### **4. Pulzní oxymetrie**

Pomocí oxymetru lze měřit procento hemoglobinu, který je nasycen kyslíkem. Saturace kyslíku by měla být vždy vyšší než 95 %, avšak u pacientů s dlouhotrvajícím onemocněním dýchacích cest nebo s onemocněním srdce, může být hodnota nižší, což odpovídá závažnosti onemocnění (Egton Medical Information Systems Limited, 2014).

Oxymetr slouží k měření koncentrace oxyhemoglobinu, deoxyhemoglobinu, celkového hemoglobinu, methemoglobinu, karboxyhemoglobinu a procento saturace hemoglobinu kyslíkem v kapilární části krevního řečiště a tepovou frekvenci. Lze s nimi měřit pouze několik nejdůležitějších vlnových délek nebo rozsáhlé spektrum až 128 vlnových délek.

Senzor vyzařuje světlo dvou vlnových délek a poté je přístrojem vyhodnocována absorpce obou světél během pulzní vlny – obě vlnové délky jsou deoxyhemoglobinem a oxyhemoglobinem absorbovány odlišně. Karabonylhemoglobin s navázanou molekulou CO nebo methemoglobin s navázanými oxidy patří mezi dysfunkční hemoglobiny, které nejsou běžné screeningové metody schopny odlišit na rozdíl od obou typů funkčního hemoglobinu (Šeblová, Knor a kol., 2013; Jabor a kol., 2008).

K měření se využívá prst nebo ušní boltec. Sonda je složena ze světelného zdroje, detektoru světla a mikroprocesoru, který porovnává a počítá rozdíly v kyslíku bohatém na hemoglobin proti kyslíku chudém na hemoglobin (The Johns Hopkins University, 2015).

Tato metoda má několik výhod, především je rychlá, jednoduchá, průběžná, neinvazivní a lze ji provádět v reálném čase. Jedná se o cennou screeningovou metodu, která však nepodává žádnou informaci o výměně plynů, ale pouze o nasycení kyslíkem.

Vztah mezi  $pO_2$  a saturací kyslíkem je ovlivňován disociační křivkou hemoglobinu, avšak díky esovitému průběhu není možné odvození na základě měření saturace na hodnoty  $pO_2$  v oblasti nízkých a vysokých hodnot (pod 70 %, nad 98 %) (Šeblová, Knor a kol., 2013; Jabor a kol., 2008).

#### 4.1. Přesnost měření

Přesnost měření oxymetrem se může lišit z důvodu používání různých algoritmů při zpracování signálu.

U zdravých jedinců bývají obvykle naměřené hodnoty s průměrným rozdílem < 2 % a směrodatnou odchylkou < 3 %, pokud je hodnota  $SaO_2$  vyšší než 90 %. Přesnost měření může být zhoršena při poklesu hodnoty  $SaO_2$  pod 80 %. V případě snížení  $SaO_2$  pod 90 % je chybovost měření dvou až třináásobná.

Přesnost měření mohou ovlivnit také druhy sond. Sonden umístěné na uchu mají rychlejší reakci na změnu než sondy na prstech (Jubran, 2015).

#### 4.2. Hodnoty saturace kyslíku v krvi

Hodnoty v níže uvedené Tabulce 1 jsou pouze orientační, mohou se u jednotlivců výrazně lišit, záleží na okolních podmínkách i na zdravotním stavu jedince.

**Tabulka 1 - Hodnoty saturace a vliv na lidský organismus**

| Hodnota     | Příznaky   |
|-------------|--|
| 98 - 95 %   | normální hodnoty   |
| 95 - 85 %   | nárůst tepové frekvence a dechové frekvence                                |
| 85 - 75 %   | zlepšení nálady, hovornost, nárůst odvahy, pocit euforie                   |
| 75 - 60 %   | obtížné dýchání, úzkost, slabost, návaly horka a chladu, pocit na zvracení |
| 60 % a níže | hrozící hypoxické křeče a bezvědomí  |

Zdroj: Melechovský, 2012

## **5. Výzkumy v oblasti saunování a jeho vliv na kardiovaskulární systém**

Hodnocení vlivu tepla na krevní tlak je nejednotné. Udává se jak vzestup, žádná změna, ale i pokles systolického krevního tlaku. (Sanner a kol., 1993).

Systolický krevní tlak klesá především u hypertoniků. Zvýšení TKs o 3-15 mm Hg může být docíleno přechodně politím vodou rozeřtých kamenů v sauně a tím zvýšení relativní vlhkosti. Při požití medikamentů a vlivem sauny může dojít u hypertoniků k vysokému poklesu TKs, který může mít za následek pocity slabosti případně i kolapsový stav (Vuori, 1988).

Engel a Fritzsche (1994) testovali dvě skupiny osob, jednu po 15 a druhou po 16 probandech v rozmezí věku od 62 až 82 let. První skupinu tvořily osoby, které nebyly zvyklé na saunu, a druhá skupina byla složena z osob, které saunu navštěvovaly pravidelně. Testování probíhalo při teplotě 85 °C, relativní vlhkosti 5 % a pobytu ve fínské sauně po dobu 10 minut v lehu a následně 2 minuty v sedu. Pravidelně saunujícím osobám se systolický i diastolický krevní tlak v prvních minutách saunování mírně zvednul a následně klesal. Srdeční frekvence se zvýšila méně než u osob, které nebyly na saunování zvyklé. Tato skupina měla vzestup i hladinu SF vyšší. Při ochlazovací fázi a ve fázích zotavení skupina zvyklá na saunu reagovala rychlejším snížením teploty těla.

Rahimi a kol. (2011) testovali atlety ve věku od 18 do 25 let rozdělených do dvou skupin. První skupina se zúčastnila testu v parní sauně a druhá skupina absolvovala testování v suché sauně. Cílem měření bylo zjistit fyziologické hodnoty krevního tlaku a srdeční frekvence před saunou, po pobytu v sauně (12 minut) a po ochlazení ve studené vodě (30 sekund). V následující tabulce jsou shrnuty výsledky testování. Jedná se o průměrné změny hodnot po saunování vůči původním hodnotám a po ochlazení vůči hodnotám po saunování.



**Tabulka 2 - Výsledky testování**

| Typ sauny   | Etapa měření | Systolický TK | Diastolický TK | Srdeční frekvence |
|-------------|--------------|---------------|----------------|-------------------|
| Suchá sauna | Po sauně     | + 14 mm Hg    | + 8 mm Hg      | + 38 t/min        |
|             | Po ochlazení | - 14 mm Hg    | - 11 mm Hg     | - 24 t/min        |
| Parní sauna | Po sauně     | + 19 mm Hg    | + 1 mm Hg      | + 37 t/min        |
|             | Po ochlazení | - 11 mm Hg    | - 1 mm Hg      | - 7 t/min         |

Zdroj: Rahimi a kol., 2011, Vlastní zpracování

Leppäluoto a kol. (2008) testovali 10 probandů ve věku 19 – 22 let v sauně o teplotě 80°C. Chtěli dokázat, že opakováním tepelné zátěže vlivem hypertermického prostředí dochází ke zlepšení tolerance tepla a ke snížení reakce organismu na toto prostředí. Systolický krevní tlak po saunování se v průběhu opakovaných měření neměnil, ale diastolický krevní tlak se snížil o 7-37 mm Hg ( $p < 0,05$ ). Srdeční frekvence vzrostla ze 75 -80 tep/min na 106-116 tep/min ( $p < 0,05$ ) po sauně. Hodnoty naměřené v EKG u probandů se po absolvování týdenního testu nezměnily.

Dle Vuori (1988) má krevní tlak tendenci klesat, ale brání tomu zvýšení minutového srdečního objemu prostřednictvím rychlejší srdeční frekvence a snížení průtoku krve viscerálních orgánů. Ochlazování pomocí studeného vzduchu, sprchou, vodou nebo válčováním na sněhu způsobuje rychlou kožní vazokonstrikci, což vede k vzestupu arteriálního krevního tlaku a zvýšení objemu centrální žilní krve.

V rámci výzkumu Imamura a kol. (2001) byl hodnocen opakovaný účinek hypertermického prostředí o teplotě 60°C, ve kterém probandi strávili 15 minut. Poté následoval 30ti minutový odpočinek v leže pod příkrývkou 1krát denně po dobu dvou týdnů. Výzkumu se zúčastnilo 25 mužů (8 s arteriální hypertenzí, 3 s diabetem mellitus, 8 s hypercholesterolemií a 15 kuřáků). Z výsledků výzkumů vyplývá, že po 2 týdnech došlo ke snížení systolického i diastolického tlaku (STK:  $128 \pm 18$  mm Hg na  $124 \pm 17$  mm Hg,  $p < 0,01$ ; DTK:  $77 \pm 17$  mm Hg po dobu  $72 \pm 16$  mm Hg,  $p < 0,05$ ).

Nava a Arnon Blumovi (2007) testovali 60 zdravých dobrovolníků (33 mužů a 27 žen ve věku 18 – 63 let). Po 20 minutách byla naměřena průměrná tepová frekvence  $143 \pm 25$  tepů / min, střední rektální teplota  $38,6 \pm 0,6$  ° C a teplota kůže  $40,4 \pm 1$  ° C. Kromě toho průměrný systolický krevní tlak byl  $130,5 \pm 26,6$  mm Hg a zaznamenaný diastolický krevní tlak  $66,6 \pm 15,9$  mm Hg. Tři probandi prožili krátkodobou ztrátu

vědomí, a u jednoho z nich byla objevena změna pomocí EKG připomínající akutní koronární příhodu.

Pilch a kol. (2014) testovali 10 zdravých mužů ve věku 25 – 28 let, kteří podstoupili saunovací cyklus v suché sauně a v mokré parní lázni. Mezi cykly byla přestávka jeden měsíc. Každý test trval 60 minut - 3 x 15 minut vsedě v saunové kabině s 5tíminutovými přestávkami mezi saunami. Během přestávek se probandi chladili vodou o teplotě 22 °C po dobu 2 minut a poté odpočívali vsedě. Průměrná teplota v suché sauně byla asi 91 °C s vlhkostí 5-18 %, a 59 °C v mokré sauně s 60,5% vlhkostí. Hodnoty systolického tlaku se u probandů po absolvování mokré a suché sauny příliš nelišily. V suché sauně došlo ke zvýšení systolického tlaku o 20 mm Hg ( $p < 0,01$ ) a v mokré sauně o 17,7 mm Hg ( $p < 0,05$ ). Diastolický tlak se u obou saun snížil, ale v mokré sauně byl pokles větší o 5 mm Hg ( $p < 0,01$ ).

Sawatari a kol. (2014) zkoumali rozdílné účinky působení tepla u mladších a starších lidí. Do studie bylo zahrnuto 12 mladých (průměrný věk 22 let) a 12 starších (průměrný věk 68 let) zdravých probandů. Každý proband absolvoval třífázový cyklus v délce 30 minut. Výsledky byly následně vyhodnoceny a porovnány. Průměrná teplota kůže se výrazně zvýšila v rámci obou věkových skupin. Po prvních 10 minutách byla teplota vyšší u starších osob (o 6,8 °C vs. o 6 °C u mladších,  $p < 0,01$ ). Průměrná tepová frekvence se zvýšila v obou věkových skupinách (o 21,4 tepů/min u starších, o 11,3 tepů/min u mladších,  $p < 0,05$ ). Systolický tlak poklesl u starších osob o 15,1 mm Hg a diastolický o 10,5 mm Hg. U mladších probandů nebyly zaznamenány žádné změny. Výsledkem této studie bylo zjištění, že starší lidé mají větší pravděpodobnost, že u nich dojde k poklesu krevního tlaku v reakci na zvýšení teploty.

## **6. Cíle a úkoly práce, hypotézy**

### **6.1. Cíl práce**

Cílem diplomové práce bylo změření fyziologických hodnot (krevního tlaku, saturace kyslíku v krvi, srdeční frekvence) na dvou vybraných skupinách osob v rámci saunovacího cyklu, zhodnocení změn a porovnání výsledků jednotlivých probandů a skupin.

### **6.2. Hypotézy**

#### **Hypotéza 1**

Předpokládáme, že naměřený tlak po saunování by měl dosahovat nižších hodnot u skupiny, kterou tvoří osoby pracující v saunách a tlak by měl být navrácen do původních hodnot v kratším čase.

#### **Hypotéza 2**

Předpokládáme, že bezprostředně po sauně by mělo dojít ke zvýšení srdeční frekvence.

#### **Hypotéza 3**

Předpokládáme, že saturace kyslíku v krvi by měla po pobytu v sauně u jednotlivých osob klesnout.

## **7. Metodika práce**

Tato diplomová práce je vedena jako experimentální studie. Jedná se o kvantitativní metodu. Nezávisle proměnnou je v tomto výzkumu sauna a závisle proměnnými jsou krevní tlak, srdeční frekvence a saturace kyslíku v krvi. V této části práce je zhodnocen vlastní výzkum a jeho dosažené výsledky.

### **7.1.Řešení zvláštních situací**

Všechny informace získané z dotazníku budou zpracovány v souladu se zákonem č. 101/2000 Sb. Každý proband obdržel informovaný souhlas s popisem studie (viz. Příloha 2), který následně podepsali. V příloze 1 diplomové práce je zároveň schválení od etické komise FTVS.

### **7.2.Výběr souboru**

Účastníci experimentálního výzkumu byli vybráni podle účelového sběru dat. Obě tyto skupiny byly vybrány z řad zaměstnanců Aquapalace Praha. Poté byli po pěti rozděleni do dvou skupin – skupina saunařů a skupina ostatních zaměstnanců.

### **7.3.Charakteristika probandů**

V níže uvedené tabulce jsou uvedeny základní charakteristiky všech probandů, kteří se zúčastnili měření. Všichni probandi jsou muži, aby nedošlo ke zkreslení naměřených výsledků. Prvních pět probandů jsou saunaři, tedy zaměstnanci, kteří saunu navštěvují minimálně 4krát týdně. Dalších 5 probandů jsou ostatní, kteří byli do výzkumu vybráni z řad ostatních zaměstnanců (plavčíci, administrativní pracovník, masér, fitness trenér). Všichni účastníci byli poučeni, že v den měření nemají navštěvovat saunu ani vystavovat tělo výrazné fyzické zátěži, což všichni splnili. V den měření byli všichni probandi zdraví, pouze proband 1 byl pouze tři dny po nemoci, což mohlo mít vliv na výsledky.

**Tabulka 3 - Charakteristika probandů**

| Proband | Věk (roky) | Tělesná hmotnost (v kg) | Tělesná výška (v cm) |
|---------|------------|-------------------------|----------------------|
| 1       | 26         | 99,05                   | 193                  |
| 2       | 29         | 81,15                   | 175                  |
| 3       | 28         | 79,50                   | 169                  |
| 4       | 26         | 92,20                   | 178                  |
| 5       | 46         | 71,05                   | 168                  |
| 6       | 24         | 82,40                   | 182                  |
| 7       | 24         | 85,80                   | 196                  |
| 8       | 21         | 101,55                  | 187                  |
| 9       | 43         | 106,50                  | 190                  |
| 10      | 21         | 80,70                   | 177                  |

Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

#### **7.4. Popis výzkumu**

Byly zvoleny dvě skupiny po pěti probandech. První skupinu tvoří pět saunařů, tedy osob, které jsou v sauně téměř každý den, absolvují několik saunových procedur a jsou tedy na změny teplot vyvolané v sauně relativně zvyklí. Druhou skupinu tvoří 5 osob, které se chodí saunovat pouze rekreačně, například jednou týdně, jednou měsíčně, apod. Každý účastník výzkumu strávil v sauně 10 minut. Krevní tlak, srdeční frekvence a hodnota saturace kyslíku v krvi byly měřeny bezprostředně před vstupem do sauny, bezprostředně po výstupu ze sauny a poté ihned po ochlazení a následně po 5 minutách a 10 minutách. Celková doba měření byla stanovena na 35 minut. Jednotliví probandi chodili do sauny v intervalech 20 minut. Experiment probíhal jeden den v dopoledních hodinách.

Na základě strukturovaného dotazníku (viz. Příloha 3) byly zjištěny bližší informace o všech probandech, které by mohly ovlivnit výsledky výzkumu.

#### **7.5. Průběh saunovací procedury**

Před prvním měřením se každý proband vysprchoval, umyl mýdlem a osušil ručníkem, poté strávil 10 minut v klidovém režimu v relaxační zóně v blízkosti sauny. Následně šel do finské sauny o teplotě 95°C a relativní vlhkosti 12 %, kde strávil 10 minut na

nejvyšší pryčně vsedě. Následovalo měření bezprostředně po výstupu ze sauny, kdy si probandi lehli na lehátko. Poté se šel každý proband osprchovat a ochladit do ochlazovacího bazénku o teplotě 12,3 °C, kde v průměru každý strávil 15 vteřin. Ihned po ochlazení došlo k dalšímu měření, které se následně opakovalo v intervalu 5 a 10 minut.

## **7.6. Zařízení použita pro odběr dat**

Saturace kyslíku v krvi byla měřena pomocí pulzního oxymetru Nonin GO<sub>2</sub> 9570, který se využívá k měření na prstu. Tímto přístrojem lze měřit také srdeční frekvenci.

Krevní tlak byl měřen přístrojem OMRON M6 (HEM-7001-E(V)) v oblasti levé paže.

## **8. Výsledky**

Tato kapitola analyzuje jednotlivé výsledky měření krevního tlaku, srdeční frekvence a saturace kyslíku v krvi. U každé části jsou jednotliví probandi posouzeni buď samostatně nebo v rámci skupiny saunaři/ostatní a jsou popsány jednotlivé změny v průběhu saunovacího cyklu.

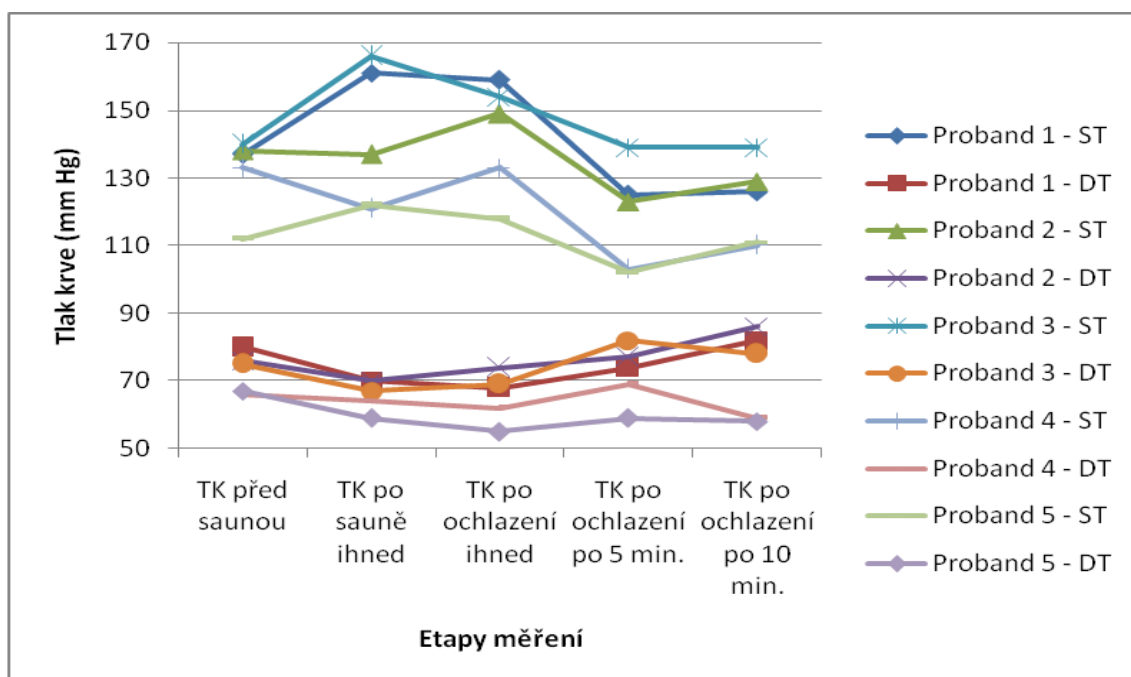
Výsledky měření byly porovnány pomocí párového T-testu, na jehož základě byly určeny statistické významnosti jednotlivých rozdílů naměřených hodnot v průběhu saunovacího cyklu. Statisticky významné hodnoty byly naměřeny na hladině významnosti  $p \leq 0,05$ .

### **8.1.Krevní tlak**

V příloze 4 jsou uvedeny výsledky měření krevního tlaku všech probandů v pěti jednotlivých stádiích saunovacího cyklu.

V následujících obrázcích jsou popsány jak změny krevního tlaku u saunařů a ostatních probandů celkově, tak průměrný krevní tlak všech probandů a ostatních v rámci saunovacího cyklu.

**Obrázek 6 - Krevní tlak saunaři**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

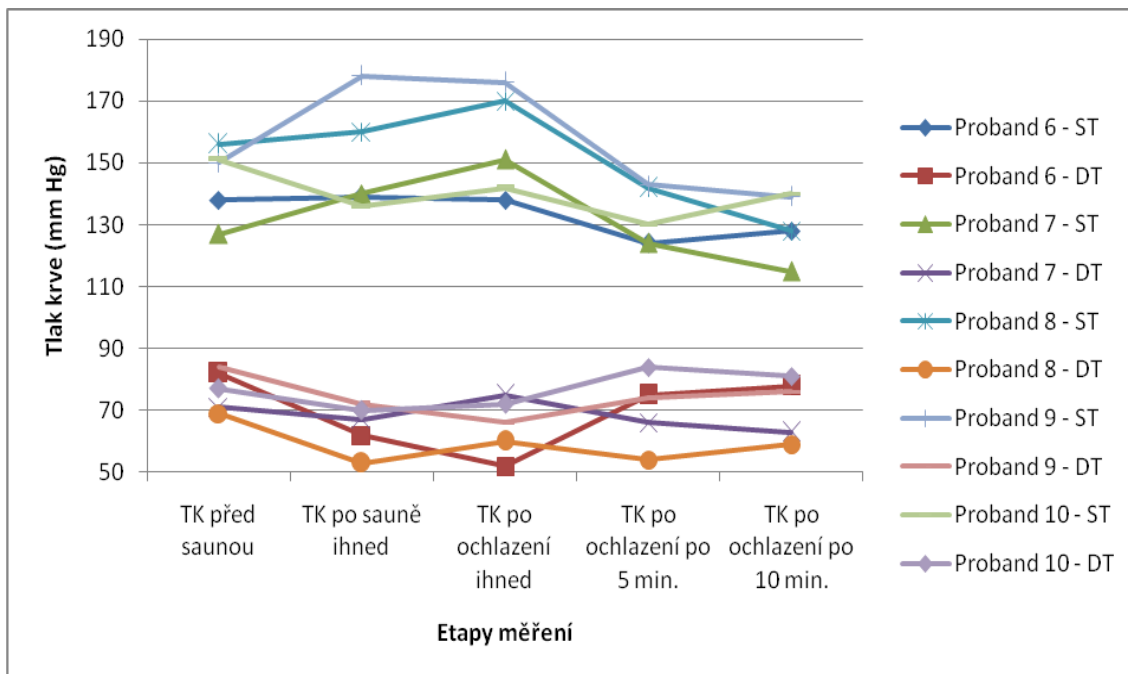
U probandů 2 a 4 došlo po saunování k poklesu systolického tlaku, u všech ostatních ke zvýšení. Nejvyšší zvýšení bylo naměřeno u probanda 3, kdy došlo k nárůstu systolického tlaku o 26 mm Hg. Po ochlazení dochází opět k opačným změnám, u probandů 2 a 4 došlo k nárůstu hodnot a u ostatních probandů naopak k poklesu. Nejvyšší pokles byl opět naměřen u probanda 4, kdy se naměřená hodnota systolického tlaku snížila o 12 mm Hg. Po pěti minutách v klidovém režimu došlo u všech probandů ke snížení hodnot. V poslední fázi, tedy po 10 minutách odpočinku od ochlazení se hodnoty systolického tlaku u všech zvýšily a přiblížily se původním naměřeným hodnotám před saunováním. U probandů 3 a 5 se hodnoty systolického tlaku po 10 minutách odpočinku dostaly téměř na původní naměřené hodnoty, rozdíl zde je pouze 1 mm Hg. Nejvyšší naměřený rozdíl mezi původními a posledními hodnotami byl zaznamenán u probanda 4, který měl v průběhu celého saunovacího cyklu největší výkyvy systolického tlaku.

Diastolický tlak po saunování u všech saunařů klesl, v další fázi se však naměřené hodnoty liší. U probandů 1, 4 a 5 nadále klesal a u probandů 2 a 3 vzrostl v průměru o 3 mm Hg. Po pěti minutách relaxace hodnoty u všech opět vzrostly a v některých případech dokonce vzrostly nad původní naměřené hodnoty (proband 2, 3 a 4). V poslední fázi se probandi rozdělili opět na dvě skupiny, prvnímu a druhému hodnoty



vzrostly, v obou případech nad úroveň výchozího stavu, probandovi 3, 4 a 5 hodnoty naopak klesly, u probanda 3 poslední naměřená hodnota vzrostla také nad původní, u probandů 4 a 5 byly poslední naměřené hodnoty nižší v průměru o 8 mm Hg.

**Obrázek 7 - Krevní tlak ostatní probandů**



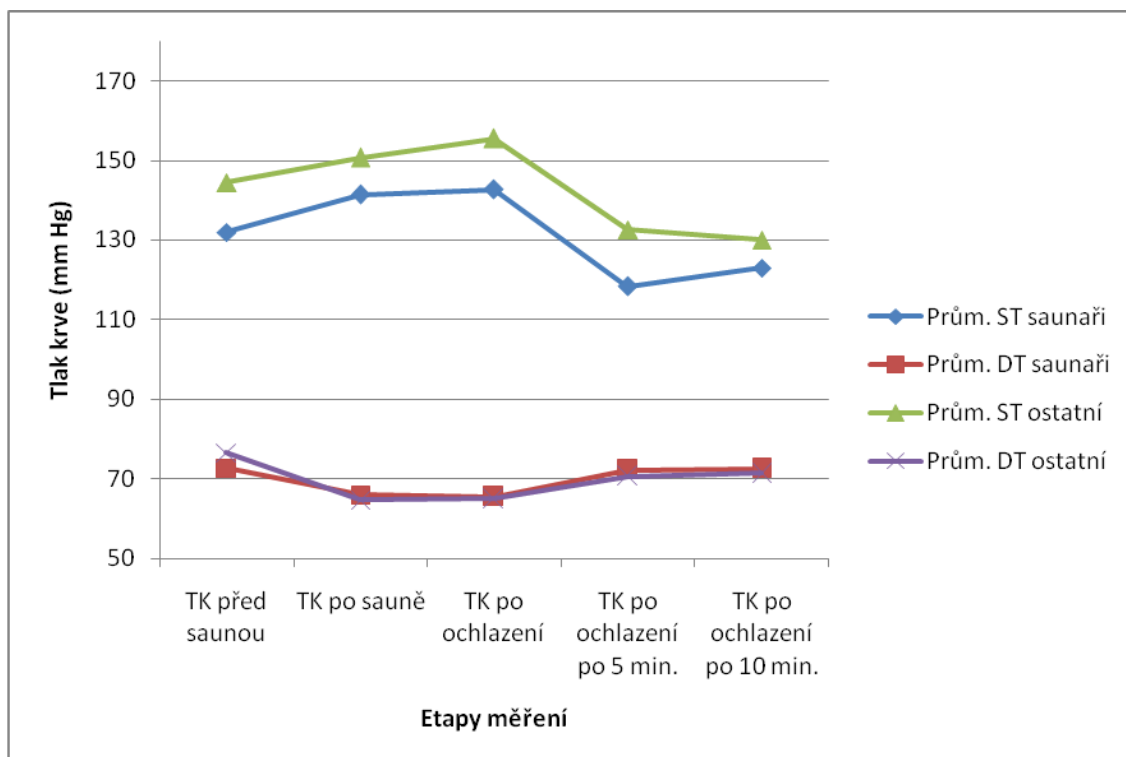
Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Hodnoty systolického tlaku naměřené u ostatních probandů se před saunováním pohybovaly v intervalu 127 – 156 mm Hg. Po saunování došlo u všech probandů kromě probanda 10 ke zvýšení systolického tlaku, nejvyšší nárůst byl zaznamenán u probanda 9, a to o 28 mm Hg. V následující fázi ihned po ochlazení u některých probandů hodnoty systolického tlaku vzrostly (proband 7, 8 a 10), u některých naopak klesly (proband 6 a 9). Po pětiminutovém odpočinku u všech probandů hodnoty klesly oproti hodnotám naměřeným po ochlazení. V poslední fázi, tedy 10 minut po ochlazení, u tří probandů hodnoty klesly a u dvou vzrostly. Nejvíce se poslední naměřené hodnoty přiblížily k původním u probanda 6, kdy došlo k absolutnímu poklesu systolického tlaku o 10 mm Hg.

Naměřené hodnoty diastolického tlaku u všech ostatních probandů na konci saunovacího cyklu u posledního měření klesly oproti původním hodnotám naměřeným před saunováním u všech kromě probanda 10, u kterého došlo k nárůstu o 4 mm Hg. Největší naměřený pokles diastolického tlaku mezi první a poslední hodnotou byl naměřen u probanda 8, a to o 10 mm Hg. Nejvýraznější změny diastolického tlaku

v průběhu saunovacího cyklu byly zaznamenány u probanda 6, kdy byl naměřen největší rozdíl mezi hodnotami po ochlazení a po pětiminutovém odpočinku. Absolutní pokles byl mezi těmito fázemi naměřen ve výši 25 mm Hg.

**Obrázek 8 - Průměrný krevní tlak**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Z výše uvedeného obrázku lze vyzorovat, že průměrné počáteční hodnoty systolického tlaku u saunařů dosahovaly 132 mm Hg. U ostatních probandů tyto hodnoty byly o 13 mm Hg vyšší. V průběhu celého saunovacího cyklu je tento rozdíl téměř ve stejné výši, pohybuje se v rozmezí 7 mm Hg – 14 mm Hg. V závěru saunovacího cyklu, tedy 10 minut po odpočinku, se křivky průměrného systolického tlaku obou skupin přiblížily o 7 mm Hg. Naopak nejvyšších rozdílů systolického tlaku dosahují křivky v prvním a třetím měření, tzn. před saunou a po ochlazení. V případě diastolického tlaku jsou hodnoty u saunařů v první fázi saunovacího cyklu (před saunou) nižší o 4 mm Hg, v ostatních případech jsou hodnoty nepatrně vyšší, max. o 1,6 mm Hg.

V následující tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty systolického tlaku v průběhu saunovacího cyklu včetně jednotlivých změn a statistické významnosti.

**Tabulka 4 - Hodnoty systolického krevního tlaku v průběhu saunovacího cyklu <sup>1</sup>**

| Probandi                       |    | Před saunou | Ihned po sauně | Změna | p  | Ihned po ochlazení | Změna | p  | 5 min. po ochlazení | Změna  | p | 10 min. po ochlazení | Změna | p  |
|--------------------------------|----|-------------|----------------|-------|----|--------------------|-------|----|---------------------|--------|---|----------------------|-------|----|
| Celý soubor<br>n=10<br>(mm Hg) | AP | 138,20      | 146,00         | 7,80  | ns | 149,00             | 3,00  | ns | 125,50              | -23,50 | * | 126,50               | 1,00  | ns |
|                                | SD | 12,75       | 19,18          | 6,43  |    | 17,28              | -1,91 |    | 14,34               | -2,94  |   | 11,31                | -3,03 |    |
| Saunaři<br>n=5<br>(mm Hg)      | AP | 132,00      | 141,10         | 9,10  | ns | 142,60             | 1,50  | ns | 118,40              | -24,20 | * | 123,00               | 4,60  | ns |
|                                | SD | 11,47       | 21,22          | 9,75  |    | 16,86              | -4,36 |    | 15,77               | -1,09  |   | 12,39                | -3,38 |    |
| Nesaunaři<br>n=5<br>(mm Hg)    | AP | 144,40      | 150,60         | 6,20  | ns | 155,40             | 4,80  | ns | 132,60              | -22,80 | * | 130,00               | -2,60 | ns |
|                                | SD | 11,76       | 18,02          | 6,26  |    | 16,88              | -1,15 |    | 9,37                | -7,51  |   | 10,17                | 0,80  |    |

Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Z tabulky vyplývá, že hodnoty naměřené 5 minut po ochlazení jsou statisticky významné jak u celého souboru, tak u jednotlivých skupin, tzn. u saunařů i nesaunařů. Ve všech ostatních případech jsou naměřené hodnoty nesignifikantní.

<sup>1</sup> Statisticky významné hodnoty: párový T-test \* $p \leq 0,05$ , ns – nesignifikantní hodnoty

AP – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

**Tabulka 5 - Hodnoty diastolického krevního tlaku v průběhu saunovacího cyklu**

| Probandi                       |    | Před saunou | Ihned po sauně | Změna  | p | Ihned po ochlazení | Změna | p  | 5 min. po ochlazení | Změna | p  | 10 min. po ochlazení | Změna | p  |
|--------------------------------|----|-------------|----------------|--------|---|--------------------|-------|----|---------------------|-------|----|----------------------|-------|----|
| Celý soubor<br>n=10<br>(mm Hg) | AP | 74,70       | 65,40          | -9,30  | * | 65,30              | -0,10 | ns | 71,40               | 6,10  | ns | 72,00                | 0,60  | ns |
|                                | SD | 6,29        | 5,97           | -0,32  |   | 7,87               | 1,91  |    | 9,55                | 1,67  |    | 10,95                | 1,41  |    |
| Saunaři<br>n=5<br>(mm Hg)      | AP | 72,80       | 66,00          | -6,80  | * | 65,60              | -0,40 | ns | 72,20               | 6,60  | *  | 72,60                | 0,40  | ns |
|                                | SD | 6,06        | 4,64           | -1,42  |   | 7,30               | 2,66  |    | 8,76                | 1,46  |    | 13,18                | 4,43  |    |
| Nesaunaři<br>n=5<br>(mm Hg)    | AP | 76,60       | 64,80          | -11,80 | * | 65,00              | 0,20  | ns | 70,60               | 5,60  | ns | 71,40                | 0,80  | ns |
|                                | SD | 6,58        | 7,60           | 1,02   |   | 9,27               | 1,68  |    | 11,26               | 1,99  |    | 9,76                 | -1,50 |    |

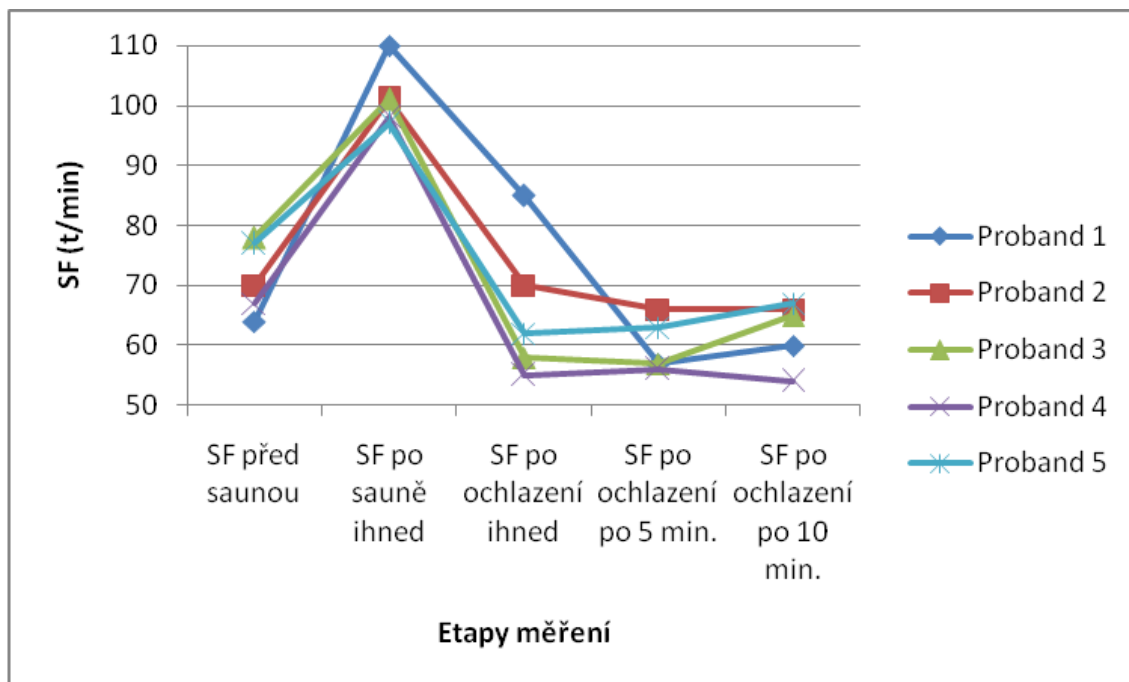
Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Hodnoty diastolického krevního tlaku byly zjištěny statisticky významně nižší při měření ihned po sauně. V rámci celého souboru a v rámci nesaunařů byly zbývající naměřené hodnoty statisticky nevýznamné. U saunařů byly při měření po minutách po ochlazení naměřeny statisticky významně vyšší hodnoty.

## 8.2.Srdeční frekvence

V této kapitole jsou zhodnoceny naměřené hodnoty všech saunařů a ostatních probandů a následně jsou zhodnoceny průměrné naměřené hodnoty. V příloze 5 jsou uvedeny všechny naměřené hodnoty srdeční frekvence v průběhu saunovacího cyklu.

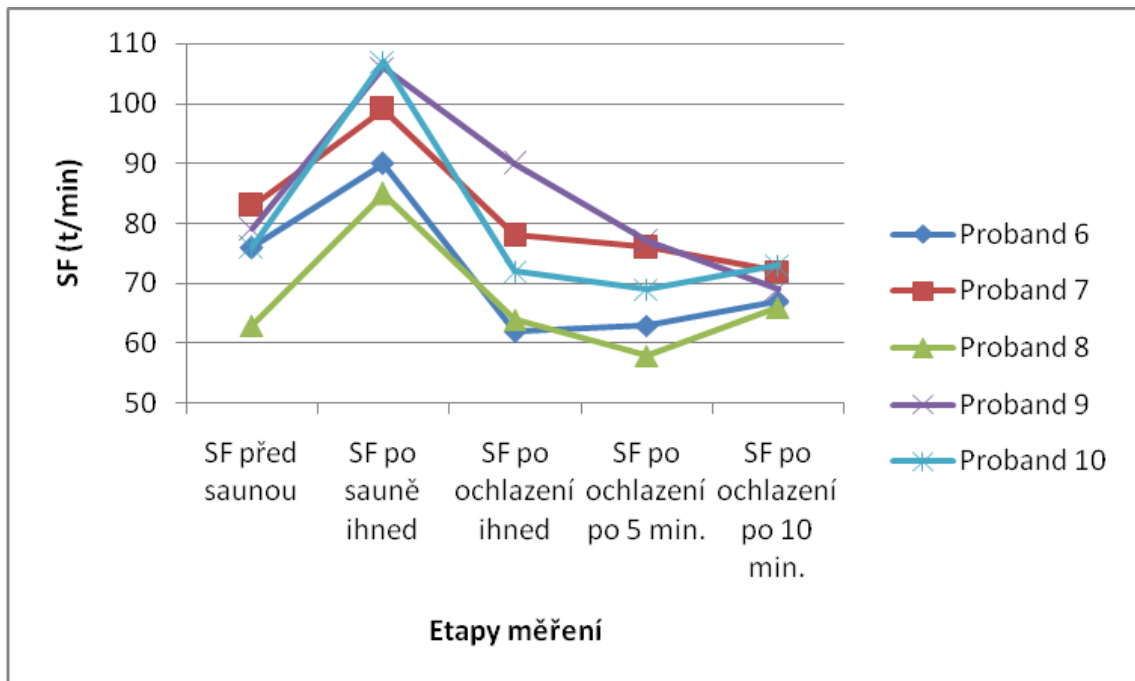
**Obrázek 9 - Srdeční frekvence saunaři**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Z obrázku je vidět, že reakce těla na hypertermické prostředí zapříčinila výrazný růst srdeční frekvence u všech saunařů ve srovnání s původními hodnotami naměřenými před saunou. Podobné změny lze zaznamenat také u ochlazení, kdy hodnoty naopak prudce klesaly a následně s odstupem několika minut se začaly dostávat opět do původních hodnot. Můžeme si všimnout probanda 1, kterému srdeční frekvence neklesala strmě pouze po ochlazení jako většině probandů, ale pokles pokračoval až do měření po 5 minutách po ochlazení. Můžeme se domnívat, že je to vlivem vyšší srdeční frekvence naměřené ihned po sauně a prodělaném nachlazení před měřením. Nejvyšší naměřené změny mezi prvním a druhým měřením byly u probanda 1, relativně došlo k nárůstu o 41,8 %. Nejvyšší pokles byl naopak zaznamenán u probandů 3 a 4 mezi druhou a třetí fází měření, tedy rozdíl mezi hodnotami ihned po sauně a ihned po ochlazení. U obou došlo k relativnímu poklesu o 42,6 %. Z obrázku lze dále vyzorovat, že kromě probanda 1 došlo v posledních třech fázích téměř ke shodě naměřených hodnot, výkyvy byly pouze minimální.

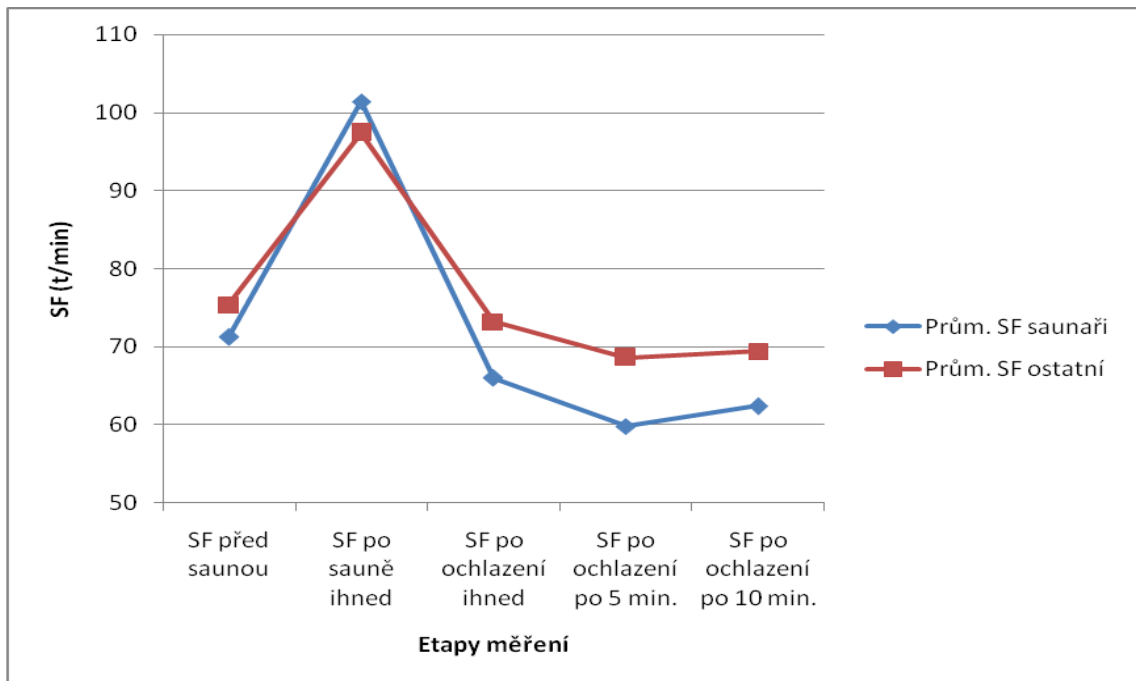
**Obrázek 10 - Srdeční frekvence ostatní**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Naměřené hodnoty u ostatních probandů jsou nerovnoměrné. Nejvýznamnější změny jsou zaznamenány u probandů 9 a 10, kde došlo k vzestupu srdeční frekvence u probanda 9 absolutně o 27 tepů za minutu a u probanda 10 dokonce o 31 tepů za minutu. U probandů 6 a 7 došlo k nejméně výrazné změně, hodnoty srdeční frekvence vzrostly méně než o 20 tepů za minutu. Proband 8 dosahuje téměř ve všech fázích saunovacího cyklu nejnižších naměřených hodnot, kromě fáze po ochlazení, kdy byly nejmenší hodnoty naměřeny probandu 6. V poslední fázi byly naměřené hodnoty téměř totožné, nacházely se v intervalu 66 – 73. Naopak v první fázi, tedy měření před saunou, byly naměřené hodnoty srdeční frekvence z intervalu 63 – 83.

**Obrázek 11 - Průměrné hodnoty srdeční frekvence**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

V tomto obrázku jsou porovnány průměrné hodnoty všech saunařů s průměrnými hodnotami ostatních probandů. Jak vidíme z obrázku výše, naměřené hodnoty saunařů jsou v jednotlivých stádiích saunovacího cyklu nižší než u ostatních probandů kromě hodnot naměřených bezprostředně po sauně. Rozdíly mezi jednotlivými naměřenými hodnotami jsou však u saunařů vyšší, největší změna nastala mezi druhou a třetí fází, tzn. mezi měřeními po sauně a poté po ochlazení, kdy došlo k poklesu naměřených hodnot o 35,4 tepů za minutu. U ostatních probandů došlo k největší změně mezi stejnými fázemi, kdy srdeční frekvence poklesla pouze o 24,2 tepů za minutu.

**Tabulka 6 - Hodnoty srdeční frekvence v průběhu saunovacího cyklu <sup>2</sup>**

| Probandi                         |    | Před saunou | Ihned po sauně | Změna | p | Ihned po ochlazení | Změna  | p | 5 min. po ochlazení | Změna | p  | 10 min. po ochlazení | Změna | p  |
|----------------------------------|----|-------------|----------------|-------|---|--------------------|--------|---|---------------------|-------|----|----------------------|-------|----|
| Celý soubor<br>n=10<br>(tep/min) | AP | 73,30       | 99,40          | 26,10 | * | 69,60              | -29,80 | * | 64,20               | -5,40 | ns | 65,90                | 1,70  | ns |
|                                  | SD | 6,83        | 7,62           | 0,79  |   | 11,66              | 4,05   |   | 7,76                | -3,91 |    | 5,55                 | -2,21 |    |
| Saunaři<br>n=5<br>(tep/min)      | AP | 71,20       | 101,40         | 30,20 | * | 66,00              | -35,40 | * | 59,80               | -6,20 | ns | 62,40                | 2,60  | ns |
|                                  | SD | 6,14        | 5,13           | -1,01 |   | 12,02              | 6,89   |   | 4,44                | -7,58 |    | 5,41                 | 0,97  |    |
| Nesaunaři<br>n=5<br>(tep/min)    | AP | 75,40       | 97,40          | 22,00 | * | 73,20              | -24,20 | * | 68,60               | -4,60 | ns | 69,40                | 0,80  | ns |
|                                  | SD | 7,50        | 9,71           | 2,21  |   | 11,37              | 1,66   |   | 8,20                | -3,16 |    | 3,05                 | -5,15 |    |

Zdroj: Vlastní zpracování

Hodnoty srdeční frekvence byly zjištěny statisticky významně vyšší po druhém měření, tzn. ihned po sauně. Hodnoty naměřené po ochlazení byly v rámci celého souboru i v rámci jednotlivých skupin naměřeny statisticky významně nižší. Hodnoty saturace kyslíku v krvi naměřené 5 minut po ochlazení v rámci celého souboru i v rámci jednotlivých skupin klesaly, v rámci posledního měření 10 minut po ochlazení naopak mírně stoupaly. Hodnoty získané ve dvou posledních měřeních byly u všech sledovaných skupin nesignifikantní.

### 8.3. Saturace kyslíku v krvi

Tato kapitola se zabývá problematikou saturace kyslíku v krvi v jednotlivých stádiích saunovacího cyklu, které byly srovnány u všech probandů. Naměřené hodnoty saturace kyslíku v krvi jsou uvedeny v příloze 6.

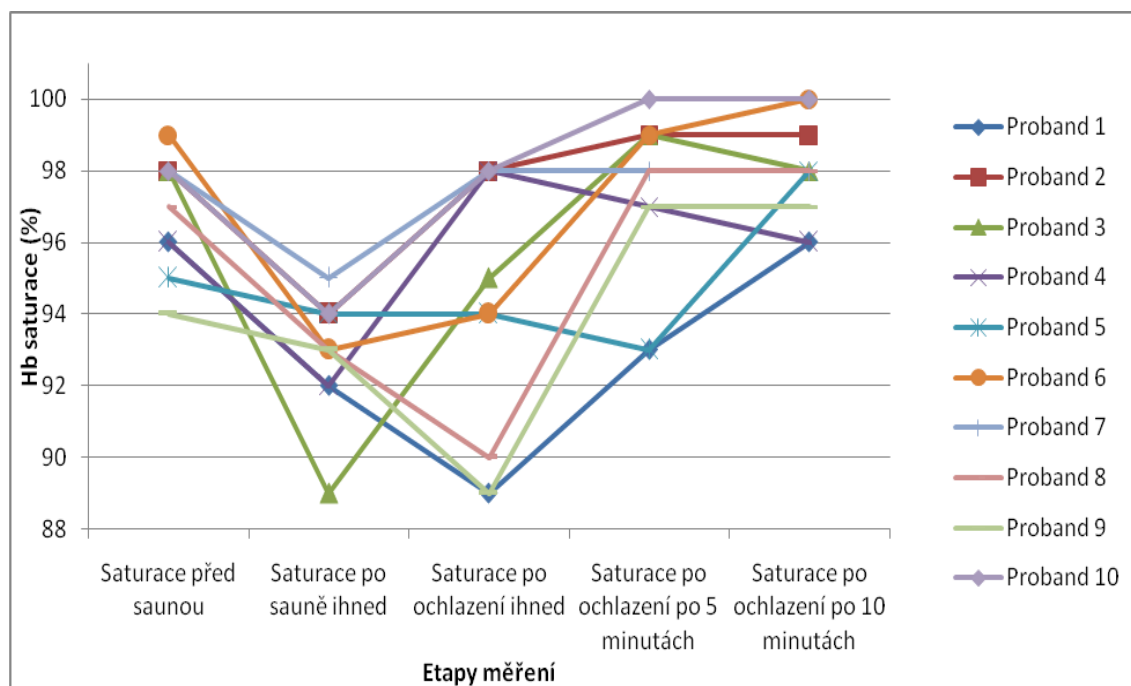
<sup>2</sup> Statisticky významné hodnoty: párový T-test \* $p \leq 0,05$ , ns – nesignifikantní hodnoty

AP – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka



**Obrázek 12 - Saturace kyslíku v krvi**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Počáteční hodnoty saturace kyslíku v krvi před saunou se téměř u všech probandů pohybují v normálních hodnotách popsané v tabulce 1 až na dva probandy (5 a 9), kterým je více než 40 let (viz. tabulka 2). Ihned po sauně saturace kyslíku klesla u všech probandů oproti výchozím hodnotám v celkovém průměru o 4 – 5 % SaO<sub>2</sub>.

Po ochlazení v ochlazovacím bazénku se probandi rozdělují do dvou skupin. Jedné skupině SaO<sub>2</sub> nadále klesá. Tuto skupinu tvoří probandi 1, 8, 9, u druhé skupiny hodnoty naopak vzrůstají. Relativně krátká doba po ochlazení, cca 2-3 minuty od výstupu ze sauny, stačila k tomu, aby se hodnota SaO<sub>2</sub> u některých probandů vrátila do původního stavu. Při pasivním odpočinku po 5 minutách se hodnoty SaO<sub>2</sub> vrátily, a dokonce u některých přesáhly, hodnoty před vstupem do sauny. Následně po dalším intervalu o délce 5 minut se hodnoty u všech probandů stabilizovaly na úroveň normálních hodnot, viz. Tabulka 1. Zároveň u všech probandů se hodnota SaO<sub>2</sub> vyrovnala hodnotám před vstupem do sauny nebo tuto hodnotu přesáhla a přiblížila k ideální hodnotě 98 % SaO<sub>2</sub>.

**Tabulka 7 - Hodnoty saturace kyslíku v krvi v průběhu saunovacího cyklu <sup>3</sup>**

| Probandi                        |    | Před saunou | İhned po sauně | Změna | p | İhned po ochlazení | Změna | p  | 5 min. po ochlazení | Změna | p  | 10 min. po ochlazení | Změna | p  |
|---------------------------------|----|-------------|----------------|-------|---|--------------------|-------|----|---------------------|-------|----|----------------------|-------|----|
| Celý soubor<br>n=10<br>(Hb v %) | AP | 96,90       | 92,90          | -4,00 | * | 94,30              | 1,40  | ns | 97,30               | 3,00  | ns | 98,00                | 0,70  | ns |
|                                 | SD | 1,60        | 1,66           | 0,07  |   | 3,80               | 2,14  |    | 2,45                | -1,35 |    | 1,41                 | -1,04 |    |
| Saunaři<br>n=5<br>(Hb v %)      | AP | 96,60       | 92,20          | -4,40 | * | 94,80              | 2,60  | ns | 96,20               | 1,40  | ns | 97,40                | 1,20  | ns |
|                                 | SD | 1,34        | 2,05           | 0,71  |   | 3,70               | 1,65  |    | 3,03                | -0,67 |    | 1,34                 | -1,69 |    |
| Nesaunaři<br>n=5<br>(Hb v %)    | AP | 97,20       | 93,60          | -3,60 | * | 93,80              | 0,20  | ns | 98,40               | 4,60  | *  | 98,60                | 0,20  | ns |
|                                 | SD | 1,92        | 0,89           | -1,03 |   | 4,27               | 3,37  |    | 1,14                | -3,13 |    | 1,34                 | 0,20  |    |

Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Naměřené hodnoty saturace kyslíku v krvi jsou statisticky významné ve všech skupinách (celý soubor/saunaři/nesaunaři) v případě měření bezprostředně po saunování. İhned po saunování došlo u všech skupin k poklesu průměrných naměřených hodnot. Zároveň je statisticky významná změna, která nastala 5 minut po ochlazení u nesaunařů. Ve všech ostatních případech se jedná o nesignifikantní hodnoty.

#### 8.4. Výsledky dotazníku

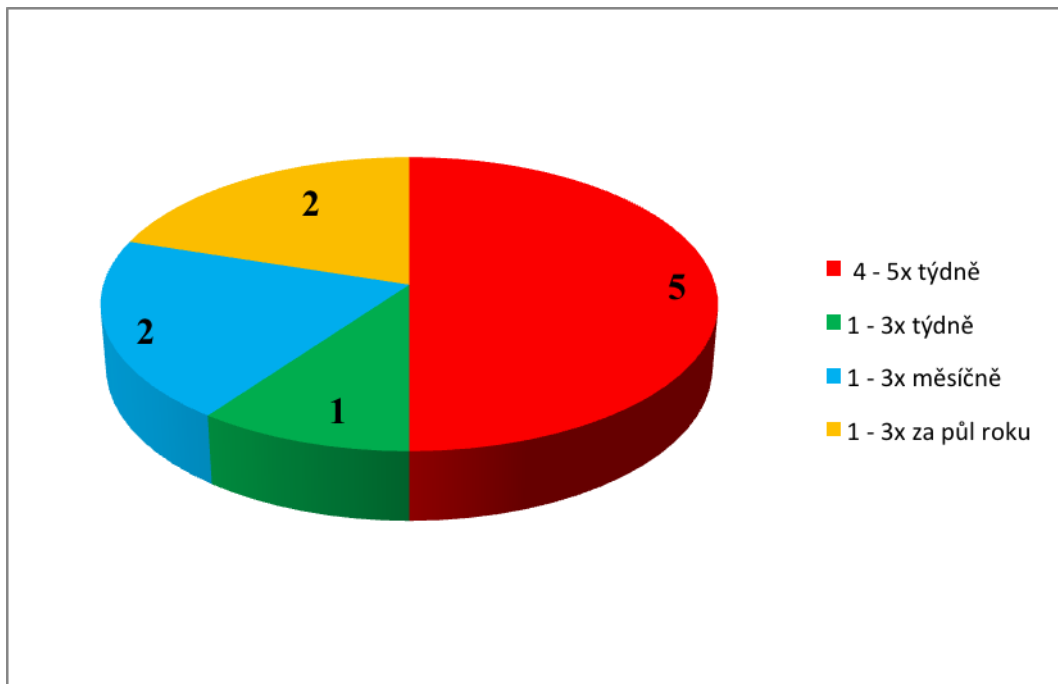
V této kapitole jsou vyhodnoceny odpovědi z dotazníku, který obdržel každý proband před testováním. Jsou zde zhodnoceny výsledky a možný vliv na výsledky měření.

<sup>3</sup> Statisticky významné hodnoty: párový T-test \* $p \leq 0,05$ , ns – nesignifikantní hodnoty

AP – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

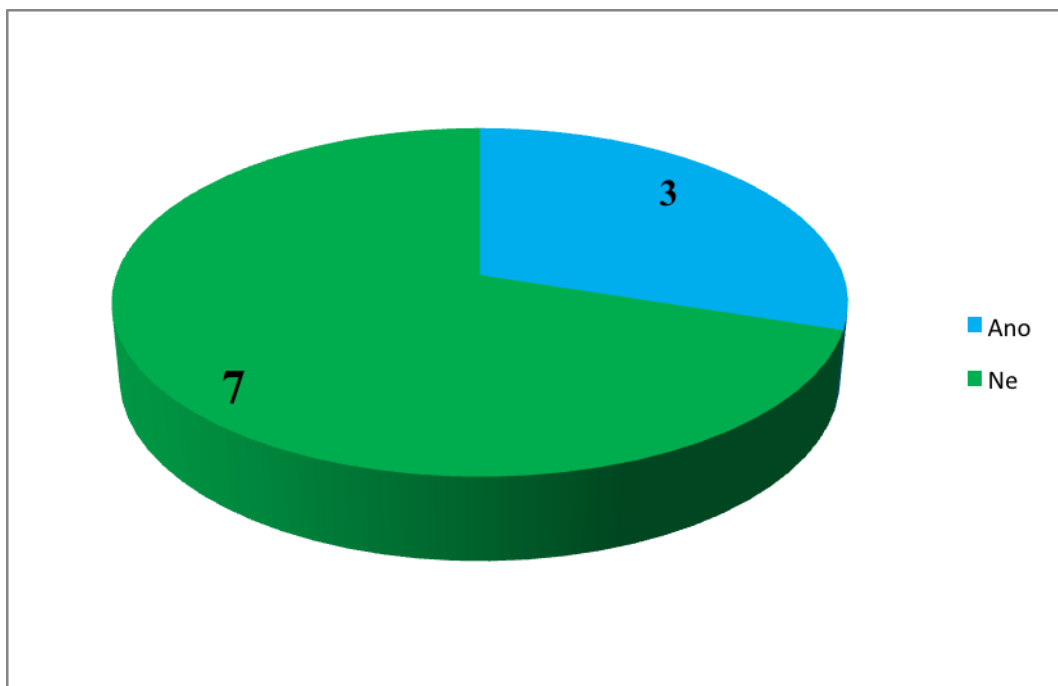
**Obrázek 13 - Jak často navštěvujete saunu?**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Z obrázku vyplývá, že 5 probandů, kteří navštěvují saunu 4 – 5x týdně, patří do skupiny saunařů. Ostatní probandi se rozdělily do zbývajících skupin. Četnost saunování může mít vliv na všechny měřené hodnoty v této práci. Je proto velmi důležité vědět, jak často jednotliví probandi navštěvují saunu.

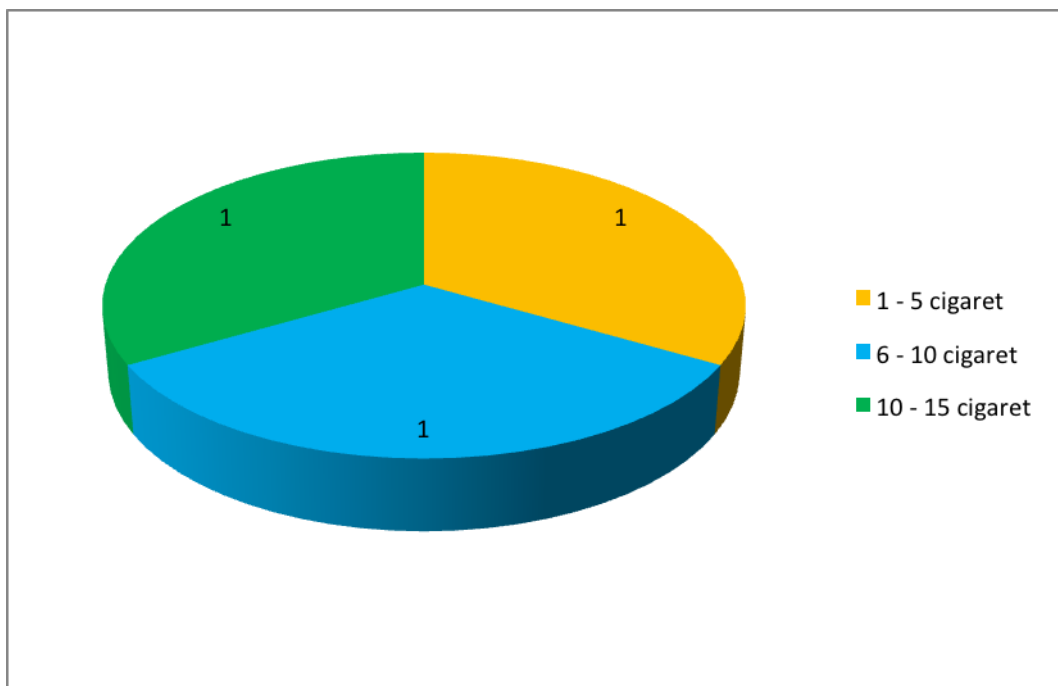
**Obrázek 14 - Jste kuřák?**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Na výše uvedeném obrázku jsou rozděleni probandi do dvou skupin, na kuřáky a nekuřáky. Mezi kuřáky patří probandi 1, 3 a 4, kteří jsou ze skupiny saunařů. Kouření má na saunování a na organismus člověka významný vliv. Kuřáci mají všeobecně vyšší krevní tlak, tím může tedy dojít ke zkreslení výsledků měření. Kouření má také vliv na srdeční frekvenci, jejíž hodnoty zvyšuje. Na obrázku 9 si lze všimnout, že tito probandi dosahovali v jednotlivých fázích saunovacího cyklu největších výkyvů mezi saunaři. Pokud bychom je chtěli porovnat i s ostatními probandy, můžeme v příloze 5 zjistit, že také ve srovnání s nimi dosahují v některých fázích výrazně vyšších hodnot.

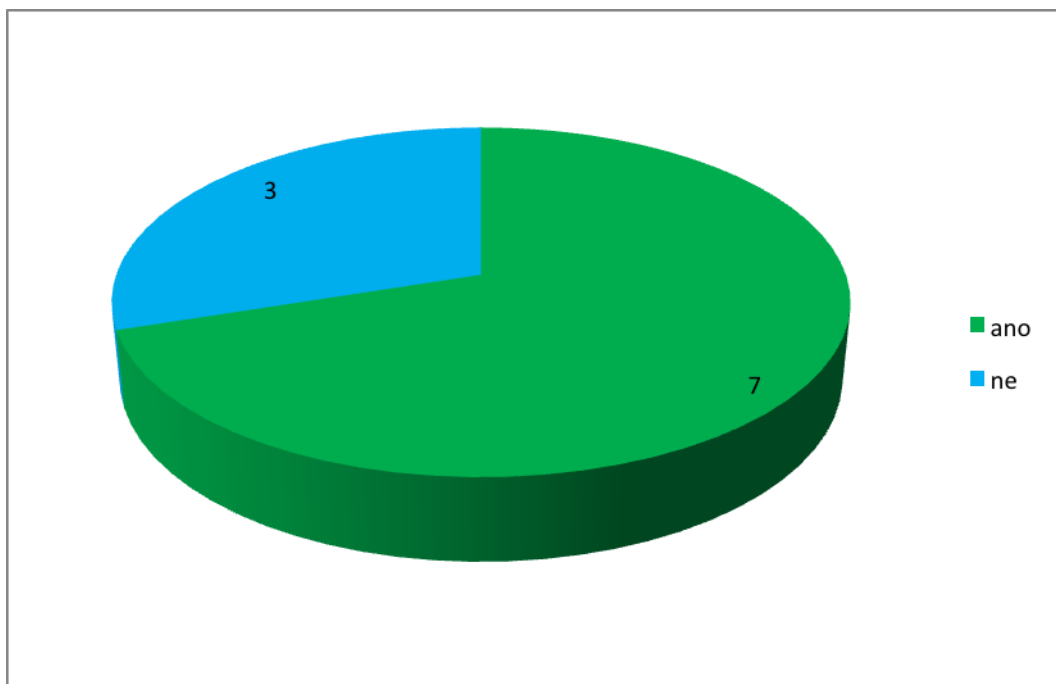
**Obrázek 15 - Kolik cigaret denně vykouříte?**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Pouze tři probandi z celého vybraného vzorku testovaných jsou kuřáci. První z nich vykouří „pouze“ 1 – 5 cigaret denně, druhý 6 – 10 cigaret denně, třetí dokonce 10 – 15 cigaret denně. Zejména poslední množství vykouřených cigaret může výrazně ovlivnit výsledky měření. Na obrázku 6 lze tuto možnost vyzorovat. Jednotliví probandi, kteří v dotazníku uvedli, že kouří, dosahují téměř nejvyšších naměřených hodnot. Zejména proband 3, který vykouří největší množství cigaret denně, dosahuje nejvyšších hodnot v průběhu celého saunovacího cyklu v rámci systolického a téměř ve všech hodnotách i v rámci diastolického tlaku. I přesto že proband 4 vykouří více cigaret než proband 1, dosahuje jeho systolický i diastolický tlak ve všech stádiích saunovacího cyklu nižších hodnot, to může být zapříčiněno nachlazením, které prodělal proband 1 před měřením.

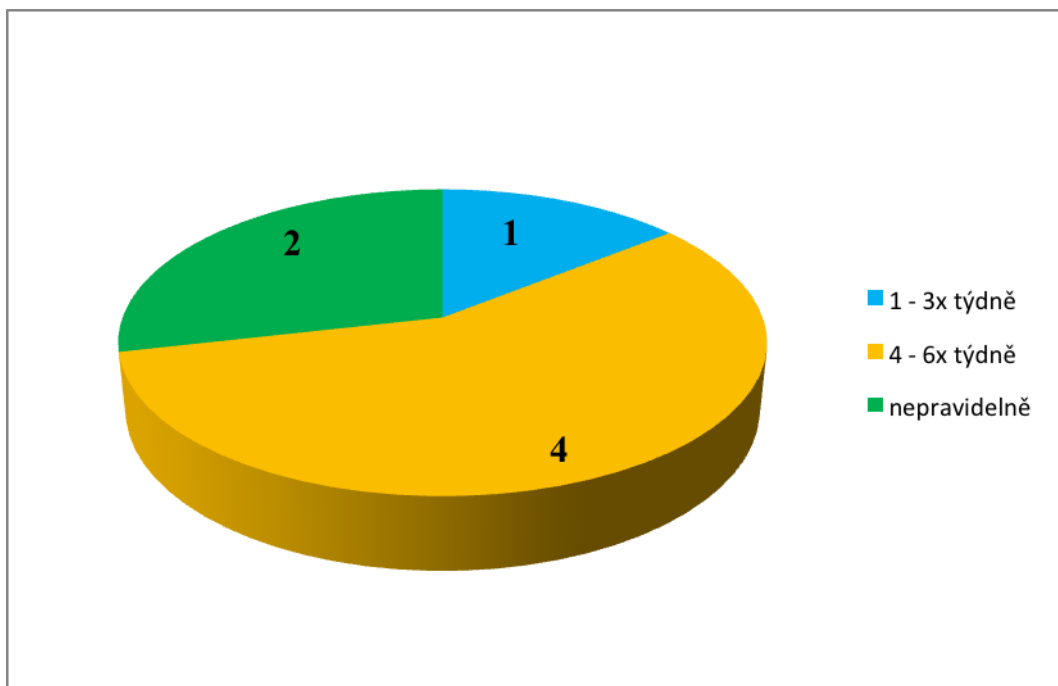
**Obrázek 16 - Věnujete se aktivně nějakému sportu?**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Pouze dva probandi ze skupiny saunařů (proband 3 a 5) a proband 9 ze skupiny ostatních uvedli v dotazníku, že se aktivně nevěnují sportu. Sportovci všeobecně mají lepší fyzickou kondici, což může také souviset s vlivem sauny na organismus jedince. Ti, kteří pravidelně sportují, by v klidu měli mít nižší srdeční frekvenci než ti, kteří se sportu nevěnují. Zároveň vliv pobytu v sauně by měli sportovci snášet lépe. Záleží však na dalších faktorech, jako je kalendářní věk, tělesná hmotnost a zdravotní stav.

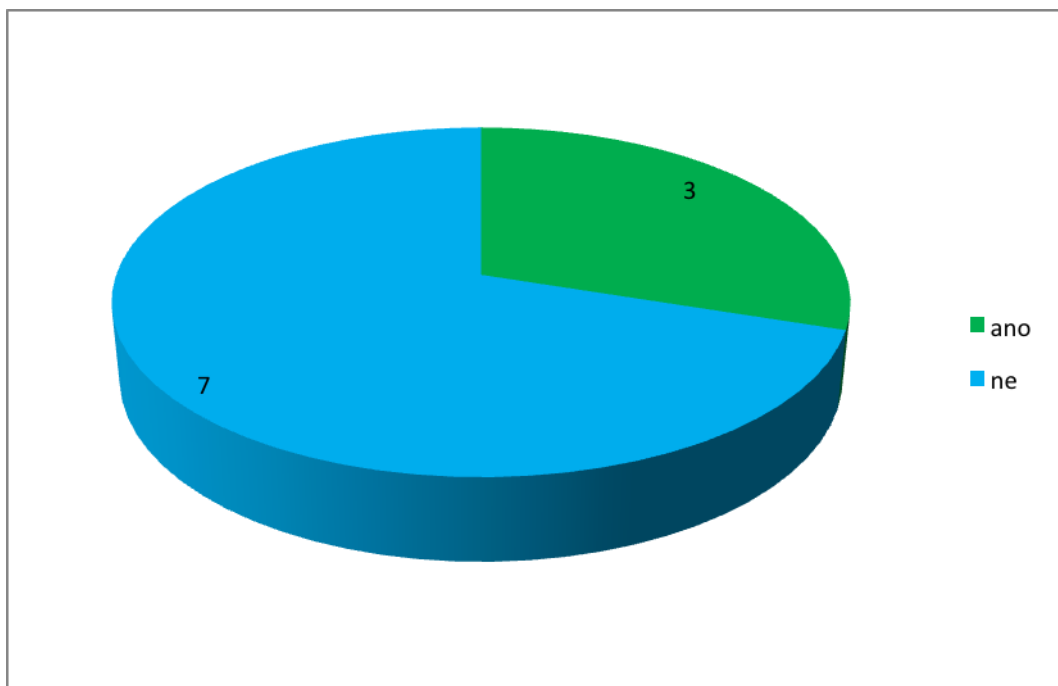
**Obrázek 17 - Jak často sportujete?**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Do skupiny nepravidelně věnujících se aktivně sportu patří proband 1 a 3. Proband 4 se věnuje aktivně sportu 1 – 3x týdně. Na základě obrázku 6 lze říci, že jedinci věnující se sportu aktivně 4 – 6x týdně (proband 6, 7, 8, 10) mají menší výkyvy mezi naměřenými hodnotami krevního tlaku v průběhu saunovacího cyklu. Všichni jsou ze skupiny ostatních probandů, jedná se tedy o osoby, které saunu navštěvují nepravidelně. I přesto v některých místech dosahují lepších hodnot právě díky své fyzické zdatnosti a zvyku na fyzickou zátěž. Hodnoty srdeční frekvence jsou u sportovců podobné jako v případě krevního tlaku. Zejména u těch, kteří se věnují sportu často, byly zaznamenány nejnižší naměřené hodnoty po saunování. S klesající četností sportování stoupá srdeční frekvence.

**Obrázek 18 - Trpíte nějakým druhem onemocnění?**

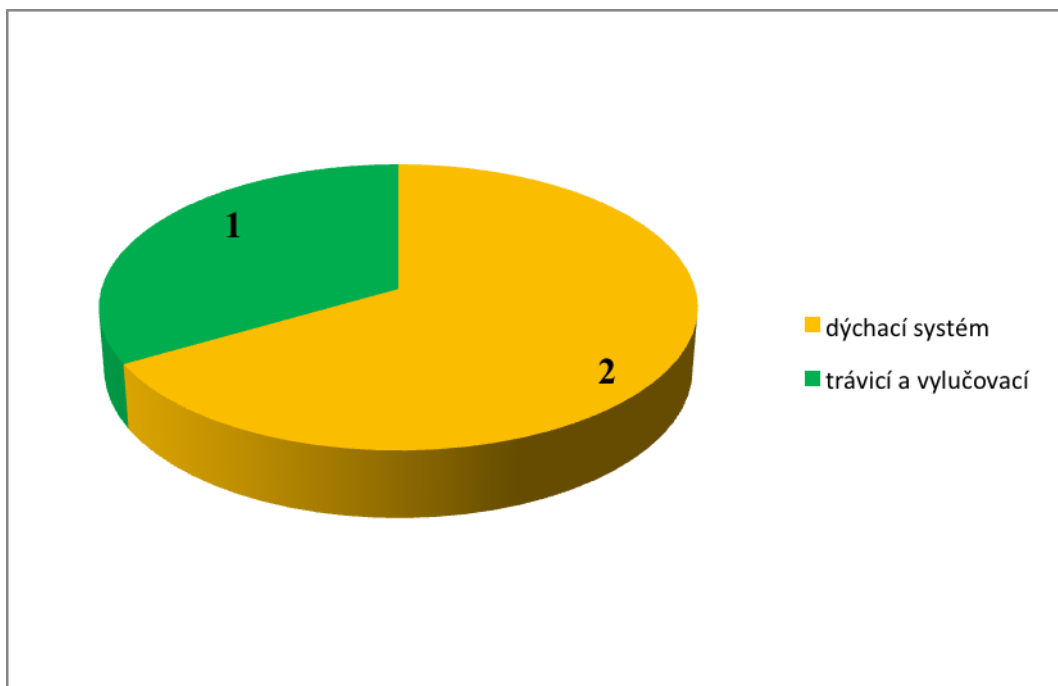


Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Pouze tři probandi trpí onemocněním, které je může limitovat v každodenním životě. Jedná se o probandy 3 a 4 ze skupiny saunařů a probanda 7 ze skupiny ostatních probandů. Je zajímavé, že dva trpí onemocněním dýchacích cest, ale zároveň to jsou dva ze tří kuřáků v tomto testování. Toto je velice špatná kombinace, která může výrazně ovlivnit výsledky měření. I přesto že by jako saunaři měli mít nižší hodnoty než ostatní probandi, není tomu u nich tak, což může být zapříčiněno právě kombinací onemocnění a kouření. Všeobecně má sauna na onemocnění respiračního systému pozitivní vliv, avšak v této kombinaci je její vliv na zlepšení zdravotního stavu diskutabilní.



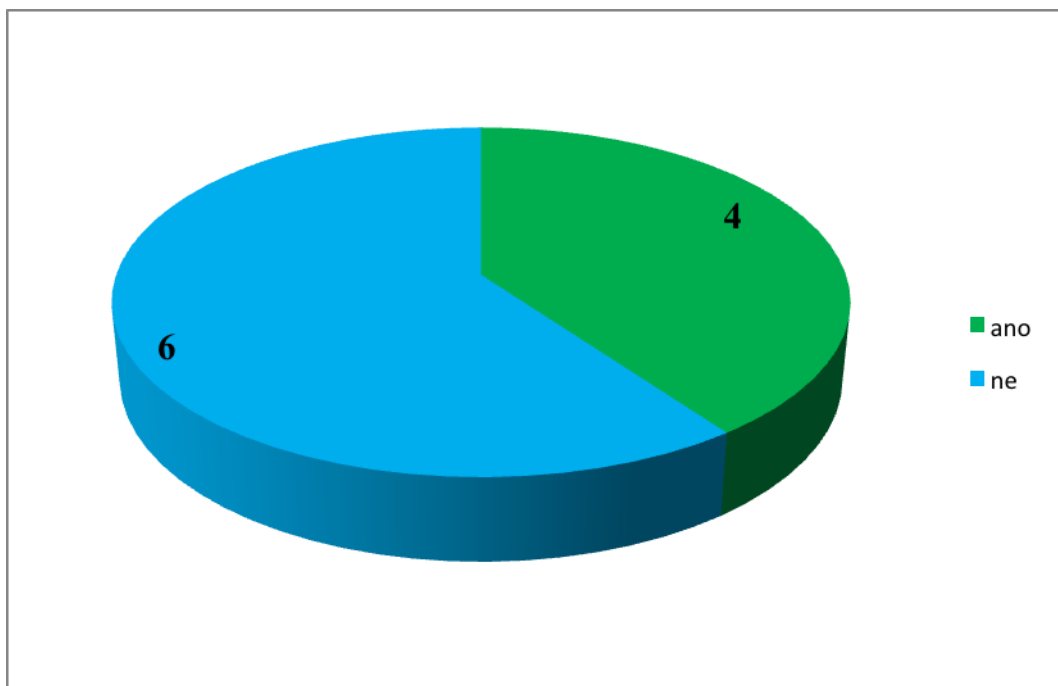
**Obrázek 19 - Jakým druhem onemocnění trpíte?**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Probandi 3 a 4 trpí onemocněním dýchacího systému a proband 7 trpí onemocněním trávicí a vylučovací soustavy. Zejména jedinci trpící onemocněním dýchacího systému by měli saunu navštěvovat častěji, neboť díky tomu lze docílit zlepšení kapacity a funkce plic. Ve sledované skupině nebyli žádní jedinci trpící onemocněním kardiovaskulárního systému, na které má sauna velice pozitivní účinek. Co se týká onemocnění vylučovací a trávicí soustavy, lze na základě studií říci pouze to, že během saunování dochází k poklesu vylučování moči. V sauně se však dá skvěle relaxovat a odplavují se v ní z těla škodlivé látky, které mohou ovlivňovat funkci všech orgánů v těle, a zároveň dochází k posilování imunity. Pobytem v sauně lze tak alespoň v minimální míře ovlivnit většinu onemocnění.

**Obrázek 20 - Užíváte nějaké suplementy nebo medikamenty?**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Také užívané léky mohou ovlivnit vliv saunování na organismus jedince a vzniklé změny v jednotlivých stádiích. Proband 10 bere suplementy využívající se k podpoře cvičení a zvýšení výkonnosti. Proband 3 a 4 užívají medikamenty k léčbě dýchacích obtíží. Proband 7 užívá kortikoidy, což jsou léky, které mají jako jeden z účinků na tělo zvýšení krevního tlaku. I přesto tento proband nevykazuje až tak vysoké hodnoty, jak by pravděpodobně měl z důvodu užívání těchto léků. Na obrázku 7 si lze všimnout, že jeho hodnoty v některých částech saunovacího cyklu (v první a poslední fázi, tedy před saunou a po odpočinku) dosahují nejnižších hodnot. Jak již bylo zmíněno výše, může to být také ovlivněno jeho velice dobrou fyzickou kondicí, jelikož sportuje 4 – 6x týdně.

## 9. Diskuse

Výsledky získané z výzkumů týkajících se vlivu saunování na kardiovaskulární systém jsou různorodé. V případě srdeční frekvence se však všichni autoři shodují, že se jedná o zátěž, která vyvolává zvýšení srdeční frekvence. Liší se pouze zvýšení srdeční frekvence v závislosti na intenzitě saunování (teplota, vlhkost, délka pobytu v sauně).

Systolický i diastolický krevní tlak byly testovány na hladině významnosti  $p < 0,05$ . V rámci tohoto testování bylo zjištěno, že v případě systolického krevního tlaku jsou statisticky významné pouze hodnoty naměřené po 5 minutách po ochlazení, všechny ostatní hodnoty jsou nesignifikantní. V případě diastolického tlaku byly statisticky významné hodnoty u všech skupin naměřené ihned po sauně. U saunařů také došlo ke statisticky významnému zvýšení naměřených hodnot 5 minut po ochlazení, což potvrzuje druhou část hypotézy č. 1, že hodnoty krevního tlaku budou navráceny do původního stavu v kratším čase. Z obrázku 8 je zřejmé, že průměrné hodnoty systolického tlaku jsou u saunařů nižší než u ostatních probandů, což potvrzuje hypotézu 1. Zároveň má křivka průměrného systolického tlaku od měření po 5 minutách po ochlazení vzrůstající tendenci. Tudíž lze předpokládat, že při dalším měření (např. po 15 minutách od ochlazení v klidovém režimu) by se hodnoty navrátily do původního stavu, který byl naměřen před vstupem do sauny. U ostatních probandů má křivka průměrného systolického tlaku klesající tendenci již od měření po ochlazení. Tento trend trvá nadále, tudíž lze předpokládat, že do původních hodnot bude systolický tlak navrácen po delším čase, což potvrzuje druhou část hypotézy 1. Nižší naměřené hodnoty a rychlejší návrat k původnímu stavu mohou být důsledkem odlišné četnosti návštěvnosti sauny a odlišné zvyklosti těla na hypertermické prostředí a celkově změny teplot. Na vše výše zmíněné jsou saunaři z důvodu téměř každodenního pobytu v tomto prostředí zvyklí více, jejich tělo se tak dokáže s těmito změnami lépe vyrovnat. Hodnoty průměrného diastolického tlaku se mění opačně než hodnoty průměrného systolického tlaku. Po pobytu v sauně a po ochlazení má klesající tendenci a poté se začíná postupně vracet do původních hodnot při měření v klidovém režimu. V literatuře se uvádí, že tyto změny jsou vyvolány rozšířením periferního cévního řečiště (Mikolášek, 2007). Několik autorů se zabývalo vlivem saunování na kardiovaskulární systém, konkrétně na změny krevního tlaku. Jejich názory se však rozcházejí. Někteří tvrdí, že systolický krevní tlak zůstává nezměněn (Vuori, 1988; Leppäluoto, 1988; Tei a

kol., 1994) a další naopak uvádí, že systolický krevní tlak po pobytu v sauně klesá (Giannetti a kol., 1999; Winterfeld HJ a kol., 1993; Taggart, P. a kol., 1972; Davies, H., 1975). V rámci diastolického tlaku Giannetti a kol. (1999) a Roine a kol. (1992) uvádí, že jeho hodnoty se nemění. Dle Kukkonen – Harjula a Kauppinen (2006), Tei a kol. (1994), Leppäluoto (1986), Taggart a kol. (1972), Sohar a kol. (1976), Luurila a kol. (1989) dochází ke snížení diastolického tlaku. Všeobecně lze říci, že vlivy sauny na změny krevního tlaku jsou různé, což může být zapříčiněno několika důvody, mezi které patří výběr probandů, doba měření, podmínky měření apod.

Srdeční frekvence je využívána pro posouzení intenzity zatížení, což je v případě měření pobyt v sauně a ochlazení v ochlazovacím bazénku. Srdeční frekvence u všech probandů po saunování vzrostla, čímž byla potvrzena hypotéza 2. Hypotézu 2 potvrzuje také statistická významnost hodnot naměřených ihned po sauně. U všech skupin došlo ke statisticky významnému zvýšení, po ochlazení naopak ke statisticky významnému snížení. Jedná se o změnu, kterou popisují všichni autoři stejně. Někteří uvádí, že může dojít ke zvýšení srdeční frekvence až o 50 % (Mikolášek, 2007; North American Sauna Society, 2015). Maximální zvýšení bylo naměřeno u probanda 1, kdy došlo k relativnímu zvýšení o 41,8 %. Dále se v literatuře uvádí, že hodnoty po ochlazení začínají klesat a poté se vracet do původních hodnot (Sawicka, Brzostek, Kowalski, 2007). Toto tvrzení lze vidět na obrázku 11 či v příloze 5. Průměrný relativní nárůst u saunařů byl zaznamenán ve výši 30,2 % a u ostatních probandů 22 %. Sauna simuluje pouze mírnou formu zátěže. Z toho důvodu mohou být naměřené hodnoty u saunařů vyšší, i přesto že se v sauně vyskytují častěji než ostatní probandi. Mezi ostatními probandy je však většina aktivně sportujících, viz. Obrázek 17. Vliv na naměřené hodnoty může mít jak fyzická zdatnost, tak životospráva, užívané léky a další proměnné.

Z obrázku 12 lze vyzkoušet, že u všech probandů dochází po pobytu v sauně k poklesu saturace kyslíku v krvi, čímž se potvrzuje hypotéza 3. Tuto hypotézu lze potvrdit také na základě statistické významnosti hodnot naměřených ihned po saunování. V této fázi došlo ke statisticky významnému snížení hodnot jak u celého sledovaného souboru, tak u jednotlivých skupin (saunaři/neusaunaři). Další statisticky významná hodnota se objevuje u nesaunařů 5 minut po ochlazení, ostatní hodnoty měření jsou nesignifikantní u všech skupin. V další fázi, tedy po ochlazení, dochází u probandů 1, 8 a 9 k dalšímu poklesu, u ostatních probandů hodnoty naopak stoupají zpět

k původním hodnotám. Tento pokles může být zapříčiněn vyšší tělesnou hmotností. Tělesná hmotnost všech tří probandů se pohybuje kolem 100 kg. Dalším faktorem, který by mohl saturaci kyslíku v krvi ovlivnit, je tělesná výška. Všichni tři sledovaní měří kolem 190 cm. Lze tedy předpokládat, že vysoká tělesná hmotnost i výška mohou ovlivnit hodnoty saturace kyslíku v krvi. Vliv této proměnné by se mohl zkoumat v dalších výzkumech. U několika probandů se hodnoty v závěru měření navrátily do původního stavu, avšak u probandů 2, 5, 6, 8, 9, 10 se jejich hodnoty naopak zvýšily. Z tabulky 2 a přílohy 6 si lze všimnout probandů 5 a 9, kteří sice každý patří do jiné skupiny, ale oba svým věkem spadají do kategorie nad 40 let. Hodnoty saturace kyslíku v krvi u obou dosahují nižších hodnot než u ostatních s výjimkou probanda 1, který před měřením prodělal nachlazení, které mohlo ovlivnit naměřené hodnoty. V průběhu saunovacího cyklu jsou hodnoty těchto probandů stále nižší a v několika fázích dokonce pod normálními hodnotami, avšak v závěru saunovacího cyklu, tedy po 10 minutovém odpočinku od ochlazení se jejich hodnoty dostaly do intervalu hodnot normálních (95 – 98 %). Lze tedy říci, že saunování slouží mimo jiné k normalizaci hodnot saturace kyslíku v krvi. Dalším výzkumem by se dalo prokázat, zda má opravdu věk probanda vliv na naměřené hodnoty.

V rámci praktické části se všechny hypotézy potvrdily, avšak očekávané výraznější rozdíly mezi naměřenými hodnotami jednotlivých skupin se nedostavily. V některých fázích měření dokonce probandi navštěvující saunu nepravidelně se přiblížili více k ideálním hodnotám krevního tlaku, srdeční frekvence a saturace kyslíku v krvi. Příčinou může být například fakt, že jsou aktivní sportovci a mají tak lepší fyzickou kondici, která může ovlivnit naměřené hodnoty, neboť sauna má na tělo vliv jako mírná forma zátěže. Větších rozdílů mezi jednotlivými skupinami by se mohlo dosáhnout vyšší teplotou v sauně, delším pobytem v sauně nebo aplikací saunové procedury, na kterou druhá skupina není zvyklá. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami mohou být zapříčiněny z několika důvodů, mezi které patří například věk, hmotnost, životospráva, zdravotní stav apod.

Naměřené hodnoty byly otestovány pomocí párového T-testu na hladině významnosti  $p < 0,05$ . Většina hodnot byla označena za nesignifikantní, což může být důsledkem omezeného počtu probandů, kteří se zúčastnili testování. V případě testování na více probandech by byly výsledky statisticky významější.

## 10. Závěr

Hlavním cílem této práce bylo zhodnocení vlivu saunování na změny krevního tlaku. V rámci tohoto cíle byla stanovena hypotéza rozšířená o další dvě hypotézy týkající se kardiovaskulárního systému.

Na základě získaných dat byly potvrzeny všechny stanovené hypotézy. Naměřené hodnoty byly otestovány pomocí párového T-testu na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

Hodnoty systolického tlaku v průměru vzrostly a hodnoty diastolického tlaku v průměru klesly, což zároveň potvrzuje některé předchozí studie zabývající se vlivem saunování na kardiovaskulární systém.

V rámci hypotézy 2 bylo potvrzeno, že srdeční frekvence po pobytu v sauně vzroste. To bylo potvrzeno u všech sledovaných probandů. Zároveň byly potvrzeny předchozí studie, ve kterých se autoři shodují, že po pobytu v sauně srdeční frekvence narůstá. Tato hypotéza byla zároveň potvrzena statistickou významností naměřených hodnot ihned po saunování.

Saturace kyslíku v krvi ihned po saunování klesla u všech probandů, čímž byla potvrzena hypotéza 3. Byla zároveň zjištěna statistická významnost naměřených hodnot v tomto stádiu saunovacího cyklu.

Z analýzy naměřených výsledků a předchozích studií vyplývá, že sauna má blahodárný vliv na všechny měřené veličiny. Všichni probandi se po absolvování celého saunovacího cyklu přiblížili ideálním hodnotám krevního tlaku, srdeční frekvence a saturace kyslíku v krvi, i když těchto hodnot před začátkem měření nedosahovali.

Působení sauny na tělesné systémy je oblast, která by se dala ještě dále a podrobněji zpracovávat. K ověření správnosti výsledků by bylo vhodné provést další měření na stejných probandech, případně zkoumající skupinu rozšířit, což není možné splnit v rozsahu stanoveném pro diplomovou práci.

Práce by měla sloužit jako vzor, jak by se mělo dále postupovat v této oblasti a jakým směrem by se mohly další výzkumy ubírat.

## Seznam použité literatury

### Literární zdroje

DYLEVSKÝ, I. Funkční anatomie. Praha: Grada Publishing, 2009. 544 stran. ISBN: 978-80-247-3240-4

ENGEL, P. FRITSCHÉ, A. Die Wirkungen des Saunabades bei Sauna-gewohnten und-ungewohnten Menschen im Alter zwischen 62 und 82 Jahren. XI. International Sauna Congress, Finland, 1994.

ESTRIDGE, B. REYNOLDS, A. WALTERS, N. Basic Medical Laboratory Techniques – Fourth Edition. Thompson Learning, 2000. ISBN: 0-7668-1206-5

JABOR, A. Vnitřní prostředí. Praha: Grada Publishing, 2008. 560 stran. ISBN: 978-80-247-1221-5

KALVACH, Z. ČELEDOVÁ, L. HOLMEROVÁ, I. JIRÁK, R. ZAVÁZALOVÁ, H. WIJA, P. Křehký pacient a primární péče. Praha: Grada Publishing, 2011. 400 stran. ISBN: 978-80-247-7026-3

KŘIVÁNKOVÁ, M. HRADOVÁ, M. Somatologie – Učebnice pro střední zdravotnické školy. Praha: Grada Publishing, 2009. 224 stran. ISBN: 978-80-247-2988-6

MIKOLÁŠEK, A. Saunujme i děti. Praha: Nakladatelství H&H Vyšehradská, s.r.o., 2007. 168 stran. ISBN: 978-80-7319-068-2

MATEJ, M. Kolektiv, Sauna v zdraví a chorobe. Turany: Osveta, 2005. 284 stran. ISBN: 80-8063-170-0

MERKUNOVÁ, A. OREL, M. Anatomie a fyziologie člověka. Praha: Grada Publishing, 2008. 304 stran. ISBN: 978-80-247-1521-6

MOUREK, J. Fyziologie – Učebnice pro studenty zdravotnických oborů, 2., doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2012. 224 stran. ISBN: 978-80-247-3918-2

LANGMEIER, M. Kolektiv. Základy lékařské fyziologie. Praha: Grada Publishing, 2009. 320 stran. ISBN: 978-80-247-2526-0

LETOŠNÍK, R. Sauna. Praha: Grada, 2005. 100 stran. ISBN: 978-80-247-6111-4

MLÝNKOVÁ, J. Pečovatelství 1. Díl – Učebnice pro obor sociální péče – pečovatelská činnost. Praha: Grada Publishing, 2010. 272 stran. ISBN: 978-80-247-3184-1

ROSINA, J. KOLÁŘOVÁ, H. STANEK, J. Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů. Praha: Grada Publishing, 2006. 232 stran. ISBN: 80-247-1383-7

SANNER, B. KREUZER, I. STURM A. Sauna bei arterieller Hypertonie. Dtsch Med Wschr, 1993.

SLAVÍKOVÁ, J. ŠVÍGLEROVÁ, J. Fyziologie dýchání. Univerzita Karlova v Praze, 2012. 95 stran. ISBN: 978-80-246-2065-7

SOUČEK, M. ŠPINAR, J. SVAČINA, P., KOLEKTIV. Vnitřní lékařství pro stomatology. Praha: Grada Publishing, 2005. 380 stran. ISBN: 80-247-1367-5

ŠEBLOVÁ, J. KNOR, J. Urgentní medicína v klinické praxi lékaře. Praha: Grada, 2013. 416 stran. ISBN: 978-80-247-4434-6

TROJAN, S. Kolektiv. Lékařská fyziologie. Praha: Grada Publishing, 2003. 772 stran. ISBN: 80-247-0512-5

ZÁKON, 2011. Zákon č. 238/2011 Sb., Vyhláška o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. [online] ISSN 1211-1244. Dostupný z: [http://www.mzcr.cz/Legislativa/dokumenty/vyhlasaka-c97/2014-sb-ktterou-se-meni-vyhlasaka-c238/2011-sb-o-stanoveni-hy\\_9197\\_11.html](http://www.mzcr.cz/Legislativa/dokumenty/vyhlasaka-c97/2014-sb-ktterou-se-meni-vyhlasaka-c238/2011-sb-o-stanoveni-hy_9197_11.html)

## **Internetové zdroje**

[1] Toulcová, Barbora. Regenerace (IV.): Sauna a saunování (I). Ronnie.cz. [online]. 2001-2012 [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://medicina.ronnie.cz/c-10198-regenerace-iv-sauna-a-saunovani-i.html>

[2] Toulcová, Barbora. Regenerace (IV.): Sauna a saunování (II). Ronnie.cz. [online]. 2011 [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://medicina.ronnie.cz/c-10199-regenerace-iv-sauna-a-saunovani-ii.html>

[3] Druhy saun a jejich účinky na naše zdraví. NetMagazines, s.r.o.. [online]. 2013 [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://bazeny-sauny.bydleniprokazdeho.cz/bazeny-a-sauny/druhy-saun-a-jejich-ucinky-na-nase-zdravi.php>



- [4] 12 druhů saun pro vaše zdraví. Mladá fronta, a.s.. [online]. 2015 [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.dama.cz/zdravi/12-druhu-saun-pro-vase-zdravi-9909>
- [5] DrChloeBorton. Pulse Oximetry. Egton Medical Information Systems Limited. [online]. 2. 4. 2014 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.patient.co.uk/doctor/pulse-oximetry>
- [6] Oximetry. The Johns Hopkins University. [online]. 2015 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: [http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/test\\_procedures/pulmonary/oximetry\\_92,p07754/](http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/test_procedures/pulmonary/oximetry_92,p07754/)
- [7] Kateřina Grimmová. Vyplavte stres – ZAJDĚTE DO SAUNY!. Zdraví. [online]. 2015 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.mesicnikzdravi.cz/recepty/vyplav.htm>
- [8] Hannuksela, Samer Ellahham. Benefits and Risks of Sauna Bathing. THE AMERICAN JOURNAL OF MEDICINE. [online]. 2001 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11165553>
- [9] Walter J. Crinnion, ND. Sauna as a Valuable Clinical Tool for Cardiovascular, Autoimmune, Toxicant-induced and other Chronic Health Problems. Alternative Medicine Review. [online]. 2011 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.altmedrev.com/publications/16/3/215.pdf>
- [10] Vuori. Sauna bather's circulation. National Center for Biotechnology Information. [online]. 1988 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3218896>
- [11] Amal Jubran. Pulse Oximetry. BioMedCentral Ltd. [online]. 2015 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://biomedcentral.com>
- [12] David Melechovský. Pulzní oxymetr. Aeroweb.cz. [online]. 2005 – 2014 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://aeroweb.cz>, ISSN: 1801-6847
- [13] Leppäluoto J. Human thermoregulation in sauna. National Center for Biotechnology Information. [online]. 1988 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3218894>
- [14] Laitinen, LA. Linqvist, A. Heino, M.. Lungs and ventilation in sauna. National Center for Biotechnology Information. [online]. 1988 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3218895>

- [15] Pilch W., Szygula Z., Palka T., Pilch P., Cison T., Wiecha S., Tota Ł. Comparison of physiological reactions and physiological strain in healthy men under heat stress in dry and steam heat saunas [online]. 2014 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24899780>
- [16] Tei C, Horikiri Y, Park JC, Jeong JW, Chang KS, Tanaka N, Toyama Y.. Effects of hot waterbathor sauna on patiens with congestive heart failure: acute hemodynamic improvement by thermal vasodilation. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine. [online]. 1994 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8207631>
- [17] Sauna &Health. North American Sauna Society. [online]. 2015 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://www.saunasociety.org/styled-11/styled/>
- [18] Antonín Mikolášek. Fyziologie saunování. webnode. [online]. 2015 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://ok-saunovani.webnode.cz/fyziologie-saunovani/>
- [19] Katriina Kukkonen-Harjula, Kyllikki Kauppinen. Health effects and risks of sauna bathing.. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine. [online]. 2006 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16871826>
- [20] Anna Sawicka, Tomasz Brzostek, Robert Kowalski. Effects of sauna bath on the cardiovascular system. Medical Rehabilitation. [online]. 2007 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: [http://www.rehmed.pl/images/upload/pdf\\_en/2007/1\\_2007/Sawicka.pdf](http://www.rehmed.pl/images/upload/pdf_en/2007/1_2007/Sawicka.pdf)
- [21] Giannetti, Juneau, Arsenault, Behr, Grégoire, Tessier, Larivée. Sauna-induced myocardial ischemia in patiens with coronary artery disease. Elsevier Inc.. [online]. 1999 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://www.amjmed.com/article/S0002-9343%2899%2900220-X/abstract>
- [22] Rahimi, A. kol. The effect of using sauna (dry and steam) and cold water on BR (systolic and diastolic) and HR in male athletes. HealthMED – Volume 5/Number 6/2011 [online]. 1508 – 1511. 1.6.2011 [cit. 2015-08-10]. ISSN 1840-2291. Dostupné z: [http://www.academia.edu/1324939/HealthMED\\_Journal\\_-\\_Volume\\_5\\_No.\\_6](http://www.academia.edu/1324939/HealthMED_Journal_-_Volume_5_No._6)
- [23] J. LEPPÄLUOTO, M. TUOMINEN, A. VÄÄNÄNEN, J. KARPAKKA and J. VUOR. Some cardiovascular and metabolic effects of repeated sauna bathing. John Wiley & Sons. [online]. 8.12.2008 [cit. 2015-08-10]. Dostupné

z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1748-1716.1986.tb07952.x/abstract>

[24] Masakazu Imamura, MD, Sadatoshi Biro, MD, Takashi Kihara, MD, Shiro Yoshifuku, MD, Kunitsugu Takasaki, MD, Yutaka Otsuji, MD, FACC, Shinichi Minagoe, MD, Yoshifumi Toyama, MD, Chuwa Tei, MD, FACC. Repeated thermal therapy improves impaired vascular endothelial function in patients with coronary risk factors. ScienceDirect. [online]. 2001 [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S073510970101467X>

[25] Nava Blum, PhD and Arnon Blum, MD. Beneficial effects of sauna bathing for heart failure patients. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine. [online]. 2007 [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2359619/>

[26] W. Pilch, Z. Szygula, T. Palka, P. Pilch, T. Cison, S. Wiecha, and Ł. Tota. COMPARISON OF PHYSIOLOGICAL REACTIONS AND PHYSIOLOGICAL STRAIN IN HEALTHY MEN UNDER HEAT STRESS IN DRY AND STEAM HEAT SAUNAS. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine. [online]. 2014 [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4042662/>

[27] Sawatari H, Chishaki A, Miyazono M, Hashiguchi N, Maeno Y, Chishaki H, Tojihara Y.. Different Physiological and Subjective Responses to the Hyperthermia Between Young and Older Adults: Basic Study for Thermal Therapy in Cardiovascular Diseases.. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine. [online]. 2014 [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25528016>

[28] Roine R, Luurila OJ, Suokas A, Heikkonen E, Koskinen P, Ylikahri R, Toivonen L, Härkönen M, Salaspuro M.. Alcohol and sauna bathing: effects on cardiac rhythm, blood pressure, and serum electrolyte and cortisol concentrations.. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine. [online]. 1992 [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1588256>

[29] Olavi J. Luurila, MD, Antti Kohvakka, MD, Stig Sundberg, PhD. Comparison of blood pressure response to heat stress in sauna in young hypertensive patients treated with atenolol and diltiazem. ScienceDirect. [online]. 1989 [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0002914989906620>

[30] Peter Taggart, Peter Parkinson, and Malcolm Carruthers. Cardiac Responses to Thermal, Physical, and Emotional Stress. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine. [online]. 1972 [cit. 2015-08-10]. Dostupné z:<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1785579/>

## Seznam obrázků

|  |    |
|--|----|
| Obrázek 1 - Mikroklimatické podmínky a osvětlení sauny .....                   | 19 |
| Obrázek 2 - Změny zón vnitřní teploty člověka za různých vnějších teplot ..... | 25 |
| Obrázek 3 – Vazebná křivka Hb-O <sub>2</sub> .....                             | 35 |
| Obrázek 4 - Průběh tlaku krve v tepnách během srdeční revoluce.....            | 37 |
| Obrázek 5 - Definice a klasifikace kategorií krevního tlaku .....              | 37 |
| Obrázek 6 - Krevní tlak saunaři .....  | 48 |
| Obrázek 7 - Krevní tlak ostatní probandi.....                                  | 49 |
| Obrázek 8 - Průměrný krevní tlak.....  | 50 |
| Obrázek 9 - Srdeční frekvence saunaři .....                                    | 53 |
| Obrázek 10 - Srdeční frekvence ostatní.....                                    | 54 |
| Obrázek 11 - Průměrné hodnoty srdeční frekvence.....                           | 55 |
| Obrázek 12 - Saturace kyslíku v krvi.....                                      | 57 |
| Obrázek 13 - Jak často navštěvujete saunu? .....                               | 59 |
| Obrázek 14 - Jste kuřák?.....  | 60 |
| Obrázek 15 - Kolik cigaret denně vykouříte? .....                              | 61 |
| Obrázek 16 - Věnujete se aktivně nějakému sportu?.....                         | 62 |
| Obrázek 17 - Jak často sportujete? .....                                       | 63 |
| Obrázek 18 - Trpíte nějakým druhem onemocnění? .....                           | 64 |
| Obrázek 19 - Jakým druhem onemocnění trpíte? .....                             | 65 |
| Obrázek 20 - Užíváte nějaké suplementy nebo medikamenty? .....                 | 66 |

## **Seznam tabulek**

|  |    |
|--|----|
| Tabulka 1 - Hodnoty saturace a vliv na lidský organismus .....                     | 39 |
| Tabulka 2 - Výsledky testování .....   | 41 |
| Tabulka 3 - Charakteristika probandů .....   | 45 |
| Tabulka 4 - Hodnoty systolického krevního tlaku v průběhu saunovacího cyklu .....  | 51 |
| Tabulka 5 - Hodnoty diastolického krevního tlaku v průběhu saunovacího cyklu ..... | 52 |
| Tabulka 6 - Hodnoty srdeční frekvence v průběhu saunovacího cyklu .....            | 56 |
| Tabulka 7 - Hodnoty saturace kyslíku v krvi v průběhu saunovacího cyklu .....      | 58 |

## **Seznam příloh**

|  |  |
|--|--|
| Příloha 1 – Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS           |  |
| Příloha 2 – Informovaný souhlas                                |  |
| Příloha 3 - Dotazník   |  |
| Příloha 4 – Výsledky naměřených hodnot krevního tlaku          |  |
| Příloha 5 – Výsledky naměřených hodnot srdeční frekvence       |  |
| Příloha 6 – Výsledky naměřených hodnot saturace kyslíku v krvi |  |

## **Informovaný souhlas**

Vážený pane,

obracím se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném projektu, jehož cílem je zjištění, jakých hodnot krevního tlaku, srdeční frekvence a saturace kyslíku v krvi dosahují lidé po saunování.

Účast na projektu by pro Vás znamenala absolvování celého saunovacího cyklu včetně měření výše zmíněných hodnot.

V sauně o teplotě 90 °C strávíte 10 minut. Fyziologické hodnoty (krevní tlak, hodnota saturace kyslíku v krvi, srdeční frekvence) Vám budou změřeny před vstupem do sauny, bezprostředně po výstupu ze sauny a poté po ochlazení v ochlazovacím bazénku o teplotě 10 – 15 °C. Časová náročnost je stanovena přibližně na 30 minut.

Pokud souhlasíte s účastí na projektu, připojte prosím Váš podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném projektu. Řešitel projektu mne informoval o podstatě výzkumu a seznámil mne s cíli, metodami a postupy, které budou při výzkumu používány a které pro mě z účasti na projektu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou použity jen pro účely výzkumu a že výsledky výzkumu mohou být anonymně publikovány. Měl jsem možnost si vše řádně a v klidu zvážit a zároveň jsem měl možnost se řešitele zeptat na vše, co jsem považoval za důležité. Na tyto mé dotazy jsem dostal jasnou a srozumitelnou odpověď. Tento informovaný souhlas je vyhotoven ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží má osoba nebo zákonný zástupce a druhý řešitel projektu.

### Příloha 3 - Dotazník

1) Jak často navštěvujete finskou saunu?

- 4 - 5x týdně
- 1 – 3x týdně
- 1 – 3x měsíčně
- 1 – 3x za půl roku

2) Jste kuřák?

- Ano
- Ne (Přejděte k otázce č. 4)

3) Kolik cigaret denně vykouříte?

- 1 – 5 cigaret
- 6 – 10 cigaret
- 10 – 15 cigaret
- Více než 15 cigaret

4) Věnujete se aktivně nějakému sportu?

- Ano
- Ne (Přejděte k otázce č. 6)

5) Jak často sportujete?

- 1 – 3x týdně
- 4 – 6x týdně
- Každý den
- Nepravidelně

6) Trpíte nějakým druhem onemocnění?

- Ano
- Ne

7) Jakým druhem onemocnění?

- Kardiovaskulární systém



- Dýchací systém
- Trávicí a vylučovací
- Jiné

8) Užíváte nějaké suplementy nebo medikamenty? Pokud ano, jaké?

- Ano
- Ne

Příloha 4 – Výsledky naměřených hodnot krevního tlaku

| <b>Proband</b> | <b>Před saunou<br/>(mm Hg)</b> | <b>Ihned po<br/>sauně<br/>(mm Hg)</b> | <b>Ihned po<br/>ochlazení<br/>(mm Hg)</b> | <b>5 minut po<br/>ochlazení<br/>(mm Hg)</b> | <b>10 minut po<br/>ochlazení<br/>(mm Hg)</b> |
|----------------|--------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| <b>1</b>       | 137/80                         | 161/70                                | 159/68                                    | 125/74                                      | 126/82                                       |
| <b>2</b>       | 138/76                         | 137/70                                | 149/74                                    | 123/77                                      | 129/86                                       |
| <b>3</b>       | 140/75                         | 166/67                                | 154/69                                    | 139/82                                      | 139/78                                       |
| <b>4</b>       | 133/66                         | 121/64                                | 133/62                                    | 103/69                                      | 110/59                                       |
| <b>5</b>       | 112/67                         | 122/59                                | 118/55                                    | 102/59                                      | 111/58                                       |
| <b>6</b>       | 138/82                         | 139/62                                | 138/52                                    | 124/75                                      | 128/78                                       |
| <b>7</b>       | 127/71                         | 140/67                                | 151/75                                    | 124/66                                      | 115/63                                       |
| <b>8</b>       | 156/69                         | 160/53                                | 170/60                                    | 142/54                                      | 128/59                                       |
| <b>9</b>       | 150/84                         | 178/72                                | 176/66                                    | 143/74                                      | 139/76                                       |
| <b>10</b>      | 151/77                         | 136/70                                | 142/72                                    | 130/84                                      | 140/81                                       |

Příloha 5 – Výsledky naměřených hodnot srdeční frekvence

| Proband | Před saunou (tep/min) | Ihned po sauně (tep/min) | Ihned po ochlazení (tep/min) | 5 minut po ochlazení (tep/min) | 10 minut po ochlazení (tep/min) |
|---------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1       | 64                    | 110                      | 85                           | 57                             | 60                              |
| 2       | 70                    | 101                      | 70                           | 66                             | 66                              |
| 3       | 78                    | 101                      | 58                           | 57                             | 65                              |
| 4       | 67                    | 98                       | 55                           | 56                             | 54                              |
| 5       | 77                    | 97                       | 62                           | 63                             | 67                              |
| 6       | 76                    | 90                       | 62                           | 63                             | 67                              |
| 7       | 83                    | 99                       | 78                           | 76                             | 72                              |
| 8       | 63                    | 85                       | 64                           | 58                             | 66                              |
| 9       | 79                    | 106                      | 90                           | 77                             | 69                              |
| 10      | 76                    | 107                      | 72                           | 69                             | 73                              |

Příloha 6 – Výsledky naměřených hodnot saturace kyslíku v krvi

| Proband | Před saunou (v %) | Ihned po sauně (v %) | Ihned po ochlazení (v %) | 5 minut po ochlazení (v %) | 10 minut po ochlazení (v %) |
|---------|-------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1       | 96                | 92                   | 89                       | 93                         | 96                          |
| 2       | 98                | 94                   | 98                       | 99                         | 99                          |
| 3       | 98                | 89                   | 95                       | 99                         | 98                          |
| 4       | 96                | 92                   | 98                       | 97                         | 96                          |
| 5       | 95                | 94                   | 94                       | 93                         | 98                          |
| 6       | 99                | 93                   | 94                       | 99                         | 100                         |
| 7       | 98                | 95                   | 98                       | 98                         | 98                          |
| 8       | 97                | 93                   | 90                       | 98                         | 98                          |
| 9       | 94                | 93                   | 89                       | 97                         | 97                          |
| 10      | 98                | 94                   | 98                       | 100                        | 100                         |