

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2018

Jana Kučerová

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií

Faktory ovlivňující přesnost měření krevního tlaku

Jana Kučerová

Bakalářská práce

2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jana Kučerová**
Osobní číslo: **Z15020**
Studijní program: **B5341 Ošetrovatelství**
Studijní obor: **Všeobecná sestra**
Název tématu: **Faktory ovlivňující přesnost měření krevního tlaku**
Zadávací katedra: **Katedra ošetrovatelství**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Studium literatury, sběr informací a popis současného stavu řešené problematiky.
2. Stanovení cílů a metodiky práce.
3. Příprava a realizace výzkumného šetření dle stanovené metodiky.
4. Analýza a interpretace získaných dat.
5. Zhodnocení výsledků práce.

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **35 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

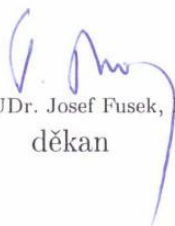
1. HOMOLKA, Pavel, 2010. Monitorování krevního tlaku v klinické praxi a biologické rytmy. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2896-4.
2. KAPLAN, Norman M. a Michael A. WEBER, 2010. Hypertension essentials. 2nd ed. Sudbury, Mass: Physicians' Press. ISBN 9780763777883.
3. O'ROURKE, Robert A., Richard A. WALSH a Valentí FUSTER, 2010. Kardiologie: Hurstův manuál pro praxi. 12. vydání. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3175-9.
4. PALUCH, Zoltán a Zlata HEŘMÁNKOVÁ. Jak monitorovat krevní tlak v domácích podmínkách. Interní medicína pro praxi [online]. 2011, roč. 13, č. 12, 496-498 [cit. 2018-01-31]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2011/12/09.pdf>
5. VYTEJČKOVÁ, Renata, Petra SEDLÁŘOVÁ, Vlasta WIRTHOVÁ, Iva OTRADOVCOVÁ a Pavla PAVLÍKOVÁ, 2013. Ošetřovatelské postupy v péči o nemocné II: speciální část. Praha: Grada. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-3420-0.

Vedoucí bakalářské práce: **Věra Záhorová, Ph.D.**


Katedra informatiky, managementu a radiologie

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **23. července 2018**


prof. MUDr. Josef Fusek, DrSc.
děkan

L.S.


PhDr. Kateřina Horáčková, DiS.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 19. března 2018

PROHLÁŠENÍ AUTORA

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 20. 7. 2018

Jana Kučerová

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí práce paní Ph.D. Věře Záhorové za odborné vedení, cenné rady, laskavý přístup, trpělivost a čas při vypracování mé bakalářské práce. Děkuji také své rodině a přátelům za jejich podporu v průběhu studia na vysoké škole.

ANOTACE

Tématem této bakalářské práce jsou faktory ovlivňující přesnost měření krevního tlaku. Tato práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

Teoretická část je východiskem pro část praktickou. Zmiňuje obecné informace o krevním tlaku a faktory, které ovlivňují jeho hodnoty. Dále nabízí informace o metodách, možnostech a technikách měření krevního tlaku včetně představení jednotlivých typů neinvazivních tonometrů.

Praktická část poukazuje na některé faktory, které ovlivňují hodnoty krevního tlaku. Konkrétně se zaměřuje na kouření, fyzickou aktivitu, dny v týdnu a výběr tonometru.

KLÍČOVÁ SLOVA

měření krevního tlaku, systolický krevní tlak, diastolický krevní tlak, tonometr

TITLE

Factors affecting the accuracy of blood pressure measurement

ANNOTATION

The topic of my bachelor thesis are the factors that influence the accuracy of blood pressure measurement. This thesis is divided into theoretical and practical part.

The theoretical part is the base for the practical part. There are the general information about blood pressure and factors that affect its figures listed. Further on it offers information about methods, possibilities and technology of blood pressure measurement including the presentation of individual types of non-invasive tonometer.

The practical part points out some factors that affect blood pressure measurement. Namely it is focused on smoking, physical activity, days of the week and the choice of tonometer.

KEYWORDS

blood pressure measurement, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, blood pressure monitor

OBSAH

Úvod.....	14
Cíle.....	16
I. Teoretická část.....	17
1 Krevní tlak	17
1.1 Základní principy regulace krevního tlaku	18
1.2 Klasifikace jednotlivých kategorií krevního tlaku	19
1.3 Faktory ovlivňující hodnoty krevního tlaku.....	20
1.3.1 Cirkadiánní kolísání krevního tlaku.....	20
1.3.2 Alkohol	21
1.3.3 Kouření a kofein	21
1.3.4 Pohybová aktivita	22
1.3.5 Věk.....	22
1.3.6 Stres	23
1.3.7 Syndrom bílého pláště a maskovaná hypertenze	23
1.3.8 Další faktory	23
2 Metody měření krevního tlaku.....	25
2.1 Historie měření krevního tlaku.....	25
2.2 Invazivní metody měření krevního tlaku	27
2.3 Neinvazivní metody měření krevního tlaku	28
2.3.1 Auskultační technika měření krevního tlaku	28
2.3.2 Oscilometrická technika měření krevního tlaku	29
2.4 Typy používaných přístrojů pro nepřímé měření krevního tlaku.....	31
2.4.1 Rtuťový tonometr.....	31
2.4.2 Bezrtuťové tonometry	32
2.4.3 Aneroidní tonometry.....	32
2.4.4 Digitální tonometry.....	33

2.4.5	Přesnost měření, legislativa, validace	33
3	Monitorování krevního tlaku	35
3.1	Ambulantní (kazuální, příležitostné) měření krevního tlaku	35
3.2	Ambulantní monitorování krevního tlaku	36
3.3	Domácí měření krevního tlaku	37
II.	Praktická část	39
4	Cíle praktické části	39
5	Metodika práce	40
6	Možné chyby měření způsobené aktivitou sledované osoby	41
6.1	Údaje o vyšetřované ženě	41
6.2	Ověření vlivu tělesné zátěže na hodnoty krevního tlaku	41
6.2.1	Postup měření	41
6.2.2	Vyhodnocení měření TK po zátěži	42
6.3	Ověření vlivu kouření cigaret na hodnoty krevního tlaku	42
6.3.1	Postup měření	42
6.3.2	Vyhodnocení měření TK po vykouření cigarety	43
6.4	Ověření kolísání krevního tlaku v průběhu týdne	44
6.4.1	Postup měření	44
6.4.2	Vyhodnocení měření TK v průběhu týdne	44
7	Možné chyby měření způsobené použitým měřicím přístrojem	46
7.1	Vytvoření referenčního intervalu	46
7.1.1	Prezentace a interpretace získaných dat vztahující se k měření rtuťovým tlakoměrem	47
7.2	Ověření přesnosti testovaných tonometrů	49
7.2.1	Postup měření pro testování tonometrů	49
7.2.2	Technické parametry použitých přístrojů	50
7.2.3	Prezentace a interpretace získaných dat vztahující se k měření jednotlivými tonometry	59

7.2.4	Souhrnné vyhodnocení testovaných přístrojů.....	67
DISKUZE	.....	68
ZÁVĚR	.....	72
DOPORUČENÍ PRO PRAXI	.....	73
Použitá literatura	.....	74
Seznam příloh	.....	79

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek 1 Schématické znázornění průběhu tlaku v cévě	17
Obrázek 2 Systém přetlakového proplachu s tlakovým převodníkem	27
Obrázek 3 Změna laminárního v turbulentní proudění.....	28
Obrázek 4 Princip auskultační techniky	29
Obrázek 5 Rozsah přítomnosti oscilometrických pulsací a ukázka jejich hodnocení	30
Obrázek 6 Rtuťový tonometr	31
Obrázek 7 Konstrukce aneroidního tonometru	32
Obrázek 8 Přístroj pro ABPM	37
Obrázek 9 Hodnoty TK naměřené po tělesné zátěži.....	42
Obrázek 10 Hodnoty TK naměřené po vykouření cigarety	43
Obrázek 11 Grafické znázornění kolísání TK během jednoho týdne	44
Obrázek 12 Histogram znázorňující rozložení hodnot STK naměřených rtuť. tonometrem....	47
Obrázek 13 Histogram znázorňující rozložení hodnot DTK naměřených rtuť. tonometrem ...	48
Obrázek 14 Sanitas SBM52	51
Obrázek 15 Omron M6 Comfort IT	52
Obrázek 16 Sencor SBD 1470	53
Obrázek 17 Dr. Frei M-300A	54
Obrázek 18 Rossmax AX356f	55
Obrázek 19 Rossmax GD102	56
Obrázek 20 Intec WX-1004.....	57
Obrázek 21 Rossmax AU941f	58
Obrázek 22 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Sanitas SBM 52	59
Obrázek 23 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Omron M6	60
Obrázek 24 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Sencor SBD 1470.....	61
Obrázek 25 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Dr.Frei M300A	62
Obrázek 26 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Rossmax AX356f.....	63
Obrázek 27 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Rossmax GD102	64
Obrázek 28 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Intec WX-1004	65
Obrázek 29 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Rossmax AU941f.....	66

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Klasifikace hypertenze.....	19
Tabulka 2 Hodnoty TK v dětském věku.....	22
Tabulka 3 Kategorizace dle BHS pro (polo)automatické přístroje pro měření TK.....	34
Tabulka 4 Tabulka porovnávací průměr a směrodatnou odchylku jednotlivých dní v týdnu	45
Tabulka 5 Základní popisná statistika pro hodnoty STK a DTK naměřené rtuť. tonometrem	48
Tabulka 6 Souhrnné vyhodnocení testovaných přístrojů.....	67

SEZNAM ZKRATEK

AAMI	Association for the Advancement of Medical Instrumentation
AMTK	ambulantní monitorování krevního tlaku
ARO	Anesteziologicko – resuscitační oddělení
BHS	British Hypertension Society
DTK	diastolický krevní tlak
ESC	European Society of Cardiology
ESH	European Society of Hypertension
HBPM	Home blood pressure monitoring
JIP	Jednotka intenzivní péče
LED	Light Emitting Diode
NREM	Non Rapid Eye Movement
REM	Rapid Eye Movement
STK	systolický krevní tlak
TK	krevní tlak

SEZNAM JEDNOTEK

cm	centimetr
kg	kilogram
ml	mililitr
mm Hg	milimetr rtuťového sloupce

ÚVOD

Hodnota krevního tlaku je jeden z ukazatelů fyziologických funkcí, proto měření krevního tlaku patří mezi základní vyšetřovací metody v medicíně. Napomáhá při zhodnocení celkového zdravotního stavu pacienta a dle výsledků měření se mohou stanovit preventivní a léčebná opatření (Sušánková, 2017, s. 4).

Krevní tlak by měl být změřen minimálně vždy jednou za dva roky na preventivní prohlídce u praktického lékaře. Je to dáno vyhláškou č. 70/2012 Sb. o preventivních prohlídkách. Tato metoda měření je však nejméně přesným ukazatelem skutečné kontroly krevního tlaku, neboť přináší pouze průřezovou hodnotu tlaku v určitou denní dobu. Výsledky pak mohou být ovlivněny různými faktory, například tzv. syndromem bílého pláště, pohybovou aktivitou, stresem a tak dále. Více o nich pojednává kapitola „Faktory ovlivňující hodnoty krevního tlaku“ (Homolka, 2010, s. 35).

V současné době se klade důraz na aktivní zapojení pacienta do kontroly kompenzace vysokého krevního tlaku. Za velmi přínosnou je považována 24hodinová monitorace krevního tlaku v domácím prostředí. Tato metoda je však pro mnoho pacientů nepohodlná a mají k ní odmítavý přístup. Poměrně rozšířené, zvláště mezi hypertoniky, je naopak měření krevního tlaku v domácích podmínkách. Tato metoda je relativně levná a poskytuje dobré informace pro lékaře (Paluch, Heřmánková, 2011, s. 496).

K měření krevního tlaku je na trhu celá řada přístrojů. Klíčové je však mít kvalitní přístroj a vědět, jak správně krevní tlak měřit. Naprosto základním podstatným požadavkem je přesnost přístroje, přičemž zrovna tento parametr bývá často opomíjen. Levné měřicí přístroje nemusí být klinicky testovány na přesnost. To znamená, že udávané hodnoty měření mohou být chybné. Dále si zákazník přístroj pro měření krevního tlaku může vybírat dle typu tonometru (například aneroidní, digitální atd.), velikosti a umístění manžety (na paži či zápěstí), napájení přístroje (akumulátorové nebo tlakoměry se síťovým napájením), funkcí, příslušenství tonometru (detekce arytmií, paměť atd.) a samozřejmě ceny. Orientace v nabídce přístrojů je složitá, proto jsem se ve své práci zaměřila na jednotlivé typy tonometrů a základní principy jejich měření.

Bakalářská práce s názvem Faktory ovlivňující přesnost měření krevního tlaku je rozčleněna na teoretickou a praktickou část. Teoretická část je zaměřena na obecné informace o krevním tlaku, základní principy jeho regulace, patologické hodnoty a faktory, které mohou ovlivnit výsledné hodnoty krevního tlaku. Dále nabízí základní informace o různých metodách a technikách měření krevního tlaku včetně představení typů přístrojů pro nepřímé měření krevního tlaku. Pro

zajímavost je zde zmíněná i historie měření krevního tlaku. V závěru teoretické části jsou popsány možnosti měření krevního tlaku.

V praktické části jsem se pokusila měřením ověřit platnost teoretických poznatků o vlivu fyzické zátěže, dní v týdnu a kouření na hodnoty krevního tlaku. Dále jsem s využitím metod popisné statistiky navrhla postup, jak na základě malého počtu měření ověřit, zda vybraný přístroj měří hodnoty krevního tlaku správně.

CÍLE

Cíle pro teoretickou část:

1. Shrnout informace o krevním tlaku a faktorech, které mohou ovlivňovat jeho hodnoty.
2. Popsat základní principy, na kterých jsou založeny metody používané při měření krevního tlaku.
3. Popsat nejběžnější metody monitorování krevního tlaku.

Cíle pro praktickou část:

1. Ověřit platnost informací o vlivu fyzické aktivity na hodnoty krevního tlaku.
2. Ověřit platnost informací o vlivu kouření na hodnoty krevního tlaku.
3. Ověřit platnost informací o vlivu dní v týdnu na hodnoty krevního tlaku.
4. Navrhnout způsob, jak ověřit správnost měření krevního tlaku a provést vyhodnocení přesnosti vybraných přístrojů.

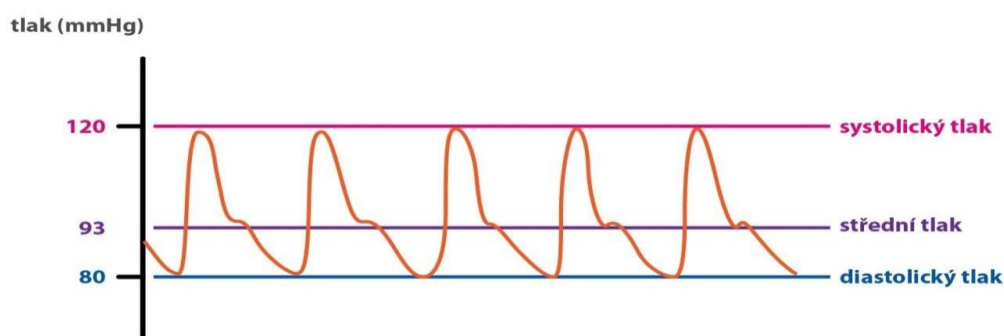
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KREVŇNÍ TLAK

Krevní tlak je tlak, kterým působí krev na stěnu cévy, kterou protéká. Je vytvářen činností srdečního svalu, který vypuzuje krev do rozvodného cévního systému. Jeho výška je ovlivněna vlastnostmi cévní stěny (průsvitu cév a jejich pružnosti), periferním odporem cévního řečiště, minutovým srdečním objemem a viskozitou krve (Beneš, Kyplová, Vítek, 2015, s. 106; Sovová, Sedlářová, 2014, s. 110).

Hodnota krevního tlaku je v různých místech cévního řečiště odlišná - tlak krve klesá se vzdáleností od srdce. Nejvyšší tlak se nachází ve velkých arteriích a nejnižší v žilním systému. V aortě dosahuje krevní proudění rychlosti 40-50 cm za sekundu při tlaku 140-150 mm Hg. Směrem do periferního arteriálního systému klesá rychlost proudu i krevní tlak. V praxi se krevní tlak dle místa měření rozděluje na centrální, periferní, venózní a arteriální. Běžně se krevním tlakem míní arteriální tlak neboli tlak krve ve velkých tepnách (Grim, Druga, 2016, s. 13).

Krevní tlak měříme v jednotkách mm Hg, tato jednotka je odvozena od způsobu měření, který se používal donedávna, představuje milimetry rtuťového sloupce. Arteriální krevní tlak je vyjádřen dvěma čísly. První číslo označujeme jako systolický tlak (dále jen STK), který je měřen v okamžiku, kdy je krev pumpována ven ze srdce aortou. Druhé číslo označujeme jako diastolický tlak, ten je měřen v okamžiku, kdy tlak klesá na svou nejnižší hodnotu. Diastolický krevní tlak (dále jen DTK) je potřebný k pohánění krve v periferní části krevního oběhu (Piscatella, Franklin, 2016, s. 85).



Obrázek 1 Schématické znázornění průběhu tlaku v cévě¹

¹ SUŠÁNKOVÁ, Markéta, 2017. *Srovnávací studie přístrojů pro měření krevního tlaku*. Praha. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Ing. Jan Havlík, Ph.D.

Rozdíl mezi systolickým a diastolickým tlakem se nazývá tlaková amplituda neboli pulzní krevní tlak. Poslední užívaná hodnota tlaku se nazývá střední tlak, jenž představuje průměrnou hodnotu tlaku krve za celou srdeční akci. Jednotlivé tlaky jsou vyobrazeny na obrázku číslo 1 (Sovová, 2009, s. 494).

1.1 Základní principy regulace krevního tlaku

Nejdůležitějším úkolem regulace krevního oběhu je řízení periferního odporu a minutového srdečního výdeje tak, aby byl neustále udržován tlakový gradient, který je nutný pro udržení toku krve v cévách. Celkové regulační mechanismy mají na starost udržení stálého arteriálního tlaku krve při různé redistribuci minutového srdečního objemu (Aschermann, Widimský, Veselka a kol., 2004, s. 68).

Determinanty určující hodnotu krevního tlaku (dále jen TK) jsou rozděleny do dvou základních skupin: faktory fyziologické, které podléhají fyziologickým regulačním mechanismům a faktory fyzikální, kam řadíme objem krve v tepenném systému a poddajnost tepen. Tyto faktory jsou spolu ve velmi úzkém propojení (Aschermann, Widimský, Veselka a kol., 2004, s. 68).

Regulace TK je komplexní fyziologickou funkcí, kterou ovlivňuje spojení mnoha akcí kardiovaskulárního, endokrinního, nervového a místního tkáňového kontrolního systému. Existují systémy zpětné kontroly TK, které jsou závislé na čase. Při vzniku poruchy TK v několika vteřinách nastupují tři neurologické kontrolní systémy: tepenné baroreceptory, které zachycují změny TK a vysílají příslušné autonomní reflexní signály do srdce a krevních cév, tak aby vrátily krevní tlak k fyziologickým hodnotám. Chemoreceptory, které zachycují změny oxidu uhličitého a kyslíku v krvi a spouští zpětnou odpověď, která opět ovlivňuje TK. Posledním neurologickým kontrolním systémem je centrální nervový systém, který reaguje v několika vteřinách na nedokrevnost vazomotorických center v prodloužené míše, zejména pokud TK klesne pod 50 mm Hg (O'Rourke, Walsh, Fuster a kol., 2010, s. 349-350).

V několika minutách nebo hodinách pak reagují další systémy, například přesun tekutin z intersticiálního prostoru do krve jako odpověď na pokles TK či naopak přesun tekutin z krve do intersticiálního prostoru v odpovědi na zvýšení TK. Systém renin-angiotenzin se aktivuje, když TK klesne příliš nízkou nebo se TK zvýší nad normální hodnotu. Dalším systémem jsou vazodilatační systémy, které jsou potlačeny z důvodu poklesu TK a jsou stimulovány, když TK stoupá nad fyziologickou hodnotu (O'Rourke, Walsh, Fuster a kol., 2010, s. 349-350).

Mnoho regulačních systémů koriguje odchylky TK zpět k normální hodnotě pouze částečně, jsou to tzv. proporcionalní kontrolní systémy. Pouze renální systém zpětné vazby tekutin v těle

nepřestává fungovat, dokud se krevní tlak nevrátí všemi způsoby zpět k původním hodnotám (O'Rourke, Walsh, Fuster a kol., 2010, s. 349-350).

1.2 Klasifikace jednotlivých kategorií krevního tlaku

Hodnota optimálního krevního tlaku u dospělého jedince se považuje u systolického 120 mm Hg a diastolického 80 mm Hg. Vysoký krevní tlak označujeme jako hypertenzi, kdy hodnoty TK opakovaně přesahují 140/90 mm Hg. Nízký krevní tlak neboli hypotenze nastává při poklesu hodnot pod 100/65 mm Hg. Klasifikaci jednotlivých kategorií krevního tlaku ukazuje tabulka č. 1 (Paluch, Heřmánková, 2011, s. 497).

Tabulka 1 Klasifikace hypertenze²

KLASIFIKACE HYPERTENZE	STK mm HG	DTK mm HG
Optimální	<120	<80
Normální	120–129	80–84
Vysoký normální	130–139	85–89
1. stupeň hypertenze	140–159	90–99
1. stupeň hypertenze při HBPM	135–149	85–94
2. stupeň hypertenze	≥160	≥100
2. stupeň hypertenze při HBPM	≥ 150	≥ 95
3. stupeň hypertenze	≥180	≥110
Izolovaná systolická hypertenze	≥140	<90
Izolovaná diastolická hypertenze	<140	≥90
TK – krevní tlak, STK – systolický krevní tlak, DTK – diastolický krevní tlak		

Nízký krevní tlak se může objevovat fyziologicky v klidu u vytrvalostních sportovců. U některých jedinců, převážně žen, může být nízký TK způsoben vrozenými dispozicemi. Hypotenze je také následkem řady onemocnění a akutních stavů, zejména šoku (Sovová, 2008, s. 84).

Hypertenze byla dříve definována jako tlak 160/95 mm Hg, ale od roku 1993 byla tato hranice snížena na hodnotu 140/90 mm Hg. Abychom mohli definovat arteriální hypertenzi je potřebné měření provést alespoň při dvou různých návštěvách u lékaře. Hypertenzní choroba je jedním z nejvíce rozšířených chronických onemocnění v České republice s téměř 1,8 miliony jedinců.

² PALUCH, Zoltán a Zlata HEŘMÁNKOVÁ. Jak monitorovat krevní tlak v domácích podmínkách. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2011, roč. 13, č. 12, 496-498 [cit. 2018-01-31]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2011/12/09.pdf>

Společně s diabetem, dyslipidemií, kouřením a abdominální obezitou je jedním z nejzávažnějších rizikových faktorů cévních mozkových příhod, ischemické choroby tepen dolních končetin a ischemické choroby srdeční. Pokles systolického tlaku o 10 mm Hg či diastolického o 5 mm Hg by měl u hypertonika ve středním věku vést ke snížení rizika úmrtí na ischemickou chorobu srdeční zhruba o 30 % a na cévní mozkovou příhodu až o 40 %. Proto optimální kompenzace TK má velmi důležitý význam v prevenci srdečně-cévních komplikací bez ohledu na věk a pohlaví nemocných (Porter, 2013, s. 383; Homolka, 2010, s. 33; Adámková, 2016, s. 52; Holý, Stránský, Pokorná a kol., 2012, s. 271).

1.3 Faktory ovlivňující hodnoty krevního tlaku

Mezi faktory ovlivňující hodnoty krevního tlaku se řadí denní doba, alkohol, kouření a kofein, pohybová aktivita, věk, stres a další (Mlýnková, 2010, s. 85-86; Homolka, 2010, s. 5).

1.3.1 Cirkadiánní kolísání krevního tlaku

Data jak z invazivního měření, tak i z neinvazivního monitorování krevního tlaku poskytla informaci, že u většiny lidí má kolísání TK obvyklou a dobře reprodukovatelnou cirkadiánní charakteristiku. Již dlouho je známo, že fáze cirkadiánního rytmu TK mohou být ovlivněny změnou zevních rytmů. Cirkadiánní kolísání TK poprvé popsali Zadek (1881), Janaway (1904) a Millar-Craig (1978) (Homolka, 2010, s. 61).

Po probuzení jedince a s nástupem denních aktivit dochází k náhlému zvýšení krevního tlaku. Obvykle to bývá okolo 9:00 hodiny a jedná se o první vrchol hodnoty TK. Proto jsou lidé ráno nejvýkonnější. Po obědě dochází k poklesu hodnoty TK, který trvá přibližně dvě hodiny. Mezi 16:00-19:00 hodinou nastává druhý vrchol krevního tlaku. Poté hodnoty postupně klesají a nejnižších hodnot jedinec dosahuje mezi půlnocí a třetí hodinou ranní. Nízké hodnoty se dále ve spánku postupně zvyšují. Mezi 5:00-7:00 hodinou dochází k probouzení reakci, kdy nastává další přirozené zvýšení hodnot krevního tlaku (Homolka, 2010, s. 61).

Během spánku se hodnoty TK mohou měnit v závislosti na střídající se REM a NREM fázi spánku. Během REM fáze spánku se zvyšuje sympatická nervová aktivita, což může vést ke zvýšení TK až o 30-40 mm Hg. Naopak během NREM fáze krevní tlak klesá (Homolka, 2010, s. 62).

Jak již bylo zmíněno, v noci má krevní tlak fyziologicky poklesnout paralelně se spánkem. Tento fenomén nazýváme dipping. Je to známka dobré fáze zotavení organismu. Hodnota TK by měla být o více než 10%, ale méně než o 20% nižší než denní průměrná hodnota krevního

tlaku. Jedince, u kterých dojde k tomuto poklesu, nazýváme normal dipper. Jedince, u kterých pokles nenastane, označujeme jako non-dippers. Dipping chybí asi u 25 % pacientů s hypertenzí. U těchto pacientů je pravděpodobnější orgánové postižení v rámci hypertenze. Chybějící pokles TK je také zaznamenán u lidí, kteří trpí nedostatečnou funkcí ledvin nebo u pacientů s diabetem mellitem (Homolka, 2010, s. 84; Boppová, Breitzkreuz, 2015, s. 15).

Existuje i roční kolísání krevního tlaku. Většina autorů se shoduje, že hodnoty TK jsou v zimě vyšší než v létě. Je to vysvětlováno tím, že v zimním období je zvýšená aktivita sympatického nervového systému. Cirkadiánní variabilita je ovlivněna i tělesnou a psychickou zátěží během dne (Homolka, 2010, s. 62-69).

1.3.2 Alkohol

Podle řady studií je jisté, že dlouhodobý abúzus alkoholu má negativní účinky na krevní tlak. Pravidelné požití alkoholu nad 30 g denně vede ke zvýšení výskytu hypertenze. Epidemiologické studie prokázaly, že osoby, které konzumují cca 60 ml etanolu za den, mají hodnoty systolického tlaku o 5-6 mm Hg a diastolického krevního tlaku o 2-4 mm Hg vyšší než abstinenti (Homolka, 2010, s. 73).

Bezprostředně po požití alkoholu nastává tzv. bifázická hemodynamická reakce, kdy hodnoty krevního tlaku klesnou vlivem vazodilatace cév. Tento stav trvá až 9 hodin. Poté následuje stejně dlouhý interval, kdy je TK zvýšen, zároveň i s ním je zvýšená i srdeční frekvence. Pokud tedy jedinec konzumuje alkohol v ranních hodinách, sníží se mu průměrné hodnoty TK během dne a lehce se zvýší hodnoty noční. Naopak po požití alkoholu ve večerních hodinách se noční hodnoty sníží a zvýší se TK v průběhu dalšího dne (Homolka, 2010, s. 73).

1.3.3 Kouření a kofein

Je známé, že kouření je považováno za rizikový faktor kardiovaskulárních příhod. Díky intraarteriálnímu měření TK bylo odhaleno, že ihned po první inhalaci cigaretového kouře dojde k přechodnému sekundy trvajícím poklesu TK. Postupně však dochází ke zvyšování hodnot TK. Maximální hodnoty jsou mezi 5.-15. minutou od začátku inhalace cigaretového kouře. Poté TK klesá a původních hodnot dosahuje za 1-1,5 hodiny (Homolka, 2010, s. 77).

Zatímco účinek nikotinu na TK je jasný, ve studiích, které se zabývají účinkem kofeinu, nalézáme sporné výsledky. Podle studie Karatzise (2005) po podání kávy došlo za 30 minut ke zvýšení centrálního TK po dobu 3 hodin. Nicméně na periférii se statisticky významně zvýšila pouze hodnota diastolického krevního tlaku. Další autoři uvádějí i vliv věku na reakci TK na

kofein. Nikotin společně v kombinaci s kofeinem může mít za následek rozvoj lehké hypertenze (Homolka, 2010, s. 78).

1.3.4 Pohybová aktivita

Pohybová aktivita je velmi důležitou součástí nefarmakologické léčby hypertenze. Hodnoty krevního tlaku klesají po cvičení v následujících hodinách, klesají i dlouhodobě při pravidelné pohybové aktivitě. Závisí na charakteru zátěže, intenzitě a délce trvání zátěže. Při námaze stoupá hlavně STK, DTK stoupá mírně. Systolická hodnota krevního tlaku by po cvičení neměla překročit 200 mm Hg (Homolka, 2010, s. 79; Sovová, 2008, s. 16).

Největší efekt pro dlouhodobé snížení hodnot TK má pohybová aktivita vytrvalostního charakteru, například rychlá chůze, běh, jízda na kole či plavání. Hodnoty krevního tlaku se mohou snížit až o 5-10 mm Hg (Homolka, 2010, s. 82; Sovová, 2008, s. 46).

1.3.5 Věk

Při narození je krevní tlak jedince průměrně okolo 70/50 mm Hg, přičemž postupně hodnoty TK rostou, viz tabulka č. 2 (Sovová, 2008, s. 16).

Tabulka 2 Hodnoty TK v dětském věku³

	Tepová frekvence	Krevní tlak	
	Tep/min	Systolický (mm Hg)	Diastolický (mm Hg)
Novorozenec	140–180	70–90	45–55
Kojenec	110–160	70–90	50–60
5 let	90–140	80–110	55–65
12 let	80–120	90–110	60–70
16 let a více	70–100	100–120	65–75

Výskyt hypertenze se zvyšuje právě s narůstajícím věkem. Hypertenze je přítomna u více než 70 % jedinců ve věkové skupině starší 80 let. Krevní tlak ve vysokém věku má tendenci ke zvýšenému kolísání hodnot během dne. Pravděpodobně je to zapříčiněno poruchou baroreceptorové senzibility (Zajíc, 2012, s. 161).

³ NOVÁKOVÁ, Zuzana. Fyziologické zvláštnosti dětského věku. *Praktické lékařství* [online]. 2012, roč. 8, č. 6, 279-282 [cit. 2018-06-18]. ISSN 1803-5329. Dostupné z: <https://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2012/06/07.pdf>

U starších jedinců je podstatně vyšší výskyt izolované systolické hypertenze, o které hovoříme, je-li systolický krevní tlak vyšší nebo roven 140 mm Hg, ale diastolický krevní tlak je nižší než 90 mm Hg. Zvýšené hodnoty STK ve stáří mají za následek změny v tepenném systému, s přibýváním kolagenu a ubýváním elastinu přibývá ukládání kalcia, lipidů a zvýšeně se tvoří vazivo. Tímto dochází ke snížené poddajnosti tepen. Dále se uplatňují i některé faktory životního stylu. Například všeobecně platí, že ve vysokém věku klesá fyzická aktivita. (Homolka, 2010, s. 91; Zajíc, 2012, s. 161).

1.3.6 Stres

Vystavení stresové situaci vede k zvýšení hodnot krevního tlaku. Tento vzestup krevního tlaku je brán jako fyziologická reakce. Jedná-li se však o dlouhodobý stres může se zvýšení hodnot zafixovat a vzniknout hypertenze. Takto vzniklá hypertenze většinou nastane u lidí, kteří k tomu mají určité dispozice, avšak závisí na intenzitě a délce působení stresového faktoru. Udává se, že osoby, které žijí v horších socioekonomických podmínkách, mají vyšší výskyt hypertenze než ostatní populace (Sovová, 2008, s. 73).

1.3.7 Syndrom bílého pláště a maskovaná hypertenze

Mnoho lidí prožívá přirozeně trochu úzkost při návštěvě lékaře. V důsledku toho mohou být hodnoty jejich krevního tlaku naměřené ve zdravotnickém prostředí vyšší než hodnoty naměřené doma. Takové zvýšení nazýváme syndrom bílého pláště. Tento stav je poměrně běžný a je častější u žen. Je to jeden z důvodů, proč domácí měření je stále oblíbenější mezi lékaři a pacienty. Při podezření na tento stav může lékař doporučit ambulantní monitorování krevního tlaku (Chhajer, 2014, s. 40; Kaplan, Weber, 2010, s. 8).

Opakem hypertenze „bílého pláště“ je tzv. „maskovaná hypertenze“, která postihuje přibližně 10 % populace a na jejímž odhalení má domácí měření krevního tlaku velký podíl. Je charakteristická tím, že při vyšetření v ordinaci lékaře jsou hodnoty krevního tlaku nižší než 140/90 mm Hg, ale při domácím měření průměrné hodnoty převyšují 135/85 mm Hg. Ve skutečnosti tedy jedinec trpí arteriální hypertenzí (Zoltán, Heřmánková, 2011, s. 469).

1.3.8 Další faktory

Mezi další faktory můžeme zařadit pohlaví, kdy ženy mívají nižší TK než muži. Je to dáno vlivem ženských pohlavních hormonů. Dalším faktorem souvisejícím s ženským pohlavím jsou syntetické hormony v antikoncepční pilulce, které zvyšují krevní tlak, především u žen, které kouří. Proto je význam měření krevního tlaku v prvních měsících užívání antikoncepce

podstatný. Také je důležité zmínit, že po menopauze se krevní tlak zvyšuje vlivem poklesu estrogeneru (Mlýnková, 2010, s. 78; Boppová, Breitzkreuz, 2015, s. 26).

Gravidita neboli těhotenství je také faktor ovlivňující krevní tlak. U zdravých žen v těhotenství krevní tlak postupně klesá až do druhého trimestru a minimální hodnoty dosahuje asi kolem 20. týdne gravidity. Poté krevní tlak začíná opět růst až do konce těhotenství. Srdeční frekvence roste již od počátku gravidity až do porodu. Většina autorů se shoduje, že vzrůst krevního tlaku v druhé polovině těhotenství je větší u prvorodiček než u žen, které rodily vícekrát (Homolka, 2010, s. 95-96).

Zajímavý vliv na krevní tlak má i rasa. Udává se, že muži černé rasy středního věku mají vyšší krevní tlak než běloši stejného věku (Mlýnková, 2010, s. 78).

Obezita je rizikový faktor pro mnoho onemocnění, mezi nimiž je i hypertenze. Je známé, že obézní lidé mívají vyšší hodnoty krevního tlaku oproti lidem s normální hmotností. Zajímavá je skutečnost, že pokud jedinec sníží hmotnost o 1 kg, znamená to snížení TK o 2 mm Hg (Vytejková, Sedlářová, Wirthová a kol., 2013, s. 33; Sovová, 2008, s. 58).

Teplota zevního prostředí také dokáže ovlivnit naměřené hodnoty krevního tlaku. V teplém prostředí dochází ke snížení krevního tlaku vlivem vazodilatace cév. Naopak v chladném prostředí dochází ke zvýšení TK vlivem vazokonstrikce a zvýšení odporu v cévách (Mlýnková, 2010, s. 78).

Krevní tlak mohou zvyšovat i látky stimulující sympatický nervový systém, alkaloidy, nesteroidní antirevmatika (například Ibuprofen), psychiatrické léky, hormony nadledvin a anabolika (Sovová, 2008, s. 22).

Další vliv na hodnotu krevního tlaku má horečka, krvácení, bolest, léky, nemoci žláz s vnitřní sekrecí, nemoci srdce, cév a další (Kelnarová, Babáková, Cahová a kol., 2016, s. 47).

2 METODY MĚŘENÍ KREVNÍHO TLAKU

Měření krevního tlaku patří mezi základní diagnostické metody. Hodnoty krevního tlaku mohou vypovídat o celkovém stavu pacienta. Podle výsledků měření může lékař stanovit preventivní a léčebná opatření (Rozman, 2006, s. 158).

2.1 Historie měření krevního tlaku

V roce 1616 objevil William Harvey, anglický lékař, funkci krevního oběhu v těle člověka. Tento objev publikoval v roce 1628, kdy napsal, že krev z naříznutých tepen tryská, jako kdyby byla pod tlakem. Poprvé změřil krevní tlak v roce 1733 anglický fyziolog Stephen Hales pomocí dlouhé skleněné trubice, kterou zavedl ležícímu koni do krční tepny. Dlouho se měřením krevního tlaku nikdo nezabýval, až v roce 1828 francouzský fyziolog Jean Poiseuille, který sestrojil trubici ve tvaru písmene U, naplnil ji rtutí a nahradil tak dlouhou rovnou trubicí. Váha rtuti vyrovnala tlak krve a v milimetrech se vyjádřila vzdálenost, o kterou se sloupec rtuti posunul. V roce 1838 odhalil, že rychlost proudění tekutin trubicemi závisí na průměru a délce trubice a na rozdílu tlaku mezi konci trubice. Položil tedy základ pro vznik přístrojů na měření krevního tlaku (Štejfa, 2007, s. 689; Rosina, 2013, s. 126; Červená, 2010, s. 15).

Do 19. století bylo možné měřit krevní tlak pouze invazivní metodou, kdy se zavedly trubičky do velkých tělesných tepen. Proto se měření zaměřovalo pouze na měření tlaku u zvířat. V roce 1881 lékař Samuel Siegfried Karl Ritter von Basch, vyvinul přístroj na měření krevního tlaku neinvazivní, tedy nekrvavou cestou. Bylo již možné měřit krevní tlak i u člověka. Přístroj se skládal z gumového polštářku naplněného vzduchem nebo vodou, který byl spojený s manometrem. Gumový polštářek se přikládá nad arterii radialis. Měření lékař prováděl palpační metodou, kdy mizející pulz vyhatával prstem. Tento přístroj byl určený k měření pouze systolického krevního tlaku (Štejfa, 2007, s. 689; Catherine M. Otto, 2007, s. 172; Červená, 2010, s. 15).

Přístroj podobný dnešnímu vynalezl v roce 1896 italský lékař Scipione Riva-Rocci. Skládal se z manžety obepínající horní část paže spojenou se rtuťovým sloupcem manometru a z gumového balónku, který sloužil k vypouštění vzduchu z manžety. Dodnes se krevní tlak měří v milimetrech rtuťového sloupce. Zpočátku bylo možné měřit pouze systolický krevní tlak palpační metodou (Porter, 2013, s. 383).

V roce 1905 zavedl Nikolaj Sergej Korotkov, ruský lékař, měření krevního tlaku pomocí fonendoskopu, kdy právě slyšitelné pulzace při měření se označují jako Korotkovy fenomény. Bylo tedy možné určit jak systolický, tak diastolický krevní tlak (Štejfa, 2007, s. 689).

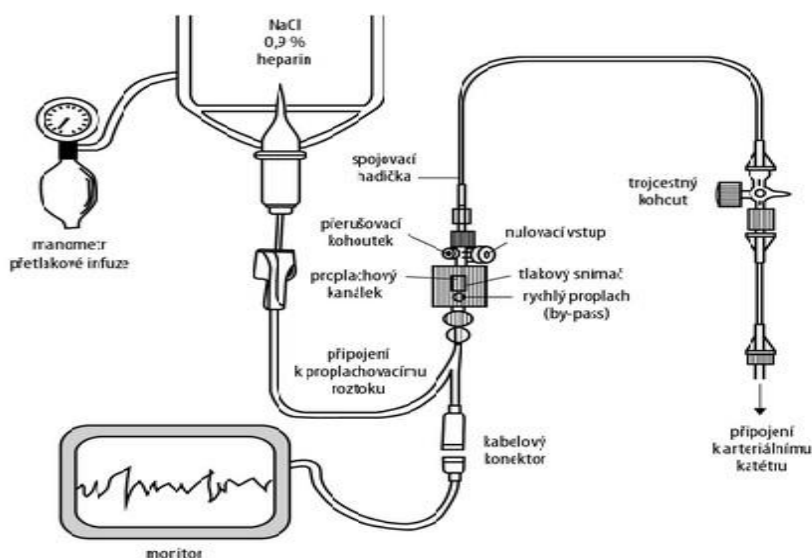
Na přelomu 19. a 20. století se lékaři naučili stanovit rozmezí normálních hodnot a vyhodnotit patologické hodnoty ve vztahu k různým kardiovaskulárním onemocněním. Harvey Cushing, americký neurochirurg, začal sledovat hodnoty krevního tlaku v průběhu mozkových operací. Již v roce 1912 ve všeobecné nemocnici v Massachusetts začali krevní tlak měřit u všech nově přijímaných pacientů (Porter, 2013, s. 383; Staněk, 2014, s. 75).

První přístroj pro ambulantní 24 hodinové záznamy krevního tlaku s hmotností 2,5 kg byl představen roku 1962. Oscilometrické přístroje byly dostupné již počátkem sedmdesátých let. Díky jejich snadnému použití se zvýšil zájem veřejnosti o vlastní měření krevního tlaku. Postupně se nabídka přístrojů k měření krevního tlaku stále zvyšovala, avšak rtuťový tlakoměr byl vždy brán za nejvíce přesný. Jeho prodej byl však v roce 2009 v České republice zakázán kvůli toxicitě rtuti (Webster, Eren, 2014, s. 65-3).

2.2 Invazivní metody měření krevního tlaku

Invazivní, neboli přímé měření krevního tlaku je velmi přesná metoda, která se provádí na specializovaných zdravotnických pracovištích (především ARO a JIP). Slouží ke kontinuálnímu měření TK u oběhově nestabilních pacientů, získává přesné hodnoty během velkých operačních výkonů a v pooperačním období (Mlýnková, 2010, s. 89; Vytejšková, Sedlářová, Wirthová a kol., 2013, s. 40).

Podstatou invazivní metody měření TK je zavedení arteriálního katétru do tepny, na který je napojen tlakový snímač. Krevní tlak je převodníkem přeměněn na elektrický signál, který je na monitoru znázorněn číselně i graficky. Nejčastěji se katétr zavádí punkční cestou do arteria radialis, pokud možno na nedominantní končetině. Arteriální katétr zavádí lékař za aseptických podmínek, přičemž mu sestra asistuje. Katétr se napojí přes systém přetlakového proplachu s tlakovým převodníkem k monitoru. Důležité je kontinuální proplachování celého systému, díky kterému se zabrání vzniku trombu na špičce katétru. Proplach je tvořen fyziologickým roztokem s přidavkem heparinu. Obvykle je zajištěn pomocí přetlakové manžety, která by měla mít tlak 250-300 mm Hg. Systém přetlakového proplachu s tlakovým převodníkem je znázorněn na obrázku 2. Před počátkem invazivního měření TK je nutné systém zkalibrovat. Kalibrování měřícího systému je třeba dále provádět jedenkrát za dvanáct hodin (Vytejšková, Sedlářová, Wirthová a kol., 2013, s. 40-41).

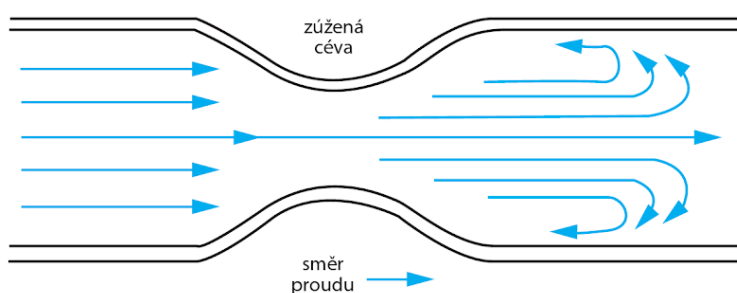


Obrázek 2 Systém přetlakového proplachu s tlakovým převodníkem⁴

⁴ VYTEJŠKOVÁ, Renata, Petra SEDLÁŘOVÁ, Vlasta WIRTHOVÁ, Iva OTRADOVCOVÁ a Pavla PAVLÍKOVÁ, 2013. *Ošetrovatelské postupy v péči o nemocné II: speciální část*. Praha: Grada. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-3420-0.

2.3 Neinvazivní metody měření krevního tlaku

Neinvazivní neboli nepřímé metody měření krevního tlaku patří mezi nejpoužívanější. Krevní tlak je měřen bez zásahu do oběhového tělního systému. K neinvazivním metodám měření krevního tlaku se nejčastěji využívají auskultační a oscilometrická technika. Obě tyto techniky měření jsou často uváděné pod jednotným názvem – okluzivní metody měření krevního tlaku, kdy název je odvozen podle podobného principu získávání hodnot. Obě techniky využívají okluzivní manžety, která v měřeném místě dočasně omezí průtok krve arterie. Dochází k dočasné deformaci tepny a ke změně charakteru proudění krve z laminárního na turbulentní, viz obrázek 3.



Obrázek 3 Změna laminárního v turbulentní proudění⁵

Laminární proudění je způsob pohybu viskózních kapalin (krve), při kterém jsou dráhy jednotlivých částic kapaliny navzájem rovnoběžné. Zůstává zachováno až do tzv. kritické rychlosti, kdy se mění na proudění turbulentní. Turbulentní proudění nastává při zúžení cévy, kdy krev musí proudit rychleji. Je charakteristické vznikem vírů a je doprovázeno zvukovými jevy (Rozman, 2006, s. 159; Rosina, 2013, s. 126).

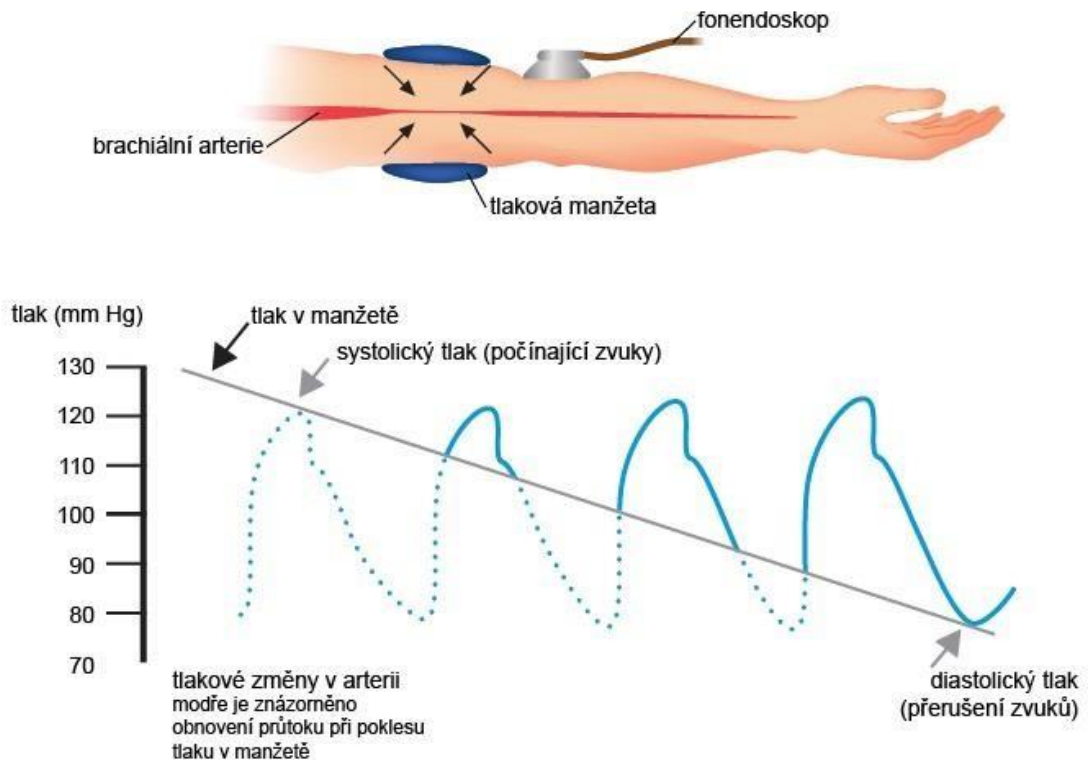
2.3.1 Auskultační technika měření krevního tlaku

Auskultační metoda měření krevního tlaku je diagnostickým standardem především v kardiologii. K měření je třeba sfygmomanometr, manžeta nafukovaná balónkem, aneroidní nebo rtuťový měřič tlaku a fonendoskop (Rozman, 2006, s. 160).

Principem této metody je zaškrcení tepny pomocí manžety, která se nafoukne na vyšší tlak než je systolický, čímž se zastaví průtok krve v cévě. Poté se pomalu vypouští manžeta, přičemž se fonendoskopem detekují postupně narůstající srdeční ozvy tzv. Korotkovy ozvy. Tyto ozvy jsou způsobeny turbulentním prouděním krve v důsledku zúžené tepny. V okamžiku, kdy se ozvy objeví, je tlak roven systolickému krevnímu tlaku. Postupně dochází k úplnému zprůchodnění

⁵ BENEŠ, Jiří, Jaroslava KYMPLOVÁ a František VÍTEK. Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4712-5.

cévy, turbulentní proudění krve se změní na laminární, což má za následek vymizení ozev a tlak v manžetě je roven diastolickému krevnímu tlaku. Auskultační technika měření krevního tlaku je znázorněna na obrázku číslo 4 (Beneš, Jiráček, Vítek, 2015, s. 145; Rozman, 2006, s.160).



Obrázek 4 Princip auskultační techniky⁶

2.3.2 Oscilometrická technika měření krevního tlaku

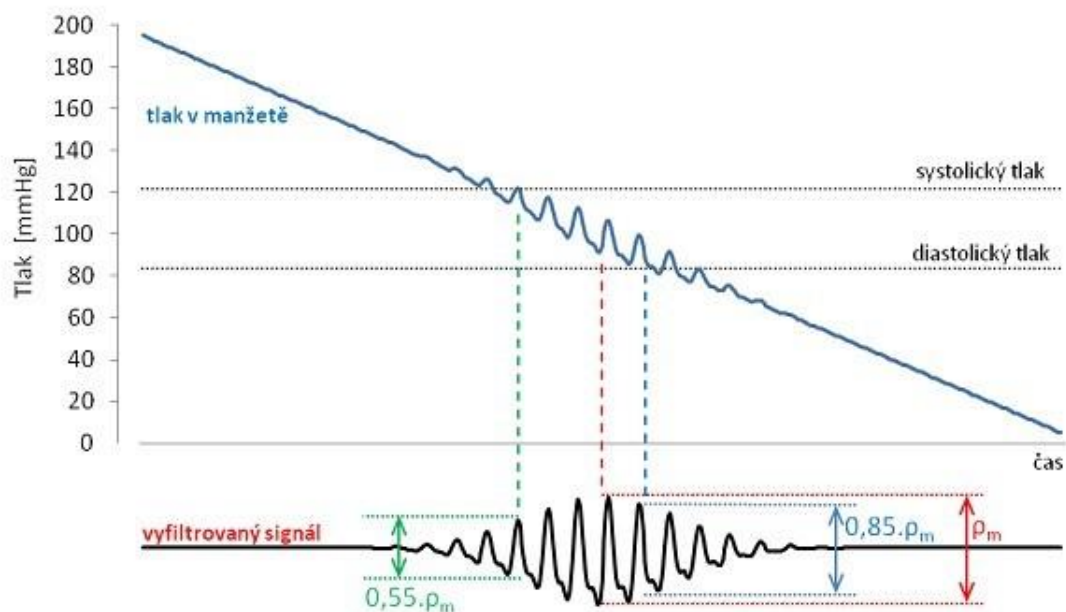
Oscilometrická technika měření krevního tlaku je v dnešní době nejčastěji používaná. Její oblibenost spočívá především v automatické (případně poloautomatické) činnosti, která nevyžaduje provedení zkušenou osobou, a v jednoduchosti měřicí soustavy (Webster, Eren, 2014, s. 65-3).

Oscilometrický princip je založen na měření oscilací. Obdobně jako u auskultační techniky se k měření krevního tlaku i zde využívá manžeta, která se natlakuje na hodnotu vyšší, než je systolický tlak. K natlakování manžety může být použit ruční balónek, ale častěji má tonometr

⁶ BERNACIKOVÁ, Martina, Jan NOVOTNÝ a Damjan SIRIŠKI. *Praktická cvičení z fyziologie člověka pro studenty bakalářských oborů Tělesné výchovy* [online]. 2014, [cit. 2018-06-13], Brno: Fakulta sportovních studií, Masarykova univerzita, ISBN 978-80-210-7693-8. Dostupné z: <https://munispace.muni.cz/index.php/munispace/catalog/book/720>

přímo integrovanou vzduchovou pumpu. Pulsní oscilace jsou pak vyvolané obnovujícím se průtokem krve tepnou, která je stlačena manžetou nejčastěji na paži či zápěstí. Oproti auskultační metodě může být vypouštění manžety rychlejší, poněvadž nejde o zaznamenání první či poslední ozvy, ale o spojitý záznam amplitudy oscilací, které jsou měřitelné dříve a končí později než Korotkovy ozvy při auskultační technice (Webster, Eren, 2014, s. 65-3; Rozman, 2006, s. 161).

V okamžiku, kdy je amplituda oscilací nejvyšší, je tlak v manžetě roven střednímu arteriálnímu tlaku. Hodnoty systolického a diastolického tlaku jsou určeny poměrově k amplitudě tohoto nejvyššího pulzu. Systolickému tlaku odpovídá tlak v manžetě ve chvíli, kdy narůstající oscilace dosahuje 55 % maximální amplitudy oscilace. Diastolický tlak odpovídá tlaku v manžetě, když klesající oscilace dosahuje 85 % svého maxima. Oscilometrická technika měření krevního tlaku je znázorněna níže na obrázku číslo 5 (Beneš, Kyplová, Vítek, 2015, s. 112; Hořák, 2014, s. 17).



Obrázek 5 Rozsah přítomnosti oscilometrických pulsací a ukázka jejich hodnocení⁷

⁷ HOŘÁK, Petr. *Analýza suprasystolických tlakových oscilací*. Praha, 2014. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Ing. Vratislav Fabián, Ph.D.

2.4 Typy používaných přístrojů pro nepřímé měření krevního tlaku

Tonometry můžeme rozdělit na rtuťové, klasické bezrtuťové, aneroidní a digitální (Vytejková, Sedlářová, Wirthová a kol., 2013, s. 35-36).

2.4.1 Rtuťový tonometr

Rtuťový tonometr se skládá z manometru, který má pouzdro s kalibrovanou kapilárou se rtuťí a nafukovacího systému, kam řadíme nafukovací gumový vak umístěný v manžetě, spojovací hadičku, výpustný ventil a nafukovací balonek. Přesnost měření systolického krevního tlaku je ovlivněna rychlostí odpouštění vzduchu z manžety, která by měla být 2-3 mm Hg za sekundu. Tonometr využívá auskultační metodu měření, jeho nezbytnou součástí je tedy fonendoskop k poslechu Korotkových fenoménů. Podmínkou jeho přesnosti je přísně kolmá pozice rtuťové trubice při měření. Je také nutno zdůraznit, že stupnice by se měla během měření nacházet zhruba ve výši očí vyšetřovaného. Rtuťový tonometr byl dlouho považován za zlatý standard ve zdravotnictví. Výhodou tohoto přístroje je jeho přesnost, nezávislost na elektrické energii a odolnost vůči kalibračním chybám. Hodnoty na stupnici jsou snadno odečitatelné a dobře reprodukovatelné. Naopak nevýhodou je větší velikost, vyšší hmotnost, nutnost použití fonendoskopu, náročnější obsluha a především toxicita rtuti. Tonometr obsahuje 60-100 g toxické rtuti, která může při jeho rozbití představovat zdravotní riziko, a proto byl zastaven jeho prodej v České republice v roce 2009 (Vytejková, Sedlářová, Wirthová a kol., 2013, s. 35; Sovová, 2009, s. 495).



Obrázek 6 Rtuťový tonometr⁸

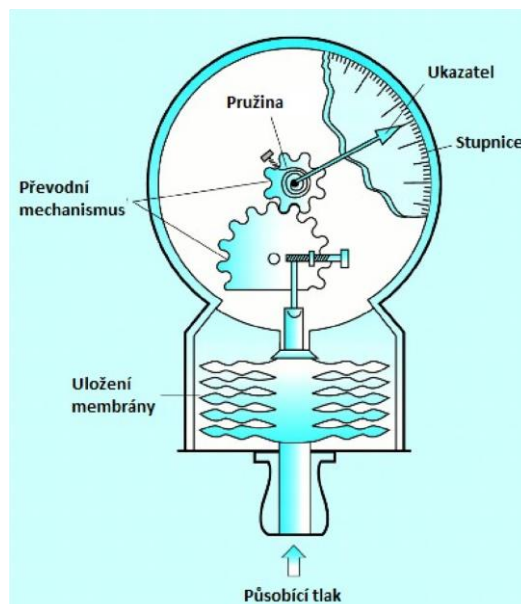
⁸ Zdroj vlastní.

2.4.2 Bezrtuťové tonometry

Klasické bezrtuťové tonometry jsou vzhledově velmi podobné rtuťovým. Princip měření krevního tlaku těmito přístroji je založen na elektronickém převodníku statického tlaku na elektronický signál, který je zobrazen různým způsobem. Někteří výrobci napodobují elektronicky právě sloupec rtuti pomocí tekutých krystalů nebo technologií LED. Hodnota tlaku se určuje auskultační metodou pomocí fonendoskopu jako u rtuťového tonometru. Některé druhy těchto přístrojů jsou schopné změřit také srdeční akci (Beneš, Kyplová, Vítek, 2015, s. 112; Vytečková, Sedlářová, Wirthová a kol., 2013, s. 35).

2.4.3 Aneroidní tonometry

Dalším druhem jsou aneroidní tonometry. O těchto tonometrech je známo, že jsou méně přesné než rtuťové. Na vstupu aneroidu se nachází pružná membrána, která přes převodový mechanismus otáčí ručkou na stupnici. Pomocí latexového balónku se provádí komprese manžety na paži. Nezbytnou součástí je i výpustný ventil, tak jako u rtuťového tonometru. Pro auskultaci se využívá fonendoskop. Konstrukce aneroidního tonometru je popsána na obrázku číslo 7. Výhodou tohoto přístroje je nižší hmotnost, tím i snazší manipulace. Nevýhodou je proměnlivost vlastností pružné membrány například z důvodu vlhkosti nebo stupně opotřebení, což vyžaduje častější kalibraci přístroje (Sovová, 2009, s. 495; Beneš, Kyplová, Vítek, 2015, s. 112).



Obrázek 7 Konstrukce aneroidního tonometru⁹

⁹ HOŘÁK, Petr. Analýza suprasystolických tlakových oscilací. Praha, 2014. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Ing. Vratislav Fabián, Ph.D.

2.4.4 Digitální tonometry

Digitální tonometry můžeme rozdělit na poloautomatické a automatické. Ve většině případů pracují na oscilometrickém principu. Poloautomatické digitální přístroje se vyznačují tím, že tlaková manžeta se naplňuje ručně vzduchem pomocí latexového balónku a hodnoty TK se přenášejí na displej. Tyto poloautomatické tonometry jsou napájeny bateriemi (Sovová 2009, s. 495).

Digitální automatické přístroje mají jednodušší obsluhu, poněvadž měření je provedeno pouze stiskem tlačítka, kdy se tlak v manžetě vytvoří kompresorem, jenž je zabudován v přístroji. I tyto plně automatické přístroje jsou napájeny bateriemi (Sovová 2009, s. 495).

Kvalitní digitální přístroje jsou pro použití ve zdravotnických zařízeních dostatečně přesné, avšak je nutné při měření dodržovat pokyny od výrobce a minimálně 1x za dva roky je zapotřebí nechat přístroje kalibrovat, tedy ověřit jejich přesnost. Nejčastěji jsou používány přístroje s manžetou na paži. Existují i přístroje, kde se manžeta umísťuje na zápěstí. Zápěstní tonometry mohou být méně přesné a jsou vhodné spíše pro domácí použití. Za nepřesné se považují přístroje měřící krevní tlak na prstech. Velkou výhodou digitálních přístrojů je jednoduchá manipulace, jsou tedy vhodné i pro domácí měření. Přístroje jsou malé, bývají vybavené pamětí, většina z nich je schopná měřit současně s krevním tlakem i pulz, některé umí rozpoznat srdeční arytmie a určit střední tlak. Tyto tlakoměry jsou k dispozici v různých formách a na trhu se pohybují přibližně od 300 Kč. Za nevýhodu lze považovat nutnost použití baterií, které zvyšují provoz přístroje a u levnějších digitálních tonometrů menší přesnost měření (Beneš, Kyplová, Vítek, 2015, s. 112; Vytejčková, Sedlářová, Wirthová a kol., 2013, s. 35, Sovová 2009, s. 495).

2.4.5 Přesnost měření, legislativa, validace

Neinvazivní tonometry musí splňovat normy ČSN EN 1060 – 1 až ČSN EN 1060 – 3. Dle vyhlášky č. 65/2006 Sb. (mění vyhlášku Ministerstva průmyslu a obchodu č. 345/2002 Sb.) mají zdravotnická zařízení povinnost kontroly přístrojů na měření krevního tlaku každé dva roky. Po provedené kontrole je na tonometru vylepena příslušná státní značka Českého metrologického institutu. Tonometry používané v domácím prostředí nevyžadují metrologické ověření, je však vhodné řídit se doporučeními udávaným výrobcem (Vyhláška č. 65/2006 Sb.).

Validací se míní ověření správnosti měření konkrétního typu přístroje podle některého z obecně přijatých mezinárodních protokolů. Se stále více rostoucím trhem s komerčně i klinicky užívanými tonometry, vzrůstá jejich význam, neboť jsou zárukou jisté kvality a přesnosti pro zákazníka. V principu probíhá tak, že je srovnáván testovaný tonometr

s referenčním tonometrem měřícím krevní tlak auskultační technikou, přičemž měření probíhají na jedincích s různou výší krevního tlaku. Poté je vyhodnocováno, kolik procent měření se liší méně než o 5 %, 10 % atd. v jednotlivých pásmech krevního tlaku. Existují tři různé uznávané protokoly testování tlakoměrů (Homolka, 2010, s. 37; White 2015, s. 79).

Prvním z nich je AAMI neboli protokol americké společnosti (Association for the Advancement of Medical Instrumentation), který byl poprvé zaveden v roce 1987. Jeho hodnocení je založeno na směrodatné odchylce měření oproti rtuťovému tlakoměru. Přístroj uzná za vyhovující (pass) nebo nevyhovující (fail) pro klinické použití (White, 2015, s. 79).

Dalším protokolem je ESH, který je vypracovaný Evropskou společností pro hypertenzi. Je založen na hodnocení absolutní odchylky oproti rtuťovému tlakoměru. Podobně jako u AAMI určuje, zdali přístroj vyhovuje či nevyhovuje (White, 2015, s. 79).

Posledním je BHS protokol, který byl vypracován Britskou společností pro hypertenzi v roce 1990. Oproti AAMI a ESH protokolu hodnotí přesnost přístroje ve 4 stupních, zvlášť pro hodnoty systolického a hodnoty diastolického krevního tlaku, které se označují písmeny A-D. Závěrečné hodnocení má tvar například A/B, kdy přesnost pro STK je označena před lomítkem a pro DTK za lomítkem. Nejlepší shoda je označena písmenem A, nejhorší písmenem D. Aby mohl být přístroj doporučen pro použití v praxi, musí mít shodu alespoň B/B (White, 2015, s. 80, Homolka, 2010, s. 37).

Tabulka 3 Kategorizace dle BHS pro (polo)automatické přístroje pro měření TK¹⁰

Rozdíl mezi standardním a testovaným přístrojem			
Kategorie % měření	≤ 5 mm Hg	≤ 10 mm Hg	≤ 15 mm Hg
A	80	90	95
B	65	85	95
C	45	75	90
D	Horší než C	Horší než C	Horší než C

Tabulka číslo 3 ukazuje, že jsou tolerovány značné rozdíly mezi rtuťovým a testovaným přístrojem. Například u přístrojů zařazených do kategorie „B“ byla shoda pouze v 65 % v měřených hodnotách s rozdílem do 5 mm Hg a v 85 % s rozdíly do 10 mm Hg.

¹⁰ NĚMCOVÁ, Helena. Měření krevního tlaku. *Praktické lékařství* [online]. 2009, roč. 5, č. 5, 242-247 [cit. 2018-06-20]. ISSN 1803-5329. Dostupné z: <https://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2009/05/09.pdf>

3 MONITOROVÁNÍ KREVNÍHO TLAKU

3.1 Ambulantní (kazuální, příležitostné) měření krevního tlaku

Kontroly krevního tlaku jsou založené na příležitostném měření tlaku v lékařské ordinaci. Tato metoda je nejméně přesným ukazatelem skutečné kontroly krevního tlaku, poněvadž přináší pouze průřezovou hodnotu krevního tlaku v určitou denní dobu. Výsledky mohou být ovlivněny syndromem bílého pláště nebo maskovanou hypertenzí. Hodnoty krevního tlaku tedy mohou vést k falešně pozitivnímu nebo falešně negativnímu výsledku. Falešně pozitivním výsledkem se míní diagnostika hypertenze u normotonaika a falešně negativní výsledek znamená diagnostika normotenze u hypertonaika. I přes všechny uvedené nevýhody je tato metoda stále brána většinou národních kardiologických společností za důležitou metodu neinvazivního měření krevního tlaku (Homolka, 2010, s. 35).

Novinkou je automatické opakované měření krevního tlaku ve zdravotnickém zařízení v oddělené místnosti a bez přítomnosti jiných osob. Tato metoda měření krevního tlaku může zlepšit reprodukovatelnost a lépe koreluje s měřením krevního tlaku v domácích podmínkách nebo s ambulantním monitorováním krevního tlaku (Cífková, 2017, s. 12).

Technice měření krevního tlaku je nutno věnovat velkou pozornost. Zásady měření TK v ordinaci lékaře jsou uvedeny v příloze A. Měření krevního tlaku se provádí v ambulanci u sedícího pacienta po 10minutovém uklidnění na paži. Jde-li o první návštěvu pacienta, měří se na obou pažích. Horní končetina je volně podložena v předloktí a paže je ve výši srdce. Za zlatý standard se užívá měření auskultační metodou s přiměřeně širokou a dlouhou manžetou. Jedinec s obvodem paže do 33 cm by měl mít šíři manžety 12 cm. Manžeta by měla být umístěna 2 cm nad loketní jamkou. Při poslechu se hodnotí pět fází: První jsou jasné, čisté, ťukající zvuky, které nazýváme systolické Korotkovy ozvy, v druhé fázi slyšíme foukavý zvuk, ve třetí fázi se jedná o ostřejší a hlasitější ťukající zvuky, IV. fáze reprezentuje tlumené zvuky a v poslední fázi ozvy vymizí. Tento stav označujeme, jako druhou diastolickou Korotkovu ozvu. Důležité je, aby se tlak v manžetě snižoval pomalu, nejlépe rychlostí 2-3 mm Hg za vteřinu. U hypertoniků se doporučuje měřit krevní tlak 3krát, přičemž se řídíme průměrem z druhého a třetího měření. Při kontrolních měřeních v ambulanci se měří vždy na stejné paži, na které byl při vstupním vyšetření naměřen vyšší krevní tlak. V některých případech se měří krevní tlak pacientovi vestoje, jedná se většinou o starší nemocné či diabetiky s hypertenzí pro častější možnost ortostatické hypotenze. Měření vestoje se provádí po 1 minutě vzpřímené polohy pacienta,

manžeta s tonometrem by měla být rovněž v úrovni srdce (Homolka, 2010, s. 35-36; Karen, Filipovský, 2014, s. 5; Staněk, 2014 s. 76; Kaplan, Weber, 2010, s. 5).

K měření krevního tlaku v ordinaci lékaře se rovněž využívají automatické či poloautomatické přístroje s manžetou na paži. Podle Směrnice Evropského parlamentu a rady 2007/51/ES se v současné době nesmí uvádět na trh rtuťové tonometry. Neznamená to však, že staré rtuťové tonometry neumožňuje používat i nadále (Homolka, 2010, s. 35).

Je důležité využívat přístroje, které byly validizovány podle standardních protokolů. Přístroje na měření krevního tlaku musí být každoročně kalibrovány certifikační autoritou (Karen, Filipovský, 2014, s. 5).

3.2 Ambulantní monitorování krevního tlaku

Ambulantní monitorování krevního tlaku neboli AMTK či ABPM je považováno za nejobjektivnější metodu měření TK v diagnostice a kontrole léčby hypertenze. Díky němu získáme přehled o absolutních hodnotách i variabilitě TK v časových úsecích. AMTK je tedy nejpřesnější ukazatel kontroly krevního tlaku. S porovnáním s kazuálním měřením je více přesný a spolehlivý. Tato metoda je také označována jako „tlakový holter“, tento název je však nesprávný, jelikož se nejedná o měření kontinuální, ale jednorázové v určitých předem stanovených intervalech (Homolka, 2010, s. 37).

Ambulantní monitorování krevního tlaku je charakterizované tím, že tlak se měří po dobu 24 nebo 48 hodin. Zjišťují se průměrné hodnoty během dne i noci, sleduje se pokles tlaku o 10 % v nočních hodinách neboli diurnální rytmus. Indikace k tomuto monitorování TK může být rezistentní hypertenze, epizodická hypertenze, ověření hypertenze bílého pláště, podezření na noční hypertenzi, ověřování účinků léků proti vysokému krevnímu tlaku a hypertenze v těhotenství. Doporučené normy krevního tlaku při ABPM, viz příloha B (Štejfa, 2007, s. 83).

Přístroj, který je využíván k ambulantnímu monitorování TK se skládá z manžety, přístroje s motorkem, kompresorem a mikroprocesorem. Nejčastěji se využívají přístroje na oscilometrickém principu. Díky technickému pokroku jsou malé a poměrně tiché, mají nízkou spotřebu energie a dostatek paměťové kapacity, je tedy možné získat hodnoty až z týdenního monitorování krevního tlaku. Lze na nich nastavit počet a frekvenci měření. Záznamy v bdělém stavu se pohybují mezi 15-30 minutami a ve spánku mezi 30-60 minutami. Měření probíhá nejčastěji 24 hodin. Všechny záznamy jsou ukládány do paměti. Lékař pak pomocí softwaru počítače znázorní digitálně i graficky ve formě histogramů křivky systolického, diastolického a středního tlaku i srdeční frekvence. Součástí reportu jsou také rozborů maximálních,

minimálních a průměrných naměřených hodnot (Sovová, Sedlářová, 2014, s. 59; Homolka, 2010, s. 37-39).

Manžeta se přikládá na nedominantní paži. Měřicí zařízení pacient nosí na trupu uložené v pouzdře a manžetu s měřicí sondou nad arteria brachialis, viz obrázek č. 8. První změření krevního tlaku se provádí za současné kontroly rtuťovým tonometrem, přičemž literatura uvádí, že rozdíl by neměl být větší než 5 mm Hg pro systolický i diastolický tlak. Pacient si během monitoringu vede deník o svých subjektivních potížích a léčbě, který pak předkládá při zhodnocování výsledků (Sovová, Sedlářová, 2014, s.59; Homolka, 2010, s. 37-40).



Obrázek 8 Příklad přístroje pro ABPM¹¹

3.3 Domácí měření krevního tlaku

Domácí měření TK je již poměrně rozšířené, zvláště mezi hypertoniky. Pacienti, kteří si v domácím prostředí sami dle doporučených postupů měří krevní tlak, mají větší možnost se podílet na léčbě hypertenze. Měření krevního tlaku doma je poměrně levná metoda, která poskytuje dobré informace pro lékaře (Homolka, 2010, s. 36).

Pokud je domácí měření správně prováděno, dává dobrý obraz o různých hodnotách TK během přirozené aktivity pacienta. Pomocí něho lze zachytit syndrom bílého pláště nebo maskovanou hypertenzi. Správně naměřené hodnoty a aktivní přístup pacienta mohou být důležité například i v nastavení účinné antihypertenzní léčbě (Štejf, 2007, s. 82; Paluch, Heřmánková, 2011, s. 496).

¹¹ HOMOLKA, Pavel, 2010. Monitorování krevního tlaku v klinické praxi a biologické rytmy. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2896-4.

Aby naměřené hodnoty v domácím prostředí měly dobrou výpovědní hodnotu, musí být dodržena určitá pravidla, například používat jen validované přístroje. Je nutné, aby byly pro měření užívány tonometry, které mají atest AAMI, ESH nebo BHS. Také je potřeba jejich pravidelná kalibrace autorizovaným pracovištěm. Nejčastěji se využívají poloautomatické a automatické elektronické přístroje, jejichž měření je založeno na oscilometrických metodách. Většina odborníků doporučuje používat přístroje s umístěním manžety na paži. Při nákupu tonometru je nutné se přesvědčit, zdali jsou manžety pro daný tlakoměr dostupné v odpovídajících velikostech. Finančně nenáročné je zakoupit si přístroj s adaptérem k napájení z elektrické sítě. Již při nákupu je vhodné ověřit přesnost daného tonometru. Další nutností pro správnost hodnot naměřených v domácích podmínkách je řádné poučení pacienta, jak správně má provádět měření a edukace o zapisování hodnot do bloku. Důležité je i informovanost pacienta o tom, že hodnoty TK naměřené doma jsou obvykle nižší než hodnoty měřené v ambulanci. Z tohoto důvodu jsou hodnoty krevního tlaku nad 135/85 mm Hg při domácím měření považovány již za zvýšené, viz příloha B (Homolka, 2010, s. 36-37; Paluch, Heřmánková, 2011, s. 496-497).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI

1. Ověřit platnost informací o vlivu fyzické aktivity na hodnoty krevního tlaku.
2. Ověřit platnost informací o vlivu kouření na hodnoty krevního tlaku.
3. Ověřit platnost informací o vlivu dní v týdnu na hodnoty krevního tlaku.
4. Navrhnout způsob, jak ověřit správnost měření TK a provést vyhodnocení přesnosti vybraných přístrojů.

5 METODIKA PRÁCE

Z teoretické části vyplývá, že tlak krve velmi kolísá v důsledku mnoha faktorů. Díky tomu jsem se v prvním kroku rozhodla ověřit platnost informací o vlivu fyzické zátěže, kouření a týdenního kolísání na hodnoty krevního tlaku pomocí rtuťového tlakoměru na jedné osobě.

Druhým krokem jsem dle zjištěných skutečností a studia teoretické literatury navrhla mně dostupný způsob, kterým jsem ověřila, zdali přístroje měří dobře či ne. Byly vytvořeny referenční intervaly zvláště pro systolický a diastolický tlak ženy pomocí měření rtuťovým tlakoměrem a na základě toho byla ověřována přesnost vybraných tonometrů.

6 MOŽNÉ CHYBY MĚŘENÍ ZPŮSOBENÉ AKTIVITOU SLEDOVANÉ OSOBY

Cílem bylo ověřit platnost informací o vlivu některých faktorů na hodnoty krevního tlaku. Existuje mnoho faktorů souvisejících přímo s měřenou osobou, které ovlivňují hodnoty TK. Mohou to být například věk, stres, rasa, pohlaví a dále. V mé práci jsem se zaměřila na tělesnou aktivitu, kouření a kolísání TK v průběhu týdne. Pro zjištění vlivu jednotlivých faktorů byla použita kvantitativní forma výzkumu. Metodou pro sběr dat bylo opakované měření krevního tlaku. K měření krevního tlaku byla vybrána žena ve věku 25 let bez zdravotních obtíží. Před měřením byla žena seznámena s postupem měření a s měřením souhlasila.

6.1 Údaje o vyšetřované ženě

K měření krevního tlaku byla požádána žena ve věku 25 let. Pracuje jako zdravotní sestra v osmihodinových směnách. Je vysoká 162 cm a váží 60 kg. Vypočítané BMI dosahuje 22,9. Obvod paže činí 27,1 cm a zápěstí 16,9 cm. Žena udává, že netrpí žádným vážným onemocněním. Kouří zhruba půl roku, přičemž vykouří v průměru tři cigarety denně. Konzumace alkoholu je příležitostná. Dle jejích slov se snaží žít zdravým životním stylem, který podporuje pravidelnými procházkami a jízdou na In-line bruslích.

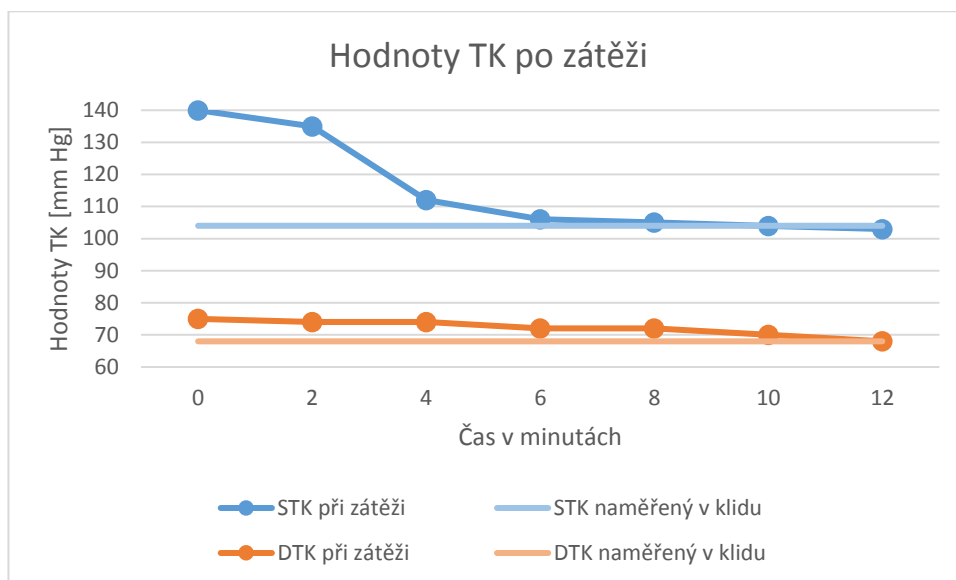
6.2 Ověření vlivu tělesné zátěže na hodnoty krevního tlaku

6.2.1 Postup měření

Nejprve byl změřen krevní tlak ženy v klidu pomocí rtuťového tlakoměru. Při měření byly dodrženy veškeré zásady měření TK zmiňované v teoretické části (například TK byl změřen po desetiminutovém klidu, manžeta přístroje byla v úrovni srdce, přístroj se nacházel v kolmé poloze atd.). Veškeré měření probíhalo v domácím prostředí ženy. Naměřená hodnota TK rtuťovým tonometrem byla 104/68 mm Hg. Následně žena vykonávala 2 minuty kardio cvičení, konkrétně tzv. jumping jacks. Jumping jack neboli panák, je cvik, kdy nejprve jedinec stojí s nohama u sebe, poté skokem přejde do stoje rozkročného a zároveň ruce spojí nad hlavou, následně se vrací zpět do výchozí pozice. Ihned po tělesné zátěži bylo započato měření krevního tlaku rtuťovým tlakoměrem. Měření bylo prováděno po dvou minutách stejnou osobou na levé horní končetině ženy. Měření probíhalo do té doby, než žena dosáhla hodnot naměřených v klidu, tedy 104/68 mm Hg.

6.2.2 Vyhodnocení měření TK po zátěži

Naměřené hodnoty byly zapsány do tabulky, viz příloha C. Poté byly převedeny do programu MS Office Excel, kde byl vytvořen kombinovaný graf.



Obrázek 9 Hodnoty TK naměřené po tělesné zátěži

Z grafu (Obr. 9) je možné vyčíst, že TK ženy bezprostředně po zátěži dosahoval 140 mm Hg systolického a 75 mm Hg diastolického tlaku. Následovalo rychlé snížení STK, kdy již v šesté minutě klesl na 106 mm Hg. V desáté minutě lze vidět, že STK ženy dosáhl hodnot, které byly naměřeny v klidu. Diastolický krevní tlak se neustále postupně snižoval až do hodnoty 68 mm Hg, která je zaznamenána ve dvanácté minutě.

Závěr: Bezprostředně po fyzické zátěži se zvýšil systolický krevní tlak ženy o 36 mm Hg a diastolický o 7 mm Hg, tzn., že při námaze stoupá hlavně STK a DTK stoupá mírně. Doba návratu ke klidovým hodnotám ženy činila 12 minut.

6.3 Ověření vlivu kouření cigaret na hodnoty krevního tlaku

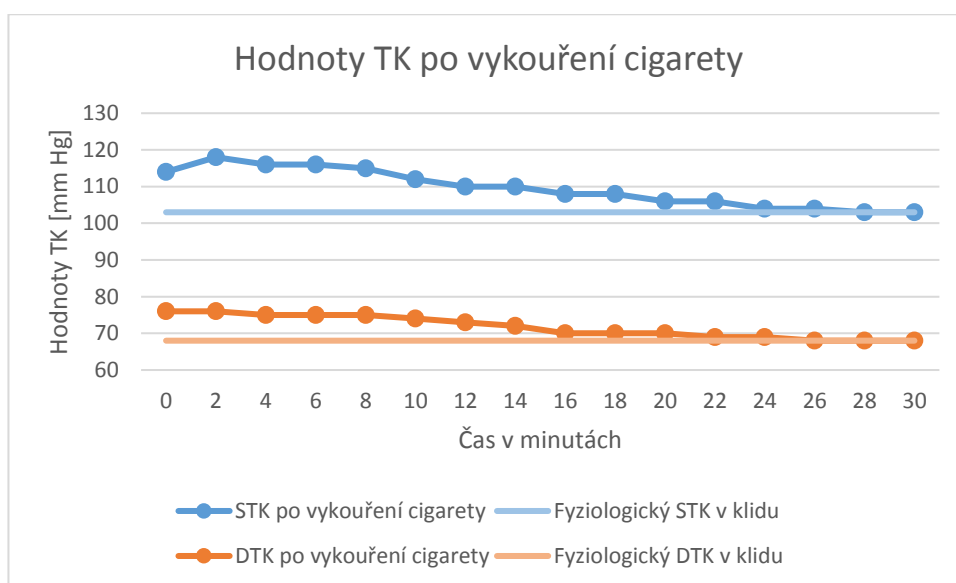
6.3.1 Postup měření

Nejdříve byl změřen krevní tlak ženy v klidu rtuťovým tlakoměrem. Při měření byly dodrženy zásady měření TK. Veškeré měření probíhalo v domácím prostředí ženy. Naměřená hodnota TK byla 103/68 mm Hg. Poté byla žena vyzvána k vykouření jedné cigarety značky Philip Morris. Bezprostředně po vykouření cigarety bylo započato měření TK rtuťovým tlakoměrem.

Měření bylo prováděno po dvou minutách stejnou osobou na levé horní končetině ženy. Měření probíhalo do doby, než žena dosáhla hodnot naměřených v klidu, tedy 103/68 mm Hg. Je nutné zmínit, že žena běžně vykouří v průměru 3 cigarety denně. Sdělila, že kouří necelých 6 měsíců.

6.3.2 Vyhodnocení měření TK po vykouření cigarety

Naměřené hodnoty byly zapsány do tabulky, viz příloha C. Poté byly převedeny do programu MS Office Excel, kde byl vytvořen kombinovaný graf.



Obrázek 10 Hodnoty TK naměřené po vykouření cigarety

Na uvedeném grafu (Obr. 10) lze vidět, že hodnoty STK ihned po vykouření cigarety se přibližovaly téměř 115 mm Hg a DTK 76 mm Hg. Je patrné, že hodnoty DTK se po vykouření cigarety každé dvě minuty snižovaly, oproti tomu hodnoty STK byly bezprostředně po vykouření cigarety nižší a zvýšily se až při druhém měření, tedy po dvou minutách. Ve 14. minutě TK dosahoval výše 110/72 mm Hg. Diastolický krevní tlak dosáhl klidových hodnot ženy dříve než systolický, a to konkrétně ve 26. minutě. Systolický TK docílil klidových hodnot ženy ve 28. minutě.

Závěr: Ihned po vykouření cigarety se zvýšil systolický krevní tlak ženy o 11 mm Hg a diastolický o 8 mm Hg. Maximálních hodnot žena dosáhla ve druhé minutě po vykouření cigarety s hodnotami 118/76 mm Hg. Doba návratu ke klidovým hodnotám ženy činila 28 minut. Je tedy prokazatelně dokázán vliv kouření na krevní tlak.

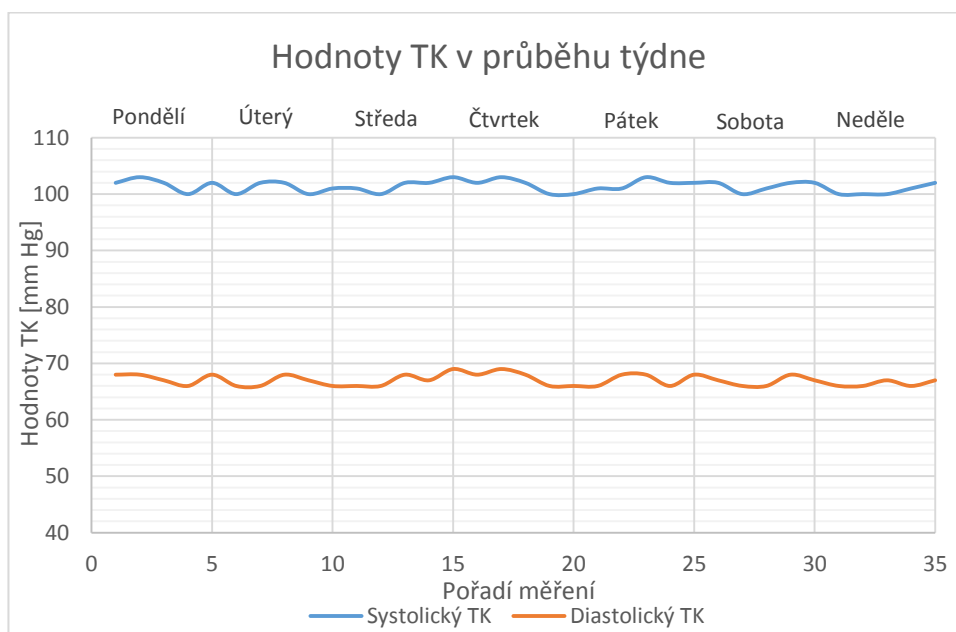
6.4 Ověření kolísání krevního tlaku v průběhu týdne

6.4.1 Postup měření

Po dobu sedmi dní byl každý den ve stejnou denní dobu vyšetřované pětkrát změřen krevní tlak. Měření probíhalo vždy od 13:30 hodin. Krevní tlak byl měřen na levé horní končetině po desetiminutovém klidu pomocí rtuťového tlakoměru. Při měření byly dodrženy veškeré zásady měření TK. Mezi opakovanými měřeními se vyčkalo vždy 4-5 minut. Je důležité podotknout, že již třicet minut před měřením žena nesměla kouřit, koupat se v horké vaně, vykonávat náročnou fyzickou aktivitu, požívat alkohol či kofein.

6.4.2 Vyhodnocení měření TK v průběhu týdne

Naměřené hodnoty byly zapsány do tabulky, viz příloha D. Poté byly převedeny do programu MS Office Excel a Statistica 10, kde byly vyhodnoceny.



Obrázek 11 Grafické znázornění kolísání TK během jednoho týdne

Z tvaru grafu (Obr. 11) se dá usuzovat, že dochází ke kolísání hodnot TK okolo průměrné hodnoty, která se v průběhu týdne nemění.

Tabulka 4 Tabulka porovnávající průměr a směrodatnou odchylku jednotlivých dní v týdnu

	Systolický TK		Diastolický TK	
	Průměr	Sm. odchylka	Průměr	Sm. odchylka
Pondělí	101,8	1,1	67,4	0,9
Úterý	101,0	1,0	66,6	0,9
Středa	101,6	1,1	67,2	1,3
Čtvrtek	101,4	1,3	67,4	1,3
Pátek	101,8	0,8	67,2	1,1
Sobota	101,4	0,9	66,8	0,8
Neděle	100,6	0,9	66,4	0,5

Z tabulky 4 lze vyvodit, že průměrná hodnota během celého týdne u systolického tlaku byla 101,4 mm Hg a diastolického 67 mm Hg. Směrodatná odchylka jak u systolického TK, tak u diastolického TK nepřekročila hodnotu 1,3.

Závěr: Při ověřování vlivu týdenního kolísání krevního tlaku bylo zjištěno, že STK u ženy se pohybuje od 100 do 103 mm Hg a DTK od 66 do 69 mm Hg. Směrodatná odchylka vypovídá o tom, jak moc se od sebe navzájem liší data v souboru. V případě STK i DTK se směrodatná odchylka nepřesahuje hodnotu 1,3. To znamená, že hodnoty v souboru nesignalizují velké vzájemné odlišnosti, ale naopak jsou si velmi podobné.

Závěry z této kapitoly: Naměřené hodnoty krevního tlaku mohou být ovlivněny tělesnou aktivitou a kouřením. Vliv dní v týdnu na hodnoty krevního tlaku nebyl zjištěn.

7 MOŽNÉ CHYBY MĚŘENÍ ZPŮSOBENÉ POUŽITÝM MĚŘICÍM PŘÍSTROJEM

K měření krevního tlaku je na trhu celá řada přístrojů. Naprosto základním podstatným požadavkem je přesnost přístroje, přičemž zrovna tento parametr bývá často opomíjen. Na základě zjištěných skutečností z předešlé kapitoly a ze studia teoretické literatury byl navrhnout postup, jak z malého počtu měření ověřit, zda vybraný přístroj měří hodnoty krevního tlaku správně. Nejprve byl vytvořen referenční interval zvláště pro systolické a diastolické hodnoty krevního tlaku ženy. Poté bylo zahájeno měření vybranými tonometry a porovnával se počet hodnot, které leží mimo určené referenční meze. Výsledky měření byly zhodnoceny v programu Statistica 10 a MS Office Excel pomocí kombinovaných grafů.

7.1 Vytvoření referenčního intervalu

Referenční interval byl vytvořen na základě opakovaného měření TK pomocí rtuťového tlakoměru. Měření TK na ženě jsem prováděla já sama, neboť jako zdravotnický asistent mám dobré zkušenosti s auskultační technikou. Celkem se získalo 100 hodnot TK, přičemž při jedné návštěvě se naměřilo maximálně 25 hodnot. Měření probíhalo za předem stanovených podmínek určených ze studia teoretické literatury.

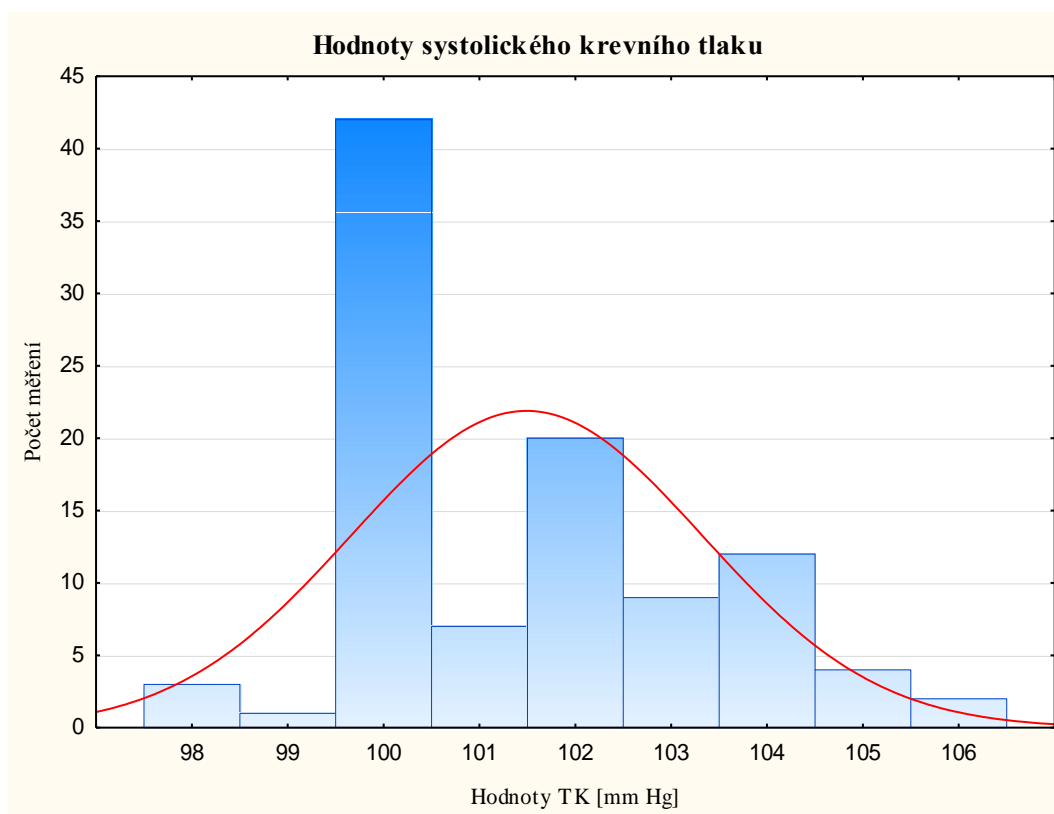
Podmínky měření:

- Měření musí probíhat vždy v domácím prostředí ve stejnou denní dobu (13:30 hod.)
- 30 minut před měřením krevního tlaku žena nesmí jíst, koupat se v horké vaně, kouřit, vykonávat náročnou pohybovou aktivitu, pít alkohol či nápoje s obsahem kofeinu
- Nejméně 10 minut před měřením TK musí žena sedět v klidu
- Poloha ženy – sed na židli s opřenými zády, dolní končetiny se dotýkají země, levá horní končetina položena na stole
- Správný výběr manžety, manžeta se přikládá vždy na levou obnaženou paži, cca 2 cm nad loketní jamku, hadičky vystupující z manžety směřují ke středu dlaně
- Rtuťový tlakoměr musí být v kolmé poloze, vždy v úrovni očí vyšetřující osoby
- Manžeta tlakoměru se nafoukne přibližně o 30 mm Hg nad očekávaný STK, vypouštění vzduchu z manžety by mělo být rychlostí 2-3 mm Hg za sekundu
- Během měření TK žena nesmí mluvit a hýbat se
- Po změření TK ihned zapsat hodnoty
- Mezi jednotlivými měřeními dodržovat nejméně čtyřminutovou přestávku

7.1.1 Prezentace a interpretace získaných dat vztahující se k měření rtuťovým tlakoměrem

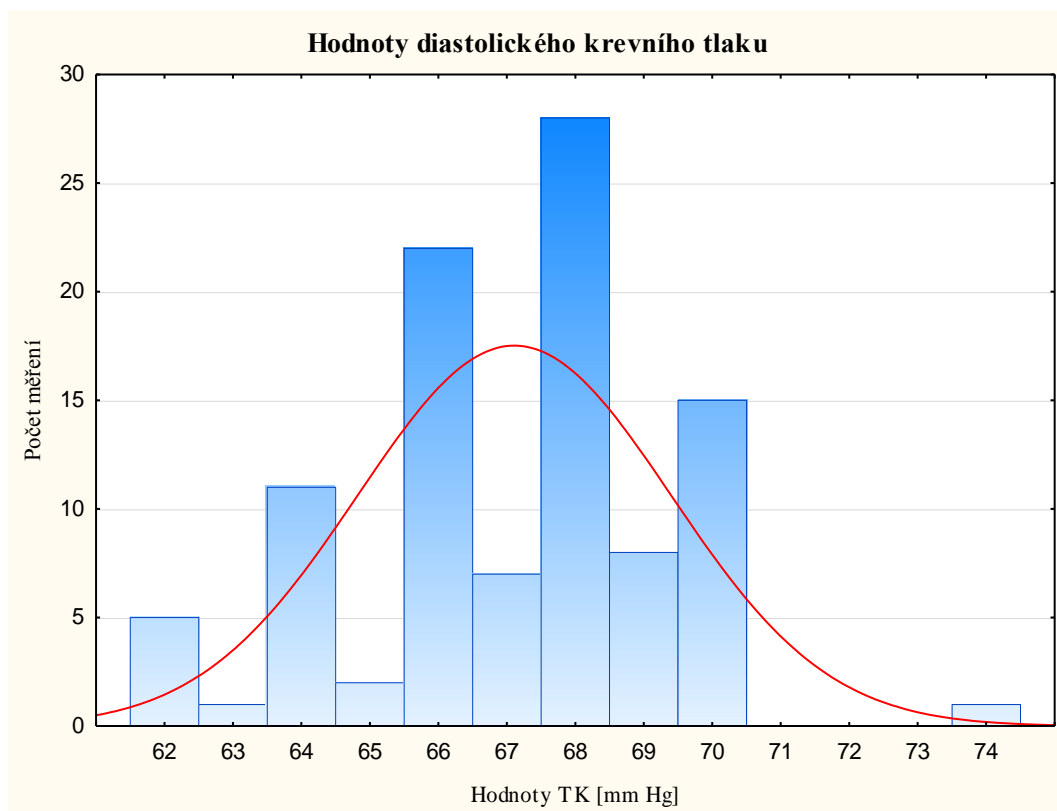
Na základě naměřených dat uvedených v příloze E, byl vytvořen histogram zvláště pro hodnoty systolického a diastolického krevního tlaku. Histogram graficky zobrazuje údaje o rozložení četnosti ve vzorku dat. V histogramu je normální rozložení znázorněno červenou křivkou zvonového tvaru, tzv. Gaussovou křivkou. Normální rozložení znamená, že velká část výsledků je soustředěována kolem průměrné hodnoty a na obě strany jsou výsledky pak méně časté. Vrchol křivky odpovídá aritmetickému průměru všech naměřených hodnot TK (Svozilová, 2011, s. 310, 316).

Podle rozložení hodnot v histogramech na obr. 12 a 13 se domnívám, že naměřené hodnoty rtuťovým tlakoměrem nepatří do normálního rozložení.



Obrázek 12 Histogram znázorňující rozložení hodnot STK naměřených rtuť. tonometrem

Z tohoto histogramu je patrné, že minimální hodnota naměřeného STK je 98 mm Hg a maximální 106 mm Hg. Hodnota s nejvyšší četností (42 měření) je 100 mm Hg.



Obrázek 13 Histogram znázorňující rozložení hodnot DTK naměřených rtuť. tonometrem

Z grafu 13 lze vyčíst, že minimální hodnota diastolického TK je 62 mm Hg a maximální 74 mm Hg. Nejčetnější hodnotou je 68 mm Hg, která byla naměřena dvacet osmkrát.

Tabulka 5 Základní popisná statistika pro hodnoty STK a DTK naměřené rtuť. tonometrem

	Systolický TK	Diastolický TK
N	100	100
Průměr	101,47	67,08
Medián	101	68
Modus	100	68
Četnost modu	42	28
Směrodatná odchylka	1,82	2,28
Minimum	98	62
Maximum	106	74
Dolní kvartil	100	66
Horní kvartil	103	68
Rozptyl	3,32	5,19

Z tabulky 5 vyplývá, že počet měření jak u diastolického i systolického krevního tlaku byl 100. Nejčtenější hodnotou pro STK je 100 mm Hg a pro DTK 68 mm Hg. Důležité jsou průměry, kdy pro STK je to 101,47 mm Hg a DTK 67,08 mm Hg. Při porovnání s hodnotami, které vyšly v týdenním měření (viz podkapitola 6.4), jsou téměř totožné. Z tabulky lze vyčíst, že směrodatná odchylka pro STK dosahuje 1,82 a pro DTK až 2,28. Směrodatná odchylka je v tomto případě vyšší než v týdenním měření, ale je to dáno tím, že u tohoto souboru je větší rozsah měření, kdy extrémní hodnoty měly větší možnost se vyskytnout. U diastolického tlaku by se dala hodnota 74 mm Hg považovat za odlehlou. Směrodatná odchylka po odstranění této hodnoty se rovná 2,18. V určení referenčních pásů se pak tato diastolická hodnota TK neprojevila, jelikož byla využita pořadová statistika (kvantily).

Závěr: Z naměřených hodnot TK ženy se u histogramů zdá, že hodnoty nemají normální rozdělení, dokonce hodnoty systolického TK mají opačnou šikmost než hodnoty diastolického TK. Proto byly k vytvoření referenčních mezí využity kvantily, nikoli interval, který by vycházel z průměru a směrodatné odchylky. Na základě naměřených hodnot byly určeny 95 % referenční meze pomocí 2,5 % a 97,5 % kvantilu. Pro systolický TK je v našem případě referenční mez **98 až 105 mm Hg**, pro diastolický TK je to **62 až 70 mm Hg**.

7.2 Ověření přesnosti testovaných tonometrů

Dále se v mé práci zaměřuji již na měření jednotlivými tonometry a ověřování zdali vybraný přístroj měří dobře či ne. Pro zjištění přesnosti byla použita kvantitativní forma výzkumu. Metodou pro sběr dat bylo opakované měření krevního tlaku u stejné ženy různými tonometry. Nejdříve byly stanoveny referenční meze pomocí rtuťového tlakoměru, viz kapitola 7.1. Na základě nich se porovnávala přesnost vybraných tonometrů. Aby žena při měření nebyla příliš zatěžována, byla snaha o zvolení takového postupu měření, kde by byly otestovány všechny vybrané tonometry, ale žena by byla co nejméně zatížena z hlediska diskomfortu při nafukování manžety a z hlediska časové náročnosti testu.

7.2.1 Postup měření pro testování tonometrů

Při vytváření návrhu měření pro testování tonometrů se vycházelo z referenčních mezí určených z předchozí kapitoly. S postupem měření byla žena seznámena a předem s měřením souhlasila.

Měření jednotlivými přístroji probíhalo vždy o víkend od 13:30 hodin v domácím prostředí ženy. Při jedné návštěvě bylo naměřeno 10 hodnot TK. Měření probíhalo vždy za mé

přítomnosti. Pro jednotnost byla všechna měření prováděna na levé horní končetině. Při měření TK byly dodrženy základními pokyny výrobce pro užívání tonometru.

7.2.2 Technické parametry použitých přístrojů

V této kapitole jsou uvedeny parametry testovaných tonometrů, které byly použity při měření krevního tlaku. Byly využity přístroje, které jsou používány nejčastěji v domácím prostředí. Přístroje byly vybrány tak, aby se lišily způsobem měření a nebyly starší více než dva roky od data zakoupení. Rtuťový tlakoměr byl zvolen jako referenční, poněvadž dle literatury a odborných článků je brán, jako nejpřesnější měřič TK neinvazivní metodou. Rtuťový tlakoměr je popsán v teoretické části. Pro porovnání se rtuťovým tlakoměrem bylo zvoleno osm různých přístrojů. Dva přístroje měří TK pomocí auskultační techniky a zbylých šest přístrojů jsou založené na oscilometrickém principu měření. Až na jeden přístroj, který má manžetu určenou na zápěstí, mají všechny manžetu umísťující se na paži.

Informace o přístrojích jsou získány od výrobce z příbalových letáků.

Sanitas SBM52

Jedná se o automatický digitální tonometr, který využívá oscilometrickou metodu měření krevního tlaku. Velikost manžety se pohybuje od 22 do 36 cm a umísťuje se na paži. Tonometr je schopný měřit systolický TK v rozsahu 50-250 mm Hg a diastolický TK v rozsahu 30- 200 mm Hg. Další jeho funkcí je určení tepové frekvence v rozmezí 30-180 úderů srdce za minutu. Přesnost měření krevního tlaku je udávána ± 3 mm Hg. Výrobce poskytuje záruku na 3 roky od data zakoupení přístroje. Cena tohoto přístroje se pohybuje okolo 600 Kč.

Základní pokyny k používání tonometru od výrobce:

Výrobce doporučuje měřit krevní tlak vždy ve stejnou denní dobu. Třicet minut před měřením krevního tlaku by uživatel neměl jíst, pít, kouřit či vykonávat náročnou pohybovou aktivitu a zhruba 5 minut před měřením by měl odpočívat. Je důležité přístroj používat pouze u osob s obvodem paže pro tento tonometr. Manžetu by měl přikládat na levou paži, která by neměla být utěšňována kusy oděvu. Manžeta by měla být umístěna 2-3 cm nad ohbím lokte a hadička by měla ukazovat ke středu dlaně. Dle výrobce lze krevní tlak měřit vsedě či vleže, je však důležité při měření být v klidu a nemluvit. Měří-li se u jedné osoby krevní tlak vícekrát, pak mezi jednotlivými měřeními by měla být 5 minutová přestávka.



Obrázek 14 Sanitas SBM52

Omron M6 Comfort IT

Je automatický přístroj pro měření TK, pracující na oscilometrickém principu. Velikost manžety je určena pro pacienty s obvodem paže 22-42 cm. Tento tonometr je schopný měřit krevní tlak v rozmezí 0 až 299 mm Hg. Jeho funkcí je také měření srdeční činnosti v rozsahu 40-80 tepů za minutu. Pokud je srdeční akce nepravidelná přístroj je schopný ji detekovat a zobrazit ji na displeji určeným symbolem. Tento tonometr je také schopný rozpoznat chybné měření v důsledku pohybu těla. Dalším usnadněním užívání tohoto přístroje je kontrolka průvodce správného upevnění manžety. Výhodnou funkcí je i indikátor hodnoty krevního tlaku, je-li naměřený krevní tlak ve standardním rozmezí, barevný indikátor hodnoty krevního tlaku svítí zeleně v opačném stavu oranžově. Přesnost měření krevního tlaku výrobce udává ± 3 mm Hg. Výrobce poskytuje záruku na 3 roky od data zakoupení, nicméně doporučuje každé 2 roky přístroj zkontrolovat z důvodu přesnosti měření. Cena tohoto přístroje se pohybuje okolo 1600 Kč.

Základní pokyny k používání tonometru od výrobce:

Výrobce doporučuje měřit TK vždy ve stejnou denní dobu, upozorňuje, že ráno bývají hodnoty nízké a postupně se zvyšují. Třicet minut před měřením by se uživatel neměl koupat, kouřit, požívat alkohol či kofein. Důležité je využívat pouze manžetu, která je k tomuto přístroji určena. Neměla by se přikládat na zraněnou paži nebo na paži, u které probíhá léčba. Její umístění výrobce popisuje na levé obnažené paži v úrovni srdce. Výrobce upozorňuje, že hodnoty mezi oběma pažemi se mohou lišit. Manžeta by měla být 1-2 cm nad loktem, přičemž vzduchová hadička by se měla nacházet na boku paže a být v rovině s prostředníčkem. Měření by mělo být prováděno vsedě při pokojové teplotě. V blízkosti přístroje by neměly být používány mobilní telefony ani jiná zařízení vysílající elektromagnetické vlny.



Obrázek 15 Omron M6 Comfort IT

Sencor SBD 1470

Jedná se o digitální tonometr s manžetou na zápěstí, který měří krevní tlak pomocí oscilometrické metody. Manžeta je s nastavitelnou délkou od 13,5 do 19,5 cm a je určena pouze pro dospělé jedince. Tento zápěstní tonometr je schopný měřit TK v rozmezí 0-300 mm Hg a puls v rozsahu 40-199 tepů za minutu. Přesnost měření TK udává výrobce ± 3 mm Hg. Dále je schopný detekovat srdeční arytmií. Výrobce poskytuje kupujícímu záruku v trvání 24 měsíců od data zakoupení. K zajištění přesných výsledků měření doporučuje nechat provést kalibraci přístroje po dvou letech používání. Cena tohoto přístroje se pohybuje okolo 300 Kč.

Základní pokyny pro používání tonometru:

Výrobce radí měření provádět vždy ve stejný čas, nejlépe však ráno, v poledne a večer, stále za stejných podmínek. Měření by nemělo probíhat 20 minut po horké vaně či sprše a 30-45 minut po konzumaci nápojů s obsahem kofeinu či po kouření cigaret. Před měřením TK je vhodné odpočívat alespoň 5-10 minut. Manžeta by měla být nasazena na levé obnažené a neporaněné zápěstí, tak aby displej tlakoměru byl na stejné straně jako dlaně. Horní okraj manžety by měl být umístěn 1-1,5 cm pod zápěstním kloubem. Loket by měl být opřen o stůl, dlaň lehce otevřená, přičemž by měla směřovat nahoru. Přístroj by měl být v úrovni srdce. Při měření není vhodné mluvit a pohybovat s horní končetinou. Mezi opakovanými měřeními výrobce doporučuje vyčkat alespoň 4-5 minut z důvodu obnovení krevního oběhu.

Výrobce upozorňuje, že krevní tlak se během dne mění a je ovlivňován mnoha faktory. Jedním z faktorů je elektromagnetické rušení, není tedy vhodné přístroj používat v blízkosti mobilního telefonu či mikrovlnné trouby. Uvádí, že naměřené hodnoty za použití tohoto přístroje jsou shodné s výsledky měření, které pořídil zkušený pozorovatel auskultační metodou pomocí tonometru a fonendoskopu.



Obrázek 16 Sencor SBD 1470

Dr. Frei M-300A

Tento přístroj je plně automatický a využívá se pro měření krevního tlaku pomocí manžety umístěné na paži. Jedná se o manžetu s obvodem 22-38 cm. Tonometr umožňuje rychlé změření systolického a diastolického tlaku včetně tepové frekvence pomocí oscilometrického principu měření. Je schopný měřit systolický tlak v rozmezí 50-250 mm Hg, diastolický 30-180 mm Hg a srdeční tep v rozmezí 40-200 pulsů za minutu. Přesnost měření tlaku udává ± 3 mm Hg. Výhodou je indikátor úrovně TK a detekce nepravidelné srdeční frekvence. Také se chlubí funkcí průměru všech uložených výsledků TK. Výrobce poskytuje záruku po dobu dvou let od data zakoupení, doporučuje však každé 2 roky přístroj zkontrolovat ve specializovaném pracovišti. Cena tohoto přístroje se pohybuje od 1099 do 1170 Kč.

Základní pokyny k používání tonometru od výrobce:

Švýcarský výrobce doporučuje vždy před měřením se posadit, zklidnit se, zajistit uvolněnou polohu tak, aby se neaktivovaly žádné svaly na měřené horní končetině. Na horní končetině by neměl být žádný oděv, přičemž se nedoporučuje ani vyhrnovat rukáv, jelikož by mohl utěsnit končetinu a tím ovlivnit výsledek měření. Je důležité, aby uživatel využíval pouze originální manžetu. Manžeta musí být na paži umístěna tak, aby vzduchové hadice směřovaly směrem od těla, nacházela se nad tepnou v loketním ohybu na vnitřní straně končetiny (2-3 cm nad loktem). Výrobce upozorňuje, že nesprávně nasazenou manžetou se mohou výrazně ovlivnit výsledky měření. Během měření je důležité, aby uživatel nemluvil a nehybal se. Chce-li uživatel naměřené hodnoty porovnávat je nutné krevní tlak měřit ve stejnou denní dobu. Mezi opakovanými měřeními výrobce doporučuje vyčkat alespoň 5 minut.



Obrázek 17 Dr. Frei M-300A

Rossmax AX356f

Rossmax AX356f je digitální tonometr, který je určen pro dospělé uživatele v domácím prostředí. Obvod manžety, která se umísťuje na paži, je 24-40 cm. K měření krevního tlaku je použita oscilometrická metoda. Dále je přístroj schopen zaznamenat srdeční frekvenci, je opatřen detektorem pohybu a ukazatelem rizika hypertenze. Rozsah měření krevního tlaku je od 30-260 mm Hg. Rozsah pulsu je 40-199 tepů za minutu. Výrobce udává přesnost měření tlaku ± 3 mm Hg. Kalibrace přístroje je nutná provádět každé dva roky. Cena přístroje Rossmax se pohybuje do 1000 Kč.

Základní pokyny pro používání tonometru:

Výrobce uvádí, že pro přesnější hodnoty je nutné před měřením sedět klidně po dobu nejméně 5 minut. Je důležité od posledního jídla, koupání, cvičení, kouření a pití nápoje s alkoholem či kofeinem vyčkat alespoň jednu hodinu před zahájením měření. Krevní tlak by neměl být měřen, pokud je uživatel ve stresu či napětí nebo má zvýšenou či sníženou teplotu. Manžeta by měla být umístěna asi 1,5-2,5 cm nad vnitřní stranou loketního kloubu, přičemž hadička by měla vést uprostřed horní končetiny. Správné upevnění manžety je, pokud se mezi ni a paži vejdu dva prsty. Během měření je zakázáno mluvit a hýbat se, neboť jakýkoli pohyb může ovlivnit výsledek měření.

Výrobce upozorňuje, že krevní tlak během dne kolísá a je ovlivňován mnoha faktory, například fyzickou aktivitou či elektromagnetickým rušením. Nedoporučuje používat přístroj u uživatelů s diagnózou srdeční arytmie, diabetes a CMP, jelikož může mít potíže při určování správného krevního tlaku.



Obrázek 18 Rossmax AX356f

Rossmax GD102

Tento aneroidní tonometr je přístroj k měření krevního tlaku auskultační metodou. Je určen především pro profesionální použití, neboť auskultační metoda měření vyžaduje určitou zkušenost. Velikost manžety na paži se pohybuje od 24 do 32 cm. Tonometr je schopný měřit tlak v rozsah 0-300 mmHg. Přesnost měření krevního tlaku je udávána ± 3 mm Hg. Pro zajištění správné přesnosti výrobce doporučuje každé dva roky přístroj kalibrovat. Cena tonometru je 677 Kč.

Základní pokyny k používání tonometru od výrobce:

V příbalovém letáku výrobce uvádí obrázkový postup měření krevního tlaku. K měření je zapotřebí stetoskop, který je součástí balení. Stetoskop se nasadí na hlavní tepnu pod značku pro tepnu uvedenou na manžetě. Je důležité mít vzduchový ventil uzavřen. Poté se mačká pumpička do nafouknutí vzduchu na hodnotu o 20-30 mm Hg vyšší, než je normální krevní tlak uživatele. Následně se vzduchový ventil otevře a postupně se vypouští vzduch z manžety rychlostí 2-3 mm Hg za sekundu. Systolický krevní tlak je při zaznamenání zvuku srdečních ozev. Jakmile odezní, jedná se o diastolický krevní tlak. Po ukončení měření je důležité zcela otevřít ventil pro vypuštění zbývajících vzduchu. Výrobce upozorňuje, že doba měření by neměla překročit 3 minuty a mezi jednotlivými měřeními by měl být odstup alespoň 5 minut.



Obrázek 19 Rossmax GD102

Intec WX-1004

Tento přístroj je určený k měření krevního tlaku auskultační metodou, který najde uplatnění u zdravotnického personálu, studentů zdravotnických škol a u dalších osob, které mají zkušenost s touto metodou měření. Součástí balení je manometr, manžeta na paži s obvodem 23-32 cm, balónek s vypouštěcím ventilem, stetoskop, obal a návod k použití. Rozsah měření krevního tlaku je 0-300 mm Hg. Přesnost výrobce udává ± 3 mmHg při okolní teplotě 15 až 25 stupňů. Záruka na tento tonometr platí po dobu 2 let od zakoupení. Výrobce upozorňuje na nutné kalibrace každé 2 roky. Cena přístroje se pohybuje okolo 350 Kč.

Základní pokyny k používání tonometru od výrobce:

V době před měřením je nutné vyhnout se jídlu, kouření a jakékoli námaze. Výrobce doporučuje před měřením krevního tlaku se pokusit asi 10 minut sedět v klidu v křesle s opěradly. Měření je důležité vždy provádět na stejné obnažené paži, obvykle levé a vždy ve stejnou denní dobu. Upozorňuje, že měření vyžaduje vždy stejné podmínky, například neaktivovat žádné svaly paže během měření TK. Poukazuje na správném umístění manžety (2-3 cm nad loktem a gumová hadička vystupující z manžety na vnitřní straně paže) a její správnou velikost. Při měření by měla být horní končetina opřená o stůl dlaní vzhůru tak, aby se manžeta nacházela ve výši srdce. Balónkem nafoukneme manžetu přibližně o 30 mm Hg více než je očekávaná hodnota systolického tlaku. Snižování tlaku v manžetě by mělo být rychlostí 2-3 mm Hg za sekundu.



Obrázek 20 Intec WX-1004

Rossmax AU941f

Rossmax AU941f je digitální tonometr, který využívá oscilometrickou metodu měření krevního tlaku. Je opatřen detektorem pohybu, který signalizuje jakýkoli pohyb těla během měření. Dále indikátorem rizika hypertenze a nepravidelné srdeční akce. Je určen pro dospělé s obvodem paže 24-40 cm. Rozsah měření TK se pohybuje od 30 do 260 mm Hg. Výrobce udává přesnost měření TK ± 3 mm Hg. Dle příbalové informace je určen k dlouhodobému používání, přičemž ověření přesnosti je nutné provést při zobrazení ikony na monitoru tonometru. Cena tohoto přístroje se pohybuje okolo 1500 Kč.

Základní pokyny k používání tonometru od výrobce:

Přibližně hodinu před samotným měřením by se uživatel měl vyhnout cvičení, koupání, pití nápojů s alkoholem nebo kofeinem a kouření. Před měřením se doporučuje nejméně 5 minut sedět klidně. Měření se provádí na levé paži, přičemž manžeta má být umístěna 1,5-2,5 cm nad vnitřní stranou loketního kloubu. Hadička vystupující z manžety by měla vést středem paže. Horní končetina by měla být položena na stole dlaní vzhůru, tak aby byla manžeta ve stejné výšce jako srdce. Během měření je zakázáno mluvit a hýbat se. Výrobce upozorňuje, že TK je důležité měřit při normální tělesné teplotě. Mezi jednotlivými měřeními by měla být alespoň 5 minutová pauza. Je důležité, aby se přístroj nenacházel v blízkosti silného elektrického nebo elektromagnetického pole (např. mikrovlnná trouba), neboť to může ovlivnit výsledek měření. Tento přístroj není doporučen lidem s diagnózou diabetes mellitus.

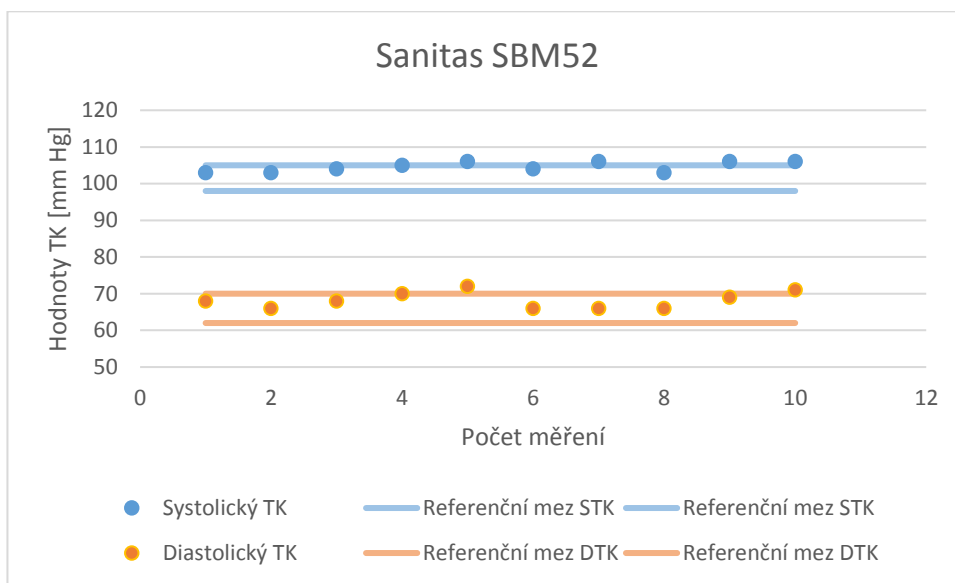


Obrázek 21 Rossmax AU941f

7.2.3 Prezentace a interpretace získaných dat vztahující se k měření jednotlivými tonometry

Na základě naměřených dat uvedených v příloze F, byl vytvořen u každého tonometru kombinovaný graf pomocí programu Excel. Jednotlivé grafy znázorňují jednotlivé naměřené hodnoty a jejich polohu vzhledem k referenčnímu pásmu.

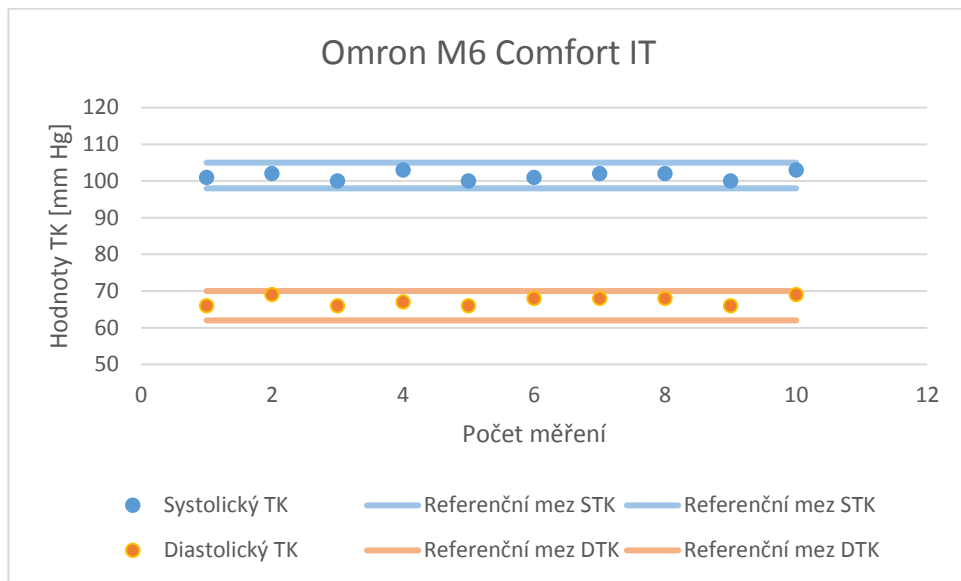
Sanitas SBM52



Obrázek 22 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Sanitas SBM 52

Na obrázku 22 je uveden graf získaný na základě měření přístrojem Sanitas SBM52. Z celkového počtu 10 měření pro STK graf ukazuje, že 4 hodnoty leží nad referenčním pásmem a zbylých 6 hodnot leží v referenční mezi. U DTK lze pozorovat, že z 10 měření pouze dvě hodnoty leží nad referenčním pásmem, přičemž zbylých 8 hodnot se nachází v referenčním intervalu. U systolického TK byla nejvyšší naměřená hodnota 106 mm Hg s počtem 4 a u diastolického TK 72 mm Hg, která byla naměřena pouze jedenkrát. Naopak nejnižší hodnotou u systolického tlaku byla hodnota 103 mm Hg, jež byla naměřena třikrát, a u diastolického 66 mm Hg, která byla naměřena čtyřikrát. Zdá se, že přístroj by mohl mírně nadhodnocovat hodnoty STK.

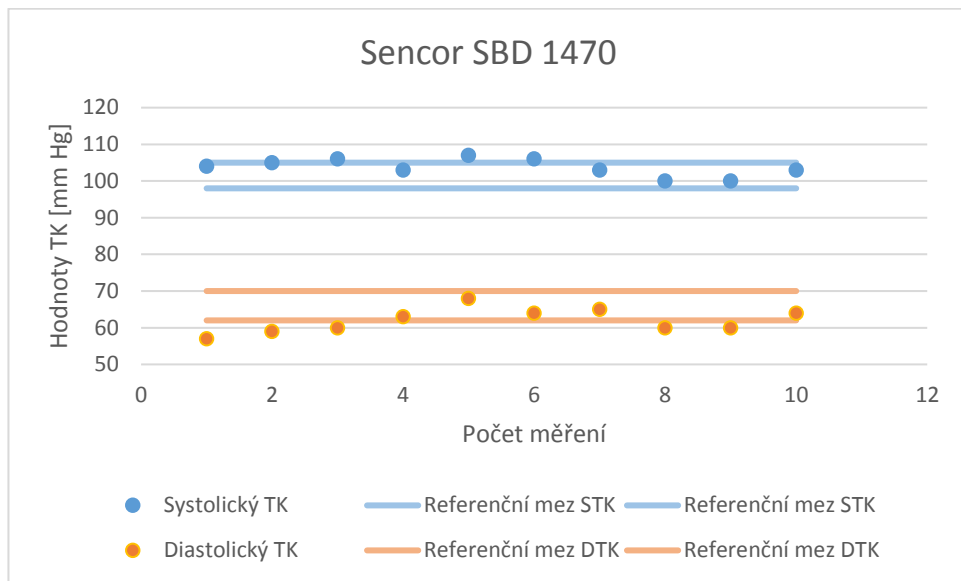
Omron M6 Comfort IT



Obrázek 23 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Omron M6

Na obrázku 23 je znázorněn graf představující jednotlivé měření přístrojem Omron M6 Comfort IT. Všechna deset měření jak pro systolický TK, tak pro diastolický TK se nachází v referenčním intervalu. Nejvyšší naměřená hodnota STK byla 103 mm Hg, která byla naměřena celkem dvakrát, nejnižší hodnota pro STK byla 100 mm Hg, jež byla naměřena z celkového počtu třikrát. U DTK přístrojem Omron byla nejvyšší hodnota 69 mm Hg naměřena jedenkrát. Nejnižší hodnota u DTK byla 66 mm Hg, která byla naměřena celkem čtyřikrát. Výsledky měření naznačují, že přístroj měří správné hodnoty TK.

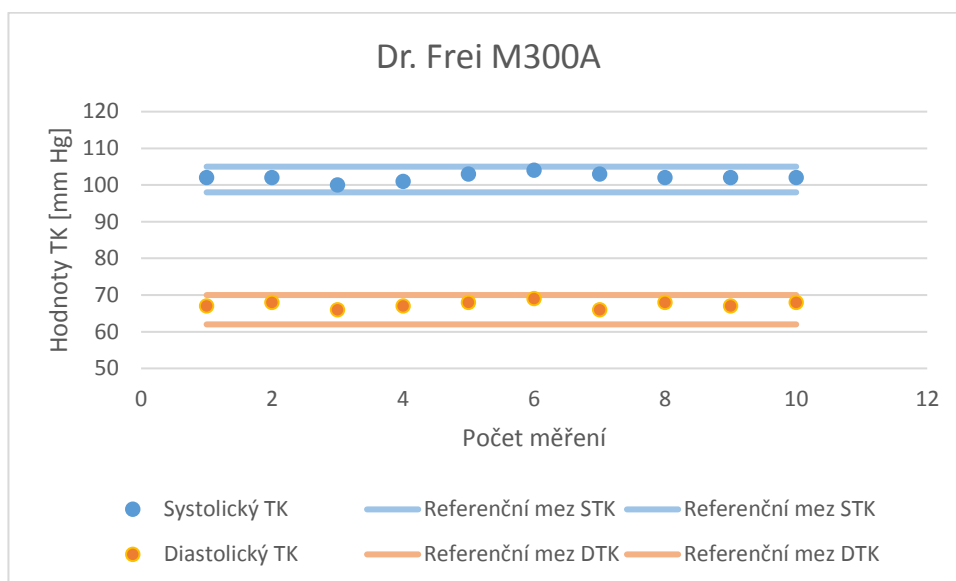
Sencor SBD 1470



Obrázek 24 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Sencor SBD 1470

Na obrázku 24 je zobrazen graf, který uvádí naměřené hodnoty systolického a diastolického krevního tlaku pomocí přístroje Sencor SBD 1470. Z celkového počtu 10 měření nad referenčním pásmem leží 3 hodnoty STK, přičemž nejvyšší z nich dosahuje 107 mm Hg. Zbýlých 7 hodnot STK leží v referenčním intervalu. U hodnot diastolického TK lze pozorovat, že nad referenčním pásmem se nevyskytuje žádná hodnota, nicméně pod referenčním pásmem je jich hned 5. Nejnižší hodnotou diastolického tlaku byla hodnota 57 mm Hg, přičemž nejvyšší hodnotou byla 68 mm Hg, což možná poukazuje na to, že přístroj podhodnocuje hodnoty DTK.

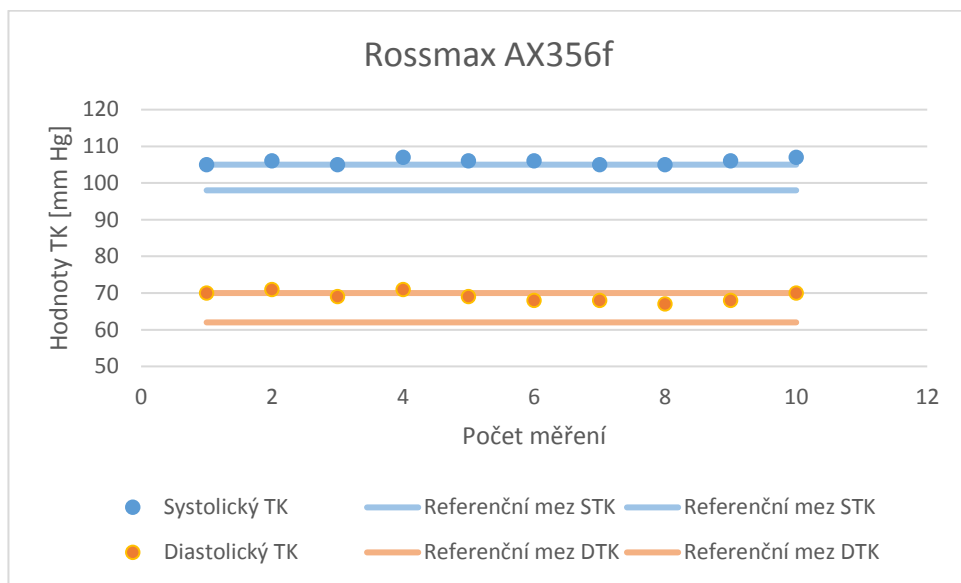
Dr. Frei M300A



Obrázek 25 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Dr.Frei M300A

Z uvedeného grafu (Obr. 25) lze na první pohled pozorovat, že všechny naměřené hodnoty systolického i diastolického tlaku přístrojem Dr. Frei M300A se nacházejí v referenčním intervalu. U systolického krevního tlaku byla nejvyšší naměřená hodnota 104 mm Hg. Nejnižší hodnotou STK byla hodnota 100 mm Hg. Naopak u diastolického TK nejvyšší hodnota dosahovala 69 mm Hg a nejnižší 66 mm Hg, jež byla naměřena dvakrát z celkového počtu měření. Výsledky měření naznačují, že přístroj měří správné hodnoty TK.

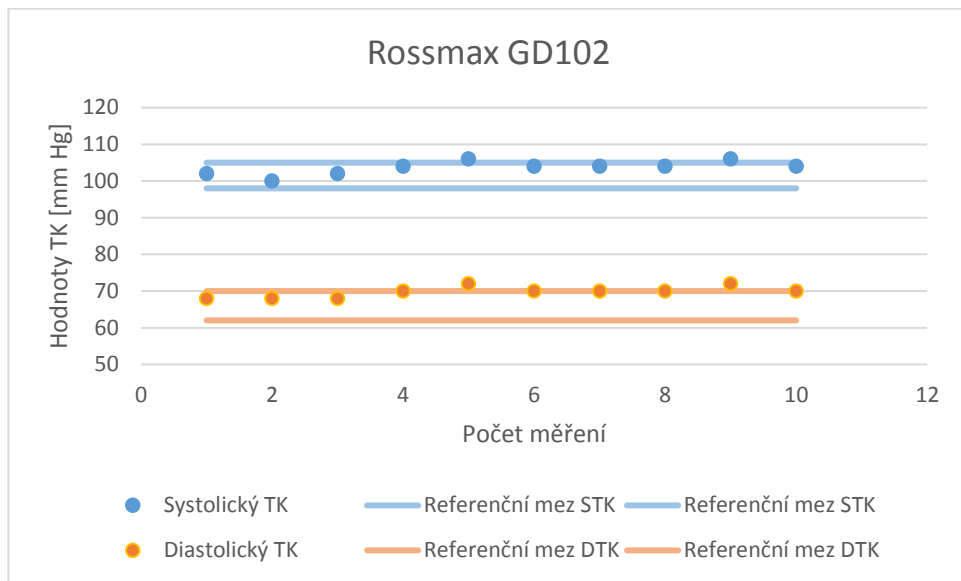
Rossmax AX356f



Obrázek 26 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Rossmax AX356f

Z grafu (Obr. 26) je zřejmé, že většina hodnot TK naměřených přístrojem Rossmax AX356f se přibližuje k horní referenční hranici. U systolického TK ji překračuje celkem z 10 měření 6. Zatímco u diastolického TK referenční pásmo překračují pouze 2 hodnoty, které dosahují 71 mm Hg. V referenčním pásmu se tedy nachází 4 hodnoty STK a 8 hodnot DTK. Pod referenčním pásmem se tedy neumísťují žádné hodnoty krevního tlaku. Zdá se, že tento přístroj mírně nadhodnocuje hodnoty TK.

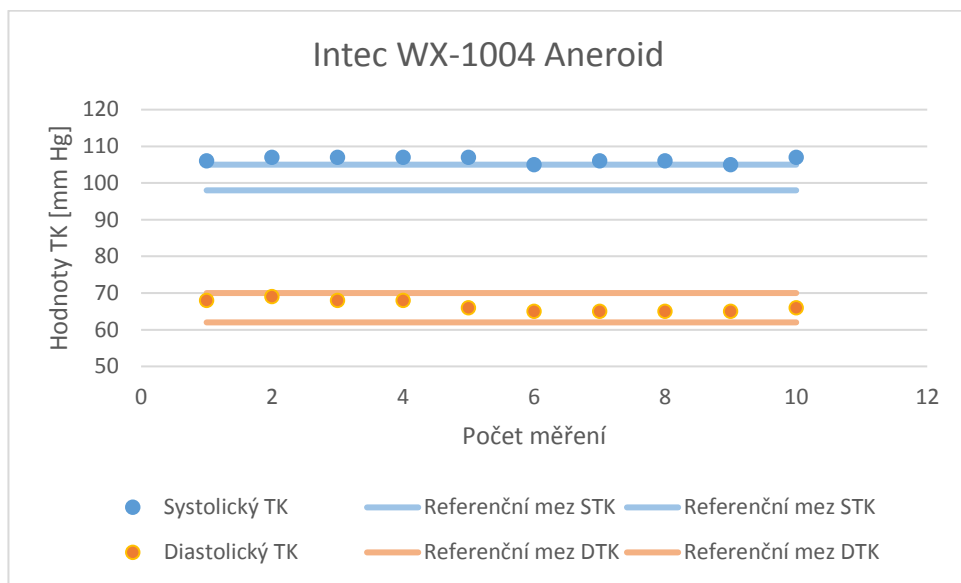
Rossmax GD102



Obrázek 27 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Rossmax GD102

Tento graf (Obr. 27) ukazuje naměřené hodnoty krevního tlaku auskultačním tonometrem Rossmax GD102. U systolického TK mimo referenční meze leží z 10 hodnot pouze 2, jež se nacházejí nad referenčním pásmem. U diastolického tlaku se nad referenčním pásmem nacházejí 2 hodnoty, které dosahují výše 72 mm Hg. Pod referenčním pásmem se neumísťuje žádná hodnota systolického ani diastolického TK. U hodnot diastolického tlaku lze pozorovat, že se přibližují spíše horní hraniční referenční mezi. Z celkového počtu měření se u STK vyskytuje 8 hodnot a u DTK taktéž 8 hodnot v referenčním intervalu. Přístroj Rossmax GD102 možná mírně nadhodnocuje DTK.

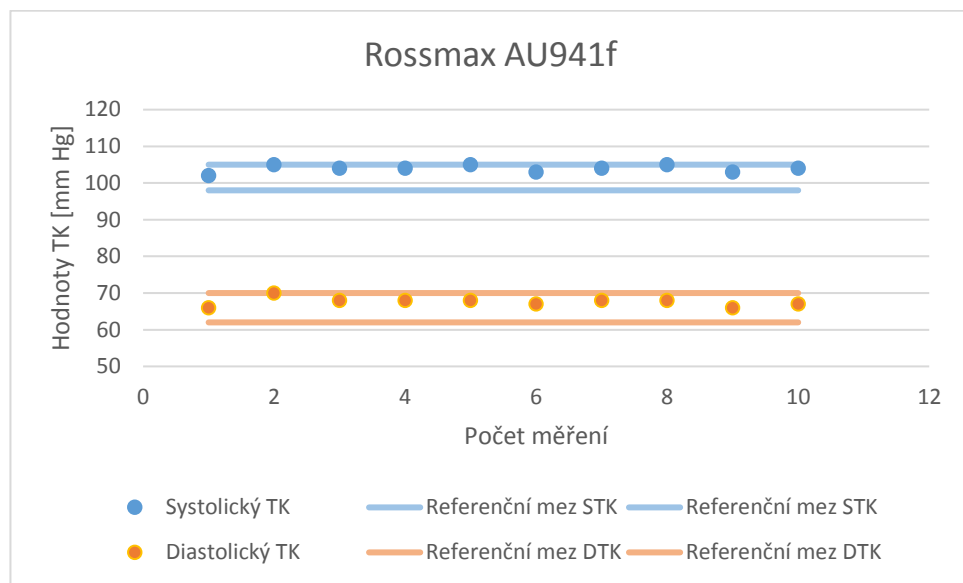
Intec WX-1004 Aneroid



Obrázek 28 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Intec WX-1004

Na uvedeném grafu (Obr. 28) je vidět rozložení hodnot naměřených auskultačním přístrojem Intec WX-1004 Aneroid. U hodnot systolického TK lze pozorovat, že 8 hodnot se nachází nad referenčním pásmem a pouze 2 hodnoty v referenčním intervalu. Nejvyšší hodnota systolického tlaku byla 107 mm Hg, která byla naměřena celkem pětkrát. Naproti tomu všech 10 hodnot diastolického krevního tlaku se umístilo v referenčním intervalu. Tento přístroj možná mírně nadhodnocuje hodnoty STK.

Rossmax AU941f



Obrázek 29 Graf znázorňující naměřené hodnoty TK přístrojem Rossmax AU941f

Graf (Obr. 29) ukazuje naměřené hodnoty pomocí digitálního tonometru Rossmax AU941F. Z grafu je zřejmé, že veškeré naměřené hodnoty systolického i diastolického TK zapadají do referenčního intervalu. Nejvyšší hodnotou u STK byla 105 mm Hg, která byla naměřena celkem třikrát z 10 měření. Naopak nejnižší hodnota byla 102 mm Hg. U diastolického TK dosahovala nejvyšší hodnota 70 mm Hg a nejnižší 66 mm Hg.

7.2.4 Souhrnné vyhodnocení testovaných přístrojů

Je patrné, že výsledky měření jednotlivými tonometry se liší. Pro přehlednost je vytvořena tabulka, která zobrazuje, kolik hodnot z 10 se vychýlilo z určené referenční meze.

Tabulka 6 Souhrnné vyhodnocení testovaných přístrojů

	Systolický TK		Diastolický TK	
	Počet hodnot nad refer. pásmem	Počet hodnot pod refer. pásmem	Počet hodnot nad refer. pásmem	Počet hodnot pod refer. pásmem
Sanitas SBM 52	4	0	2	0
Omron M6 Comfort IT	0	0	0	0
Sencor SBD1470	3	0	0	5
Dr. Frei M300A	0	0	0	0
Rossmax AX 356f	6	0	2	0
Rossmax GD102	2	0	2	0
Intec WX 1004	8	0	0	0
Rossmax AU941f	0	0	0	0

Z uvedené tabulky vyplývá, že nejlépe dopadly tonometry Omron M6 Comfort IT, Dr. Frei M300A a Rossmax AU941f, u kterých nebyla zaznamenána žádná hodnota, jež by se vychýlila z referenčního intervalu.

Auskultační tonometr Rossmax GD102 naměřil čtyři hodnoty vychylující se z referenčního intervalu, které překročily horní referenční mez.

Přístrojem Sanitas SBM 52 bylo zaznamenáno celkem 6 hodnot mimo referenční pásmo. Ty směřovaly spíše k vyšším hodnotám než by odpovídalo zjištěné skutečnosti.

U přístrojů Sencor SBD1470, Rossmax AX 356f a Intec WX 1004 bylo naměřeno celkem osm hodnot, které se nenacházely v referenčním intervalu.

Zajímavé je, že téměř všechny naměřené hodnoty, které byly mimo referenční intervaly se nacházely nad horní mezí těchto intervalů. Pouze jediný přístroj Sencor SBD1470 s manžetou na zápěstí naměřil 5 hodnot DTK, které se nacházely pod referenčním pásmem.

DISKUZE

Trendem dnešní doby je aktivní zapojení pacienta při diagnostice i kontrole léčby hypertenze. To umožňuje domácí monitorace krevního tlaku, která dává mnohdy spolehlivější posouzení naměřených hodnot než měření v ordinaci lékaře. Oproti ambulantní monitoraci jde zase o dostupnější, levnější a komfortnější metodu, která šetří čas lékaře. Aby však naměřené hodnoty v domácím prostředí měly dobrou výpovědní hodnotu, je nutné používat pouze kvalitní a přesné tonometry. Dále je potřeba pacienta edukovat o správné technice měření a informovat ho o faktorech, které mohou ovlivnit hodnoty TK (Paluch, Heřmánková, 2011, s. 496-497).

Proto prvním cílem v praktické části bylo ověřit platnost informací o vlivu některých faktorů na hodnoty krevního tlaku. Nejdříve jsem se zaměřila na vliv fyzické zátěže, kdy byl ženě změřen krevní tlak v klidu, poté dvě minuty vykonávala kardio cvičení, a následně se pozorovalo, za jak dlouhou dobu TK opět klesne. V našem případě se klidové hodnoty TK ženy navrátily za 12 minut. Ve většině příbalových letáku se dozvíme, že krevní tlak by měl být měřen po desetiminutovém nebo dokonce už po pětiminutovém zklidnění pacienta.

Dále jsem se zajímala o vliv kouření na hodnoty TK. Byl proveden pokus, kdy byl opět nejdříve ženě změřen krevní tlak po zklidnění. Následně vykouřila jednu cigaretu a poté se sledovalo, za jak dlouho TK klesne zpět na klidové hodnoty ženy. V našem případě se jednalo o dobu 28 minut. Pokyny od výrobců tonometrů se však jednoznačně neshodují, například v příbalovém letáku přístroje Sanitas SBM 52 se píše, že třicet minut před měřením TK by jedinec neměl kouřit. Oproti tomu výrobce přístroje Sencor SBD 1470 dobu prodlužuje na 30-45 minut. Z příbalového letáku přístroje Rossmax AX356f se dozvíme, že již hodinu před měřením TK by uživatel neměl kouřit. Problematikou vlivu kouření se ve své knize zabýval MUDr. Homolka, který uvádí, že maximálních hodnot krevní tlak dosahuje mezi 5.-15. minutou od počátku kouření a potom postupně klesá, přičemž původních hodnot dosahuje přibližně za 1-1,5 hodiny. Dle Homolky STK vzroste asi o 10,7 mm Hg a DTK o 5,3 mm Hg vlivem inhalace cigaretového kouře (Homolka, 2010, s. 77). V našem případě STK ženy se zvýšil o 11 mm Hg a DTK o 8 mm Hg.

Naposledy jsem se zabývala týdenním kolísáním krevního tlaku, kdy po dobu sedmi dní byl každý den ve stejnou denní dobu ženě pětkrát změřen krevní tlak rtuťovým tlakoměrem. Výsledkem bylo, že hodnoty krevního tlaku během týdne se nijak výrazně neliší. Sedmi denním monitorováním TK se zabýval Murakami (2004), který vyšetřil celkem 135 osob, průměrného věku $56,6 \pm 11$ let, z toho 43,7 % mužů. Jeho monitorování probíhalo od čtvrtka do čtvrtka

v 30minutových intervalech během dne a hodinových během noci. Murakami srovnal ranní hodnoty STK a ranní vzestup krevního tlaku jednotlivých dnů týdne. Zjistil, že nejvyšší denní průměrné hodnoty TK byly zaznamenány v pondělí. Týdenní kolísání se ale nepotvrdilo pro noční průměr krevního tlaku. Tato studie také potvrdila existenci tzv. „novelty efektu“ neboli ABPM efektu, což znamená zvýšené průměrné hodnoty TK první den monitorování. Obdobné výsledky, které potvrzují pondělní vzestup TK, udávají i další autoři (Lee, 2003; Tuomisto, 2006).

Dalším cílem bylo navrhnout způsob, jak ověřit správnost měření TK a provést vyhodnocení přesnosti vybraných přístrojů. Pro zjištění přesnosti jednotlivých přístrojů byly vytvořeny referenční intervaly na základě měření rtuťového tlakoměru na jedné osobě. Bylo zpracováno 100 hodnot krevního tlaku, díky kterým se vytvořil referenční interval zvláště pro systolický a diastolický krevní tlak ženy. Poté následovalo jednotlivé měření různými tonometry. Přístroje byly vybrány tak, aby se lišily způsobem měření a nebyly starší více než dva roky od data zakoupení. Bylo zvoleno osm přístrojů, přičemž dva měřily TK pomocí auskultační metody a zbylých šest bylo založených na oscilometrickém principu měření. Pouze jeden přístroj měl manžetu umísťující se na zápěstí, zbylé tonometry měly manžetu určenou na paži. Celkem se získalo 80 hodnot krevního tlaku ženy. Naměřené hodnoty jsem vyhodnocovala na základě vytvořeného referenčního pásma, přičemž mě zajímalo, kolik naměřených hodnot vybraným tonometrem se nacházelo mimo něj.

Nejlépe se umístily tonometry Omron M6 Comfort It, Dr. Frei M300A a Rossmax AU941f, u kterých nebyla zaznamenána žádná hodnota mimo referenční pásmo. Jejich přesnost mohou potvrdit i mezinárodní protokoly jako je BHS, AAMI a ESH. Protokol ESH mají všechny tři zmiňované měřiče TK. Tlakoměr Omron M6 Comfort It je navíc vhodný pro lidi s diagnózou diabetes mellitus. Certifikát BHS s nejlepší možnou shodou (tedy A/A) byl udělen digitálnímu tonometru Rossmax AU 941f, který byl navíc klinicky testovaný pro těhotné ženy.

Auskultační tonometr Rossmax GD102 naměřil čtyři hodnoty vychylující se z referencie. Přístrojem Sanitas SBM 52 bylo zaznamenáno celkem 6 hodnot mimo referenční pásmo. U přístrojů Sencor SBD1470, Rossmax AX 356f a Intec WX 1004 bylo naměřeno celkem osm hodnot, které se nenacházely v referenci. Z těchto přístrojů byl testovaný pouze Rossmax AX 356f, který splňuje požadavky protokolu AAMI.

Zajímavé je, že téměř všechny hodnoty naměřené vybranými tonometry, které byly mimo referenční intervaly, se nacházely nad referenčním pásmem, tzn., že tonometry měřily spíše

vyšší hodnoty TK. Pouze jediný přístroj Sencor SBD1470 s manžetou na zápěstí naměřil hodnoty, které se nacházely pod referenčním pásmem. Autorka Sovová ve svém článku Proč a jak měřit krevní tlak doma odkazuje na guidelines Evropské společnosti pro hypertenzi z roku 2007, podle nichž zápěstní oscilometry nejsou doporučovány (Sovová, 2009, s. 495). Nicméně Doporučení ESH a ESC pro diagnostiku a léčbu arteriální hypertenze (2013) připouštějí výjimečné použití tonometru s manžetou na zápěstí u obézních s extrémně silnou paží, kdy je měření s manžetou na paži problematické (Mancia, Fagard, Narkiewicz, 2013).

Ve své práci Srovnávací studie přístrojů pro měření krevního tlaku se Bc. Markéta Sušánková (2017) taktéž zabývala přesností tonometrů. Jejím cílem bylo porovnat vybrané tonometry z hlediska přesnosti měření krevního tlaku a upozornit na nedostatky jejich metod. Testovala je dvěma způsoby. Nejdříve na simulátorech tlaku pomocí vhodně zvolených simulací představujících různé druhy pacientů z hlediska zdravotního stavu a životního stylu. Zjistila, že všechny vybrané tonometry měří s větší odchylkou, než udává výrobce. Následně vybrané oscilometrické tonometry otestovala na dobrovolnících. Jako referenční tonometr použila Advisor BCI-9200. Udává však, že tento tonometr neměří zcela přesně, ale pro účely diplomové práce je dostačující. Měření na dobrovolnících mělo jasně definovaný postup, který vycházel z klinické zkoušky a BHS protokolu. Tento protokol však upravila tak, aby měření bylo realizované za daných podmínek.

Podobnou problematikou se zabýval i Michal Skořepa ve své diplomové práci s názvem Porovnání neinvazivních metod měření tlaku krve (2007). Ve své práci upozorňuje na nedosahující přesnost oscilometrických přístrojů k měření TK, kterou předepisuje ČSN EN 1060-3 a mezinárodní klinické protokoly (BHS, AAMI). Udává, že prestižní společnosti tyto požadavky splňují, nicméně testování přístrojů probíhá na dobrovolnících, jimiž bývají zdraví a mladí lidé. Problémem však je, že určité choroby mohou výrazně ovlivnit přesnost měření a v extrémních případech udávat hodnoty s takovou chybou, která by mohla mít na pacientovo zdraví velmi negativní důsledky. Skořepa se ve své práci snažil zjistit, zda přístroje využívající oscilometrickou metodu se zaměřením na různé stavy jako jsou věk, pohlaví či přítomnost nějaké choroby, splňují požadavky mezinárodních protokolů pro neinvazivní tonometry a ČSN EN 1060-3. Jako referenční určil auskultační metodu pomocí rtuťového tlakoměru. Oběma metodami současně změřil přes 200 osob. Zjistil, že pouze 70 % výsledků měření u osob, z nichž většina trpěla nějakou chorobou, se nacházelo v intervalu ± 5 mm Hg. Okolo 15 % výsledků měření vykazovalo chybu vyšší než ± 10 mm Hg nebo nebylo vůbec provedeno. Ani u zdravých osob nebyly plně dodrženy požadavky protokolu AAMI a normy

ČSN EN 1060-3. Hodnot v intervalu ± 5 mm Hg bylo u systolického tlaku 93,8 % a u tlaku diastolického 90,6 %. Jeho závěrečným zjištěním bylo, že některé choroby (zejména chronická ischemická choroba srdeční, diabetes mellitus, hypertenze, mozková a generalizovaná ateroskleróza) výrazně snižují kvalitu oscilometrického měření či ji úplně znemožní.

Test připravený redakcí časopisu Test pro spotřebitele (2008) také hodnotil tonometry z hlediska jejich přesnosti, obsluhy a návodu k použití. Bylo otestováno celkem 17 měřičů krevního tlaku, přičemž 9 z nich jsou v nabídce českého trhu. Z toho 4 určené k měření na paži a 5 k měření na zápěstí. Měření probíhalo podle zkušebního protokolu německé Ligy pro boj s vysokým krevním tlakem. Na 32 dobrovolnících (s normálním či vysokým krevním tlakem) bylo provedeno měření testovaným přístrojem, a zároveň byl u každé osoby naměřen tlak referenčním rtuťovým přístrojem za asistence odborného lékařského personálu. Měření probíhalo v náhodném pořadí na osobách s různým obvodem paže či zápěstí. Přístroje byly použity dle instrukcí uvedených v příslušných návodech (Horká, 2008).

Výběr správného tonometru je na samotném uživateli. Není podmínkou, že nejdražší tonometr je zároveň i nejlepší. Důležitá je snadnost použití a individuální vhodnost pro každého jednotlivce. Dle směrnice Evropské společnosti pro hypertenzi se doporučuje používání plně automatizovaných pažních přístrojů. Paluch a Heřmánková ve svém článku Jak monitorovat krevní tlak v domácích podmínkách (2011) doporučují využívat přístroje, které jsou opatřeny mezinárodními uznávanými certifikáty. Z výsledků mé bakalářské práce je patrné, že přístroje s uznávanými certifikáty jsou přesnější než přístroje bez nich. Na trhu se však objevuje velké množství tonometrů, které nebyly testovány na přesnost nebo dokonce mají vytvořené své vlastní certifikáty. I na internetu lze nalézt mnoho klamných informací o neinvazivních přístrojích k měření krevního tlaku. Jedná se však většinou o reklamní triky. Je tedy třeba si ověřit přesnost přístrojů před vlastní koupí. Seznam vhodných zařízení s certifikací je dostupný např. na odkazu <http://www.dableeducational.org/index.html> (Paluch, Heřmánková, 2011, s. 496).

ZÁVĚR

Krevní tlak je důležitá veličina, která odráží zdravotní stav organismu, a proto je podstatnou součástí medicínského vyšetření. Měření krevního tlaku je jedním z nejčastějších úkonů v ordinaci lékaře nebo ve zdravotnickém zařízení a současně je základem diagnostiky hypertenze.

V teoretické části jsem se snažila shrnout obecné informace o krevním tlaku, základní principy jeho regulace, patologické hodnoty a faktory, které mohou ovlivnit výsledné hodnoty TK. Dalším cílem této práce bylo seznámit čtenáře s metodami a principy měření krevního tlaku, kde je pro zajímavost i historie měření krevního tlaku. Jsou zde zmíněné i základní typy používaných přístrojů pro nepřímé měření krevního tlaku. V závěru teoretické části jsou popsány jednotlivé možnosti měření krevního tlaku.

V praktické části jsem se zaměřila na faktory ovlivňující přesnost měření krevního tlaku. Nejdříve jsem se pokusila měřením ověřit platnost vlivu fyzické zátěže, kouření a dnů v týdnu na hodnoty krevního tlaku. Cílem této práce však nebylo určit přesné časy, po kterých se krevní tlak navrátí na klidové hodnoty, ale jen ověřit existenci uvedených jevů. Dále jsem s využitím metod popisné statistiky navrhla postup, jak na základě malého počtu měření ověřit, zda vybraný přístroj měří hodnoty krevního tlaku správně. Ukázalo se, že výběr kvalitního tonometru je zásadní pro přesnost naměřených hodnot. V současné době je nabídka tlakoměru široká a nabízí mnoho možností.

DOPORUČENÍ PRO PRAXI

Je důležité, aby pacienti pro domácí měření krevního tlaku využívali přístroje certifikované a validované. Vhodné jsou plně automatické digitální tonometry s manžetou umísťující se na paži. Tyto přístroje jsou založené na oscilometrickém principu měření a obvykle jsou jednoduché na obsluhu. Je však důležité zmínit, že kvalita měření oscilometrickou metodou může být závislá na přítomnosti některých chorob. Výsledky měření mohou výrazně ovlivnit například diabetes mellitus, hypertenze, arytmie a další. Některé přístroje jsou klinicky testované například pro osoby s diagnózou diabetes mellitus, ale není jich mnoho. Pro pacienty s diagnózou arytmie, především s fibrilací síní, jsou proto vhodnější tonometry auskultační. U těchto tonometrů je však potřeba pacienty řádně „zacvičit“, neboť kladou velké nároky na měřící osobu. Ať už si člověk koupí jakýkoli tonometr je důležité ho nechat alespoň jednou za dva roky zkalibrovat (Doupalová, Chrastina, Václavík, 2015, s. 114).

Dále je důležité, aby uživatel měl informace o tom, co vše může hodnoty krevního tlaku ovlivnit. Aby výsledky měly výpovědní hodnotu, je klíčové dodržovat veškeré zásady měření krevního tlaku.

Domácí měření krevního tlaku je levnou metodou, která zlepšuje spolupráci pacienta s lékařem. Dokáže také vyloučit například efekt bílého pláště a maskovanou hypertenzi, tudíž přináší mnohdy objektivnější výsledky měření nežli při měření v ordinaci lékaře. Nicméně při měření v domácím prostředí nemusí být dodrženy veškeré zásady, může být používán nepřesný tonometr, nesprávná manžeta atd., proto rozhodnutí o léčbě hypertenze by mělo být nejlépe učiněno na základě 24hodinového ambulantního měření krevního tlaku.

POUŽITÁ LITERATURA

Literární zdroje

1. ADÁMKOVÁ, Věra. *Hodnocení vybraných metod v kardiologii a angiologii pro praxi*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5763-6.
2. ASCHERMANN, Michael, Petr WIDIMSKÝ, Josef VESELKA, Aleš LINHART a Jiří KRUPÍČKA. *Kardiologie*. Praha: Galén, 2004. ISBN 80-7262-290-0.
3. BENEŠ, Jiří, Daniel JIRÁK a František VÍTEK. *Základy lékařské fyziky*. 4. vyd. Praha, Univerzita Karlova: Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2645-1.
4. BENEŠ, Jiří, Jaroslava KYMPLOVÁ a František VÍTEK. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4712-5.
5. BOPPOVÁ, Annette a Thomas BREITKREUZ. *Vysoký krevní tlak: Tři způsoby léčby jak snížit krevní tlak*. Bratislava: Noxi, 2015. ISBN 978-80-8111-268-3.
6. CATHERINE M. Otto. *The practice of clinical echocardiography*. 3rd ed. Philadelphia, PA: Saunders/Elsevier, 2007. ISBN 9781416036401.
7. GRIM, Miloš a Rastislav DRUGA. *Základy anatomie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, 2016. ISBN 978-80-7492-235-0.
8. HOMOLKA, Pavel. *Monitorování krevního tlaku v klinické praxi a biologické rytmy*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2896-4.
9. KAPLAN, Norman M. a Michael A. WEBER. *Hypertension essentials*. 2nd ed. Sudbury, Mass: Physicians' Press, 2010. ISBN 9780763777883.
10. KAREN, Igor a Jan FILIPOVSKÝ. *Arteriální hypertenze: doporučené diagnostické a terapeutické postupy pro všeobecné praktické lékaře: [novelizace 2014]*. Praha: Centrum doporučených postupů pro praktické lékaře, Společnost všeobecného lékařství, Doporučené postupy pro praktické lékaře, 2014. ISBN 978-80-86998-71-8.
11. KELNAROVÁ, Jarmila, Dominika BABÁKOVÁ, Martina CAHOVÁ, et al. *Ošetřovatelství pro střední zdravotnické školy - 2. ročník. 2., přeprac. a dopl. vyd.* Praha: Grada Publishing, Sestra, 2016. ISBN 978-80-247-5331-7.

12. MANCIA, Giuseppe, Robert FAGARD, Krzysztof NARKIEWICZ, et al. The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Journal of Hypertension* 2013; 31(7): 1283-1357. ISSN 0263-6352.
13. MLÝNKOVÁ, Jana. *Pečovatelsví: učebnice pro obor sociální péče - pečovatelská činnost*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010 ISBN 978-80-247-3184-1.
14. O'ROURKE, Robert A., Richard A. WALSH a Valentí FUSTER. *Kardiologie: Hurstův manuál pro praxi*. 12. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3175-9.
15. PISCATELLA, Joseph C. a Barry A. FRANKLIN. *109 způsobů, jak ochránit srdce, předejít riziku srdeční choroby, zabránit mu a odvrátit ho*. Přeložil Bronislava GRÝGOVÁ. Olomouc: ANAG, 2016. ISBN 978-80-7554-012-6.
16. PORTER, Roy. *Dějiny medicíny: od starověku po současnost*. V českém jazyce vyd. 2. Přeložil Jaroslav HOŘEJŠÍ. Praha: Prostor, 2013. ISBN 978-80-7260-287-2.
17. ROSINA, Jozef. *Biofyzika: pro zdravotnické a biomedicínské obory*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4237-3.
18. ROZMAN, Jiří. *Elektronické přístroje v lékařství*. Praha: Česká matice technická (Academia), 2006. ISBN 80-200-1308-3.
19. SOVOVÁ, Eliška. *100+1 otázek a odpovědí o krevním tlaku: syndrom obstrukční spánkové apnoe, jak správně měřit krevní tlak, nebezpečí hypertenze*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2281-8.
20. SOVOVÁ, Eliška a Jarmila SEDLÁŘOVÁ. *Kardiologie pro obor ošetrovatelství*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, Sestra, 2014. ISBN 978-80-247-4823-8.
21. STANĚK, Vladimír. *Kardiologie v praxi*. Praha: Axonite CZ, Asclepius, 2014. ISBN 978-80-904899-7-4.
22. SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s. 2011. ISBN 978-80-247-3611-2.
23. ŠTEJFA, Miloš. *Kardiologie*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1385-4.

24. VYTEJČKOVÁ, Renata, Petra SEDLÁŘOVÁ, Vlasta WIRTHOVÁ, Iva OTRADOVCOVÁ a Pavla PAVLÍKOVÁ. *Ošetrovatelské postupy v péči o nemocné II: speciální část*. Praha: Grada, Sestra, 2013. ISBN 978-80-247-3420-0.
25. WHITE, William B. *Blood pressure monitoring in cardiovascular medicine and therapeutics*. 3rd ed. New York, NY: Springer Science+Business Media, 2015. ISBN 978-3-319-22770-2.
26. WEBSTER, John G. a Halit EREN. *Measurement, instrumentation, and sensors handbook: electromagnetic, optical, radiation, chemical, and biomedical measurement*. 2en ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2014. ISBN 978-1-4398-4891-3.

Elektronické zdroje:

1. BERNACIKOVÁ, Martina, Jan NOVOTNÝ a Damjan SIRIŠKI. *Praktická cvičení z fyziologie člověka pro studenty bakalářských oborů Tělesné výchovy* [online]. 2014, [cit. 2018-06-13], Brno: Fakulta sportovních studií, Masarykova univerzita, ISBN 978-80-210-7693-8. Dostupné z:
<https://munispace.muni.cz/index.php/munispace/catalog/book/720>
2. CÍFKOVÁ, Renata. Aktuální trendy ve farmakoterapii hypertenze. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2017, 19 (1), 10-15 s. [cit. 2018-02-01]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedica.cz/pdfs/int/2017/01/03.pdf>
3. DOUPALOVÁ, Pavla, Jan CHRASTINA a Jan VÁCLAVÍK. Přístupy neinvazivního měření a monitorace krevního tlaku u pacientů s arteriální hypertenzí. *Intervenční a akutní kardiologie*. [online]. 2015, 14 (3), 109-116 s. [cit. 2018-07-09]. ISSN 1803-5302. Dostupné z: <https://www.iakardiologie.cz/pdfs/kar/2015/03/04.pdf>
4. FILIPOVSKÝ, Jan, Jiří WIDIMSKÝ a Jindřich ŠPINAR. Summary of 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension. *Cor et Vasa* [online]. 2014, 56 (6), e494-e518 s. [cit. 2018-02-02]. ISSN 00108650. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0010865014000769>

5. HOLÝ, Jiří, Pravoslav STRÁNSKÝ, Jitka POKORNÁ a Pavel HAVRÁNEK. Hodnoty arteriálního krevního tlaku u hypertoniků s vysokým a velmi vysokým kardiovaskulárním rizikem v praxi ve srovnání s hodnotami doporučenými. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2012, 14 (6-7), 271-274 s. [cit. 2018-01-31]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2012/06/09.pdf>
6. HORKÁ, Dáša. Půjčovna společenských šatů-Krádeže zvířat-Měřiče krevního tlaku. *Černé ovce*. [online]. 2008 [cit. 2017-10-07]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/porady/1097429889-cerne-ovce/208452801080908/>
7. CHHAJER, Bimal. *201 Tips to Control High Blood Pressure* [online]. X-30, Okhla Industrial Area, Phase - II New Delhi - 110020: Diamond Pocket books (P), 2014 [cit. 2018-02-26]. ISBN 978-93-8597-511-0. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=qmzjCwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=blood+pressure&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwiSj7TQl8PZAhVNEVAKHR_xAeA4ChDoAQg1MAI#v=onepage&q&f=false
8. PALUCH, Zoltán a Zlata HEŘMÁNKOVÁ. Jak monitorovat krevní tlak v domácích podmínkách. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2011, 13 (12), 496-498 s. [cit. 2018-01-31]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2011/12/09.pdf>
9. SOVOVÁ, Eliška. Proč a jak měřit krevní tlak doma. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2009, 11 (11), 494-497 s. [cit. 2018-05-09]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2009/11/05.pdf>
10. VYHLÁŠKA č. 65/2006 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu. 2006 [cit. 26.06.2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-65>
11. ZAJÍC, Jiří. Hypertenze ve vysokém věku: Nikdy není pozdě na léčbu. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2012, 14 (4), 161-164 s. [cit. 2018-02-22]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2012/04/06.pdf>

Vysokoškolské práce:

1. ČERVENÁ, Jana. *Kontrola hypertenze u hospitalizovaných nemocných*. Pardubice, 2010. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta zdravotnických studií. Vedoucí práce MUDr. Petr Vojtíšek, CSc.
2. HOŘÁK, Petr. *Analýza suprasystolických tlakových oscilací*. Praha, 2014. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Ing. Vratislav Fabián, Ph.D.
3. SKOŘEPA, Michal. *Porovnání neinvazivních metod měření tlaku krve*. Praha, 2007. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta. Vedoucí práce Ing. Vratislav Fabián.
4. SUŠÁNKOVÁ, Markéta. *Srovnávací studie přístrojů pro měření krevního tlaku*. Praha, 2017. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Ing. Jan Havlík, Ph.D.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – <i>Zásady měření TK v ordinaci lékaře</i>	80
Příloha B - <i>Definice hypertenze podle hodnot TK naměřených v ordinaci a mimo ordinaci</i>	81
Příloha C - <i>Záznamový list s naměřenými hodnotami TK po tělesné zátěži a vykouření cigarety</i>	82
Příloha D - <i>Záznamový list s naměřenými hodnotami TK během týdne</i>	83
Příloha E - <i>Záznamový list s naměřenými hodnotami TK pomocí rtuťového tonometru</i>	84
Příloha F - <i>Záznamový list s naměřenými hodnotami TK pomocí jednotlivých tonometrů</i>	85

Tabulka 5 – Měření krevního tlaku v ordinaci lékaře
Při měření TK v ordinaci lékaře je nutno:
<ul style="list-style-type: none">• Před zahájením měření TK nechat pacienta sedět po dobu tří až pěti minut.
<ul style="list-style-type: none">• Provést alespoň dvě měření TK, v poloze vsedě, s odstupem jedné až dvou minut, a další měření, pokud se první dvě hodnoty výrazně liší. Zvážit průměrnou hodnotu (pokud se považuje za vhodné).
<ul style="list-style-type: none">• Provést opakované měření TK pro zpřesnění u pacientů s arytmiemi, např. s ří brilací síní.
<ul style="list-style-type: none">• Použít standardní manžetu (12–13 cm širokou a 35 cm dlouhou), ale mít po ruce i větší a menší manžetu pro velké (obvod paže > 32 cm), resp. malé paže.
<ul style="list-style-type: none">• Umístit manžetu na úrovni srdce bez ohledu na polohu pacienta.
<ul style="list-style-type: none">• Při použití auskultační metody sledovat Korotkovovy ozvy fáze I a V (vymizení) pro stanovení systolického, resp. diastolického TK.
<ul style="list-style-type: none">• Při první návštěvě v ordinaci měřit TK na obou pažích a zjistit tak možné rozdíly. V takovém případě použít jako referenční paži tu s vyšší hodnotou.
<ul style="list-style-type: none">• Měřit při první návštěvě v ordinaci TK jednu a tři minuty po zaujmutí polohy vestoje u starších jedinců, diabetiků a při jiných onemocněních/stavech, kdy se může často vyskytovat ortostatická hypotenze (nebo při podezření na ni).
<ul style="list-style-type: none">• Změřit, v případě klasického měření TK, srdeční frekvenci hmatem podle pulsu (alespoň po dobu 30 s) po druhém měření v poloze vsedě.

Příloha B – *Definice hypertenze podle hodnot TK naměřených v ordinaci a mimo ordinaci*

(Filipovský, 2014, s. 650)

Tabulka 6 – Definice hypertenze podle hodnot TK naměřených v ordinaci a mimo ordinaci			
Kategorie	Systolický TK (mm Hg)		Diastolický TK (mm Hg)
TK v ordinaci	≥ 140	a/nebo	≥ 90
Ambulantní TK			
Ve dne (nebo při bdění)	≥ 135	a/nebo	≥ 85
V noci (nebo ve spánku)	≥ 120	a/nebo	≥ 70
24h	≥ 130	a/nebo	≥ 80
Měření TK doma	≥ 135	a/nebo	≥ 85

Příloha C - Záznamový list s naměřenými hodnotami TK po tělesné zátěži a vykouření cigarety

Hodnoty TK po zátěži	
Minuty	STK/DTK [mm Hg]
0	140/75
2	135/74
4	112/74
6	106/72
8	105/72
10	104/70
12	103/68

Hodnoty TK po vykouření cigarety	
Minuty	STK/DTK [mm Hg]
0	114/76
2	118/76
4	116/75
6	116/75
8	115/75
10	112/74
12	110/73
14	110/72
16	108/70
18	108/70
20	106/70
22	106/69
24	104/69
26	104/68
28	103/68
30	103/68

Příloha D - Záznamový list s naměřenými hodnotami TK během týdne

Dny v týdnu	Měření	STK/DTK [mm Hg]
Pondělí	1	102/68
	2	103/68
	3	102/67
	4	100/66
	5	102/68
Úterý	1	100/66
	2	102/66
	3	102/68
	4	100/67
	5	101/66
Středa	1	101/66
	2	100/66
	3	102/68
	4	102/67
	5	103/69
Čtvrtek	1	102/68
	2	103/69
	3	102/68
	4	100/66
	5	100/66
Pátek	1	101/66
	2	101/68
	3	103/68
	4	102/66
	5	102/68
Sobota	1	102/67
	2	100/66
	3	101/66
	4	102/68
	5	102/67
Neděle	1	100/66
	2	100/66
	3	100/67
	4	101/66
	5	102/67

Příloha E – Záznamový list s naměřenými hodnotami pomocí rtuťového tonometru

Měření	STK/DTK	Měření	STK/DTK	Měření	STK/DTK	Měření	STK/DTK
1.	104/70	26.	100/66	51.	104/70	76.	101/68
2.	104/70	27.	100/66	52.	104/70	77.	102/68
3.	103/69	28.	100/67	53.	105/70	78.	100/68
4.	103/68	29.	100/64	54.	103/69	79.	100/66
5.	102/68	30.	100/63	55.	104/70	80.	100/64
6.	103/68	31.	100/64	56.	102/68	81.	102/64
7.	102/67	32.	99/62	57.	102/68	82.	102/66
8.	102/68	33.	98/62	58.	105/70	83.	101/67
9.	101/67	34.	98/62	59.	104/68	84.	100/66
10.	102/68	35.	100/62	60.	104/69	85.	100/66
11.	103/69	36.	101/64	61.	102/68	86.	100/68
12.	100/67	37.	100/64	62.	102/70	87.	102/68
13.	102/68	38.	100/66	63.	105/70	88.	100/65
14.	103/69	39.	100/64	64.	104/70	89.	100/66
15.	102/68	40.	98/62	65.	104/68	90.	101/66
16.	101/68	41.	100/64	66.	106/70	91.	100/68
17.	100/67	42.	100/65	67.	106/74	92.	100/68
18.	100/66	43.	100/68	68.	105/70	93.	100/66
19.	101/68	44.	100/66	69.	104/70	94.	100/66
20.	100/66	45.	100/66	70.	102/70	95.	100/66
21.	103/69	46.	100/66	71.	100/68	96.	100/64
22.	104/69	47.	100/64	72.	102/68	97.	100/66
23.	104/70	48.	100/64	73.	102/68	98.	100/66
24.	103/69	49.	102/66	74.	102/68	99.	100/67
25.	103/68	50.	100/66	75.	102/68	100.	100/66

Příloha F - Záznamový list s naměřenými hodnotami TK pomocí jednotlivých tonometrů

	Sanitas SBM52	Omron M6 Comfort IT	Sencor SBD 1470	Dr.Frei M300A
Měření	STK/DTK [mm Hg]	STK/DTK [mm Hg]	STK/DTK [mm Hg]	STK/DTK [mm Hg]
1.	103/68	101/66	104/57	102/67
2.	103/66	102/69	105/59	102/68
3.	104/68	100/66	106/60	100/66
4.	105/70	103/67	103/63	101/67
5.	106/72	100/66	107/68	103/68
6.	104/66	101/68	106/64	104/69
7.	106/66	102/68	103/65	103/66
8.	103/66	102/68	100/60	102/68
9.	106/69	100/66	100/60	102/67
10.	106/71	103/69	103/64	102/68

	Rossmax AX356f	Rossmax GD102	Intec WX1004	Rossmax AU941f
Měření	STK/DTK [mm Hg]	STK/DTK [mm Hg]	STK/DTK [mm Hg]	STK/DTK [mm Hg]
1.	105/70	102/68	106/68	102/66
2.	106/71	100/68	107/69	105/70
3.	105/69	102/68	107/68	104/68
4.	107/71	104/70	107/68	104/68
5.	106/69	106/72	107/66	105/68
6.	106/68	104/70	105/65	103/67
7.	105/68	104/70	106/65	104/68
8.	105/67	104/70	106/65	105/68
9.	106/68	106/72	105/65	103/66
10.	107/70	104/70	107/66	104/67