

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

*1. lékařská fakulta*

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

*Téma: Porovnání neinvazivních metod měření tlaku krve*

**Autor:**

**Michal Skořepa**

(Student oboru Zdravotnická technika a informatika)

**Vedoucí práce:**

**Ing. Vratislav Fabián**

**Oponent:**

**Ing. Martin Dobiáš**

Rád bych poděkoval Ing. Vratislavu Fabiánovi za vedení práce, za rady a připomínky, které mi velmi pomohly při psaní. Také děkuji všem, kteří mi umožnili získání potřebných dat.

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci zpracoval sám s přispěním vedoucího práce a používal jsem pouze prameny uvedené v seznamu použité literatury. Dále prohlašuji, že nemám námitek proti půjčování nebo zveřejňování mé bakalářské práce nebo její části se souhlasem katedry.

V Praze dne 15.6. 2007

# Obsah

<b>Abstrakt</b>	<b>6</b>
<b>Annotation</b>	<b>8</b>
<b>1. Úvod</b>	<b>11</b>
<b>2. Krevní tlak z pohledu fyziologie</b>	<b>12</b>
2.1 Srdce jako čerpadlo	12
2.2 Objemové a tlakové charakteristiky srdeční činnosti	13
2.3 Proudění krve v cévách	14
2.4 Regulace krevního tlaku	15
<b>3. Měření krevního tlaku</b>	<b>16</b>
3.1 Měření krevního tlaku v ordinaci lékaře nebo v nemocnici	17
3.2 24hodinová monitorace krevního tlaku	18
3.3 Měření krevního tlaku v domácích podmínkách	21
3.4 Měření SP během fyzické či laboratorní zátěže	21
3.5 Izolovaná hypertenze zjišťovaná v lékařské ordinaci	22
3.6 Metody měření krevního tlaku	22
3.6.1 Invazivní měření	22
3.6.1.1 Měření pomocí katétru naplněného kapalinou	22
3.6.1.2 Měření TIP katétrem	23
3.6.2 Neinvazivní měření	24
3.6.2.1 Metody nespojitého měření	24
3.6.2.1.1 Auskultační metoda	24
3.6.2.1.2 Oscilometrická metoda	26
3.6.2.1.3 Palpační metoda	27
3.6.2.1.4 Infrazvuková metoda	28
3.6.2.1.5 Ultrazvukové metody	28
3.6.2.1.6 Objemově-oscilometrická metoda	28
3.6.2.2 Kontinuální metody	28
3.6.2.2.1 Metoda odtížené artérie	28
3.6.2.2.2 Arteriální tonometrická metoda	29
3.6.2.2.3 PWV (Pulse Wave Velocity) metoda	30
<b>4. Metody evaluace měřičů krevního tlaku</b>	<b>31</b>
<b>5. Přesnost měření, legislativa</b>	<b>32</b>

<b>6. Metody a postup získání dat</b>	<b>33</b>
6.1 Použité přístroje	33
6.2 Vlastní měření	35
<b>7 Zpracování dat a vyhodnocení</b>	<b>37</b>
7.1 Základní porovnání	37
7.1.1 Porovnání auskultační a oscilometrické metody	37
7.1.2 Porovnání vybraných měření	39
7.1.3 Rozdíly hodnot v závislosti na pohlaví	40
7.1.4 Chyba měření v různém věku	41
7.1.5 Kontrolní skupina zdravých osob	42
7.2 Závislost chyb v měření na přítomnosti některých chorob	43
7.2.1 Chronická ischemická choroba srdeční	44
7.2.1.1 ICHS bez přítomnosti další choroby	44
7.2.1.2 ICHS v kombinaci s dalšími chorobami	45
7.2.2 Diabetes mellitus	45
7.2.3 Hypertenze	46
7.2.4 Mozková ateroskleróza	47
7.2.5 Generalizovaná a neurčená ateroskleróza	47
7.2.6 Nejčastější kombinace chorob	48
7.2.7 Podíl na přerušném měření	48
7.2.8 Podíl na odchylce vyšší než 10 mmHg	49
7.3 Doplnková srovnání	50
7.3.1 Vliv vysokého tlaku, pulsu	50
7.3.2 Chyba prvního měření	50
<b>8. Závěr</b>	<b>52</b>
<b>9. Použitá literatura</b>	<b>54</b>
<b>10. Seznam použitých zkratk</b>	<b>55</b>
<b>11. Příloha</b>	

## Abstrakt

Cílem této práce je porovnání a vyhodnocení výsledků měření dvou nejčastěji používaných metod pro měření krevního tlaku.

Jednou z těchto metod, v této práci uvažovanou jako referenční, je auskultační metoda. Je to dnes nejčastěji používaný způsob měření krevního tlaku v lékařském prostředí a jeho základem se staly poslechové ozvy, které v roce 1905 popsal ruský lékař Nikolaj Korotkov. Pro měření se využívá rtuťový tonometr s manžetou. Po nafouknutí manžety asi 30 mmHg nad systolický tlak, přestává být hmatatelný radiální puls. Při vypouštění manžety rychlostí 2 až 3 mmHg zaznamenáváme pomocí stetoskopu ozvy způsobené zejména turbulentním prouděním krve. Tlak v manžetě odpovídající maximálnímu tlaku, při kterém Korotkovovy ozvy zaznamenáváme, je považován za systolický tlak. Diastolický tlak je obecně brán jako tlak, kdy již tyto ozvy nejsme schopni zachytit.

Druhou použitou metodou je oscilometrická metoda. Tato metoda je založena na vyhodnocování oscilometrických srdečních pulsací, vygenerovaných v manžetě během napouštění nebo vypuštění vzduchu. Problémem této metody je, že neexistuje žádné spolehlivé kritérium pro vyhodnocení SP a DP. Tyto hodnoty jsou obvykle určeny pomocí matematických kritérií, charakteristických určitým intervalem spolehlivosti.

Důvodem tohoto porovnání je velký rozmach komerčně dostupných přístrojů, které pracují na principu oscilometrické metody. Přestože výrobci těchto přístrojů vyvíjejí stále lepší algoritmy hodnotící oscilometrickou křivku, jejich přesnost dosud není stoprocentní. Mnoho komerčně dostupných přístrojů stále nedosahuje přesnosti, kterou předepisuje ČSN EN 1060-3 a zejména mezinárodní klinické protokoly (BHS, AAMI atd.).

U prestižních společností bývá v laboratorních podmínkách tento požadavek zpravidla dodržen. Testování však většinou probíhá na dobrovolnících, jimiž bývají zejména mladí a zdraví lidé. Přístroje jsou však určeny zejména k domácímu použití a zpravidla osobám, u kterých je nutné pravidelně sledovat krevní tlak. U těchto osob je zpravidla diagnostikována některá z chorob, jež může způsobovat kolísání TK či ataky hypertenze. Mezi takové choroby patří zejména srdeční choroby, diabetes mellitus a další. Tyto choroby pak mohou přesnost měření výrazně ovlivnit a v extrémních případech udávat hodnoty s takovou chybou, která by mohla mít na pacientovo zdraví velmi negativní důsledky.

Úkolem tedy bylo pořízení dostatečného množství dat a zjištění, zda měření přístroji využívajícími pro stanovení tlaku oscilometrickou metodu, se zaměřením na různé stavy jako jsou věk, pohlaví či přítomnost nějaké choroby, splňují požadavky ČSN EN 1060-3 a zda jsou tyto výsledky v souladu s mezinárodními protokoly pro neinvazivní tlakoměry.

Sběr dat probíhal ve dvou domovech důchodců a na 3. interní klinice UK a VFN v Praze. Oběma metodami současně bylo proměřeno více než 200 osob a pořízeno na 900 záznamů, přičemž byl u většiny osob postup měření následující: Měření přístrojem OMRON M4-I a současně rtuťovým tonometrem probíhalo nejprve jednou na levé paži, poté jednou na pravé paži. Kontinuální rychlost vypouštění manžety byla nastavena na 2 mmHg za vteřinu. Následně bylo provedeno ještě dvakrát měření na levé paži s třiminutovou prodlevou. Oba zmíněné přístroje byly před měřením ověřeny Autorizovaným metrologickým střediskem K127. Pro zajištění současného měření tlaku oběma metodami, byla použita pouze manžeta, patřící do vybavení přístroje OMRON M4-I, která byla T spojkou propojena s oběma přístroji. Pomocí přístroje Oscilo 1, byla naměřená data převáděna do počítače a následně zaznamenávána do protokolu, jenž byl doplněn dalšími údaji o vyšetřované osobě (věk, výška, váha, zjištěné diagnózy, léky a další)

V následném porovnání výsledků měření bylo zjištěno, že pouze okolo 70% procent měření v intervalu  $\pm 5$  mmHg. Okolo 15% měření pak vykazovalo chybu vyšší než  $\pm 10$  mmHg nebo nebylo vůbec provedeno. Nižší přesnost pravidelně vykazovalo měření tlaku diastolického. Při opakovaných měřeních byly výsledky lepší.

Porovnáním výsledků nebyla zjištěna žádná závažná odchylka v závislosti na pohlaví vyšetřovaných. Výrazná však byla u diastolického tlaku ve věku nad 90 let.

Zásadním zjištěním byl vliv některých chorob na přesnost měření. Velmi významně se na snížené kvalitě měření, či jeho úplném znemožnění, podílely zejména chronická ischemická choroba srdeční, diabetes mellitus, hypertenze, mozková ateroskleróza a generalizovaná a neurčená ateroskleróza. Patrný byl vliv zejména na měření diastolického tlaku.

Bylo tedy prokázáno, že některé choroby mají na kvalitu měření oscilometrickou metodou velký vliv a v případě úmyslu nahradit touto metodou v rutinním provozu auskultační metodu, je nutné výrazně zapracovat na vyhodnocovacích algoritmech.

## Annotation

The aim of this diploma thesis is to compare and evaluate the results of two most widespread blood pressure measurement methods.

First method, which is used as reference in this work, is auscultatory method. Nowadays, it is most often used method and it is based on auscultatory sounds. The sounds were described by the Russian physician Nikolaj Korotkov in 1905. The auscultatory method uses a tonometer with inflatable cuff and a stethoscope. The cuff is wrapped around an upper arm or wrist and inflated to about 30 mmHg above the systolic pressure – the pressure at which the radial pulse is obliterated. With the stethoscope placed over the brachial artery distal to the cuff, the cuff is then deflated at a rate 2 to 3 mmHg per second or heart beat, during which Korotkoff sounds can be heard. The cuff pressure at the onset of Korotkoff sounds, or tapping sounds, is generally taken to be systolic pressure. Diastolic pressure is generally taken to be the cuff pressure at the onset of silence.

Second method used is oscillometric method. This method is based on evaluation of oscillometric pulsations that are generated in cuff during increasing or decreasing of the cuff pressure. The big problem of this method is the no clear criterion for evaluation of systolic and diastolic pressure. BPs are usually determined by application of mathematical criteria that are characterised by certain reliability interval.

The reason for comparison of these methods is boom of the new commercial available oscillometric blood pressure monitors. Producers of the monitors are still developing more accurate algorithms even though their accuracy are not sufficient when compared with auscultatory method. The accuracy of many of those new oscillometric blood pressure monitors does not meet the criteria of European standard EN 1060-3 and some clinical protocols.

Usually in the prestiged companies this requirement is kept in laboratory conditions. However, the testings most of the time are performed on voluntaries, which usually are young and healthy people. Monitors are especially intended for home uses and generally for people, on which is necessary a regular control of their BP. These people often suffer from some disease which causes variances in their BP or hypertension attacks. Among those diseases belong especially cardiovascular diseases, diabetes mellitus etc. These diseases can considerably affect the accuracy of the measurement and



in extremaly cases it could indicate values with fatal errors, which could have very negative consequences on the patient health.

The task was to collect sufficient quantity of data and to find out whether the oscillometric BP monitors meet the criteria of EN 1060-3 and whether those results are in accordance with international protocols for non-invasive BP methods. The attention was oriented on various states as age, sex, presence of some disease etc.

Data collection was carried out in two retirements' houses and 3<sup>rd</sup> internal clinic of General Faculty Hospital and Charles University in Prague. It was measured more than 200 people by both methods simultaneously and more than 900 records were acquired. Usually each person was mesured with oscillometric blood pressure monitor Omron M4-I and mercurial sphygmomanometer simultaneously firstly on his/her left arm and after it on right arm. Continual decreasing of cuff presuure was set up on 2 mmHg per second. Subsequently was carried out another two measurements on the left arm, always with three minuts interval. Both mentioned blood pressure monitors were verified in Accredited Metrological Laboratory K127. It was used only Omron cuff that was connected via T-piece with both monitors though ensuring simultaneous mesurement. Oscillometric pulsations were recorded by Oscilo 1 equipment and after that transmitted to the PC. Educated staff completed another data to each measured person to the protocol (age, weight, height, diagnosis, medicines etc.).

In the following results comparison it was found that around 70% of measurements were in allowed tolerance of  $\pm 5$  mmHg. Around 15% of measurements were with diference higher than  $\pm 10$  mmHg or were with error of measurement. Higher differences were found in diastolic pressure but with repeated measurements the differences were smaller.

No statistical significant dependence on gender was found in the data but considerable differences in diastolic pressure of people older than 90 years were discovered.

A very important finding was the influence of some diseases on accuracy of the measurements. The lower quality of measurement was caused especially by ischemic heart disease, diabetes mellitus, hypertension, brain atherosclerosis and generalized and unspecified atherosclerosis. This was very evident during the measurements of diastolic pressure.

It was proven that some diseases have very high influence on measurements using oscillometric method. In case of substitution of auscultatory method by this method in routine operation it is necessary to considerably improve the evaluation algorithms.

# 1 Úvod

Tato práce se zabývá porovnáním výsledků měření dvou nejčastěji používaných metod při měření krevního tlaku. Jedním z těchto způsobů měření je tradiční auskultační metoda, tím druhým je metoda využívající vyhodnocování oscilometrických pulsací – oscilometrická metoda.

Důvodem tohoto porovnání je velký rozmach komerčně dostupných přístrojů, které pracují na principu oscilometrické metody. Přestože výrobci těchto přístrojů vyvíjejí stále lepší algoritmy hodnotící oscilometrickou křivku, jejich přesnost dosud není stoprocentní. Mnoho komerčně dostupných přístrojů stále nedosahuje přesnosti, kterou předepisuje ČSN EN 1060-3 Neinvazní tonometry - Část 3: Specifické požadavky pro elektromechanické systémy na měření krevního tlaku [1], jejíž požadavek na maximální střední chybu měření je  $\pm 5$  mmHg ( $\pm 0,7$  kPa) a na maximální výběrovou směrodatnou odchylku:  $\pm 8$  mmHg ( $\pm 1,1$  kPa).

U prestižních společností bývá v laboratorních podmínkách tento požadavek zpravidla dodržen. Testování však většinou probíhá na dobrovolnících, jimiž bývají zejména mladí a zdraví lidé. Přístroje jsou však určeny zejména k domácímu použití a zpravidla osobám, u kterých je nutné pravidelně sledovat krevní tlak. U těchto osob je zpravidla diagnostikována některá z chorob, jež může způsobovat kolísání TK či ataky hypertenze. Mezi takové choroby patří zejména srdeční choroby, hypertenze, diabetes mellitus a další. Tyto choroby pak mohou přesnost měření výrazně ovlivnit a v extrémních případech udávat hodnoty s takovou chybou, která by, bez lékařské kontroly, mohla mít na pacientovo zdraví velmi negativní důsledky.

Cílem této práce je zjistit, zda měření přístroji využívajícími pro stanovení tlaku oscilometrickou metodu, splňují požadavky ČSN EN 1060-3 a zda jsou tyto výsledky v souladu s mezinárodními klinickými protokoly pro neinvazivní tlakoměry. A to i v případě, že se zaměříme na různé stavy jako jsou věk, pohlaví či přítomnost nějaké choroby.

Počítačem zaznamenané průběhy oscilometrických pulsací při měření a výsledky této práce by měly být podkladem pro návrh vhodnějších algoritmů pro měření krevního tlaku oscilometrickou metodou, s ohledem na různé skutečnosti.

Před seznámením s výsledky a jejich porovnáním si připomeňme srdce a srdeční činnost z pohledu fyziologie. Dále pak důvody a způsoby měření krevního tlaku, způsoby jejich evaluace a základní legislativní opatření.

## 2. Krevní tlak z pohledu fyziologie

### 2.1. Srdce jako čerpadlo

Cyklické opakování srdeční činnosti vedoucí k čerpání krve do oběhu, se nazývá srdeční revoluce. Každý srdeční oddíl střídá pravidelně dvě fáze:

- systolu (stah)
- diastolu (relaxaci)

Střídání těchto fází lze podrobněji popsat právě jako fáze srdeční revoluce:

1. fáze izovolumické kontrakce (A). Na začátku systoly komor se zvyšuje nitrokomorový tlak, uzavřou se atrioventrikulární chlopně. V komoře vzrůstá tlak za konstantního objemu.

2. fáze ejekční (B). Tlak v komoře převyšuje tlak v aortě, semilunární chlopeč se otevírá a krev je vypuzována do oběhu. Tlak, který v aortě vzniká, se označuje jako systolický, nicméně ještě během ejekční fáze začíná klesat, stejně jako rychlost průtoku krve. Ve chvíli, kdy tlak v komoře poklesne pod hodnotu tlaku v aortě, semilunární chlopeč se uzavírá a nastává diastola.

3. fáze izovolumické relaxace (C). Je analogií izovolumické kontrakce. Objem se nemění, tlak klesá.

4. fáze plnicí (D). Začíná otevřením atrioventrikulární chlopně ve chvíli, kdy tlak v komoře poklesl pod hodnotu tlaku v síni. Obdobně jako u ejekční fáze i zde je zpočátku rychlost plnění vysoká a postupně klesá.

Pro správnou funkci srdce při námaze je nezbytná systola síní, která spadá do koncové fáze komorové diastoly. Zatímco v klidu je plnění komor zajišťováno jejich prací, při námaze se zkracuje diastola a pokud by síně nepracovaly správně, docházelo by k menšímu diastolickému plnění a tím ke snížení čerpacího výkonu.

Komory se mimo své funkce hlavní části čerpadla podílejí i na plnění síní. Při systole se totiž posunují atrioventrikulární chlopně směrem k srdečnímu hrotu, takže se zvětší objem síní za současného poklesu tlaku v nich. To se označuje jako sací síla komor (srdce) [2].

## 2.2. Objemové a tlakové charakteristiky srdeční činnosti

Přestože bychom pro funkci srdce jako čerpadla mohli stanovit ukazatele jako například fyzikální práce srdce, výkon srdce, účinnost srdeční práce, nemá to z klinického hlediska význam, vzhledem k obtížnosti těchto stanovení. Významnější je posouzení objemových charakteristik, které lze zjistit ultrasonograficky s použitím Dopplerova principu, na základe Fickova principu (celková spotřeba  $O_2$  za jednotku času se dělí arteriovenózní diferencí koncentrace kyslíku), či diluční metodou, kdy se stanovuje v krátkých časových intervalech koncentrace značené látky (barviva, radioizotopu) v tepenné krvi. Kromě objemových charakteristik vypovídají o funkci srdce i tlakové charakteristiky. Pro posouzení funkce srdce je důležité stanovení těchto veličin:

- tepový (systolický) objem (Stroke Volume – SO, 70 ml u zdravého dospělého člověka) – udává objem krve vypuzené během jedné systoly komor
- koncový diastolický objem (Enddiastolic Volume – EDV, 120 ml) – objem, který má srdce k „dispozici“ pro čerpání
- koncový systolický objem (Endsystolic Volume – ESV, 50 ml) – je významný tím, že při klidové systole zůstává v komoře část krve (přibližně 40%), představuje vlastně funkční rezervu, neboť ovlivněním srdeční činnosti lze tepový objem zvětšit
- ejekční frakce – je poměr SO/EDV a vypovídá o funkci srdce jako čerpadla
- minutový objem srdeční (srdeční výdej,  $5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ) je dán jako součin tepového objemu a srdeční frekvence. Praktičtěji se vyjadřuje (vzhledem k rozdílné velikosti organismu) jako:
  - srdeční index, tj. přepočítaný na plochu těla ( $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )
  - enddiastolický tlak (Preload, přetížení) – tj. síla napínající myokard před stahem
  - endsystolický tlak (Afterload, dotížení) – tj. odpor, proti němuž je krev ze srdce vypuzována.

Nejdůležitějším místním mechanismem, kterým srdce ovlivňuje svou činnost, je Frank-Starlinguv zákon, který říká, že se síla srdeční kontrakce zvětšuje se vzrůstajícím plicním objemem. Dalším faktorem ovlivňujícím sílu stahu je souvislost mezi zvýšením frekvence a zvýšením síly stahu, což se označuje jako inotropní vliv rytmu. Dále je činnost srdce významně regulována i autonomním nervstvem [2].

## 2.3. Proudění krve v cévách

Cévní stěna má zvláštní vlastnosti, které průtok ovlivňují, nicméně proudění obecně podléhá podobným fyzikálním principům jako v jiných trubicích.

Průtok krve podléhá Poisseilleovu–Hagenovu zákonu:

$$Q = \Delta p \frac{\pi r^4}{8L\eta}, [\text{ml} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (1)$$

kde  $Q$  je průtok krve cévou [ $\text{ml} \cdot \text{s}^{-1}$ ],  $r$  – poloměr cévy [ $\text{m}$ ],  $\Delta p$  – rozdíl tlaku na začátku a konci cévy [ $\text{Pa}$ ],  $L$  – délka cévy [ $\text{m}$ ],  $\eta$  – viskozita krve [ $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ]. Hodnota zlomku se považuje za odpor cévního řečiště. To, zda bude proudění probíhat laminárně nebo turbulentně, závisí na Reynoldsově čísle (které je bezrozměrné):

$$R = v_Q p \frac{\rho}{\eta}, \quad (2)$$

kde  $v_Q$  je objemová rychlost krevního proudění [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ],  $p$  – průsvit cévy [ $\text{m}^2$ ] a  $\rho$  [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ],  $\eta$  [ $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ] hustota, resp. viskozita krve. Pro  $R \geq 4000$  přechází laminární proudění v turbulentní.

Z hlediska tlaku a objemu lze krevní oběh rozdělit na: vysokotlaký odporový systém (arteriální část) a nízkotlaký kapacitní systém (venózní a kapilární část – jsou schopny pojmout až 85% celkového objemu krve, na konci kapilár je tlak velmi nízký, asi 15 mmHg). Velké artérie fungují jako pružník – změnou pružnosti umožňují efektivní proudění krve, zatímco arterioly jsou určující strukturou cévního odporu a označují se také jako resistenční cévy.

Arteriální puls (od aorty až po arterioly) má výkyvy synchronizované s fázemi srdeční revoluce a při měření na něm popisujeme vzestupnou a sestupnou část. V důsledku odlišných vlastností cévní steny se navzájem jednotlivé části vysokotlakého řečiště od sebe liší, a to zejména charakterem dikrotických zářezů (obr. 3.1) – drobných zvýšení tlaku na sestupné části [2].

## 2.4. Regulace krevního tlaku

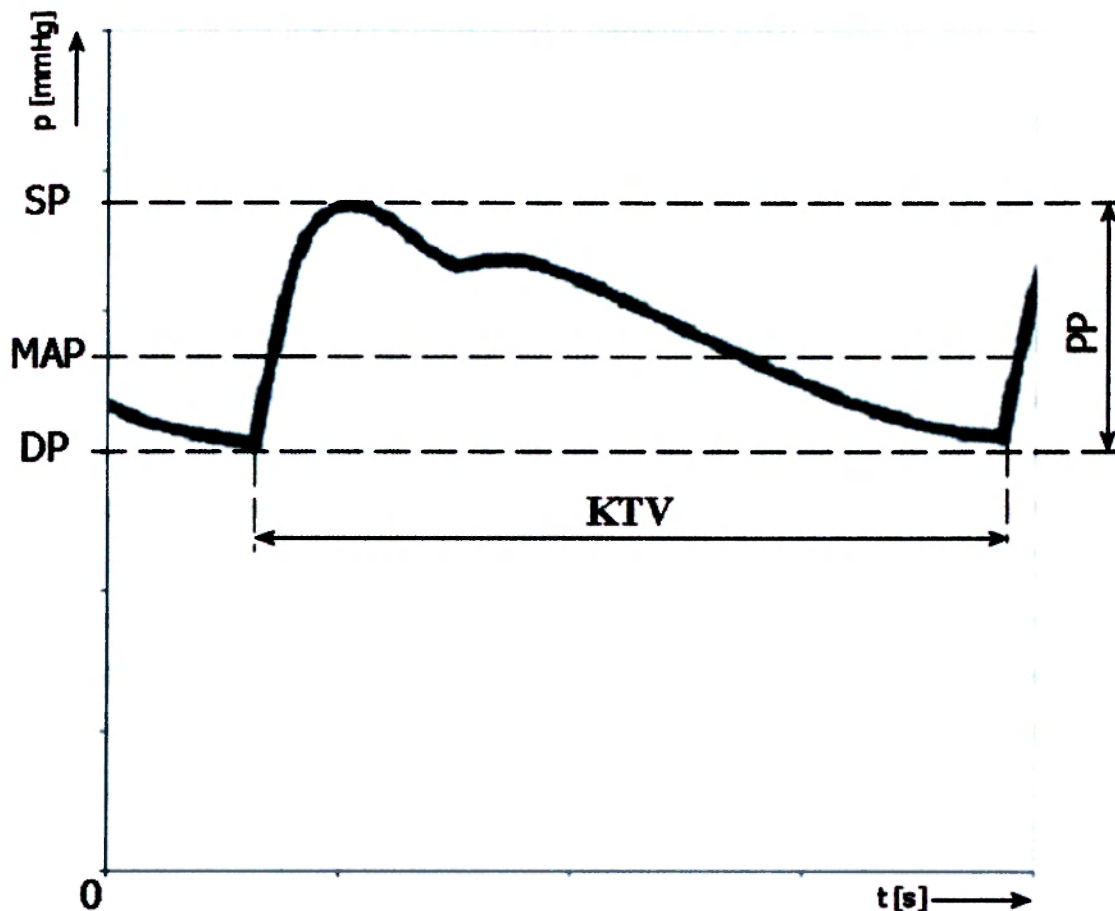
Krevní tlak závisí na:

- minutovém objemu srdečním
- elastických vlastnostech cévních stěn (mohou být patologicky změněny při arterioskleróze)
- periferním odporu cévního řečiště
- viskozitě krve (fyziologicky nevýznamné)

První dvě veličiny ovlivňuje svou činností hlavně autonomní nervstvo. Na další působí zejména zpětná vazba řízená mozkem, která využívá receptoru tlaku v oblouku aorty a v krkavici a dále hormony a místní mechanismy (změna vlastností cévy pouze v konkrétním místě) [2].

### 3. Měření krevního tlaku

Krevní tlak (TK) se obecně popisuje jako tlak vyvíjený krví na stěny tepny následkem vypuzení krve při srdeční akci. TK se mění během každé srdeční akce. Nejvyšší tlak je nazvaný systolický krevní tlak (SP) a nejnižší je diastolický krevní tlak (DP). Na obrázku 3.1 je naznačena krevní tlaková vlna (KTV) zdravé osoby při měření v aortě.



Obrázek 3.1: Krevní tlaková vlna a základní hodnoty krevního tlaku

Střední tepenný tlak (MAP) je průměrný tlak (střední geometrická úměra) během aortálního pulsového cyklu (APC). MAP můžeme přesně vyjádřit jako:

$$MAP = \frac{1}{APC} \int_0^{APC} KTV(\tau) d\tau \quad [mmHg \cdot s, mmHg]$$



Za normální klidové srdeční činnosti, kdy diastola trvá déle než systol, může být MAP přibližně vyjádřen následující rovnicí:

$$MAP \cong DP + \frac{1}{3}(SP - DP) \quad [mmHg; mmHg, mmHg, mmHg]$$

Rozdíl mezi ST a DT udává aortální pulsní tlak (PP):

$$PP = SP - DP \quad [mmHg; mmHg, mmHg]$$

TK je obvykle vyjadřován v milimetrech rtuti (mmHg), občas také v kilopascálech (kPa) [3].

Hodnoty krevního tlaku se vyznačují značnou variabilitou jak v průběhu téhož dne, tak mezi jednotlivými dny. Proto by měla být diagnóza hypertenze založena na opakovaných měřeních uskutečněných při různých příležitostech. Je-li krevní tlak zvýšen jen mírně, je třeba opakovat měření v intervalu několika měsíců, neboť často dochází k regresi k normálním hodnotám. Pokud jsou hodnoty krevního tlaku zvýšeny výrazněji, má-li pacient známky poškození cílových orgánů nebo vysoké kardiovaskulární riziko, je třeba opakovat měření krevního tlaku v kratších intervalech (týdnů či dnů). Krevní tlak může měřit lékař či zdravotní sestra v ambulanci nebo v nemocničním zařízení, pacient sám v domácím prostředí, anebo může být měření prováděno automaticky v průběhu 24 hodin [4].

### 3.1 Měření TK v ordinaci lékaře nebo v nemocnici

Krevní tlak lze měřit pomocí rtuťového tonometru, jehož jednotlivé součásti (gumové hadice, filtry, stupnice atd.) se musejí udržovat v dokonalém stavu. Lze užít také další neinvazivní postupy (auskultační pomocí aneroidního tlakoměru nebo oscilometrické poloautomatické přístroje). Jejich význam stále poroste v souvislosti s pokračujícími restriktivními opatřeními vůči užívání rtuti v evropských zemích. Nicméně tyto přístroje musejí být validovány podle standardizovaných protokolů a jejich přesnost musí být pravidelně kontrolována porovnáváním s hodnotami zjištěnými referenčními metodami (invazivní katétry či neinvazivní auskultační metoda). Podrobněji

se s metodami měření krevního tlaku seznámíme v kapitole 3.6 Metody měření krevního tlaku.

### ***Postupy při měření krevního tlaku v lékařském zařízení***

Při měření hodnot krevního tlaku je nutno dodržovat následující pravidla:

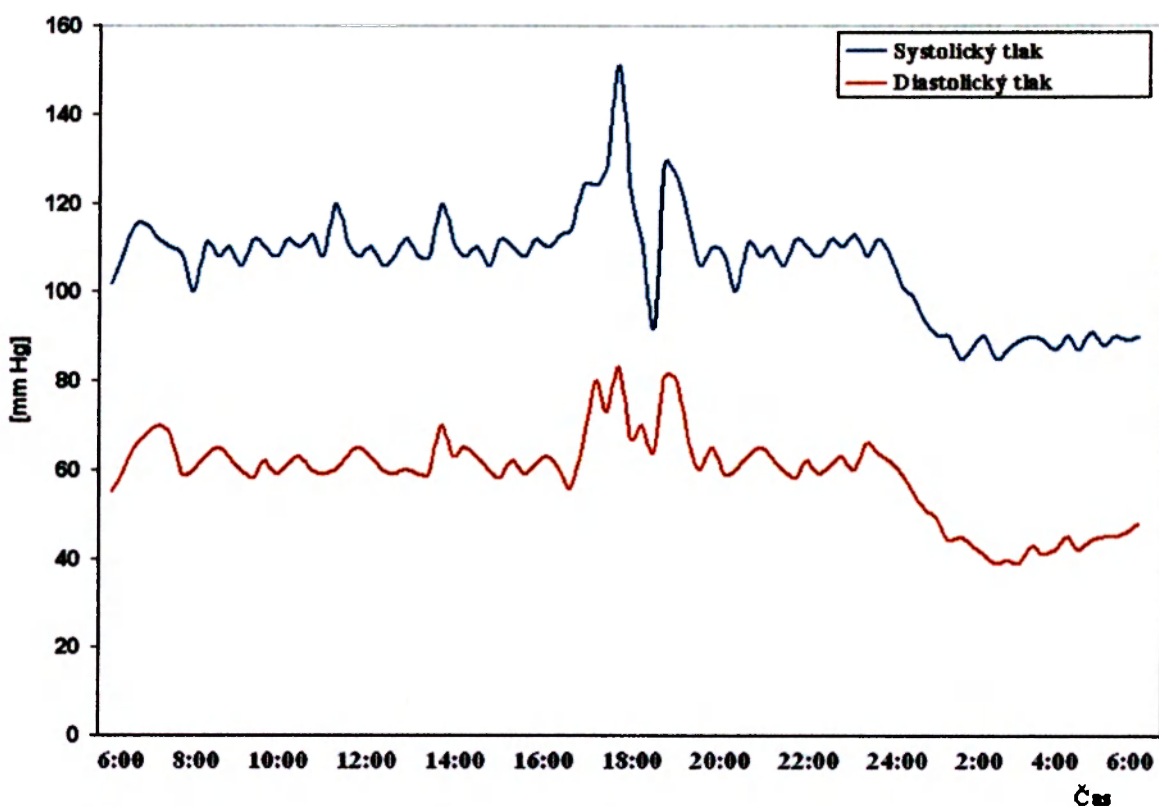
- Před zahájením vlastního měření nechte pacienta po několik minut v klidu sedět v tiché místnosti.
- Proveďte nejméně dvě měření v intervalu 1–2 min a pokud se jejich výsledky významně liší, proveďte ještě další měření.
- Užívejte manžetu standardní velikosti (o délce 12 až 13 cm a šířce 35 cm), ale mějte k dispozici rovněž manžetu větších a menších rozměrů pro pacienty s větším, respektive menším obvodem paže. Rovněž u dětí je nutno užívat manžetu menších rozměrů.
- Manžeta musí být vždy umístěna na úrovni srdce vyšetřované osoby bez ohledu na to, v jaké poloze je pacient sám.
- K identifikaci systolického a diastolického tlaku užíjte Korotkovovy fenomény fáze I a V (vymizení posledního slyšitelného zvuku).
- Při první návštěvě pacienta v ordinaci je třeba provést měření na obou pažích, aby se zjistily eventuální rozdílné hodnoty v důsledku postižení periferních cév. V takovém případě se při auskultační metodě považuje za referenční vyšší hodnota.
- U osob ve vyšším věku, diabetiků a u osob s dalšími onemocněními, s častým či pravděpodobným výskytem ortostatické hypotenze, je třeba změřit hodnoty tlaku též po 1 a 5 minutách po postavení.
- Po prvním měření tlaku v poloze vsedě změřte rovněž palpačně tepovou frekvenci (po dobu 30 s) [4].

## **3.2 24hodinová monitorace krevního tlaku**

V dnešní době je k dispozici řada přístrojů (především oscilometrických), které umožňují automatické monitorování krevního tlaku pacienta po celých 24 hodin denně, přičemž on sám může prakticky vést téměř normální každodenní život. Tato zařízení mohou poskytovat informace o profilu hodnot krevního tlaku v průběhu 24 hodin, jakož i o průměrných hodnotách krevního tlaku za celé období 24 hodin nebo jinak definovanou dobu, jako jsou např. noční, denní, eventuálně ranní hodiny. Takto získané informace by neměly být považovány za náhradu informací získaných z klasického měření tlakových

hodnot. Lze je ovšem chápat jako zdroj dodatečného klinického prospěchu, neboť průřezové i longitudinální studie prokázaly, že hodnoty tlaku zjišťované v lékařské ordinaci mají jen omezený vztah k hodnotám zjišťovaným při 24hodinové monitoraci. Z těchto studií dále vyplynulo, že hodnoty krevního tlaku zjišťované 24hodinovou monitoraci:

- 1) korelují s poškozením cílových orgánů mnohem těsněji než hodnoty zjišťované při měření tlaku v ordinaci lékaře;
- 2) predikují – jak na populační úrovni, tak u konkrétních pacientů s hypertenzí – kardiovaskulární riziko přesněji než hodnoty zjišťované v ordinaci;
- 3) umožňují určit stupeň poklesu krevního tlaku vlivem léčby přesněji než hodnoty zjišťované v ordinaci, především v důsledku absence efektu „bílého pláště“ (kapitola 3.5) a placebo efektu a navíc i s lepší reprodukovatelností v průběhu času. Ačkoli některých z výše uvedených výhod lze dosáhnout i zvýšením počtu měření prováděných v ordinaci, lze 24hodinovou monitoraci krevního tlaku v průběhu diagnostického procesu před zahájením léčby a v jejím průběhu, za určitých okolností doporučit.



Obrázek 3.2: Záznam 24hodinové monitorace TK

Při 24hodinové monitoraci krevního tlaku je třeba dodržovat následující pravidla:

- Užívat pouze přístroje validizované na základě mezinárodně standardizovaných protokolů.
- Užívat manžety správné velikosti a porovnat iniciální hodnoty s hodnotami zjištěnými pomocí tonometru, aby se tak potvrdilo, že rozdíly nepřesahují  $\pm 5$  mmHg.
- Nastavit automatické odečítání tak, aby intervaly nebyly delší než 30 minut, a získal se tak dostatečný počet naměřených hodnot i dostatečné pokrytí jednotlivých hodin dne, pokud by některá měření chyběla pro artefakty.
- Instruovat pacienty, aby prováděli všechny běžné denní aktivity, avšak vystříhali se nadměrné tělesné námahy, a aby při vlastním měření udržovali paži v podepřené poloze (paže na úrovni srdce) a v klidu.
- Požádat pacienta, aby do záznamníku zapisoval veškeré neobvyklé příhody i informace o trvání a kvalitě nočního spánku. V běžné populaci i u hypertoniků hodnoty tlaku v denních a nočních hodinách normálně úzce korelují; existují však důkazy o nepříznivé prognóze pacientů s nedostatečným poklesem TK v průběhu nočních hodin, a tedy s relativně vysokými hodnotami tlaku v průběhu noci.
- Zajistit opakovanou 24hodinovou monitoraci tlaku, pokud se při prvním měření pro velký počet artefaktů získá méně než 70 % předpokládaných hodnot.
- Pamatovat na to, že hodnoty krevního tlaku zjištěné při 24hodinové monitoraci jsou obvykle o několik mmHg nižší než hodnoty naměřené v ordinaci. Jak ukazuje tabulka 3.3, v ordinaci naměřené hodnoty 140/90 mmHg odpovídají zhruba průměrným hodnotám zjištěným při 24hodinové monitoraci na úrovni 125/80 mmHg. Průměrné denní a noční hodnoty jsou o několik mmHg vyšší, respektive nižší, než průměr zjištěný 24hodinovým monitorováním. Stanovení prahových hodnot je však obtížnější vzhledem k tomu, že jsou významně ovlivněny chováním a aktivitami pacienta v denních i nočních hodinách.

Typ měření	SP/DP
Měření v ambulanci/nemocnici	140/90
24hodinová monitorace TK	125/80
Měření TK v domácích podmínkách	135/85

**Tabulka 3.3: Prahové hodnoty krevního tlaku (v mm Hg), užívané k definici hypertenze při různých typech měření**

Klinické rozhodování by mělo vycházet z průměrných denních či nočních hodnot zjištěných při 24hodinové monitoraci, ale nejlépe z průměrných hodnot za celých 24

hodin. Další informace, které lze z 24hodinové monitorace krevního tlaku odvodit (jako např. standardní derivace krevního tlaku) jsou klinicky slibné, zatím však zůstávají vyhrazeny výzkumným účelům [4].

### 3.3 Měření krevního tlaku v domácích podmínkách

Měření krevního tlaku v domácích podmínkách nemůže poskytnout informaci o hodnotách v průběhu celých 24 hodin, jak je tomu u 24hodinového monitorování. Nabízí však možnost zjišťovat hodnoty krevního tlaku v kterýkoli den a v kteroukoli denní hodinu v situacích odpovídajících běžným každodenním životním podmínkám. Pokud se naměřené hodnoty z několika dnů zprůměrují, přináší to obdobné výhody jako 24hodinová monitorace. Zejména vyloučení efektu bílého pláště a lepší reprodukovatelnost a prediktabilitu přítomnosti a progresu orgánového poškození než jakých lze dosáhnout při pouhém měření tlaku v ordinaci lékaře. Vzhledem k tomu lze doporučit měření krevního tlaku v domácích podmínkách po určitou dobu (např. několik týdnů) i před zahájením léčby a v jejím průběhu, neboť tato relativně levná procedura může zlepšit adherenci pacienta k léčbě [4].

### 3.4 Měření SP během fyzické či laboratorní zátěže

Měření systolického krevního tlaku během zátěže na bicyklovém ergometru bylo navrženo jako citlivější indikátor stupně zvýšení krevního tlaku, kardiovaskulárního rizika a pravděpodobnosti budoucího vývoje hypertenze u jedince dosud normotenzního. Hodnoty diastolického tlaku zjišťované v průběhu zátěže jsou obtížně měřitelné, mohou být nepřesné a jsou také špatně reprodukovatelné. Ačkoli hranice oddělující normotenzní a hypertenzní jedince zatím nebyla jednoznačně stanovena, výsledky rozsáhlých dlouhodobých studií svědčí o tom, že měření systolického krevního tlaku během zátěže poskytuje přídatnou informaci ke klasicky zjišťovaným hodnotám tlaku. Vzestup systolického krevního tlaku na více než 200 mmHg během prvních šesti minut bicyklové ergometrie predikuje u mužů ve středním věku dvakrát vyšší riziko kardiovaskulárního úmrtí. Nicméně to, zda nadměrný vzestup krevního tlaku během zátěže umožňuje přesnější diagnózu než hodnoty zjišťované v klidu, závisí na reakci srdečního výdeje. Zhorší-li se u hypertonika zátěží navozený vzestup srdečního výdeje, nemá zvýšení krevního tlaku nadále nezávislou prognostickou hodnotu. Souhrnně řečeno, hodnocení systolického krevního tlaku během zátěže se jako rutinní procedura u hypertoniků

nedoporučuje. Zatím se nepodařilo přesvědčivě prokázat předpovědní hodnotu krevního tlaku získávaného při zátěži v laboratorních podmínkách [4].

### 3.5 Izolovaná hypertenze zjišťovaná v lékařské ordinaci

U některých pacientů jsou hodnoty krevního tlaku zjišťované v ordinaci lékaře opakovaně trvale zvýšeny, zatímco hodnoty TK při 24hodinové monitoraci jsou normální. V tomto případě se hovoří o „*hypertenzi bílého pláště*“, ačkoli vhodnější by byl mnohem přesnější a méně mechanistický termín „*izolovaná hypertenze zjišťovaná v ordinaci nebo nemocničním zařízení*“. Důvodem je skutečnost, že rozdíl mezi hodnotami zjišťovanými při 24hodinové monitoraci a hodnotami naměřenými v ordinaci navozenými úzkostnou reakcí na přítomnost lékaře či sestry, není shodný. Ve skutečnosti tedy o fenomén bílého pláště nejde. Bez ohledu na terminologii jsou však dnes k dispozici důkazy, že izolovaná hypertenze zjišťovaná v lékařské ordinaci, je poměrně častá. Postihuje cca 10 % populace a odpovídá za nezanedbatelnou část diagnostikovaných případů hypertenze. Existují též důkazy, že u osob s izolovanou hypertenzí zjišťovanou v ordinaci lékaře, je kardiovaskulární riziko nižší než u jedinců s hodnotami [4].

### 3.6 Metody měření krevního tlaku

Pro měření krevního tlaku je možné využít několika metod. Základním dělením těchto metod je, zda jsou invazivní či neinvazivní.

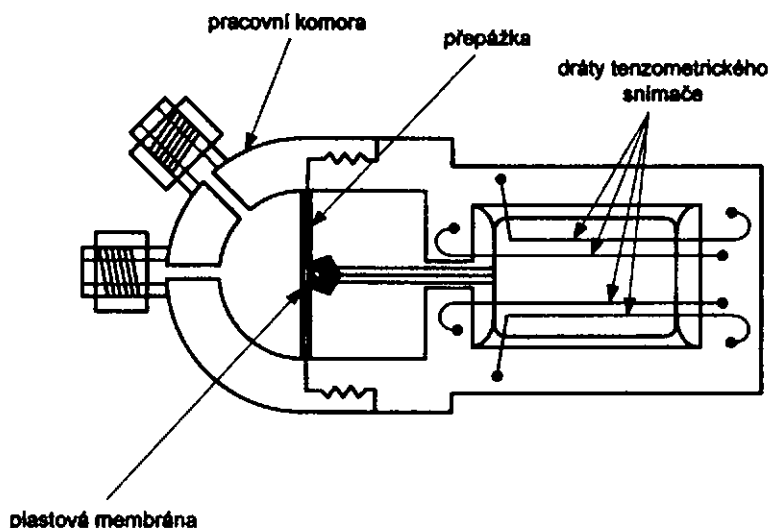
#### 3.6.1 Invazivní měření

Při invazivním měření je část měřicího zařízení zaváděna do pacientova kardiovaskulárního systému. Invazivní metody umožňují měření TK v periferní nebo centrální části kardiovaskulárního systému. Měření je však časově omezené, neboť v místo zavedení katétru vzniká nebezpečí vzniku infekce a její následné rozšíření kardiovaskulárním systémem [3].

##### 3.6.1.1 Měření pomocí katétru naplněného kapalinou

Tato metoda je nejvíce používána v klinické praxi, během chirurgických zákroků. Přenos tlaku je zajištěn pomocí hydrodynamické trubice zavedené do pravé síně a dále přes pravou komoru do plicní žíly. Trubice je naplněná kapalinou - fyziologickým

roztokem. Průměr trubice, která je vyráběna z teflonu, je několik mikrometrů a délka 10 – 120 cm. Pro požadovanou přesnost jsou velmi důležité přenosové vlastnosti. Vlastnosti jako tuhost stěny či koeficient tření trubice, mají rozhodující význam pro správné měření. KTV je přenesený přes solný roztok k membránové přepážce. Objemové změny pak způsobují pohyb membrány a tenzometrické senzory převádějí pohyb na elektrické signály odpovídající TK.



Obrázek 3.4: Komůrka tlakového snímače

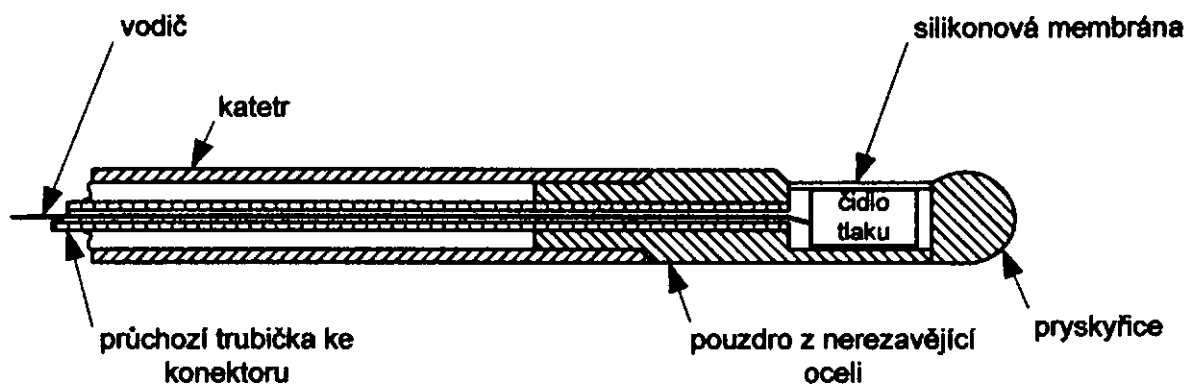
Obrázek 3.4 znázorňuje komůrku tlakového snímače. Fyziologický roztok vyplňující katétr je připojen ke komůrce. Působí přímo na elastickou kruhovou, na okrajích pevně fixovanou membránu s poloměry od 0,1 mm (piezoelektrické snímače) do 0,5 mm (kapacitní snímače). Použitelnou výchylku membrány lze považovat za lineární do 0,5 % její plné výchylky, což při měření v rozsahu –50 až 300 mmHg odpovídá změně napětí nezátíženého piezoelektrického krystalu 7 mV. Tloušťka membrány oproti své ploše musí být zanedbatelná. Kalibrace relativního měření se provádí nulovaným atmosférickým tlakem. Fixace snímače je dána referenčním měřicím bodem systému – *flebostatickou rovinou*. Systém vykazuje dlouhodobou stabilitu  $\pm 1$  mmHg/8 h [3].

### 3.6.1.2 Měření TIP katétrem

Nejpřesnější – invazivní spojitě měření – se provádí pomocí katétru s tenzometrickým senzorem na hrotu, označovaným TIP. Tato konfigurace přináší oproti předchozímu měření řadu výhod. Jednak nedochází k časovému zpoždění pulsové vlny na hydrodynamickém vedení a katétr není třeba plnit fyziologickým roztokem. Na měření se zdaleka tolik nepodílejí mechanické vlastnosti katétru a systém dokáže snímat tlakovou

křivku s podstatně větší mezní frekvencí. Naopak proti předchozímu měření zde není možná kalibrace snímače katétru po zavedení do místa měření, nepoměrně vyšší je i cena katétru. V porovnání s katétry s hydrodynamickým vedením přináší přesnější výsledky, v rutinní kardiologické diagnostice však nejsou dnes užívány.

Katétry TIP je možné osazovat různými tenzometrickými snímači (piezoelektrickými, kapacitními, optickými). Na obr. 3.5 je znázorněn intrakardiální katétr TIP s kruhovou membránou a piezoelektrickým snímačem. Následně průmyslově vyráběné katétry tloušťky 3 až 8 F (1,0–2,67 mm) pracovaly v měřicím rozsahu –50 až 300 mmHg s rezonanční frekvencí mezi 35 až 50 kHz. Ještě výhodnějších vlastností bylo dosaženo s katétreem TIP o průměru 1,5 F (0,5 mm). Při použití kapacitního snímače bylo dosaženo přesnosti 1 mmHg [3].



Obrázek 3.5: Hrot TIP katétru

### 3.6.2 Neinvazivní měření

Metody neinvazivního měření TK mohou být rozděleny do dvou hlavních kategorií: nespojitá měření a kontinuální měření.

#### 3.6.2.1 Metody nespojitého měření

Tyto metody poskytují vybrané tlaky jako SP, DP, MAP získané za dobu zahrnující několik srdečních cyklů.

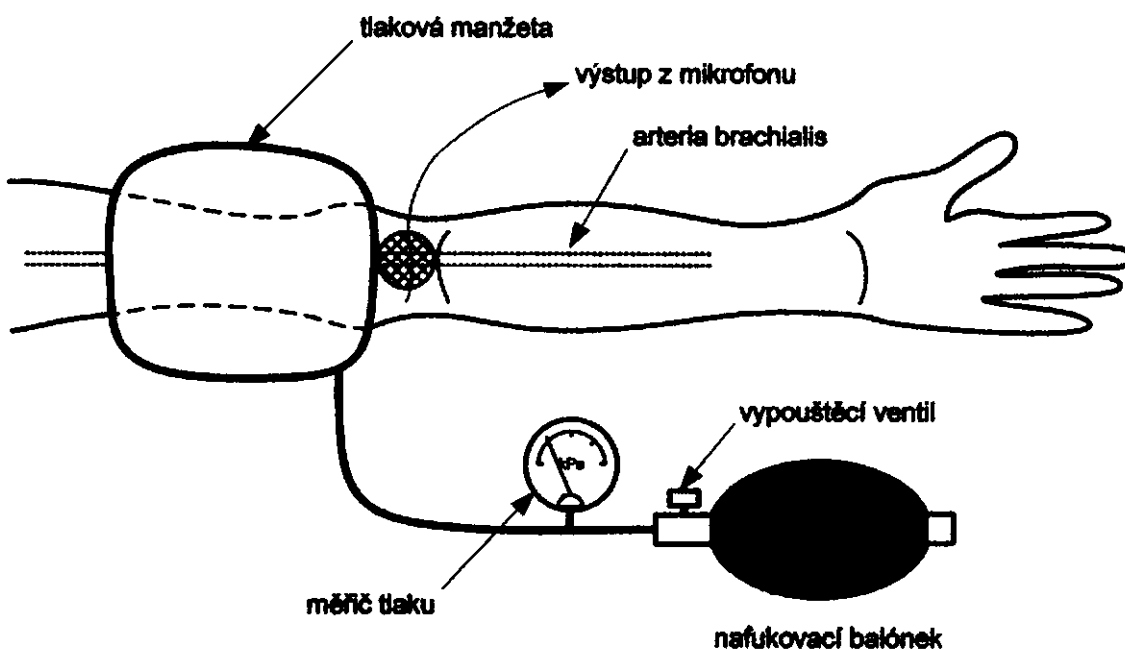
##### 3.6.2.1.1 Auskultační metoda

V roce 1905 popsal ruský lékař Nikolaj Korotkov poslechové ozvy, které se staly základem pro auskultační metodu. Tato metoda je dnes nejběžnějším měřením krevního



tlaku. Využívají se dva způsoby této metody: manuální a automatizovaný. Manuální poslechový, jak popisuje obrázek 3.6, využívá tonometr s nafukovací manžetou a stetoskopem. Manžeta je připevněna na paži a nafouknuta asi 30 mmHg nad systolickým tlakem – tlak při kterém není hmatatelný radiální puls. Stetoskopem umístěným nad pažní tepnou pod manžetou posloucháme při vypouštění manžety rychlostí 2 až 3 mmHg za sekundu ozvy způsobené zejména turbulentním prouděním krve (Korotkovovův fenomén). Tlak v manžetě odpovídající maximálnímu tlaku, při kterém Korotkovovy ozvy zaznamenáváme, je brán jako systolický tlak. Diastolický tlak je obecně brán jako tlak, kdy již tyto ozvy nejsme schopni zachytit. V případě, že Korotkovovy ozvy přetrvávají až do nulového tlaku v manžetě, což je možné zaznamenat u dětí či u gravidních žen, je nápor čtvrté fáze Korotkovových ozvů doporučen jako diastolické kritérium.

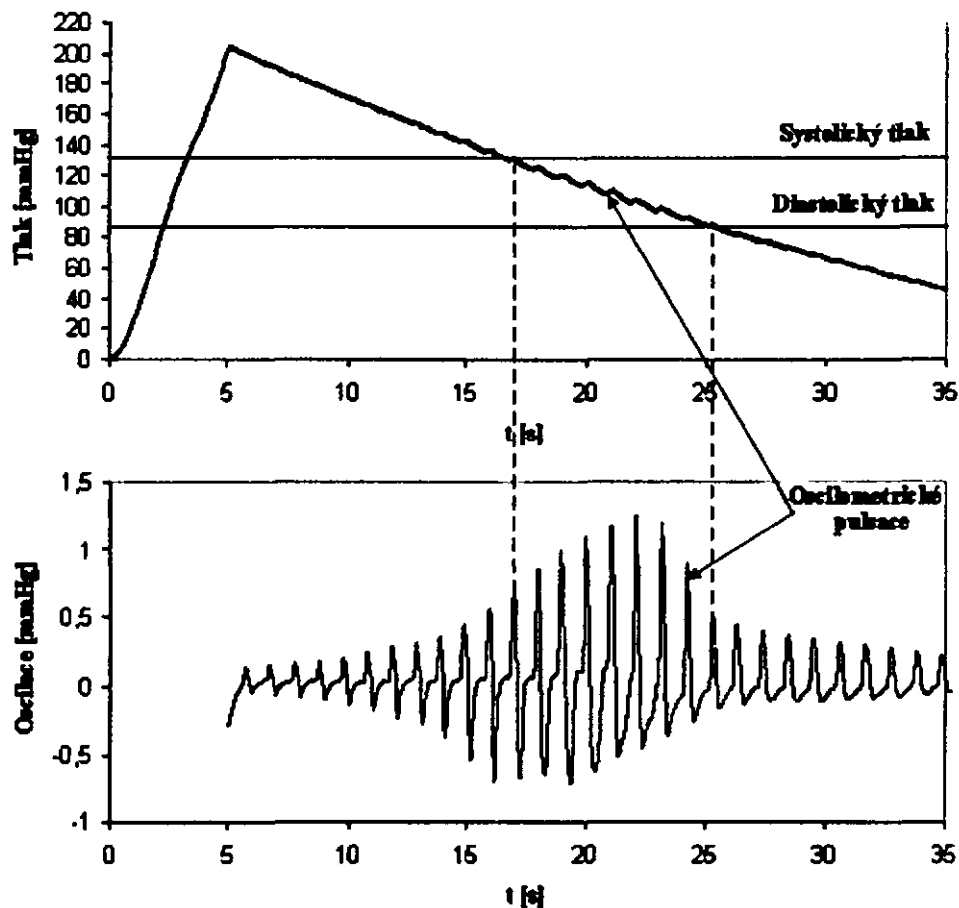
Korotkovovy zvuky reprezentující širší slyšitelnou oblast tepenných chvění, nazýváme Korotkovovo chvění. V automatizovaném auskultačním měření TK se místo stetoskopu užívá minimálně jeden mikrofon, který toto chvění zjistí. Systolický a diastolický TK jsou dány používáním matematických kritérií založených na změnách spektrální energie chvění nebo změnách tvaru či rozkmitu vibračního signálu, při stoupajícím nebo klesajícím tlaku v manžetě [3],



Obrázek 3.6: Auskultační měření krevního tlaku

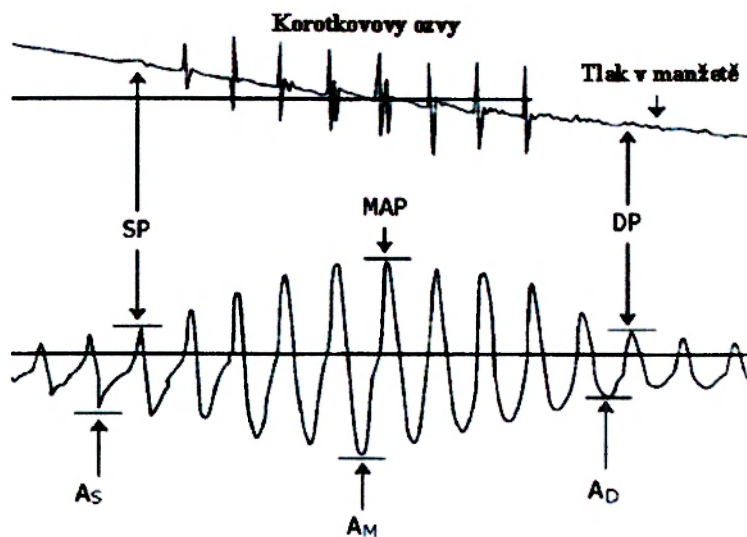
### 3.6.2.1.2 Oscilometrická metoda

Oscilometrická metoda je založena na oscilometrických srdečních pulzacích (tlakových pulzech) vygenerovaných v manžetě během napouštění nebo vypouštění vzduchu. Obrázek 3.7 popisuje, jak se během vypouštění vzduchu z manžety zvyšují srdeční pulzace, dokud nedosáhnou maxima (horní část obrázku 3.7). V poslední části se pak snižují (viz. spodní část obrázku 3.7). Bod maximálních srdečních pulzací je obecně považovaný za absolutní MAP. Významným problémem této metody je, že neexistuje žádné spolehlivé kritérium pro vyhodnocení SP a DP. Tyto hodnoty jsou obvykle určeny pomocí matematických kritérií, charakteristických určitým intervalem spolehlivosti. Označují se jako oscilometrický pulsační rozkmit oscilometrických srdečních pulzů vůči původnímu tlaku v manžetě. Vrchol a sklon bývají většinou užívány pro určení SP a DP.



Obrázek 3.7: Princip oscilometrické metody

Na obrázku 3.8 vidíme rozdíl mezi auskultační a oscilometrickou metodou. Korotkovovy ozvy začínají být slyšet při SP a ztrácejí se při DP, zatímco oscilometrické srdeční pulzace začnou před SP a po DP ještě pokračují [3].



Obrázek 3.8: Porovnání auskultační a oscilometrické metody

### 3.6.2.1.3 Palpační metoda

Palpační metoda odhaduje systolický tlak po stlačení manžetou pohmatem pulsů prsty. Spočívá v přiložení prstu na brachiální artérii a sledování výskytu srdečního pulsů. Manžeta by měla být nafouknuta na hodnotu tlaku o 30mmHg vyšší než ta, při které jsme zaznamenali vymizení srdečního pulsů. Poté je manžeta vypouštěna. Hodnota tlaku, při které opět pocítujeme srdeční pulsy, přibližně odpovídá systolickému tlaku. Jejich vyhlazení je považováno za diastolický tlak. Použit může být také puls radiální či prstový. Při automatizovaném měření je tento puls zjišťován snímačem. Tato metoda je užitečná např. u těhotných žen, u pacientů v šoku nebo u těch, kteří cvičí [3].



Obrázek 3.9: Palpační metoda

#### **3.6.2.1.4 Infrazvuková metoda**

Infrazvukové postupy se pokoušejí o zlepšení poslechových metod detekcí nízkých frekvencí Korotkovových ozvů pod 50 Hz, včetně subakustických chvění. Systolický a diastolický tlak jsou určeny analýzou změn ve spektru energií nízkofrekvenčních Korotkovových ozvů, cca od 5 do 35 Hz, které obsahují infrazvuková chvění [3].

#### **3.6.2.1.5 Ultrazvukové metody**

Ultrazvuková metoda užívá ultrazvukové detekce pohybu arteriální stěny během napouštění a vypouštění manžety. Sestava se skládá ze dvou piezoelektrických krystalů umístěných typicky pod manžetou, asi v jedné třetině šíře manžety od distálního konce. Jeden krystal přenáší ultrazvukové vlny k tepně, zatímco druhý přijímá odražené vlny. Během vypouštění vzduchu z manžety je SP určován tlakem v manžetě a frekvenčním posuvem zjišťovaným pomocí Dopplerova jevu, jenž zobrazí počátek krevního toku. DP je určen tlakem v manžetě, při kterém je frekvenční posun zmenšený [3].

#### **3.6.2.1.6 Objemově-oscilometrická metoda**

Objemově-oscilometrická metoda (také oscilometrická pletysmografie) je podobná oscilometrické metodě až na to, že tepenná intenzita kmitání pod manžetou je užívána namísto kmitání tlaku v manžetě. Během vypouštění vzduchu z manžety je SP určený počátečním tlakem v manžetě při náporu objemového kmitání. MAP je určený počátečním tlakem v manžetě a píkem, kdy je maximální oscilační amplituda. Kritérium pro DP není jasně stanovené. Tato metoda je ještě v experimentální fázi [3].

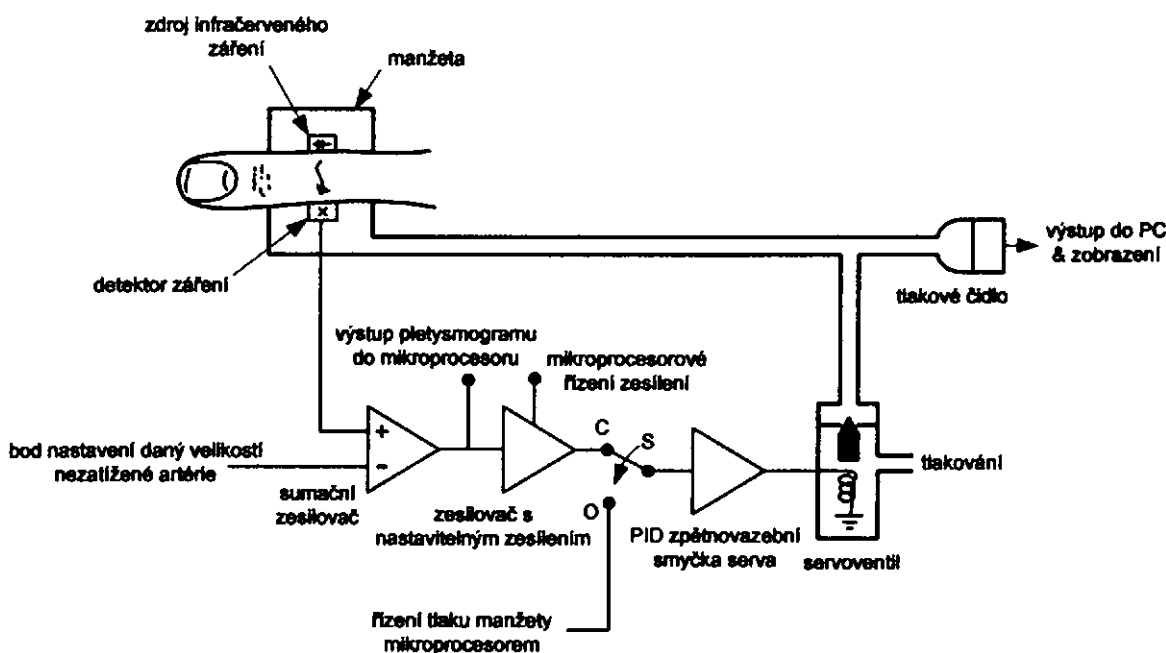
#### **3.6.2.2 Kontinuální metody**

Tyto metody ukazují hodnotu TK kontinuálně – tep za tepem. Všechny tyto metody také mají na výstupu křivku tlakové vlny což je velmi důležitá fyziologická informace.

##### **3.6.2.2.1 Metoda odtížené artérie**

Metoda cévního snímání nazývaná digitální fotopletysmografie změny byla vyvinuta českým fyziologem Janem Peňázem. Je založená na teorii, že pokud se tepna vždy udrží odtížena, vnější tlak se bude rovnat tepennému tlaku. Tepna je odtížena, když

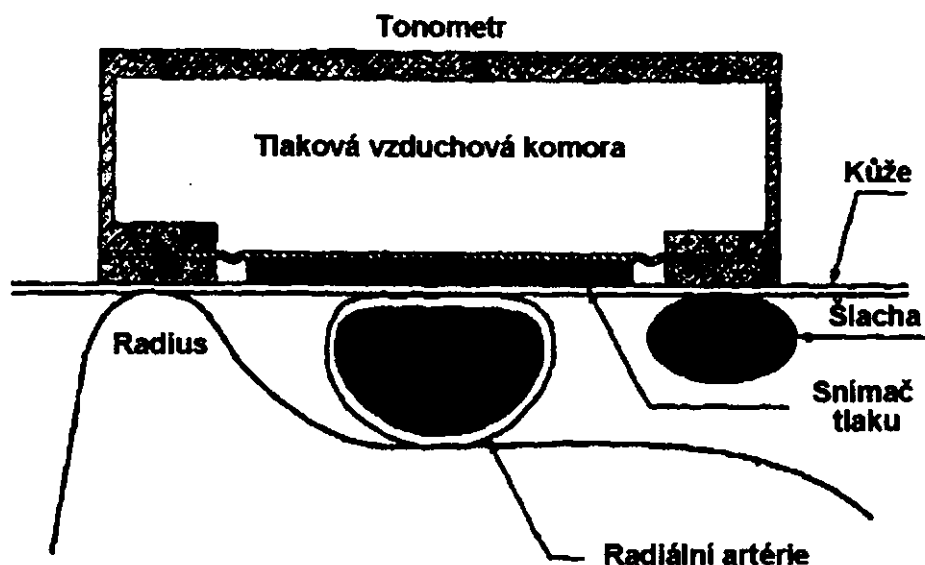
se tlak arteriální stěny rovná nule a odtížená tepna se nemění co do velikosti nebo objemu. Objem odtížené tepny může být určen základním objemem tepny v případě, že se vnější tlak rovná MAP. Pro tuto metodu se typicky užívá vzduchem či vodou naplněná manžeta umístěná na prostřední nebo první článku prstu. Fotoelektrickou pletysmografií změříme arteriální absorpci. V průběhu měření je MAP nejprve určován spolu s odpovídajícím arteriálním objemem prstových tepen; tento MAP může být zjištěn pomocí oscilometrické metody. Tlak v manžetě je pak regulovaný rychle reagujícím řídicím systémem udržujícím arteriální objem. Proto je uvolněný stav tepen vždy takový, jako když je tlak v manžetě roven tepennému tlaku [3].



Obrázek 3.10: Blokové schéma přístroje pro spojitě nepřímé měření krevního tlaku

### 3.6.2.2.2 Arteriální tonometrická metoda

Tato metoda je založená na skutečnosti, že pokud je tepna těsně u kosti a je částečně vyrovnána s jejím povrchem a v tomto stavu je udržena, je síla užitá v rovině povrchu téměř úměrná tlaku v tepně. Tento vztah kalibrovaný před měřeními referenční metodou, poskytuje přesné změření TK. Současné komerční tonometrické měřiče TK užívají tonometr aplikovaný nad radiální tepnou a upnutý kolem zápěstí. Snímač tlaku se skládá z pole piezorezistivních senzorů a oscilometrická metoda se používá jako referenční [3].



Obrázek 3.11: Princip arteriální tonometrické metody

### 3.6.2.2.3 PWV (Pulse Wave Velocity) metoda

PWV metoda je založená na skutečnosti, že se rychlost pulsí vlny, poměr růstu tlaku pulsové vlny podél tepen, zvyšuje s tepenným tlakem. Tento vztah, v případě, že je přístroj kalibrovaný referenční metodou, poskytuje přesné kontinuální měření TK. Čas pulsí rychlostní vlny může být vypočítán z pulsího času, což je čas, při kterém pulsí vlna dorazí z jednoho tepenného místa k dalšímu. Zjednodušeným přístupem k realizaci metody pulsí-rychlostní vlny, je použití pulsího času. Tím je časový interval mezi dosažením jednoho bodu R-vlny elektrokardiografu (EKG) nebo pulsové vlny a dosažením dalšího umístění. Tato metoda má ještě mnoho komplikací, proto není v komerční sféře moc rozšířená [3].

## 4 Metody evaluace měřičů krevního tlaku

Mnohé národní společnosti a organizace zabývající se normalizací a standardizací používají celou řadu procedur pro testování správnosti funkce jednotlivých druhů tlakoměrů.

Évaluáční metoda	ANSI/AAMI SP10(1992)	BHS(1993)	DIN 58130(1995)
Referenční metoda	manuální auskultační	manuální auskultační	manuální auskultační
Subjekty			
Počet	≥ 85	85	≥ 85
Pohlaví	nerozhoduje	nerozhoduje	nerozhoduje
Věk	včetně starších	nerozhoduje	nerozhoduje
Systolický tlak	< 100 mmHg, > 10% subjektů > 180 mmHg, > 10% subj.	< 90 mmHg, 8 subjektů 90 – 120 mmHg, 20 subj. 130 – 160 mmHg, 20 subj. 161 – 180 mmHg, 20 subj. > 180 mmHg, 8 subj.	80 – 180 mmHg
Diastolický tlak	60 mmHg, > 10% subj. > 110 mmHg, > 10% subj.	< 60 mmHg, 8 subj. 60 – 79 mmHg, 20 subj. 80 – 100 mmHg, 20 subj. 101 – 110 mmHg, 20 subj. > 110 mmHg, 8 subj.	60 – 110 mmHg
Obvod paže	< 25 cm, 10% subj. > 35 cm, 10% subj.		< 24 či > 32 cm 25% subj.
Počet vyšetřujících	2	3	2
Fonendoskop se 2 sluchadly	ano	ano	volitelné
Komparativní měření	(počet měření/subj.)		
souběžný, jedna ruka	nejlépe (≥ 3)	nejlépe (3)	(≥ 3)
souběžný, obě ruce	3.volitelné	méně vhodné (≥ 3 + 2x3)	
sekvenční, jedna ruka	2.volitelné	2.volitelné	méně vhodné
sekvenční, obě ruce	méně vhodné	méně vhodné	méně vhodné
Maximální možná chyba (pro systolický a diastolický tlak zjištěné odděleně)	průměr ( $\Delta$ ) a směrodatná odchylka ( $s_{\Delta}$ ) rozdílu mezi zjištěnou a referenční hodnotou musí splňovat následující podmínky: $-5 \text{ mmHg} \leq \Delta \leq 5 \text{ mmHg}$ $s_{\Delta} \leq 8 \text{ mmHg}$	procento zjištěných měření lišících se od referenčních hodnot následovně: 50% měř., ≤ 5 mmHg 75% měř., ≤ 10 mmHg 90% měř., ≤ 15 mmHg	stejně jako ANSI/AAMI SP10

Tabulka 4.1: Srovnání ANSI/AAMI SP10, BHS(1992) a DIN 58130 protokolu pro evaluaci

Nás zajímají protokoly pro neinvazivní tlakoměry (Automated Noninvasive Blood Pressure Monitors), konkrétně ANSI/AAMI SP10: (1992) standard American National Standards Institute/Association for the Advancement of Medical Instrumentation pro elektronické nebo automatické sphygmomanometry, BHS (1993) British Hypertension Society pro evaluaci měřidel krevního tlaku a DIN 58 130 (1995) Deutsches Institut für Normung jejichž některé charakteristiky lze nalézt v tab. 4.1. Mimo jiné je z ní patrné, že všechny srovnávané protokoly vyžadují poměrně velký vzorek pacientů (85), některé přímo implicitně vyžadují testování měřidla i na seniorech, u nichž lze s větší pravděpodobností předpokládat např. větší odchylku od „normálního průběhu signálu tlaku. V zásadě jde o to, zvolit vzorek pacientů tak, aby vhodně reprezentoval celou

populaci a aby se následně hodnoty zjištěné měřidlem lišily od těch referenčních maximálně o chybu, která je přesně definována. Jako referenční metoda je užíváno auskultační zjištění hodnoty tlaku.

Samozřejmě je nezbytné, aby jednotlivá zařízení splňovala legislativní požadavky státu, ve kterých jsou užívána, případně, je-li to požadováno, byla ve stanovených intervalech testována (kalibrována). Uvedené protokoly zjišťují pouze to, zda daný výrobek splňuje všeobecně přijatý úzus o přesnosti jím poskytovaného měření. Při vývoji nového výrobku však může jejich splnění zabrat neúměrné množství času, neboť zajistit předepsaný vzorek vyšetřovaných nemusí být vždy jednoduché. Proto se někdy dává přednost zkouškám na „umělé paži“, která vhodně simuluje lidskou končetinu a umělá artérie vytváří signál oscilometrických pulsací a Korotkovových ozev podle zadaných parametrů [2].

## 5 Přesnost měření, legislativa

Přesnost měření je ovlivněna technickými parametry přístroje a dovednostmi obsluhy. Osoba, která měření provádí, by pro toto měla být školená. Technické parametry měřidla je nutné pravidelně kontrolovat. Každý přístroj totiž měří s určitou chybou, která nemusí být časově stálá. Může dojít k poškození přístroje a tím ke zhoršení technického stavu měřidla. To lze odhalit periodickými kontrolami. Při používání neověřeného tonometru je 30% pravděpodobnost naměření špatné hodnoty.

Kontrola technických parametrů měřidla spadá do oblasti metrologie. Mezi požadavky na tonometry patří:

- klasické a elektronické tonometry podléhají typové zkoušce (musí splňovat normy ČSN EN 1060 – 1 až ČSN EN 1060 – 3) a pravidelnému ověřování podle vyhlášky č.345 z roku 2002 v platném znění (vyhláška č.65/2006).
- perioda pro ověřování rtuťových a deformačních tonometrů – 2 roky
- perioda pro ověřování elektronických tonometrů – 2 roky
- ověření provádějí autorizovaná metrologická střediska nebo ČMI

Ověřování tonometrů nařizuje stát vyhláškou ministerstva průmyslu a obchodu o povinném ověřování přístrojů. Kontrolu provádí ÚNMZ, ČMI za pomoci Státního ústavu pro kontrolu léčiv (SÚKL). Při zjištěné neshodě může ÚNMZ udělit pokutu do výše 1.000.000,- Kč [5].



## 6 Metody a postup získání dat

Jak již bylo zmíněno, práce se zaměřuje na porovnání výsledků měření oscilometrickou metodou s tradičním způsobem měření, tedy auskultační metodou. Data získaná současným měřením oběma metodami byla zařazena do různých skupin dle věku, pohlaví, diagnózy a dalších skutečností a poté zapsána do tabulek a připravena k vyhodnocování.

### 6.1 Použité přístroje

Pro porovnání uvedených metod bylo nutné získat databázi výsledků měření mnoha osob. Pro vytvoření této databáze jsme zvolili zejména osoby starší padesáti let. Tedy takové, u nichž je větší pravděpodobnost nějaké choroby, a u kterých je měření tlaku zpravidla častější. Měření probíhala u klientů dvou pražských domovů důchodců a na 3. interní klinice Všeobecné fakultní nemocnice v Praze.

Pro měření byl použit přístroj OMRON M4-I (obr. 6.1), jenž pracuje na principu oscilometrické metody a rtuťový tonometr (obr 6.2) . Před vlastním měřením byly oba přístroje kalibrovány autorizovaným metrologickým střediskem K127. Dále bylo prováděno doplňkové měření pomocí přístroje Ohmeda Finapres, které není v této práci probíráno.



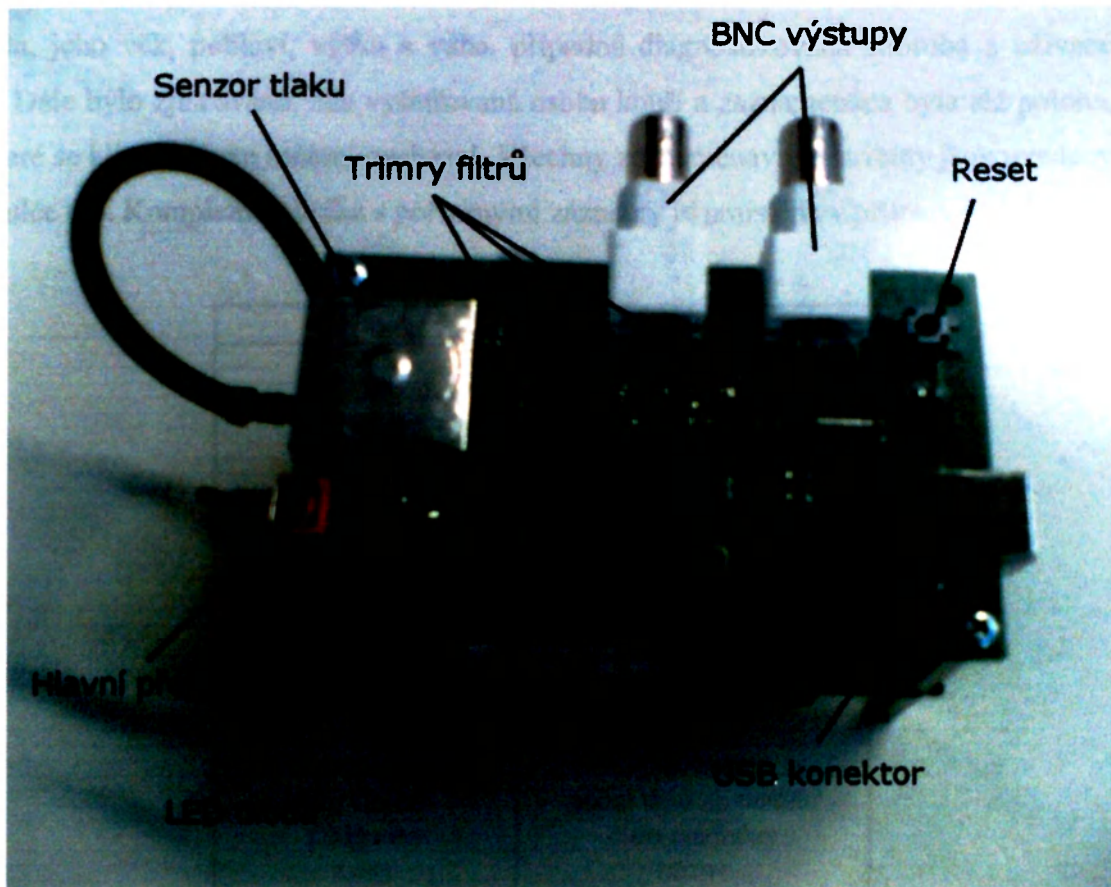
Obrázek 6.1: OMRON M4-I



Obrázek 6.2: Rtuťový tonometr

Jako referenční metoda je brána auskultační metoda, přestože může být ovlivněna chybou přístroje. Ta by, dle ČSN EN 1060-1: Neinvazivní tonometry - část 1, neměla přesáhnout  $\pm 3$  mmHg ( $\pm 0,4$  kPa). [6] Pro zajištění minimální možnosti chybného měření byla obsluha rtuťového tonometru dostatečně proškolená.

Pro zajištění současného měření tlaku oběma metodami, byla použita pouze manžeta, patřící do vybavení přístroje OMRON M4-I, která byla T-spojku propojena s oběma přístroji. Pomocí přístroje Oscilo 1 (obr 6.3), vyvinutého studenty FEL ČVUT, byla naměřená data převáděna do počítače.



Obrázek 6.3: Popis přístroje Oscilo 1

## 6.2 Vlastní měření

Změřeno bylo více než 200 osob, přičemž byl u většiny postup měření následující: Měření přístrojem OMRON M4-I a současně rtuťovým tonometrem probíhalo nejprve jednou na levé paži, poté jednou na pravé paži. Kontinuální rychlost vypouštění manžety byla nastavena na 2 mmHg.

Po tří až pětiminutovém snímání přístrojem Ohmeda Finapres, aplikovaným po úvodních měřeních na prostředníček pravé ruku, bylo provedeno ještě dvakrát měření na levé paži s třímínutovou prodlevou.

Všechna data byla ukládána do protokolu, jehož dalšími parametry byly: číslo klienta, jeho věk, pohlaví, výška a váha, případná diagnostikovaná choroba a užívané léky. Dále bylo zjišťováno, zda vyšetřovaná osoba kouří a zaznamenána byla též poloha, ve které se klient během měření nacházel. Všechny zaznamenávané atributy jsou uvedeny v tabulce 6.4. Kompletní tabulka s pořízenými záznamy je umístěna v příloze.

Atribut	Hodnota
ID_měření	číslo pacienta/pořadí měření
Datum	den.měsíc.rok
čas	hodina:minuta:sekunda
Pohlaví	muž/žena
Věk	roky
Výška	v centimetrech
Váha	v kilogramech
Poloha měření	sed/leh
Tlak rtuťový systolický	v mmHg
Tlak rtuťový diastolický	v mmHg
Tlak Omron systolický	v mmHg
Tlak Omron diastolický	v mmHg
Tep Omron	počet tepů za minutu
Diagnóza	číslo diagnózy
Léky	název
Kuřák	ano/ne
Poznámky	

Tabulka 6.4 Seznam měřených atributů včetně jejich hodnot

Ne všechny údaje jsme měřili sami. Věk, výšku a váhu pacienta, diagnózu a užívané léky, zaznamenávali zaměstnanci již zmíněných zařízení. Hodně záviselo na jejich svědomitosti, proto nejsou všechna data v tabulce kompletní. Data, u kterých jsme neměli jistotu, nejsou vyplněna.

Pro následné analýzy jsou tedy vybírána pouze data pro konkrétní analýzu vhodná.

Průběhy naměřené na přístroji Ohmeda Finapres, stejně jako záznamy průběhů oscilometrických pulsací, nejsou v této práci zaznamenány. Záznamy průběhů oscilometrických pulsací, stejně jako výsledky této práce budou využity studenty a pracovníky elektrotechnické fakulty ČVUT, katedry kybernetiky, k návrhům spolehlivějších algoritmů při vyhodnocování oscilometrické křivky pro různé druhy chorob.

## 7 Zpracování dat a vyhodnocení

Byla provedena porovnání oscilometrické a auskultační metody v závislosti na různých skutečnostech. Jak již bylo uvedeno v předcházející kapitole, jako referenční hodnota byla označena hodnota naměřená auskultační metodou. Rozdíly mezi oběma metodami, uvažované vždy v absolutní hodnotě, byly zaznamenávány do tabulek dle různých skutečností, požadavků a intervalů a poté hodnoceny.

### 7.1 Základní porovnání

#### 7.1.1 Porovnání auskultační a oscilometrické metody

V první části analýzy jsem se zaměřil na porovnání všech rozdílů hodnot naměřených pomocí metod auskultačních a oscilometrických. Bez závislosti na tom, zda šlo o měření na levé či pravé paži, na pořadí měření či na pohlaví.

Pro systolický tlak byly rozdíly hodnot v rozmezí 0 – 37 mmHg. Tyto hodnoty byly rozděleny do několika intervalů a zaznamenány do tabulky 7.1. Ta udává počet a procento hodnot nacházejících se v daném intervalu. Interval 0 – 3 mmHg splňuje požadavky ČSN EN 1060-1 Neinvazivní tonometry - Část 1: Všeobecné požadavky [6]. Interval 4 – 5 mmHg doplňuje předchozí interval na maximální střední chybu měření, která je, dle požadavků ČSN EN 1060-3 Neinvazivní tonometry - Část 3: Specifické požadavky pro elektromechanické systémy na měření krevního,  $\pm 5$  mmHg [1]. Tento interval je také maximální možnou chybou, kterou připouští protokol ANSI/AAMI SP10. Ostatní intervaly jsou brány jako doplňkové.

V 70 případech nebylo toto porovnání možné, neboť hodnota krevního tlaku nebyla změřena obsluhou, přístrojem nebo ani jedním způsobem.

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	483	53,43
od 4 do 5	151	16,70
od 6 do 10	152	16,81
11 a více	48	5,31
Nezměřeno	70	7,74

Tabulka 7.1: Hodnoty pro systolický tlak

Z tabulky je patrné, že uváděná přesnost byla dosažena pouze v 53,43%. Hodnot, které splňují maximální možnou chybu protokolu ANSI/AAMI SP10 a jsou v intervalu  $\pm 5$  mmHg bylo dosaženo v 70,13%.

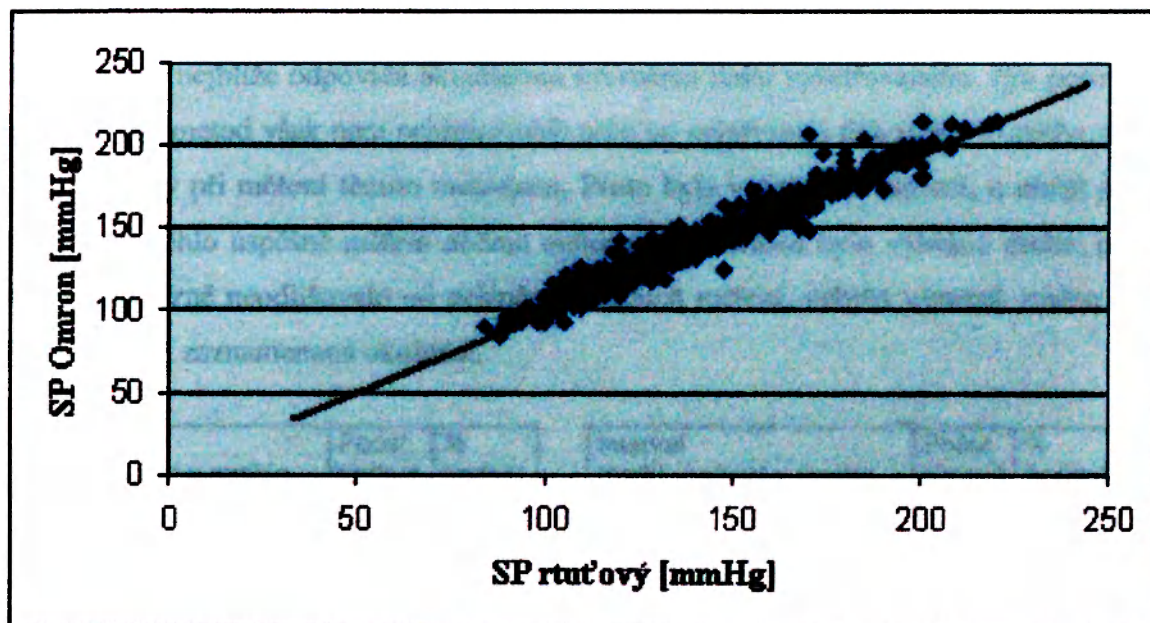
Pro diastolický tlak byl rozdíl naměřených hodnot v intervalu 0 – 42 mmHg. Stejně jako u tlaku systolického, je rozdělení několika intervalů zaznamenáno v tabulce 7.2.

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	458	50,66
od 4 do 5	148	16,37
od 6 do 10	136	15,04
11 a více	93	10,29
Nezměřeno	69	7,63

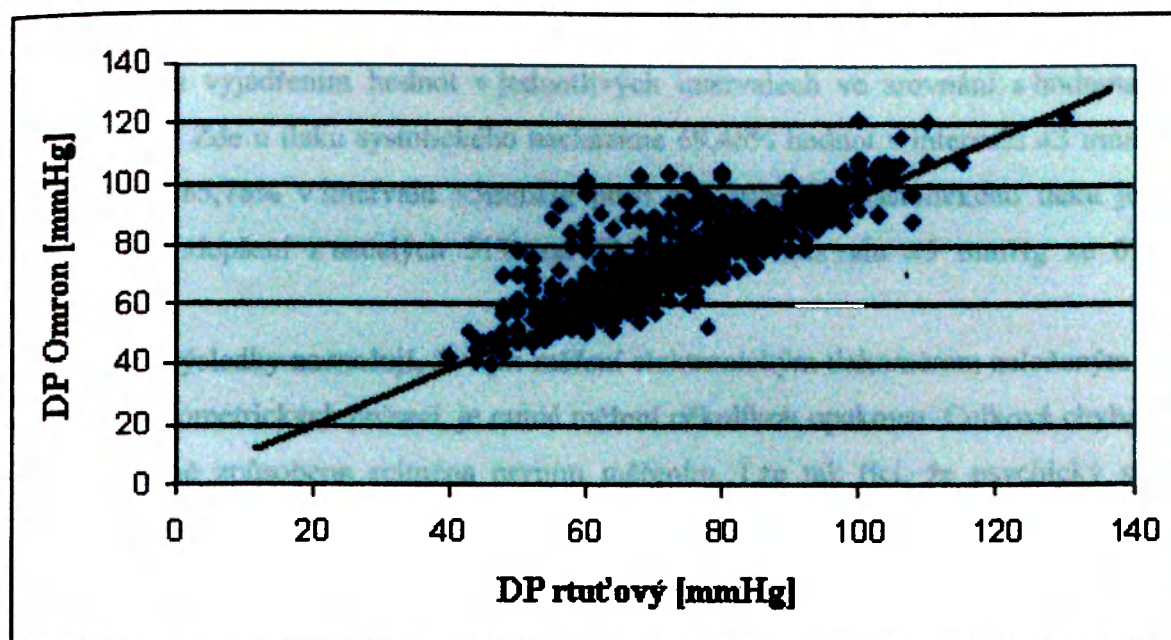
Tabulka 7.2: Hodnoty pro diastolický tlak

Zde je přesnost měření ještě nižší. Interval  $\pm 3$  mmHg splňuje necelých 50,66% měření, interval  $\pm 5$  mmHg cca 67,03%.

Grafy 7.3 (pro systolický tlak) a 7.4 (pro tlak diastolický) graficky znázorňují výsledky měření oscilometrickou hodnotou v porovnání s referenční auskultační metodou, přičemž zejména u diastolického tlaku vidíme značný rozdíl.



Graf 7.3: Porovnání hodnot pro systolický tlak



Graf 7.4: Porovnání hodnot pro diastolický tlak

### 7.1.2 Porovnání vybraných měření

Dále byla porovnána vybraná měření. U každého vyšetřovaného bylo podle uvážení vybráno pouze jedno měření, jež s přihlédnutím k ostatním, vyjadřovalo reprezentativní hodnoty. Hodnoty v takovém případě znázorňují tabulky 7.5 a 7.6. V běžné praxi bývá za směrodatný udáván průměr druhého a třetího měření a výsledná hodnota pak nejbližší odpovídá aktuálnímu krevnímu tlaku vyšetřovaného. Pro porovnání našich dvou metod však není nejdůležitější určit co nejpřesněji tlak vyšetřovaného, nýbrž zjistit rozdíly při měření těmito metodami. Proto byla vybrána ta měření, u nichž pokud možno proběhlo úspěšně měření oběma metodami. Většinou bylo vybráno druhé, pokud se však výrazně neodlišovalo od průměru ostatních měření, nebyla výrazná změna tepu, případně jiná zaznamenaná okolnost.

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	166	69,46
od 4 do 5	39	16,32
od 6 do 10	27	11,3
11 a více	5	2,1
nezměřeno	2	0,83

Tabulka 7.5: Hodnoty pro systolický tlak

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	149	62,34
od 4 do 5	41	17,15
od 6 do 10	30	12,55
11 a více	17	7,11
nezměřeno	2	0,84

Tabulka 7.6: Hodnoty pro diastolický tlak

Z tabulek vyplývá, že při opakovaném měření dochází ke snížení rozdílů mezi výsledky měření metodou auskultační a oscilometrickou. To dokazují rozdíly mezi procentuálním vyjádřením hodnot v jednotlivých intervalech ve srovnání s hodnotami všech měření. Zde u tlaku systolického nacházíme 69,46% hodnot v intervalu  $\pm 3$  mmHg proti 54% a 85,78% v intervalu  $\pm 5$  mmHg proti cca 70%. U diastolického tlaku je v intervalu  $\pm 3$  zlepšení z necelých 51% na 62,34% a u intervalu  $\pm 5$  mmHg ze 67% na 79,49%.

Tyto výsledky naznačují, že i při měření elektronickým tlakoměrem založeným na principu oscilometrických pulsací, je nutné měření několikrát opakovat. Celková chyba je pravděpodobně způsobena zejména prvním měřením. Lze tak říci, že psychický stav pacienta může mít velký vliv na výsledek i u elektronických měřičů.

O kvalitě prvního měření bude pojednáno v kapitole 7.3 Doplnková srovnání.

I nadále bude převážně pracováno pouze s vybranými hodnotami.

### 7.1.3 Rozdíly hodnot v závislosti na pohlaví

Další rozdělení je podobné jako v předchozích případech. Tentokrát však v závislosti na pohlaví vyšetřovaných (tabulky 7.7 -7.10).

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	116	70,30
od 4 do 5	28	16,97
od 6 do 10	18	10,91
11 a více	2	1,21
nezměřeno	1	0,61

Tabulka 7.7: Rozdíly systolických tlaků u žen

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	103	62,42
od 4 do 5	26	15,76
od 6 do 10	22	13,33
11 a více	13	7,88
nezměřeno	1	0,6

Tabulka 7.8: Rozdíly diastolických tlaků u žen

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	50	67,57
od 4 do 5	11	14,86
od 6 do 10	9	12,16
11 a více	3	4,05
nezměřeno	1	1,35

Tabulka 7.9: Rozdíly systolických tlaků u mužů

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	46	62,16
od 4 do 5	15	20,27
od 6 do 10	8	10,81
11 a více	4	5,4
nezměřeno	1	1,35

Tabulka 7.10 Rozdíly diastolických tlaků u mužů



Z tabulek lze odečíst, že v případě žen se rozdíly téměř shodují s rozdíly u obou pohlaví. Pouze u diastoly je hodnot v intervalu  $\pm 5$  mmHg o necelá 2% méně.

U mužů je o něco nižší procento hodnot ve sledovaných intervalech u systolického tlaku. U diastolického zde však dosahujeme mnohem lepších výsledků v intervalu  $\pm 5$  mmHg, téměř o 5%. V tomto intervalu tak není v procentuálním vyjádření přesnosti měření mezi tlakem systolickým a diastolickým téměř žádný rozdíl (82,43% ku 82,43%)

#### 7.1.4 Chyba měření v různém věku

Před zjišťováním, zda má věk vliv na chybu v měření, byly vyšetřované osoby rozděleny do několika věkových intervalů. Konkrétně na osoby ve věku do 50 let; od 51 do 60 let; od 61 do 70 let; od 71 do 80 let; od 81 do 90 let a nad 91 let.

Hodnoty v tabulkách 7.11 a 7.12 jsou procentuálním vyjádřením počtu hodnot k celkovému počtu měřených osob v daném věkovém intervalu.

Interval v mmHg	Věk					
	do 50 let	51 - 60 let	61 - 70 let	71 - 80 let	81 - 90 let	91 a více let
od 0 do 3	75%	50%	68%	68%	71%	73%
od 4 do 5	25%	25%	16%	18%	15%	10%
od 6 do 10	0%	8%	16%	12%	11%	15%
11 a více	0%	17%	0%	0%	3%	0%
nezaznamenáno	0%	0%	0%	2%	0%	2%

Tabulka 7.11: Intervaly rozdílů v daném věku v procentech pro systolický tlak

Z tabulky 7.11 je zřejmé, že rozdíly systolického tlaku naměřené auskultační a oscilometrickou metodou jsou v jednotlivých věkových intervalech téměř shodně. Zajímavou výjimkou je věkový interval 51 – 60 let, kde je mnohem méně výsledků v nejnižších intervalech rozdílů. Abychom mohli říci, že věková skupina 51 - 60 let má vyšší předpoklady ke správnému měření oscilometrickou metodou, bylo by nutné proměřit větší skupinu osob tohoto věkového intervalu. Je to však velmi nepravděpodobné. Naopak je zde mnoho odchylek o více než jedenáct mmHg. Vztaheno k měřením bez rozdílů věku, je to více než 80% všech těchto hodnot.

Pro věk do 50 let měla všechna měření chybu v intervalu  $\pm 5$  mmHg. V tomto věkovém intervalu však bylo změřeno pouze 8 osob a tudíž nelze tento údaj brát jako pravidlo. U většiny z těchto osob navíc nebyla diagnostikována žádná chronická choroba, což nás utvrzuje v domněnce, že testování přístrojů probíhá pouze na souborech mladých a zdravých osob.

Interval v mmHg	Věk					
	do 50 let	51 - 60 let	61 - 70 let	71 - 80 let	81 - 90 let	91 a více let
od 0 do 3	63%	67%	68%	71%	63%	46%
od 4 do 5	12%	8%	16%	13%	21%	15%
od 6 do 10	25%	25%	11%	6%	9%	24%
11 a více	0%	0%	5%	8%	7%	12%
nezaznamenáno	0%	0%	0%	2%	0%	3%

Tabulka 7.12: Intervaly rozdílů v daném věku v procentech pro diastolický tlak

Pro diastolický tlak jsou již v jednotlivých věkových intervalech tyto rozdíly jiné. V závislosti na údajích v tabulce 7.12 by se nabízela myšlenka, že nejlepších výsledků pro diastolický tlak dosahuje oscilometrická metoda u osob ve věku od 61 do 70 let, a že s nižším či vyšším věkem se schopnost rozeznat diastolu snižuje. To by však bylo nutné dokázat na vyšším počtu vyšetřených, přičemž by bylo dobré brát v úvahu nejen věkový interval, ale věk přímo. Velmi špatně dopadla měření ve věku vyšším než 90 let. Zde bylo pouhých 46% hodnot v intervalu rozdílu  $\pm 3$  mmHg a jen cca 61% měření byla v intervalu  $\pm 5$  mmHg..

### 7.1.5 Kontrolní skupina zdravých osob

Předcházející vyhodnocení vycházela z měření všech osob. Tato analýza je aplikována pouze na ty, u kterých nebyla diagnostikována žádná choroba. Takových bylo pouze 32, přesto výsledky mohou mít jistou vypovídací hodnotu.

Rozdíl hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	24	75
od 4 do 5	6	18,8
od 6 do 10	1	3,1
11 a více	1	3,1
nezměřeno	0	0

Tabulka 7.13: Hodnoty pro SP

Rozdíl hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	21	65,6
od 4 do 5	8	25
od 6 do 10	3	9,4
11 a více	0	0
nezměřeno	0	0

Tabulka 7.14: Hodnoty pro DP

Přestože bychom čekali více hodnot v intervalu  $\pm 3$  mmHg, z tabulek 7.13 a 7.14 lze zjistit, že přístroj prakticky splňuje normu ČSN EN 1060-3, povolující maximální chybu  $\pm 5$  mmHg. Tento požadavek nebyl, pro systolický tlak, dodržen v 6,2% případech a pro diastolický v 9,4%.

Opět je však nutné upozornit, že se jednalo pouze o zdravé jedince, z části mladší padesáti let.

## 7.2 Závislost chyb v měření na přítomnosti některých chorob

Zásadní význam pro tuto práci má zjištění, jak se na chybě oscilometrické metody podílejí různé choroby. Výrobci přístrojů sice upozorňují, že přístroj může při poruchách srdečního rytmu či v těhotenství, vykazovat určitou chybu [7], ale o chorobách, kterými se budeme zabývat, se nezmiňují. Proto jsem se na některé choroby či jejich kombinace, zaměřil.

*U vyšetřovaných byly diagnostikovány tyto choroby:*

### **Nemoci krve a imunity**

D696 Trombocytopenie, NS

### **Nemoci endokrinní a metabolické**

E039 Hypotyreóza, NS

E079 Poruchy štítné žlázy, NS

E059 Tyreotoxikóza NS

E10 Diabetes mellitus závislý na insulinu

E11 Diabetes mellitus nezávislý na insulinu

E46 Neurčená podvýživa

E669 Obezita, NS

E780 Čistá hypercholesterolemie

### **Nemoci oběhové soustavy**

I10 Esenciální hypertenze

I11 Hypertenzní nemoc srdce s (městnavým) srdečním selháním

I252 Starý infarkt myokardu

I259 Chronická ischemická nemoc (choroba) srdeční, NS

I499 Srdeční arytmie, NS

I629 Intrakraniální krvácení (neúrazové), NS

I672 Mozková ateroskleróza

I675 Nemoc moyamoya (jiná cévní onemocnění mozku)

I688 Jiná cévní onemocnění mozku při nemocech zařazených jinde

I693 Následky mozkového infarktu

I694 Následky cévní příhody mozkové neurčené jako krvácení nebo infarkt

I709 Generalizovaná a neurčená ateroskleróza

I803 Flebitis a tromboflebitis dolních končetin, NS

I809 Flebitis a tromboflebitis neurčené lokalizace

I83 Varices dolních končetin

I839 Žilní městky dolních končetin bez vředu nebo zánětu

I958 Jiná hypotenze

### Nemoci dýchací soustavy

J449 Chronická obstruktivní plicní nemoc, NS

J459 Astma, NS

### Nemoci trávicí soustavy

K650 Akutní příhoda břichní

K830 Zánět žlučových cest – cholangitis

### Nemoci svalové a kosterní soustavy

M109 Dna, NS

### Nemoci močové a pohlavní soustavy

N119 Chronická tubulo-intersticiální nefritida, NS

N300 Akutní cystitida

### Příznaky, znaky a nálezy nezařazené jinde

R399 Jiné příznaky a znaky týkající se močové soustavy

R739 Hyperglykémie, NS

Pro porovnání z hlediska diagnóz byly vybrány ty, které se vyskytovaly alespoň u 10% vyšetřovaných. Porovnávány byly jednotlivé diagnózy i jejich kombinace.

## 7.2.1 Chronická ischemická choroba srdeční (ICHS)

Pouze tato choroba byla samostatně diagnostikována alespoň u 10% vyšetřovaných. Byla tedy analyzována jak samostatně, tak i v kombinaci dalšími chorobami.

### 7.2.1.1 ICHS bez přítomnosti další choroby

Chronická ischemická choroba srdeční byla bez zjištění přítomnosti další diagnózy zaznamenána u 24 osob.

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	19	79,2
od 4 do 5	2	8,3
od 6 do 10	3	12,5
11 a více	0	0
nezměřeno	0	0

Tabulka 7.15: Hodnoty pro SP

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	15	62,5
od 4 do 5	3	12,5
od 6 do 10	3	12,5
11 a více	3	12,5
nezměřeno	0	0

Tabulka 7.16: Hodnoty pro DP

Jak je patrné z tabulek 7.15 a 7.16, samostatně tato choroba nevykazovala u systoly žádné výraznější zhoršení kvality měření. Ba naopak, v intervalu  $\pm 3$  mmHg bylo téměř o 10% více hodnot, v intervalu  $\pm 5$  mmHg je toto zlepšení již minimální.

U diastoly je již patné snížení hodnot v intervalu  $\pm 5$  mmHg.

Tyto hodnoty však opět nelze brát za směrodatné, neboť se tato diagnóza vyskytovala samostatně jen u 24 osob. Jak však uvidíme z dalších porovnání, má tato choroba na kvalitu měření výrazný vliv.

### 7.2.1.2 ICHS v kombinaci s dalšími chorobami

Všechny případy ischemické choroby srdeční, tedy i v kombinaci s dalšími chorobami, vykazují (vis. Tabulky 7.17 a 7.18) mnohem horší výsledky.

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	105	69,5
od 4 do 5	24	15,9
od 6 do 10	17	11,3
11 a více	3	2
nezměřeno	2	1,3

Tabulka 7.17: Hodnoty pro SP

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	91	60,3
od 4 do 5	24	15,9
od 6 do 10	19	12,6
11 a více	15	9,9
nezměřeno	2	1,3

Tabulka 7.18: Hodnoty pro DP

Také u dalších chorob již byly brány jejich kombinace.

### 7.2.2 Diabetes mellitus (DM)

Diabetes mellitus, bez ohledu na etiologii a to zda je inzulin dependentní či nondependentní, se vyskytoval samostatně či v kombinaci s některými dalšími chorobami, u 62 vyšetřovaných.

Nejčastěji se objevuje kombinace s ICHS (ve 46 případech) a různými variantami aterosklerózy. Samostatně diagnostikována byla pouze ve čtyřech případech a analýza pouze samostatně se vyskytujícího DM by tak patrně neměla žádný význam.

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	40	64,52
od 4 do 5	13	20,97
od 6 do 10	7	11,29
11 a více	1	1,61
nezměřeno	1	1,61

Tabulka 7.19: Hodnoty pro SP

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	33	53,26
od 4 do 5	6	9,68
od 6 do 10	14	22,58
11 a více	8	12,90
nezměřeno	1	1,61

Tabulka 7.20: Hodnoty pro DP

Z tabulky 7.19 nevyplývá, že se výsledky obou metod pro systolický tlak nějak zvlášť liší proti průměru. U tlaku diastolického (tab. 7.20) jsou však čísla naprosto

odlišná. V intervalu  $\pm 3$  mmHg je proti celkovým hodnotám téměř o 10% hodnot méně, v intervalu  $\pm 5$  mmHg se snížení přesnosti blíží 20%.

Jak nám ukáží další porovnávání není jisté, do jaké míry se na tomto podílí DM, případně další choroby. I zde může mít na výsledek velký vliv zejména ICHS, která DM doprovázela ve více než 70% případech.

### 7.2.3 Hypertenze

Hypertenze bez ohledu na etiologii byla diagnostikována u 56 vyšetřovaných. Nejčastěji v kombinaci s ICHS či jinými chorobami. Samostatně pak v 16 případech.

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	37	66,07
od 4 do 5	10	17,86
od 6 do 10	7	12,50
11 a více	2	3,57
nezměřeno	0	0

Tabulka 7.21: Hodnoty pro SP

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	32	57,14
od 4 do 5	10	17,85
od 6 do 10	8	14,28
11 a více	6	10,71
nezměřeno	0	0

Tabulka 7.22: Hodnoty pro DP

I v případě hypertenze (tabulky 7.21 a 7.22) je patrný vliv spíše na diastolu. V obou zjišťovaných intervalech je zde snížení počtu hodnot cca o pět procent.

Zajímavé jsou výsledky v případech, kdy byla diagnostikována pouze hypertenze (viz tabulky 7.23 a 7.24), třebaže je zde zařazeno pouze 16 osob.

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	11	68,8
od 4 do 5	4	25
od 6 do 10	1	6,3
11 a více	0	0
nezměřeno	0	0

Tabulka 7.23: Hodnoty pro SP

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	12	75
od 4 do 5	2	12,5
od 6 do 10	2	12,5
11 a více	0	0
nezměřeno	0	0

Tabulka 7.24: Hodnoty pro DP

V případě, že by takové výsledky vykazovala širší skupina osob, dalo by se říci, že v porovnání se zdravými jedinci má hypertenze vliv pouze na měření diastolického tlaku.

## 7.2.4. Mozková ateroskleróza

Mozková ateroskleróza (I 672) byla diagnostikována u 36 vyšetřovaných. Nejčastější byla kombinace s generalizovanou a neurčenou aterosklerózou a také s ICHS.

Bez přidružených chorob byla přítomna pouze u dvou osob.

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	27	75,00
od 4 do 5	3	8,33
od 6 do 10	6	16,67
11 a více	0	0
nezměřeno	0	0

Tabulka 7.25: Hodnoty pro SP

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	22	61,11
od 4 do 5	7	19,44
od 6 do 10	4	11,11
11 a více	3	8,33
nezměřeno	0	0

Tabulka 7.26: Hodnoty pro DP

Z tabulky 7.25 je patrné zlepšení u systoly v intervalu  $\pm 3$  mmHg o více než 5 procent. V intervalu  $\pm 5$  mmHg je naopak mírné zhoršení. Žádné měření však nevybočilo z intervalu do 10 mmHg.

U diastoly (tab. 7.26) je jen mírné zlepšení oproti normálu v intervalu splňujícím požadavky protokolu ANSI/AAMI SP10,  $\pm 5$  mmHg.

## 7.2.5 Generalizovaná a neurčená ateroskleróza

Z 86 osob, u kterých byla I 709 zjištěna, trpěla většina také ICHS a mozkovou aterosklerózou. Bez zjištění další diagnózy byla pouze u dvou osob.

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	60	69,77
od 4 do 5	13	15,12
od 6 do 10	9	10,47
11 a více	2	2,33
nezměřeno	2	2,33

Tabulka 7.27: Hodnoty pro SP

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	51	59,30
od 4 do 5	15	17,44
od 6 do 10	10	11,63
11 a více	8	9,30
nezměřeno	2	2,33

Tabulka 7.28: Hodnoty pro DP

Jak naznačují tabulky 7.27 a 7.28, nevykazuje generalizovaná a neurčená ateroskleróza žádné výrazné výkyvy. Pouze mírné je snížení počtu hodnot proti všem měřením v prvních dvou intervalech u diastolického tlaku.

## 7.2.6 Nejčastější kombinace chorob

Nejčastější kombinací diagnóz bez zjištění dalších chorob je současná I259 a I709. Obě choroby se zvláště i společně nacházejí v mnoha různých kombinacích s dalšími chorobami. Pouze jako dvojce byla diagnostikována u 33 vyšetřených.

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	21	63,64
od 4 do 5	7	21,21
od 6 do 10	2	6,06
11 a více	2	6,06
nezměřeno	1	3,03

Tabulka 7.29: Hodnoty pro SP

Interval rozdílu hodnot v mmHg	Počet hodnot	% hodnot
od 0 do 3	20	60,61
od 4 do 5	7	21,21
od 6 do 10	3	9,09
11 a více	2	6,06
nezměřeno	1	3,03

Tabulka 7.30: Hodnoty pro DP

Tabulky 7.29 a 7.30 naznačují, že je u této kombinace chorob nižší počet hodnot v prvním intervalu. To zejména u systolického tlaku. V intervalu  $\pm 5$  mmHg jsou však tyto rozdíly téměř bezvýznamné.

## 7.2.7 Podíl na přerušeném měření

Zajímavý je rovněž podíl jednotlivých diagnóz na stavu, kdy přístroj nezaznamenal hodnoty krevního tlaku a měření přerušil nebo označil jako chybné. Tato situace nastala v 59 případech. Pro tuto analýzu byla uvažována všechna měření. Pokud tedy u některého vyšetřovaného nezaznamenal přístroj hodnoty TK vícekrát, je s každým takovýmto případem počítáno samostatně.

Diagnóza	Počet případů	% případů
E10, E11	24	40,68
I10, I11	14	23,73
I25.9	54	91,53
I62.2	3	5,08
I67.2	6	10,17
I69.4	2	3,39
Ostatní	5	8,47

Tabulka 7.31: Podíl chorob na přerušeném měření

Z tabulky 7.31 je patrné, že nejvyšší podíl na nezdařených měřeních má chronická ischemická choroba srdeční. Ta se vyskytovala v 91,53% případů. Je tedy více než pravděpodobné, že tato choroba má velký vliv na kvalitu oscilometrického měření. Ve 40,68% nezdařených měření byl diagnostikován diabetes mellitus. Jeho vliv na tato



měření lze však zpochybnit tím, že pouze ve dvou z těchto případů nebyla přítomna také ICHS

### 7.2.8 Podíl na odchylce vyšší než 10 mmHg

Porovnány nebyly jen podíly jednotlivých diagnóz na chybných měřeních, ale také podíly chorob na rozdílu vyšším než 10 mmHg. Tentokrát však nejsou brána v úvahu všechna měření, ale jen ta vybraná.

U systolického tlaku se rozdíl 11 a více objevil u 5 osob. Jedna osoba byla bez zjištěné choroby, dva lidé trpěli kombinací I70.9, I25.9, jeden kombinací I25.9, I10 a jeden kombinací D69.6, E10, I10, K83. Přestože se I25.9 vyskytovala u 60% vyšetřených, nelze tento údaj brát jako určující, vzhledem k nízkému počtu zařazených osob.

U tlaku diastolického byl tento vyšší rozdíl změřen u sedmnácti osob z celkového počtu 239, tedy u více než 7% osob. V tabulce 25 jsou uvedena zastoupení jednotlivých chorob v těchto případech.

Diagnóza	Četnost výskytu	% výskytu
E10, E11	8	47,06
I10, I11	6	35,29
I25.9	15	88,24
I62.2	1	5,88
I67.2	3	17,65
I69.4	1	5,88
I70.9	8	47,06

Tabulka 7.31: Podíl chorob na odchylce >10mmHg

Stejně jako u předcházejícího porovnání měla nejvyšší zastoupení dg. I25.9, celkem u 15 ze 17 případů. To nám opět potvrzuje, že tato diagnóza velmi ovlivňuje úspěšnost měření oscilometrickou metodou. Shodně ve 47,06% případů byly přítomny také dg. E11 a I70.9. Kromě jednoho případu však byla u všech zjištěna také I25.9. Je tedy možné, že zmíněné diagnózy ještě zvyšují pravděpodobnost špatného změření.

## 7.3 Doplnková srovnání

V této části jsem se již nezabýval diagnózami, věkem ani pohlavím. Některá porovnání mohou mít i tak význam v souvislosti s měřením oscilometrickou metodou. Jiná jsou zde jen pro zajímavost.

### 7.3.1 Vliv vysokého tlaku, pulsu

Zajímavou otázkou bylo také, zda má na nepřesnost měření vliv výše krevního tlaku, případně tepová frekvence.

Tepová frekvence, systolický a diastolický tlak, byly rozděleny do několika intervalů, pro které byl vypočítán průměrný rozdíl (tabulky 7.32 a 7.33).

SP v mmHg	Průměr rozdílů
do 119	2,75
od 120 do 129	2,76
Od 130 do 139	2,5
Od 140 do 159	2,53
od 160 do 179	3,65
180 a více	5,28

Tabulka 7.32: Hodnoty pro SP

DP v mmHg	Průměr rozdílů
do 59	4,17
od 60 do 69	4,09
od 70 do 79	4,44
od 80 do 89	2,51
od 90 do 99	3,29
100 a více	4,55

Tabulka 7.33: Hodnoty pro DP

Pulsní interval	Průměr rozdílů pro ST	Průměr rozdílů pro DT
do 59	3,34	4,14
od 60 do 69	2,8	3,73
od 70 do 79	3,13	3,84
od 80 do 89	2,66	4,18
90 a více	2,5	3,64

Tabulka 7.34: Rozdíly v různých intervalech pulsu

Z tabulek je zřejmé zhoršení kvality měření při systolickém tlaku vyšším než 160 mmHg. U diastolického tlaku a u pulsu ( tabulka 7.34) nebyly zaznamenány významnější rozdíly.

### 7.3.2 Chyba prvního měření

Bez zajímavosti není porovnání prvního měření s měřeními po určité prodlevě. Do této úvahy byly zahrnuti pacienti, u nichž bylo provedeno více měření na jedné paži. To znamená, že po prvním měření bylo na téže paži provedeno ještě minimálně jedno

měření. V případě, že jich bylo více (většinou dvě), byl z těchto měření vypočítán aritmetický průměr (pro systolický i diastolický tlak).

Do této analýzy jsou zařazeny pouze výsledky měření rtuťovým tonometrem. V úvahu je brána povolená odchylka pro měření rtuťovým tonometrem ( $\pm 3$  mmHg) a v případě, že jsou hodnoty v tomto intervalu, jsou brány za shodné.

Systola	Diastola		
	0	+	-
0	9,4%	6,7%	4%
+	6,3%	7,6%	2,7%
-	23,8%	12,1%	27,4%

Tabulka 7.35: Procentuelní zastoupení změn

Jak naznačuje tabulka 7.35, nejčastěji nastává situace, kdy se při následném měření snižuje jak systolický, tak diastolický tlak. O něco méně je případů, kdy se systolický tlak sníží a diastolický zůstává v intervalu  $\pm 3$  mmHg. Tyto dvě varianty nastávají současně ve více než 50% případů. Dále lze říci, že systolický tlak bývá při vstupním měření ve více než 60% vyšší než v měřeních následných.

U tlaku diastolického bývá hodnota téměř ve 40% shodná, v cca 35% je nižší a v 25% vyšší než při prvním měření.

## 8 Závěr

Porovnáním hodnot naměřených auskultační a oscilometrickou metodou jsme získali zajímavé výsledky. Ty nám potvrdil, některé v úvodu zmíněné domněnky.

U stovek měření osob, z nichž většina trpěla nějakou chorobou, bylo pouze okolo 70% (70,13% u SP, 67,03% u DP) měření v intervalu  $\pm 5$  mmHg a splňovalo požadavky protokolu ANSI/AAMI SP10 a ČSN EN 1060-3. Okolo 15% (13,05% u SP, 17,92% u DP) měření pak vykazovalo chybu vyšší než  $\pm 10$  mmHg nebo nebylo možné vůbec změřit. Nižší přesnost pravidelně vykazovalo měření tlaku diastolického.

Při opakovaných měřeních byly výsledky zřetelně lepší a u systolického tlaku se v intervalu  $\pm 5$  mmHg pohybovalo 85,78% hodnot a u diastolického tlaku 79,49%.

Ani u zdravých osob nebyly plně dodrženy požadavky protokolu ANSI/AAMI SP10 a normy ČSN EN 1060-3. Hodnot v intervalu  $\pm 5$  mmHg bylo u systolického tlaku 93,8% a u tlaku diastolického 90,6%.

Porovnáním výsledků nebyla zjištěna žádná závažná odchylka v závislosti na pohlaví vyšetřovaných. Ta však byla výrazná u diastolického tlaku ve věku nad 90 let, kdy se v intervalu  $\pm 5$  mmHg nacházelo pouze 61% měření.

Stěžejním bodem bylo zjištění, zda se mohou na chybném měření podílet některé choroby. Z výsledků je patrné, že velký vliv na kvalitu měření má chronická ischemická choroba srdeční. Přestože výsledky osob s touto chorobou nevykazovaly nijak výrazné odchylky od celkových výsledků, závažnější byl podíl na přerušeném měření (91,53%) a na odchylce vyšší než  $\pm 10$  mmHg (v 88,24%).

Další chorobou podstatně ovlivňující kvalitu měření je diabetes mellitus. Tato choroba vykazovala velmi špatné výsledky u diastolického tlaku (v intervalu  $\pm 5$  je zhoršení výsledků téměř 20%) a rovněž se velmi podílela na přerušení měření (ve 40,68%) a na odchylce vyšší než  $\pm 10$  mmHg (ve 47,06%).

I u dalších zjišťovaných diagnóz, kterými byly hypertenze, mozková ateroskleróza a generalizovaná a neurčená ateroskleróza, je opět patrný vliv zejména na diastolický tlak. Hypertenze má také vysoký vliv na přerušení měření (ve 23,73%) a na odchylku vyšší než  $\pm 10$  mmHg (ve 35,29%). Na té měla výrazný podíl také mozková ateroskleróza (47,06%). Vliv ostatních chorob byl již výrazně nižší.

Prakticky tedy bylo dokázáno, že kvalita měření oscilometrickou metodou je značně závislá na přítomnosti některých chorob. Pacienty, u nichž jsou tyto choroby diagnostikovány, je nutné informovat, že přístroje založené na snímání oscilometrických

pulsací nemusejí přesně vyjadřovat jejich aktuální krevní tlak a měření je nutné doplňovat dalšími metodami.

Pokud by měly oscilometrické přístroje v budoucnu nahradit tradiční auskultační metodu, bude nutné ještě hodně zapracovat na vyhodnocovacích algoritmech. Mohly by vycházet z chyb měření při různých diagnózách a pro každou z těchto diagnóz, či s ohledem na jiné skutečnosti, jako například těhotenství, by mohly být tyto algoritmy různé.

## 9 Použitá literatura

1. ČSN EN 1060-3 Neinvazní tonometry - Část 3: Specifické požadavky pro elektromechanické systémy na měření krevního tlaku, 1998
2. Herynek, J.: Software pro vyhodnocení oscilometrických pulsací krevního tlaku. Elektrotechnická fakulta ČVUT v Praze, 2007
3. Fabián, V.: Text k odborné rozpravě. ČVUT v Praze, 2006
4. Pověřený výbor expertů: Doporučení Evropské společnosti pro hypertenzi a Evropské kardiologické společnosti pro diagnostiku a léčbu arteriální hypertenze – 2003. *Journal of Hypertension* 2003;21:1011–1053
5. Fabián, V., Dobiáš, M.: Význam metrologie při měření krevního tlaku. *Lékař a technika*. 2006, roč. 36, č. 1, s. 16-17. ISSN 0301-5491
6. ČSN EN 1060-1 Neinvazivní tonometry - Část 1: Všeobecné požadavky, 1998
7. Manuál k přístroji M4-I

## 10 Seznam použitých zkratek

AD	Amplituda oscilometrických pulsací při diastolickém tlaku
AM	Amplituda oscilometrických pulsací při středním tlaku
ANSI/AAMI	American National Standards Institute/Association for the Advancement of Medical Instrumentation
APC	Aortální pulsový cyklus
AS	Amplituda oscilometrických pulsací při systolickém tlaku
BHS	British Hypertesion Society
ČMI	Český metrologický institut
DIN	Duetsches Intitut für Normung
DM	Diabetes mellitus
DP	Diastolický tlak
EDV	Koncový diastolický objem
ESV	Koncový systolický objem
ICHS	Ischemická choroba srdeční
KTV	Krevní tlaková vlna
MAP	Střední tepenný tlak
PP	Aortální pulsní tlak
SO	Tepový (systolický) objem
SP	Systolický tlak
SÚKL	Státní ústav pro kontrolu léčiv
TK	Tlak krve
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Položka	Rtuťový SP[mmHg]	Rtuťový DP[mmHg]	Omron SP[mmHg]	Omron DP[mmHg]	Teplota Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
1	muz	24	175	62	SED	120	74	124	71	76			
Další měření neprováděno													
2	žena	47	148	51	SED	110	70	101	67	67			
						110	75	116	77	69			
						114	78	118	76	67			
						118	72	113	74	68			
3	muz	24	175	62	SED	112	74	115	70	75			
						110	78	117	75	78			
						105	75	104	73	77			
						114	76	125	63	75			
4	muz	23	176	65	SED	110	70	112	68	72			
						104	76	111	69	72			
						102	80	116	73	71			
						106	76	105	68	71			
5	žena	80	160	50	LEH	100	60	101	59	94			ano
						100	64	100	63	95			
						104	58	107	60	93			
						102	64	108	62	92			
6	žena	93	160	54	SED LEH	134	86	135	58	87	E11, I25	anopyrin, nitret	ne
						134	76	148	72	86			
						Oběhu nezáznamena		126	74	88			
						144	74	141	67	91			
7	žena	91	162	59	LEH	150	70	153	87	75	I10, I83.9	enalapril, vasocardin, nitromint	
						Oběhu nezáznamena		148	96	73			
						Oběhu nezáznamena		133	99	98			
						146	95	146	91	66			
8	žena	65	167	86	LEH	134	74	128	70	74	E01		
						110	78	119	75	72			
						124	85	124	73	76			
						118	76	120	71	74			
9	muz	80	165	55	LEH	118	70	120	69	70	I25	varfarin	
						106	76	108	63	73			
						116	64	109	64	74			
Měření pouze na levé paži													
10	žena	75	160	50	SED	132	58	131	67	67	I25	varfarin	ano
						Oběhu nezáznamena		140	62	73			
						110	78	112	76	77			
						110	60	115	70	73			
11	muz	51	170	82	SED	140	84	143	86	71	I10		ano
						150	88	155	88	68			
						136	90	138	93	73			
						148	94	150	92	73			
12	muz	93	161	55	SED	144	60	155	56	51			
						120	55	125	51	42			
						100	50	102	51	46			
						106	50	122	51	37			
13	muz	60	168	174	SED	200	84	181	83	75			
						188	80	187	76	67			
Další měření neprováděno													



## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP[mmHg]	Rtuťový DP[mmHg]	Omron SP[mmHg]	Omron DP[mmHg]	Teplota Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
14	muz	33	178	71	SED	Oběhová nezáznamena		112	72	63	E11		
						105	75	114	74	63			
						105	80	104	80	65			
						108	74	110	76	62			
15	muz	64	181	106	SED	120	76	125	76	65	I10, J44.9		
						128	70	130	79	69			
						124	78	124	77	66			
						120	78	121	76	67			
16	muz	80	184	89	SED	132	78	134	73	63	I10		
						122	74	128	75	64			
						118	70	121	63	64			
						116	72	119	71	66			
17	muz	55	189	56,5	SED	105	58	92	52	55	D69.6, E10, I10, K83		dříve
						98	56	92	54	57			
						98	56	93	57	58			
						100	56	92	57	58			
18	žena	22	155	54	SED	110	70	114	80	69			
						100	76	108	72	65			
						112	78	109	82	73			
						104	80	108	74	69			
19	žena	78	Nelze změřit		LEH	124	76	127	77	91	J45, R73.9		
						118	74	115	76	116			
						130	72	125	71	87			
						132	72	129	85	87			
20	žena	47	166	53	LEH	130	64	131	86	70			
						124	70	120	84	63			
						118	78	123	86	68			
						120	80	124	83	62			
21	žena	58	170	107	LEH	128	70	130	68	63	E66, I10		
						130	70	139	72	66			
						138	70	143	80	63			
						148	84	150	81	64			
22	muz	80	185	87	SED	162	88	180	91	59	E11, I10, K65	Siofor 500mg tabl., Betasizoc, Agen, Prestarium	ano
						140	76	137	82	60			
						148	78	144	96	59			
						182	78	181	83	61			
23	muz	66	167	57	SED	106	60	104	63	82	J45		ano
						100	65	99	68	88			
						100	68	95	65	86			
						110	75	116	71	91			
24	muz	73	180	74	SED	142	82	145	84	63	I10	Anoprin, Cardilan, Trental, Lozap H	dříve
						150	80	143	103	64			
						135	70	130	76	86			
						132	78	133	78	88			
25	žena	79	163	61	LEH	120	62	121	63	72	I95	Sectral	ne
						120	62	110	59	73			
						112	59	111	60	73			
						110	58	111	56	73			
26	žena	75	157	87	sed	130	70	128	69	92	I10, I25	Amlodipin, Loristan, Loradormite	ne
						135	68	132	69	102			
						125	68	122	67	95			
						122	67	122	70	91			

## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP [mmHg]	Rtuťový DP [mmHg]	Omron SP [mmHg]	Omron DP [mmHg]	Teplota Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
27	žena	92	150	74	sed	170	74	207	76	89	E66, I10		ne
						180	80	196	81	86			
						188	72	185	72	86			
						180	68	173	67	81			
28	žena	73	150	44,5	sed	128	64	128	63	75	I10, I25		ne
						110	59	109	56	70			
						120	60	123	60	70			
						108	54	116	57	67			
29	žena	84	158	85	leh	160	60	171	78	61	E11, E66, I10		ne
						180	66	180	89	60			
						164	70	160	69	59			
						160	68	169	103	58			
30	žena	78	156	83	sed	128	70	138	72	86	E66, I25		ne
						140	76	142	78	86			
						144	80	139	75	87			
						146	78	138	78	56			
31	muz	96	189	84	sed	130	65	137	58	61	E05.9, E11, I10, I25		ne
						135	70	142	72	60			
						126	70	131	58	60			
						120	58	124	52	60			
32	muz	60	Nelze změřit		sed	122	70	123	75	108	I69.4		ano
						110	70	115	75	108			
						108	78	114	76	107			
						112	80	114	75	105			
Měření pouze na pravé paži													
33	muz	85	189	85	sed	114	60	113	53	77	E11, I25, I80		ne
						122	56	120	54	81			
						112	54	113	53	77			
						116	58	115	55	81			
34	žena	94	152	52	sed	120	60	Přístroj nezaznamenal		E11, I10, I25		ne	
						116	66	127	95				90
						124	64	Přístroj nezaznamenal					
						126	70	132	90				93
35	žena	78	153	50	sed	200	96	198	90	81	I70.9, I25.9		ano
						180	92	174	79	80			
						180	94	176	86	78			
						198	90	185	79	79			
36	žena	94	160	64	sed	188	78	181	78	97	I70.9, I25.9		ne
						174	76	176	99	101			
						142	60	141	58	94			
						136	56	129	56	82			
37	žena	81	157	64	sed	140	60	146	101	70	I25.9		ne
						126	58	124	80	68			
						128	50	123	78	67			
						144	60	155	102	60			
38	žena	91	159	59	sed	190	110	191	121	92	I70.9		ne
						170	100	173	122	94			
						170	106	169	116	92			
						168	104	164	108	88			
39	muz	86	165	72	sed	150	68	156	88	79	E11, I25.9, I70.9		ne
						152	70	154	68	79			
						150	68	153	71	81			
						130	60	129	61	76			

## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP [mmHg]	Rtuťový DP [mmHg]	Omron SP [mmHg]	Omron DP [mmHg]	Temp Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kufák
40	žena	84	152	85	sed	200 198 194 178	90 84 92 80	214 193 190 175	92 80 94 73	82 83 81 78	E11, I25.9 I70.9		ne
41	žena	78	159	104	sed	186 148 130 140	78 74 70 72	186 144 Přístroj nezaznamenal 136	53 95 79	65 65 65	E11, I25.9 I70.9		ne
42	muz	92	164	60	sed	140 150 152 138	70 74 60 72	139 150 Přístroj nezaznamenal 139	68 72 104	75 75 75	I70.9, I25.9		ne
43	žena	93	151	64	sed	172 182 156 164	80 70 66 68	180 182 167 167	57 65 61 60	60 62 59 59	I67.2		ne
44	žena	90	170	69	sed	120 124 130 128	62 66 70 68	120 120 130 134	59 62 66 65	69 70 69 70	I70.9, I25.9		ne
45	muz	93	157	54	sed	130 132 130 132	80 84 76 84	128 138 133 139	77 83 81 81	93 91 88 87	I67.2, I25.9 E11		ne
46	muz	88	165	70	sed	114 100 96 110	64 62 60 60	110 101 Přístroj nezaznamenal 112	63 75 68	70 70 70	I67.2, E11, I70.9		ano
47	žena	91	164	59	sed	164 150 130 146	60 58 58 60	163 153 131 153	51 54 55 57	62 61 59 59	I70, I25.9		ne
48	muz	88	163	62	sed	104 130 128 124	60 58 58 62	116 Přístroj nezaznamenal 117 121	58 55 57	76 53 55	I67.2, I70.9, I25.9		ne
49	žena	83	152	74	sed	138 138 132 134	66 68 66 70	139 136 133 142	69 71 68 70	74 74 75 76	E11, I70.9, I25.9		ne
50	muz	73	170	87	sed	152	64	Přístroj nezaznamenal Další měření neprováděno			E11, I70.9, I25.9		ano
51	muz	57	178	78	sed	136 130 120	74 72 78	144 130 122	72 73 70	65 66 66	E11, I10	prestarium, monomac	Ano
52	žena	82	Nelze změřit		leh	160 140 150	80 80 76	159 148 148	94 78 79	81 81 79	I25, I69.4		
53	žena	94	145	49	sed	160 153 154 130	78 76 76 74	156 155 156 Přístroj nezaznamenal	83 76 91	86 80 88	I10, I25		

## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP [mmHg]	Rtuťový DP [mmHg]	Omron SP [mmHg]	Omron DP [mmHg]	Tep Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
54	žena	90	158	62	sed	156	68	159	66	59	I10, I25		
						160	68	152	76	62			
						146	60	144	68	58			
						152	64	151	69	59			
55	žena	99	146	54	sed	160	70	150	71	94	I25		
						148	70	145	67	93			
						146	68	146	67	92			
						148	68	148	65	92			
56	žena	75	Nelze změřit	leh	152	80	144	91	68	I10, I25	prestanum		
					146	84	141	84	70				
					142	82	135	86	70				
					Další měření neprováděno								
57	žena	89	150	54	sed	186	64	178	54	76	I10, I25, I69.4		
						164	66	Přístroj nezaznamenal					
						188	76	189	62	80			
						208	76	199	64	82			
58	muz	80	175	73	sed	186	80	185	89	49	E78, I25		
						192	86	195	83	47			
						190	88	193	83	51			
						190	84	186	77	48			
59	muz	56	Nelze změřit	sed	98	50	98	70	93			ano	
					94	68	94	67	90				
					90	68	89	64	88				
					88	60	87	58	84				
60	žena	97	160	89	sed	136	44	140	41	51	E03, I10, I25, M10		
						150	48	Přístroj nezaznamenal					
						152	50	152	48	51			
						148	48	163	47	59			
61	muz	86	174	70	sed	160	68	161	58	55	I10, I25, I80		
						154	64	146	57	56			
						150	68	Přístroj nezaznamenal					
						160	66	166	65	57			
62	žena	69	Nelze změřit	sed	123	70	127	63	76	I25, J44.9			
					126	64	121	70	75				
					116	64	116	85	66				
Měření pouze na pravé paži													
63	žena	84	143	78	leh	110	60	Přístroj nezaznamenal			I10, I25.9, J44.9		
						116	66	120	59	74			
						118	58	124	58	76			
						124	64	128	61	74			
64	žena	86		85	sed	154	78	144	72	72	E11, I10, I80.3		
						134	72	133	74	74			
						130	66	131	64	72			
						136	70	151	75	71			
65	muz	61	174	62	sed	120	70	Přístroj nezaznamenal			I70.9		ano
						112	66	105	65	77			
						100	64	102	83	79			
						100	70	97	68	79			
66	žena	92	156	70	sed	148	70	153	74	79	I70.9, I25.9		ne
						146	60	143	64	82			
						138	70	136	88	82			
						138	60	136	59	82			

## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP[mmHg]	Rtuťový DP[mmHg]	Omron SP[mmHg]	Omron DP[mmHg]	Teplota Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
67	žena	85	161	63	sed	152	62	165	61	57	I70.9, I25.9		ne
						152	64	153	64	60			
						150	60	160	62	61			
						148	62	153	58	61			
68	muz	83	162	82	sed	112	58	118	61	43	I67.2, I70.9		ne
						100	56	94	53	42			
						106	48	111	44	52			
						110	46	107	40	52			
69	žena	85	156	69	sed	142	68	140	65	62	I70.9, I25.9		ne
						126	58	123	53	63			
						114	58	113	56	62			
						106	60	106	56	60			
70	žena	83	160	66	sed	148	74	145	71	60	I70.9, I25.9, E11		ne
						124	70	131	61	61			
						116	64	123	56	60			
						112	56	113	54	58			
71	žena	84	148	55	sed	126	44	127	49	50	I67.2, I70.9, I25.9		ne
						114	44	113	45	47			
						104	46	102	49	48			
						106	40	109	43	49			
72	žena	87	168	81	sed	130	60	134	105	64	I67.2, E11, I70.9, I25.9		ne
						110	72	106	76	63			
						104	60	105	71	63			
						92	62	91	70	63			
73	žena	87	162	84	sed	110	70	Přístroj nezaznamenal			I67.2, E11, I70.9, I25.9		ne
						134	70	143	90	80			
						146	70	143	73	80			
						130	70	130	83	82			
74	žena	86	163	60	sed	150	66	150	85	73	I70.9, I25.9		ano
						126	78	124	76	73			
						132	70	133	73	74			
						128	68	123	77	76			
75	žena	85	155	65	sed	134	66	131	64	92	I67.2, E10, I70.9, I25.9		ne
						130	62	121	56	90			
						120	60	130	60	90			
						128	66	126	60	90			
76	žena	86	163	62	sed	140	62	143	62	68	E10, I70.9, I25.9		ne
						130	56	129	54	64			
						118	54	119	53	66			
						120	50	119	52	65			
77	muz	83	178	101	sed	178	80	Přístroj nezaznamenal			I70.9, I25.9		ne
						160	76	Přístroj nezaznamenal					
						160	70	Přístroj nezaznamenal					
						170	80	173	75	80			
78	žena	83	165	60	sed	136	70	137	65	58	I70.9, I25.9		ne
						126	66	126	62	57			
						140	70	140	63	59			
						120	72	121	66	59			
79	žena	79	161	55	sed	124	58	124	66	84	I70.9, I25.9		ne
						110	58	104	56	85			
						100	58	99	56	87			
						120	60	120	57	83			

## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP[mmHg]	Rtuťový DP[mmHg]	Omron SP[mmHg]	Omron DP[mmHg]	Temp Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
80	žena	69	150	65	sed	144	62	142	69	91	I70.9, I25.9		ne
						132	62	135	60	82			
						130	62	126	63	77			
						128	64	126	74	77			
81	žena	95	160	80	sed	130	62	126	56	65	I70.9, I25.9		ne
						128	58	127	55	63			
						114	56	118	53	62			
						130	60	Přístroj nezaznamenal					
82	žena	78	158	89	sed	155	80	149	82	90	E11, I67.2, I25.9		ne
						140	74	145	69	90			
						136	72	135	73	86			
						140	70	140	71	79			
83	žena	82	158	61	sed	132	66	131	64	62	I70.9, I25.9		ne
						124	68	124	69	63			
						122	68	118	66	64			
						116	64	120	67	63			
84	muz	90	160	72	sed	150	80	Přístroj nezaznamenal			E11, I70.9, I25.9, I62.2		ne
						130	82	139	93	59			
						128	70	124	69	58			
						120	66	115	68	59			
85	žena	75	162	60	sed	190	100	190	92	71	I70.9, I25.9		ne
						188	84	160	80	69			
						156	84	156	82	67			
						158	84	156	82	70			
86	žena	78	158	72	sed	146	74	142	71	78	I67.2, I70.9, I25.9		ne
						144	68	141	68	77			
						134	68	132	66	80			
						126	66	124	64	79			
87	muz	78	168	64	sed	120	70	126	71	87	I67.2, I70.9, I25.9		ano
						100	58	100	60	84			
						106	64	107	69	86			
						110	64	107	71	84			
88	žena	78	158	67	sed	160	70	147	90	67	I70.9, I25.9		ano
						150	60	145	62	69			
						162	74	168	83	74			
						150	62	Přístroj nezaznamenal					
89	žena	83	154	58	sed	138	88	136	87	91	I67.2, I25.9		ne
						136	86	136	93	94			
						134	90	134	88	91			
						138	86	138	87	91			
90	žena	82	159	86	sed	130	70	130	68	61	I70.9, I25.9		ne
						130	66	129	69	66			
						124	76	121	71	64			
						120	64	116	68	61			
91	žena	80	160	48	sed	156	76	161	70	56	I67.2, I70.9, I25.9		ne
						158	78	158	74	54			
						152	74	153	75	54			
						158	74	Přístroj nezaznamenal					
92	žena	81	160	75	sed	138	76	138	73	57	E11, I70.9, I25.9		ne
						138	74	137	78	58			
						127	74	125	74	59			
						130	74	129	74	57			

## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP [mmHg]	Rtuťový DP [mmHg]	Omron SP [mmHg]	Omron DP [mmHg]	Tep Omron [min <sup>-1</sup> ]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
93	žena	93	149	54	sed	180	86	183	58	56	I70.9, I25.9		ne
						180	70	177	65	57			
						170	80	Přístroj nezaznamenal					
						178	80	Přístroj nezaznamenal					
94	žena	90	150	54	sed	118	60	122	58	56	I70.9, I25.9		ne
						120	68	125	64	67			
						118	64	125	63	67			
						112	66	123	69	66			
95	žena	93	152	41	sed	90	56	93	64	75	I11, I70.9, I25.9		ne
						90	56	90	59	75			
						88	54	84	57	75			
						84	54	Přístroj nezaznamenal					
96	žena	97	154	61	sed	142	80	145	80	75	E11, I70.9, I25.9, I67.2		ne
						148	76	152	71	74			
						150	70	147	70	72			
						144	74	148	71	73			
97	žena	nežjiřřvřno	sed	130	94	135	97	68	I10				
				146	98	147	105	70					
Doplřřvř mřřřř, dřřř nemřřřř													
98	žena	nežjiřřvřno	sed	124	70	129	73	86					
				Doplřřvř mřřřř, dřřř nemřřřř									
99	muz	84	168	66	sed	148	80	145	79	76	I69.4		ne
						134	78	130	79	75			
						130	78	139	80	75			
						128	74	Přřřřř nezaznamenal					
100	žena	77	Nelze zmřřřř	leh	138	72	144	62	65	I25, I69.4		ne	
					140	66	137	63	64				
					138	68	141	69	64				
Mřřřř pouze na prřřř pařřř													
101	žena	81	Nelze zmřřřř	leh	120	56	131	72	60	E11		ne	
					136	74	137	76	57				
					140	74	139	74	57				
					124	70	131	73	57				
102	žena	86	166	66	sed	144	86	141	83	76	I10		ne
						136	78	140	80	74			
						134	74	140	84	75			
						130	76	141	78	74			
103	muz	80	163	66	sed	144	58	152	53	61	I70.9, I25.9		ne
						148	56	Přřřřř nezaznamenal					
						130	54	125	51	62			
						128	52	144	61	63			
104	žena	84	165	67	sed	156	70	173	72	64	I70.9, I25.9		ne
						148	68	149	65	64			
						138	68	141	63	65			
						134	70	Přřřřř nezaznamenal					
105	žena	77	166	71	sed	112	68	110	64	68	I70.9, I25.9, I67.2		ne
						114	74	112	69	66			
						114	66	114	60	59			
						106	60	105	57	63			
106	žena	86	149	61	sed	124	64	125	69	85	I70.9, I25.9, I67.2		ne
						116	60	121	64	63			
						112	58	115	57	65			
						140	72	144	69	67			

## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP[mmHg]	Rtuťový DP[mmHg]	Omron SP[mmHg]	Omron DP[mmHg]	Teplota Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
107	žena	78	166	63	sed	118	68	135	64	75	I70.9, I25.9		ne
						124	64	121	62	75			
						120	66	118	64	77			
						130	68	129	65	75			
108	muz	80	177	93	sed	110	66	107	63	85	I70.9, I25.9, R39.9		ne
						120	68	111	66	84			
						100	66	104	65	90			
						106	68	107	65	91			
109	žena	88	161	61	sed	144	76	141	73	70	I70.9, I25.9		ne
						146	78	144	77	66			
						136	80	133	76	65			
						158	78	159	75	63			
110	žena	90	156	53	sed	130	60	Přístroj nezaznamenal			I70.9, I25.9		ne
						136	68	145	67	75			
						138	68	141	67	74			
						126	64	125	62	73			
111	muz	78	176	86	sed	126	58	136	54	61	E11, I70.9, I25.9		ne
						124	58	117	56	63			
						124	62	125	61	64			
						122	60	121	58	63			
112	muz	93	158	72	sed	126	60	129	52	69	I70.9, I25.9, R39.9		ne
						120	54	109	49	62			
						110	56	109	52	59			
						94	52	93	47	61			
113	muz	71	173	69	sed	144	74	146	71	68	I25.9		ne
						128	70	130	71	69			
						124	68	127	67	69			
						130	72	128	69	72			
114	muz	85	174	99	sed	162	76	181	94	81	I70.9, I25.9, R39.9		ne
						160	84	151	87	81			
						140	72	146	74	73			
						136	78	142	79	80			
115	žena	62	165	62	sed	146	82	147	81	73			
Další měření neprováděno													
117	žena	60	175	68	sed	124	72	120	68	54	I49.9		
						104	78	99	71	59			
						106	68	116	67	57			
						108	68	103	65	57			
118	žena	92	162	56	sed	136	70	134	66	80	I67.2, I25.9, I70.9		ne
						150	68	Přístroj nezaznamenal					
						140	60	137	85	69			
						142	60	140	83	76			
119	žena	81	158	49	sed	160	70	162	76	75	I67.2, I25.9, I70.9		ne
						160	84	157	81	74			
						164	84	164	81	80			
						160	82	158	80	71			
120	žena	84	172	85	sed	175	105	175	101	87	I70.9, I25.9		ne
						164	106	182	107	89			
						176	104	171	104	88			
						158	100	164	104	89			
121	žena	81	154	65	sed	144	72	140	75	87	E10, R39.9, I70.9		ne
						130	76	134	95	93			
						136	78	137	81	91			
						130	80	133	77	88			



## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP [mmHg]	Rtuťový DP [mmHg]	Omron SP [mmHg]	Omron DP [mmHg]	Tep Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
122	žena	91	155	53	sed	155	75	162	88	59	I67.5		ne
						164	75	167	79	58			
						158	76	151	81	58			
						150	80	142	84	57			
123	žena	64	Nelze změřit	leh	142	90	138	93	94	E11, I25.9, I67.2		ne	
					142	90	Přístroj nezaznamenal						
					135	86	Přístroj nezaznamenal						
					132	82	119	90	85				
124	žena	84	171	77	sed	155	85	149	87	81	R39.9, I67.2		ne
						130	82	128	80	70			
						132	82	140	81	71			
						Měření pouze na levé paži							
125	žena	86	Nelze změřit	leh	172	70	185	89	94	E11, I67.2, I70.9		ne	
					170	72	168	89	91				
					172	70	167	71	90				
					Měření pouze na pravé paži								
126	žena	91	158	120	sed	165	80	Přístroj nezaznamenal		I70.9, I25.9		ne	
						Další měření neprováděno							
127	muz	78	178	94	sed	137	60	137	59	57	I67.2, I70.9		ne
						136	60	131	57	57			
						140	70	143	65	59			
						142	70	146	67	60			
128	muz	63	Nelze změřit	sed	134	70	133	74	107	I67.2, I70.9		ano	
					138	68	136	73	109				
					Další měření neprováděno								
129	žena	86	Nelze změřit	sed	170	80	172	103	81	I70.9, I67.2, I25.9			
					140	70	137	86	76				
					150	78	151	93	77				
					142	76	139	73	78				
130	žena	95	160	70	sed	140	76	140	82	73	I67.2		
						160	80	158	86	76			
						Další měření neprováděno							
131	žena	94	163	74	sed	150	80	144	75	77	E11, I67.2, I70.9		
						135	74	145	71	71			
						132	75	133	102	81			
						Měření pouze na levé paži							
132	žena	101	155	52	sed	172	92	173	92	77	I67.2, I70.9		ne
						162	100	154	96	86			
						150	95	162	93	83			
						160	100	162	100	83			
133	žena	100	154	51	leh	172	80	163	79	68	I67.2, I70.9		ne
						152	88	149	88	66			
						150	79	144	78	64			
						Měření pouze na levé paži							
134	žena	87	158	43	sed	150	78	146	80	81	I70.9, I25.9, E11, I67.2		ne
						150	80	146	84	81			
					leh	152	82	151	84	76			
						leh	148	76	143	81			
135	žena	88	150	62	sed	140	78	139	79	66	I62.7, I70.9		ne
						142	78	144	79	66			
						148	83	143	80	68			
						145	84	144	83	68			

Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP [mmHg]	Rtuťový DP [mmHg]	Omron SP [mmHg]	Omron DP [mmHg]	Teplota Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
136	žena	102	165	72	sed	170	80	162	81	76	I25.9, N30.0		ne
						168	78	150	89	75			
						138	76	132	79	75			
Měření pouze na levé paži													
137	muz	97	176	72	sed	170	88	169	86	76	I70.9, I25.9, R39.9		ne
						168	90	154	85	76			
						164	88	154	82	76			
						150	85	149	82	78			
138	žena	68	172	72	sed	178	98	173	104	80	I25.9, I70.9, I67.2		ne
						190	96	187	100	83			
						168	96	162	95	78			
						168	95	173	95	74			
139	žena	66	181	43	leh	100	58	102	64	68	I25.9, E11, I70.9		ne
						102	70	100	69	68			
						Oběhuha nezaznamenala		104	67	67			
						102	70	98	68	69			
140	žena	89	165	65	leh	125	80	124	58	70	I10, I25.9, R39.9, E11		ne
						95	50	101	53	71			
						100	82	98	55	71			
						104	52	99	68	71			
141	žena	93	164	61	sed	150	70	Přístroj nezaznamenal			I11, I25.9		ne
						135	68	135	68	64			
						122	66	119	65	62			
						122	69	114	68	63			
142	žena	70	158	71	leh	128	55	128	89	70	I25.9, E11, I10		ne
						112	62	122	75	70			
						120	60	113	80	70			
						110	62	121	91	72			
143	žena	82	148	72	sed	134	78	Přístroj nezaznamenal			I25.9, N11, I70.9		ne
						122	68	115	73	77			
						118	75	120	73	84			
						118	68	118	68	79			
144	žena	83	168	58	sed	140	73	140	72	77	I25.9, I10		ne
						150	80	145	82	77			
						142	78	Přístroj nezaznamenal					
						138	78	134	77	78			
145	žena	58	170	70	sed	136	80	133	84	84			ano
						118	78	124	82	89			
						122	82	131	84	79			
						128	85	128	82	77			
146	muz	60	Nelze změřit		sed	170	71	168	71	82			ano
Další měření neprováděno													
147	žena	78	153	50	sed	200	90	200	88	67	I70.9, I25.9		ano
						200	108	183	88	73			
						164	96	158	89	72			
						176	100	182	97	70			
148	muz	90	160	72	sed	158	72	162	70	80	E11, I70.9, I25.9, I62.2		ne
						130	78	Přístroj nezaznamenal					
						128	72	129	94	59			
						132	70	Přístroj nezaznamenal					
149	muz	88	165	70	sed	110	70	116	68	70	I67.2, I70.9, I25.9		ano
						Oběhuha nezaznamenal		102	65	70			
						100	58	98	64	72			
						104	60	112	62	70			

## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP [mmHg]	Rtuťový DP [mmHg]	Omron SP [mmHg]	Omron DP [mmHg]	Tep Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
150	žena	78	159	104	sed	112 116 110 113	52 46 53 55	109   110	76   67	85   65	E11, I25.9, I70.9		ne
151	muz	92	164	80	sed	116 116 oběhu nezáznamena 96	48 43  50	121 116 78 101	48 51 40 49	75 75 76 75	I70.9, I25.9		ne
152	žena	90	170	69	sed	119 120 118	62 63 60	116 117 115	63 61 58	74 72 71	I70.9, I25.9		ne
Další měření neprováděno													
153	muz	70	172	61	sed	141 128 138 134	55 81 50 70	142 134 138 143	64 63 59 66	81 80 77 79	I25.9		ano
154	muz	83	178	101	sed	174 171 195	74 60 68	195   	88   	61   	I70.9, I25.9		ne
Další měření neprováděno													
155	muz				sed	120 110 100	70 70 68	125 114 102	66 70 66	99 99 100			
Další měření neprováděno													
156	žena	83	152	74	sed	154 137 120 138	68 65 68 68	152 134 121 138	73 71 80 74	75 75 74 72	E11, I70.9, I25.9		ne
157	muz				sed	100 118 117 100	60 65 62 60	97 115 116 109	55 62 61 61	77 77 74 74			
158	muz	73	170	87	sed	170 152 120 126	70 70 60 70	  142 131	  97 89	  79 75	E11, I70.9, I25.9		ano
159	žena	81	nelze změřit		sed	165 164 162 157	68 68 68 72	160 155 159 154	72 72 75 74	73 73 73 71			
160	muz	93	162	82	sed	142 122 102 108	52 50 48 50	139 121 104 114	55 53 59 62	62 59 56 56	I67.2, I70.9		ne
161	žena				sed	132 125 110 120	66 75 70 68	136 140 127 120	72 68 67 64	77 75 82 77			
162	žena				sed	138 130 Oběhu nezáznamena 125	68 68  50	133 129 130 124	54 61 56 58	71 72 70 72			

## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP [mmHg]	Rtuťový DP [mmHg]	Omron SP [mmHg]	Omron DP [mmHg]	Tep Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
163	žena	78	158	89	sed	185	94	184	97	84	E11, I67.2, I25.9		ne
						166	92	166	95	86			
						172	88	171	89	72			
						172	82	177	82	71			
164	žena	95	160	60	sed	120	54	113	51	71	I70.9, I25.9		ne
						108	48	104	57	70			
						100	50	99	53	70			
						98	48	97	51	69			
165	žena	86	149	61	sed	150	70	155	74	60	I70.9, I25.9, I67.2		ne
						135	68	136	70	62			
						125	67	123	67	62			
						128	68	128	69	61			
166	muz	nezaznamenáno			sed	145	60	145	87	54			
						150	60	151	60	55			
						138	60	141	56	54			
						Další měření neprováděno							
167	muz	85	174	99	sed	162	75	156	72	68	I70.9, I25.9, R39.9		ne
						165	84	160	83	71			
						154	78	154	92	71			
						158	80	156	76	72			
168	muz	nezaznamenáno			sed	128	80	135	89	87			
						Oběhová nezaznamenala		118	87	85			
						120	88	116	90	89			
						Další měření neprováděno							
169	žena	83	nezaznamenáno		sed	185	130	204	123	75	I25, I10	Agen 5, Digoxin 0,125	
						195	115	200	106	69			
						190	105	174	103	70			
						200	102	188	105	63			
170	muz	86	nezaznamenáno		sed	140	70	142	72	47	I10	Prestarium 4	ano
						142	80	141	79	48			
						147	82	148	78	48			
						140	84	141	83	48			
171	muz	78	nezaznamenáno		sed	152	95	153	88	89	I25, I10	NTG, Sorbimon 40, Enelbin ref	
						144	83	143	85	91			
						140	86	144	81	89			
						138	85	139	85	89			
172	žena	87	nezaznamenáno		sed	159	90	162	93	66	I25	Nitromint	
						168	92	171	91	71			
						162	98	164	105	71			
						165	90	161	89	70			
173	žena	84	nezaznamenáno		sed	135	65	134	64	80			
						120	66	124	68	79			
						130	65	125	69	76			
						135	65	141	69	78			
174	muz	87	nezaznamenáno		sed	124	68	126	76	76	I25, E10, I10	Epio5 25, Digoxin 0,125, Prestarium 4	
						120	62	122	76	76			
						108	65	110	69	76			
						122	58	124	84	72			
175	žena	83	nezaznamenáno		sed	180	70	159	72	73	I25, I10	Lozap 50, Furon	
						150	67	Přístroj nezaznamenal		73			
						180	80	174	81	73			
						178	75	177	77	68			

Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP[mmHg]	Rtuťový DP[mmHg]	Omron SP[mmHg]	Omron DP[mmHg]	Tep Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
176	žena	85	nezaznamenáno	sed	165 180 140 155	70 80 100 84	162 173 142 174	75 80 96 83	78 81 79 77	I25, I10, E11	Prestanum, Furon, Mono Mack Dep, Vasocardin		
177	muz	59	nezaznamenáno	sed	170 155 148 138	82 90 90 86	149 158 144 135	79 84 84 78	71 76 72 72				
178	žena	81	nezaznamenáno	sed	152 150 140 140	55 53 55 54	152 147 144 140	54 50 55 54	62 63 63 62	I10	Enap 10, Enap 20, Enap H		
179	žena	88	nezaznamenáno	sed	180 168 158 148	80 90 90 70	176 168 163 146	91 96 93 76	95 94 95 94	I10	prestanum		
180	žena	88	nezaznamenáno	sed	130 149 160 144	65 66 70 60	Přístroj nezaznamenal		I25, I10, E11	Tritace 1,25, Orcal 5			
181	žena	81	nezaznamenáno	sed	130 134 130 120	62 60 60 60	130 131 110	61 66 64	73 73 73	I10, E10	Agen 5		
182	žena	74	nezaznamenáno	sed	122 122 120 118	85 75 73 75	123 114 118 120	82 78 78 79	99 100 94 95	I10	Enap 10		
183	žena	67	nezaznamenáno	sed	140 170 168 158	64 90 88 94	142 172 168 158	87 92 98 93	71 69 75 72		licantin, scanetin		
184	žena	97	nezaznamenáno	sed	150 160 148 150	88 80 85 80	151 160 150 159	78 81 89 80	67 68 72 69	I10	Vasocardin		
185	muz	64	nezaznamenáno	sed	138 132 138 136	78 82 80 84	131 133 136 139	82 87 85 80	72 70 70 74				
186	muz	69	nezaznamenáno	sed	134 130 122	80 70 76	135 131 124	82 89 78	66 65 68				
Další měření neprovedeno													
187	žena	82	nezaznamenáno	sed	180 148 150 146	68 72 74 72	160 147 146 145	69 88 79 75	83 83 81 81	I10, E11	Agen 10, Prestanum 8		
188	žena	86	nezaznamenáno	sed	164 155 178 175	58 68 56 60	170 160 173 174	65 73 93 66	86 88 87 86	I25, E10, I68	Digoxin 0,125, Enelbin ret., Lekoptin 240		

Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP [mmHg]	Rtuťový DP [mmHg]	Omron SP [mmHg]	Omron DP [mmHg]	Tep Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák	
189	žena	85	nezaznamenáno		sed	140 144 117 130	45 48 52 60	131 140 118 122	48 70 65 61	74 70 67 69	I25, I10	Digoxin 0,125, Mono Mack Dep. Prestanum 4		
190	žena	79	nezaznamenáno		sed	124 110 103 114	68 68 63 68	127 115 112 110	65 70 62 71	82 81 80 79	I10	Lusopress		
190	žena	72	nezaznamenáno		sed	128 120 122 120	70 70 70 80	119 123 123 136	73 75 73 81	52 52 53 54	E10, I25		ano	
192	žena	86	nezaznamenáno		sed	160 160 162 154	84 80 85 84	159 154 160 153	77 87 81 87	70 68 71 70			ano	
193	žena	84	nezaznamenáno		sed	Obsluha nezaznamenala		130 131 127 123	94 77 77 72	72 72 71 72				
194	muz	76	nezaznamenáno		sed	175 154 160 155	98 80 80 76	174 156 180 153	87 84 80 81	67 64 63 62	I25, I10	Egiloc 25, Enap 10, Enalbin ret		
195	žena	61	nezaznamenáno		sed	130 108 120 124	88 84 90 80	128 111 120 121	87 85 89 85	64 62 63 60	I25	Torvacard 20, Enalbin ret		
198	žena	85	nezaznamenáno		sed	180 175 170 172	80 90 92 92	177 175 168 169	75 85 88 87	68 68 72 70	I25, I10	Egiloc 25, Hipresa 5 Mono Mack Dep		
197	žena	86	nezaznamenáno		sed	180 175 nezaznamenán 166	90 89 90 82	191 174 173 164	90 89 89 86	70 69 68 67				
198	muz	63	nezaznamenáno		sed	135 125 148 158	67 74 70 68	Přístroj nezaznamenal		75 75 76	E10, I25	Lozap 50, Agapurin ret		
199	žena	77	nezaznamenáno		sed	160 160 162 142	65 64 62 58	Přístroj nezaznamenal		60 60 60 56	E10, I25, I10	Furon, Simgal 20 Vasocardin		
200	žena	83	nezaznamenáno		sed	Obsluha nezaznamenala		92 84	55 54	97 89	67 60	79 82	E10, I25	Digoxin, Furon, Trintaec 1,25
201	muz	80	nezaznamenáno		sed	132 142 128 129	52 64 61 58	127 120	72 65	83 85	E10, I25	Digoxin, Cardilan		

## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP [mmHg]	Rtuťový DP [mmHg]	Omron SP [mmHg]	Omron DP [mmHg]	Teplota Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
202	žena	77	nezaznamenáno	sed	132	72	132	75	74	125, I83	Simvacard, Cardian		
					120	78	120	79	71				
					135	80	137	82	72				
					132	74	129	76	71				
203	žena	88	nezaznamenáno	sed	110	54	108	54	63	110, I25	Agen 10, Olcard, Prenessa		
					110	54	110	55	62				
					107	55	107	54	64				
					103	55	109	56	62				
204	muz	87	nezaznamenáno	sed	124	85	122	81	90	110	Ramil 1.25		
					122	75	123	76	90				
					124	85	123	82	90				
					Další měření neprováděno								
205	muz	57	nezaznamenáno	sed	187	88	193	84	63	110	Lozap H		
					182	87	183	82	63				
					186	89	190	86	63				
					Další měření neprováděno								
206	žena	85	nezaznamenáno	sed	154	90	152	85	81	110	Lozap H		
					138	88	136	84	81				
					144	86	137	81	77				
					152	82	154	87	80				
207	žena	82	nezaznamenáno	sed	160	70	159	69	65				
					150	72	153	74	64				
					150	75	149	82	67				
					153	80	152	78	65				
208	žena	85	nezaznamenáno	sed	195	97	196	93	70	I25, E11	Cordarone, Bopten 2 Agapunn ret		
					198	94	200	91	70				
					208	100	213	99	70				
					203	98	203	97	70				
209	žena	78	nezaznamenáno	sed	166	100	166	96	81	I25	Egloc 25, Agapunn ret, Inhibice 2.5		
					155	100	152	98	84				
					148	90	143	89	77				
					150	94	153	93	76				
210	žena	88	nezaznamenáno	sed	138	80	138	82	79	I25	Sorbimon, Propanorm		
					134	76	132	74	84				
					134	82	137	82	90				
					138	74	143	83	88				
211	žena	83	nezaznamenáno	sed	150	70	151	73	74	I25			
					132	66	134	75	73				
					118	64	119	68	79				
					117	68	123	74	77				
212	žena	80	nezaznamenáno	sed	170	78	169	71	83	110	Lomir, Tritace		
					156	80	163	70	82				
					152	69	144	68	80				
					Měření pouze na pravé paži								
213	muz	92	nezaznamenáno	sed	196	80	196	80	74	E10	Mixtart, Lozap		
					200	86	197	89	76				
					180	84	190	84	77				
					192	90	196	84	76				
214	žena	78	nezaznamenáno	sed	136	71	141	71	57	E11	Betaloc, Ramil		
					134	70	140	71	56				
					134	68	131	67	56				
					108	63	108	64	55				

## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Polooha	Rtuťový SP [mmHg]	Rtuťový DP [mmHg]	Omron SP [mmHg]	Omron DP [mmHg]	Tep Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
215	žena	88	nezaznamenáno	sed	152	70	148	77	88	I25	Verospron, Furon		
					160	78	153	80	88				
					160	80	156	81	87				
					162	77	158	77	88				
216	žena	93	nezaznamenáno	sed	158	77	Přístroj nezaznamenal		I25	Verospron, Eglok, Mono Mack D			
					154	80	Přístroj nezaznamenal						
					148	76	125	79				87	
					147	72	147	78				83	
217	muz	73	nezaznamenáno	sed	132	103	130	102	100	I25, I70	Cordarone, Dioxin, Mono Mack D, Atram, Furosemid f		
					128	100	130	101	100				
					135	105	136	106	101				
					134	110	137	108	100				
218	žena	75	nezaznamenáno	sed	220	100	Přístroj nezaznamenal		I11, I25	Prestanum, Lokren			
					208	100	201	92				59	
					220	108	215	97				60	
					218	103	213	91				59	
219	žena	84	nezaznamenáno	sed	112	60	107	57	68	I25	Nitro Mack		
					115	63	114	59	69				
					118	67	117	61	70				
					116	65	112	59	70				
220	žena	69	nezaznamenáno	sed	128	90	127	88	80				
					134	94	132	90	80				
					132	87	131	84	78				
Měření pouze na pravé paži													
221	žena	88	nezaznamenáno	sed	168	76	169	99	76	I68, I70	Oxyphilin		
					160	70	161	68	77				
					153	70	152	76	77				
					156	68	161	89	76				
222	žena	86	nezaznamenáno	sed	178	60	172	68	68	I25, E10	Ramil, Actrapid, Insultrid		
					160	78	170	73	68				
					152	60	147	63	67				
					148	60	163	62	67				
223	žena	83	nezaznamenáno	sed	172	100	183	109	89	I25	Agen, křitace		
					178	90	178	101	89				
					168	94	161	93	85				
Měření pouze na pravé paži													
224	muz	81	nezaznamenáno	sed	140	78	136	77	70	I25, E11	Verospron, Furon		
					128	80	128	79	71				
					126	80	127	78	72				
					120	70	125	79	73				
225	muz	94	nezaznamenáno	sed	142	75	141	70	56	I25	Vasocardin		
					110	72	110	69	47				
					122	76	120	79	56				
					120	70	116	70	49				
226	žena	97	nezaznamenáno	sed	157	78	158	75	62	I25			
					142	78	142	90	80				
					148	74	150	92	81				
					135	65	137	77	74				
227	žena	85	nezaznamenáno	sed	110	55	123	61	62	I25	Normodipine, Ramil		
					115	60	117	61	60				
					134	58	132	58	62				
					127	62	125	60	58				



## Příloha

Č.	Pohlaví	Věk	Výška [cm]	Váha [kg]	Poloha	Rtuťový SP[mmHg]	Rtuťový DP[mmHg]	Omron SP[mmHg]	Omron DP[mmHg]	Tep Omron [min-1]	Diagnóza	Užívané léky	Kuřák
228	žena	84	nezaznamenáno	sed	140	80	146	74	64	I25	Nitromet		
					134	74	132	69	63				
					117	70	120	66	61				
					125	74	123	66	60				
229	žena	78	nezaznamenáno	sed	178	92	177	82	63	I11, I25	Monopril		
					152	86	154	82	63				
					156	86	151	83	61				
					140	88	143	81	63				
230	muz	86	nezaznamenáno	sed	166	85	161	84	56				
					156	80	151	84	56				
					156	84	157	86	55				
					148	88	146	85	54				
231	žena	82	nezaznamenáno	sed	158	90	159	95	89	I25	Monotab, Furosemid f		
					152	94	Přístroj nezaznamenal						
					160	92	153	97	84				
					170	94	Přístroj nezaznamenal						
232	žena	75	nezaznamenáno	sed	166	88	156	79	62	I25			
					164	86	159	83	66				
					154	80	156	79	63				
					152	80	149	95	61				
233	žena	83	nezaznamenáno	sed	188	70	183	67	77	E11, I25	Nitro Meck, Lussopres		
					197	77	195	78	77				
					180	77	185	77	78				
					Další měření neprováděno								
235	muz	85	nezaznamenáno	sed	190	70	186	90	82	E11, I25, I11	Enap, Agen, Minidab		
					185	70	163	81	83				
					180	75	159	82	82				
					Obsluha nezaznamenal		Přístroj nezaznamenal						
236	muz	79	nezaznamenáno	sed	115	68	116	68	80	I25	Betaloc	dříve	
					124	70	124	73	78				
					109	66	106	65	78				
					122	70	124	70	81				
237	muz	90	nezaznamenáno	sed	136	68	138	67	71	I25	Mono Meck D, Verospiron		
					124	72	128	66	70				
					120	74	122	67	69				
					132	74	142	69	68				
238	žena	88	nezaznamenáno	sed	186	70	180	73	73	E11, I25	Lokren		
					165	75	172	77	72				
					160	76	159	75	71				
					Další měření neprováděno								
239	žena	40	164	72	sed	186	95	161	98	91	I10	agiloc, lonistu	
						184	100	174	107	92			
						160	100	159	106	90			
						162	103	157	107	89			
240	žena	89	nezaznamenáno	sed	115	65	116	64	77	E11, I25	Monosan, Furon, Verospiron		
					118	62	114	63	77				
					90	58	95	57	76				
					90	53	97	58	76				
241	žena	92	nezaznamenáno	sed	196	75	188	61	55	I25	Verospiron, Furon, Digoxin		
					212	82	211	72	56				
					215	80	Přístroj nezaznamenal						
					Další měření neprováděno								