

Praktický postup České společnosti pro hypertenzi: Měření krevního tlaku 1. část: Obecné principy

**prof. MUDr. Aleš Linhart, DrSc.¹, doc. MUDr. Jiří Ceral, CSc.²,
prof. MUDr. Jan Filipovský, CSc.³**

¹II. interní klinika, klinika kardiologie a angiologie, 1. LF UK a VFN v Praze

²I. interní kardiologická klinika FN Hradec Králové

³Centrum pro výzkum, diagnostiku a léčbu arteriální hypertenze, II. interní klinika LF UK a FN Plzeň

Souhrn

Pro diagnózu a léčbu arteriální hypertenze je správné a pokud možno reprodukovatelné měření naprostou podmínkou. Ačkoli by se na první pohled mohlo zdát, že se jedná o dávno vyřešený problém, je měření krevního tlaku v praxi prováděno namnoze metodicky nesprávně se všemi konsekvencemi, které s sebou takto vzniklé chyby nesou. Na jedné straně to může být neopodstatněná léčba nemocných s hypertenzí bílého pláště, na druhé nedostatečná kontrola tlaku nebo zbytečná traumatizace nemocného obsesivním domácím měřením.

Náš souhrn vychází jednak ze specifických doporučení pro měření krevního tlaku (1–3), jednak z aktuálních doporučení pro diagnostiku a léčbu arteriální hypertenze (4,5). V mnoha ohledech však odráží především praktické zkušenosti a názory autorů.

1. Variabilita krevního tlaku

Krevní tlak (TK) je stejně jako tepová či dechová frekvence velmi proměnlivá veličina. Krevní tlak bezprostředně odráží potřeby nebo děje probíhající uvnitř organismu. Pacienti udávané pocity domněle způsobené vysokým tlakem jsou až na výjimky (feochromocytom) příčinou, nikoliv důsledkem fluktuace krevního tlaku.

Fyziologicky stoupá při fyzické námaze, při rozrušení (včetně panických atak), při bolesti. Naopak po jídle obvykle krevní tlak klesá, stejně jako ve spánku, k poklesu dochází také po fyzické aktivitě. Variabilitu krevního tlaku tak nacházíme v průběhu jednoho dne (diurnální variabilita). Typickými fenomény jsou ranní vzestup krevního tlaku (způsobený aktivací sympatiku před a při probuzení), a fyziologický noční pokles tlaku při spánku (v důsledku převažující parasympatické aktivity). Avšak krevní tlak může významně kolísat i den ze dne (například o volných dnech jsou hodnoty tlaku nižší než ve dnech pracovních, naopak po abusu alkoholu krevní tlak druhý den stoupá). Dále existuje i sezónní variabilita tlaku (nižší hodnoty v letním teplém období doprovázeném ztrátami tekutin a solí pocením).

Tato fyziologická proměnlivost krevního tlaku, spolu s inherentní nepřesností jakéhokoli nepřímého měření krevního tlaku působí problémy jak ve správném chápání podstaty a průběhu arteriální hypertenze, tak ve vedení léčby. S ohledem na variabilitu krevního tlaku je k diagnóze arteriální hypertenze třeba opakovaných měření při nejméně dvou různých návštěvách v ambulanci, případně využití metod, jako jsou ambulantní 24hodinové monitorování tlaku nebo domácí měření krevního tlaku. Každá z metod je zatížena chybami vyplývajícími z jejich podstaty, použité techniky a také metodiky, která není namnoze optimálně používána.

2. Historické ohlédnutí

Za otce měření krevního tlaku je považován reverend Stephen Hales, který v roce 1733 dokumentoval inta-arteriálně měřený krevní tlak u koně pomocí dlouhé skleněné trubice (6). O století později Jean-Léonard-Marie Poiseuille vynalezl rtuťový manometr ve tvaru U-trubice a v roce 1860 fyziolog Etienne Jules Marey vyvinul první přenosný manometr k záznamu pulzové vlny. Blíže klinické praxi pak přiblížil měření tlaku Scipione Riva-Rocci svým rtuťovým sphygmomanometrem, který se v principu příliš

neliší od dnes používaných přístrojů. Aneroidní tlakoměr byl objeven v roce 1843 *Lucienem Vidie*. Měření pak doplnil objev ruského chirurga *Nikolaje Sergejeviče Korotkova* z počátku minulého století (7).

3. Metody neinvazivního měření krevního tlaku

Většina klinicky používaných metod pro měření krevního tlaku je založena na okluzi některé z tepen pneumatickou manžetou natlakovanou na hodnoty přesahující systolický tlak. Postupným vypouštěním manžety dojde k obnovení průtoku tepnou v okamžiku, kdy systolický tlak v ní přesáhne tlak v manžetě. To je doprovázeno vznikem detekovatelného fenoménu, například palpačního vjemu, ozev (Korotkovových fenomenů), oscilací tlaku v manžetě, nebo dopplerovsky detekovatelným prouděním distálně od manžety (tabulka č. 2).

3.1. Palpační měření

Palpačním měřením se dá identifikovat dobře systolický krevní tlak, který odečítáme v okamžiku objevení se pulzací například na arteria brachialis v loketní jamce pod manžetou. Někteří autoři se pokusili odečítat i diastolický krevní tlak v okamžiku vymizení víru v tepně. Ačkoli byly

výsledky některých prací obdivuhodně shodné s auskultační metodou, výsledky nejsou v praxi zcela reprodukovatelné. Palpace má tendenci hodnoty STK podhodnocovat přibližně o 5–6 mm Hg (8).

Palpace je součástí „dvoukrokové“ metody (2-step method) měření TK, která spočívá v měření nejprve palpačním a následně auskultačním. Opakovaná inflace manžety však vede k reaktivní hyperémii končetiny a opakovaná měření mají tendenci postupně podhodnocovat zejména DTK.

Palpace je doporučována i při inflaci manžety před samotnou auskultací tak, abychom mohli manžetu spolehlivě nafouknout nad STK (cca o 30 mm Hg) a eliminovali riziko, že odečteme STK nesprávně v okamžiku auskultačního gapu.

Výhodou palpace je možnost měření i v hlučném prostředí a při nedostupnosti fonendoskopu.

3.2. Auskultační měření

Základní metodou měření krevního tlaku v praxi je auskultační nepřímé měření. Nepřímý auskul-

na nepřímém měření krevního tlaku.

Podkladem auskultační metody měření TK na paži je přiložení stetoskopu nad arteria brachialis (případně na a. poplitea při měření na dolních končetinách) a odečet STK na stupnici tonometru v okamžiku objevení se auskultačních Korotkovových fenoménů (fáze I – viz *tabulka č. 1*) a DTK v okamžiku jejich vymizení (fáze V). Auskultační vjem vzniká turbulentním prouděním krve v komprimované arterii. Jejich vymizení koreluje s obnovením laminárního proudění při vymizení komprese tepny.

3.3. Oscilometrické měření

Metoda je založena na detekci amplitudy změn tlaku vzduchu v manžetě; princip je schematicky znázorněn na *(obr. 1)*. Je všeobecně akceptováno, že největší amplituda odpovídá střednímu arteriálnímu tlaku, ze kterého je potom tlak systolický i diastolický odhadován, v nejjednodušším případě tak, že za systolický tlak je považována hodnota v okamžiku, kdy přesáhne určité procento maximálních oscilací (kolem 50 %) a za diastolický tlak na-

zcela identické hodnoty, ale v nejlepším případě pouze hodnoty podobné měření auskultačnímu. Největší slabinou oscilometrického měření je závislost na pravidelnosti tepu, neboť jakákoli nepravidelnost naruší symetrii oscilací, z níž je odvozován střední a následně systolický i diastolický krevní tlak. Měření je tak nepoužitelné u pacientů s fibrilací síní (přístroje sice tlak „změří“ ale hodnoty jsou často nesmyslné a nereprodukovatelné). Vzhledem k tomu, že se z největší oscilace dopočítává systolický a diastolický krevní tlak, nelze očekávat stejnou přesnost napříč všemi skupinami pacientů. Významné odchylky jsou často u pacientů s vysokou tepennou tuhostí. Konkrétní přístroj bude tedy jinak přesný u mladého hypertonika s diastolickou hypertenzí, jinak u starce s extrémním pulzním tlakem a úplně jinak u těhotných. Proto by bylo optimální, aby přístroje byly validovány pro konkrétní skupiny nemocných.

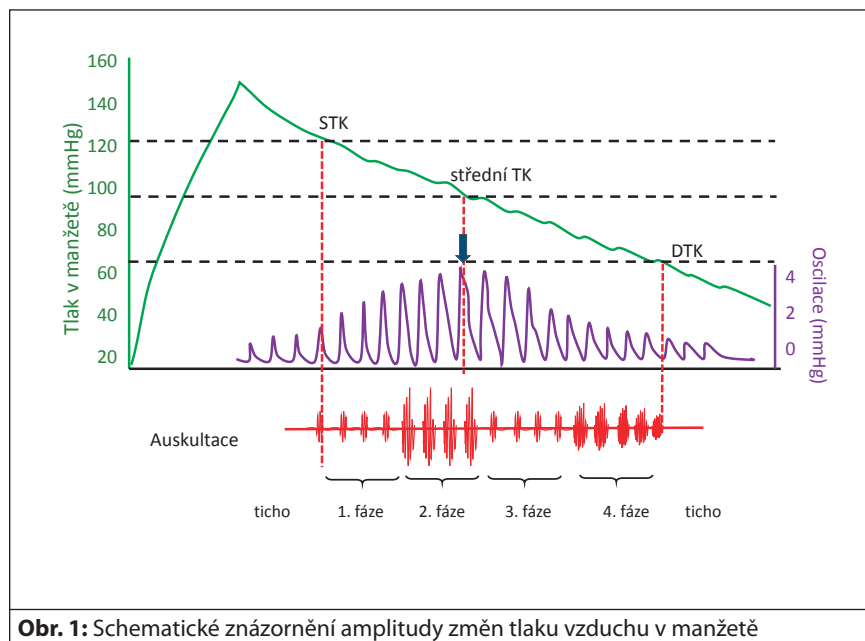
3.4. Dopplerovské měření

Místo palpace a auskultace lze pro detekci obnovení průtoku tepnou a tedy pro určení systolického krevního tlaku použít dopplerovského kontinuálního signálu. K měření postačí jakýkoli tužkový kontinuální dopplerovský přístroj. Měření je široce využíváno pro hodnocení kotníkových tlaků (*ankle-brachial index* – ABI).

Pro měření systolického a diastolického tlaku je možno dopplerovské metody využít rovněž. Je využíváno změny signálu, který vyvolává pohyb komprimované arterie. Avšak pro klinické použití je metoda relativně nepřesná a nepoužívá se.

3.5. Aplanační tonometrie

Pro úplnost uvádíme také možnost měření krevního tlaku resp. pulzové křivky pomocí aplanační tonometrie. Tepna je komprimována sondou (například radiální tepna proti rádiu) a je registrována tlaková křivka podobná intraarteriálnímu signálu. Pro dosažení kvalitního záznamu je třeba pevné pozice sondy proti tepenné stěně. Absolutní hodnoty jsou odvozeny od kalibrace tlakem měřeným neinvazivně jinou technikou.



Obr. 1: Schematické znázornění amplitudy změn tlaku vzduchu v manžetě

tační způsob měření ve srovnání s přímým intraarteriálním měřením podhodnocuje systolický krevní tlak asi o 5 až 8 mm Hg a naopak nadhodnocuje diastolický krevní tlak o 3 až 7 mm Hg. Je však nutno zdůraznit, že studie dokladující škodlivost vysokého krevního tlaku i následné intervenční studie jsou založeny

opak pokles pod určité procento maxima (zpravidla kolem 70 %). Vlastní algoritmy stanovení krevního tlaku jsou však významně složitější a jsou výrobci tajeny. Rozdíly mezi jednotlivými přístroji tak mohou být obrovské.

Z výše uvedených důvodů nemůže oscilometrické měření poskytovat

Tabulka 1. Korotkovovy fáze	
Fáze I:	první jasný tón připomínající kapající kohoutek, současně se znovu objevuje hmatný pulz.
Fáze II:	tóny charakteru intermitentního šelestu, delší a tlumenější.
Auskultační mezera	
Fáze III:	tóny hlasitější a ostré, hlasitost dosahuje maxima.
Fáze IV:	dochází k oslabení tónů, jsou tlumené, méně zřetelné a měkké.
Fáze V:	vymizení tónů.

Metoda je využívána dnes spíše pro měření propagace pulzové vlny nebo pro hodnocení kontury pulzové vlny, kdy je možno z periferních měření odhadovat centrální aortální tlak a augmentační index. Pro běžné měření tlaku u hypertoniků se však metoda nehodí.

3.6. Metody kontinuálního neinvazivního měření krevního tlaku

Kontinuální neinvazivní měření tlaku nese výraznou českou stopu. Většina dnes dostupných přístrojů vychází z metody vyvinuté brněnským fyziologem Janem Peňázem. Jeho objev digitální fotopletysmografie

vychází ze změny intenzity světla, které je vysíláno přes prst měřeného subjektu. Množství světla absorbovaného tkání je úměrné objemu tkáně, kterým světlo prochází a které se mění adekvátně jeho okamžitému prokrvení. Přístroj tvoří uzavřená elektro-pneumatická smyčka, která během srdečního cyklu dokáže velmi rychle měnit tlak v manžetě tak, aby průchod světla prstem zůstal konstantní. Změna tlaku v manžetě pak odpovídá změně systémového krevního tlaku.

Méně rozšířené metody využívají odvození hodnot krevního tlaku od tzv. pulzního tranzitního času (pulse transit time) měřeného například mezi signály z EKG a saturačního čidla. Výhodou této metody je její větší mobilita, nevýhodou nutnost kalibrace pomocí neinvazivně měřeného tlaku standardním tonometrem. Další možností je hodnocení krevního tlaku pomocí analýzy kontury pulzové vlny.

Tyto metody zatím nejsou pro diagnostiku ani léčbu hypertenze standardně doporučovány.

Tabulka 2. Metody neinvazivního měření krevního tlaku	
1) Metody založené na okluzi tepny manžetou	
A) palpační	
B) auskultační	
C) oscilometrická	
D) dopplerovská	
2) Metody kontinuálního monitorování tlaku stah od stahu („beat-to-beat“)	
A) elektropneumatická smyčka (Peňázova metoda)	
B) pulse transit time	

LITERATURA

- Pickering TG, Hall JE, Appel LJ, Falkner BE, Graves J, Hill MN, Jones DW, Kurtz T, Sheps SG, Roccella EJ. Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals: part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Circulation* 2005;111:697-716.
- Parati G, Stergiou G, O'Brien E, Asmar R, Beilin L, Bilo G, Clement D, de la Sierra A, de Leeuw P, Dolan E, Fagard R, Graves J, Head GA, Imai Y, Kario K, Lurbe E, Mallion JM, Mancia G, Mengden T, Myers M, Ogedegbe G, Ohkubo T, Omboni S, Palatini P, Redon J, Ruilope LM, Shennan A, Staessen JA, vanMontfrans G, Verdecchia P, Waeber B, Wang J, Zanchetti A, Zhang Y; European Society of Hypertension Working Group on Blood Pressure Monitoring and Cardiovascular Variability. European Society of Hypertension practice guidelines for ambulatory blood pressure monitoring. *J Hypertens* 2014;32:1359-66.
- Parati G, Stergiou GS, Asmar R, Bilo G, de Leeuw P, Imai Y, Kario K, Lurbe E, Manolis A, Mengden T, O'Brien E, Ohkubo T, Padfield P, Palatini P, Pickering TG, Redon J, Revere M, Ruilope LM, Shennan A, Staessen JA, Tisler A, Waeber B, Zanchetti A, Mancia G; ESH Working Group on Blood Pressure Monitoring. European Society of Hypertension practice guidelines for home blood pressure monitoring. *J Hum Hypertens* 2010;24:779-85.
- ESH/ESC Task Force for the Management of Arterial Hypertension. 2013 Practice guidelines for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and the European Society of Cardiology (ESC): ESH/ESC Task Force for the Management of Arterial Hypertension. *J Hypertens* 2013;31:1925-38.
- Filipovský J, Widimský J Jr, Ceral J, Cífková R, Horký K, Linhart A, Monhart V, Rosolová H, Seidlerová J, Souček M, Špinar J, Vítovec, Widimský J. Diagnostické a léčebné postupy u arteriální hypertenze – verze 2012. Doporučení České společnosti pro hypertenzi. *Hypertenze a kardiovaskulární prevence* 2012;3:1-16.
- Lewis O. Stephen Hales and the measurement of blood pressure. *J Hum Hypertens* 1994;8:865-71.
- Karamanou M, Papaioannou TG, Tsoucalas G, Tousoulis D, Stefanadis C, Androutsos G. Blood pressure measurement: lessons learned from our ancestors. *Curr Pharm Des* 2015;21:700-4.
- van der Hoeven NV1, van den Born BJ, van Montfrans GA. Reliability of palpation of the radial artery compared with auscultation of the brachial artery in measuring SBP. *J Hypertens* 2011;29:51-5.