

Když se řekne baroreflex

MUDr. Zuzana Nováková, Ph.D.^{1,2}

¹Fyziologický ústav Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, Brno

²Mezinárodní centrum klinického výzkumu – Centrum animálního výzkumu, Fakultní nemocnice U Sv. Anny v Brně

Baroreflex se řadí mezi systémy krátkodobé regulace krevního tlaku. V každodenním životě se přesvědčujeme o jeho správné funkci, protože se uplatňuje během rychlých změn polohy těla jako je vstávání či ulehání (ortostatická a klinostatická reakce). Citlivost jeho nastavení je zkoumána provokačními manévry či určována matematickými výpočty. V klinické praxi zůstává jako jeden z parametrů, kterými se upřesňuje riziko pacientů s kardiovaskulárními chorobami pro vznik náhlé srdeční smrti.

Klíčová slova: baroreflex, krevní tlak, Valsalvův manévr, ortostatická reakce, klinostatická reakce, regulace.

When you say baroreflex

Baroreflex belongs to systems of short-term blood pressure regulation. In everyday life we convince ourselves of its proper function because it is applied during quick changes of body position such as getting up or lying down (orthostatic or clinostatic reaction). The sensitivity of its adjustment is investigated by provocative manoeuvres or determined by mathematical calculations. In clinical practice it has remained as one of the parameters serving to stratify the risk of development of sudden cardiac death to patients with cardiovascular diseases.

Key words: baroreflex, blood pressure, Valsalva manoeuvre, orthostatic reaction, clinostatic reaction, regulation.

Prakt. lékař. 2013; 9(1): 16–17

Když se řekne baroreflex

Tento termín je v medicíně spojován s důležitým dějem – regulací krevního tlaku. Jedná se o spojení slova „baro“ – zastupující v celkovém významu slovního spojení tlak a „reflex“, který znamená způsob regulace, v tomto případě nervovým systémem.

Baroreflex se nejčastěji řadí k systému krátkodobé regulace krevního tlaku. Svou činností ovlivňuje jak srdce ve smyslu změn srdeční frekvence, tak náplň žilního systému a tonus periferních cév (1, 2).

Jak jsou změny krevního tlaku detekovány a upravovány tímto systémem?

Jako každý reflex má i tento svoje receptory reagující na podráždění – okamžik změny krevního tlaku. Tyto baroreceptory jsou uloženy v místě rozdělení společné krkavice – arterie carotis communis v oblasti krku na zevní a vnitřní větve. Místo je pojmenováno jako sinus caroticus. Další podobné místo, ve kterém receptory detekují tlakové změny, je oblouk aorty-sinus aorticus. Jedná se vlastně o mechanoreceptory, které reagují na napětí cévní stěny v místě jejich uložení (2, 3).

V klidových podmínkách je velikost krevního tlaku detekována napětím cévní stěny, které je nervovým systémem zakódováno počtem vzniku změn membránového napětí označovaných jako akční potenciál. Tato informace se šíří dále po nervových vláknech 10. a 11. hlavového nervu (nervus vagus a n. glossopharyngeus). Centrum reflexu je uloženo v prodloužené míše, v oblasti zvané nucleus tractus solitarius, kde dochází k vyhodnocení situace a k přepojení

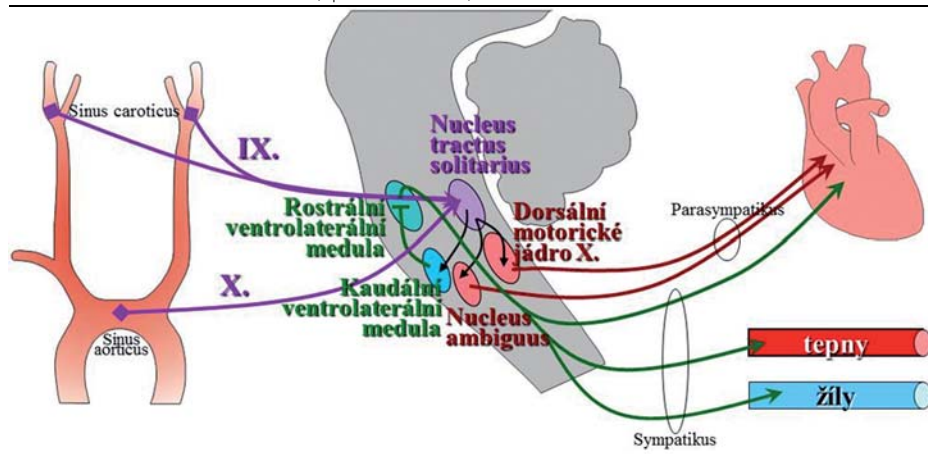
na příslušná eferentní vlákna. Při potřebě zvýšit krevní tlak se aktivují vlákna sympatického nervového systému schopná zrychlit tepovou frekvenci přímým působením na rychlost vzniku vzruchu v sinoatriálním uzlu (udavatel rytmu v srdci), pro snížení krevního tlaku vlákna parasympatiku zpomalující tepovou frekvenci. Činnost centra pro regulaci krevního tlaku přes baroreflex se dá přirovnat k činnosti vozataje, který má v rukou „otěže krevního tlaku“. Celkové schéma reflexu včetně zapojení periferního cévního systému ukazuje obrázek 1.

V každodenním životě se baroreflex uplatňuje při změnách polohy těla, například při ranním vstávání a večerním usínání, kdy dochází k rychlým změnám polohy ze stoje do lehu a naopak (ortostatická a klinostatická reakce). A proč potřebujeme při změnách polohy regulovat krevní tlak? Protože úplně jednoduše

řečeno, při změnách polohy leh-stoj-leh dochází vlivem gravitace k redistribuci krve. Při ortostáze se krev nahrne do dolní části těla, v horní polovině je snížena náplň cévního systému, srdce se méně plní krví a vypuzuje krev pod sníženým tlakem, který nemusí stačit pro správné prokrvení mozku. V tomto okamžiku nastupuje baroreflex, který zrychlením tepové frekvence vyžene tlak na správné hodnoty a nebezpečí ztráty vědomí ze sníženého prokrvení mozku je vyřešeno. Proto také místo uložení detektorů výšky tlaku – baroreceptorů – je v krční oblasti.

Při klinostáze je tomu naopak, krev se v okamžiku ulehnutí přemísť do horní části těla, cévní řečiště je více naplněno, receptory vysílají mnohem více akčních potenciálů do centra pro vyhodnocení, tím se detekuje zvýšení krevního tlaku a přes baroreflex dojde ke snížení te-

Obrázek 1. Schéma baroreflexu (upraveno dle 17)



Obrázek 2. Profesor Jan Peňáz a jeho prototyp přístroje pro kontinuální měření krevního tlaku



pové frekvence, zvýšení krevního tlaku se tak upravuje (2, 3, 4).

Baroreflex je také jedním z možných mechanismů, kterými je vysvětlována jediná fyziologická nepravidelnost srdečního rytmu, tzv. sinusová respirační arytmie, která vyplývá právě z regulace změn krevního tlaku vznikajících v průběhu dechového cyklu cestou baroreflexu (3, 4).

Citlivost nastavení tohoto regulačního systému krevního tlaku byla a dosud je předmětem zájmu výzkumných týmů. Je jedním z ukazatelů funkce vegetativního neboli autonomního nervového systému (ANS) na činnost srdce a cév, hlavně vzájemného působení jeho dvou částí – sympatického a parasympatického nervového systému.

Citlivost baroreflexu (BRS) se začala zjišťovat různými technikami. V podmínkách výzkumných či klinických laboratořích se začínalo v 70. letech minulého století invazivní metodou. Vysoký krevní tlak vyprovokovaný aplikací vazokonstrikční látky vyvolal reflexně bradykardii, délka této reakce odpovídala citlivosti nastavení regulace (5). V 80. letech byla uplatňována neinvazivní metoda technikou „neck suction“. Místa uložení baroreceptorů v krční oblasti byla samostatně stimulována známou hodnotou tlaku zevně přiloženého límce (6).

Další často používanou neinvazivní metodou byla změna krevního tlaku vyprovokovaná v průběhu tzv. Valsalvova manévru, v jeho 4. fázi, během které dochází k nárůstu krevního tlaku a bradykardii. Jedná se opět o manévr, který je v běžném životě používán v začátku defekace. Je definován jako výdech proti uzavřené epiglottis trvající 10 až 20 vteřin (1–4). V jeho průběhu dochází k několika změnám tlaku v důsledku změn náplně srdce či změn náplně cévního systému, které se snaží baroreflex napravit.

Profesor Jan Peňáz, profesor Fyziologického ústavu Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, v roce 1969 patentoval přístroj pro kontinuální měření krevního tlaku tep po tepu (7). Tím otevřel možnost registrace spontánního kolísání krevního tlaku a te-

pové frekvence. Dřívější pozorování oběhových rytmů (kolísání oběhových parametrů jako např. krevního tlaku kolem určité hodnoty v pravidelných intervalech) tím dostala hmatatelnou podstatu. Jeho přístroj na principu fotopletysmografie je dodnes základem pro registraci variability kolísání krevního tlaku a tepové frekvence (obrázek 2). Ze záznamů v délce pěti až třiceti minut a s využitím různých matematických postupů jsme opět schopni hodnotit citlivost nastavení systému regulace krevního tlaku, tedy našeho baroreflexu. Matematická analýza probíhá v tzv. časové nebo frekvenční doméně. Příkladem zpracování v časové doméně je metoda sekvenční analýzy. Ta identifikuje sekvenci tří po sobě následujících srdečních cyklů, ve kterých dojde ke změně systolického krevního tlaku a jež jsou následovány stejnou změnou tepových intervalů (8).

Zpracováním v oblasti frekvence se zabývá spektrální analýza. Jako první ji na oběhové parametry aplikovala brněnská škola pod vedením profesora Peňáze již v roce 1978 (9).

BRS se stanovuje na základě předpokladu, že kolísání krevního tlaku vyvolá kolísání srdečních intervalů na stejné frekvenci. Pro baroreflex se počítá s frekvencí 0,1 Hz. Pro výpočet je možno použít tzv. alfa koeficientu (10) nebo metodu vzájemné spektrální analýzy (11). V tomto případě je citlivost baroreflexu definována jako změna tepového intervalu vyvolaná změnou systolického krevního tlaku o jeden mmHg. Hodnoty zdravých jedinců se pohybují v rozmezí 6–20 ms/mmHg, se zvyšujícím se věkem klesají. U zdravé dětské populace byla nalezena průměrná hodnota BRS 10 ms/mmHg (12).

Jeden ze současných směrů výzkumu v oblasti kardiologie se zabývá stanovením míry ohrožení pacientů tzv. náhlou srdeční smrtí. Snížená hodnota BRS pod 3 ms/mmHg byla studována jako vhodný parametr pro zvýšení míry rizika vzniku náhlé srdeční smrti hlavně u pacientů po infarktu myokardu (13, 14). Hodnoty nižší než 5 ms/mmHg jsou spojovány s dalšími nemocemi, jako jsou esenciální hypertenze (15) nebo diabetes mellitus (16). Snížená hodnota BRS v obecném měřítku znamená, že doba návratu krevního tlaku do fyziologických hodnot trvá déle, změna tlaku tak může delší dobu působit v neprospěch funkcí organismu. Naopak pokud systém zareaguje včas, nemusí k poškození organismu vůbec dojít.

V současné době vyšetření BRS spolu s dalšími vegetativními testy a ultrazvukovým vyšetřením srdce přispívá k přesnější diagnostice a definování konkrétního rizika vzniku náhlé srdeční smrti vyšetřované osoby.

Poděkování:

Práce byla podpořena European Regional Development Fund – project FNUSA-ICRC (No.CZ.1.05/1.1.00/02.0123).

Literatura

1. Bravený P, a kol. Poznámky k přednáškám z fyziologie. H+H, Jinočany 1992: 231.
2. Barrett KE, Barman SM, Boitano S, Brooks HL. Ganong's Review of Medical Physiology. McGrawHill Medical, Singapore 2010: 714.
3. Guyton AC, Hill JE. Textbook of Medical Physiology. WB Saunders Company, USA. 1996: 1148.
4. Javorka K, a kol. Lékařská fyziologie. Osveta, Martin, 2001: 679.
5. Smyth HS, Sleight P, Pickering GW. Reflex regulation of arterial pressure during sleep in man: a quantitative method of assessing baroreflex sensitivity. *Circ Res* 1969; 24: 109–121.
6. Eckberg DL, Cavanaugh MS, Mark AL, Abboud FM. A simplified neck suction device for activation of carotid baroreceptors. *J Lab Clin Med* 1975; 85: 167–173.
7. Peňáz J. Přístroj pro nepřímý kontinuální záznam krevního tlaku. Čs.patent č. 133205. 1969.
8. Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S, et al. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. *Circ Res* 1986; 59: 178–193.
9. Peňáz J, Honzíkova N, Fišer B. Spectral analysis of resting variability of some circulatory parameters in man. *Physiologia Bohemoslovaca* 1978; 27(4): 349–357.
10. Parati G, Di Rienzo M, Bertinieri G, et al. Evaluation of the baroreceptor-heart rate reflex by 24 h intra-arterial blood pressure monitoring in humans. *Hypertension* 1988; 12: 214–222.
11. Honzíkova N, Fišer B, Honzík J. Noninvasive determination of baroreflex sensitivity in man by means of spectral analysis. *Physiol Res* 1992; 41: 31–37.
12. Závodná E, Honzíkova N, Hrstková H, et al. Can we detect the development of baroreflex sensitivity in humans between 11 and 20 years of age? *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* 2006; 84(12): 1275–1283.
13. La Rovere MT, Bigger JT, Marcus FI, Mortara A, Schwartz PJ. Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. ATRAMI (Autonomic tone and reflexes after myocardial infarction) investigators. *Lancet* 1998; 351: 478–484.
14. Honzíkova N, Fišer B, Semrad B. Critical value of baroreflex sensitivity determined by spectral analysis in risk stratification after myocardial infarction. *PACE* 2000; 23(Pt. II): pp. 1965–1967.
15. Honzíkova N, Novakova Z, Závodná E, et al. Baroreflex sensitivity in children, adolescents, and young adults with essential and white-coat hypertension. *Klin Padiatr* 2006; 218: 237–242.
16. Ruiz J, Monbaron D, Parati G, et al. Diabetic neuropathy is more important determinant of baroreflex sensitivity than carotid elasticity in type 2 diabetes. *Hypertension* 2005; 46: 162–167.
17. Závodná E. Fyziologické a patologické změny citlivosti baroreflexu u člověka. Doktorská disertační práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta 2007: 107.

Článek přijat redakcí: 4. 1. 2013

Článek přijat k publikaci: 14. 1. 2013

MUDr. Zuzana Nováková, Ph.D

Fyziologický ústav Lékařské fakulty Masarykovy univerzity
Kamenice 5, 625 00 Brno
znovak@med.muni.cz