

METODE MERJENJA ARTERIJSKEGA KRVNEGA TLAKA PRI OTROCIH

Vlado Bricelj

UDK/UDC 612.143-053.2

THE METHODS OF MEASURING ARTERIAL BLOOD PRESSURE IN CHILDREN

DESKRIPTORJI: krvni pritisk merjenje, otrok

DESCRIPTORS: blood pressure determination, child

IZVLEČEK – Opisane so različne metode merjenja arterijskega krvnega tlaka in najpogostejše napake pri tem. Zdravniki v ambulantah uporabljajo predvsem metodo »flash« in sfigmomanometrijo z avskultacijo Korotkovih tonov. Izmerjene vrednosti so realna ocena arterijskega krvnega tlaka le, če je meritev opravljena večkrat, če je otrok med merjenjem sproščen in če uporabljamo manšeto, ki po širini ustreza otrokovi velikosti.

ABSTRACT – Described are various methods of measuring arterial blood pressure and most common accompanying failures. Physicians in dispensaries mainly use the flash method and sphygmomanometry with auscultation of Korotkov's tones. The measured values are real only under the following conditions: if the measurement is carried out several times, if the child is relaxed, and if the width of the cuff matches the child's size.

Uvod

Merjenje arterijskega krvnega tlaka (AKT) v ordinaciji splošne medicine je zdravnikovo vsakdanje opravilo. Menimo pa, da je pogostnost merjenja tlaka pri bolniku le preveč premosorazmerna z njegovo starostjo. Res je sicer, da je arterijska hipertenzija pri odraslih pogostnejša kot pri otrocih, vendar je odkritje zvišanega AKT v zgodnjem otroštvu bistvenega pomena za nadaljnjo usodo malega bolnika. Mnenje vodilnih svetovnih pediatrov, ki se ukvarjajo s problemom zvišanega AKT, je, naj zdravnik otroku ne glede na njegovo starost in klinično sliko vsaj enkrat letno izmeri krvni tlak. Pri izvedbi tega priporočila pa se znajdemo pred dolgo vrsto težav. Če bomo s tem prispevkom zadrego vsaj teoretično odpravili, bo namen članka dosežen.

Nekoliko fizike in fiziologije

Tlak je fizikalna količina, definirana kot sila, ki deluje na ploskovno enoto. Merimo ga v pascalih ($\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$) oziroma kPa, ter v milimetrih živega srebra – mmHg ($1 \text{ kPa} = 7,5 \text{ mmHg}$, $1 \text{ mmHg} = 0,1333 \text{ kPa}$). Zakon nas obvezuje, da tlak merimo v kPa, v praksi pa pogosto uporabljamo mmHg. Kot argument za to navajamo praktičnost enote in dejstvo, da so ugledna strokovna združenja merjenje AKT v enotah SI odklonila.

AKT je indirektni odraz pretoka krvi skozi tkiva, kar lahko ponazorimo z enačbo $Q \propto \Delta P/R$ oziroma $\Delta P = Q \times R$ (Q = pretok krvi, ΔP = art. venozni gradient tlaka, R = upor toku krvi skozi žilne strukture).

AKT je odvisen od vrste spremenljivk (minutni volumen srca, periferni žilni upor, volumen krvi, prožnost arterij itn.) in je tudi sam spremenljivka. Njegova vrednost ni odvisna le od bolnikovega stanja, ki se s časom spreminja, ampak tudi od mesta, kjer AKT merimo. Vsako merjenje AKT, vključno z invazivno metodo, pa je le ocena njegove dejanske vrednosti. Napaka je možna zaradi izbire metode in nekorektnosti tehnične izvedbe. Če želimo izmeriti bazalno vrednosti AKT, ga seveda ne smemo meriti v stanjih, kot so jok, strah, zvišana telesna temperatura, poln mehur itd. . . , skratka, kadar je tonus simpatičnega živčevja višji kot sicer.

Opis različnih metod merjenja AKT pri otrocih

Fizikalne osnove merjenja AKT pri otrocih se ne razlikujejo od tistih pri odraslih, vendar je treba pri otrocih upoštevati nekaj bistvenih posebnosti, kot so majhne okončine, nepripravljenost na sodelovanje, težave pri poslušanju Korotkovih tonov oziroma šumov, ki so nižjih amplitud in frekvenc, ter ne nazadnje našo neizkušenosť ob tem.

Tu našteje metode lahko uvrstimo v skupino neinvazivnih načinov merjenja AKT. Invazivna metoda merjenja AKT, pri kateri je potrebno uvesti kateter v periferno arterijo, presega namen članka, zato o njej ne bom govoril. Pri praktično vseh omenjenih metodah uporabljamo sfigmomanometer. To je naprava, sestavljena iz manšete, tlačilke, s katero reguliramo tlak v manšeti, in manometra, ki kaže vrednost tlaka v manšeti. Ključni princip vseh metod merjenja je enak.

Ustrezno manšeto namestimo proksimalno od mesta meritve. S tlakom v manšeti, ki je sprva višji od sistoličnega arterijskega tlaka in ga nato postopoma nižamo vse do vrednosti diastoličnega tlaka in še navzdol, nastanejo v arteriji pod manšeto motnje pretoka krvi, ki nam služijo za oceno vrednosti sistoličnega, srednjega oziroma diastoličnega AKT.

Metoda po Riva-Rocciju (palpacijska metoda)

Ko tlak v manšeti pade pod vrednost sistoličnega AKT, distalno otipljemo utrip arterije. S to metodo preprosto, hitro in dokaj natančno ocenimo višino sistoličnega krvnega tlaka, medtem ko diastoličnega ne moremo izmeriti. Natančnost je odvisna od občutljivosti merilca, v povprečju pa so vrednosti za 10 mmHg nižje kot pri merjenju z avskultacijo.

Merjenje s sfigmomanometrom in poslušanjem Korotkovih tonov oziroma šumov s fonendoskopom

Ustrezno manšeto namestimo proksimalno od mesta, kamor nad področno arterijo namestimo fonendoskop. Ko je tlak v manšeti višji od sistoličnega arterijskega tlaka, kri ne teče skozi arterijo. Tlak v manšeti postopoma nižamo in ko doseže vrednost sistoličnega krvnega tlaka, povzroči tok krvi skozi arterijo vibracijo stene in turbulenco, kar zaznamo kot prvi Korotkov ton. Vrednost diastoličnega tlaka odčitamo, ko pri otroku zaznamo četrti Korotkov ton (faza, ko se jakost tonov nenadoma zmanjša). Pri mladostniku in odraslem za oceno diastoličnega tlaka upoštevamo izginotje Korotkovih tonov oziroma šumov (peta faza). Metoda je sorazmerno preprosta, potrebna oprema poceni in ob natančnem upoštevanju

navodil odstopanje ni večje od 15%. Žal pa s tem načinom težko merimo tlak dojenčkom in majhnim otrokom. Ob šokovnih stanjih so izmerjene vrednosti zelo nezanesljive, pogosto tudi več kot 100 mmHg nižje od tistih, izmerjenih z invazivno metodo.

Merjenje AKT z metodo rdečice (flash)

Ta način merjenja uporabljamo pri dojenčkih in majhnih otrocih. Iz udov, na katerih merimo tlak, z elastičnim povojem iztisnemo kri ter proksimalno namestimo manšeto, ki jo napihnemo na 200 mmHg. Ko ud, ki je v nivoju srca, ob nižanju tlaka v manšeti pordeči, odčitamo srednji arterijski tlak. To pa je tudi bistvena pomanjkljivost metode, saj z njo vrednosti sistoličnega in diastoličnega AKT ne moremo določiti.

Metoda merjenja AKT z ultrazvokom

Princip je povsem enak tistemu pri sfigmomanometru in avskultaciji Korotkovih tonov, razlika je le v tem, da je v manšeto vgrajen poseben pretvornik, ki služi kot oddajnik in hkrati sprejemnik ultrazvočnih valov. Manšeto s pretvornikom namestimo nad področno arterijo. Tlak v manšeti povzroči cirkulacijske motnje, te vibracije arterijske stene in s tem spremembo frekvence odbitih valov, ki jih pretvornik oddaja (Dopplerjev efekt). Sprejemnik spremembo frekvence odbitega vala zazna in jo prek posebnih filtrov predstavi kot zvočni signal. Preiskovalec sliši po zvočniku enake avskulatorne fenomene (to je Korotkove šume) kot pri poslušanju s fonendoskopom. Bistvena prednost je v tem, da se s to metodo izognemo motečim šumom, ki jih lahko zamenjamo za Korotkove šume oziroma tone.

Realne vrednosti AKT izmerimo tudi v hipotenzivnih oziroma šokovnih stanjih, ko druge metode odpovedo. Žal pa je naprava arteriosonda precej draga, kar je njena bistvena pomanjkljivost.

Oscilometrična metoda

Spet uporabimo ustrezno manšeto, na katero smo priključili manometer in pretvornik, ki beleži oscilacije tlaka v manšeti, povzročene z odpiranjem oziroma zapiranjem arterije pod njo. Sistolični tlak odčitamo, ko se oscilacije tlaka začno, vrednost srednjega AKT, ko so oscilacije največje, in diastolični tlak, ko amplitude oscilacij prično upadati.

Reografska metoda

Klinično je v širši uporabi šele zadnja leta. Za svoj princip delovanja izkorišča značilnost tkiv, katerih upornost za električni tok je odvisna od njihove prekrvavitve. Upornost tkiv distalno od manšete, v katerih je tlak višji kot v arteriji, je večja kot upornost tkiv proksimalno od manšete, kjer zapore cirkulacije ni. Razmerje obeh uporov je odvisno od višine sistoličnega oziroma diastoličnega AKT ter tlaka v manšeti. Vrednosti tlakov odčitamo na zaslonu aparature. Manšeto ponavadi namestimo kar na kazalec roke, metoda je pripravna za dolgotrajno sledenje vrednosti AKT, njena prednost pa je tudi ta, da zazna objektivne vrednosti AKT tudi v hipotenzivnem območju, ko druge metode, razen ultrazvočne, odpovedo. Žal je aparatura zelo draga.

Avtomatično merjenje AKT

Pri monitoriranju bolnikov med operativnim posegom ter v enotah intenzivne terapije uporabljamo merilce krvnega tlaka, ki avtomatično beležijo vrednost sistoličnega, srednjega in diastoličnega AKT. Njihove vrednosti odčitamo na monitorju. Tlak merijo v časovnih presledkih, ki smo jih predhodno določili.

Najpogosteje uporabljamo oscilacijsko metodo (aparaturu Dynamap), redkeje pa detekcijo Korotkovih tonov z mikrofonom (Siemens) in ultrazvočno metodo (arteriosonda) ter že prej omenjeno reografsko metodo določitve AKT.

Vse te naprave so precej drage in zato za širšo uporabo neprimerne. Prednost neinvazivnih metod merjenja AKT je v njihovi neinvazivnosti, ponovljivosti in sorazmerno dobri korelaciji z vrednostmi, dobljenimi pri invazivnem merjenju AKT.

Hujši zapleti nastopijo redko, in sicer ob zapori venskega odtoka (kongestija in bolečina), zapori arterijskega dotoka (poslabšanje ishemije) ter zaradi pritiska manšete na periferni živec (periferna nevrološka okvara).

Praktična navodila za merjenje AKT pri otrocih

Podrobno bom opisal le postopek merjenja AKT pri otrocih z metodama, ki sta najpogosteje v uporabi. Navodila so povzeta iz poročila posebne skupine pri American Heart Association in se nanašajo na merjenje AKT s sfigmomanometrom.

Aparat (sfigmomanometer)

Manšeta

Pravilna izbira velikosti in pravilna namestitvev manšete sta bistvenega pomena za natančnost meritve. Manšeta je sestavljena iz gumijastega balona (mehurja) in ovojnice, ki je iz blaga ali sintetičnega materiala. Mere manšete se nanašajo na velikost mehurja in *ne* ovojnice, ki je večja. Širina manšete (mehurja) naj bo 40% obsega dela uda, na katerem merimo tlak. To lahko povemo tudi bolj preprosto. Če tlak merimo na zgornjem udu, naj bo širina manšete 2/3 razdalje med vrhom rame (akromion) in komolcem (olekranon). Dolžina manšete naj bo tolikšna, kot

Tabela 1. Manšete, potrebne za merjenje AKT pri otrocih.

Namembnost*	Širina mehurja manšete (cm)	Dolžina mehurja manšete (cm)
Novorojenček	2,5–4	5–9
Dojenček	4–6	11,5–18
Otrok	7,5–9	17–19
Vitek odrasli	11,5–13	22–26
Odrasli	14–15	30,5–33
Stegno	18–19	36–38

* Naziv manšete ni zagotovilo, da bo tudi primerna za osebo tega življenjskega obdobja. Če želimo biti natančni, uporabimo enačbo: širina mehurja je

$$= \frac{1,2 \times \text{obseg uda na mestu merjenja}}{3,14}$$

je obseg uda, nikakor pa ne manj kakor 2/3 obsega. S preozko manšeto bomo izmerili lažno višji krvni tlak, s preširoko pa nekoliko nižjega. Napaka je bistveno večja, če uporabimo ožjo manšeto, zato je v primeru, ko nimamo vmesne manšete, raje uporabimo nekoliko večjo. Menimo, da mora vsakdo, ki želi meriti AKT pri otrocih, imeti na voljo ustrezne manšete.

Manometer

Uporabljamo dva tipa merilcev tlaka, in sicer živosrebrnega ter aneroidnega ali kovinskega. Razumljivo je, da morata biti pravilno usmerjena in tehnično brezhibna. Vsaj enkrat letno je manometer treba oddati v redno kontrolo. Med meritvijo naj bo manometer v nivoju srca, oči merilca pa naj bodo pravokotno na skalo. S tem se izognemo paralaksi. Če merimo z živosrebrnim manometrom, mora biti stolpec navpičen.

Fonendoskop

Uporabljamo ga za odkrivanje Korotkovih tonov. Ker so toni oziroma šumi nižjih frekvenc, uporabljamo zvon. Lahno ga pritisnemo nad področno arterijo, nad katero smo napihnilo manšeto.

Bolnik

Majhnega otroka ni vselej lahko pripraviti k temu, da bi mu po pravilih izmerili AKT. Če otrok joče ali je močno prestrašen, potem bo izmerjeni krvni tlak višji, kot je njegova bazalna vrednost. Otroka je treba predvsem pomiriti, in če razume, mu primerno razložimo, kaj od njega želimo. Sečni mehur naj ima izpraznjen, ne sme biti lačen, od zadnjega obroka pa naj mine več kot ena ura. Za pomirjevalo lahko manjšemu otroku ponudimo stekleničko s čajem ali mlekom. Temperatura prostora naj bo primerna – (18°C je prenizka) in v njem naj tudi ne bo hrupa (na primer zvonjenja telefona). Če sodelovanje ne teče, kot si želimo, si moramo vzeti pač več časa. Pri majhnih otrocih AKT merimo leže, pri večjih pa sede. Če otrok sedi, naj ima zgornji desni ud iztegnjen, v komolcu pa rahlo upognjen in podprt.

Merilec

Ni vseeno, kdo meri otroku krvni tlak. Pomirjujoča vloga merilca je bistvenega pomena. Pri merjenju s poslušanjem Korotkovih tonov je prvi pogoj dober sluh.

Tehnika merjenja

Metoda rdečice (metoda flash)

Uporabljamo jo pri dojenčkih. Otroka naj sedi na hrbtu. Ud, na katerem merimo AKT, dvignemo nad raven srca. Ud v smeri distalno – proksimalno tesno povijemo z elastičnim povojem in tako iz njega iztisnemo kri. Nato proksimalno namestimo ustrezno manšeto in jo napihnemo na vrednost 200 mmHg. Elastični ovoj odstranimo, ud položimo v raven srca. Ud je sedaj bistveno bolj bled kot prej. Počasi, s hitrostjo 2 do 3 mmHg/sek nižamo tlak v manšeti. Ko ud pordi, na manometru odčitamo vrednost srednjega AKT. Za optimalno merjenje sta potrebna dva merilca. Eden opazuje ud, drugi pa niža tlak v manšeti in gleda skalo manometra. Metoda je uporabna pri orientacijski oceni višine AKT in diagnozi koarktacije aorte.

Metoda s poslušanjem Korotkovih tonov

Ustrezno manšeto namestimo na ud, kjer merimo AKT, najpogosteje na desno nadlaket. V tem primeru naj bo spodnji rob manšete kaka 2 cm nad predkomolčno jamo. Zvonec fonendoskopa položimo nad brahialno arterijo, in sicer tako trdno, da v celoti pokrije kožo. Prevelik pritisk zaduši nizke frekvence in faze Korotkovih tonov lahko napačno interpretiramo (5. faza!). Manšeto napihnemo 20 mmHg nad vrednost, ko pulza na arteriji radialis ne tipamo več. Tlak v manšeti nižamo 2 do 3 mmHg na sekundo, nikakor ne hitreje, in poslušamo zvočne fenomene nad arterijo brahialis, to je Korotkove tone oziroma šume (K).

1. faza: zaslišimo tihe, vendar jasne, udarjajoče tone, sočasne s srčno akcijo (K_1). Pojav teh tonov nam služi za oceno sistoličnega AKT. Ko tlak v manšeti nižamo pod vrednost sistoličnega AKT, se toni spremenijo v šume, ki so odsev turbulentnega toka krvi skozi zoženo arterijo, t. j. 2. faza ali K_2 . Ob nadaljnjem nižanju tlaka se pojavi 3. Korotkov ton, ki je ponovno bolj jase in glasnejši (3. faza). Ko toni nenadoma postanejo tišji in puhajoči, govorimo o 4. fazi ali K_4 . Ko se ti pojavijo, odčitamo na manometru vrednost diastoličnega tlaka. Če pa merimo tlak mladostniku ali odraslemu, upoštevamo za oceno diastoličnega tlaka 5. fazo (K_5), to je popolno izginotje tonov. 4. in 5. faza se pogosto pojavita hkrati, medtem ko pri otrocih 5. faze pogosto sploh ne moremo zaznati in šum nad arterijo slišimo vse do vrednosti 0 mmHg.

Najbolje storimo, če po končanem merjenju zapišemo mesto merjenja, širino manšete, položaj otroka in tlak, ko zaznamo 1., 4. in 5. Korotkovo fazo. Na primer: XY, 5 let, manšeta širina 8 cm, desna nadlaht, sede, 100/70/50 mmHg. Kako natančno naj tlak odčitamo? Večina se strinja, naj zaokrožimo vrednosti tlaka na 5 mmHg oziroma 0,5 kPa.

Če s to metodo merimo tlak na stegnu, goleni ali podlakti, moramo seveda izbrati ustrezno manšeto, sicer pa je potek meritve identičen. Pri merjenju tlaka na spodnjem udu naj bolnik leži na trebuhu, kadar to ni možno, naj pri legi na hrbtu nogo v kolenu med merjenjem skrči.

Najpogostejše napake pri merjenju AKT

- Otrok je prestrašen, joka, pravkar je jedel, ima poln sečni mehur. Morda ima bolečine. Manšeta je hladna, prav tako roke in fonendoskop merilca. Tlak, ki ga bomo izmerili, bo bistveno višji, kot je njegova bazalna vrednost.

- Preozka in prekratka manšeta je pogosto vzrok previsoko izmerjenih vrednosti tlaka. Mehur manšete naj pokrije 75% nadlakti (oziroma stegna, goleni...), merjeno od vrha rame do komolca in ne od pazduhe do komolca. Manšete ne smemo nastaviti pretesno, obleka nad manšeto naj ne stiska uda.

- Enkratno merjenje AKT ni dovolj za postavitev kakršnekoli diagnoze. Merimo večkrat dnevno, tudi med spanjem, z meritvami se poizkusimo čimbolj približati bazalnim razmeram.

- Tlak v manšeti smo nižali prehitro in zgrešili vrednost tlaka, ko se kak Korotkov ton pojavi oziroma spremeni.

- Ves čas merimo le na enem udu (na primer levi nadlakti). Zgrešimo arterijsko hipertenzijo ob koarktaciji aorte pred odcepiščem leve arterije subklavije. Razlike tlakov levo – desno, ki so večje kot 20 mmHg, so pomembne.

- Zaradi paralakse smo z manometra odčitali napačno vrednost tlaka.
- Stolpec Hg manometra ni bil navpičen.
- Otroku smo že pred meritvijo »določili« AKT, nato pa izmerjeno vrednost »prilagodili« predhodni oceni.
- Manometer ne kaže dejanskih vrednosti, tlačilka ali cevi puščajo – skratka, sfigmomanometer je pokvarjen.

Sklep

Od vseh tu omenjenih načinov merjenja AKT pri otrocih bo zdravnik v ambulantni najpogosteje uporabljal le dva, in sicer metodo flash in sfigmomanometrijo z avskultacijo Korotkovih tonov. Izmerjene vrednosti bodo realna ocena AKT le, če bomo tlak pri otroku merili večkrat, če bo ob tem sproščen in če bo oprema (predvsem manšeta), ki jo uporabljamo, ustrezala velikosti otroka. Predvsem pa se moramo zavedati, da je podatek o tem, kakšen je otrokov tlak, zelo pomemben, zato je potrebno čimbolj natančno izmeriti in pravilno ovrednostiti. Če tega ne moremo izpeljati, otrok pa sodi v rizično skupino, ga moramo napotiti v ustrezno zdravstveno ustanovo, kjer bodo merjenje lahko opravili.

Literatura

1. Liebermann E. Hypertension in children and adolescents. *Clinical Symposia* 1978; 30/3: 3–9.
2. Horan MJ, Falkner B, Kim SYS et al. Report of the Second Task force on blood pressure control in children. *Pediatrics* 1987; 79: 1–25.
3. Moss AJ. Indirect methods of Blood pressure measurement. *The Pediatric Clinics of North America* 1978; 25: 3–14.
4. Rogers M. *Textbook of pediatric intensive care*. Williams & Wilkins 1987; 351: 1403–5.
5. Turk J. Merjenje krvnega tlaka. *Zdrav Vestn* 1986; 55: 243–7.