

PREPOZNAVANJE MOTENJ SRČNEGA RITMA V ELEKTROKARDIOGRAMU

prof.dr.sc. Dušan Štajer, dr.med.
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Klinični oddelek za intenzivno interno medicino

UVOD

Elektrokardiografija se je v več kot sto letih obstoja uveljavila kot pomembna diagnostična metoda, ki je prešla iz rok kardiologov v roke zdravnikov ostalih specialnosti in medicinskih sester. Pri nadzoru srčnega ritma je elektrokardiografija edina praktična metoda, pri čemer imajo najpomembnejšo vlogo medicinske sestre.

FIZIOLOŠKE OSNOVE

Srčna mišica se razlikuje od skeletne mišice po načinu krčenja: skeletna mišica je sestavljena iz številnih električno med seboj ločenih motoričnih enot (motorični nevron s pripadajočimi mišičnimi vlakni), in se zato lahko tudi samo delno skrči, srčna mišica pa je sestavljena samo iz 2 električno ločenih enot: preddvorov in prekatov, ki se zato ločeno krčijo. Za krčenje skeletne mišice je potreben "ukaz" mišici pripadajočega živca, ki povzroči depolarizacijo mišične celice, kateri sledi krčenje. Celice srčne mišice imajo sposobnost samodejne depolarizacije in krčenja, ki vedno zajame celo enoto (preddvora ali prekata). Električno aktivnost katerekoli mišice v telesu lahko zaznamo z elektrodami na površini telesa. Ker se v srcu depolarizira istočasno mnogo večje število mišičnih vlaken kot v skeletni mišici, je električna aktivnost srčne mišice posneta s površine telesa močnejša od električne aktivnosti skeletnih mišic, katere na elektrokardiografskem posnetku mirujočega sproščenega preiskovanca skoraj ni videti.

Čeprav srčna mišica ne potrebuje oživčenja zato, da se depolarizira in krči, ima srce t.i. prevodni sistem, ki ima podobno vlogo kot preprosto živčevje (slika 1). Prevodni sistem je sestavljen in specializiranih mišičnih vlaken, ki prevajajo depolarizacijo skoraj 10-krat hitreje, kot ostala srčna mišična vlakna (katera imenujemo delovno mišičje). Prevodni sistem je sestavljen iz dveh vozlov in njihovih povezav. Sinuatrijski (SA) vozle se nahaja v desnem preddvoru; med vsemi deli zdravega srca se najhitreje spontano depolarizira (60-80-krat na minuto) in zato narekuje frekvenco utripa celemu srcu - je fiziološki srčni spodbujevalnik ("pacemaker"). SA vozle je s prevodnim nitjem povezan z atrioventrikularnim (AV) vozlom. V AV vozlu se širjenje depolarizacije zadrži za okoli 0,1 s, kar omogoča, da se preddvori depolarizirajo in skrčijo nekaj časa pred prekati. AV vozle se nadaljuje v Hisov snop, ta pa se razdeli v desno in levo vejo (za levi in desni prekat), ki se nadaljujeta v celo mrežo prevodnega nitja, ki poteka po notranji površini prekatov. Hitro prevajanje depolarizacije od AV vozla do omenjene mreže omogoča skoraj sočasno depolarizacijo in krčenje vseh delov obeh prekatov, kar je pomembno za črpalno funkcijo srca.

SNEMANJE IN SESTAVNI DELI ELEKTROKARDIOGRAMA

Standardni elektrokardiogram zapisujemo po dogovoru na milimetrski papir s "hitrostjo" (časovno ločljivostjo) 25 mm/s in z napetostno ločljivostjo 10 mm/mV, prepustni frekvenčni obseg pa je nastavljen na 0,05-100 Hz. Pri nadzoru srčnega ritma z monitorjem uporabljamo največkrat en (redko dva ali več) bipolarni prekordialni odvod, frekvenčni obseg pa je lahko ožji. Časovna in napetostna ločljivost je nastavljiva, ker pa na zaslonu nimamo skale, lahko ocenjujemo elektrokardiografske amplitude in intervale le približno. Elektrode največkrat postavimo kakor kaže slika 2. Elektrokardiograma za nadzor praviloma ne snemamo sproti na papir. Sodobne monitorske naprave imajo pomnilnik, v katerega lahko spravimo bolnikovo elektrokardiografsko krivuljo tudi za več dni, izbrani del elektrokardiografske krivulje pa je možno tudi natisniti za natančnejši pregled.

V posnetku ločimo naslednje najvažnejše dele krivulje (slika 3):

- **Val P** je zapis depolarizacije preddvorov.
- **Kompleks QRS** je zapis depolarizacije prekatov; ima lahko zelo različno obliko. Po dogovoru velja, da je Q ime prvega vala v QRS, če je negativen, in R, če je ta pozitiven; val S je vsak negativen val v kompleksu QRS, ki sledi valu R.
- **Val T** je zapis repolarizacije prekatov. Repolarizacije preddvorov ni vidna, ker je skrita v kompleksu QRS.
- **Interval PQ** je čas med začetkom vala P in začetkom kompleksa QRS.
- **Interval QT** je čas med začetkom kompleksa QRS in koncem vala T.

NASTANEK MOTENJ SRČNEGA RITMA

Motnje srčnega ritma so različne oblike nepravilnega delovanja srca zaradi nepravilnega začetka (izvora) in/ali nepravilnega širjenja akcijskega potenciala v srčni mišici. Nepravilen izvor akcijskega potenciala je v t.i. ektopičnem žarišču, ki je bolezensko spremenjena srčna mišica, ki se ji poveča zmožnost spontane depolarizacije ali pa pride v njej do t.i. prožene električne aktivnosti. V ektopičnem žarišču, ki je bodisi v preddvorih bodisi v prekatih nastane prezgodnji utrip ali več zaporednih prezgodnjih utripov. Nepravilno širjenje akcijskega potenciala je največkrat posledica upočasnjenega ali prekinjenega širjenja akcijskega potenciala skozi bolezensko spremenjeno srčno mišico. Posledica oviranega prevajanja je lahko prevodni blok; v elektrokardiogramu vidimo lahko atrioventrikularne in intraventrikularne bloke. V spremenjenem delu srčne mišice je lahko prevajanje nepravilno in upočasnjeno tudi do te mere, da pride akcijski potencial in tega dela srčne mišice spet v zdrav del s tako zakasnitvijo, da lahko sproži nov (prezgodnji) utrip ali več utripov; ta pojav imenujejo "re-entry" (slika 4).

Posledica motnje srčnega ritma je poleg spremenjene električne tudi poslabšana mehanična aktivnost srca kot črpalke. K poslabšanju črpalne funkcije lahko doprinese tahikardija, pri kateri je polnitev srca zaradi krajše diastole slabša, obenem pa poraba kisika v srčni mišici večja, bradikardija, ko zaradi premajhne frekvence srce ne zmore potrebnega minutnega srčnega iztisa, atrioventrikularnega bloka, pri čemer se izgubi črpalna funkcija preddvora in intraventrikularnega bloka, pri čemer se izgubi sinhronizacija delov prekata in s tem moč krčenja prekata. Zmanjšana črpalna funkcija se v lažjih primerih klinično ne pokaže, lahko pa pride do znakov srčnega popuščanja katerekoli stopnje, tudi do kardiogenega šoka, lahko se pojavi sinkopa ali pa zastoj srca in bolnika je potrebno oživljati.

Motnje ritma ločimo na bradikardne in tahikardne. Glede na izvor ločimo tahikardne motnje srčnega ritma v nadprekatne (supraventrikularne) in prekatne (ventrikularne).

OCENA RITMA IZ ELEKTROKARDIOGRAMA

Pri oceni srčnega ritma iz elektrokardiograma pregledamo naslednje:

- frekvenco srčnega utripa,
- ali je utrip reden,
- prisotnost vala P,
- širino kompleksa QRS,
- povezavo valov P in kompleksov QRS.

Frekvenca srčnega utripa znaša normalno 60-80-krat v minuti; če je utrip v mirovanju hitrejši od 99, imenujemo to tahikardija (slika 5), če pa je pod 60, imenujemo to bradikardija. Upoštevati moramo, da so te meje določene z dogovorom in da ne upoštevajo okoliščin, ki vplivajo na to, kakšno frekvenco utripa bomo pri bolniku šteli za primerno. Utrip pod 60 na minuto v mirovanju je normalen pri kondicijsko treniranih preiskovancih in pri podhlajenih bolnikih. Utrip okoli 90 na minuto bomo pri mirujočih preiskovancih že šteli za pospešen, čeprav formalno ne gre za tahikardijo.

Reden utrip določamo glede na komplekse QRS, razen če posebej poudarimo, da mislimo na preddvorni ritem. Reden je tisti, ki ga z običajnim pregledom elektrokardiograma ocenimo za rednega. Z natančno računalniško analizo elektrokardiograma pa ugotovimo, da je tudi normalen srčni ritem vsaj nekoliko nereden.

Prisotnost vala P najbolje ugotavljamo v bipolarnem prekordialnem odvodu, ki je podoben standardnemu D2 elektrokardiografskemu odvodu ali v modificiranem odvodu po Lewisu (slika 2). Če ima monitor možnost unipolarnega odvoda, ga za opazovanje preddvorne električne aktivnosti nastavimo na položaj V₁ ali V_{3R}. Ugotavljamo tudi, ali so valovi P vedno enaki in redni.

Širina kompleksa QRS je pomembna pri oceni izvora kompleksa QRS in pri oceni prevodnih motenj. Normalno širok kompleks QRS (v žargonu režemo, da je ozek) pomeni, da je izvor depolarizacije prekatov "nadprekaten" – od preddvora do Hisovega snopa. Razširjen kompleks QRS (slika 6) je posledica širjenja akcijskega potenciala po delovnem mišičju, do česar pride lahko zaradi intraventrikularne prevodne motnje ali pa če izvira utrip iz prekata (npr. prekatna ekstrasistola).

Povezava med zobci P in kompleksom QRS odraža prevod akcijskega potenciala iz preddvorov v prekate; če je ta prevod moten govorimo o atrioventrikularnem bloku.

BRADIKARDNE MOTNJE SRČNEGA RITMA

Med bradikardnimi motnjami so najpomembnejše že omenjena **sinusna bradikardija**, kadar je bolezenska (neredko tudi na račun zdravljenja z zdravili), in bradikardije ki nastanejo zaradi atrioventrikularnega bloka.

Atrioventrikularni blok nastane zaradi oviranega ali prekinjenega prevajanja iz preddvorov v prekate, kar spoznamo iz elektrokardiograma. Če izmerimo interval PQ >200

ms, gre za atrioventrikularni blok I stopnje (slika 7). Če se interval PQ podaljšuje iz utripa v utrip, dokler ne pride do izpada kompleksa QRS, gre za AV blok II stopnje, imenovan Mobitz 1 (slika 8). Če prihaja do izpada kompleksa QRS za valom P brez predhodnega podaljševanja intervala PQ, gre za AV blok II stopnje, imenovan Mobitz 2, (slika 9), pri katerem je večja nevarnost zastoja srca. Če sta val P in kompleks QRS časovno nepovezana, gre za AV blok III stopnje (slika 10). Bolniki s katerikoli AV blokom, pri katerih glede na anamnezo ali EKG sumimo, da imajo asistolične pavze (npr. če imajo sinkope), so kandidati za zdravljenje s srčnim spodbujevalnikom. Asimptomatični bolniki so načeloma kandidati za srčni spodbujevalnik pri bloku tipa Mobitz 2 in AV bloku III. stopnje.

NADPREKATNE TAHIKARDNE MOTNJE SRČNEGA RITMA

Sinusna tahikardija (slika 5) nastane fiziološko ob naporu, pri bolnikih pa je prisotna v mirovanju in predstavlja kompenzatorni mehanizem pri različnih nevarnih kliničnih stanjih (npr. ob hudi krvavitvi, hudi anemiji, močno povišani temperaturi, sepsi). Težko jo ločimo od sicer redke atrijske tahikardije, ki je elektrokardiografsko podobna, zdravljenje pa je različno: sinusne tahikardije same ne zdravimo, potrebno je namreč zdraviti osnovno bolezen, pri atrijski tahikardiji pa je potrebna konverzija v normalen sinusni ritem. Če zamenjamo sinusno tahikardijo z motnjo ritma, lahko z zdravljenjem tahikardije bolniku močno škodujemo in sočasno spregledamo nevarno klinično stanje.

Supraventrikularna tahikardija v širšem smislu je vsaka tahikardija z "ozkim" kompleksom QRS. Frekvenca utripa je med 160 in 250 na minuto. Glede na izvor tahikardije je val P lahko prisoten pred kompleksom QRS (npr. pri atrijski tahikardiji), skrit znotraj kompleksa QRS ali viden za kompleksom QRS (npr. pri tahikardiji, ki izvira iz atrioventrikularnega prevodnega sistema). Supraventrikularno tahikardijo lahko poskusimo prekiniti z vagalnim manevrom; kadar vagalni manever uspe je s tem potrjen supraventrikularni izvor tahikardije.

Atrijska fibrilacija (migetanje preddvorov) nastane zaradi neredne in zelo hitre električne aktivnosti preddvorov s frekvenco nad 350 na minuto. Spoznamo jo po nerednem srčnem utripu (absolutno neredni kompleksi QRS), odsotnosti valov P in po prisotnosti fibrilatornih valov, ki jih (ne vedno) opazimo predvsem v spojnici ST in TP (slika 11). Frekvenca prekatov je višja pri mlajših bolnikih in pri novo nastali fibrilaciji, normalna ali včasih bradikardna pa pri starejših in pri kronični atrijski fibrilaciji. Atrijska fibrilacija je lahko odraz srčne bolezni (zlasti kronične), še večkrat pa nastopa brez povezave s srčno boleznijo (zlasti akutna). Akutno fibrilacijo preddvorov konvertiramo v sinusni ritem (z zdravili ali elektrokonverzijo), pri kronični pa zagotovimo z zdravili dvoje: da ne pride do prehitrega odgovora prekatov (digoksin, blokator receptorjev beta) in da ne pride do možganske embolije zaradi fibrilacije preddvorov (antikoagulantna zaščita, aspirin je manj učinkovit).

Atrijska undulacija (plapolanje preddvorov) nastane na podoben način kot atrijska fibrilacija, le da gre za kroženje akcijskega potenciala po enem stalnem krogu znotraj preddvorov. Spoznamo jo po valovih P, ki imajo frekvenco največkrat okoli 300 na minuto, frekvenca prekatov pa je odvisna od prevajanja iz preddvorov; pri npr. prevodu 2:1 je frekvenca prekatov okoli 150 utripov na minuto.

PREKATNE TAHIKARDNE MOTNJE SRČNEGA RITMA

Prekatna ekstrasistolija je nastanek prezgodnjih prekatnih utripov zaradi ektopičnega žarišča v bolnem delu prekatne mišice, ki se bodisi nepravilno depolarizira ali pa deluje po mehanizmu re-entryja, kar sproži prezgodnji prekatni utrip. Tak utrip je elektrokardiografsko spremenjen: ker se odvija prevajanja akcijskega potenciala po delovnem mišičju, je kompleks QRS širok (slika 12). Utrip je šibkejši zaradi slabše polnjenosti prekata tik pred prezgodnjim utripom in zaradi nesinhronega krčenja sten levega prekata; to lahko zaznamo s tipanjem pulza, pri čemer bo ob prekatni ekstrasistoli pulz slabše tipen ali netipen – to imenujemo pulzni deficit.

Prekatne ekstrasistole so lahko vse enakih oblik, ali pa se pojavljajo v različnih oblikah; takrat govorimo o **polimorfnih prekatnih ekstrasistolah**. Prekatne ekstrasistole včasih sledijo vsakemu ali vsakemu drugemu normalnemu utripu; takrat govorimo o **prekatnem bigeminusu** oz. **trigeminusu** (slika 12).

Prekatna tahikardija je zaporedje vsaj 3 prezgodnjih prekatnih utripov s frekvenco nad 120 na minuto. Prepoznamo jo po širokih kompleksih QRS (slika 13). Ne moremo je po elektrokardiografski krivulji ločiti od take oblike supraventrikularne tahikardije, pri kateri se prevaja akcijski potencial v prekatih z blokom, zaradi česar so kompleksi QRS ravno tako razširjeni. Lahko pa poskusimo z vagalnim manevrom, ki lahko upočasni ali prekine samo supraventrikularno tahikardijo.

Prekatna tahikardija, ki je sestavljena iz različnih oblik kompleksov QRS je **polimorfna prekatna tahikardija**. Štejejo jo za še bolj nevarno motnjo ritma kot običajno monomorfno prekatno tahikardijo.

Če traja prekatna tahikardija dlje časa (nad 30 sekund), jo imenujemo obstojne in takrat ima večina bolnikov poleg palpitacij še znake srčnega popuščanja. Prekatna tahikardija lahko preide v prekatno fibrilacijo, ki predstavlja eno od oblik srčnega zastoja, zato uvrščamo prekatno tahikardijo med najnevarnejše motnje srčnega ritma. Pri prekatni tahikardiji, ki se ne ustavi sama, je potrebna konverzija v sinusni ritem (lahko z zdravili, pogosto je potrebna elektrokonverzija).

Prekatna fibrilacija (migetanje prekatov) nastane zaradi hitre nepravilne električne aktivnosti prekata, katero lahko sproži prekatna ekstrasistola ali tahikardija. Na elektrokardiogramu se kaže kot nizkonapetostna nepravilna krivulja (slika 14), ki ima višjo napetost od atrijske fibrilacije. Bolnik je nezavesten, brez tipnega pulza. potrebna je takojšnja defibrilacija.

ELEKTROKARDIOGRAM PRI ELEKTROSTIMULACIJI

Vse večje število bolnikov ima vsajen stalni srčni spodbujevalnik, zaradi česar je elektrokardiogram bistveno spremenjen, ritem, ki ga ob tem opazujemo pa imenujemo elektrosistolni ritem (slika 15). Sodobni spodbujevalniki lahko stimulirajo prekate, preddvore, ali pa prekate in preddvore. Srčni spodbujevalniki niso nujno ves čas aktivni; če ima bolnik lasten srčni ritem, se stimulacija izključi.

Pri delujočem srčnem spodbujevalniku vidimo pred valom P in/ali kompleksom QRS ozek zobec, ki ga imenujemo stimulacijski artefakt. Zobec je viden pri nekaterih elektrokardiografskih napravah šele, ko jih nastavimo za opazovanje elektrosistolnega

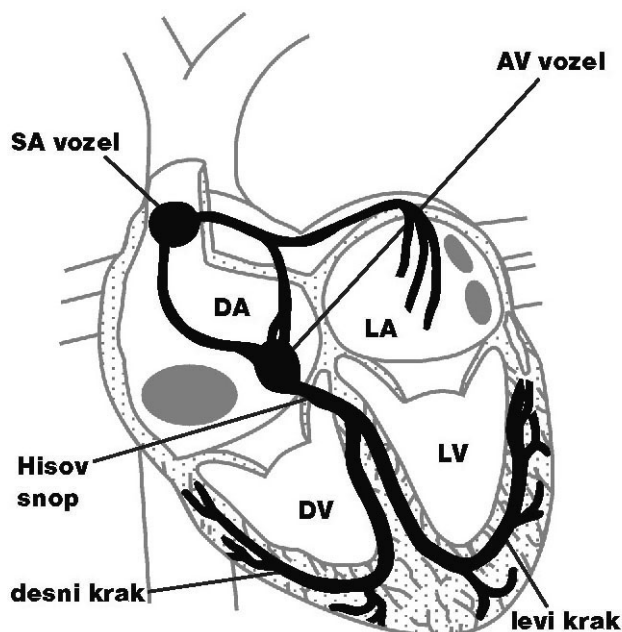
ritma. Val P, ki nastane zaradi stimulacije preddvorov se na monitorju ne razlikuje bistveno od običajnega vala P. Kompleks QRS, ki nastane zaradi stimulacije prekatov je vedno širok, ker prekatna elektroda stimulira delovno mišičje desnega prekata, kamor je naslonjena. Nadzor elektrosistolichnega ritma je posebno pomemben pri bolnikih z začasno elektrostimulacijo, pri kateri lahko pride ob premikanju ali negi bolnika do dislokacije elektrode in asistolije.

Posebno zahteven nadzor je pri bolnikih, ki so priključeni na transkutano elektrostimulacijo. Pri transkutani elektrostimulaciji uporabljamo močne impulze električnega toka (do 200 mA), ki na elektrokardiogramu povzročajo zelo velike stimulacijske artefakte, ki imajo lahko videz kompleksov QRS (slika 16). Nadzor ritma pri bolnikih s transkutano elektrostimulacijo je včasih možen le s krivuljo arterijskega tlaka, če ima bolnik arterijsko kanilo, ali s krivuljo pulznega oksimetra.

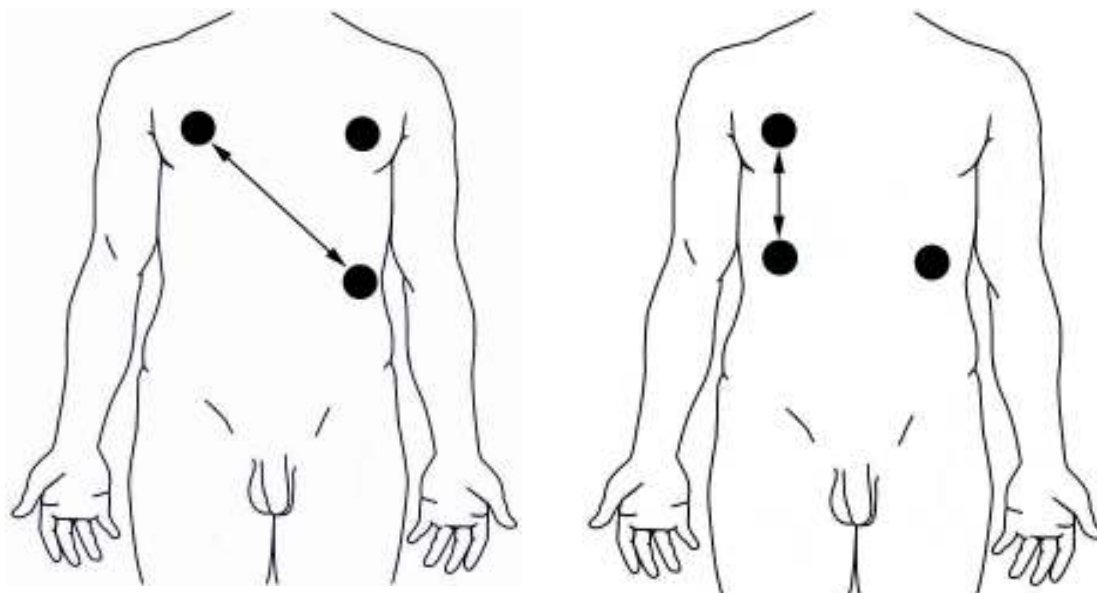
SKLEP

Že z opazovanjem nekaj parametrov lahko spoznamo z elektrokardiografskim nadzorom najpomembnejše bradikardne in tahikardne motnje srčnega ritma. V redkih primerih se odločamo za snemanje standardnega elektrokardiograma z 12 odvodi in posvet z internistom ali kardiologom.

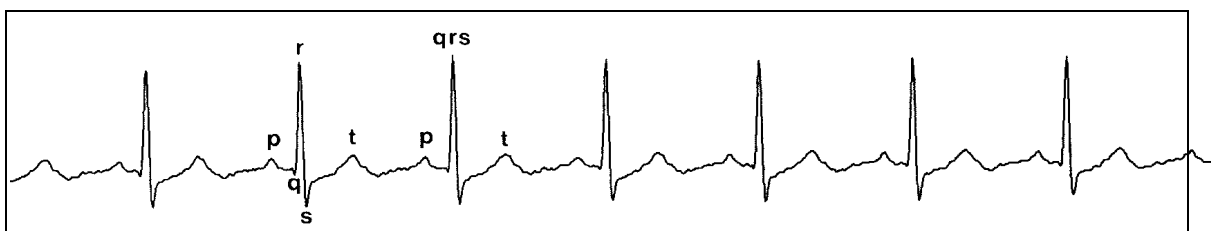
SLIKE



Slika 1. Risba prevodnega sistema v srcu. Akcijski potencial se iz sinuatrijskega (SA) vozla prenaša po prevodnem nitju po preddvorih in v atrioventrikularni (AV) vozlu, od tod pa po Hisovem snopu in njegovih vejah do delovnega mišičja prekatov.



Slika 2. Levo običajen razpored elektrod z označenim odvodom, v katerem ponavadi nadziramo motnje srčnega ritma. Desno: modificiran položaj elektrod z označenim odvodom po Lewisu za natančnejši nadzor preddvornega ritma.



Slika 3. Normalen sinusni ritem. Označeni so zobec P, zobci Q, r in S in val T.



Slika 4. Shematični prikaz kroženja akcijskega potenciala po nehomogeni bolezensko spremenjeni srčni mišici, kjer je prevajanje upočasnjeno. Če pride akcijski potencial iz prizadetega dela z dovolj veliko zakasnitvijo, ko je okolnja srčna mišica že vzdražna, nastane prezgodnji srčni utrip ali (če se krog ponavlja) tahikardija.



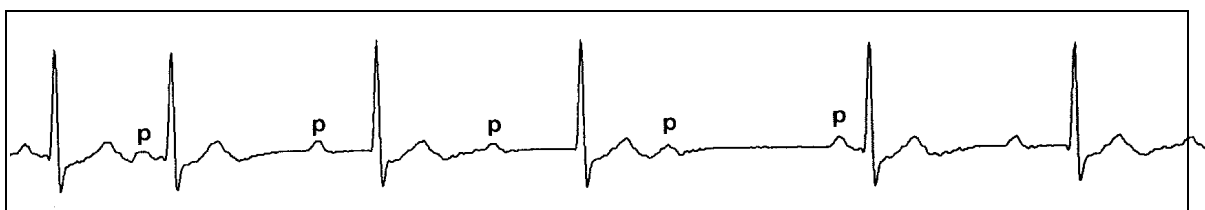
Slika 5. Atrijska oz. sinusna tahikardija. Kompleksi QRS so ozki, pred vsakim je val P.



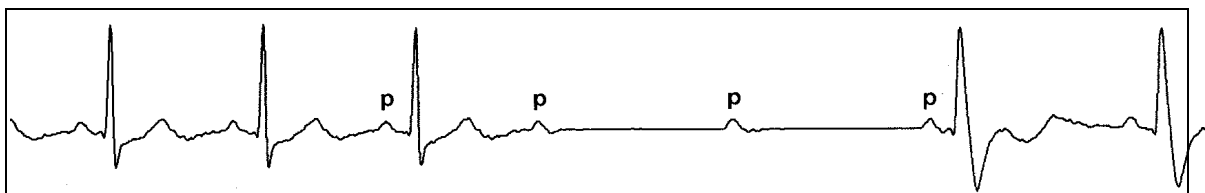
Slika 6. Sinusni ritem z intraventrikularnim blokom. Viden je reden val P pred QRS in širok kompleks QRS. Iz standardnega EKG z 12 odvodi je možno natančneje opredeliti vrsto bloka in širino kompleksa QRS.



Slika 7. Normokardni sinusni ritem s podaljšano dobo PQ nad 0,2 s – AV blok I. stopnje.

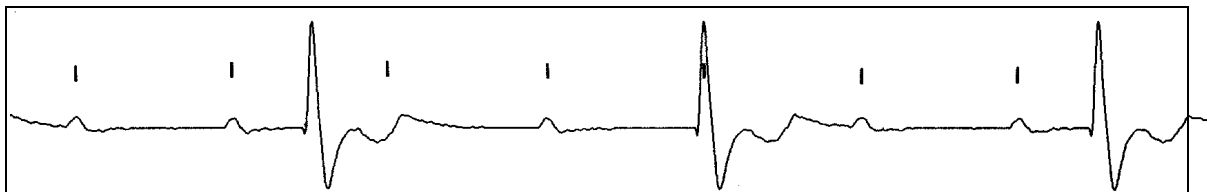


Slika 8. Atrioventrikularni blok II. stopnje tip Mobitz 1. Razdalje med P in QRS se podaljšujejo, dokler enemu valu P ne sledi več QRS. Kompleksi QRS so ozki, neredni.



Slika 9. Atrioventrikularni blok II. stopnje tip Mobitz 2. Razdalje med P in QRS se ne podaljšujejo, valu P ne sledi vedno QRS. Kompleksi QRS so ozki, neredni. Možnih je več

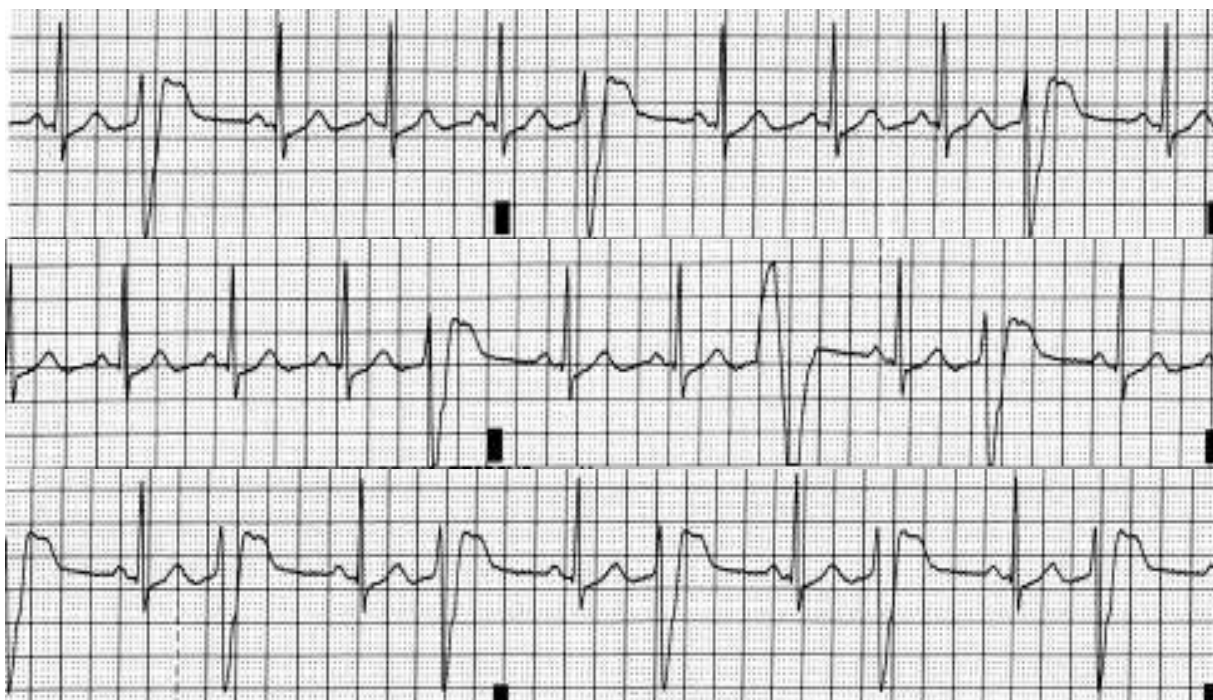
zaporednih izpadov prevajanja.



Slika 10. Atrioventrikularni blok III. stopnje. Razdalje med valovi P (označeni) in kompleksi QRS so brez kakršnekoli povezave. Kompleksi QRS so redni, široki, utrip prekatov je bradikarden; gre za prekatom lasten utrip, t.i. idioventrikularni ritem.



Slika 11. Atrijska fibrilacija. Kompleksi QRS so neredni, ozki, vidni so fibrilatorni valovi. Ni valov P.



Slika 12. Zgoraj: Normalen sinusni ritem in monomorfne prekatne ekstrasistole (širok QRS). Sredina: Normalen sinusni ritem in polimorfne prekatne ekstrasistole. Spodaj: Prekatne ekstrasistole v obliki bigeminusa.



Slika 13. Monomorfna prekatna tahikardija.



Slika 14. Prekatna fibrilacija, ki sledi zelo zgodnji ekstrasistoli "R na T" – ekstrasistola se pojavi znotraj vala T predhodnega utripa. Fibrilatorni valovi imajo navadno v začetku fibrilacije višjo amplitudo, katera nato s časom pada. Ob taki motnji ritma bolnik brez pomoči umre v nekaj minutah.



Slika 15. Elektrosistolčni ritem. Pred valom P in pred kompleksom QRS vidimo ozek zobec – stimulacijski artefakt. Srčni spodbujevalnik stimulira preddvore in prekate.



Slika 16. Neučinkovita transkutana elektrostimulacija. V prvem delu posnetka ima bolnik prekatno fibrilacijo, stimulacijski artefakti pa imajo videz rednih kompleksov QRS. Po defibrilaciji pa vidimo stimulacijske artefakte, ki niso povezani s kompleksi QRS.

LITERATURA

1. Adlam D, Hampton J, Hampton JR. The ECG in practice. 5th edition. London: Churchill Livingstone; 2009.
2. Zupan I, Šinkovec M. Motnje srčnega ritma. V: Kocijančič A, Mrevlje F, Štajer D, ur. Interna medicina. Ljubljana: Littera picta; 2005: 127-154.

ELEKTROKARDIOGRAM PRI AKUTNEM KORONARNEM SINDROMU

Goranka Beguš, dipl.m.s.; Andrej Kokove, dipl.zn.
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Klinični oddelek za intenzivno interno medicino

IZVLEČEK

Avtorja v prispevku obravnavata akutni koronarni sindrom (AKS), ki predstavlja krovni termin za skupek simptomov, ki so povezani z akutno miokardno ishemijo (AMI). AKS velja za enega najpomembnejših vzrokov obolevanja in umiranja v razvitem zahodnem svetu. AMI nastane zaradi nezadostne preskrbe srčne mišice s krvjo in je posledica obolenj koronarnih arterij. Koronarna ateroskleroza je pogosta, napredujoča, degenerativna vnetna bolezen koronarnih arterij. Lahko poteka klinično nemo in jo ugotovimo kot srčno popuščanje, kaže se lahko tudi z angino pektoris, če pa poteka akutno se kaže kot srčni infarkt. Srčno mišico oskrbujeta leva in desna koronarna arterija, ki izvirata iz ascendentne aorte tik nad aortno zaklopko in potekata pod epikardijem. Pri bolniku s sumom na AKS je nujno posneti 12-kanalni elektrokardiogram (EKG) najkasneje v 10 minutah po prvem stiku z bolnikom. Za akutni infarkt je značilen predvsem dvig veznice ST. V primeru, da se opazijo te spremembe v EKG-ju, je potrebno bolniku omogočiti zdravljenje z najnovejšo metodo, to je koronarografija, ki je nekirurški poseg, kjer s katetrom vstopijo skozi femoralno arterijo ali arterijo na roki v koronarno žilje in srčne votline. Z vbrizgavanjem kontrastnega sredstva preko posebej oblikovanih koronarnih katetrov dobijo informacijo o stopnji aterosklerotičnega procesa. V prispevku bosta avtorja prikazala rezultate analize podatkov o bolnikih z AKS, sprejetih na Klinični oddelek za intenzivno interno medicino, v letu 2010.

Ključne besede: akutni koronarni sindrom, koronarne arterije, ateroskleroza, EKG, koronarografija

UVOD

Akutni koronarni sindrom (AKS) zajema vrsto bolezni, ki prizadenejo koronarne arterije: nestabilna angina pektoris, miokardni infarkt z dvignjeno ST veznico ter miokardni infarkt brez dviga ST veznice. Predstavlja enega najpomembnejših vzrokov obolevanja in umiranja v razvitem zahodnem svetu. Začetek AKS predstavlja poškodba aterosklerotičnega plaka. Posledica ruptur plaka vodi v nastanek lokalne tromboze ter odlaganje fibrina. Nastali intrakoronarni strdek povzroči zaprtje oz. zoženje svetline koronarne arterije (Grech in Ramsdele, 2003). Srčni infarkt je nujno stanje, pri katerem se nenadoma močno zmanjša ali prekine preskrba dela srčne mišice s krvjo in prizadeti predel zaradi pomanjkanja kisika in hranil odmre. V kolikor bolnik pride pravočasno v bolnišnico je zdravljenje usmerjeno na čimprejšnje odprtje prizadete koronarne arterije in normalne prekrvavljenosti prizadete srčne mišice (Berkow in sod., 2005: 126).

Še pred desetletjem je bilo reperfuzijsko zdravljenje z zdravili trombolitiki edini uspešen način zdravljenja akutnega infarkta srca, danes pa predstavlja primarna koronarna

intervencija glavni način reperfuzijskega zdravljenja (Kenda in sod., 2002: 11).

Zaradi poškodbe miokarda nastanejo spremembe v prevodnosti električnih impulzov, kar lahko vodi do življenjsko ogrožajočih motenj ritma. Pri bolniku s sumom na AKS je nujno potrebno posneti 12-kanalni elektrokardiogram (EKG). Tako EKG ne sodi le v zdravstvene ustanove, pač pa nujno na teren neposredno ob bolnika (Noč, 2008).

AKS lahko predstavlja grožnjo za človekovo življenje, zato je zelo pomembno, da so zdravstveni delavci usposobljeni za prepoznavo zgodnjih simptomov in znakov ter nanje pravilno odreagirajo. Obravnava bolnikov z AKS je multidisciplinarna in zahteva dobro sodelovanje bolnika, zdravnika na terenu ter zdravnikov v bolnišnici (Noč in sod., 2007), pomembna pa je pri ukrepanju tudi hitrost. Postavitvi diagnoze AKS mora slediti premestitev bolnika v najbližjo bolnišnico, kjer je možno opraviti koronarografijo, v primeru indikacije tudi perkutano koronarno intervencijo. Za kakovostno preživetje bolnika z AKS je potrebno dobro delovanje celotne »verige« (Noč in sod., 2007).

Namen prispevka je prikazati akutni koronarni sindrom, anatomijo in pomen koronarnih arterij, prepoznavo sprememb v posnetku EKG ter prikazati rezultate analize podatkov o bolnikih z AKS, sprejetih na Klinični oddelek za intenzivno interno medicino (KOIIM) UKC Ljubljana v letu 2010.

AKUTNI KORONARNI SINDROM

Akutni koronarni sindrom (AKS) nastane zaradi razpoke zaščitne vezivne ovojnice plaka in posledične tromboze, ki lahko deloma ali popolnoma zapre svetlino koronarne arterije (Kranjec, 2004). Posledica tega je razvoj miokardne ishemije različnih stopenj in trajanja. Če je ishemija dovolj huda in dolgotrajna, nastopi nekroza srčne mišice (Noč in sod., 2007). Značilnost bolnikov z AKS je ishemična srčna bolečina, ki jo imenujemo stenokardija in lahko nastopi v mirovanju ali najmanjšem telesnem naporu. Glede na EKG ločimo akutni miokardni infarkt z elevacijo ST veznice, t.i. STEMI (ST-elevation myocardial infarct), ter akutni miokardni infarkt brez zvišane ST veznice, t.i. NSTEMI (non-ST-elevation myocardial infarct). V isto skupino sodi tudi novonastali levokračni blok.

ATEROSKLEROZA

Ateroskleroza predstavlja vodilni vzrok obolenosti v razvitem svetu. Je degenerativni bolezenski proces, ki prizadene notranjo steno arterij. Zanja je značilnih več sprememb žilne stene, kot so nalaganje maščob, ogljikovih hidratov, določenih sestavin krvi, vezivnega tkiva ter kalcinacije. Ključna v patogenezi ateroskleroze je poškodba arterijskega endotelija (Kocijančič in sod., 2005: 181).

Dejavnike, ki lahko poškodujejo žilni endotelij, delimo na fizikalne (povišani krvni tlak, turbolentni tok krvi), kemične (ogljikov monoksid, nikotin), presnovne (holesterol, homocistin) in biološke (bakterije, virusi, kompleksni antigen-protitelo, aktivirani trombociti in levkociti). V primeru zvišanja koncentracije določenih snovi v krvi te v večjem obsegu prehajajo skozi endotelijske celice in se kopičijo v subendotelijski plasti ter v samih endotelijskih celicah (Johnson, 2007).

Klinične posledice napredovale ateroskleroze se lahko pokažejo kot koronarna bolezen srca (angina pectoris, miokardni infarkt, nenadna srčna smrt), možgansko žilne bolezni in obolenje perifernega ožilja (Sani in sod., 2005).

KORONARNE ARTERIJE

Koronarno ožilje skrbi za cirkulacijo krvi v žilah srčne mišice ter oskrbuje celice srčne mišice s kisikom. Koronarne arterije, ki potekajo po površini srca, se imenujejo epikardialne koronarne arterije, iz njih pa izvirajo veje, ki segajo v srčno steno in jih imenujemo subendokardialne srčne arterije. Pri zdravem človeku so sposobne vzdrževanja pretoka krvi glede na potrebe srčne mišice. Koronarne arterije predstavljajo za srčno mišico edini vir oskrbe s krvjo, prav tako med njimi praktično ni anastomoz, ki bi omogočale rezervo v primeru zamašitve. Tako je zamašitev koronarne arterije lahko zelo kritična.

Koronarni arteriji sta dve: leva (LCA – left coronary artery) in desna koronarna arterija (RCA - right coronary artery), obe pa izvirata iz ascendentnega dela aorte, neposredno za aortno zaklopko (Smithuis in Willems, 2008). LCA se kmalu razcepi v dve veji, v levo sprednjo medprekatno vejo (LAD - left anterior descending artery) ter obkrožujočo vejo (LCX – left circumflex artery).

LCA poteka pred pljučnim deblom in za levim atrijem. LAD poteka v sprednjem interventrikularnem žlebu proti srčni konici. LAD oskrbuje sprednji del septuma s svojimi septalnimi venami in sprednjo steno levega ventrikla (LV) z diagonalnimi vejami. Preskrbuje tudi večino LV ter (atrio-ventrikularni) AV vozec (Smithuis in Willems, 2008). LCX poteka v levem AV žlebu in oskrbuje stransko steno LV. Veje LCX se imenujejo tope stranske veje (M1,M2,...), ker oskrbujejo stranski rob LV in se razvejujejo pod topim kotom.

RCA izhaja iz sprednjega sinusa in poteka po desnem AV žlebu proti spodnjemu delu septuma. Je dominantna arterija. Prva njena stalna veja je ostra robna veja (AM - acute marginal branch), ki izhaja iz RCA pod ostrim kotom in poteka vzdolž roba desnega prekata nad prepono. RCA naprej poteka po AV žlebu zadaj in odda vejo za AV vozec. Pri 65 % ljudi ima RCA zadajšnja medprekatna veja (PDA - posterior descending artery). PDA oskrbuje spodnjo steno LV in spodnji del septuma (Smithuis in Willems, 2008).

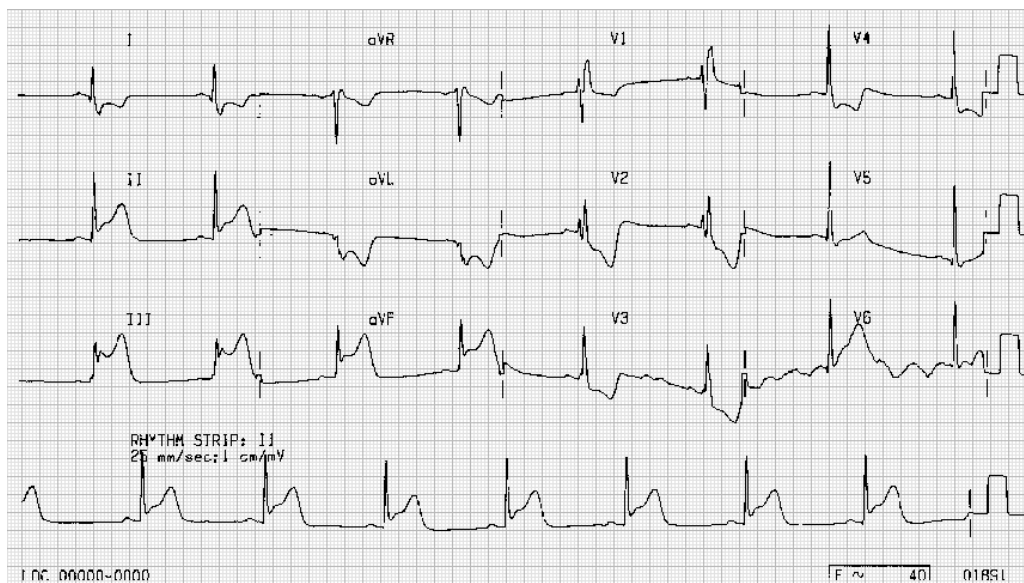
SPREMEMBE EKG POSNETKA PRI AKS

EKG nudi informacijo, s pomočjo katere lahko bolnike razvrstimo glede na tveganje AKS ter postavimo diagnozo. Točnost je boljša, če uspemo bolniku posneti EKG še v času prsne bolečine (Achar in sod., 2005). Tako je potrebno pri vsakem bolniku s tipično prsno bolečino čim prej posneti 12-kanalni EKG. V EKG posnetku zdravnik poišče za ishemijo značilne spremembe ST veznice, spremenjene T valove, pri starejši bolečini Q ali QS zobce ter prisotnost kračnih blokov (Rajapakse, 2007). Za akutno ishemijo stene prizadetega dela prekata je značilen dvig ST veznice, kar govori za STEMI. S pomočjo tipične razporeditve elevacij ST lahko določimo anatomsko lokacijo infarkta (tabela 1). Diagnozo STEMI potrjujejo recipročne spremembe - denivelacije ST spojnice v nasprotnih odvodih. Pri obsežnem infarktu miokarda se spremembe pri ST veznici razširijo na več odvodov.

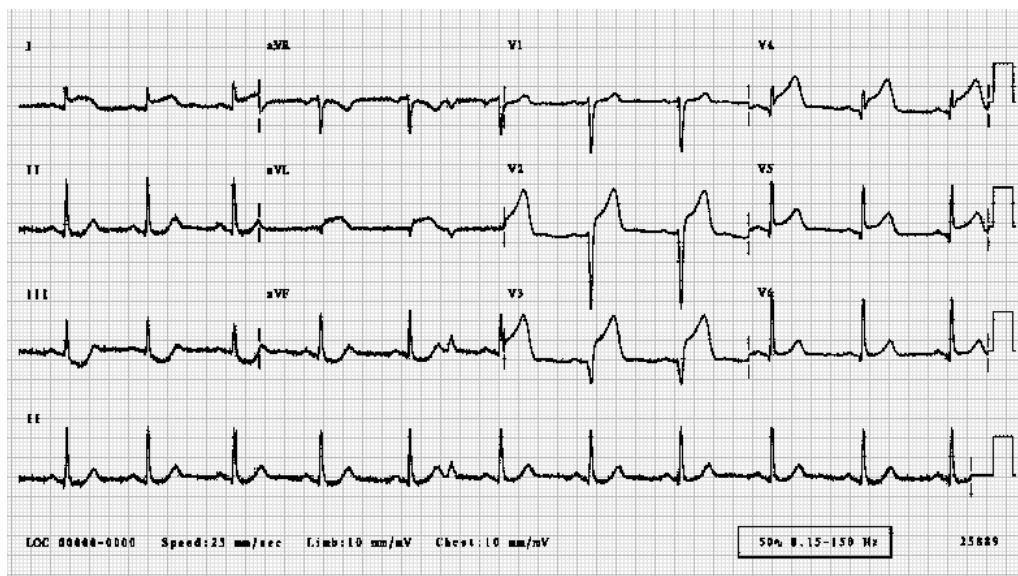
Tabela 1: Lokacija infarkta glede na spremenjene EKG odvode (Rajapakse, 2007)

Odводи z elevacijo ST	Anatomska lokacija infarkta	Prizadeta arterija
II, III in aVF	Spodnja stena	RCA (desna koronarna arterija) ali distalna LCX (cirkumfleksna arterija)
V1 do V4	Sprednja stena	LAD (leva descendentna koronarna arterija)
I, aVL, V5 in V6	Stranska stena	Proksimalna LCX

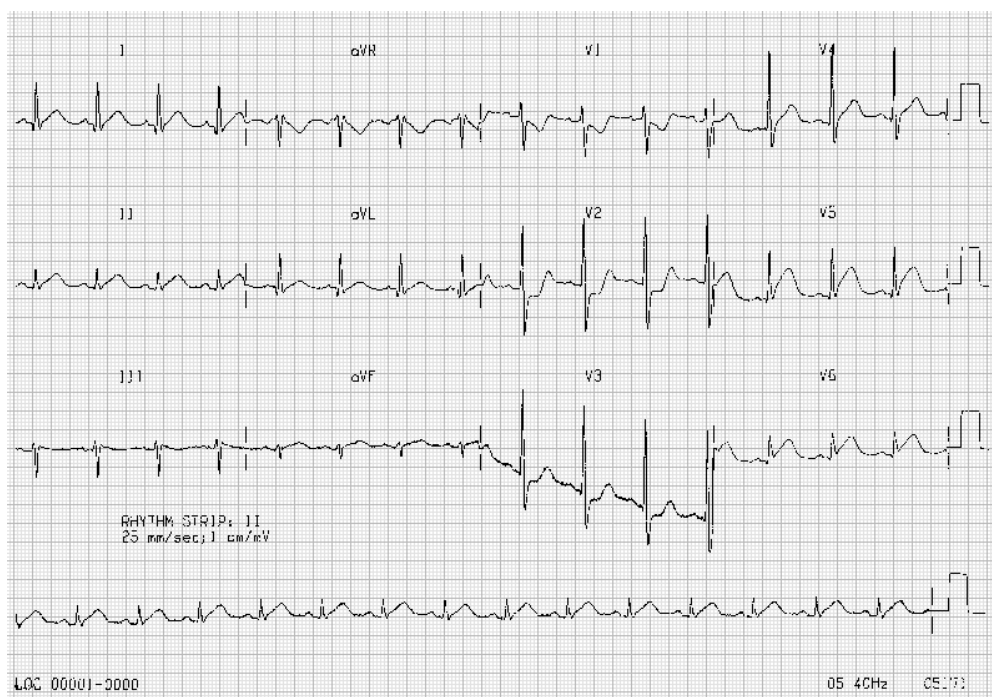
Spremembe EKG za nekaj primerov akutnega miokardnega infarkta so prikazane na slikah 1 do 4. Pri akutnem miokardnem infarktu spodnje stene (slika 1, Jenkins in Gerred, 2009) se pojavi dvig ST veznice v spodnjih odvodih II, III in aVF ter recipročno znižanje ST v sprednjih odvodih. V primeru, da je prizadeta sprednja stena (slika 2, Jenkins in Gerred, 2009), je viden dvig ST veznice v sprednjih odvodih V1 –V6 in v aVL ter recipročno znižanje ST v spodnjih odvodih. Za akutni miokardni infarkt zadnje stene (slika 3, Jenkins in Gerred, 2009) so značilne spremembe pri EKG denivelacije v odvodih V1 – V3, visok val R, visok pokončen val T v odvodih V1 – V3 ter dvig ST spojnice v odvodih V5 in V6. V primeru akutnega miokardnega infarkta, kjer je prisoten levokračni blok (slika 4, Jenkins in Gerred, 2009), se na EKG opazi sprememba ST veznice v isti smeri kot QRS, spremembe ST veznice v odvodih II, III in aVL in aVF ter pojav denivelacij v odvodih V2 in V3. EKG tega bolnika ima višji dvig ST veznice v odvodih V1 – V3, kar kaže tudi na miokardni infarkt spodnje in zadnje stene.



Slika 1. Akutni miokardni infarkt spodnje stene, 55 letni moški s 4 ure trajajočo stiskajočo prsno bolečino (Jenkins in Gerred, 2009)



Slika 2. Akutni miokardni infarkt sprednje stene, 63 letna ženska, z 10 ur trajajočo prsno bolečino in potenjem (Jenkins in Gerred, 2009)



Slika 3. Akutni miokardni infarkt zadnje stene, 60 letna ženska s 3 ure trajajočo prsno bolečino (Jenkins in Gerred, 2009)



Slika 4. Akutni miokardni infarkt s prisotnostjo levokračnega bloka, 79 letni moški s 5 ur trajajočo prsno bolečino (Jenkins in Gerred, 2009)

BOLNIKI Z AKS NA KOIIM V LETU 2010

Material in metode

V letu 2010 je bilo na KOIIM sprejetih 1144 bolnikov. Za bolnike z AKS smo podatke o spolu, starosti, času sprejema, trajanju bivanja oz. zdravljenja na KOIIM, vrsti AKS (STEMI, NSTEMI) ter o načinu zdravljenja pridobili iz informacijskega sistema UKC Ljubljana (statistična evidenca KOIIM). Podatke smo obdelali s pomočjo statističnega paketa SAS/STAT (SAS Inst. Inc., 2009), pri prikazu rezultatov pa smo se omejili na deskriptivno metodo.

Rezultati in diskusija

Na KOIIM je bilo v lanskem letu sprejetih 604 bolnikov z AKS v starosti od 29 do 98 let in so predstavljali 52,8 % sprejetih bolnikov. Med njimi je bilo 65,3 % moških, ki so bili v povprečju stari 63,1 let, ter 34,7 % žensk, katerih povprečna starost je znašala 72,0 let. Med meseci so bile razlike v številu sprejetih bolnikov z AKS. Največ tovrstnih bolnikov je bilo sprejetih v aprilu, kar 13,5 %, sicer je bilo po mesecih od 5,7 % (oktober) do 9,8 % (februar).

Prevladovali so bolniki s STEMI (74,3 %), ki so bili od bolnikov z NSTEMI (25,7 %) nekoliko mlajši (STEMI 65,1 let, NSTEMI 69,4 let). Bolniki z AKS so se na KOIIM v povprečju zdravili 2,9 dni. Največ je bilo bolnikov (39,5 %), ki so bili na KOIIM 1 dan, 2 dneva 34,8 %, med 3 in 5 dni 14,0 %, med 6 in 10 dni 6,7 % ter nad 10 dni 5,9 % bolnikov z AKS.

Med bolniki s STEMI jih je 17,9 % potrebovalo vstavitve intraaortne balonske črpalke, z umetno ventilacijo smo pomagali 19,0 % bolnikov, pri 14,7 % bolnikov s STEMI je prišlo do kardiogenega šoka, dializo je potrebovalo 1,6 % bolnikov, zaradi odpovedi srca in pljuč je bilo na ECMO (ekstra-korporalna membranska oksigenacija) priključenih 0,9 %

bolnikov s STEMI. Pri bolnikih z NSTEMI je bilo 30,8 % takih, pri katerih je bilo potrebno vstaviti intraaortno balonsko črpalko, umetna ventilacija je bila potrebna pri 33,3 %, dializo je potrebovalo 1,9 % bolnikov, kardiogeni šok pa se je razvil pri 13,5 % bolnikov z NSTEMI.

Bolniki s STEMI so pogostejši v primerjavi z bolniki z NSTEMI, a so bolniki z NSTEMI v povprečju starejši, so praviloma bolj bolni in bolj ogroženi ter potrebujejo več podpore in več zdravstvene nege. Njihovo zdravljenje na KOIIM je bilo zahtevnejše, saj so v večjem deležu potrebovali vstavev aortne balonske črpalke in umetno ventilacijo, samo zdravljenje pa je bilo tudi dolgotrajnejše, na KOIIM so v povprečju bivali 3.46 dni, medtem ko so bili bolniki s STEMI na KOIIM hospitalizirani 2.68 dni. Samo trajanje umetne ventilacije pa je bilo pri bolnikih z NSTEMI in STEMI, ki so ventilacijo potrebovali, podobno, 5.38 dni pri bolnikih s STEMI in 5.54 dni pri bolnikih z NSTEMI.

Veliko bolnikov z AKS je sprejetih v intenzivne kardiološke enote, kjer ni možnosti izvajanja zahtevnejših oblik zdravljenja, ko so umetna ventilacija, vstavev intraaortne balonske črpalke, ipd. Najbolj ogroženi bolniki so sprejeti v KOIIM, manjšina med njimi potrebuje intenzivne oblike zdravljenja. Poleg ustaljenih načinov zdravljenja (medikamentozno, s pomočjo intraaortne balonske črpalke, umetne ventilacije) ima KOIIM novo pridobitev – ECMO, ki predstavlja popolno cirkulatorno in respiratorno podporo. Namen ECMO je, da pri bolniku z odpovedjo srca in pljuč za daljši čas prevzame njuno funkcijo ter omogoči njuno okrevanje.

ZAKLJUČEK

AKS predstavlja urgentno zdravstveno stanje, ki lahko ogroža človeško življenje, zato je nadvse pomembno, da tudi medicinske sestre, ki so pogosto prve v stiku z bolnikom, znajo prepoznati zgodnje simptome in znake ter pravilno ukrepajo. Pravilnemu diagnosticiranju AKS na terenu mora slediti čim hitrejša premestitev v bolnišnico, kjer je možna perkutana koronarna intervencija kot trenutno najučinkovitejša metoda zdravljenja AKS. Za kakovostno preživetje bolnika po AKS je ključno hitro in usklajeno sodelovanje vseh udeleženih v postopku obravnave bolnika od pričetka bolečine do odhoda iz bolnišnice. Na KOIIM je bilo med vsemi sprejetimi bolniki 52,8 % bolnikov z AKS. Bolnikov s STEMI je bilo 74,3 % in so bili v primerjavi z bolniki z NSTEMI (25,7 %) za 4,3 leta mlajši. Večji delež bolnikov z NSTEMI je potreboval aortno črpalko ali umetno ventilacijo.

LITERATURA

1. Achar, S.A., Kundu, S., Norcross, W.A. (2005). Diagnosis of acute coronary syndrome. *Am. Fam. Physician* 72, 1: 119-126.
2. Berkow, R., Beers, H.M., Fletcher, J.A. (2002). Veliki zdravstveni priročnik za domačo rabo. Ljubljana: Mladinska knjiga.
3. Grech, E.D., Ramsdale, D.R. (2003). Acute coronary syndrome: ST segment elevation myocardial infarction. *British Medical Journal* 326: 1379-1381. doi: 10.1136/bmj.326.7403.1379
4. Jenkins, D., Gerred, S. (2009). ECG Library. Pridobljeno 18.3.2011 na <http://www.ecglibrary.com/ecghome.html?>
5. Johnson, J.L. (2007). Matrix metalloproteinases: influence on smooth muscle cells and atherosclerotic plaque stability. *Expert. Rev. Cardiovasc. Ther.* 5, 2: 265-285.
6. Kenda, M.F., Fras, Z., Kranjec, I., Noč, M. (ur.). (2002). Akutni koronarni sindrom. Ljubljana: Združenje kardiologov Slovenije.

7. Kocijančič, A., Mrevlje, F., Štajer, D. (2005). Interna medicina. Ljubljana, Littera picta.
8. Kranjec, I. (2004). Sodobna klasifikacija akutnega koronarnega sindroma. V: Urgentna medicina. Izbrana poglavja. Enajsti mednarodni simpozij o urgentni medicini, Portorož, 9.-12. 6.2004. Bručan, A., Gričar, M., Vajd, R. (ur.). Ljubljana, Slovensko združenje za urgentno medicino.
9. Noč, M. (2008). Kaj je novega pri obravnavi bolnika z akutnim koronarnim sindromom. V: Zbornik predavanj IX. Fajdigovi dnevi, Kranjska Gora, 26.-27.10. 2007. Turk, H., Stepanović, A. (ur.). Ljubljana, Zavod za razvoj družinske medicine: 24-25.
10. Noč, M., Mohor, M., Žmavc, A., Kranjec, I., Ploj, T. (2007). Akutni koronarni sindrom. Priporočila za obravnavo v Sloveniji.
11. Rajapakse, R. (2008). Obravnava bolnikov s prsno bolečino v ambulanti družinskega zdravnika. V: Zbornik predavanj IX. Fajdigovi dnevi, Kranjska Gora, 26.-27.10. 2007. Turk, H., Stepanović, A. (ur.). Ljubljana, Zavod za razvoj družinske medicine: 17-23.
12. Sani, H.K., Xu, Y.J., Arneja, A.S., Tappia, P.S., Dhalla, N.S. (2005). Pharmacological basic of different targets for the treatment of atherosclerosis. J. Cell. Mol. Med. 9, 4: 818-839.
13. SAS Inst. Inc. (2009). The SAS System for Linux. Release 9.2 Cary, NC.
14. Smithuis, R., Willems, T. (2008). Coronary anatomy and anomalies. Prodobljeno 6.3.2011 na <http://www.radiologyassistant.nl/en/48275120e2ed5>.

NADZOR NAD ARTERIJSKIM KRVNIM TLAKOM S Poudarkom NA RAZUMEVANJU KRIVULJE ARTERIJSKEGA KRVNEGA TLAKA

Hubert Terseglav, dipl.zn; Zorica Panić, dipl.m.s.; Dženata Cerić, dipl.m.s.
Splošna bolnišnica Jesenice
Oddelek za anesteziologijo in reanimacijo
Enota intenzivne terapije operativnih strok

IZVLEČEK

Uvod: arterijski krvni tlak je osnovna hemodinamska vrednost. Prava vrednost arterijskega tlaka pomeni pravo oceno pacientovega stanja in posledično pravo nadaljnjo obravnavo. Zato je stalen nadzor krvnega tlaka v enoti intenzivne terapije ključnega pomena. Nepretrgano merjenje krvnega tlaka lahko zagotovimo edino z invazivnim (t.j. neposrednim, direktnim) merjenjem preko v žilo vstavljenega katetra, ki nam omogoči stalen monitoring tlaka (tudi srednjega in ne le sistoličnega in diastoličnega) v odvisnosti od časa, t.j. njegov potek in obliko. **Namen:** razložiti pomen monitoringa krvnega tlaka, invazivno merjenje in krivuljo arterijskega tlaka. **Metode dela:** uporabljena je bila analiza virov z namenom preučitve najpomembnejše in najnovejše literature s tega področja. **Rezultati:** sistem za monitoring tlaka sestavljata invazivni sistem (za enkratno uporabo) in elektronski sistem. Preko njiju nadzorujemo vrednost in obliko krvnega tlaka, ki ga vidimo v obliki številke in krivulje. Krivuljo sestavljajo anakrotični krak, dikrotična zarez in dikrotični krak ter je v korelaciji s krivuljo EKG-ja. Oblika krivulje je odvisna od kliničnega stanja pacienta in delovanja sistema monitoringa. **Razprava in zaključek:** Osebe mora vedeti, kaj pomeni določena oblika krivulje in znati preveriti, ali so dobljene vrednosti prave. To pomeni, da mora imeti dovolj znanja in biti dovolj usposobljeno glede ravnanja z napravami in pripomočki za invazivno merjenje krvnega tlaka.

Ključne besede: hemodinamski monitoring, invazivno merjenje, arterijski krvni tlak, krivulja arterijskega krvnega tlaka

UVOD

Nadzor nad arterijskim krvnim tlakom je nujen sestavni del osnovnega nadzora nad vitalnimi znaki, t.i. monitoringa in istočasno predstavlja osnovno hemodinamsko vrednost. Na podlagi vrednosti arterijskega krvnega tlaka in oblike krivulje arterijskega krvnega tlaka se odločamo o terapevtskih posegih, še zlasti pri kritično bolnih pacientih. Prava vrednost pomeni pravo oceno pacientovega stanja in diagnozo ter s tem ustrezno nadaljnjo obravnavo oziroma zdravljenje (Ward in Langton, 2007; McGhee in Bridges, 2002).

Invazivno, t.j. neposredno, merjenje arterijskega krvnega tlaka je edina metoda, ki nam omogoča neposredno in kontinuirano merjenje v odvisnosti od časa in ki nam podatek o tlaku posreduje tako numerično kot grafično. Zanj se odločimo, če moramo krvni tlak pri pacientu meriti kontinuirano (pogosteje kot na 5 minut). Najpogostejše indikacije so hitre spremembe krvnega tlaka pri kritično bolnih, sepsa in z njo povezana hipotenzija, hipertenzivna kriza, uporaba močnih vazoaktivnih zdravil kot sta noradrenalin in

dobutamin ter stanja, ko bi bilo neinvazivno merjenje netočno (debelost, aritmije kot je atrijska fibrilacija) (Garretson, 2004; McGhee in Bridges, 2002; Ward in Langton, 2007).

SISTEM MONITORINGA ARTERIJSKEGA KRVNEGA TLAKA

Sistem za invazivno merjenje arterijskega tlaka sestoji iz dveh delov, invazivnega in elektronskega. Invazivni del sestavljata arterijska kanila in invazivni sistem, elektronskega pa pretvornik, kabel in monitor.

Arterijska kanila je navadno iz poliuretana in ima premer G (gauge) 20 (za otroke in dojenčke uporabljamo tudi kanile s premerom G22 in G25). Predstavlja dostop do arterijskega krvnega obtoka in je narejena tako, da zaznava pulzni val, ki ga v arterijskem sistemu ustvarja krčenje levega prekata.

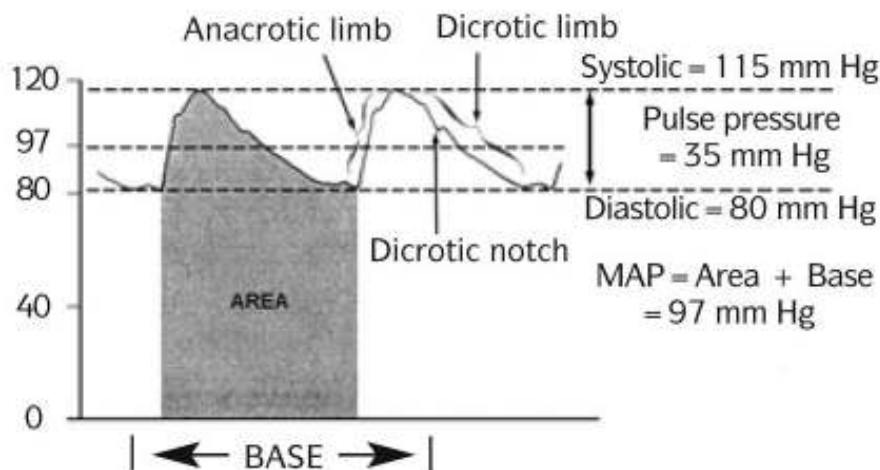
Kanilo povežemo z invazivnim sistemom za enkratno uporabo. Tekočina v sistemu prenese mehanični signal, ki ga ustvarja pulzni val, do pretvornika.

Pretvornik predstavlja povezavo med invazivnim in elektronskim sistemom. V njem je membrana, ki se premika odvisno od mehničnega signala, ki do njega pripotuje po invazivnem sistemu, pretvornik pa to gibanje nato pretvori v električni signal.

Električni signal nato potuje po kablu do monitorja, v katerem ga mikroprocesor pretvori v uporabniško prijazen prikaz – analogno krivuljo oziroma digitalen zapis vrednosti (McGhee in Bridges, 2002; Ward in Langton, 2007; Imperial-Perez in McRae, 2002).

KRIVULJA ARTERIJSKEGA KRVNEGA TLAKA

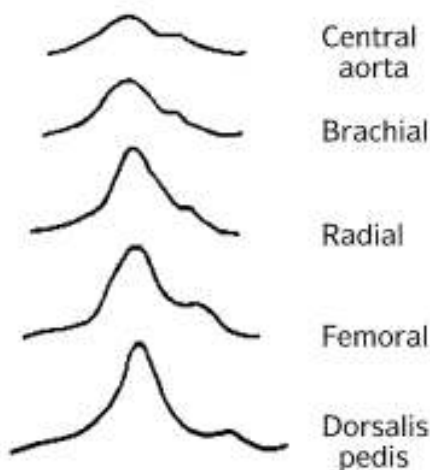
Krivulja arterijskega krvnega tlaka (Slika 1), ki jo vidimo na monitorju, je grafični prikaz pulznega vala, ki ga zaznava arterijska kanila. Sestavljajo jo naraščajoči del ali anakrotični krak, zaobljeni ali anakrotični vrh ter padajoči del ali dikrotični krak z dikrotično zarezo. Anakrotični krak predstavlja pulzni val, ki ga ustvarja krčenje levega prekata, anakrotični vrh pa predstavlja premik volumna krvi mimo kanile. Dikrotična zareza predstavlja retrogradni tok, do katerega pride ob zapiranju aortne zaklopke. Mesto dikrotične zareze je odvisno od tega, kdaj v srčnem ciklusu pride do zapiranja aortne zaklopke. Dikrotična zareza torej odraža konec sistole, preostali del dikrotičnega kraka pa pomeni diastolo. Sistolični tlak merimo na skrajnem zgornjem delu krivulje, diastoličnega pa na skrajno spodnjem. Srednji arterijski tlak monitor izračuna tako, da celotno površino pod enim valom krivulje deli z njegovo dolžino (McGhee in Bridges, 2002; Garretson, 2004).



Slika 1. Deli arterijske krivulje (McGhee in Bridges, 2002).

Ker je pulzni val posledica delovanja srca, morata biti krivulja EKG-ja in krivulja arterijskega krvnega tlaka v korelaciji. Kadar torej pride do anomalije pri EKG (če ni artefakt) kot na primer ekstrasistola, moramo deviacijo videti tudi na krivulji arterijskega krvnega tlaka (Garretson, 2004). Anakrotični krak mora slediti QRS kompleksu, dikrotična zarez pa T zobcu.

Oblika krivulje je odvisna tudi od mesta vstavitve arterijske kanile (Slika 2). Distalneje ko je vstavljena kanila, bolj strm in ozek postaja anakrotični krak, dikrotična zarez pa je vidna nižje na dikrotičnem kraku in vedno manj izrazita. Če krvni tlak merimo bolj distalno, je torej vrednost sistoličnega tlaka višja, kot če bi ga merili bolj centralno. Vrednosti sistoličnega in diastoličnega krvnega tlaka se spreminjajo glede na mesto meritve, medtem ko vrednost srednjega arterijskega tlaka ostaja relativno nespremenjena (McGhee in Bridges, 2002; Imperial-Perez in McRae, 2002).



Slika 2. Oblika krivulje glede na mesto vstavitve kanile (McGhee in Bridges, 2002)

Mignini, Piacentini in Dubin (2006) so ugotavljali, da ni statistično pomembnih razlik v vrednostih srednjega krvnega tlaka, izmerjenega v radialni in femoralni arteriji, tudi če gre za kritično bolne paciente, ki prejemajo visoke doze vazoaktivnih zdravil, in da torej kanile ni potrebno vstavljati v femoralno arterijo. Galluccio, Chapman in Finnis (2009) so nasprotno ugotavljali sistemske razlike v vrednosti srednjega krvnega tlaka, izmerjenega v

radialni oziroma femoralni arteriji, in da je zato pri nekaterih kritično bolnih pacientih femoralna arterija primernejša za vstavev kanile.

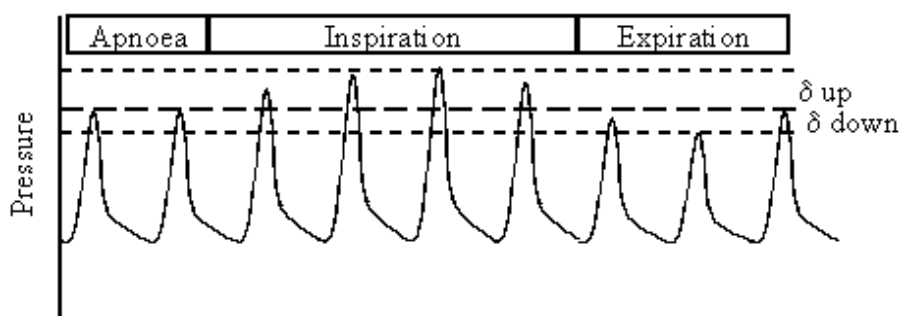
Oblika krivulje odraža klinično stanje pacienta. Na primer, če je pacient hipovolemičen, do zaprtja aortne zaklopke pride kasneje in je zato dikrotična zareza nižje na dikrotičnem kraku (McGhee in Bridges, 2002). Če pacient prejema visoke doze vazodilatatorjev, je krivulja videti bolj »centralna«, pri vazopresorjih pa je zaradi povečanega upora v perifernem žilju videti bolj »distalna« (Imperial-Perez in McRae, 2002).

VPLIV DIHANJA NA OBLIKO KRIVULJE ARTERIJSKEGA KRVNEGA TLAKA

Med spontanim dihanjem se pri inspiriju tlak v prsnem košu zniža, zaradi česar (zaradi odliva krvi v pljučno žilje pride manj krvi v levo srce in zato je utripni volumen nižji) je sistolični pritisk med inspirijem posledično za 3 do 10 mm Hg nižji (Headley, 2002).

Če je razlika med inspirijem in ekspirijem višja od 10 mm Hg, govorimo o pulznem paradoksu. Pri pulznem paradoksu moramo posumiti na tamponado srca, restriktivni perikarditis in pljučno embolijo, poleg tega pa je prisoten tudi, kadar ima pacient KOPB ali srčno popuščanje (Headley, 2002; McGhee in Bridges, 2002).

Kadar je pacient umetno ventiliran, se tlak v prsnem košu med inspirijem zviša, zaradi česar je vrednost sistoličnega tlaka med inspirijem višja (Slika 3). Vrednost krvnega tlaka moramo zato beležiti ob koncu ekspirija (McGhee in Bridges, 2002).



Slika 3. Nihanje tlaka pri umetno ventiliranem pacientu (Gomersall in Ramsay, 2011).

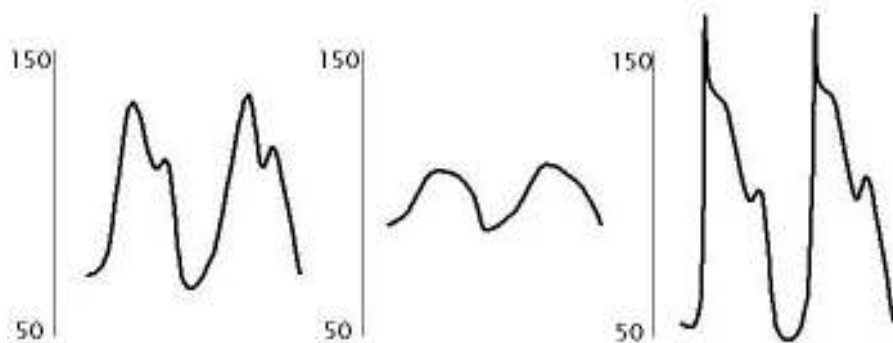
DUŠENJE

Vsak sistem za hemodinamski monitoring (invazivni sistem skupaj s pretvornikom) ima svoj lasten dinamični odziv. Dinamični odziv sestavljata dve komponenti, ki vplivata na točnost prikaza dejanskega krvnega tlaka, in sicer naravna frekvenca in koeficient dušenja. Naravna frekvenca pomeni, kako hitro vibrira sistem, to je kolikšno število oscilacij na sekundo (merjeno v hercih – Hz) ustvarja, ko prejme signal, ki ga povzroči pulzni val. Koeficient dušenja pomeni, kako hitro sistem zaduši oscilacije, ki jih je tak signal povzročil (McGhee in Bridges, 2002; Imperial-Perez in McRae, 2002).

Vsak sistem monitoringa je dušen, saj dušenje upočasni hitrost signala med pacientom in pretvornikom. Brez dušenja bi se vibracije nadaljevale v nedogled in ne bi mogli posneti

prave krivulje. Sistemi so lahko nad dušeni (navadno rečemo le dušeni) in pod dušeni. Če je krivulja videti pod- ali nad dušena, to lahko pomeni, da sistem monitoringa deluje neustrezno, lahko pa gre tudi za odraz dejanskega kliničnega stanja. Če je dinamični odziv sistema slabši, to sicer (lahko) zelo vpliva na izmerjene vrednosti sistoličnega in diastoličnega krvnega tlaka, medtem ko ne vpliva toliko na srednji arterijski tlak (Garretson, 2004; McGhee in Bridges, 2002; Ward in Langton, 2007).

Pri nad dušenih sistemih krivulja izgubi svoje značilnosti in je videti preveč ravna brez jasno izražene dikrotične zareze, pod dušena krivulja pa je zelo strma in kaže (pre) visoke vrednosti sistoličnega oziroma (pre) nizke vrednosti diastoličnega tlaka (Slika 4) (McGhee in Bridges, 2002).



Slika 4. Normalna, naddušena in poddušena krivulja (Gomersall, 2011)

Dušena krivulja je navadno posledica težav z arterijsko kanilo ali invazivnim sistemom oziroma pretvornikom. Vzrok za to so lahko zračni mehurčki v sistemu, ki zadušijo mehanski signal, kri v sistemu, okluzija v sistemu, premehka kanila ali premehak sistem (Garretson, 2004; McGhee in Bridges, 2002; Ward in Langton, 2007). Je pa naddušena krivulja lahko tudi posledica aortne stenoze, vazodilatacije ali pa nizkega minutnega volumna srca zaradi kardiogenega šoka, sepse, hude hipovolemije (McGhee in Bridges, 2002).

Da je krivulja poddušena zaradi kliničnega stanja, pa moramo pomisliti, kadar gre pri pacientu za hipertenzijo, aterosklerozo, vazokonstrikcijo, aortno insuficienco ali pa za hiperdinamično stanje, kot je na primer vročina (McGhee in Bridges, 2002).

PREVERJANJE DELOVANJA MONITORINGA

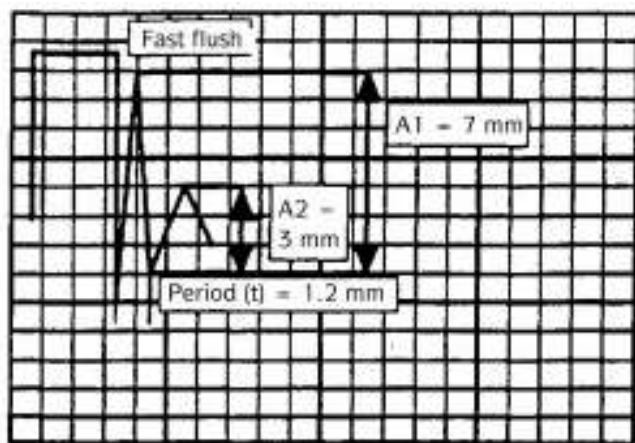
Če želimo ugotoviti, ali sistem monitoringa prikazuje prave vrednosti pacientovega tlaka, moramo preveriti njegovo delovanje, t.j. njegov dinamični odziv. Šele ko ugotovimo, da sistem deluje ustrezno, vemo, da krivulja na ekranu prikazuje dejansko sliko pacientovega stanja (Imperial-Perez in McRae, 2002; McGhee in Bridges, 2002).

Višja kot je naravna frekvenca (F_n), boljši je dinamični odziv. Preverimo jo tako, da izvedemo test kvadrataste krivulje, tako da na hitro prebrizgamo sistema. Kvadratasti val in njemu sledeče oscilacije natisnemo na milimetrski papir (Slika 5) in izmerimo razdaljo med prvima dvema oscilacijama (njunima vrhoma). Nato izračunamo naravno frekvenco po naslednji formuli:

$$F_n = \frac{\text{hitrost papirja (v mm/s) – standardna hitrost 25 mm/s}}{\text{razdalja med dvema oscilacijama}}$$

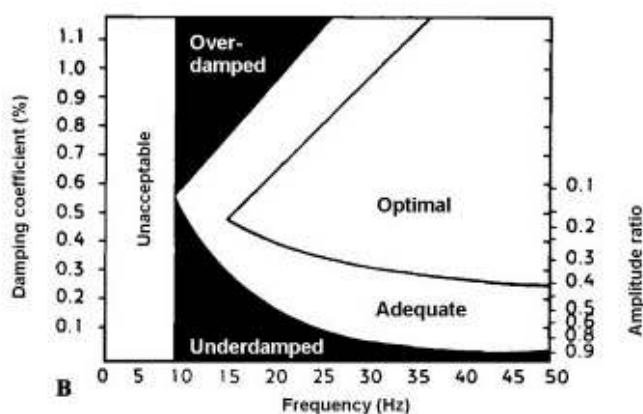
Koeficinet dušenja (A) preverimo indirektno, tako da izračunamo razmerje amplitud prvih dveh oscilacij po formuli:

$$A = \frac{A_1 \text{ (1. oscilacija)}}{A_2 \text{ (2. oscilacija)}}$$



Slika 5. Merjenje razdalje in amplitude med oscilacijama (McGhee in Bridges, 2002)

Na grafu, ki prikazuje naravno frekvenco v odvisnosti od faktorja dušenja (Slika 6), vrednost F_n zabeležimo na osi X, vrednost A pa na osi Y ter določimo presečišče obeh vrednosti, na podlagi katerega ugotovimo, ali sistem pravilno posnema hemodinamsko krivuljo (deluje optimalno, ustrezno), ali pa je dušen (McGhee in Bridges, 2002).



Slika 6. Graf za ugotavljanje dinamičnega odziva (McGhee in Bridges, 2002)

Če nimamo možnosti tiskanja, je indikator, da sistem po vsej verjetnosti deluje ustrezno, če kvadratastemu valu sledita vsaj dve oscilaciji in če je razmerje med njima vsaj 3 : 1 (Gomersall, 2011). Če so oscilacije, ki sledijo kvadratastemu valu, neizrazite ali jih splohni, je sistem naddušen (McGhee in Bridges, 2002).

Poleg tega lahko sistem, če sumimo da je poddušen, preizkusimo tudi bolj preprosto: na ud, na katerem merimo tlak namestimo manšeto za merjenje tlaka in jo napihujemo toliko časa, dokler krivulja arterijskega krvnega tlaka na monitorju ni povsem ravna; nato manšeto počasi spuščamo, da na monitorju vidimo zgolj rahlo pulziranje – vrednost, ki jo tedaj kaže manometer, je prava vrednost arterijskega krvnega tlaka (Gomersall, 2011).

OPTIMIZIRANJE DELOVANJA SISTEMA

Sami lahko izvedemo več ukrepov, da zagotovimo optimalno delovanje sistema. Ob vstavitvi katetra v arterijo moramo natančno določiti ničelno točko. Ponovno umerjanje, t.j. določanje ničelne točke, ni več potrebno tako pogosto kot nekoč, saj današnji pretvorniki za enkratno uporabo zagotavljajo natančno kalibracijo in zelo majhno odstopanje od ničelne vrednosti ter skorajda ne vplivajo več na točnost meritev. Uporabljati moramo sistem, ki ni predolg (največ 122 cm), dovolj rigiden in z dovolj širokim lumnom ter mu ne smemo dodajati podaljškov in petelinčkov. Preverjati moramo, ali so vsi spoji trdno zaprti. V sistemu ne sme biti nobenega mehurčka zraka ali katere druge tekočine razen fiziološke raztopine. Nastanek krvnega strdka preprečujemo tako, da skrbimo, da je manšeta konstantno napihnjena na 300 mm Hg in da je dovolj tekočine za prebrizgavanje. Tako zagotovimo neprestano prebrizgavanje s hitrostjo od 2 do 4 ml/h. Gambey in Benett (1995, cit. po Garretson, 2004) sta ugotavljala, da ni razlike v incidenci nastanka strdkov pri uporabi mešanice z dodatkom heparina ali brez njega, če sistem oziroma kanilo redno prebrizgavamo. Poskrbimo, da ne pride do preknikanja katetra, tako da je ekstremiteta pacienta, v katero je vstavljena kanila, v primernem položaju. Poleg tega moramo redno primerjati vrednosti, ki jih dajeta invazivno in neinvazivno merjenje in ustrezno ukrepati, če pride do prevelikih odstopanj. Sistem in njegovo delovanje moramo preveriti vsaj dva do tri krat v dnevu ter ob vsakem sumu na težave (Garretson, 2004; McGhee in Bridges, 2002; Ward in Langton, 2007).

RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK

Najnovejši članki o invazivnem merjenju arterijskega tlaka, ki so bili uporabljeni v tem prispevku, si v ničemer ne nasprotujejo, pač pa se medsebojno dopolnjujejo. Avtorji so si enotni, da mora zdravstveno osebje, ki se dnevno srečuje z invazivnim merjenjem arterijskega krvnega tlaka, vedeti, kaj vse se da razbrati iz krivulje arterijskega tlaka in kaj vse lahko vpliva na natančnost meritev. Poleg tega mora biti usposobljeno, da neprekinjeno zagotavlja optimalno delovanje naprav in pripomočkov za izvajanje nadzora nad arterijskim krvnim tlakom. Vrednost arterijskega krvnega tlaka je namreč zelo pogosto ključnega pomena pri odločanju glede nadaljnjih posegov pri pacientu, zato se mora osebje zavedati, da je za celostno oskrbo pacienta ob vrednosti, ki jih dobi iz naprav za nadzor vitalnih funkcij, vedno potrebno upoštevati klinično stanje pacienta.

LITERATURA

1. Galluccio ST, Chapman MJ, Finnis ME. Femoral-radial arterial pressure gradients in critically ill patients. *Crit Care Resusc* 2009; 11 (1): 34-8.
2. Garretson S. Haemodynamic monitoring: arterial catheters. *Nursing standard* 2004; 19 (31): 55-64.

3. Gomersall C. Functions of monitoring. Dostopno na:
<http://www.aic.cuhk.edu.hk/web8/haemodynamic%20monitoring%20intro.htm>(20.3.2011).
4. Gomersall C, Ramsay S. Hemodynamic monitoring. Dostopno na:
http://www.aic.cuhk.edu.hk/web8/haemodynamic_monitoring.htm#apm (20.3.2011).
5. Headley JM. Invasive Hemodynamic monitoring: physiological principles and clinical applications. Irvine: Edwards Lifesciences; 2002: 29-30.
6. Imperial-Perez F, McRae M. Arterial pressure monitoring. Crit Care Nurse 2002; 22 (1): 70-72.
7. McGhee BH, Bridges ME. Monitoring arterial blood pressure: what you may not know. Crit Care Nurse 2002; 22 (2): 60-79.
8. Mignini MA, Piacentini E, Dubin A. Peripheral arterial blood pressure monitoring adequately tracks central arterial blood pressure in critically ill patients: an observational study. Crit Care 2006; 10 (2): R43.
9. Ward M, Langton JA. Blood pressure measurement. Cont Edu Anaesth Crit Care & Pain 2007; 7(4): 122-126.

NADZOR NAD CENTRALNIM VENSKIM PRITISKOM S POUDARKOM NA RAZUMEVANJU KRIVULJE CENTRALNEGA VENSKEGA PRITISKA

Klavdij Žnidaršič, viš.med.teh.
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok

IZVLEČEK

V članku je opisan pomen poznavanja centralnega venskega pritiska, merjenje in seznam podatkov, ki lahko pokažejo na hemodinamsko stanje pacienta. Prikazane so normalne, povišane in znižane vrednosti centralnega venskega pritiska. Opisana je krivulja, njena oblika in rezultati študije, ki pokažejo vpogled v bolnikovo stanje glede odločitve vnosa tekočin.

Ključne besede: centralni venski pritisk, hemodinamski monitoring, krivulja centralnega venskega pritiska

UVOD

Za postavitev medicinske diagnoze in zdravljenje je zelo pomemben invazivni nadzor hemodinamsko nestabilnega bolnika. Invazivni monitoring omogoča prikaz določenih spremenljivk s poseganjem v pacientovo telo. Omogoča neprekinjen prikaz zelenih spremenljivk. Kadar gre za povezavo katetrov (uvedenih v žilje) s specifično aparaturo, govorimo o hemodinamskem monitoringu, vrednosti pa imenujemo hemodinamske spremenljivke (Kodila, 2008). Eden od načinov izvajanja hemodinamskega nadzora je tudi merjenje centralnega venskega pritiska (CVP), ki odraža desni prekatni polnitveni pritisk oziroma polnitev desnega prekata in je odvisen od volumna cirkulirajoče krvi, žilnega tonusa in srčne funkcije (Jevon in Ewens, 2007).

POMEN CENTRALNEGA VENSKEGA PRITISKA

Pritisk krvi v centralnih venah prsnega koša imenujemo centralni venski pritisk (v nadaljevanju CVP). Je krvni tlak ob vtočišču vene cave v desni preddvor in je soodnosni s pritiskom krvi v desnem preddvoru in odvisen od volumna cirkulirajoče krvi in potisne sile srca. Velike vene prsnega koša, trebuha in zgornjih okončin predstavljajo raztegljiv rezervoar za večino krvnega volumna, zato je CVP odvisen tako od krvnega volumna, kot tudi od napetosti stene teh žil. Nanj vpliva še funkcijska kapaciteta desnega srca, zato govorimo o tlaku v zgornjem venskem sistemu velikih ven in desnem atriju.

Z meritvami CVP-ja dobimo podatek o tekočinski bilanci pacienta, hkrati pa se s pomočjo centralnega venskega katetra lahko izvaja popolna parenteralna prehrana, merjenje CVP-ja, dajanje zdravil, odvzem krvnih vzorcev (izjemoma) in dajanje krvnih pripravkov - sveže zmrznjena plazma, levkociti, trombociti (izjemoma polna kri in koncentrirani eritrociti), (Kodila, 2008).

Vstopna mesta za centralni venski kateter so vena subklavija, vena jugularis (interna, eksterna), vena femoralis in vene v kubitalnem področju (vstavitev flebokatetra). (Kodila, 2008). Centralni venski kateter (v nadaljevanju CVK) uvede zdravnik, dostop na veni cubitalis pa lahko izvede MS/ZT z več izkušnjami, seveda po navodilu zdravnika.

CVP merimo na distalnem kraku CVK-ja, katerega konica leži v desnem atriju ali v centralni veliki veni. Merjenje CVP med anestezijo je potrebno takrat, ko med operativnim posegom pričakujemo velike premike tekočin: operacija srca in ožilja, večje operacije v trebuhu, velike poškodbe - politravme, obsežne opekline, hormonsko aktivni tumorji, pri dolgotrajnih posegih, četudi je pacient zdrav, npr. plastična in rekonstruktivna kirurgija.

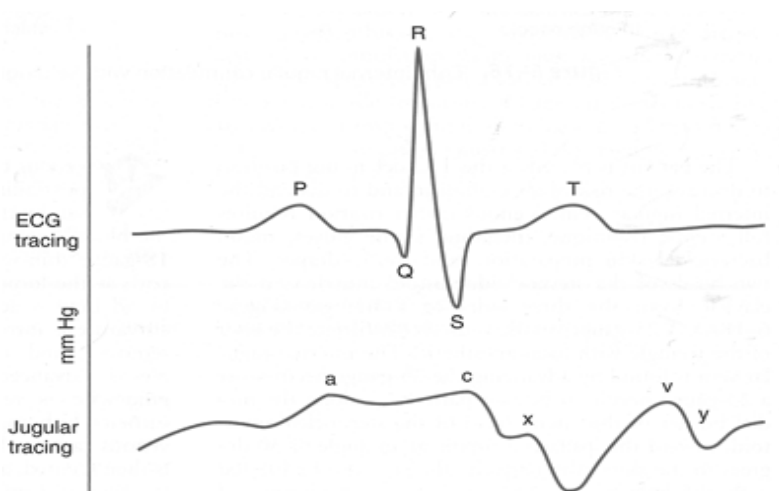
KAKO MERIMO CVP

CVP lahko merimo z manometersko cevko, t.j. klasična tekočinska manometrija in z merjenjem preko monitorja (hemodinamska metoda).

Boljše rezultate dobimo pri meritvah preko monitorja z invazivnim merjenjem, hemodinamsko metodo, saj nam ta omogoča kontinuirano merjenje CVP-ja. Je zanesljivejši kazalec vrednosti CVP-ja v primerjavi s tekočinsko dobljeno vrednostjo. Vrednosti so izražene v mmHg (1mm Hg=0,75 cm H₂O), med merjenjem ni potrebno prekinjati dajanja ostalih raztopin, kar je pomembno pri vazoaktivnih učinkovinah (Kodila, 2008).

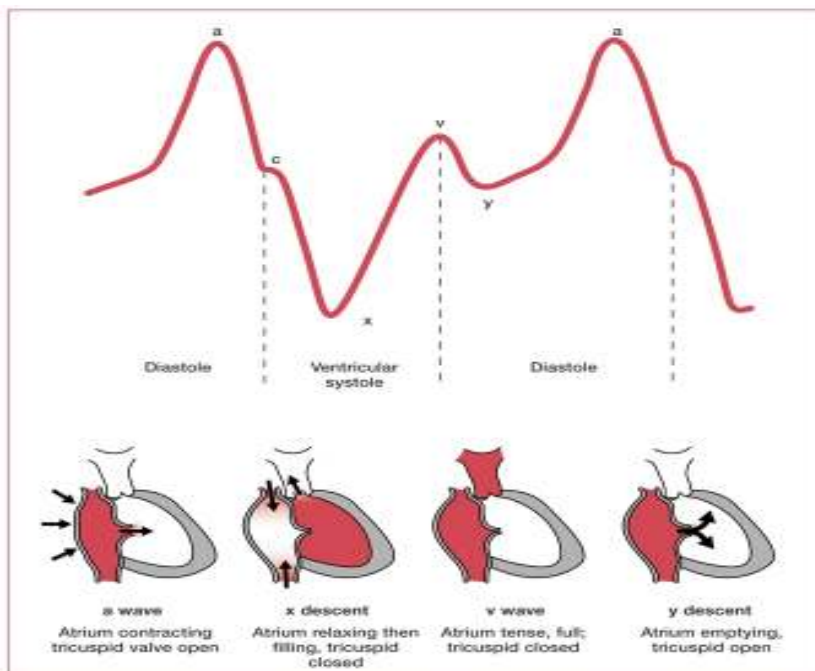
KRIVULJA CVP

CVP je direkten odraz delovanja desnega srca. Pri meritvah z invazivnim merjenjem, ki je grafično in numerično prikazan v obliki krivulje na monitorju, se normalna vrednost CVP kaže v treh pozitivnih valovih imenovanih: a, c, v ter dvema negativnima valoma označenima z x in y (Slika 1). Valovi so posledica vtekanja in iztekanja krvi iz desnega preddvora in se ujemajo z različnimi fazami srčne akcije in EKG krivulje. Oblika krivulje se razlikuje pri sistoli in diastoli.



Slika 1. Povezava CVP krivulje in EKG ritma (Central Venous, 2005)

Oblika CVP krivulje je odvisna od več faktorjev kot so: srčna frekvenca, motnje v prevodnem sistemu srca, motnje v delovanju srčnih zaklopk, sprememb v raztegljivosti desnega prekata (Slika 2).



Slika 2: Oblike valov CVP krivulje (Jevon in Ewens, 2007)

Pozitiven A val nastane zaradi povečanega pritiska v preddvoru med krčenjem desnega preddvora. Trikuspidalna zaklopka je odprta, na EKG zapisu ga povežemo s P valom.

Pozitiven C val nastane zaradi rahlega dviga trikuspidalne zaklopke v desni preddvor v zgodnjem obdobju krčenja prekata. Trikuspidalna zaklopka je zaprta, na EKG zapisu ga povežemo s koncem QRS segmenta.

Negativen X val nastane kot posledica gibanja prekata med sistoličnim krčenjem, na EKG zapisu se pojavi pred valom T.

Pozitiven V val nastane zaradi pritiska, ki se tvori zaradi polnenja desnega preddvora s krvjo, pri tem je trikuspidalna zaklopka zaprta. Na EKG zapisu se pojavi na koncu T vala.

Negativen Y val nastane, ko se trikuspidalna zaklopka odpre med diastolo in kri teče v desni prekat, na EKG zapisu se pojavi pred valom P (Central Venous, 2005).

Pri bolnikih z atrijsko fibrilacijo izpade a val CVP krivulje. Pri tamponadi srca, kjer je pritisk povišan pa bo vidna odsotnost y vala.

VREDNOSTI CVP

Pri spontanem dihanju je normalna vrednost od +4 do +8 cm H₂O oz. 3-6 mm Hg. Pri mehanskem dihanju pa je 4-10 enot višji, kar je odvisno od načina predihavanja (Kodila, 2008). Pritiski od 12-20 cm H₂O kažejo na povečane vrednosti. Nad 20 cm H₂O pa kaže

na slabost miokarda.

Zvišan CVP je znak prenapolnjenosti ven, zastoja v venah, ki nastane zaradi popuščanja desnega srca, povečanega priliva krvi v srce in povečanja zunajsrčnega tlaka (tamponada osrčnika, pnevmotoraks, KOPB in umetna ventilacija) (Vintar, 1994).

Znižana vrednost CVP-ja kaže na hipovolemijo (izguba krvi in plazme), septični ali hemoragični šok in prekomerno dilatacijo venskega sistema zaradi predoziranja z barbiturati (Vintar, 1994).

MS/ZT morajo poznati normalne vrednosti in se zavedati pomena pravočasnega obveščanja zdravnika ob odklonih od normale.

REZULTATI ŠTUDIJE

Študija iz leta 2008, ki so jo objavili na oddelku za pljučne bolezni univerze Thomas Jefferson, kjer je bilo v 24 študijah meritev CVP vključenih 803 pacientov, je pokazala, da se CVP uporablja povsod po svetu za usmerjanje tekočinske terapije pri hospitaliziranih pacientih, vendar lahko prikaže napačen pristop pri odločitvi glede razmerja med CVP in volumnom krvi, saj se vrednost CVP ne sme uporabljati za klinično odločitev glede vnosa tekočin (Marik et al., 2008).

Študije kažejo da je CVP samo v 50% kazatelj hemodinamskega bolnikovega stanja. Boljša metoda je uvedba SWG katetra, PICCO, LiDCO, VIGILEO. Slednji trije pokažejo tudi druge srčne spremenljivke pacientovega hemodinamskega stanja (Marik et al., 2008). Naštete metode so manj invazivne od ostalih metod, z njimi pa se dobi boljše rezultate pri pacientih, ki potrebujejo invazivne meritve v času njihovega zdravljenja.

RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK

Pri pregledu literature smo spoznali pomen poznavanja CVP vrednosti pri celostni obravnavi pacienta, posebej tistih ki potrebujejo zdravljenje v enotah intenzivne nege in terapije. Spoznali smo katera so vstopna mesta za uvedbo CVK katetra in meritve, ki jih izvajamo glede na lego konice katetra, bolezenska stanja in operativne posege pri katerih je potrebna izvedba te invazivne metode za pridobivanje podatkov o pacientovem stanju.

V prispevku je bila podrobneje opisana in prikazana krivulja CVP z različnimi fazami, ki se ujemajo z akcijo EKG krivulje. Obe krivulji pri svojem delu vsakodnevno opazujemo na monitorju, tako dobljene podatke pa moramo poznati v normalnih vrednostih, o spremembah pa obveščati zdravnika, saj smo enakovreden član zdravstvenega tima, ki strokovno sodeluje pri celostni obravnavi pacienta tudi z razvojem sodobne in kakovostne zdravstvene nege bolnika.

Kljub temu, da smo z rednimi CVP meritvami poskušali dobiti vpogled v pacientovo stanje glede vnosa tekočin, smo kljub razvoju stroke in poznavanju patologije ugotovili, da se dobljene informacije o vrednosti CVP-ja ne sme uporabljati kot verodostojne, saj nas stroke in izkušnje učijo drugače.

LITERATURA

1. Central Venous Pressure Waveforms. University of Virginia. School of Medicine. Virginia: 2005. Dostopno na:
<http://www.healthsystem.virginia.edu/internet/anesthesiologyelective/cardiac/cvpwave.cfm>
(05. 04. 2011).
2. Jevon P, Ewens B (2007). Monitoring the critically ill patient. 2nd ed. Oxford, Malden: Blackwell publishing, 110 - 48.
3. Kodila V (2008). Osnovni vodnik po kirurški enoti intenzivnega zdravljenja: priročnik za medicinske sestre in zdravstvene tehnike. Ljubljana: Univerzitetni Klinični Center.
4. Marik PE, Baram M, Valhid B. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven mares. Chest. 2008. Jul. 134(1): 172-8.
5. Vintar N (1994a). Hemodinamski monitoring. V: 2. tečaj FEEA, Podiplomsko izobraževanje iz anesteziologije, Portorož, 8.-10. april 1994. Ljubljana: Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok, Slovensko združenje za anesteziologijo in intenzivno medicino, Katedra za anesteziologijo in reanimatologijo, 271-284.

NOVI PRISTOPI IN APARATURE ZA IZVAJANJE HEMODINAMSKEGA MONITORINGA

Asim Kenjar, dipl. zn.
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok

IZVLEČEK

Merjenje minutnega volumna srca je del nadzora delovanja obtočil pri zdravljenju kritično bolnih pacientov. Prispevek opisuje in primerja merilne tehnike merjenja minutnega volumna srca in drugih hemodinamskih spremenljivk. Opisane so merilne tehnike ki so v uporabi na Kliničnem oddelku za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok UKC Ljubljana.

Ključne besede: minutni volumen srca, metode, merjenje, natančnost

UVOD

Srčno funkcijo in stanje obtoka lahko ocenimo z več neinvazivnimi ali invazivnimi metodami. Zaradi hemodinamske nestabilnosti moramo pri kritično bolnih hemodinamske spremenljivke meriti nepretrgano ali pa meritve pogosto ponavljati. Pomen in vrednost posamezne metode ocenjujemo po tem, kako zanesljivo in natančno lahko z njo opredelimo polnitev, minutni volumen srca (MVS) in njegovo zadostnost.

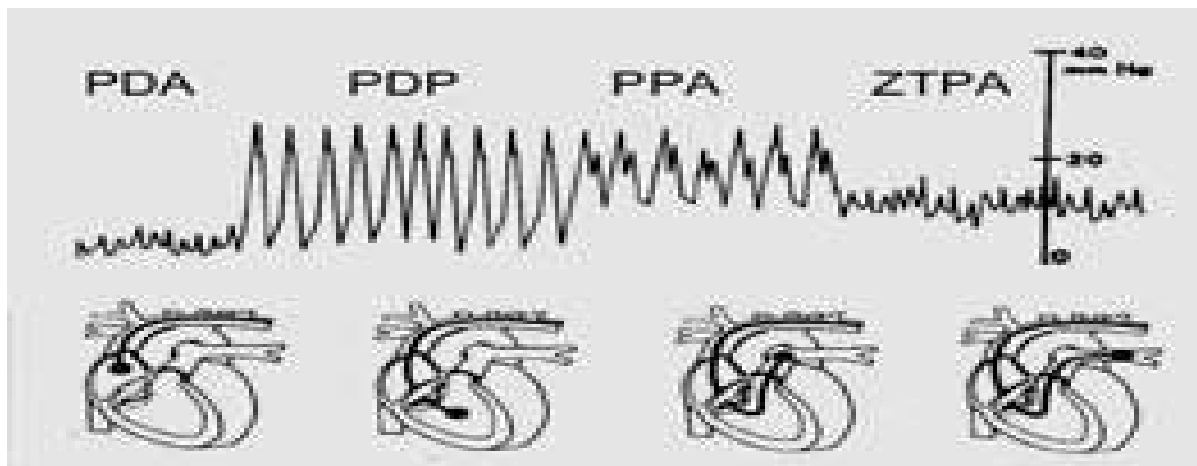
Preden se odločimo za eno izmed hemodinamskih metod je potrebno narediti začetno hemodinamsko oceno. Začetna hemodinamska ocena temelji na anamnestičnih podatkih, kliničnem pregledu, elektrokardiogramu, rentgenu prsnih organov in plinski analizi arterijske krvi. V zadnjem času se vse bolj pogosto naredi tudi transtorakalni ultrazvočni pregled srca. Idealna merilna tehnika za merjenje MVS bi morala biti neprekinjena, samodejna, samoumerljiva, neinvazivna, natančna, objektivna, enostavna in cenovno sprejemljiva. Poskusi zadovoljiti vse kriterije idealne merilne tehnike so pripeljali do razvoja številnih merilnih tehnik.

PLJUČNI ARTERIJSKI KATETER (PAK)

V klinično prakso sta kateterizacijo pljučne arterije uvedla Swan in Ganz leta 1970. Od takrat se je uporaba te metode močno razširila, tako da se je samo v ZDA letno uporabi nekje med 1 do 2 milijon katetrov. V Evropi pa se je uporaba PAK-a nekoliko manjša in se od države do države giblje med 4,1-29,4% (Bridges, Woods, 1993).

PAK vstavimo preko vodila za PAK, ki ga poprej vstavimo v veliko veno v aseptičnih pogojih. Najprimernejša žilna pristopa za vstavitve katetra sta leva vena subklavija in desna notranja jugularna vena, saj je v njih zaradi anatomskih razmer namestitvev PAK-a najenostavnejša (Bridges, Woods, 1993). Namestitvev katetra v eno izmed pljučnih arterij nam omogoča z zrakom napihnjeni balonček na konici katetra. Balonček zagotavlja, da ob

napredovanju konica katera plava s tokom krvi skozi desni preddvor v desni prekat in v pljučno arterijo. Med vstavljanjem PAK-a moramo neprekinjeno meriti in opazovati na zaslonu krivuljo tlaka na konici katetra, s tem se orientiramo o trenutni legi katetra (slika 1). Sprotno spremljanje je potrebno tudi zato, da takoj ugotovimo, kdaj kateter zaide v zagozditveni položaj ali pa v desni prekat. V prvem primeru bi lahko prišlo (v skrajnem primeru) do pljučnega infarkta, v drugem primeru pa do prekatnih motenj srčnega ritma.



Slika 1. Krivulje, značilne za posamezne dele obtočil, skozi katere potuje PAK (Mirković, 2007).

Konica PAK-a se med napredovanjem zagozdi v eni izmed pljučnih arterij. Ob zagozditvi se tok krvi distalno od mesta zagozditve vstavi, zato se tlaki distalno od mesta zagozditve izenačijo. Krivulja tlaka na končni odprtini katetra v trenutku zagozditve zato zelo dobro odražajo krivuljo tlakov v levem preddvoru (Weed, 1991; O'Quin R, Marini, 1983).

Na merjenje zagozditvenega tlaka pljučne arterije (ZTPA) lahko vpliva tlak v dihalnih poteh, kadar je večji kot v delu pljučnega žilja, preko katerega izvajamo našo meritev. V primeru, ko bolnika nadzorovano predihavamo in se tlak v dihalnih poteh močno poveča, bodisi zaradi patološko spremenjene mehanike dihalnega sistema (velik notranji pozitivni tlak ob koncu izdiha), bodisi zaradi nepravilno izbranih spremenljivk predihavanja z ventilatorjem (velik dihalni volumen, velik zunanji PEEP), se lahko zapis ZTPA močno spremeni in popači ned mehanskim vdihom. V tem primeru nam odbrani zagozditveni tlak v pljučni arteriji ne podaja pravih vrednosti polnitvenega tlaka za levi preddvor in levi prekat (Sharkey, 1987).

Da se izognemo potencialnim nepravilnostim moramo v vsakodnevni klinični praksi upoštevati naslednja načela:

- položaj PAK-a vedno preverimo z rentgensko sliko;
- nikoli ne napihnemo balončka z več kot 1 ml zraka oz. kolikor je označeno na priloženi brizgalki;
- PAK-a ne prebrizgavamo v zagozditvenem položaju;
- zelo pogoste meritve ZTPA-ja niso zaželeno, namesto tega raje spremljajmo pljučni arterijski diastolni tlak;
- posamezna meritev ZTPA-ja ne sme trajati več kot 10 sekund;
- balonček se mora izprazniti sam, zrak ne smemo posrkati iz balončka;

- če ugotovimo, da je balonček počil, kateter zamenjamo.

HEMODINAMSKE SPREMENLJIVKE, KI JIH DOBIMO S PAK-OM

PAK ima na konici tipalo za temperaturo, ki omogoča merjenje minutnega volumna srca (MVS) z metodo termodilucije. MVS merimo tako, da vbrizgamo odmerek hladne tekočine skozi bližnjo odprtino katetra. Računalnik z termodilucijo izračuna MVS na temelju časovnega poteka spremembe temperature na konici katetra. Novejši PAK-i za nepretrgano merjenje MVS-a (Vigilance, Edwards) pa imajo na končnem delu katetra 150 mm dolg zavoj bakrene žice, ki se vsakih 50 sekund s pomočjo električnih impulzov segreva, med tem pa tipalo na konici katetra meri hitrost ohlajevanja krvi, ki je proporcionalna pretoku krvi (MVS) (Mueller, Chatterjee, Davis et al., 1998).

Podatki, izmerjeni s pomočjo PAK-a (PAT, ZTPA, OVT in MV), nam skupaj s podatki o sistemskem arterijskem tlaku, koncentraciji hemoglobina ter delnem tlaku kisika v arterijski in mešani venski krvi omogoča izračunavanje hemodinamskih spremenljivk in spremenljivk oskrbe tkiv s kisikom.

ZAPLETI VSTAVITVE PAK-A

Zgodnji zapleti povezani z vstavitvijo osrednjega venskega katetra, sta najpogostejša zlasti vbod v arterijo (3-9%) in pnevmotoraks (0,5-1,5%). Najpogostejši pozni zapleti vstavitve PAK-a, pa je vnetje (okoli 5%). Med zapleti, povezanimi z vstavitvijo PAK-a, so zelo pogoste zlasti nenevarne motnje srčnega ritma (do 50%), ki jih pogosto ni potrebno zdraviti, medtem, ko se resni zapleti pojavljajo s pogostostjo med 0,1% in 0,5 %. Podatki iz literature kažejo, da je smrtnost zaradi uporabe PAK-a zelo majhna (0,016-0,07%), zato je večina avtorjev mnenja, da je koristnost metode mnogo večja od tveganja zaradi njene uporabe (Stocking, 2007).

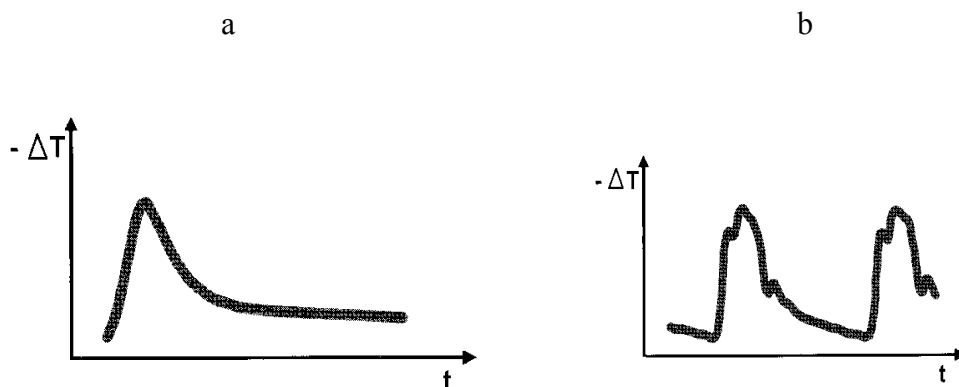
Večina avtorjev priporoča naslednje indikacije za vstavitev PAK-a:

- močno izražen septični šok, pri katerem so potrebni veliki odmerki vazopresorjev;
- izrazito popuščanje dihal;
- izrazito popuščanje srca;
- obsežne operacije pri bolniku z znaki popuščanja srca ali pri bolniku po nedavno prebolelem srčnem infarktu;
- predledvična odpoved, ki se ne izboljša po začetnem zdravljenju s tekočinami, uvedenimi na temelju kliničnih podatkov (Mirković, 2007).

PULSE CONTOUR CARDIAC OUTPUT (PICCO)

PiCCO je novejša tehnologija za neprekinjeno merjenje minutnega volumna srca (MVS). Za hemodinamski nadzor potrebujemo le osrednji venski katerer (CVK) in termodilucijski kateter, ki ga vstavimo v femoralno arterijo, in hkrati omogoča invazivno merjenje arterijskega krvnega tlaka. Minutni volumen srca se izračuna najprej iz pljučnosrčne (transkardiopulmonalne) termodilucijske krivulje (slika 2a), kar pomeni, da bolusni odmerek mrzle tekočine po vbrizganju v CVK potuje skozi pljuča in srce, nakar se termodilucijska krivulja meri v arterijski kanili. Nato pa se MVS meri z vsakim srčnim

utripom iz arterijskega utripnega (pulznega) vala (slika 2b) (Gödje et. al., 2002).

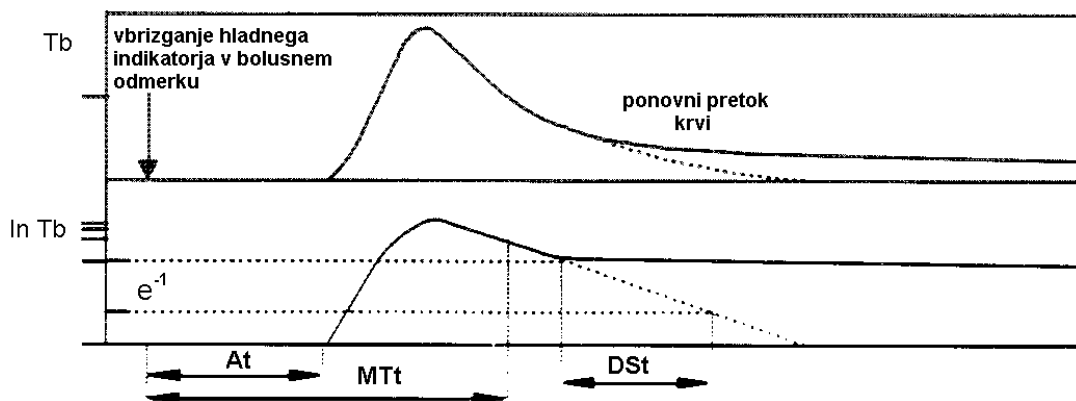


Slika 2. Zapis spremembe temperature na termodilucijskem katetru vstavljenem v večjo arterijo (slika 1 a) in zapis utripnega vala v arteriji (slika 1 b) (Gödje et. al., 2002).

Po vbrizganju znane količine hladne vode v zgornjo votlo veno naprava glede na spremembe temperature v femoralni arteriji izračuna MVS. Ta vrednost je nato temelj za izračun utripnega volumna in MVS z nepretrgano analizo krivulje arterijskega pulznega vala. Tako izmerjeni MVS dobro sovпада z MVS, izmerjenim s PAK-om. Ob meritvah MVS s transpulmonalno termodilucijo lahko izračunamo tudi prostornino krvi v prsnem košu (ITBV), ki je dobro merilo polnitve, in količino zunajžilne vode v pljučih (EVLW), ki je merilo za stopnjo pljučnega edema. Količina zunajžilne vode v pljučih je tudi dober napovedni kazalec za preživetje pri kritično bolnih. Zaradi teh lastnosti je metoda posebej koristna za nepretrgani hemodinamski nadzor pri bolnikih z okvarjeno alveolokapilarno prepustnostjo. Zadostnosti minutnega srčnega iztisa s to metodo ne moremo oceniti, zato jo moramo dopolniti z občasnimi meritvami ali neprekinjenim merjenjem $SvcO_2$ (Mirković, 2007).

PICCO SPREMENLJIVKE

Pri termodilucijski metodi čim hitreje vbrizgamo v osrednjo veno znan volumen mrzlega indikatorja (po navadi 15 ali 20 ml 5 % raztopine glukoze ali 0,9 % raztopine NaCl ohlajeno na temperaturo $< 10^{\circ}C$). Zabeležena temperaturna krivulja je odvisna od pretoka in volumna, skozi katerega prehaja mrzli indikator. S pomočjo prirejenega Stewart-Hamiltonovega algoritma (slika 3) se izračuna MVS, ki nato služi kot osnova za izračunavanje različnih krvnih volumnov ter zunajžilne tekočine v pljučih. Če je množina tekočine v pljučih v normalnih mejah, je arterijska termodilucijska krivulja 4-5-krat daljša od krivulje, zabeležene v pljučni arteriji. Če je množina tekočine zvečana, pa se krivulja ustrezno podaljša. Ker je krivulja dolga, izračunani MVS ni odvisen od predihavanja.



Slika 3. Prirejeni Stewart-Hamiltonov algoritem analize termodilucijske krivulje (Mirković, 2007).

Z množenjem MVS-a z značilnimi časovnimi spremenljivkami iz termodilucijske krivulje (slika 3) se izračunajo naslednji polnitveni volumni srca:

- celokupni volumen srca na koncu diastole (GEDV) je volumen krvi, ki je v srčnih preddvorih in prekatih na koncu diastole, ki ni, za razliko od osrednjega venskega tlaka (OVT) in zagozditvenega tlaka v pljučni arteriji (ZTPA) odvisen od napolnjenosti žil, tlaka v prsni votlini, žilne popustljivosti in krčljivosti srca. Daje zanesljive podatke o volumskem stanju v vseh primerih;
- volumen krvi v prsnem košu (ITBV) je sestavljen iz GEDV-ja, ki predstavlja 80 % volumna in pljučnega volumna krvi (angl. pulmonary blood volume, PBV), ki predstavlja 20 % volumna. Je bolj občutljiv in specifičen kazalec srčne napolnjenosti, kot so standardni polnitveni tlaki (OVT, ZTPA) in končni diastolni volumen desnega prekata, zato predstavlja najboljši 'obposteljni' kazalec statične srčne volumske obremenitve. Je popolnoma neodvisen od MVS-a;
- zunajžilna tekočina v pljučih (EVLW) predstavlja razliko med hladnim (termalnim) volumenom v prsnem košu in volumenom krvi v prsnem košu (ITTV – ITBV). Je edini kazalec, ki omogoča 'obposteljno' oceno pljučnega edema in je vodilo za zdravljenje. Za to spremenljivko je bilo dokazano, da je v dobri korelaciji s težavnostjo akutne dihalne stiske odraslih (adult respiratory distress syndrome, ARDS), s trajanjem umetnega predihavanja, z umrljivostjo ter je celo boljši od ugotavljanja pljučnega edema z rentgenskim slikanjem (Mirković, 2007).

SPREMENLJIVKE, DOBLJENE S ANALIZO UTRIPNEGA VALA

Iz utripnega vala se izmeri sistolni (AP_{sis}), diastolni (AP_{dia}) in srednji arterijski tlak (mean arterial pressure, MAP). PiCCO metoda po začetni umeritvi s termodilucijsko meritvijo minutnega volumna srca, z integriranjem površine pod krivuljo arterijskega tlaka neprekinjeno (z vsakim utripnim valom posebej) meri utripni volumen srca (UVS). Tako dobljeni minutni volumen srca je torej zmnožek UVS-a in frekvence srčnih utipov (fr) in umeritvenega faktorja (uf):

$$\text{MVS} = \text{UVS} \times \text{fr} \times \text{uf}$$

PiCCO izračuna sistemski žilni upor (angl. systemic vascular resistance, SVR) kot količnik

potisnega tlaka (razlika med srednjim arterijskim tlakom in osrednjim venskim tlakom) in minutnega volumna srca.

PiCCO prikaže tudi krčljivost levega prekata, ki jo izračuna iz analize utripnega vala; je največja sprememba začetnega dela arterijskega tlaka ($\Delta p/\Delta t_{\max}$) v času, ki ustreza največji moči levega prekata.

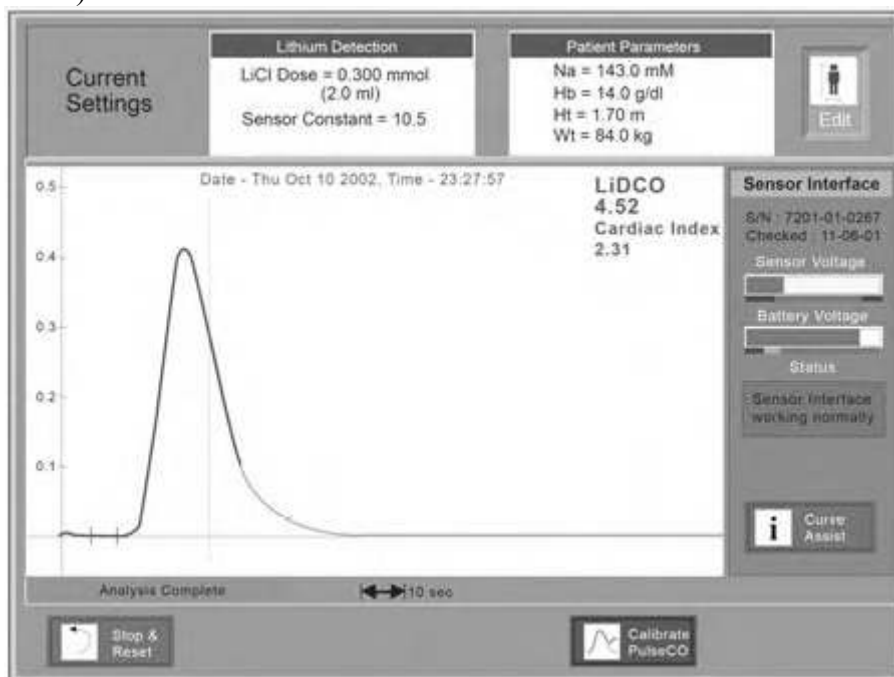
S podatki, ki jih monitor PiCCO neprekinjeno prikazuje ob bolnikovi postelji, je tudi hemodinamsko vodenje kritično bolnega pacienta, ob poznavanju njegove patofiziologije in ciljnih vrednosti merjenih spremenljivk, precej olajšano.

LiDCO

LiDCO je novejša metoda za merjenje minutnega volumna srca. Metoda je minimalno invazivna saj potrebuje samo periferno intravensko pot in arterijsko pot. LiDCO™ plus tehnologija združuje dva sistema - PulseCO™ algoritem za analizo krivulje arterijskega tlaka, s katero izračuna utripni volumen srca, in LiDCO™ tehnologijo, ki je metoda merjenja minutnega volumna srca na osnovi razredčitve indikatorja in služi umerjanju prej omenjenega algoritma na vrednosti za določenega bolnika.

LiDCO™ TEHNOLOGIJA

Tehnologija temelji na principu razredčitve indikatorja, katerega znano količino v bolusnem odmerku vbrizgamo v venski sistem. Indikator je litij. Bolusni odmerek izotoničnega litijevega klorida (0,002-0,004 mmol/kg telesne teže (tt); navadno uporabimo 0,3 mmol, kar je 2 ml pripravljene raztopine) vbrizgamo v osrednjo ali periferno veno. Spremembo koncentracije litija v obtoku meri posebna elektroda, občutljiva za litijeve ione, ki je priključena na običajno arterijsko pot. Iz podatkov sestavi krivuljo spreminjanja koncentracije litija v času. Minutni volumen srca se izračuna iz podatka o količini vbrzganega litija in površine pod krivuljo pri prvem porastu koncentracije litija v plazmi (slika 4).



Slika 4. Krivulja koncentracije litija v odvisnosti od časa (LiDCO, 2011).

Litij je dober indikator, saj normalno v plazmi ni prisoten. Poleg tega se ne veže na beljakovine v tkivih ali plazmi, zato se po vbrizganju bolusnega odmerka ne izgublja v času prvega prehoda do tipala. Litij v uporabljenih odmerkih ni toksičen. Da bi dosegli nivo koncentracije v plazmi s farmakodinamskimi učinki, bi morali maksimalno priporočeno koncentracijo večkratno preseči. Terapevtski odmerki litija so 33,2 – 66,4 mmol dnevno. Litij po vbrizganju tudi ne izzove nobenih hemodinamskih sprememb (Rhodes, Sunderland; 2005).

Tipalo za litij je elektroda, občutljiva za litijeve ione, ki je vključena v posebni celici, ki jo namestimo na obstoječo arterijsko pot in skozi katero posebna črpalka v času meritev črpa stalni pretok krvi iz arterijskega katetra s hitrostjo 4 ml/min. Vhodni krak za vtok krvi v celico je ekscentričen, kar zagotavlja mešanje krvi ob prehodu mimo membrane, ki je selektivno prepustna za litijeve ione. Sprememba koncentracije ionov na obeh straneh membrane se odraža v spremembi napetosti. V mirovanju napetost določajo Na⁺ ioni. Iz spremembe napetosti po vbrizganju litijevih ionov na osnovi Nernstove enačbe aparat izračuna koncentracijo litija v plazmi. Pri tem je potrebna poprava (korekcija) zaradi natrijevih ionov, zato moramo pred meritvijo vnesti podatek o nivoju natrija v plazmi. Pred meritvijo moramo tipalo prebrizgati s fiziološko raztopino, da zagotovimo električni stik med krvjo na konici elektrode tipala in oddaljeno referenčno elektrodo.

Ker metoda temelji na merjenju spremembe koncentracije litija v plazmi, ni primerna za bolnike, ki prejemajo litijeve soli. Prav tako ioni določenih mišičnih relaksantov (npr. vekuronij, pankuronij) motijo delovanje elektrode, zato meritve niso natančne, dokler učinek mišičnih relaksantov vsaj delno ne izzveni (priporočajo počakati 15-30 minut po vbrizganju relaksanta). Uporaba litija je kontraindicirana v prvem trimesečju nosečnosti ter pri bolnikih, lažjih od 40 kg.

Litij lahko vbrizgamo v osrednjo ali periferno veno. Priporočeno mesto vbrizganja je proksimalno od zapestja, saj je pri distalnem vbrizganju krivulja koncentracije indikatorja precej razobličena in zato meritev ni najbolj natančna. Vzrok je lahko zastajanje indikatorja v perifernem venskem sistemu in prepočasno sproščanje v osrednji venski obtok, zaradi ponovnega kroženja v obtoku pa se učinek vbrizganja indikatorja v obliki bolusnega odmerka izgubi (Garcia-Rodriguez, Pittman, Cassell CH et al., 2002).

PULSECO™ ALGORITEM

Monitor PulseCO z analizo krivulje arterijskega tlaka neprekinjeno izračunava minutni volumen srca pri bolniku, potem ko smo ga umerili z bolusnim odmerkom litija.

Sistem PulseCO uporablja metodo analize tim. pulzne moči (tim. "pulse power"). Zapis krivulje arterijskega tlaka se analizira v treh korakih (Mušič, 2007):

- pretvorba krivulje arterijskega tlaka v krivuljo spremembe volumna v času. Podajnost aorte ni stalna, ampak se spreminja pri spremembi tlaka. Pri povečevanju prostornine in tlaka se podajnost zmanjšuje in to pri različnih ljudeh podobno. Na osnovi te univerzalne krivulje spreminjanja podajnosti sistem za vsak trenutek zapisa arterijskega tlaka izračuna prostornino krvi v aorti, tako da dobimo krivuljo spremembe volumna krvi v času;
- določitev nominalnega utripnega volumna in trajanje srčnega ciklusa. Z matematično analizo (avtokorelacija) krivulje spremembe prostornine krvi v aorti med vsakim srčnim iztisom se izračuna vrednost, ki je sorazmerna utripnemu

volumnu srca. To je nominalni utripni volumen. Uporabi se še en postopek matematične analize, s katerim se lahko izračuna trajanje srčnega ciklusa;

- umerjanje: iz nominalnega utripnega volumna srca in trajanja srčnega ciklusa sistem izračuna minutni volumen srca, ki pa sprva ni umerjen na bolnikovo vrednost v tem trenutku. Zato je potrebno aparat umeriti z LiDCO metodo merjenja minutnega volumna. Pri umerjanju dobimo umeritveni faktor, s katerim aparat nominalne vrednosti pretvori v bolnikove.

POMEN PARAMETROV DOBLJENIH Z LiDCO SISTEMOM

Poleg parametrov arterijskega krvnega tlaka in MVS, sistem hemodinamskega monitorja LiDCO izračuna številne izpeljane parametre. Iztisni delež srca ali minutni volumen srca je zelo pomembna spremenljivka, ki nam pove, koliko krvi prečrpa srce v eni minuti. Pri bolnikih z oslabelem srcem je MVS nizek. Bolniki imajo posledično nizek arterijski tlak, ker srce ne more prečrpati dovolj krvi. Pod vplivom zdravil za spodbujanje srčne mišice (Inotropi) se zviša vrednost MVS in posledično tudi vrednost arterijskega tlaka. Indeks minutnega srčnega iztisa je označen z CI in je izračunan glede na telesno površino. Nižja kot je telesna površina, nižji je CI (Mušič, 2007).

Druga pomembna spremenljivka je indeks sistemskega žilnega upora (SVRI), ki je prav tako izračunan glede na telesno površino.

Analiza krivulje arterijskega tlaka ne da natančnih vrednosti MVS pri bolnikih z vstavljeno aortno balonsko črpalko in bolnikih z hudim popuščanjem aortne zaklopke. Vprašljiva je tudi natančnost pri bolnikih z motnjami srčnega ritma in pri velikih nihanjih podajnosti arterijskega sistema, npr. med operacijo pri velikih krvavitvah (Pittman, Bar-Yosef, SumPing et al., 2005).

LiDCO sistem je v primerjavi z PiCCO sistemom manj invazivna metoda, saj ne potrebuje centralne arterije ampak ima bolnik lahko vstavljeno arterijsko linijo periferno. Oba sistema omogočata enake meritve, LiDCO sistem ne meri zunajžilne vode v pljučih, ki je zelo pomemben pokazatelj bolnikove obremenitve z tekočino in nevarnost za pljučni edem.

VIGILEO®

Edwards Lifesciences je ustvaril Vigileo/Flo Trac®, ki je sistem neprekinjenega določanja MVS-a iz krivulj arterijskega utripnega vala (slika 5). Algoritem, vgrajen v sistem, upošteva podajnost in spremembe tonusa bolnikovega ožilja tako, da sistem ne potrebuje dodatnih umeritev (Edwards Lifesciences, 2002).



Slika 5. Sistem Flo Trac / Vigileo® (Edwards Lifesciences, 2002)

Flo Trac® sistem izračuna utripni volumen (UV) iz arterijske utripnosti (pulsatility) po enačbi:

$$UV = K \times \text{utripnost}$$

K je konstanta, ki določa podajnost in upornost arterijskega ožilja. Upošteva bolnikove lastnosti: spol, starost, višino in težo ter značilnosti krivulje arterijskega tlaka (nagnjenost in sploščenost posameznih krivulj). Konstanta se izračunava vsakih 10 minut. Utripnost je sorazmerna standardnemu odklonu arterijskega pulznega vala v časovnem obdobju 20 sekund. MVS je enak zmnožku UV in števila utripov srca v minuti (Edwards Lifesciences, 2002).

Sistem je sestavljen iz tipala (Flo Trac) in obdelovalne enote z zaslonom, na katerem so prikazane vrednosti meritev in izračunov. Tipalo je električni pretvornik, ki ga povežemo s cevko za neposredno merjenje arterijskega krvnega tlaka, kjerkoli v arterijskem ožilju. Tipalo pretvori in posreduje signal do monitorja Vigileo®.

Tipalo Flo Trac® stokrat v sekundi izmeri krvni tlak in v 20 sekundah pridobi 2000 podatkov o krvnem tlaku. Spremembe krvnega tlaka se matematično analizirajo in določi se standardni odklon. Standardni odklon utripnega tlaka (utripnosti) je v primerjavi z enkratno izmerjenim utripnim tlakom bolj sorazmeren z UV-jem. Spol, starost, višina in teža bolnika so dejavniki, ki vplivajo na žilno podajnost in jih je potrebno vnesti v Vigileo® monitor. Sistem s pomočjo algoritma ocenjuje in upošteva značilne spremembe pri bolniku tako, da zunanje umerjanje ni potrebno (Manecke, 2005).

Obdelovalna enota z zaslonom prikaže vrednosti:

- MVS,
- indeksa MVS (količnik MVS in telesne površine, cardiac index, CI),
- UV,
- indeksa UV (stroke volume index, SVI) in
- spreminjanja utripnega vala stroke volume variation, SVV).

Če ima bolnik vstavljen osrednji venski kateter, lahko obdelovalni enoti z zaslonom posredujemo signal osrednjega venskega tlaka za izračun sistemske žilne upornosti (systemic vascular resistance, SVR) in indeksa sistemske žilne upornosti (SVRI). Pri osrednjem venskem katetru, ki meri nasičenost krvi s kisikom, zaslon neprekinjeno prikazuje nasičenost osrednje venske krvi s kisikom (ScvO2)

S sistemom neprekinjenega merjenja MVS iz krivulje arterijskega tlaka brez potrebnih umeritvenih merjenj MVS z drugimi metodami je dosežen tehnološki napredek in poenostavljen hemodinamski nadzor bolnikov.

Sistem se s ponovnim izračunom konstante vsakih 10 minut pri določanju MVS-a hitro odzove na spremembe v značilnostih arterijskega ožilja. Pri drugih metodah se umeritev merjenja MVS izvaja redkeje.

Pomanjkljivost sistema Flo Trac / Vigileo[®] je njegova nenatančnost v primerih, ko nastanejo tehnične motnje pri prikazu krivulj arterijskega tlaka, pri bolnikih s popuščanjem aortne zaklopke, močno periferno vazokonstrikcijo ter nerednim utripom. V primerjavi z drugimi sistemi, ki MVS določajo s termodilucijsko metodo, sistem Flo Trac / Vigileo[®] ne meri volumskih spremenljivk MVS-a (volumen srca v sistoli in diastoli, iztisni delež.) (Stanič, Gradišek, 2007).

RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK

Idealna merilna tehnika za klinično merjenje MVS ne obstaja, saj ima standardna metoda merjenja MVS, metoda občasne termodilucije, s katero primerjamo natančnost meritev v kliničnih pogojih 20% variabilnost. Merilne tehnike se razlikujejo med seboj po neprekinjenosti, invazivnosti, zahtevnosti znanja in izkušenj za izvedbo in vrednotenje meritev.

Z razvojem neinvazivnih in manj invazivnih, enostavnih za izpeljavo in vrednotenje, neprekinjenih ter cenejših tehnik merjenja MVS, bi lahko indikacije za merjenje MVS razširili. Pri kritično bolnem bolniku bi lahko MVS začeli nadzorovati veliko pred kritičnim stanjem, ki bi ga morda lahko v zgodnji fazi tudi preprečili ali uspešno in hitreje zdravili.

LITERATURA:

1. Bridges EJ, Woods SL. Pulmonary artery pressure measurement: state of the art. *Heart Lung* 1993;22:99-111.
2. Mirković T. Pljučni arterijski kateter. V: Paver Eržen V. 15. Tečaj FEEA, Kontinuirano podiplomsko izobraževanje iz anesteziologije; 2007: 64 – 70.
3. Weed HG. Pulmonary »capillary« wedge pressure not the pressure in the pulmonary capillaries. *Chest* 1991;100:1138-40.
4. O'Quin R, Marini JJ. Pulmonary artery occlusion pressure: clinical physiology, measurement, and interpretation. *Am Rev Respir Dis* 1983;128:319-26.
5. Sharkey SW. Beyond the wedge: clinical physiology and the Swan-Ganz catheter. *Am J Med* 1987;83:111-22.
6. Mueller HS, Chatterjee K, Davis KB et al. Present use of bedside right heart catheterisation in patients with cardiac disease. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:840-64.
7. Stocking JE. The role of the pulmonary artery catheter in the year 2000 and beyond. *J Cardiothor Vasc Anesth* 2000;14:111-2.
8. Connors AF, Speroff T, Dawson NV et al. The effectiveness of the right heart catheterization in initial care of critically ill patients. *JAMA* 1996;276:889-97.
9. Gődje O, Höke K, Goetz AE, Pfeiffer UJ et al. Reliability of a new algorithm for continuous cardiac output determination by pulse-contour analysis during hemodynamic instability. *Crit Care Med* 2002;30:52-8.
10. Mirković T. Hemodinamsko spremljanje z metodo PICCO. V: Paver Eržen V. 15. Tečaj FEEA, Kontinuirano podiplomsko izobraževanje iz anesteziologije; 2007: 64 – 70.

11. Rhodes A, Sunderland R. Arterial pulse power analysis: the LiDCO™ plus system. In: Pinsky MR, Payen D eds. Functional hemodynamic monitoring. update in intensive care and emergency medicine. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005:183-92.
12. LIDCO. Cardiac Sensor Systems, 2011. Dostopno na: www.lidco.com.
13. Mušič Š. LiDCO. V: Paver Eržen V. 15. Tečaj FEEA, Kontinuirano podiplomsko izobraževanje iz anesteziologije; 2007: 79 – 82.
14. Kurita T, Morita K, Kato S et al. Comparison of the accuracy of the lithium dilution technique with the thermodilution technique for measurement of cardiac output. *Br J Anaesth* 1997; 79: 770-5.
15. Garcia-Rodriguez C, Pittman J, Cassell CH et al. Lithium dilution cardiac output measurement: a clinical assessment of central venous and peripheral venous indicator injection. *Crit Care Med* 2002;30(10):2199-204.
16. Pittman J, Bar-Yosef S, SumPing J et al. Continuous cardiac output monitoring with pulse contour analysis: a comparison with lithium indicator dilution cardiac output measurement. *Crit Care Med* 2005;33(9):2015-21.
17. Rhodes A, Sunderland R. Arterial pulse power analysis: the LiDCO™ plus system. In: Pinsky MR, Payen D eds. Functional hemodynamic monitoring. Update in intensive care and emergency medicine, vol. 42. New York: Springer-Verlag, 2005:183–92.
18. Manecke GR. Edwards FloTrac sensor and Vigileo monitor: easy, accurate, reliable cardiac output assessment using the arterial pulse wave. *Expert Rev Med Devices* 2005;2 (5):523-7.
19. Edwards Lifesciences. Edwards education. 2002.
20. Stanič R, Gradišek P. VIGILEO – metoda določanja minutnega volumna srca v: Paver Eržen V. 15. Tečaj FEEA, Kontinuirano podiplomsko izobraževanje iz anesteziologije; 2007: 83 – 87.

HEMODINAMSKI MONITORING S Poudarkom NA RAZUMEVANJU HEMODINAMSKIH SPREMENLJIVK

Adriano Friganović, dipl. med. techn.

Klinički bolnički centar Zagreb

Klinika za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivno liječenje
Odjel za anesteziju i intenzivno liječenje kardiokirurških bolesnika

IZVLEČEK

Cilj kardiovaskularnega sistema je vsa tkiva v telesu preskrbeti s kisikom tako, da lahko celični mitohondriji proizvajajo energijo, potrebno za normalno delovanje organizma. Osnovni cilj vsakega zdravljenja v enoti intenzivne terapije je zagotoviti zadostno oksigenacijo tkiv in organov, kar lahko zagotovimo z zadostnim minutnim volumnom srca in vsebnostjo hemoglobina ter nasičenostjo hemoglobina s kisikom. Hemodinamika predstavlja sinonim za transportno vlogo kardiovaskularnega sistema. S hemodinamskim monitoringom je cilj zagotoviti ustrezno perfuzijo tkiv. Medicinska sestra ima pri hemodinamskem nadzoru zelo pomembno vlogo, tako pri asistiranju in vzpostavljanju potrebnih katetrov, kot pri nepretrganem nadzoru pacienta. Medicinska sestra predstavlja v hemodinamskem nadzoru monitor vseh monitorjev.

Ključne riječi: hemodinamika, parametri, medicinska sestra

UVOD

Kako bismo razumjeli složenost hemodinamskog monitoringa potrebno je ponoviti osnove strukture i funkcije kardiovaskularnog sustava. Kardiovaskularni sustav ima za cilj opskrbiti kisikom sva tkiva i organe u tijelu kako bi mitohondrije u stanicama mogle proizvoditi energiju potrebnu za normalno funkcioniranje (Fawcett, 2006).

U zdravlju, kardiovaskularni sustav predstavlja zatvoreni krug, gdje je krv zatvorena u arterijama, arteriolama, kapilarama, venulama, venama i naposljetku u srcu. Bilo koje propuštanje koje se pojavi u kapilarama vraća se natrag u kardiovaskularni sustav putem limfnog sustava. Osnovni cilj svakog liječenja u jedinici intenzivnog liječenja je osigurati dostatnu oksigenaciju tkiva i organa što postizemo osiguranjem dostatnog minutnog volumena i koncentracije hemoglobina te zasićenjem hemoglobina kisikom.

Hemodinamika predstavlja sinonim za transportnu ulogu kardiovaskularnog sustava. Hemodinamski monitoring ima za cilj osigurati adekvatnu perfuziju tkiva (Bigatelo, George, 2002).

AUTOREGULACIJA

Regulacija protoka krvi u organima kontrolirana je vazokonstriktorima i vazodilatatorima. Ove tvari otpuštaju tkiva koja okružuju krvne žile i predstavljaju interni odnosno lokalni mehanizam regulacije. Postoji i ekstrani mehanizam koji može regulirati promjer krve žile

djelujući iznad nje. Vazoaktivne tvari aktiviraju se kod potreba organizma za promjenom krvnog tlaka, volumena i protoka. Najvažnije vazoaktivne tvari koje tkiva otpuštaju su Angiotenzin II, adrenalin, noradrenalin, vazopresin te oni svojim djelovanjem mijenjaju otpor krvnih žila. Otpor u krvnim žilama vaskularnog sustava određen je:

- veličinom krvne žile,
- organizacijom vaskularne mreže,
- viskoznošću krvi,
- vanjskim silama.

Najvažniji čimbenik u regulaciji protoka krvi organima i tkivima je mogućnost promjene promjera krvne žile. Sposobnost krvne žile da mijenja promjer omogućava tijelu prilagodbe na metaboličke zahtjeve. Ukoliko neki organ treba promjenu protoka, stanice koje ga okružuju otpuštaju vazoaktivne tvari koje dilatiraju ili kontrahiraju krvne žile mijenjajući vaskularni otpor. Tkivna perfuzija ovisi o dostatnom venskom priljevu u srce ali i kontraktilnoj snazi srca i arterijskom tlaku. Periferna se perfuzija procjenjuje na temelju boje kože, topline i vlažnosti.

MINUTNI VOLUMEN

Minutni volumen srca fiziološka je vrijednost koja ima veliku vrijednost u procesu donošenja odluka u liječenju pacijenata u jedinicama intenzivnog liječenja. Količina krvi istisnuta iz lijevog ventrikla tijekom jedne srčane akcije zove se udarni volumen (stroke volume – SV). Količina krvi istisnuta iz lijevog ventrikla tijekom jedne minute naziva se minutni volumen (cardiac output – CO). Minutni volumen jednak je umnošku udarnog volumena i frekvencije ($SV \times HR = CO$), a normalna vrijednost je 4- 8 l. Srčani indeks je minutni volumen po kvadratnom metru površine tijela i standardna je tehnika koja se koristi za usporedbu minutnih volumena pacijenata različitih veličina. Klinički se više koristi srčani indeks. Minutni volumen pruža dobru indicaciju ventrikularne efikasnosti. Potreba za mjerenjem minutnog volumena postoji kod svih bolesnika koji imaju razvijenu, ali i kod onih kod kojih se očekuje hemodinamska neravnoteža koja može dovesti do stanja poremećenog minutnog volumena s pratećom disfunkcijom jednog ili više organskih sustava.

UDARNI VOLUMEN

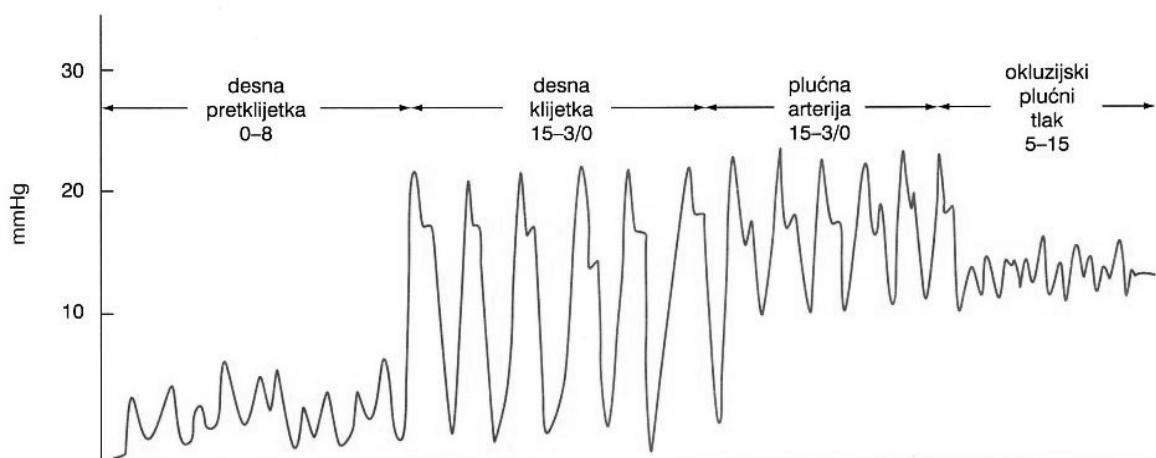
Udarni volumen (SV – stroke volume) je važan pokazatelj jer nam daje podatak o količini krvi istisnute iz lijevog ventrikla. Čimbenici koji utječu na udarni volumen su end-dijastolički volumen, end-sistolički volumen, kontraktilnost i autonomna aktivnost. U slučajevima povišenog end-dijastoličkog volumena postizemo najveći udarni volumen ili kod sniženog end-sistoličkog volumena. End-dijastolički volumen ovisi o dva čimbenika i to: vremenu punjenja (koje u potpunosti ovisi o frekvenciji – viša frekvencija manje vrijeme punjenja) i venskom priljevu.

METODA TERMODILUCIJE

Prvi koji je prikazao kako kateter može sigurno napredovati u ljudskom srcu je njemački kirurg Werner Forssmann koji je eksperiment izveo na samome sebi. Kateter sličan Swan – Ganzovu, izumili su američki fiziolozi Michael Latogola i Hermann Rahn 1953, i

primjenjivali su ga na psima. Jeremy Swan i William Ganz su u kliničku praksu svoj kateter uveli 1970. Uvođenjem termodilucijskog katetera u kliničku primjenu 1970. godine došlo je do velikog napretka u praćenju hemodinamskog stanja bolesnika u perioperativnom i postoperativnom periodu pružajući značajne dijagnostičke podatke. Ovim kateterom može se mjeriti tlak u plućnoj arteriji (PAP), okluzijski tlak plućne arterije ili uklješteni plućni kapilarni tlak (OPT ili PAWP), srčani minutni volumen, zasićenje miješane venske krvi (SvO_2), te je moguće dobiti izvedene vrijednosti ukupnog perifernog vaskularnog otpora (SVR) i plućnog vaskularnog otpora (PVR) (Jukić, 2008). Pomoću termodilucijskog katetera dobivamo osnovne hemodinamske parametre:

- desno i lijevostrani intrakardijalni tlakovi,
- minutni volumen srca (cardiac output),
- kontrolu plinova u krvi.



Slika 1. Krivulja tlakova u desnoj pretklizetki, desnoj klizetki, plućnoj arteriji i okluzijski plućni tlak.

PROCJENA VOLUMENSKOG OPTEREĆENJA

Veoma je važno dobiti parametre na temelju kojih donosimo procjenu kakvu terapiju primjeniti kod pacijenta; volumen, vazopresore ili inotrope. Hemodinamskim monitoringom dobijamo vrijedne pokazatelje kao što su kontinuirani minutni volumen, preload, afterload, kontraktilnost te odgovor na volumen. Jednako tako na temelju ovog monitoringa možemo vrlo jednostavno procijeniti potencijalni plućni edem.

Preload predstavlja volumen krvi u srcu, a volumetrički parametri preloada smatraju se boljim pokazateljima nego tlakovi punjenja. Hemodinamskim monitoringom dobijamo i važne pokazatelje volumena na kraju dijastole (GEDV – Global End-diastolic Volume). Adekvatan preload važan je preduvjet za dobar minutni volumen (Frank-Starlingova krivulja). Ekstravaskularna tekućina u plućima (EVLW) odražava plućni edem. Mjerenja održavaju intrastaničnu, intersticijsku i intraalveolarnu tekućinu, odnosno ekstravaskularni sadržaj u plućnom tkivu. EVLW predstavlja razliku između intratorakalnog termalnog volumena (ITTV) i intratorakalnog volumena krvi (ITBV). Intratorakalni volumen krvi je volumen krvi u srcu i plućnom optoku. Plućni edem se često ne može jasno dijagnosticirati rentgenom pluća te nam u tom slučaju hemodinamski monitoring daje jasnu kliničku dijagnozu. Koristeći se ovim pokazateljima i dobrim managementom tjelesnih tekućina poboljšava se konačni ishod liječenja pacijenta. Dobro

odabranom terapijom na temelju dobivenih parametara smanjuje se broj dana na respiratoru za 59% i broja dana u JIL-u za 53%.¹ Također važan pokazatelj u liječenju bolesnika je afterload odnosno sistemski vaskularni otpor (SVR), ali i kontraktilnost (CF) koja nam pokazuje performanse srčanog mišića. Posljednji pokazatelj je varijacija udarnog volumena (SVV) koji pokazuje hoće li povećani unos volumena povećati minutni volumen.

ZAKLJUČAK

Hemodinamski monitoring važan je segment intenzivnog liječenja i daje nam važne podatke u kojem smjeru djelovati. Svaka od metoda ima svoje prednosti i nedostatke, ali neosporno svaka daje doprinos liječenju pacijenta. Medicinska sestra u ima vrlo važan u udio u hemodinamskom monitoriranju kako u asistiranju pri postavljanju potrebnih katetera tako i trajnom nadzoru pacijenta. Parametre hemodinamike treba poznavati i pravodobno reagirati na važne promjene, što nameće veliku odgovornost medicinskoj sestri koja je 24 sata s pacijentom. Medicinska sestra u hemodinamskom monitoringu predstavlja monitor svih monitora.

LITERATURA

1. Jayne A. D. Fawcett, „Hemodynamic Monitoring Made Easy“, Elsevier Ltd, Philadelphia, 2006., str: 7 – 50..
2. Marko Jukić, Vladimir Gašarović, Ino Husedžinović, Višnja Majerić Kogler, Mladen Perić, Josip Žunić, „Intenzivna Medicina“, Medicinska naklada, 2008., str: 271 – 276
3. Marko Jukić, Višnja Majerić Kogler, Ino husedžinović, Ante Sekulić, Josip Žunić, „Klinička anesteziologija“, Medicinska naklada, 2005, str; 440 – 455.
4. Bigatelo L. M., George E., „Hemodynamic monitoring“, Minerva Anesthesiology, 2002., 68(4): 219-225.
5. Caserly B., Read R., Leavy M. M., „Hemodynamic monitoring in sepsis“, Critical Care Nursing, 2011, 23(1); 149 – 169.
6. Aspromonte N., Cruz. D. N., „Management and monitoring of hemodynamic complications in acute hearth failure“, Hearth rail rewiev, 2011.

Prevod izvlečka: mag. Aleksandra Stjepanović Vračar

NADZOR SPREMENLJIVK PRI DOLGOTRAJNEM ZDRAVLJENJU Z VENO - VENSKIM ECMO

Petra Majcen ZT; Barbara Maljević dipl.m.s.
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Klinični oddelek za intenzivno interno medicino

IZVLEČEK

Veno – venski ECMO (Extra Corporeal Membrane Oxygenation) je zunajtelesni krvni obtok z oksigenatorjem, ki ga uporabljamo pri bolnikih s hudo dihalno odpovedjo, ki jim z običajnimi načini mehanske ventilacije ne moremo zagotoviti zadostne oksigenacije in/ali odstranjevanja ogljikovega dioksida. Tovrstno tehniko zdravljenja smo na Kliničnem oddelku za intenzivno interno medicino (KOIIM) prvič uporabili leta 2010 pri bolnici s hudo obliko akutnega respiratornega distres sindroma (ARDS) ob pljučnici in akutni limfoblastni levkemiji.

Zdravljenje bolnikov z ECMO je v vseh aspektih specifično in hitro spreminjajoče. Ključnega pomena je poznavanje vseh parametrov, ki so neposredno povezani z delovanjem ECMO. Samo tako lahko zagotovimo kontinuirano in natančno spremljanje bolnika ter pravočasno ukrepanje ob nenadnem poslabšanju zdravstvenega stanja. Parametre, ki omogočajo spremljanje bolnikovega zdravstvenega stanja delimo na štiri kategorije:

hemodinamski monitoring (vitalne funkcije),
specialne meritve, ki opredeljujejo oksigenacijo tkiv in stopnjo stanja zavesti,
parametri delovanja ECMO,
krvne preiskave.

Ključne besede: veno – venski ECMO, bolnik, parametri

UVOD

Tehnika zdravljenja z veno – venskim ECMO pri odraslih se je izkazala za zelo uspešno, predvsem v času pojava okužb z virusom nove gripe H₁N₁. V prispevku se bomo osredotočili na parametre, ki so posredno in neposredno povezani z delovanjem ECMO. Medicinske sestre so tiste, ki so v času zdravljenja neprekinjeno ob bolniku, zato so njihovo znanje, poznavanje in pridobljene izkušnje neprecenljive v dolgotrajnem procesu zdravljenja in rehabilitacije.

HEMODINAMSKI MONITORING (VITALNE FUNKCIJE)

V omenjeno kategorijo uvrščamo vse vitalne znake, ki omogočajo spremljanje in nadzor bolnika. To so: telesna temperatura, frekvenca srca, arterijski krvni tlak, frekvenca dihanja, saturacija, kapnometrija, centralni venski pritisk, intraabdominalni pritisk ter 24-urno bilanco prejete in izločene tekočine.

Spremljanje telesne temperature pri dolgotrajnem zdravljenju z ECMO je vitalnega pomena, saj je pri nižji telesni temperaturi poraba kisika v telesu manjša. Ciljna telesna

temperatura je med 35°C in 36,5°C. Posledično moramo bolnika ohlajati ali ogrevati, da bi dosegli želeno vrednost. Ohlajanje bolnika lahko predstavlja tudi past, ker s tem umetno zakrijemo febrilno stanje, ki je lahko pokazatelj vnetnega procesa.

S pomočjo EKG krivulje nadzorujemo srčno frekvenco in ugotavljamo motnje srčnega ritma.

Bolniki, ki potrebujejo dolgotrajno zdravljenje z ECMO so vitalno nestabilni, kar je najbolj razvidno iz vrednosti arterijskega krvnega tlaka. Obvezno je invazivno merjenje preko arterijske linije.

Pri bolnikih, ki kljub kontrolirani mehanski ventilaciji z visokimi vrednostmi kisika v vdihanem zraku (FiO_2) in visokimi pozitivnimi tlaki na koncu izdiha (PEEP) ne dosegamo potrebne izmenjave plinov na nivoju alveolov je indicirano zdravljenje z veno – venskim ECMO (Betit, 2009). V času zdravljenja z ECMO se izvaja kontrolirana protektivna mehanska ventilacija z minimalnimi dihalnimi volumni in nizkimi vrednostmi FiO_2 , kar omogoča fiziološko razpetost pljuč ter preprečuje toksičnost visokih koncentracij kisika in tlačne poškodbe pljuč. S tovrstno obliko ventilacije 'kupimo čas', ki je potreben, da si bolna pljuča opomorejo in spet prevzamejo svojo funkcijo. Uspešnost oksigenacije z ECMO nadzorujemo z merjenjem saturacije hemoglobina s kisikom. Ob padcu saturacije je najprej potrebno preveriti delovanje ECMO membrane. Pričakovane vrednosti saturacije hemoglobina s kisikom na veno – venskem ECMO so nad 80%.

Kapnometrija je neinvazivna metoda merjenja koncentracije ogljikovega dioksida (CO_2) v izdihanem zraku in predstavlja metodo za nadzor ventilacije (Remškar, 2007). Pri bolniku na veno – venskem ECMO kapnometrija služi za okvirno orientacijo o tem ali se preko pljuč sploh vrši kaj izmenjave CO_2 ali ne.

Merjenje CVP- ja omogoča kontinuiran nadzor volumna cirkulirajoče krvi v telesu. Merimo ga s pomočjo vstavljenega centralnega venskega katetra, ki hkrati predstavlja zanesljivo vensko pot za aplikacijo intravenskih zdravil, infuzijskih tekočin, krvnih pripravkov in parenteralne prehrane.

Intraabdominalni tlak (IAP) pri bolnikih na ECMO merimo z namenom zgodnjega odkrivanja razvoja intraabdominalne hipertenzije (IAH) ter abdominalnega utesnitvenega sindroma (ACS) (Zupančič, 2006) .

Merjenje 24- urne bilance prejete in izločene tekočine nam omogoča kontinuirano spremljanje bolnikovega volumskega stanja. Spremljanje le tega je izredno pomembno, saj ob zmanjšanem znotrajžilnem volumnu lahko pride do padca pretoka krvi skozi ECMO sistem. Na merilcu pretoka krvi opazimo nihanje pretoka, cevi lahko začnejo "vibrirati", krvni tlak in oksigenacija krvi lahko padeta. V takem primer je nujno hitro nadomeščanje znotrajžilnega volumna (po možnosti s krvnimi pripravki, manj zaželeno s koloidi ali kristaloidi).

SPECIALNE MERITVE, KI OPREDELJUJEJO OKSIGENACIJO TKIV IN STOPNJO STANJA ZAVESTI

Aktivnost možganovine ugotavljamo z metodo bispektralnega indeksa (BIS), ki temelji na snemanju elektroencefalograma. Monitor BIS uporabljamo za nadzor globine sedacije

oziroma stopnjo stanja zavesti (Möller, Kamenik, 2010). Pri hemodinamsko stabilnem bolniku z veno – venskim ECMO enkrat dnevno ukinemo sedacijo in preverimo stanje zavesti.

Perfuzijo tkiv merimo s somatskim oksimetrom (NIRS), ki opredeljuje periferno cirkulacijo tkiv na distalnih okončinah in glavi (Istworld, 2001). Meritvena metoda NIRS nam omogoča zgodnje odkrivanje morebitne okvare periferne cirkulacije, ki se lahko pojavi kot posledica umetno ustvarjenega zunajtelesnega krvnega obtoka.

PARAMETRI DELOVANJA VENO - VENSKEGA ECMO

Parametre delovanja ECMO delimo na nastavljene in merjene vrednosti.

Pod nastavljene vrednosti štejemo:

- število obratov črpalke na minuto,
- kisik (O₂),
- pretok plina za izplavljanje ogljikovega dioksida (CO₂).

Membranski oksigenator je zelo učinkovit izmenjevalec plinov, njegovo delovanje vedno nastavi zdravnik. Kri vstopa v membranski oksigenator, ko zapušča črpalke. Funkcija črpalke je črpanje venske krvi iz telesa v oksigenator ter vračanje oksigenirane krvi nazaj v bolnikovo telo (Štumpfl, 2009). Zdravnik na ECMO aparatu nastavi število obratov črpalke na minuto. S tem določi vrednost pretoka krvi skozi oksigenator v litrih na minuto (l/min). Delež O₂, ki ga črpalke vrača v bolnika je odvisen od odstotka O₂ v plinski mešanici, medtem ko se odstranjevanje CO₂ uravnava s prilagajanjem pretoka plinske mešanice skozi membrano (Hessel, Edmunds, 2003).

Merjene vrednosti ECMO so:

- pretok krvi skozi ECMO sistem,
- razlika tlakov pred in za ECMO membrano,
- prenos kisika (pO₂) za ECMO membrano.

Minutni volumen krvi, ki teče skozi ECMO membrano je enak nastavljeni vrednosti (l/min). Delovanje oksigenatorja se preverja vsakodnevno z analizo oksigenacije krvi za membrano in z razliko tlakov pred vstopom v membrano in za njo (Hessel, Edmunds, 2003).

KRVNE PRISKAVE

Pri bolnikih zdravljenih z ECMO je pomembno, da potekajo redni odvzemi krvi v enakih časovnih intervalih. Najpogostejše krvne preiskave se nanašajo na oksigenacijo bolnika in ECMO membrane, koagulacijski čas krvi, hemogram, elektrolitsko ravnovesje in laktat. Da bi se izognili morebitnim napakam v smislu časovnega odvzema krvi, si na KOIIM pomagamo z obstoječim interno veljavnim protokolom.

Odvzemi krvi večinoma potekajo iz arterijske linije, ki je vstavljena v radialno arterijo. Vtočna ECMO kanila je vedno vstavljena na nasprotni strani bolnikovega telesa. S tem dobimo realno vrednost oksigenacije arterijske krvi v telesu. Delovanje ECMO membrane preverjamo z odvzemom plinske analize krvi pred in za oksigenatorjem.

Sistem delovanja ECMO črpalke povzroča hemolizo, zato vsi bolniki ob tovrstnem zdravljenju potrebujejo dobro vodeno kontinuirano antikoagulantno terapijo (William, 2009). V začetnem obdobju zdravljenja so potrebni vsakourni odvzemi krvi, dokler ne dosežemo želene vrednosti aktiviranega časa koagulacije (ACT - activated clotting time). Ko je ciljna vrednost ACT dosežena se nadalje orientiramo z aktivnim parcialnim tromboplastinskim časom (aPTČ), ki ga kontroliramo na štiri ure.

Ob kontinuiranem antikoagulantnem zdravljenju obstaja velika verjetnost pojava krvavitev. S pomočjo hemograma ugotavljamo vsebnost krvne slike in ob zmanjšani vrednosti pravočasno ukrepamo. Ob nadomeščanju različnih krvnih derivatov moramo biti pozorni na optimalno hitrost aplikacije. Posebna previdnost velja pri nadomeščanju trombocitov, saj prehitra aplikacija povzroči zlepljenje ECMO membrane.

Elektrolitsko ravnovesje je za življenjsko ogroženega bolnika ključnega pomena. Omogoča normalni potek homeostaze tako na nivoju celic kot tudi organov, kar vpliva na njihovo delovanje.

Pogosto spremljanje laktata v krvi nam pove ali je v telesnih celicah prisotna hipoksija. Povišana vrednost laktata prizadene celično dihanje in vodi k nižji pH vrednosti v telesu. Posledično lahko nastopi metabolna acidoza (Luft, 2001).

Odvzeme krvi za trombelastogram, lipidogram in nivoje različnih zdravil izvedemo enkrat dnevno.

Algoritem tromelastograma prikazuje pričetek aktivacije koagulacije in poteka fibrinolize kot screening test. Z njegovo pomočjo ugotavljamo vzroke za krvavitev, ki so pri bolnikih z ECMO pogost zaplet (Calatzis, Spannagl, Vorweg, 2000).

Lipidogram je krvna preiskava, ki nam pove kakšna je koncentracija maščob v krvi. Visoke vrednosti lahko povzročijo zlepljenje ECMO membrane in zmanjšanje njenega delovanja, zato je pomembno vsakodnevno spremljanje le teh.

Ob zmanjšanem delovanju imunskega sistema in nagnjenosti k okužbam je večina bolnikov zdravljenih z večtirno antibiotično terapijo. Ustreznost zdravljenja z antibiotiki preverjamo na tri dni z odvzemi kužnin v obliki hemokultur, urokultur, aspirata ter brisov vbodnih mest ECMO kanil in drugih centralnih kanalov. V primeru porasta parametrov vnetja je potrebno naštete kužnine odvzeti takoj.

SKLEP

Štiriindvajseturno spremljanje parametrov pri bolniku z veno – venskim ECMO je v domeni sobne medicinske sestre. Ključnega pomena je, da zdravstveno negovalno osebje pridobi ustrezno dodatno specialno znanje s področja oskrbe in zdravljenja takih bolnikov. Ob nenadnem poslabšanju bolnikovega zdravstvenega stanja ali ob izraziti spremembi spremljajočih parametrov, ki so vezani na delovanje ECMO, je pomembno pravilno ukrepanje in takojšnja opozoritev zdravnika o spremembi. Medicinska sestra mora s svojim znanjem in izkušnjami na področju zdravstvene nege in intenzivne terapije, delovati tako samostojno kot tudi v sodelovanju s celotnim zdravstvenim in negovalnim timom. Pomembno je, da zna ob nenadnem poslabšanju bolnikovega zdravstvenega stanja ukrepati hitro, strokovno in natančno.

LITERATURA

1. Betit P. Extracorporeal Membrane Oxygenation: Quo Vadis?. *Respir Care* 2009; 54 (7) © 2009 Daedalus Enterprises: 948–57.
Dostopno na: <http://www.rcjournal.com/contents/07.09/07.09.0948.pdf> <02.03.2011>.
2. Calatzis A, Spannagl M, Vorweg M. Tromboelastometrija. In: Scharrer WS (Ed.). *Management of Bleeding in Surgery and Intensive Care*. 31 st Hemofilija Simpozij Hamburg 2000.
3. Hessel EA II, Edmunds LH Jr. Extracorporeal Circulation: Perfusion System. In: Cohn LH, Edmunds LH Jr (eds): *Cardiac Surgery in the Adult*. New York: McGraw-Hill, 2003: 317-30.
4. Istworld. Neinvazivno merjenje prekrvavitve in oksigenacije v bioloških tkivih. 2001.
Dostopno na :
<http://www.istworld.org/ProjectDetails.aspx?ProjectId=2ca24939d4c94a958dd8a24f6ec5383f&SourceDatabaseId=e4fcfde0182a45898e8741a1abae3984>. <02.03.2011>.
5. Luft FC. Lactic acidosis update for critical care clinicians. *Journal of the American Society of Nephrology (American Society of Nephrology)* 2001;12 (Suppl. 17): 15–19.
Dostopno na: http://jasn.asnjournals.org/content/12/suppl_1/S15.full <02.03.2011>.
6. Möller A, Kamenik M. Nadzor globine anestezije z monitorjem BIS. *Zdrav Vestn* . 2010;79: 43-7.
Dostopno na: http://www.szd.si/user_files/vsebina/Zdravniski_Vestnik/2010/Januar/43-47.pdf<02.03.2011>.
7. Remškar D. Žepni vodnik za obravnavo nujnih stanj. Društvo medicinskih sester, babic in zdravstvenih tehnikov Slovenije, Ljubljana; 2007.
8. Štumpfl A. Biomedicinska tehnologija zunajtelesne membranske oksigenacije (ECMO) pri otrocih [diplomsko delo]. Maribor: Fakulteta za zdravstvene vede; 2009.
9. Zupančič B. Meritve intraabdominalnega pritiska pri kritično bolnih v enoti intenzivne terapije Novo Mesto. In: Sekcija medicinskih sester in zdravstvenih tehnikov v anesteziologiji, intenzivni terapiji in transfuziologiji. 41 strokovni seminar. Zbornik predavanj Rogla, 19. in 20. maj 2006. Ljubljana: Zbornica zdravstvene nege Slovenije, Zveza društev medicinskih sester in zdravstvenih tehnikov Slovenije; 2006: 86-93.
10. William CO. Anticoagulation and Coagulation Management for ECMO. *Cardiothorac Vasc Anesth*. 2009;Vol.13,3:154-75.
Dostopno na: <http://scv.sagepub.com/content/13/3/154.abstract> < 03.03.2011>.

NADZOR SPREMENLJIVK OB MEHANSKI PODPORI SRCA

Andrej Bračič, dipl. zn.
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Klinični oddelek za kirurgijo srca in ožilja

IZVLEČEK

V prispevku bodo predstavljene oblike mehanske podpore srcu, ki se uporabljajo kot način zdravljenja srčnega popuščanja na Kliničnem oddelku za kirurgijo srca in ožilja Univerzitetnega kliničnega centra v Ljubljani (UKCLJ). Predstavljena bo prilagojena aksialna vgradna črpalka HM II. Ta je namenjena dolgoročni uporabi tudi do več let. Za kratkoročno mehansko podporo srcu pa se uporablja centrifugalna nepulzativna črpalka »CentriMag«.

Prikazane bodo posebnosti upravljanja in pomen spremenljivk, odčitanih na mehanski podpori. V prispevku bodo prikazane posebnosti merjenja in spremljanja vitalnih znakov pacienta – merjenih tako z invazivnimi kot neinvazivnimi metodami –, ki se jih spremlja nekoliko drugače kot pri ostalih intenzivnih pacientih.

Namen prispevka je predstaviti obe vrsti mehanske podpore s sistemom, njuno delovanje in posebnosti v spremljanju vitalnih znakov pacientov z vstavljenimi tovrstno mehansko podporo, kar zaradi zahtevnosti obravnave predstavlja poseben izziv za zdravstveno nego.

Ključne besede: intenzivna terapija, srčno popuščanje, mehanska podpora srca

UVOD

Najuspešnejši način zdravljenja končnega srčnega popuščanja je presaditev srca. Ker je dajalec organov neprimerno manj kot bolnikov, ki srce potrebujejo, strokovnjaki razvijajo alternativne metode, kot so umetno srce oziroma začasne oblike mehanske podpore srcu. Takšna oblika zdravljenja je mehanska podpora levega prekata (MPLP), v svetu bolj znana kot Left Ventricular Assist Device oziroma LVAD.

Mehanska podpora levega prekata se lahko uporabi kot kratkoročna mehanska cirkulatorna podpora pri akutnem srčnem popuščanju z namenom prehodne razbremenitve srca, dokler se srce ne popravi ali kot premostitev pri čakanju na transplantacijo. Lahko se uporabi tudi kot končna alternativna oblika zdravljenja pri bolnikih v zadnjem stadiju srčne odpovedi.

Osnovni namen delovanja MPLP je razbremenitev levega prekata tako, da se s pomočjo pretočnih kanil in črpalke naredi obvod krvi iz levega prekata do aorte. V primeru, ko gre tudi za odpoved desnega srca, se lahko vstavi pretočne kanile za obtok krvi iz desnega prekata do pljučne arterije, s sočasno uporabo aparata ECMO (Extracorporeal Membrane Oxygenation) za zunajtelesno oksigenacijo krvi. V tem primeru govorimo o mehanski podpori obeh prekatov (MPOP), v svetu bolj znano kot Bi Ventricular Assist Device oziroma BiVAD. Zadnje čase se zaradi boljšega dostopa za obvod krvi uporabljata femoralna vena in arteria subclavia.

OBLIKE MEHANSKE PODPORE SRCA NA KLINIČNEM ODDELKU ZA KIRURGIJO SRCA IN OŽILJA UKCLJ

CentriMag sistem za MPLP oziroma MPOP je sistem za zunajtelesni krvni obtok, ki se uporablja z namenom razbremenitve srca pri bolnikih z reverzibilno ali ireverzibilno srčno odpovedjo. Sistem deluje po principu nepulzivne centrifugalne črpalke na magnetni osnovi. Sestavljen je iz pretočnih kanil in cevi, magnetnega pogonskega kolesa (impeller) iz polikarbonata, motorja in glavne konzole. Največja hitrost pogonskega kolesa je 5500 vrtljajev na minuto, kar omogoča pretok do 9,9 litra krvi na minuto. Sistem lahko deluje tudi na baterijo, kar omogoča transport bolnika z delujočim aparatom. Priporočljiva uporabnost pretočnega sistema je do 30 dni (CentriMag).

HeartMate II sistem za MPLP je prilagojena aksialna vgradna črpalka, ki se vstavi v bolnika, kateri jo tako nosi ves čas s sabo. Te so namenjene dolgoročni uporabi, tudi do več let.

Sistem je sestavljen iz vtočnega dela, skozi katerega kri priteka iz levega prekata v napravo, črpalnega dela, ki črpa kri in iztočnega dela, skozi katerega teče kri iz črpalnega dela v začetni del aorte. Napravo poganja električni motorček, ki je nameščen znotraj same naprave. Vtočni del črpalke leži v levem prekatu, njen preostali del pa je nameščen pod srcem. Črpalka pomaga srcu tako, da deloma ali v celoti prevzame funkcijo obolelega levega prekata. Električni motorček poganja majhen rotor (podoben ladijskemu vijaku), ki potiska kri v aorto. Črpalka energijo za delovanje pridobiva iz baterij, ki so nameščene zunaj telesa, z njimi pa je povezana preko izhodne cevke (perkutani vod). Ta je prekrita s posebnim materialom, ki dopušča, da se vanjo vraščajo kožne celice, s tem pa se bistveno zmanjša možnost okužbe. Cevka vstopa v telo pod desnim rebrnim lokom. Povezana je tudi z nadzornikom sistema, preko katerega lahko na črpalke spreminjamo nekatere nastavitve (npr. obrate) in spremljamo delovanje črpalke s pomočjo opozorilnih signalov (Thoratec Corporation, 2009).

NADZOR SPREMENLJIVK OB VSTAVLJENI MEHANSKI PODPORI SRCA V INTENZIVNI TERAPIJI

Pri obeh oblikah mehanske podpore prehodno v času zdravljenja v intenzivni terapiji pri pacientih kontinuirano spremljamo hemodinamski monitoring in druge vitalne znake. Bolnikom kontinuirano merimo pritisk v pljučni arteriji in CO (cardiac output) oziroma CI (cardiac index). S pomočjo teh podatkov in drugih vitalnih parametrov pri bolniku (CVP) in parametrov na sami črpalke se določa pretok krvi skozi črpalke. Nastavitev pretoka črpalke je odvisna od skupnega pretoka krvi (skozi pacientovo srce in indeksa pretoka krvi skozi črpalke). CO izmerjen s pomočjo invazivnega merjenja s Swan-Ganz katetrom v pljučni arteriji je relativen, saj ne predstavlja dejanskega pretoka krvi skozi srce, ampak skupen pretok skozi srce in črpalke.

Arterijski pritisk merimo s krvavo metodo in beležimo le srednji arterijski pritisk. Krivulja pulznega vala ni značilna, saj MPLP črpa kri s konstantnim nepulznim pretokom, kar ima v primeru nedelovanja bolnikovega srca za posledico odsotnost značilnega pulznega vala. V tem primeru ni tipen pulz na perifernih arterijah, prav tako ni izmerljiv pritisk s pomočjo manšete za nekrvavo merjenje arterijskega pritiska.

Vse dokler se krvavitev pri pacientu ne zaustavi, vsako uro beležimo telesno temperaturo pacienta. Zaradi metabolizma in učinkovitega delovanja celotnega sistema je zelo pomembna normalna telesna temperatura, ki jo dosegamo s hlajenjem ali segrevanjem pretočnih cevi, s pomočjo zunanjih grelnikov ali celo s posodami ledu. V primeru pacientove prenizke centralne temperature je moteno njegovo strjevanje krvi, kar ima za posledico povečano krvavitev. V primeru previsoke temperature pa je povečan metabolizem in s tem poraba kisika.

Zaradi dolgih pretočnih kanil in umetne črpalke, skozi katero teče kri, obstaja velika nevarnost nastanka strdkov znotraj sistema. Zato se bolnikom redno izvajajo meritve *a*-PTČ (aktiviranega delnega tromboplastinskega časa) in ACT (aktiviranega časa koagulacije), takoj ob zmanjševanju kirurške krvavitve pa morajo bolniki prejemati Heparin v obliki kontinuirane infuzije. Kasneje morajo bolniki doživljenjsko prejemati varfarin.

Merjenje pulzne oksimetrije je lahko zavajajoče, saj zaradi zmanjšanega pulznega pritiska merjenje te spremenljivke ne bo zanesljivo. Bolj zanesljiva metoda za merjenje nasičenosti arterijske krvi s kisikom naj bi bilo merjenje cerebralne oksimetrije s tehnologijo NIRS.

NADZOR SPREMENLJIVK NA CENTRIMAG PRIKAZOVALNIKU

Glavni spremenljivki na prikazovalniku sta RPM (revolutions per minute), ki določa hitrost črpalke v številu obratov na minuto in LPM (liters per minute), ki prikazuje pretok krvi v litrih skozi črpalko. Hitrost črpalke (Pump Speed Range) je moč nastaviti od 0 do 5500 vrtljajev na minuto (RPM). Pretok črpalke (Pump Flow) je moč doseči do 9,9 litrov na minuto (LPM) (CentriMag, 2007). Obe spremenljivki beležimo vsako uro. Sprememba pretoka krvi skozi črpalko lahko nakazuje na zaplete, ob katerih moramo nemudoma ukrepati. Najpogostejša sprememba te spremenljivke je zmanjšanje pretoka, ki lahko nakazuje na obstrukcijo pretoka znotraj črpalke, zunanjih pretočnih cevi ali patoloških stanj pri pacientu (tamponada, hipovolemija, povečan sistemski žilni upor, krvni strdek ...) (Allegheny, 2008).

NADZOR SPREMENLJIVK NA HEARTMATE II SISTEMSKEM MONITORJU

Na sistemskem monitorju HeartMate II sistema je moč nastaviti oziroma spremljati štiri spremenljivke.

Pump Flow oziroma pretok krvi skozi črpalko izračuna sistemski krmilnik na osnovi hitrosti črpalke in količine moči motorja. Razmerje med močjo in pretokom pri katerikoli hitrosti je večinoma linearno. Sistemski krmilnik nadzira predviden pretok in ga primerja z znanim obratovnim razponom črpalke. Če je pretok izven pričakovanega območja, bo to krmilnik alarmiral. Na pretok črpalke vplivajo spremembe v uporu pred črpalko, npr. napolnjenosti levega prekata, ali za njo, npr. sistemski žilni upor. Na pretok vplivata lahko tudi zgoščenost krvi ali krvni strdek.

Pump speed oziroma nastavitvena točka hitrosti črpalke je prikazana v vrtljajih na minuto, njen razpon pa je od 6000 -15000 vrtljajev na minuto.

Pulse Index oziroma index pulziranja prikaže pulzno komponento pretoka krvi, ki je obratno sorazmerna s hitrostjo nastavitve črpalke.

Pump Power oziroma moč črpalke je količina moči, ki jo dovaja motor črpalke in ima razpon od 0 do 25,5 W.

Razmerja med posameznimi spremenljivkami nakazujejo na stanje pacienta oziroma delovanje sistema. Na primer, če velik krvni strdek pride v stik z rotorjem ali ležaji, lahko poveča obremenitev rotorja in poveča zahtevano moč črpalke. Povečana moč črpalke, povezana z zmanjšano hitrostjo, lahko nakazuje na poškodbo sistema. Okvara desnega prekata, predvsem v kombinaciji s povečanim pljučno-žilnim uporom, omeji učinkovitost MPLP.

RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK

Nadzor hemodinamskih spremenljivk in drugih vitalnih znakov pri bolniku z vstavljenjo mehansko podporo srca se razlikuje od nadzora spremenljivk pri ostalih bolnikih v intenzivni terapiji. Nekaterih spremenljivk, kot so merjenje arterijskega tlaka, ni mogoče spremljati na običajen način, nekatere druge spremenljivke, kot so telesna temperatura bolnika, pa so zaradi patofizioloških posebnosti pomembnejše kot običajno. Prikazovalniki mehanske podpore srca prikazujejo oziroma predstavljajo nove spremenljivke in s tem povezane posebnosti, ki jih medicinska sestra, ki neguje takega bolnika mora poznati.

Bolnik z vstavljenjo mehansko podporo srca potrebuje celovito intenzivno obravnavo. Pri zdravstveni negi takega bolnika mora medicinska sestra poleg osnovne zdravstvene nege, posebnosti intenzivne terapije, patofiziologije srčnega bolnika in njegove pooperativne oskrbe, poznati tudi posebnosti sistema za MPLP oziroma vseh spremenljivk, ki jih ta sistem prikazuje.

LITERATURA

1. Allegheny General Hospital. Clinical protocol for ventricular assist: Interno gradivo; 2008.
2. CentriMag® PrimarY Console Operating Manual. Zurich: Levitronix GmbH; 2006.
3. CentriMag® Ventricular Assist System (brošura). Massachusetts: Levitronix; 2007.
4. Thoratec corporation. *HeartMate II* LVAS. Navodila za uporabo: Interno gradivo; 2009.

NADZOR INTRAKRANIALNEGA PRITISKA

Gašper Novak, dipl. zn.
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Nevrološka klinika, Klinični oddelek za vaskularno nevrološko intenzivno terapijo

IZVLEČEK

Zdravstvena nega pacienta s povišanim intrakranialnim pritiskom je zelo zahtevna in zahteva veliko znanja in izkušenj. Za razumevanje patofizioloških procesov pri povišanem intrakranialnem pritisku je nujno poznavanje anatomije, histologije in fiziologije centralnega živčnega sistema, nastajanja in resorpcije likvorja ter posebnosti žilja in regulacije pretoka v možganih. Intrakranialni tlak je tlak v lobanjski votlini, katero izpolnjujejo možgani, likvor in žile s krvjo. Povišan intrakranialni pritisk (ICP) je osnovni vzrok za poslabšanje zdravstvenega stanja in povečano smrtnost pri številnih nevroloških boleznih. Za povišan intrakranialni pritisk so značilni štirje znaki: glavobol, papiloedem, bruhanje in herniacije. Preživetje pacienta z povišanim ICP-jem je odvisno od optimizacije intrakranialnega pritiska in centralnega perfuzijskega pritiska (CPP). Zdravstvena nega pacienta s povišanim ICP-jem je kompleksna in od izvajalcev zahteva neprestano prilagajanje na hitro spreminjajoče zdravstveno stanje pacienta. Oskrba in nadzor življenjsko ogroženega pacienta je predvsem v domeni medicinske sestre. Njena naloga je, da pozna in prepozna nevarnosti oz. urgentna stanja, med katera povišan intrakranialni pritisk vsekakor sodi, ter o tem poroča zdravniku. Po naročilu zdravnika izvaja osnovne ukrepe za zniževanje ICP, ki so: uravnavanje zunanje ventrikularne drenaže; položaj pacienta; hlajenje pacienta; optimizacija analgezije in sedativov; uravnavanje krvnega pritiska; hiperventilacija; pravilne intravenske tekočine. Pacienti z nevrološkimi problemi morajo biti pozorno opazovani za kakšne koli znake in simptome povezane z povišanim ICP-jem. Ko pride do tega, je potrebno vstaviti ICP elektrodo, katera nam omogoča neprestani nadzor nad znotraj lobanjskim pritiskom. Poznavanje in razumevanje zdravljenja povišanega ICP-ja je ključnega pomena za zmanjševanje obolevnosti in smrtnosti pri povišanem znotraj lobanjskem pritisku. Glavni namen je tudi preprečevanje pojava sekundarnih možganskih poškodb.

Ključne besede: povišan intrakranialni pritisk, zdravstvena nega, možganska poškodba, zdravstvena nega kritično bolnega, zdravstvena nega pri povišanem intrakranialnem pritisku, monitoring

UVOD

Zvišan intrakranialni pritisk (ICP) je resen zaplet, ki lahko nastane iz različnih vzrokov. Lahko nastane zaradi različnih nevroloških bolezni kot so možganske poškodbe, intrakranialne krvavitve, ishemične kapi, spremembe z proizvodnjo in / ali absorpcije cerebrospinalnega likvorja, okužbe in tumorji (Polinsky, Muck, 2007). Zvišan ICP lahko vodi do potencialno katastrofalnih posledic, vključno s trajnimi nevrološkimi okvarami in invalidnostjo. Smrt lahko nastopi takoj kot posledica travmatske poškodbe možgan ali krvavitve, lahko pa nastopi kasneje zaradi sekundarnih možganskih okvar. Hitra zdravstvena presoja in pravilna oskrba v akutni fazi, lahko pomembno zveča možnost

preživetja kritično bolnega pacienta (Arbour, 2004). Pacient z zvišanim ICP sodijo med najbolj zahtevne paciente za izvajanje zdravstvene nege. Zdravstveni delavci morajo dobro razumeti patofiziologijo ICP pri zdravljenju bolnikov z nevrološkimi boleznimi povezanimi s povišanim ICP. Cilj zdravljenja je zmanjšanje ICP-ja oz vzdrževanje ustreznega možganskega perfuzijskega pritiska (Polinsky, Muck, 2007).

PATOFIZIOLOGIJA

Načela ICP-ja sta že v letih 1820 začrtala profesorja Munroe in Kellie. Zapisala sta, da so možgani zaprti prostor. Vsebina lobanske votline mora vedno ostati enak, da ostane ICP nespremenjen. Intrakranialna predel sestavlja približno 83% možganovine, približno 11% cerebrospinalnega likvorja in približno 6% krvi. Vsota volumnov vseh treh predelov je okoli 1550 ml in je konstantna. (Mayer, Chong, 2002). V normalnih okoliščinah so ti predeli uravnoteženi ter v stanju dinamičnega ravnovesja. Če pride do povečanja volumna v enem izmed teh predelov, kot npr. možganskega tkiva, se mora obseg enega ali obeh preostalih možganskih predelov zmanjšati sicer pride do zvišanja ICP-ja. Pri poškodovanih možganih že majhno povečanje obsega povzroči veliko povečanje ICP-ja (Arbour, 2004). Normalne vrednosti ICP-ja se razlikujejo glede na starost, položaj telesa, in klinično stanje. Normalen ICP v ležečem položaju za odraslega je 7 - 15 mmHg, 3 - 7 mmHg pri otrocih, in 1.5 - 6 mmHg pri dojenčkih. Definicija povišanega ICP je odvisna od specifične patologije in starosti, čeprav ICP > 15 mmHg na splošno velja za normalnega (Smith, 2008; Mayer, Chong, 2002; Arbour, 2004). Npr. pri hidrocefalusu je pritisk nad 15 mmHg opredeljen kot visok, pri poškodbah glave se pa agresivno zdravljenje začne pri ali nad 25 mmHg (Polinsky, Muck, 2007). Pri delu v intenzivnih terapijah vzdržujemo ICP pod 20 mmHg. Številne študije so pokazale, da je nezdravljen povišan ICP eden izmed glavnih vzrokov za slab končni izid zdravljenja (Mayer, Chong, 2002). Zvišan ICP je kritičnega pomena za pacienta, saj se tako zmanjša centralni pefuzijski pritisk in pretok krvi v možganih. Za ohranitev normalne presnove možgani potrebujejo 50 - 55 ml krvi na 100 g možganskega tkiva (Arbour, 2004).

CENTRALNI PEFUZIJSKI PRITISK

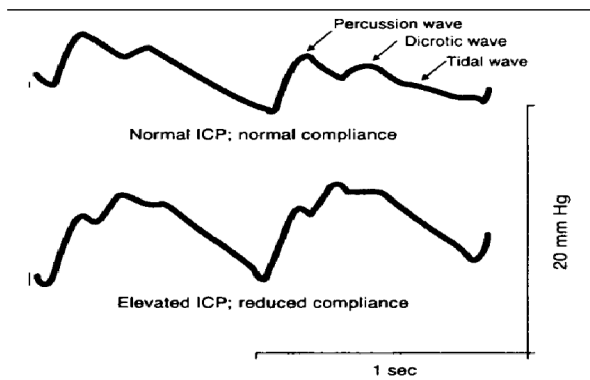
Centralni pefuzijski pritisk (CPP) je pritisk, ki omogoča pretok krvi po možganih. Izračunava se s pomočjo srednjega arterijskega pritiska (MAP) in ICP-ja. Formula za izračun je $CPP = MAP - ICP$. Nezadovoljiv centralni pefuzijski pritisk je glavni dejavnik, ki lahko vpliva na dotok krvi v možgane. Meritev se uporablja kot pomemben klinični kazalec krvnega pretoka in ustrezne oksigenacije v možganih (Polinsky, Muck, , 2007; Vanderheyden et al, 2002). Ciljne vrednosti CPP-ja se gibajo med 60 – 75 mmHg. Do zapletov (ishemija in hipoksija) pride takrat, ko CPP pade pod 60 mmHg ter če se vrednost preveč zviša lahko začne nastajati možganski edem (Mayer, Chong, 2002).

KRIVULJA INTRAKRANIALNEGA PRITISKA

ICP krivulja nastane s prenosom kardiovaskularnega pritiska v intrakranialni predel. Krivulja je sestavljena iz treh valov:

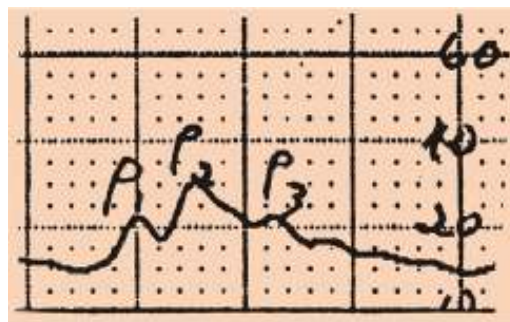
- P-1; (percussion wave) predstavlja arterijsko pulzacijo,
- P-2; (tidal wave) predstavlja znotraj možgansko skladnost,
- P-3; (dicrotic wave) predstavlja zaprtje aortne zaklopke.

V krivulji se lahko pojavijo dodatni valovi, ki predstavljajo možgansko vensko pulzacijo in se pojavijo pred naslednjim P-1 valom. Običajni potek ICP krivulje je v t.i. vzorcu padajočih stopnic, P-1 je najvišji val in P-3 je najnižji (Arbour, 2004).



Slika 1. Normalna ICP krivulja (zgoraj) in nenormalna ICP krivulja (spodaj)

(Mayer, Chong, 2002)



Slika 2. Ilustriran prikaz vseh treh ICP valov: P-1; P-2; P-3, pri možg. krvavitvi.

(Arbour, 2004)

ETIOLOGIJA POVIŠANEGA INTRAKRANIALNEGA PRITISKA

Številna stanja vodijo do povišanja ICP-ja. Motnje lahko nastanejo na različnih ravneh centralnega živčevja. Vzrok je lahko motnja pretoka in reabsorpcije, redkeje pa povečana tvorba likvorja, krvavitev oz. zvečanje mase možganov kot posledica edema, tumorja. Prav tako lahko govorimo o generiziranih (npr. akutna srčna odpoved, kompresija jugularne vene) in lokaliziranih (npr. tumor, meningitis, obstruktivni hidrocefalus) ter akutnih in kroničnih vzrokih povišanega ICP-ja.

Dejavniki tveganja, ki povečujejo ICP med zdravstveno nego pa so:

- spuščanje vzglavja v vodoravni položaj,
- aspiracija dihalnih poti,
- obračanje bolnika,
- umivanje,
- ustna nega,
- transport bolnika.

POSLEDICE POVIŠANEGA INTRAKRANIALNEGA PRITISKA

Zaradi zvišanega ICP pride do stisnjenja žil v nevrokraniumu in posledično ishemije ter kompresije določenih delov možganov v najmanjšem primeru pa pride do premika možganovine. Posledice se razlikujejo glede na starost pacienta. Pri otrocih in odraslih se ob povišanem ICP pojavijo: glavobol, bruhanje, spremembe vedenja, progresivno zmanjšanje zavesti, letargija, nevrološki izpadi, krči (Grennberg, 2008).

Poleg teh znakov sta pomembni še dve stani:

- Cushingov odgovor: je obrambni odgovor na ishemijo pri povišanem ICP, ki je nastal zaradi znotraj možganske krvavitve. Cushingov odgovor prepoznamo po

nastopu povišanega krvnega pritiska, bradikardije in depresije dihanja. Ti znaki se pokažejo pri dalj časa povišanem ICP in to stanje zahteva takojšnje ukrepanje.

- Cheyne – Stoksovo dihanje: povišan intrakranialni pritisk zmanjša tlak v žilah ter s tem povzroči manjši krvni pretok v možganih. Zaradi tega informacije respiratornemu centru o krvnem pCO₂ zakasnijo in posledica tega sta izmenjajoča se hipo – in hiperventilacija ter občasno apnea (Polinsky, Muck, 2007).

NADZOR INTRAKRANIALNEGA PRITISKA

ICP-ja ne moremo zanesljivo predvideti in izmeriti z nobeno neinvazivno metodo ali z računalniško tomografijo. Najbolj zanesljiva metoda za diagnosticiranje in merjenje povišanega ICP-ja je neposredno merjenje. ICP je potrebno meriti za izračun in ugotavljanje CPP, ki zagotavlja informacije o primernem krvnem pretoku skozi možgane (Polinsky, Muck, 2007; Smith, 2008).

INDIKACIJE ZA INTRAKRANIALNI MONITORING:

- poškodovanci s poškodbo glave, ocenjeni po GCS (Glasgow Coma Scale) z 8 točkami ali manj,
- poškodovanci s poškodbo glave, ocenjeni po GCS z več kot 8 točkami, ki imajo:
 - motnjo zavesti in na CT slikah glave znake povečanega ICP-ja (iztisnjene bazalne cisterne, premik srednje črte za > 5mm),
 - normalen CT glave ob sprejemu ter dva pozitivna znaka od teh (starost nad 40 let; enostranski ali obojestranski patološki motorični odgovor; dokumentirano zmanjšanje sistolnega krvnega pritiska < 90 mmHg).

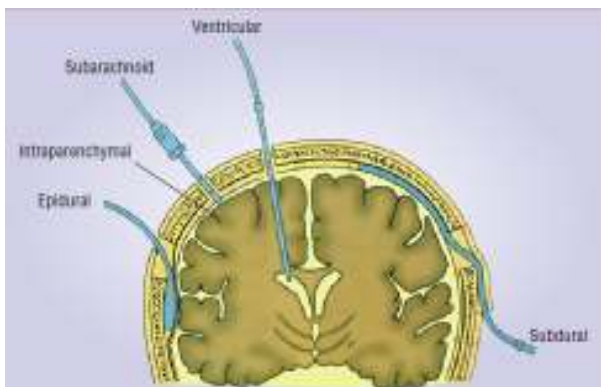
Druge indikacije za uvedbo ICP monitoringa so: znotraj možganska krvavitev; možganski edem; huda poškodba glave; hematomi; abscesi; tumorji ali anavrizme; meningitis / encefalitis; itd (Mayer, Chong, 2002).

TEHNIKE MERJENJA INTRAKRANIALNEGA PRITISKA

Obstajajo štiri standardni načini merjenja ICP-ja:

- intraventrikularni kateter,
- intraparenhimska elektroda,
- subarahnoidalni vijak (vijak se vstavi pod lobanjo v prostor med arahnoido in možgansko skorjo),
- epiduralni / subduralni senzor (senzor se vstavi v epiduralni ali subduralni prostor pod lobanjo).

Vsak način ima določene prednosti in slabosti. Najpogosteje se za merjenje ICP-ja uporablja intraparenhimska elektroda in intraventrikularni kateter.



Slika 3. Grafični prikaz načinov monitoringa intrakranialnega pritiska (Arbour,2004)

Intraventrikularni kateter

Intraventrikularni kateter je bolje poznan pod imenom zunanja ventikularna drenaža (ZVD). Sestavljena je iz tanke, upogibljive cevke, narejene iz poliuretanske plastike ali prevlečene z 2% srebrom, ki se kirurško vstavi v enega od ventriklov in se poveže z drenažnim sistemom izven telesa. Na drenažni sistem je možni priklopiti sistem za merjenje ICP-ja. Sistem povežemo z monitorjem, kjer ga preprosto kalibriramo. Ničelna točka je na višini senc pacienta, na katero poravnamo pretvornik sistema.

Prednosti:

- omogoča natančno ICP meritev,
- omogoča dostop do cerebrospinalne tekočine za drenažo ali preiskave,
- omogoča terapevtsko prebrizgavanje katetra,
- omogoča zanesljivo ocenjevanje intrakranialne podajnosti.

Slabosti:

- dodatno mesto okužbe,
- najbolj invazivna metoda merjenja ICP-ja,
- potrebna je večkratna kalibracija pretvornika,
- kateter se lahko zamaši, s krvjo ali tkivom,
- vstavitve je zelo težka, če so ventrikli zoženi ali stisnjeni,
- cerebrospinalna tekočina lahko uhaja ob mestu vstavitve katetra,
- povezana s povečanim tveganjem za okužbo (ventriculitis / meningitis se pojavi pri 10 – 20% pacientih, kateri imajo pretvornik priklopljen na sistem več kot 5 dni) (Arbour, 2004; Mayer, Chong, 2002; Polinsky, Muck, 2007).

Intraperanhimska elektroda

Intraparenhimski senzor je vstavljen z vijakom skozi lobanjo v možgansko tkivo. Elektrodo je zelo preprosto vstaviti in predstavlja minimalno tveganje za nastanek herniacije pri vstavitvi. Elektroda omogoča odličen prikaz ICP krivulje tudi pri pacientih z možganskim edemom ter omogoča natančne meritve ICP tudi pri različnih položajih glave.

Prednosti:

- lahko ga vstavijo v subduralni in subarahnoidalni prostor, v ventrikle ali pa direktno v možganovino,

- je lahko transportabilen,
- potrebno je samo ena kalibracija (ob vstavitvi),
- je povezan z nizko stopnjo infekcije, če možgansko tkivo ni panetrirano,
- omogoča zelo dobro kvaliteto ICP krivulje,
- ne potrebuje prilagajanje transducerja pri spreminjanju pacientovega položaja,
- novejši monitorji omogočajo tudi merjenje temperature možganov.
-

Slabosti:

- ne omogoča odvzema cerebrospinalne tekočine za drenažo ali preiskave,
- ne more se ponovno umeriti po vstavitvi elektrode,
- potrebna je tudi menjava elektrode,
- elektroda se zelo lahko poškoduje (Arbour, 2004).

ZDRAVLJENJE POVIŠANEGA INTRAKRANIALNEGA PRITISKA

Pravilen nadzor nad vsemi kritično bolnimi pacienti z poškodbo glave se začne že z osnovnimi ukrepi, s katerimi optimiziramo oksigenacijo in pretok krvi v možganih. S temi osnovnimi ukrepi preprečimo ali zmanjšamo možnost poslabšanja nevrološkega stanja ali povišanje ICP-ja. Ne glede na vrsto zdravljenja je naš cilj enak: vrednosti ICP-ja morajo biti pod 20 mmHg, in vrednost CPP-ja pa med 60 in 75 mmHg (Mayer, Chong, 2002; Polinsky, Muck, 2007).

Drenaža cerebrospinalne tekočine

Drenaža predstavlja zlati standard pri zdravljenju povišanega ICP-ja. Tekočino lahko dreniramo skozi ventrile z ZVD-jem (Polinsky, Muck, 2007).

Položaj glave in telesa

V primeru, da je pacient ni hipotenziven (MAP pod 60 mmHg), mora biti pacientovo vzglavje dvignjeno na 15-30°. Študije priporočajo dvignjeno vzglavje za 30°, saj s tem občutno znižamo ICP in ob tem pride do zvišanja CPP-ja. Priporočajo tudi, da se je potrebno izogibati dvigovanju vzglavja za 45°, kajti lahko se pojavi paradoksalno povišan ICP, zaradi odgovora na prekomernem znižanju CPP-ja. Položaj glave pri povišanem in nestabilnem ICP-ju ne sme biti flektiran, ne ekstenziran, ne nagnjena levo, ne desno. Le tako bomo zagotavljali neoviran in optimalen odtok krvi po jugularnih venah. Takšen pacient ima predpisano terapevtsko mirovanje, zato takšnega pacienta, do stabilizacije in normalizacije ICP-ja ne obračamo (Polinsky, Muck, 2007; Kodila, 2008; Mayer, Chong, 2002; Vanderheyden et al, 2002).

Hiperventilacija

S hiperventilacijo znižamo pCO₂. S tem dosežemo vazokonstrikcijo in posledično znižanje ICP-ja. Pozor: prevelika hiperventilacija lahko povzroči preveliko vazokonstrikcijo in poslabša perfuzijo (Vanderheyden et al, 2002).

Terapija z zdravili

- osmotski diuretik povzroči dehidracijo možganov. Povzroči osmotski gradient preko kapilarne stene in tako odstrani ekstracelularno tekočino iz možganskega tkiva. Najbolj pogosto se uporabljamo Manitol. Manitol je ogljikov hidrat, ki se ne metabolizira in ostane izključno v ECT. Učinek Manitola traja 4-6 ur.
- renalni diuretiki: npr. furosemid.

- steroidi: (deksametazon) zmanjšajo edem okrog možganskih tumorjev.
- barbiturati: z njimi dosežemo globoko komo v kateri so možgani metabolno malo aktivni, preprečimo pa tudi lipidno peroksidacijo, ki jo povzročajo prosti radikali (Zdrav vestnik, 2004).

Intravenske tekočine

Običajno se za bolnike s tveganjem za povišan ICP, uporablja hipertonične ali izotonične intravenske tekočine. Hipotonične tekočine normalno povečajo količina edema. Hipertonična ali izotonične tekočine intravenske tekočine so:

- fiziološka raztopina,
- ringer laktat,
- albumini (Mayer, Chong, 2002; Polinsky, Muck, 2007).

Sedacija in analgezija

Sedacija in analgezija je ključna pri nadzoru ICP-ja. Pri pacientih kateri se fizično razdraženi zaradi intubacije in mehanske ventilacije, se lahko poviša ICP zaradi povišanega intratorakalnega in jugularnega pritiska. Arterijska hipertenzija lahko dodatno poviša ICP. Paciente je potrebno sedirati in analgezirati do te mere, da so popolnoma negibni in umirjeni (Mayer, Chong, 2002). Ocenjevanje stopnje sedacije je nujno za uspešno vodenje in preprečevanje prekomerne oz. nezadostne sedacije. Bispektralni indeks (BIS) je nevrofiziološki monitor za stalen nadzor nad pacientovo možgansko aktivnostjo med anestezijo in sedacijo (Punjasawadwong in sod, 2007). To je edina objektivna metoda za ocenjevanje globine sedacije, ki se uporablja predvsem v anesteziji in v intenzivni terapiji. BIS je numerična vrednost od 0 (globoka sedacija) do 100 (pacient je popolnoma buden). Zaželena vrednost pri anesteziranih pacientih je od 45 do 60. Medicinska sestra mora spremljati ter beležiti vrednosti BIS-a in ob spremembah obveščati zdravnika (Bračič, 2006).

Nadzor telesne temperature

Pri pacientih s poškodbo možganov, je potrebno vzdrževati normotermijo. Sistemska hipotermia na temperaturi od 32 - 33 °C lahko pri nekaterih pacientih zniža ICP. Zadnje študije kažejo, da ni bilo dokazane nobene razlike, pri pacientih s poškodbo možgan, kateri so bili ohlajeni na 34°C in med pacienti, katerim so vzdrževali normotermijo (37°C). Na podlagi teh študij, ne moremo predlagati uporabe hipotermije pri pacientih s povišanim ICP. Vendar kljub tem odkritjem je normotermija, še vedno priporočena zaradi povišanega in škodljivega metabolnega stanja, kateri nastane zaradi povišane telesne temperature. Pacienta lahko hladimo na več načinov. Lahko ga pokrijemo z hladilnimi blazinami ali z polaganjem ledenih vrečk ali ledenih kock nad potekom velikih arterij - preko suhe tkanine (ne polagamo jih na vrat in glavo). Najnovejša endovaskularna metoda hlajenja se je izkazala za zelo dobro in učinkovito. Deluje na principu zaprtega sistema, skozi katerega se pretaka hladna fiziološka raztopina. S tem lahko shladimo pacienta 0.8°C/na uro in pri tem ne pride do zunanjih poškodb kože, ki nastanejo pri zunanjem hlajenju. Pri tem se pojavlja malo ali nič drgetanja pacienta, kar zmanjša metabolno presnovo. Glavna omejitev je visoka cena naprave. Za pacienta je najbolj priporočljivo, da mu z antipiretično terapijo uspešno znižujemo temperatura (Mayer, Chong, 2002; Polinsky, Muck, 2007; Vanderheyden et al, 2002).

Hipertenzivna / hipotenzivna terapija

Krvni tlak je potrebno skrbno nadzorovati in ga vzdrževati v mejah normalnih vrednosti, kajti ob visokih vrednostih krvnega pritiska je večja tudi nevarnost za povečanje krvavitve. MAP - ICP = CPP. CPP je potrebno vzdrževati med 60 in 75 mmHg, zato je potrebno

sistolični krvni tlak vzdrževati v mejah, kjer se ishemija ne pojavi. Zvišan krvni pritisk lahko poveča ICP, zmanjšanje CPP ali poslabšajo krvavitve. Če je krvni pritisk prenizek, je potrebno predpisati intravensko vazoaktivno podporo, za zvišanje MAP-a in s tem tudi CPP (Polinsky, Muck, 2007).

VLOGA MEDICINSKE SESTRE

Zdravstvena nega pacienta s povišanim ICP-jem, je kompleksna in od izvajalcev zahteva neprestano prilagajanje hitro se spreminjajočemu zdravstvenemu stanju pacienta. Najbolj pogoste intervencije, ki jih izvajamo pri teh pacientih, lahko razdelimo glede na pomembnost v več sklopov: skrb za zadostno in učinkovito predihanost, hemodinamski nadzor in spremljanje pacientove zavesti.

Opazovati moramo stanje zenic (reakcijo, obliko in širino zenic). Normalno sta zenici srednje široki, okrogli in se ob osvetlitvi zožita. Spremembe zenic v smislu razširjenih in ne reaktivnih zenic, kažejo na poslabšanje stanja v možganih in so posledica povečenega intrakranialnega tlaka (Slovensko združenje za intenzivno medicino, 2004; Vanderheyden et al, 2002). Medicinska sestra po naročilu zdravnika izvaja osnovne ukrepe za zniževanje ICP ja, ki so poglobitev sedacije in analgezije, dvig vzglavja za 15° - 30°, hiperventilacija, vzdrževanje normotermije in normokapnije, dovajanje Manitola, ki je ozmotski diuretik, ki zmanjšuje intrakranialni tlak ter ventrikularna drenaža po presoji nevrokirurga (Bračič, 2006). Kadar osnovni in standardni ukrepi ne pomagajo, takrat pacientu apliciramo odmerek barbiturata. Slednjega dobi pacient v enkratni dozi, lahko pa tudi v kontinuirani infuziji. Pacienta začnemo intenzivneje hladiti, poglobimo hiperventilacijo. Zelo pomembno je vzdrževanje tlaka prekrvavitve možganov s pomočjo dvigovanja srednjega arterijskega tlaka. To dosežemo z vzdrževanjem normovolemije, z uporabo vazoaktivnih učinkovin za dvig CPP-ja (Slovensko združenje za intenzivno medicino, 2004). Vsako uro ali pa še pogosteje merimo vitalne funkcije, ki jih skrbno in natančno beležimo na 24 urni temperaturni list. Dokumentacija je uradni dokument in ga je potrebno z vso resnostjo izpolnjevati. Vsako uro se beleži in zapiše:

- frekvenca in ritem pulza,
- krvni pritisk, merjen kontinuirano preko arterijskega katetra z invazivno metodo,
- zapiše se vrednost ICP, CPP,
- zapiše se vrednost BIS,
- opazuje se likvor, ki izteka po ventrikularni drenaži,
- zabeleži se saturacija in kapnografija,
- izmeri se telesno temperaturo,
- oceni se velikost, enakost, oblika in reakcija zenic,
- izmeri se urna diureza.

Cilji zdravstvene nege so usmerjeni v reševanje življenja in preprečevanje dodatnih poškodb možganov, vzdrževanje normalnih telesnih funkcij, dokler se stanje ne normalizira.

ZAKLJUČEK

Intrakranialni pritisk je zelo pomemben za pacientovo zdravljenje. Vsi pacienti, ki potrebujejo spremljanje ICP so življenjsko ogroženi in so zato nameščeni v enote

intenzivne terapije. Zdravstvena nega takih pacientov je zelo zahtevna in zahteva medicinsko sestro z veliko izkušnjami in veliko strokovnega znanja, ki ga pridobi z delom v enoti intenzivne terapije in z vse življenjskim izobraževanjem. Samo terapevtsko zniževanja intrakranialnega pritiska ponavadi ni dovolj, saj je za slednjega tudi zelo pomembna sama kvaliteta izvedene zdravstvene nege. Pri pacientih s povišanim ICP je zelo pomembna lega pacienta, položaj glave, telesna temperatura pacienta, peristaltika, ponavadi je pri takih pacientih potrebno drenirati tudi kri ali likvor iz možgan. Nadzor in izvajanje terapevtskih ukrepov pri pacientih s povišanim ICP zahteva usposobljeno medicinsko osebje z veliko znanja in izkušenj pri nadzoru vseh parametrov (ICP, CPP, MAP, TT) od katerih je odvisen izhod bolezni.

LITERATURA

1. Arbour R. Intracranial Hypertension Monitoring and Nursing Assessment. *Crit. Care. Nurs.* 2004; 24(5):19 – 32.
2. Bračič M. Monitoring zavesti. V: Slovensko združenje za intenzivno medicino 12. Seminar intenzivne medicine za medicinske sestre in tehnike zdravstvene nege. Bled: Slovensko združenje za intenzivno medicino, 2006:(74 – 6).
3. Greenberg M. Intracranial pressure. V: Greenberg. *Handbook of Neurosurgery*. New York: Thieme Medical Publishers, 2008(640 – 653).
4. Kodila V. Najpogostejša kirurška patologija v centru za intenzivno zdravljenje. V: Kodila V. *Osnovni vodnik po kirurški enoti intenzivnega zdravljenja: priručnik za medicinske sestre in zdravstvene tehnike*. Ljubljana:Univerzitetni klinični center, Kirurška klinika, Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok, 2008(149 – 154).
5. Mayer S, Chong JY. Critical care management of increased intracranial pressure. *J. Inten. Care. Med.*, 2002;17(2):55-67.
6. Polinsky S , Muck K. *Increased Intracranial Pressure and Monitoring*. San diego: rn.com; 2007. Dostopno na:
http://faculty.ksu.edu.sa/73717/Documents/Increased_Intracranial_Pressure_and_Monitoring_site.pdf (15. 3. 2011).
7. Punjasawadwong Y, Boonjeungmonkol N, Phongciewboon A. Bispectral index for improving anaesthetic delivery and postoperative recovery. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007; 4.
Dostopno na: <http://www.cochrane.org/reviews/en/ab003843.html>. <20.3.2008>
8. Slovensko združenje za intenzivno medicino. Priporočene smernice za ukrepe in zdravljenje pri poškodovancih s hudo poškodbo glave. *Zdrav. Vestni.* 2004; 73:31-6. Dostopno na: <http://vestnik.szd.si/st4-1/31-36.pdf> (20.3.2008).
9. Smith M. Monitoring Intracranial Pressure in Traumatic Brain Injury. *Anesth. Analg.*, 2008;106: 240 –8.
10. Vanderheyden B, Buck B. Management of Elevated Intracranial Pressure. *J. Pharm. Practice.* 2002; 15: 167 – 185.

NADZOR GLOBINE ANESTEZIJE Z UPORABO BISPEKTRALNEGA INDEKSA BIS

Robert Copič, dipl. zn.
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok

IZVLEČEK

Zaradi nezadostne in neustrezne sedacije se lahko zgodi, da nastopi stanje budnosti pri bolniku v splošni anesteziji, kar privede do psihološke škode pri bolniku. Pravilno poznavanje delovanja aparata omogoča njegovo brezhibno upravljanje, medtem ko neprekinjeno spremljanje in interpretacija vrednosti BIS-a (bispektralnega indeksa) omogoča upravitelju (zdravstvenemu delavcu) pravilno in strokovno ukrepanje glede na izmerjene vrednosti. Pomembno je poznavanje vseh splošnih in specifičnih varnostnih ukrepov, da se izognemo nastanku težav in zapletov, ki lahko resno ogrozijo bolnikovo zdravje in zdravje zaposlenih. Kot zadnje je pomembno tudi preventivno vzdrževanje, nega, čiščenje in skladiščenje celotne opreme, za njeno nemoteno in brezhibno delovanje.

Ključne besede: BIS nadzorni sistem, BIS senzor, nezadostna in neustrezna sedacija med anestezijo, budnost bolnika med anestezijo, varnost bolnika

UVOD

V 0,1% do 0,2% primerov se zgodi, da je bolnik med splošno anestezijo buden. Potencialne razloge gre iskati na treh nivojih: na nivoju bolnika, vrsti kirurškega posega in vrsti anestezije. Diplomirana medicinska sestra pri anesteziji skupaj z zdravnikom nadzira in varno vodi bolnika skozi tri pomembne faze oz. obdobja: predoperativno, medoperativno in postoperativno obdobje. Na razpolago ima celo vrsto sodobne medicinske opreme, ki ji je v strokovno pomoč za doseg tega cilja. Aparat, ki je predstavljen v tem prispevku je BIS VISTA nadzorni sistem proizvajalca Aspect Medical Systems iz Amerike ustvarjen leta 1994. Namenjen je nadzoru bispektralnega indeksa (aparati meri in analizira encefalografske signale). Vzdrževanje vrednosti BIS-a v optimalnem območju med 40-60, naj bi preprečilo stanje budnosti bolnika med splošno anestezijo, omogočalo naj bi racionalno porabo anestezijskih učinkovin (ekonomski vidik splošne anestezije). Z razvojem tehnologije se je delo v anestezijski stroki nekoliko spremenilo. V ospredju še zmeraj ostajata anesteziolog in anestezijska medicinska sestra z njunim teoretičnim znanjem in klinično prakso, vendar jima je v veliko pomoč cela vrsta sodobne elektronike, ki pripomore k bolj varni, učinkoviti, celostni in ciljani anesteziji. Sodobne aparature ne nadomeščajo strokovnjaka, ampak implementirajo njegovo delo z bolnikom. Na prvem mestu vsake anestezije je varnost bolnika. Ali lahko en sam aparat prepreči budnost bolnika med splošno anestezijo?

POMEN UPORABE IN NADZOR BIS-A MED SPLOŠNO ANESTEZIJO

BIS nadzorni sistem zagotavlja uporabne in pomembne podatke med tremi fazami splošne anestezije: uvodom v anestezijo, vzdrževanjem anestezije in zbujanjem iz anestezije. V številnih randomiziranih študijah so prišli do ugotovitve, da je tipična ciljna vrednost BIS-a med 40-60 (Kelley SC, 2010).

Z vodeno splošno anestezijo v tem območju so ugotovili številne prednosti:

- zmanjšanje uporabe anestezijskih učinkovin (ekonomski vidik),
- skrajšano obdobje zbujanja bolnika iz splošne anestezije,
- izboljšano postoperativno zavest bolnika,
- skrajšana ležalna doba v prebujevalnici,
- zmanjšanje zapletov kot so slabosti in bruhanje,
- zmanjšano število primerov budnosti bolnikov med operacijo (Kelley SC, 2010).

V razširjeni študiji so ugotovili, da je od 0,1% do 0,2% bolnikov budnih med splošno anestezijo (Myles PS, Leslie K, McNeil J, Forbes A, Chan MT, 2004). Skupek predoperativnih faktorjev lahko vpliva na možnost medoperativne budnosti. Te so združili v tri nivoje: stanje bolnika, vrsta operativnega posega in vrsta anestezije. Da bi preprečili budnost bolnika med splošno anestezijo, moramo ciljano iskati potencialne vzroke (predoperativne faktorje) za njen nastanek. Predpostavljeni razlogi budnosti bolnika na nivoju vrste anestezije je časovni termin neustrezne anestezije, ki je razlog v neadekvatnem anestetiku in neustrezni dozi ter motnje pri dovajanju anestetika (tehnični zaplet-TIVA), uporaba mišičnega relaksansa. Predpostavljeni razlogi budnosti na nivoju bolnika so znane predhodne epizode budnosti, namerna zloraba zdravil (kronična bolečina in zloraba narkotikov, narkomanija), predhodne težke intubacije, bolnik klasificiran ASA 4-5, omejena hemodinamska rezerva bolnika in znana intoleranca na anestetike. Predpostavljeni razlogi budnosti na nivoju kirurškega posega so velike operacije na srcu, travmatološki posegi in urgentni operativni posegi (Kelley SC, 2010).

Bolnik, ki je izkusil budnost med splošno anestezijo lahko razvije spekter psihološke škode, ki sega od blagih do zelo hudih simptomov, vse do razvoja post-travmatskega stresnega sindroma (Kelley SC, 2010).

BIS VISTA nadzorni sistem je sistem za nadzor bolnika, ki ga konfigurira upravljaletc in je konstruiran za nadzor hipnotskega stanja možganov (bolnikova stopnja zavesti), pri čemer je 100=buden in 0=ravna linija. Temelji na zajemanju in procesiranju elektroencefalografskih signalov (v nadaljevanju EEG). Sistem BIS VISTA procesira surove EEG signale, tako da izračunava eno samo številko, imenovano bispektralni indeks (v nadaljevanju BIS), ki ustreza bolnikovi stopnji hipnoze. Smernice BIS območja v povezavi med vrednostjo BIS-a in kliničnim stanjem bolnika so naslednje:

- 100 = bolnik je zbujen in reagira na zvočni dražljaj,
- 80 = bolnik je sediran, reagira na visok zvočni dražljaj ali blag bolečinski dražljaj)
- 60 = bolnik v splošni anesteziji (ne reagira na zvočni in bolečinski dražljaj),
- 40 = bolnik v globokem hipnotičnem stanju,
- 0 = ravna linija EEG (Kelley SC, 2010).

BIS VISTA sistem sestavljajo naslednje komponente:

- BIS VISTA monitor (zaslon občutljiv na dotik),
- vmesniški kabel do monitorja,
- BISx komponenta,
- vmesniški kabel do pacienta,
- snemljiv napajalni kabel,
- BIS senzor elektroda (QUATRO, pediatrična, bilateralna,) (Aspect Medical System Inc., 2007).

Sistem izvaja samonadzor, s katerim zagotavlja, da zaslon in vse njegove komponente delujejo neoporečno in da so impedančne ravni pacientovih senzorjev v sprejemljivih mejah.

KAKO DELUJE BIS VISTA NADZORNI SISTEM

Senzor, nameščen na bolnikovo glavo, oddaja EEG signal do BISx. BISx filtrira podatke, analizira njihov šum in jih obdela s tehnikami digitalne obdelave podatkov, te nato pošlje v monitor za prikaz. BISx je nameščen blizu bolnikove glave, kjer je majhna verjetnost za prisluhe (interference) iz druge medicinske opreme.

Namen procesiranja EEG oblike signalov je izločiti značilne lastnosti iz kompleksnega signala z namenom zagotavljanja lažjega prepoznavanja vzorcev ali sprememb v času med snemanjem. Ti podatki se prikazujejo na zaslonu v skladu z nastavitvami uporabnika v meniju. BIS je prikazan kot številka v zgornjem levem kotu zaslona in se riše v času na grafu BIS trenda. Če je kakovost signala prenizka za zanesljiv izračun BIS vrednosti, se ta ne prikazuje (oblikovan je tako, da prikazuje le zelo zanesljive podatke) (Aspect Medical System Inc., 2007).

VRSTE VREDNOSTI, KI JIH SPREMLJAMO NA BIS VISTA APARATU

Na zaslonu lahko izbiramo različne parametre za prikaz. Ti so vrednost bispektralnega indeksa (BIS), indikator kakovosti signala (SQI), indikator elektromiografa (EMG), vrednost količnika dušenja (SR).

SQI je mera kakovosti signala za izvor EEG, izračunava se na podlagi podatkov o impedanci, šumu in drugih spremenljivkah. EMG prikazuje jakost signala (v dB) v frekvenčnem območju od 70 do 110 Hz. To frekvenčno območje vključuje jakost mišične aktivnosti ter jakost drugih visokofrekvenčnih шумov. Pogoji za BIS nadzorovanje so optimalni, če je stolpec prazen. SR je izračunan parameter, ki prikazuje morebiten obstoj izoelektričnega (ničelna črta) stanja. Je odstotek časa preko zadnje 63-sekundne periode, v katerem je bil signal ovrednoten kot dušen.

Poleg zgoraj naštetih parametrov se na BIS VISTA monitorju izpisujejo še tipka za alarm, tipka za meni, tipka za test senzorja, puščice za pregled, marker trenutnega posnetka, časovna skala trenda, oznaka enote in ime primarne spremenljivke, oznake enot in ime sekundarne spremenljivke, ciljni razpon, ID številka primera, trenutni datum in čas, EEG oblika signala (Aspect Medical System Inc., 2007).

PRIPRAVA NA UPORABO

Pomembna je psihofizična priprava bolnika. Razložimo mu, kaj bomo naredili, tako da si zagotovimo njegovo sodelovanje. Pred namestitvijo BIS elektrode je potrebno mesto namestitve pripraviti. Očistiti in razmastiti moramo kožo z alkoholnim robčkom, da bo stik med kožo in elektrodo čim boljši, tako bo kvaliteta signala dobra. Bolnika prosimo, naj v času razmastitve kože zapre oči, da nebi alkoholni hlapi prišli v stik z očesom. Nevarnost je nastanka očesne travme, kar privede do slabe rehabilitacije bolnika po operaciji. Ko je koža posušena in razmaščena vzamemo ustrezno BIS elektrodo in jo namestimo na čelo, tako kot je opisano in narisano v navodilih proizvajalca. Imamo več vrst BIS elektrod, zato je pomembna njena ciljana in smotrna uporaba. Predhodno preverimo vsebino pakiranja. Če je datum uporabe še veljaven, če so blazinice elektrode ustrezno navlažene, če ni fizične poškodbe na opremi. BIS senzor (senzorsko ploščico) spojimo z vmesniškim kablom do pacienta (vtaknemo v PIC spojni nastavek). Ta je spojen z BISx senzorjem. BISx senzor je spojen z vmesniškim kablom do monitorja v sam monitor.

Na sprednji strani monitorja prižgemo gumb za zagon naprave. Ta tovarniško samostojno prepozna in testira vse komponente. Test senzorja preveri impedanco vsake elektrode na BIS senzorju, da ugotovi, če je že v sprejemljivem območju za nadzor. Pojavi se napis »TEST SENZORJA POTEKA«. Ko senzor uspešno prestavi test, se prikaže glavni zaslon in nadzor se začne.

Lahko pa nastopijo težave. Na zaslonu se prikaže narisani BIS senzor in status njenih elektrod.

Če je številka elektrode brez statusa, pomeni da ni učinkovitega stika, če je prisoten rdeč utripajoč krog pomeni, da impedanca elektrode ni v sprejemljivem območju, zelena barva pomeni, da je impedanca v sprejemljivem območju in je elektroda pripravljena na uporabo (Aspect Medical System Inc., 2007).

PREVENTIVNO VZDRŽEVANJE, NEGA IN ČIŠČENJE

Upoštevati moramo splošne in specifične previdnostne ukrepe, da preprečimo stik opreme s krvjo ali drugimi potencialno infektivnimi snovmi. Morebitno politje krvi ali druge raztopine očistimo takoj, ko je to mogoče. Posušeno kri je tako težko odstraniti. Uporabljamo vpojno krpo, ki ne pušča kosmov. Krpo navlažimo z mlačno vodo in blagim čistilnim sredstvom. Po čiščenju obrišemo konce konektorjev z alkoholom ali sredstvom predpisanim s strani SPOBO. Počakamo, da se povsem posuši. Komponente BIS VISTA ne dajemo v sterilizacijo. Zaslon monitorja očistimo z blago raztopino detergenta ali mlačno vodo ali komercialnim čistilom za čiščenje računalniškega zaslona. Ne uporabljamo abrazivnih čistil, da ne poškodujemo površine zaslona. Aparat je potrebno pošiljati na preventivne vzdrževalne servise. To lahko naredi samo usposobljen in pooblaščen tehnik medicinske opreme (Aspect Medical System Inc., 2007).

VARNOSTNI UKREPI

Upoštevati moramo vse splošne in specifične varnostne ukrepe, ki jih zahteva izdelovalec medicinske opreme, da ne bi prišlo do poškodb na opremi in nenazadnje na bolniku in

zaposlenih. Uporaba BIS VISTA nadzornega sistema se ne priporoča v vnetljivem ozračju ali na krajih, kjer lahko pride do koncentracije vnetljivih anestetikov. Monitor ni izdelan za uporabo v območju magnetne resonance (MR). Premišljena naj bo uporaba aparata pri elektrokonvulzivni terapiji (EKT), zaradi morebitne interference z BIS nadzornim sistemom. Izključno naj se uporabljajo originalne komponente, ki jih dobavlja proizvajalec. Pri dolgotrajni uporabi se površina BISx senzorja segreje, zato naj ne prihaja v stik z bolnikovo kožo (nevarnost nastanka opekline) in tudi zaradi nastanka otiščancev zaradi dolgotrajnega pritiska na kožo in kasnejšega razvoja razjede na koži.

Da bi zmanjšali nevarnost opeklin med uporabo visokofrekvenčne kirurške opreme, senzori ne smejo biti postavljeni med kirurškim mestom in elektrokirurško povratno elektrodo, ravno tako ne smejo biti BIS elektrode nameščene med blazinicami defibrilatorja. Kabli morajo biti skrbno nameščeni in zavarovani od bolnika, da bi zmanjšali možnost strangulacije. V izogib električnega udara, naj bo medicinska oprema ozemljena. Aparat naj ne bo pokrit zaradi prekomernega pregrevanja. Nevarnost padca opreme na bolnika preprečimo s pravilno montažo in namestitvijo s pomočjo cevne držala. Medicinska oprema naj se uporablja samo znotraj predpisanih okoljskih omejitev in sicer temperaturno območje naj bo med -10°C do $+60^{\circ}\text{C}$, relativna vlažnost med 15% do 95% (brez kondenza), pritisk 800mmHg (450m pod morsko gladino) do 360mmHg(6.000m nad morsko gladino) (Aspect Medical System Inc., 2007).

ZAKLJUČEK

Sodobna anestezija zahteva od delavca poleg teoretičnega znanja in klinične prakse še ogromno tehnološkega znanja in poznavanje različne medicinsko-tehnične opreme. Ena od teh je BIS VISTA nadzorni sistem, ki se je izkazal kot zelo učinkovit. Na podlagi vrednosti, ki nam jih posreduje lahko nadziramo bolnikovo hipnotično stanje med anestezije. Če je bolnik glede na prikazane vrednosti preveč anesteziran prilagodimo količino učinkovin in obratno. Dobro poznavanje opreme in delovanje le-te, pomeni varno, učinkovito in ciljano delo z bolnikom v anesteziji. Izognemo se lahko neljubemu zapletu, da je bolnik med splošno anestezijo buden in mišično relaksiran. Na vprašanje, ali lahko en sam aparat prepreči budnost bolnika med splošno anestezijo moram odgovoriti negativno. Pri splošni anesteziji uporabljamo celo vrsto aparatov. S spremljanjem in pravilno interpretacijo razbranih informacij lahko sklepamo, kako poteka splošna anestezija. S pojavom vrednosti izven nastavljenih parametrov, moramo preveriti vse življenjske funkcije katere spremljamo (klinični pregled bolnika in pravilno delovanje opreme). Možen je nastanek interference med medicinsko opremo in tako dobimo lažno pozitivne rezultate, zato ne smemo takoj ukrepati, preden se ne prepričamo o pravilnosti pokazanih podatkov. Ustrezna in ciljana priprava bolnika na splošno anestezijo je ključna. Sem sodi tudi uporaba medicinsko tehnične opreme in pripomočkov, ki so včasih dragi. To naj ne bo merilo za njeno neuporabo. Sedaj ko se govori o zategovanju pasu in varčevanju moramo še toliko bolj paziti na racionalno porabo materiala. Vendar cena ene elektrode v primerjavi s psihološko ceno (škodo) zbujenega bolnika nima primerjave.

LITERATURA

1. Kelley SC. Monitoring consciousness: using the bispectral index during anesthesia:SECOND EDITION. USA:Coviden. 2010;7.9, 11-13, 25-29.
2. Aspect Medical Sysem Inc. BIS VISTA nadzorni sistem-priročnik za uporabo.ZDA:2007; 6-9, 16-22, 26-29, 51.

3. Myles PS, Leslie K, McNeil J, Forbes A, Chan MT. Bispectral index monitoring to prevent awareness during anaesthesia: the B-aware randomised controlled trial; 2004.
Dostopno na <http://www.general-anaesthesia.com/bispectral.html> (06.03.2011).
4. Frey R. Bispectral index; 2004.
Dostopno na <http://health.yahoo.net/galecontent/bispectral.index> (06.03.2011).
5. <http://www.aspect.medical.com/resources/handbook/default.aspx> (07.03.2011).
6. <http://en.wikipedia.org/wiki/bispectral-index> (07.03.2011).
7. <http://content.nejm.org/cgi/content/short/358/11/1097> (06.03.2011).
8. <http://www.anaesthesia-analgesia.org/cgi/content/full/100/4/1221> (06.03.2011).

NADZOR NAD PODROČNO OKSIGENACIJO V MOŽGANIH Z UPORABO APARATURE INVOS

Dragica Karadžić, dipl.m.s.; Alenka Škerjanec Hodak, dipl.m.s.
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok
Oddelek za intenzivno terapijo

IZVLEČEK

V članku je opisana uporaba infrardeče bližinske spektroskopije s tehnologijo, ki se na Oddelku za intenzivno terapijo (OIT) koristi za spremljanje nasičenosti perifernih tkiv s kisikom. Široko uporabnost zagotavljajo številne značilnosti, kot so neinvazivnost, zanesljivost in varnost. Naprava INVOS je možgansko somatski oksimeter, ki se v zadnjem času uporablja za neprekinjeno spremljanje področne nasičenosti možganskega tkiva s kisikom oziroma razmerja med porabo in dostavo kisika. Predstavlja pomemben napredek in pomoč zdravstvenemu osebju pri spremljanju dogajanja, pravočasnem ukrepanju in preprečevanju komplikacij, ki bi ogrozile življenje bolnika.

Predstavljene so izkušnje medicinskih sester na OIT, pomen uporabe pri celostnem nadzoru bolnika, ki je v kritičnem stanju zaradi poškodbe ali bolezni možganov. Namen članka je osvetliti doprinos aparature h kvaliteti intenzivne zdravstvene nege in zdravljenja.

Ključne besede: možganski oksimeter, nadzor bolnika, intenzivna zdravstvena nega

UVOD

Centralni živčni sistem je izrednega pomena za anestezijo, pa vendar najmanj nadzorovan v klinični anesteziologiji. Anestezija se opravlja z uporabo indirektnih parametrov za zagotavljanje primerne možganske oksigenacije – npr. z nadzorovanjem pulza, krvnega pritiska in periferne oksigenacije. Globina sedacije in področna oksigenacija možgan predstavljata dva zelo pomembna faktorja monitoriranja v nevroanesteziji, pa vendar je nevromonitoring večinoma usmerjen k spremljanju možganske hemodinamike – npr. merjenje intrakranialnega pritiska ali možganske električne aktivnosti – npr. EEG, BIS. Noben način nadzora od naštetih, pa ne preskrbi zadostnih informacij o primerni oksigenaciji možganskega tkiva (De Buysscher, Veeckman, 2007 - 2008).

V zadnjem desetletju se je razširila uporaba Near – Infrared Spectroscopy (NIRS) tehnologije, ki omogoča kontinuirano neinvazivno in obposteljno monitoriranje področne oksigenacije možgan, s prehajanjem infrardeče svetlobe skozi kožo in lobanjo, s posredovanjem natančnih informacij o nasičenosti le teh s kisikom. Osnovni namen uporabe aparature NIRS tehnologije je čimprejšnje zaznavanje intraoperativnega ishemičnega insulta, s ciljem zaščititi možgane in hrbtenjačo pred škodljivimi in pogosto neizbežnimi dogodki, ki so odvisni od vrste operacije in hemodinamskih sprememb (De Buysscher, Veeckman, 2007 - 2008).

UPORABA INVOS APARATURE

INVOS – In Vivo Optical Spectroscopy – aparatura se uporablja za spremljanje nasičenosti tkiv s kisikom. Spremembe INVOS spremenljivk spremljajo kritično razmerje med dostavo kisika in porabo le tega v možganih. Zgodnje odkrivanje hipoksije možgan lahko prepreči nadaljnje komplikacije.

NIRS meri količino infrardeče svetlobe, ki se vrne v senzor, z ustvarjanjem razmerja oksigeniranega hemoglobina in skupnega hemoglobina. NIRS temelji na različnih značilnostih absorpcije infrardeče svetlobe – oksigeniran hemoglobin vsrka več infrardeče svetlobe kot to naredi deoksigeneran hemoglobin (De Buysscher, Veeckman, 2007 - 2008).

Na oddelku za intenzivno terapijo se INVOS aparatura uporablja kot razširjen kontinuiran nevromonitoring pri bolnikih po hudi poškodbi ali bolezni možganov. Aparaturo INVOS prikazuje Slika 1.



Slika 1: INVOS aparatura (<http://www.proactmedical.com>)

Medicinska sestra pripravi INVOS monitor s pripadajočimi kabli ter senzor. Da zagotovi dober kontakt sensorja s površino kože, je potrebno kožo predhodno dobro očistiti in razmastiti z milnico in vodo, nato pa še dobro posušiti. Za čiščenje lahko uporabi tudi alkoholni zloženelec. Zdravnik odredi na katero – levo ali desno stran čela se namesti senzor. Izbira lokacije namestitve sensorja določa, katero področje možganov bo nadzorovano. Na čelo se lahko namestita tudi dva sensorja, ki tako omogočata spremljanje tkivne oksigenacije leve in desne strani možganov. Namestitev sensorja na druga področja ali namestitev čez bolnikove lase, lahko povzroči netočna in neredna odčitavanja podatkov s

senzorja oziroma se lahko tudi zgodi, da do odčitavanja sploh ne bo prišlo. Senzor se ne namešča čez sinusne votline, zgornji sagitalni sinus, subduralni ali epiduralni hematomi ali kakšno drugo anomalijo, saj to lahko povzroči odčitavanje podatkov, ki niso realen odsev možganskega tkiva, ali pa do odčitavanja sploh ne pride (INVOS[®] Cerebral/Somatic Oximeter Quick Reference Guide for Pediatric Use).

Pred namestitvijo na čelo bolnika, je potrebno odlepiti nalepko na hrbtne strani senzorja. Zavarovati je potrebno tudi kable, ki bodo povezovali senzor z monitorjem – kable fiksiramo tako, da nameščeni senzor ne vrši prevelikega natega kože.

Pri razširjenem kontinuiranem nevromonitoringu je priporočljiva vsakodnevna menjava senzorja. Da bi se izognili ranam zaradi pritiska, na nameščeni senzor ne lepimo obližev in čela ne povijamo s povojem. Senzorja se lahko delno prekrivata pod pogojem, da vsa tri optična okna na senzorju ostanejo neovirana za zagotavljanje merodajnih podatkov. Pri menjavi senzorjev je potrebno paziti, da se ohrani integriteta kože ter, da se zaradi nepretrganega merjenja, senzor namesti na isto lokacijo (INVOS[®] Cerebral/Somatic Oximeter Quick Reference Guide for Pediatric Use).

Moteči faktorji pri merjenju tkivne oksigenacije možganov z INVOS aparaturo so lahko hiperbilirubinemija, obsežen tkivni edem ali pa obsežnejše težave s frontalnimi sinusi (INVOS[®] Cerebral/Somatic Oximeter Quick Reference Guide for Pediatric Use).

VREDNOSTI MOŽGANSKE TKIVNE SATURACIJE

rSO₂ = regional oxygen saturation of the blood in the brain

Normalna vrednost rSO₂: 60 – 80.

- ≤ 50rSO₂ ali 20% sprememba od izhodiščne rSO₂ se pogosto sproži, odvisno od intervencij,
- ≤ 45rSO₂ ali 25% sprememba od izhodiščne rSO₂ je kritična vrednost.

FAKTORJI, KI LAHKO VPLIVAJO NA MOŽGANSKO TKIVNO OKSIGENACIJO

Vpliv na dostavo kisika:

- vrednost srednjega arterijskega tlaka,
- višji CO₂ povzroči možgansko vazodilatacijo in dopušča večji pretok krvi v možgane,
- nezadosten srčni indeks in nezadosten pretok skozi srce povzroči upadanje vrednosti rSO₂,
- redčenje krvi z infuzijami ima negativen vpliv na kapacitete, ki skrbijo za oskrbo tkiva s kisikom; aplikacija koncentriranih eritrocitov pa zvišuje vrednost rSO₂,
- mehanske ovire – nepravilne pozicije glave ali vratu, nepravilna pozicija tubusa ali kanile lahko povzroči nagle in dramatične spremembe vrednosti rSO₂.

Vpliv na kisikovo porabo:

- globina sedacije – nezadostna sedacija in analgezija bolnika zahteva večjo dostavo kisika,
- sprememba telesne temperature lahko povzroči nagle spremembe rSO₂ vrednosti, hlajenje zvišuje vrednosti rSO₂, medtem ko ogrevanje pogosto znižuje.

Dostava kisika je odvisna od:

- koncentracije in saturacije hemoglobina,
- minutnega volumna srca.

Poraba kisika je:

- znižana pri hipotermiji brez tresenja ter pri ustrezni sedaciji, analgeziji in relaksaciji bolnika,
- zvišana pri febrilnih stanjih s tresenjem, infekcijah, epileptičnem statusu, prisotnosti bolečine (INVOS[®] Cerebral/Somatic Oximeter Quick Reference Guide for Pediatric Use).

VLOGA MEDICINSKE SESTRE

Obdobje terapevtskega mirovanja, ki pripomore k ponovni obnovitvi možganske funkcije, traja od sprejema bolnika s hudo poškodbo glave do kontrolnega CT - ja glave s podanim pisnim izvidom, ki govori o izboljšanju. V tem času je bolnik umetno uspavan. Z globokim uspavanjem se zmanjša presnova (posredno zmanjšamo porabo kisika), prepreči nemir, napanjanje, kašljanje, ipd. (Kodila, 2008).

Medicinska sestra izvaja neprekinjen nadzor vitalnih funkcij, nadzor zenic, neprekinjen nadzor intrakranialnega tlaka in možganskega prekrvavitvenega tlaka. Izvaja tudi kontrolo motorične aktivnosti bolnika in opaža dodatne spremembe pri bolniku.

Pri bolniku s hudo poškodbo glave je naloga medicinske sestre zagotoviti optimalno lego bolnika med terapevtskim mirovanjem. Bolnikova glava je v srednji nevtralni legi – glava ne sme biti flektirana, ne ekstendirana, ne nagnjena levo ali desno. Le tako se zagotovi neoviran odtok krvi po jugularnih venah. Ravno zaradi tega je pomembno, da se bolnika pri izvajanju nege obrača v osi (Kodila, 2008).

Pomembno je tudi vzdrževanje prehodnosti umetne dihalne poti in optimalno mehansko predihavanje bolnika. Bolnika s hudo poškodbo glave se pri telesni temperaturi $\geq 37^{\circ}\text{C}$ ohlaja na različne načine.

Pri bolniku z nameščenim INVOS senzorjem medicinska sestra opazuje, poroča in dokumentira padce rSO₂ pod 50 oz. pod 20% bolnikove izhodiščne vrednosti in o tem tudi obvesti zdravnika. Izhodiščna bolnikova vrednost je prva vrednost umerjena ob nastavitvi INVOS senzorja. Ob vsaki predaji službe medicinska sestra posreduje trenuten in prejšnji rSO₂ trend podatkov. Medicinska sestra poroča in dokumentira o vplivu izvedenih intervencij na izmerjene vrednosti rSO₂ – npr. aplikacija koncentriranih eritrocitov, hlajenje bolnika ipd.

RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK

Uporaba INVOS aparature je za medicinske sestre v intenzivni terapiji bistvenega pomena, saj hitro zazna spremembe v nasičenosti možganskega tkiva s kisikom, ki lahko vodijo do ishemije. Dobra sposobnost opazovanja, poročanje o odstopanjih in ustrezna naročena ter aplicirana terapija in izvedeni posegi, pravočasno preprečijo nadaljnje komplikacije.

Način pridobivanja podatkov, z uporabo INVOS sistema, je za bolnika ugoden, saj je sam postopek priključitve sistema ter nadzor neinvaziven poseg. Da bi pridobili podatke o nasičenosti možganskega tkiva s kisikom, bolnik ne potrebuje kakršnih koli ostalih diagnostičnih intervencij, zadosten je le neprekinjen obposteljni nadzor z INVOS aparaturo. Zaznavanje sprememb je hitro, kar je za bolnika s hudo poškodbo glave vitalnega pomena. Prav tako tudi za zdravstveno osebje zaposleno na Oddelku za intenzivno terapijo, ki z ustreznimi ukrepi pravočasno reagira in odstrani vzroke, ki so povzročili odstopanja v odčitanih vrednostih možganske tkivne saturacije.

INVOS sistem se kot razširjen nevromonitoring uporablja tudi pri nevrokirurških operacijah in operativnih posegih na odprtem srcu, za zgodnje odkrivanje hipoksije možgan in oceno nevarnosti nastanka ishemičnih insultov, zaradi zmanjšane dostave kisika v možgane.

LITERATURA

1. De Buysscher P. Veeckman L. M.D. BIS and INVOS monitoring: possibilities and limitations in neurosurgery. 2007 – 2008.
Dostopno na:
http://www.kuleuven.be/anesthesie/co_assistenten/seminarie_werk/de%20buuysscher.pdf (5.4.2011).
2. INVOS[®] Cerebral/Somatic Oximeter Quick Reference Guide for Pediatric Use.
Dostopno na:
http://lane.stanford.edu/portals/cvicu/HCP_Equipment/NIRS-INVOS_Reference_Guide.pdf (5.4.2011).
3. Kodila V. Osnovni vodnik po kirurški enoti intenzivnega zdravljenja: priručnik za medicinske sestre in zdravstvene tehnike. Ljubljana: Univerzitetni klinični center, Kirurška klinika, Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok; 2008:145 – 161.
4. PAMstores/PRODUCTS/91/ATTRFILE_LRG/invos_5100.jpg.
Dostopno na: <http://www.proactmedical.com.au/> (9.5.2011).

STALNI NADZOR MOŽGANSKE AKTIVNOSTI PRI NOVOROJENČKU Z MONITORJEM – CFM

Olga Kozamurnik, dipl.m.s.; Vlasta Lubej, dipl.m.s.
Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ginekološka klinika
Klinični oddelek za perinatologijo
Enota intenzivne nege in terapije novorojenčkov

IZVLEČEK

Preživetje prezgodaj rojenih otrok se je bistveno izboljšalo, zlasti tistih z izjemno nizko porodno težo, vendar še vedno obstajajo številni zapleti, ki se pojavijo v tem obdobju in lahko povzročijo klinično pomembne nevrološke poškodbe, ki vključujejo pojav intraventrikularne krvavitve (IVH), periventrikularne levkomalacije, hipoksično-ishemične encefalopatije (HIE), epileptičnih napadov in meningitisa (Burdjalov, Baumgart, Spitzer, 2003). Novorojenčkom, ki so sprejeti na enote intenzivne terapije, se rutinsko snema elektrokardiografija, spremlja srčni utrip, nasičenost s kisikom, frekvenca dihanja in krvni tlak, šele v zadnjem desetletju se za spremljanje možganske aktivnosti vse več uporablja tudi kontinuirani EEG, elektroencefalografska metoda povprečevanja amplitud (ang. amplitude-integrated electroencephalography, aEEG) ki se izvaja z enostavnim aparatom CFM (angl. cerebral function monitor). Obstajajo različni pogoji pri pacientih za stalno spremljanje funkcije možganov s CFM, npr. pri zadušitvah, pri prezgodnjem rojstvu, nizki oceni po Apgarjevi, intubiranem novorojenčku, sepsi, po operaciji, krvavitvi in HIE (Toet, Hellström-Westas, Groenendaal, Eken, de Vrie, 1999). Možganske funkcije, pri kritično bolnih otrocih, je težko oceniti, zato zahtevajo stalen nadzor. CFM je aparat, ki ponuja pomembne informacije o nevrološkem statusu pri bolnem novorojenčku. V realnem času zagotavlja meritve električne možganske aktivnosti in ugotavljanje ali potrditev ukrepov (Kjartansdottir, 2005).

Ključne besede: amplitude-integrated electroencephalography, cerebral function monitor, novorojenček, hipoksično-ishemična encefalopatija, zdravstvena nega

UVOD

Monitor za spremljanje delovanja možganov CFM, s pomočjo elektroencefalografske metode povprečevanja amplitud/aEEG je naprava, ki jo za spremljanje možganske aktivnosti pacientov v svetu uporabljajo dobra tri desetletja. Omogoča vpogled v trenutno stanje delovanja možganov, kot tudi napovedovanje razvojno nevrološkega izida. Raziskave so pokazale, da ima dobro napovedno vrednost že v prvih urah po rojstvu (Osredkar 2006; Toet, Hellström-Westas, Groenendaal, Eken, de Vries, 1999). Na podlagi vzorca osnovne bioelektrične aktivnosti - OBA na aEEG se izbira novorojenčke s HIE za nevroprotektivno zdravljenje (z lovilci prostih radikalov, antagonisti glutamata, hipotermijo itd.) (Osredkar, 2006; Azzopard, Strohm in Edwards, 2009). Prav tako se je pokazal kot dragoceno orodje za odkrivanje nevroloških izpadov brez kliničnih znakov in tako omogoča zgodnji pristop k zdravljenju (van Rooij in sod., 2010; Klebermas, Kuhle, Kohlhauser-Vollmuth, Pollak, Weninger 2001). Pri nedonošenčkih je CFM kot orodje za ocenjevanje problematičen zaradi artefaktov, ki motijo aEEG sledenje. Na artefakte lahko

vpliva mišična dejavnost, položajelektrode in uporabljena tehnika. Priporoča se previdnost pri uporabi amplitudne integrirane elektroencefalografije kot orodje za ocenjevanje, pri tej populaciji (Suk, Krauss, Engel, Perlman, 2009).

HIPOKSIČNO-ISHEMIČNA ENCEFALOPATIJA

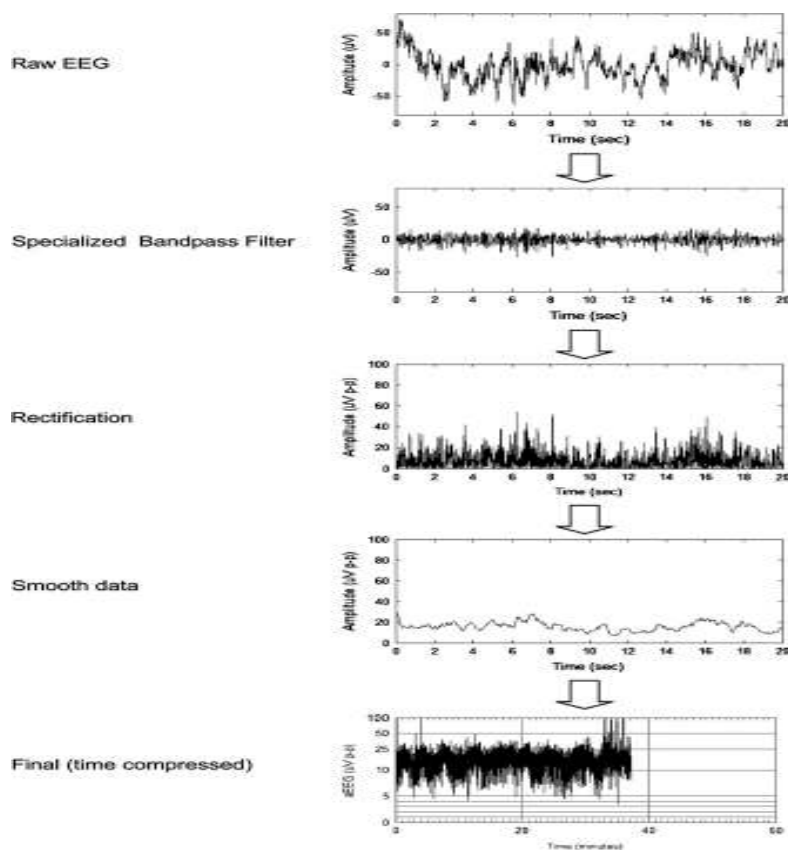
Nevrološki izpadi so pogosti pri donošenih dojenčkih z HIE. Pretežni del napadov pri novorojenčku je v prikriti obliki. Obstaja zaskrbljenost glede morebitnih škodljivih učinkov napadov na nezrele možgane novorojenčka (van Rooij in sod., 2010). HIE nastane kot posledica pomanjkanja kisika v krvi (hipoksemija) in/ ali motnje pri preskrbi možganov s krvjo in kisikom (ishemija).

Razvite države poročajo o težki asfiksiji 2-6 na 1000 živorojenih otrok in HIE 1,8 - 6 na 1000 živorojenih otrok. V Sloveniji pogostost težke asfiksije v zadnjih letih upada, leta 1995 2,1 na 1000 (Derganc, 2004).

Posledice pri novorojenčkih so lahko trajne poškodbe, cerebralna paraliza, mentalna zaostalost in epilepsija. Hipoksija in ishemija poleg možganov poškoduje tudi druge vitalne organe novorojenca. Pod vplivom hormona se tok krvi poveča v vitalno bolj pomembnih organih kot so možgani, srce, nadledvična žleza pri tem pa se tok zmanjša v pljučih, ledvicah, gastrointestinalnem traktu, koži in podkožju. V klinični praksi se za oceno HIE najbolj pogosto uporablja ocena po Sarnatu in Sarnatu, ki vključuje motnje zavesti, mišični tonus in položaj, kompleksne reflekse avtonomnega živčnega sistema in prisotnost konvulzij (Derganc, 2004).

RAZLAGA CFM POSNETKA

Vse EEG meritve prikazujejo razliko v električnih potencialih med dvema lokacijama. Ta izmenični signal, ki odraža višjo in nižjo napetost med različnimi regijami možganske skorje, vsebuje tako pozitivne kot negativne vrednosti napetosti, ki nihajo skozi čas. Signal EEG se v CFM najprej filtrira. Ta filter oslabi signale, ki imajo frekvenco nižjo od 2 Hz in večjo od 15 Hz ter zmanjša artefakte, kot so znojenje, mišične aktivnosti in električne motnje iz okolja. Filtriran EEG signal se nato popravi, tako, da negativne napetosti pretvori v pozitivne vrednosti (amplitudni vrhovi se merijo v mikro voltih- μ V). Signal je nato semilogaritmično zgoščen, kar zmanjša velike razlike v amplitudi signala EEG in tako odstrani potrebo po dodatnem ojačenju (CFM je na ta način bolj občutljiv za nizkoamplitudno aktivnost). Izhodni signal se zapisuje na semilogaritmično skalo, 0 -100 mikrovoltov. Posnetek aEEG je prikazan v močno strnjenem časovnem okvirju (6 cm/uro). Minuta posnetka zavzame samo en milimeter na zaslonu (Osredkar, 2003).



Slika 1. Nastajanje posnetka amplitudno integriranega EEG (Povzeto po: El-Dib, Chang, Tsuchida, Clancy 2009)

Brainz BRM3 (uporablja se na EINT), je obstojni monitor, ki zbira in prikaže električno aktivnost iz desne in leve poloble v možganih. Naprava se uporablja z elektrodami pritrjenimi na glavo novorojenčka s katerimi se pridobi EEG signal, ki se nato filtrira, stisne in grafično prikaže na napravi (zaslonu) (Osredkar, 2003). Električna aktivnost možganov se v osnovi integrira, ko poteka večji krvni pretok skozi možgane. Sestavljen je iz gostih sledi, ki se lahko razlikujejo v širini. Potrebno je oceniti dva elementa: amplitude v posnetkih in prisotnost dejavnosti napadov. Amplituda posnetka je lahko ocenjena na podlagi meritev v zgornjem in spodnjem robu posnetka na skali, ki so prikazane na zaslonu ali natisnjene na papir. Za nevrološke izpade so značilne nenadno zvišane in zožene sledi (to kaže na povečanje napetosti). Sled se vrne v prejšnji izgled, ko preneha dejavnost. Napadi se lahko identificirajo samo, če so dovolj dolgi, več kot 2-3 minute in zelo pogosti (zaradi počasnega snemanja CFM). Stisnjena oblika tega snemanja omogoča vrednotenje aktivnosti osnovnih možganskih valov in odkrivanje napadov (Azzopardi, 2004).

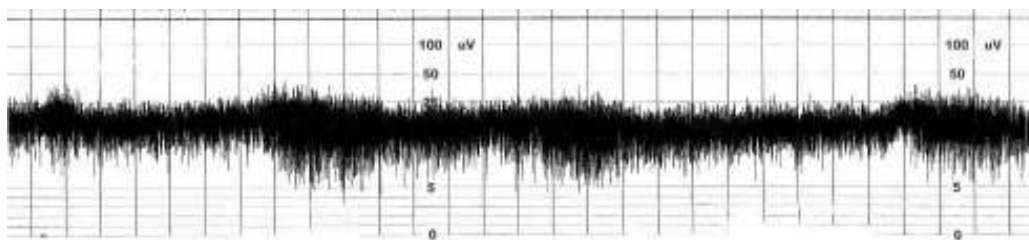
STALNO SPREMLJANJE MOŽGANSKE AKTIVNOSTI

Na začetku se je CFM tehnologija uporabljala za kontinuirano spremljanje možganske aktivnosti pri odraslih, kasneje se je njena uporaba vedno bolj uveljavljala v nekaterih neonatalnih centrih.

Indikacije za uporabo nevromonitoringa v enotah intenzivne terapije novorojenčkov:

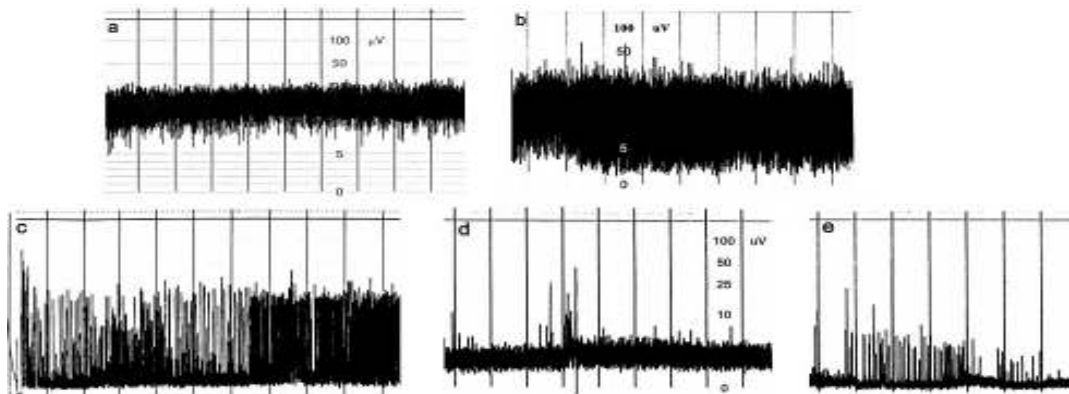
- stalno spremljanje dejavnosti EEG in splošnega nevrološkega statusa,
- odkrivanje okvar možganske funkcije,
- spremljanje in evidentiranje pogostosti in intenzivnosti napadov in konvulzij
- pomoč pri uvedbi in predpisovanju antikonvulzivne terapije,
- napovedovanje nevrološkega izida,
- zgodnje odkrivanje poškodb pri nedonošenčkih,
- spremljanje učinkov terapije na možganske funkcije,
- ugotavljanje potrebe za nadaljnje nevrološke preglede in preiskave, prirojene metabolične napake novorojenčkov (hipoglikemija, hipokalcemija, abstinenčni sindrom) (Burdjalov, Baumgart, Spitzer, 2003).

Stalno spremljanje EEG z aEEG ali CFM je postalo del rutinske nevrološke nege v neonatalnih enotah, zlasti pri donošenih novorojenčkih s hipoksijo/ ishemijo in pri novorojenčkih pri katerih obstaja sum, da bo prišlo do napadov. Njegova napovedna vrednost je dobro uveljavljena in stopnja odkrivanja se je izboljšala z aEEG aparatom. Pomembno se je zavedati možnih artefaktov, kot so artefakti EKG ob gibanju, kar lahko privede do napačnega razumevanja vzorca (Toet, Lemmers, 2009). Diagnoza nevroloških izpadov pri novorojenčkih je temeljila na kliničnem opazovanju ponavljajoče se, stereotipne motorične aktivnosti ali vedenjskih pojavov. Vendar pa zadnji podatki kažejo, da so lahko klinični napadi le vrh ledene gore vseh nevroloških izpadov napadov. Opazovalne študije z uporabo aEEG za spremljanje otrok pri katerih obstaja nevarnost za napad dokazujejo, da so elektrografski napadi brez kliničnih pojavov pogosti (Laroia, 2006). V raziskavi so Osredkar in sod. ocenjevali vpliv perinatalne HIE na cikle spanje budnost (CSB) pri donošenih novorojenčkih (slika 2), in če je mogoče s pomočjo značilnosti CSB napovedati razvojno nevrološki izid. Ugotovili so, da prisotnost, čas pričetka in kakovost CSB odsevajo resnost hipoksično-ishemične okvare. Za kasnejši razvojno nevrološki izid ima napovedno vrednost čas pričetka CSB (Osredkar, Toet, van Rooij, van Huffelen, Groenendaal, de Vries, 2005).



Slika 2: Kontinuirani običajni vzorec napetosti na ozadju, s ciklom spanja in budnosti. Povzeto po: de Vries, Hellström-Westarci (2011)

Vzorci OBA, ki so pri donošenih novorojenčkih povezani s slabim izidom, so: diskontinuiran vzorec, vzorec izbruh-tišina, izguba cikla spanje-budnost, nizkonapetostna aktivnost in elektro cerebralna neaktivnost (Osredkar, 2003).





Slika 3. Različni vzorci OBA: (a) kontinuirana običajna napetost; (b) prekinjena običajna napetost; (c) porušitev običajne napetosti; (d) stalno nizka napetost, (e) ravno v zapisih. Povzeto po: de Vries, Hellstrom-Westasrci (2011).






Vzorci OBA / Sistem za razvrščanje ozadja:

- kontinuirana normalna aktivnost z napetostmi med 10 in 50 µV,
- diskontinuirana normalna aktivnost: pretežno kontinuirana normalna aktivnost s prehodnimi obdobji aktivnosti nižjih napetosti (pod 10 µV, vendar brez vzorca izbruh-tišina),
- izbruh-tišina: diskontinuirana OBA pri kateri se obdobja aktivnosti zelo nizkih napetosti (neaktivnosti) menjajo z obdobji izbruhov večjih napetostnih amplitud
- kontinuirano nizka napetost (okoli ali pod 5 µV),
- brez aktivnosti: zelo nizke napetosti, pretežno neaktiven (izoelektričen) zapis z napetostmi pod 5 µV ,
- prisotnost cikla spanje-budnost: širši pas zapisa CFM (približno 7-10 µV) lahko vidimo v mirnem spanju, ožji pas (3-4 µV) pa v aktivnem spanju in budnosti (Osredkar, 2003).

Razlike med OBA na vzorcih CFM med mirnim in aktivnim spanjem omogočajo ugotavljanje prisotnosti ali odsotnosti cikla spanja-budnosti. Cikel spanje-budnost pa je prisoten samo ob normalni oksigenaciji in acidobaznem ravnotežju, motnje v organizaciji cikla pa so povezane z nevrološkimi težavami (Osredkar, 2003).

POSTOPEK NASTAVITVE ELEKTROD

Korak	Ukrep	
1	Otrok je v ležečem (bočnem) položaju.	
2	Uporabiti trak za določitev položaja. Končni točki sta sagitalni šiv in ušesni tragus. Uskladiti tako, da je vsaka končna točka na enaki črki (A, B itd).	
3	Označiti točko za namestitev elektrode. Opomba: NE briti mesto namestitve.	

4	Očistiti označena območja z vodo in gazo, lase usmeriti navzgor, proti vrhu glave.	
5	Nežno posušiti z gazo, pri tem ohraniti potek las.	
6	S pomočjo vatirane palčke očistiti označeno območje z zelo majhno količino NuPrep®.®	
7	Uporabiti gazo in vodo za odstranitev NuPrep®.	
8	Površino obrisati s suho gazo (mesto namestitve elektrode mora biti suho).	
9	Namestitev elektrod: Vse vode (žičke) usmeriti proti vrhu glave. Črno elektrodo namestiti zadaj. Vijolično elektrodo namestiti spredaj. Opomba: levo in desno nalepko priklopi na senzor kabel tako, da se ujema z otrokovo levo in desno stranjo. Zagotoviti, da se elektrodi ne dotikata. Ko so elektrode nameščene, z blazinico vate ali zložencem, popivnaj okrog roba elektrod.	
10	Nežno obrniti otrokovo glavo, postopek ponoviti.	
11	Za stabilizacijo elektrod uporabiti elastičen ovoj za glavo (kapa za CPAP).	
12	Namestiti zeleno referenčno elektrodo: Izbrati mesto brez dlak ali področje blizu rame. Opomba: isti postopek čiščenja.	
13	Kable vstaviti v enoto za zbiranje podatkov /data acquisition unit (DAU).	
14	Opomba: Če elektrode odstopijo od podlage, jih previdno odstranite in položite na plastiko. Ponovite postopek čiščenja in nameščanja. Ne izklaplajaj aparata. Kontinuiran monitoring - dogodek je potrebno zapisati.	

RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK

CFM se zaradi svoje preproste uporabe in dostopnosti vedno bolj uporablja na področju neonatologije. Metoda je tudi enostavna za razlago in zdravstveno osebje lahko stalno sledi spremembam v elektrokontrolnem ozadju in odzivom na zdravstvene posege. Ob pojavu elektrografskega napada brez kliničnih pojavov medicinska sestra obvesti zdravniki.

Medicinske sestre na zapise CFM beležijo posege in postopke, ki se izvajajo pri novorojenčkih (nega, odvzem vzorcev krvi, pričetek umetnega predihovanja, aplikacija

terapije itd.), saj intervencije lahko spremenijo zapis. Opombe se nato upoštevajo pri razlagi zapisa.

Z uvedbo CFM v vsakodnevno klinično prakso se je pokazala potreba, da tudi osebje zdravstvene nege razume razloge za njeno uporabo, pomen prikaza, pomen pravilne nastavitve, dokumentiranja in delovanja te nove tehnologije.

LITERATURA

1. Azzopard V D, Strohm B, Edwards D, Dye L, Halliday L H, Juszczak E, et al. Moderate Hypothermia to Treat Perinatal Asphyxial Encephalopathy. *N Engl J Med* 2009;361:1349-58.
2. Azzopardi D (2004). *Cerebral Function Monitoring*. Oxford.
3. Burdjalov V, Baumgart S, Spitzer R. Cerebral function monitoring: a new scoring system for the evaluation of brain maturation in neonates. *Pediatrics*: 2003;112 (4);855-861.
Dostopno na: <http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/112/4/855>.
4. Derganc M. Hipoksično-ishemijska encefalopatija novorođenčeta *Paediatr Croat* 2004; 48 (1): 17-23.
5. El-Dib M, Chang T, Tsuchida TN, Clancy RR. Amplitude-Integrated Electroencephalography in Neonates. *PEDIATRIC NEUROLOGY* 2009;41 (5); 315-326.
6. Kjartansdottir S. Conquering the Next Frontier of Intensive Care Unit Monitoring – The Brain. *Business briefing: Us pediatric care*: 2005.
7. Klebermass K, Kuhle S, Kohlhauser-Vollmuth C, Pollak A, Weninger M. Evaluation of the cerebral function monitor as a tool for neurophysiological surveillance in neonatal intensive care patients. *Childs Nerv Syst* 2001; 17:544-550.
8. Laroia N. Cerebral Function Monitoring for the Term Infant with Seizures. *Journal of Neonatology*. 2006;20 (2);159 -165.
9. Osredkar D. Spremljanje možganske aktivnosti novorojenčkov elektroencefalografsko metodo povprečevanja amplitud. Magistrsko delo. Ljubljana, april 2003, Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta.
10. Osredkar D. Elektroencefalografska metoda povprečevanja amplitud v neonatalni nevrologiji. Doktorsko delo. Ljubljana, 2006. Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta.
11. Osredkar D, Toet MC, van Rooij LGM, van Huffelen AC, Groenendaal F, de Vries LS. Sleep-Wake Cycling on Amplitude-Integrated Electroencephalography in Term Newborns With Hypoxic-Ischemic Encephalopathy. *Pediatrics* 2005;115;327-332.
12. Suk D, Krauss AN, Engel M, Perlman JM. Amplitude-Integrated Electroencephalography in the NICU: Frequent Artifacts in Premature Infants May Limit Its Utility as a Monitoring Device. *Pediatrics* 2009; 123: 328-332.
13. Toet MC, Hellström-Westas L, Groenendaal F, Eken P, de Vries LS. Amplitude integrated EEG 3 and 6 hours after birth in full term neonates with hypoxic-ischaemic encephalopathy. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 1999;81:19-23.
14. Toet MC, Lemmers PMA. Brain monitoring in neonates. *Early Human Development*, 2009;85: 77-84.
15. Van Rooij L G M., Toet M C., van Huffelen AC., Groenendaal F, Laan W, Zecic A, et al., Effect of Treatment of Subclinical Neonatal Seizures Detected With aEEG: Randomized, Controlled Trial. *PEDIATRICS* 2010;125 (2); 358-366. *American Academy of Pediatrics*.
Dostopno na: <http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/125/2/e358>.

NADZOR DIHALNIH SPREMENLJIVK PRI UMETNO PREDIHAVANEM BOLNIKU

asist.mag. Tomaž Jurca, dr.med.
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Klinika za infekcijske bolezni in vročinska stanja
Oddelek intenzivne terapije

IZVLEČEK

Umetno predihavanje je delna ali popolna podpora dihanju, ki je lahko tlačna ali volumska. Pri nastavitvah in nadzoru dihalne spremenljivke sproti prilagajamo trenutnim potrebam bolnika. Nudimo le toliko podpore, kot jo bolnik potrebuje. Pljuča najprej razpnemo. Predihavamo nežno, da z umetnim predihavanjem ne povzročamo dodatnih poškodb. Nadzor nam omogoča izpolnjevanje zastavljenih ciljev znotraj za bolnika varnih vrednosti.

Ključne besede: umetno predihavanje, nadzor, spremenljivke

UVOD

Umetno predihavanje, mehanska ventilacija ali predihavanje s pozitivnim tlakom je podpora dihanju, ki je lahko delna ali popolna. Z umetnim predihavanjem izboljšamo izmenjavo plinov in zmanjšamo dihalno delo. Ob tem potrebujemo še delujočo alveolo-kapilarno membrano.

INDIKACIJE

Indikacija za umetno predihavanje je respiratorna insuficienca, ki je lahko akutna ali kronična, hipoksična ali hiperkapnična. Umetno predihavanje potrebujemo pri boleznih pljuč (pnevmonitis zaradi okužbe, aspiracije ali inhalatorne poškodbe, ARDS, poškodba prsnega koša), kardiogenem pljučnem edemu (akutni miokardni infarkt, kardiomiopatija, volumska preobremenitev), boleznih dihal (poslabšanje KOPB, hudo poslabšanje astme), odpovedi dihalne miškulature (sindrom Guillain-Barre, miastenija gravis, predoziranje zdravil, bolezen prsne stene), sistemskih boleznih kot sta šok in sepsa ter med splošno anestezijo.

Z umetnim predihavanjem naj bi pričeli zgodaj v poteku bolezni in ne šele takrat, ko bolnik dokončno obnemore. Bolnika ocenjujemo klinično. Pri tem si pomagamo s kazalci zmanjšane dihalne rezerve (frekvenca dihanja >35 vdihov/minuto, negativna inspiratorna moč < -25 cmH₂O, dihalni volumen <5 ml/kg, vitalna kapaciteta <10 ml/kg, minutna ventilacija <10 l/min) in porastom pCO₂. Znaki refraktarne hipoksije so povečan alveolo-arterijski gradient (>450 ob FiO₂ = 1.0) ali p_aO₂ kljub zdravljenju s kisikom $<7,3$ kPa.

PRISTOP

Invazivno umetno predihavanje izvajamo preko endotrahealnega tubusa ali traheostomske kanile. **Neinvazivno** predihavamo bolnike preko obrazne maske ali skafandra. Za neinvazivno predihavanje (NIV) so primerni bolniki z akutnim kardiogenim pljučnim edemom in bolniki s hiperkapnično respiratorno insuficienco zaradi poslabšanja KOPB, ki ne potrebujejo urgentne intubacije in nimajo kontraindikacij za NIV (buden, sodelujoč bolnik brez obilnega respiratornega sekreta). Podporo aparata pri umetnem predihavanju prilagodimo bolnikovim potrebam po načelu: »dovolj in ne preveč«, da ne povzročamo atrofije dihalnih mišic.

VRSTE UMETNEGA PREDIHAVANJA

Umetno predihavanje delimo na **volumsko** in **tlačno**. Volumsko omejen vdih se konča po vpihu prednastavljenega volumna. Pri tlačnem predihavanju se vdih konča, ko doseže aparat prednastavljen tlak. Spremenljiv tlak ali dihalni volumen določata lastnosti pljuč: popustljivost in upornost dihalnih poti ter upornost cevja. Z omejenim tlakom preprečujemo barotravmo.

NASTAVITVE SPREMENLJIVK

Pred pričetkom predihavanja moramo na dihalnem aparatu nastaviti način predihavanja, način proženja aparata (podtlak ali pretok) in občutljivost sprožilca, frekvenco aparatovih (mandatornih) vpihov, inspiratorni tlak ali dihalni volumen, pozitivni tlak na koncu izdiha (PEEP), inspiratorni čas ali pretok in njegovo obliko ter odstotek kisika.

Bolniku izmerimo telesno višino in določimo **idealno telesno težo** (ITT) glede na spol: pri moškem je ITT telesna višina v centimetrih – 100, pri ženskah pa centimetrom višine odštejemo 110, da dobimo ITT v kilogramih. Bolnikov ne smemo predihavati glede na dejansko težo, saj debeluhi nimajo zaradi večje teže tudi večjih pljuč!

Način predihavanja: vpih aparata je lahko mandatoren (vdih začne in izvede aparat), asistiran (vdih začne bolnik, aparat mu pomaga) ter spontan.

Kontrolirana mehanska ventilacija (CMV) je bil star način predihavanja, kjer je bolnik dobil določeno število prednastavljenih vpihov na minuto in sam ni mogel prožiti aparata.

Assist control (AC) predihavanje je oblika CMV, kjer bolnik dobi določeno prednastavljeno število tlačnih ali volumskih vpihov na minuto. Če med posameznimi aparatovimi vpihi aktivira sprožilec, dobi dodaten enak prednastavljen vpih. S tem dvigne frekvenco aparatovih vpihov. Ta način predihavanja je primeren za komatozne, relaksirane ali globoko sedirane bolnike.

Sinhronizirana intermitentna mandatorna ventilacija (SIMV) je tlačni ali volumski način predihavanja, kjer lahko bolnik diha med vpihi aparata. Bolnikov vdih je tolikšen, kolikor zmore sam. Sinhronizacija pomeni, da aparat ne bo vpihnil v času, ko to stori bolnik. Da so bolnikovi vdihni primerni, SIMV kombiniramo s tlačno podporo (Pressure support – PS). Pri tlačni podpori po aktivaciji sprožilca aparat bolniku pomaga z dodatnim tlakom, ki ga nastavimo glede na dihalne volumne, ki jih bolnik dosega. Pri odvajanju bolnika od aparata

uporabljamo SIMV in postopno nižamo frekvenco mandatornih vpihov. Nižamo tudi tlačno podporo.

Bifazno predihavanje (BiLevel, Bi-Vent, BiPhasic, DuoPAP) je tlačni SIMV s tlačno podporo, kjer lahko bolnik sproži aparat v katerem koli delu cikla, tudi v času vpiha aparata, kar pri drugih programih ni možno. To predihavanje je najbolj fiziološko in do bolnika najbolj prijazno, vendar zahteva največ našega sodelovanja in prilagajanja.

Dihalni volumen (tidal volume, V_t) je količina dovedenega zraka pri enkratnem vdihu. Bolnike predihavamo z volumni med 6 in 8 ml/kg ITT. Preveliki dihalni volumni povzročajo barotravmo. Bolj ko so pljuča bolna, manjši naj bo dihalni volumen. Dihalni volumen ostaja pri volumskem predihavanju nespremenjen. Pri volumskem predihavanju moramo biti pozorni na tlake, ki jih dosegamo z dodeljenimi volumni. Izogibamo se visokim tlakom (najvišji tlak do 40cm, plato do 30cm vodnega stolpca).

Pri tlačnem predihavanju je dihalni volumen odvisen od nastavljenega **inspiratornega tlaka** in popustljivosti pljuč ter obratno sorazmeren upor. Da bi preprečili barotravmo, naj bo tlak za inspiririj nižji od 16cm vodnega stolpca.

Frekvenco dihanja (običajno med 12 in 16) nastavljamo glede na bolnikove potrebe, njegove zmožnosti, težo bolezni in stopnjo sedacije. Pravilnost nastavitve preverjamo s spremljanjem izmerjenih kazalcev na dihalnem aparatu in s pH in p_aCO_2 v bolnikovi arterijski krvi.

Pri bolniku s hudo okvaro pljuč (ALI/ARDS) nas omejujejo visoki tlaki, zato potrebujemo nizke dihalne volumne. Da pri tem dosegamo zadosten minuten volumen dvigamo frekvenco do 35/min. Pri visokih frekvencah moramo povečevati hitrost pretoka vpiha, da skrajšamo čas vdihavanja in zagotovimo čas za izdih ter preprečujemo ujemanje zraka v pljučih (auto-PEEP < 5cm H₂O).

V skrajnih primerih, ko z dihalnim aparatom ne moremo več zagotavljati varne ventilacije, pride v poštev izventelesna membranska oksigenacija.

Normalno so pljuča tudi pri izdihu zaradi elastičnih sil prsnega koša razpeta. Če jih priklopimo na pozitiven tlak, na koncu izdiha kolabirajo. Vsak vdih razleplja alveole. Pri tem nastajajo strižne sile, ki povzročajo vnetje, le-to pa okvaro tkiva. Okvaro preprečimo s pozitivnim tlakom na koncu izdiha (**PEEP**), ki ohranja pljuča odprta. Nastavimo ga med 4 in 20 cm vodnega stolpca, višje pri bolj bolnih pljučih. PEEP ima tudi škodljive vplive. Pri spontanem vdihu s podtlakom povečamo priliv krvi v srce. Pri predihavanju s pozitivnim tlakom ter PEEP-om med izdihom, tlak ovira priliv krvi in zmanjšuje minutni volumen srca. Ovira venski odtok iz glave in povečuje intrakranialni tlak ter povečuje tlak v pljučih in s tem možnost barotravme.

Pretok nastavimo običajno okrog 60 l/min. Višje vrednosti so potrebne pri bolnikih, ki so obstruktivni. Tako s skrajšanjem vdihavanja omogočimo več časa za izdih, ki je zaradi obstrukcije počasen. Na ta način preprečimo možnost dinamične hiperinflacije (auto-PEEP), olajšamo izplavljanje CO₂ in izboljšamo respiratorno acidozo. Slabost tega je, da večji pretok poveča najvišji tlak v pljučih, skrajšan vdih pa zniža srednji tlak v dihalih in lahko poslabša oksigenacijo. **Oblika krivulje pretoka** pri vdihu je lahko konstantna, sinusoidna ali pojemajoča. Slednja ima najbolj fiziološki potek.

Delež kisika v vpihanem zraku naj bo najnižji, ki še pokriva bolnikove potrebe zato, da se izognemo kisikovi toksičnosti (absorpcijske atelektaze, hiperkapnija, poškodba dihalnih poti in parenhima): $p_aO_2 \geq 8,0$ kPa oz. saturacija ≥ 90 %.

Sprožilec je vrednost volumna ali tlaka, nad katero aparat zazna bolnikov vdih. Preobčutljiv sprožilec lahko sproži bolnikov gib ali voda v cevju. Previsoko nastavljen sprožilec pa ne zaznava bolnikovih vdihov. Pretočni sprožilec (flow-by triggering), ki meri razliko stalnega pretoka v dihalnem cevju, olajša bolnikovo dihalno delo.

ALARMI

Vedno, ko nastavljamo dihalni aparat, smiselno nastavimo tudi alarme. Omejimo najvišji tlak in frekvenco dihanja ter določimo zgornjo in spodnjo mejo minutnemu volumnu ter volumnu mandatornega in spontanega izdiha. Določimo tudi čas apneje in parametre predihavanja v teh pogojih.

ZAKLJUČEK

Umetno predihavanje je običajen postopek zdravljenja respiracijske insuficience kritično bolnega na oddelku intenzivne terapije. Potrebno je natančno opazovanje bolnika, da se pravočasno odločimo za intubacijo in priključitev na dihalni aparat. Potrebujemo kvaliteten dihalni aparat, ki ga dobro poznamo in nam omogoča pregledno spremljanje vseh potrebnih spremenljivk in alarmov. Bolnikovo stanje se ves čas spreminja (potek bolezni, hemodinamika, volumska obremenjenost, globina sedacije), zato moramo način predihavanja in nastavljene vrednosti ob vsaki spremembi znova optimalno prilagoditi bolnikovim potrebam. Pravilne nastavitve so tiste, ki jih bolnik v danem trenutku najbolje prenaša. Bolnik naj dobi le toliko podpore in toliko časa, kolikor je potrebuje. Potrebuje zadostno analgezijo, sedacije pa čim manj, da čim prej sam prevzame dihalno delo. Skrbno osebje lahko preprečuje zaplete umetnega predihavanja in ga tako omeji na najkrajši možen čas.

LITERATURA

1. Courey AJ, Hyzy RC. Overview of mechanical ventilation
http://www.uptodate.com/contents/overview-of-mechanical-ventilation?source=search_result&selectedTitle=1~150.
2. Mechanical ventilation
http://en.wikipedia.org/wiki/Mechanical_ventilation.
3. <http://www.scribd.com/doc/3833924/Chapter-4-Ventilator-Parameters>.

NADZOR OKSIGENACIJE IN VENTILACIJE PRI UMETNO PREDIHAVANEM BOLNIKU

asist.mag. Tomaž Jurca, dr.med.
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Klinika za infekcijske bolezni in vročinska stanja
Oddelek intenzivne terapije

IZVLEČEK

Med dihanjem se vrši oksigenacija, ki je pasiven proces difuzije kisika, zahteva razliko tlakov in je odvisna od velikosti in kvalitete alveolo-kapilarne membrane. Rutinsko jo spremljamo s pulzno oksimetrijo. Oksigenacija ne odraža ventilacije, ki je aktiven del dihanja, potreben za odstranjevanje CO₂ in jo spremljamo z občasnimi analizami arterijske krvi.

Ključne besede: oksigenacija, pulzna oksimetrija; ventilacija, plinska analiza arterijske krvi

UVOD

Oksigenacija je pasiven proces prehajanja kisika iz zraka v kri preko alveolo-kapilarne membrane, kjer se ga večina veže na hemoglobin, manjši del pa raztopi v plazmi. Zato je dober pokazatelj oksigenacije delež arterijskega hemoglobina, zasičen s kisikom, kar imenujemo arterijska saturacija s kisikom – **SaO₂**. Raztopljen kisik v plazmi merimo s plinsko analizo arterijske krvi kot **PaO₂**. Oksigenacijo izražamo še z alveolo–arterijskim kisikovim gradientom (A–a gradient), razmerjem med plazemskim kisikom in dovedenim kisikom (PaO₂/FiO₂), razmerjem med alveolarnim in plazemskim kisikom (A–a razmerje) in z oksigenacijskim indeksom (OI).

Hipoksemija nastane kot posledica hipooksigenacije zaradi hipoventilacije, neskladja med ventilacijo in perfuzijo, desno-levih šantov, okvare difuzije ali zmanjšanega deleža kisika (1). Takojšnja prepoznavna hipoksemije in ustrezno ukrepanje je ključno za preprečevanje resnih zapletov zdravljenja. Klinično zaznamo cianozo šele pri saturaciji arterijske krvi pod 70%. Zato je stalno spremljanje oksigenacije s pulzno oksimetrijo postalo standard pri zdravljenju kritično bolnega in saturacijo imenujemo peti vitalni znak.

Oksigenacija odraža pasiven prehod kisika in z njo ne moremo vrednotiti ventilacije. Ventilacijo vrednotimo s pH in pCO₂ v arterijski krvi, zato potrebujemo plinsko analizo, ki jo opravljamo občasno.

PULZNA OKSIMETRIJA

Pulzna oksimetrija je na voljo od leta 1974. Saturacija se izračunava iz razmerja oksihemoglobina proti celokupnem (oksi in deoksi) hemoglobinu. Oksihemoglobin absorbira najbolj infrardečo, deoksihemoglobin pa rdečo svetlobo. Senzor vsebuje dve

LED diodi in fotodetektor. Iz relativne absorpcije obeh svetlob oksimeter izračunava odstotek saturiranega hemoglobina. Aparat vzorči več tisočkrat v sekundi in loči med sistolnim pulzom in diastolo. Vrednosti med pulzom so vsota vrednosti v arterijah, venah in tkivu, v diastoli pa vrednosti v venah in tkivu. Mikroprocesor iz teh podatkov izračunava arterijsko saturacijo. Prikazana vrednost je povprečje 3 – 6 sekundnega intervala. Aparati zagotavljajo sprejemljivo točnost med vrednostmi od 80 do 100% in prikazujejo tudi amplitudo in frekvenco pulza. Uporabljamo jih povsod, kjer lahko pričakujemo hipoksijo (2).

Omejitve pulzne oksimetrije so: zakasnitev zaznave desaturacije zaradi metode povprečenja, potreben precejšen padec pO₂ pri bolniku na kisiku, da zaznamo desaturacijo in nezmožnost merjenja hiperoksigenacije.

Napake v meritvah se lahko pojavijo zaradi malpozicije, namestitve na isto stran kot je manšeta za meritev tlaka, zaradi gibanja, zunanje svetlobe in elektromagnetnega sevanja. Opisane so opeklina pod senzorjem med MRI preiskavo.

Motnje lahko nastanejo zaradi sprememb v hemoglobinu: ker ima karboksihemoglobin podobno absorpcijo kot oksihemoglobin, so lahko pri hudih kadilcih in pri zastrupitvi z monoksidom vrednosti pulzne oksimetrije lažno visoke. Pri methemoglobinemiji (Fe³⁺Hb, ki ne prenaša kisika) so vrednosti oksimetrije okrog 85% ne glede na vrednost saturacije. Napačne vrednosti so lahko pri anemiji srpastih celic. Fetalni hemoglobin se pri oksimetriji obnaša enako kot odrasel.

Pri hipoperfuziji, hipotenziji in hipotermiji so vrednosti prenizke. Pri teh stanjih je čelni senzor točnejši od naprstnega. Prenizke vrednosti dobimo tudi pri venskem zastoju, hudi anemiji in uporabi barvil (metilensko modro) ter pri temni koži, lakiranih in umetnih nohtih.

S pulzno oksimetrijo merimo oksigenacijo in ne ventilacije!

PLINSKA ANALIZA ARTERIJSKE KRVI

Plinska analiza arterijske krvi nam daje podatke o oksigenaciji (PaO₂), ventilaciji (PaCO₂) in acidobaznem stanju (pH, HCO₃⁻). Glede na disociacijsko krivuljo hemoglobina, pH in temperaturo se lahko določi tudi saturacija kisika (SaO₂). Vsi ti podatki so ključni pri obravnavi kritično bolnega in zato je to najpogosteje izvajana preiskava v enoti intenzivne terapije.

Pri enkratni arterijski punkciji bolniku olajšamo odvzem s predhodno lokalno anestezijo. Najpogosteje izberemo arterijo radialis. Vbodno mesto je potrebno komprimirati 5 do 10 minut. Zapleti (trajajoča krvavitev, hematoma, poškodba žile, motena cirkulacija) so redki. V primeru pogostih odvzemov ali ob hemodinamski nestabilnosti bolniku vstavimo arterijsko kanilo, ki omogoča odvzem arterijske krvi iz sistema.

Po odvzemu iz brizge iztisnemo ves zrak in jo na ledu transportiramo do čim prejšnje analize.

Alternativni pristopi k oceni ventilacije so analiza venske krvi, kapnometrija v izdihanem zraku in perkutana kapnometrija (3).

V telesu nastaja ogljikov dioksid (CO₂), ki raztopljen v vodi disociira preko ogljikove kisline v HCO₃⁻ in H⁺ (bikarbonatni pufer) ter nehlapne kisline. Za acidobazno ravnovesje skrbijo pljuča, ki izločajo CO₂ in ledvica, ki izločajo kisline ter izločajo ali zadržujejo HCO₃⁻.

Pri hipoventilaciji narašča pCO₂ in H⁺, zato se povečuje se kislost – pH pada. Posledica je respiratorna acidoza. Obratno pri hiperventilaciji pada pCO₂ in H⁺: povečuje se alkalnost, pH narašča, to stanje imenujemo respiratorna alkalozna. Ob respiratorni motnji se pCO₂ in pH gibata nasprotno, pri metabolni pa v isto smer. Telo čez čas delno ali popolno kompenzira primarno motnjo. Kompenzacija nikoli ne gre preko normalnega pH 7,40 (4).

Pri analizi arterijske krvi sledimo korakom (5):

- pH < 7,35 = acidoza; pH > 7,45 = alkalozna. Nato pogledamo razlog:
- pCO₂ > 5,9 = acidoza; pCO₂ < 4,9 = alkalozna – pljuča – respiratorna ali
- HCO₃ < 22 = acidoza; HCO₃ > 30 = alkalozna – ledvica – metabolna motnja.

Kadar sta oba, pCO₂ in HCO₃ izven normalnega območja, gre za kompenzacijo. Primarna motnja je tista, ki je enaka kot pH (kisla ali alkalna glede na pH 7,40). Če je pH izven območja 7,35–7,45 je kompenzacija delna, če je znotraj normalnega območja pa popolna.

ZAKLJUČEK

Pri umetno predihavanem bolniku nepretrgoma spremljamo oksigenacijo s pulzno oksimetrijo, ki pa nam ne odraža ventilacije. Zato potrebujemo občasne analize arterijske krvi, da lahko glede na pH in pCO₂ ustrezno prilagodimo predihavanje in s koncentracijo HCO₃⁻ odkrijemo morebitne pridružene metabolne motnje v acidobaznem stanju.

LITERATURA

1. Theodore AC. Oxygenation and mechanisms of hypoxemia
URL: <http://www.uptodate.com/contents/oxygenation-and-mechanisms-of-hypoxemia>.
2. Crawford Mechem C. Pulse oximetry
URL: <http://www.uptodate.com/contents/pulse-oximetry>.
3. Theodore AC. Arterial blood gases
URL: <http://www.uptodate.com/contents/arterial-blood-gases>.
4. Rose BD. Simple and mixed acid-base disorders
URL: <http://www.uptodate.com/contents/simple-and-mixed-acid-base-disorders>.
5. Orlandohealth. Interpretation of the arterial blood gas
URL: <http://orlandohealth.com/MediaBank/Docs/SLP/2010%20ABG%20SLP.pdf>.

NADZOR NAD OGLJIKOVIM DIOKSIDOM V IZDIHANEM ZRAKU PRI MEHANSKO PREDIHAVANEM PACIENTU

Patricija Dragšič, dipl.m.s.
Univerzitetni klinični center Maribor
Oddelek za anesteziologijo, intenzivno terapijo in terapijo bolečin

IZVLEČEK

Dejavniki, ki vplivajo na meritve ogljikovega dioksida v izdihanem zraku, so številni. Tako se povečane ali zmanjšane vrednosti lahko zasledijo pri presnovnih spremembah, spremembah predihavnosti, spremenjenih parametrih krvnega obtoka ali zaradi tehničnih napak (neoporečnost CO₂ cevke, posode z delci absorberja za CO₂ ali dihalnih cevi). Z neprekinjenim beleženjem vrednosti PetCO₂ je pozornost potrebna na kakršnakoli odstopanja od normalnih razponov vrednosti ali oblike kapnograma in s tem na možno prekinitvev dihalnega kroga pri umetnem predihavanju. Kapnometrija in kapnografija se uporabljata za oceno sedacije in mišične relaksacije pri intubiranem bolniku, kot dodatno pomoč pri diagnostiki pljučne tromboembolije in pri diagnostiki vzroka srčnega zastoja.

Ključne besede: kapnometrija, kapnografija, ogljikov dioksid, PetCO₂

UVOD

Celice človeškega organizma potrebujejo stalno preskrbo s kisikom (O₂), ki je ključen za življenje. Najbolj občutljive celice v človeku so možganske celice, ki propadejo, če so brez kisika samo nekaj minut. Kisik vnašamo v telo z vdihovanjem zraka, ta pa v pljučih prehaja v kri, kjer se veže na hemoglobin in skozi krvni obtok doseže vsako celico. Celice uporabljajo kisik za oksidacijo ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin, pri čemer se sprošča energija. Oksidacijski procesi v celicah so zelo zapleteni procesi, končni produkti so ogljikov dioksid, voda in nekatere odpadne snovi. Ogljikov dioksid (CO₂) iz organizma izločamo skozi pljuča.

Za nadzor bolnika med mehanskim predihavanjem je potrebno usposobljeno zdravstveno osebje in različne aparature (ventilator, monitorji). Nadzor ventilatorja, ki predihava bolnika, zajema skupine podatkov o nastavitvah, opravljenih meritvah in iz meritev izvedenih izračunov. Nastavitve spremenljivk predihavanja so na ventilatorju vidne (številke, krivulje) in jih je možno preprosto prilagajati. Meritve so umerjene v razpon pričakovanih vrednosti, pri prekoračitvi razpona se sproži alarm. Podani so tudi podatki o minutni ventilaciji, enkratnem dihalnem volumnu, podajnosti itd.

Trajno je potrebno nadzirati bolnikovo oksigenacijo.

Anestezijski dihalni sistem (ADS) povezuje bolnikova dihala z anestezijskim aparatom. Temeljni nalogi ADS sta dovajanje zadostnega volumna dihalne zmesi bolniku iz anestezijskega aparata in odstranjevanje ogljikovega dioksida (CO₂) iz dihalne zmesi. Kopičenje CO₂ v dihalni zmesi preprečujemo s prilagajanjem pretoka sveže dihalne zmesi, s čimer preprečimo povratno dihanje in/ali z vključitvijo absorberja za CO₂ v ADS.



Slika 1: CO₂ absorber

CO₂ absorber vsebuje zna natrijevega in kalcijevega hidroksida, ki reagirajo z ogljikovim dioksidom, pri čemer nastaja toplota in voda. V absorber je dodan indikator, ki se obarva, ko se kapaciteta za absorbcijo zmanjša (slika 1).

Pri polnjenju CO₂ absorberja je treba zagotoviti, da so se granule absorbenta dobro usedle in da je absorber posoda neoporečna ter pravilno napolnjena (do oznake max.).

KAPNOMETRIJA IN KAPNOGRAFIJA

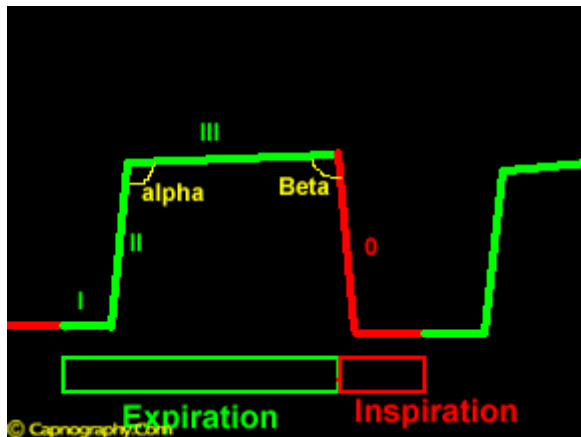
Kapnometrija je neinvazivna metoda merjenja koncentracije, oziroma delnega tlaka CO₂ v izdihanem zraku na koncu ekspirija (PetCO₂). Za razliko od pulzne oksimetrije, ki je metoda za nadzor oksigenacije, je kapnometrija metoda za nadzor ventilacije. Uporablja se kot zanesljiva metoda za določanje položaja sapničnega tubusa, oziroma za ugotavljanje nehotene intubacije v požiralnik. PetCO₂ je kazalec ventilacije, cirkulacije in presnove. Normalne vrednosti so od 34 do 38 mmHg. Prikazane vrednosti so lahko v mmHG ali kPa. Senzor kapnometra je nameščen med sapnični tubus in baktericidni filter na katerega priključimo ventilator (Remškar, 2007).

Kapnografija je kontinuirano merjenje delnega tlaka CO₂ s pomočjo infrardeče spektrofotometrije. Vrednost CO₂ je pri tej metodi prikazana kot krivulja, ki se spreminja v odvisnosti od časa. Krivuljo imenujemo kapnogram, vendar je pri tej obliki merjenja vedno prikazana tudi numerična vrednost delnega tlaka na koncu izdiha Pet CO₂.

Kapnometrija in kapnografija sta zelo uporabni diagnostični, oziroma prognostični metodi na mnogih področjih. Prvotno sta se obe metodi uporabljali največ v anesteziji, danes pa se uporabljata tudi v intenzivni medicini in v nujni medicinski pomoči.

Kapnograf je aparat, ki meri delni tlak ogljikovega dioksida v izdihanem zraku.

Kapnogram je sestavljen iz vdiha in izdiha (inspiririja in ekspiririja). Avtor Bhavani-Shankar opozarja, da je potrebno definirati, oziroma standardizirati terminologijo pri določanju različnih faz kapnograma (Bhavani-Shankar, 2000, Philip, 2000). Različni avtorji namreč različno označujejo faze kapnograma. Standardna terminologija je ključnega pomena tako za komunikacijo, učenje, razumevanje in raziskovanje.



Slika 2: Prikaz faz normalnega kapnograma (www.capnography.com)

FAZA I je kratka faza v ekspiriju. Predstavlja praznjenje mrtvega prostora (anatomskega mrtvega prostora in mrtvega prostora naprave ter tubusa). Tukaj je vrednost etCO₂ nič.

FAZA II je strma S oblika krivulje. Predstavlja prehodno fazo med anatomskim mrtvim prostorom in alveolarnimi plini iz bronhiol in alveol.

FAZA III je alveolni plato. Predstavlja zrak, ki je bogat s CO₂; krivulja je skoraj vodoravna.

FAZA 0 predstavlja naslednji vdih zraka, ki je bogat z O₂ in zelo reven s CO₂. Na kapnogramu zasledimo to kot naglo zmanjšanje vrednosti etCO₂ na vrednost nič, oziroma vidimo kot strmi nagib krivulje.

Kot alfa meri ob normalnem kapnogramu med 100° in 110°, kot beta pa 90°.

Pri analizi kapnograma se je treba osredotočiti na:

- višino, oziroma velikost krivulje,
- frekvenco dihanja,
- ritem dihanja,
- osnovno črto kapnograma,
- obliko krivulje (Grmec, 2005, st. 49).

Ko se konča faza III, se prične strmo, skoraj pravokotno zmanjšanje CO₂, kar predstavlja inspiracijo, saj v pljuča pride svež zrak skoraj brez vsebnosti CO₂ (0,03%).

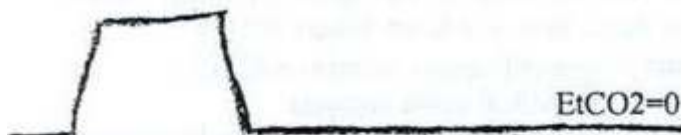
KLINIČNA UPORABNOST KAPNOMETRIJE IN KAPNOGRAFIJE

Nepričakovano zmanjšanje vrednosti etCO₂ na vrednost nič ali blizu nič

Takšna krivulja predstavlja morebitno nevarno stanje in pomeni, da tipalo v kapnometru ne zaznava prisotnosti CO₂ v zraku, ki ga analizira. Stanja, ki pripeljejo do te oblike krivulje

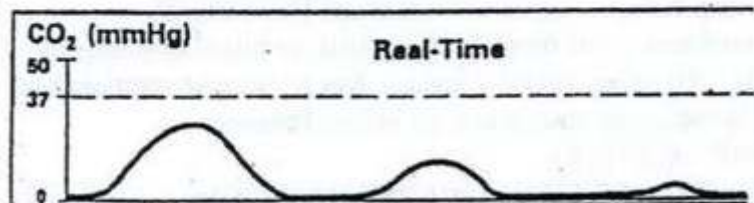
so: intubacija v požiralnik, naključna ekstubacija, popolna prekinitve dihalnega kroga, popolni izpad ventilatorja, zapora dihalne poti oz. endotrahealnega tubusa s sluzjo ali s krvjo. Lahko pa gre tudi za manj nevarno dogajanje, kot so težave s kapnometrom ali zamašena cevka za zbiranje plinov zaradi vodnih hlapov, sekreta ali krvi.

Apnea or dislodged ETT:



Sudden loss of waveform in intubated patient may signal the ETT has become dislodged. May also indicate that the patient has stopped breathing.

Esophageal Intubation:

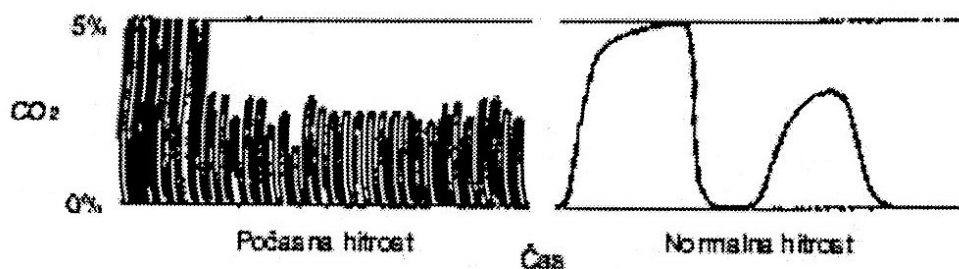


Absence of any detectable CO2 means you better reintubate.

Slika 3: Nepričakovano zmanjšanje vrednosti etCO₂ na vrednost nič ali blizu nič (<http://respiratorytherapycave.blogspot.com/2010/03/capnography-cheat-sheet.html>)

Nenadno zmanjšanje etCO₂ na nižjo raven

Eden od razlogov je izguba zraka v sistemu zaradi slabe lege endotrahealnega tubusa oz. mešička ali kadar obstaja neustrezen stik med ventilatorjem in tubusom ter če pride do delne prekinitve anestezijskega kroga. Lahko gre tudi za delno zaporo dihalne poti z zmanjšanim dihalnim volumnom, ki prihaja v pljuča in s prekinitvijo celotnega praznjenja alveolnih plinov (tlak v dihalni poti pri mehanskem predihavanju je velik in vzrok za zmanjšanje vrednosti etCO₂ je v tem, da se izdih CO₂ ne dokonča pred naslednjim vdihom).

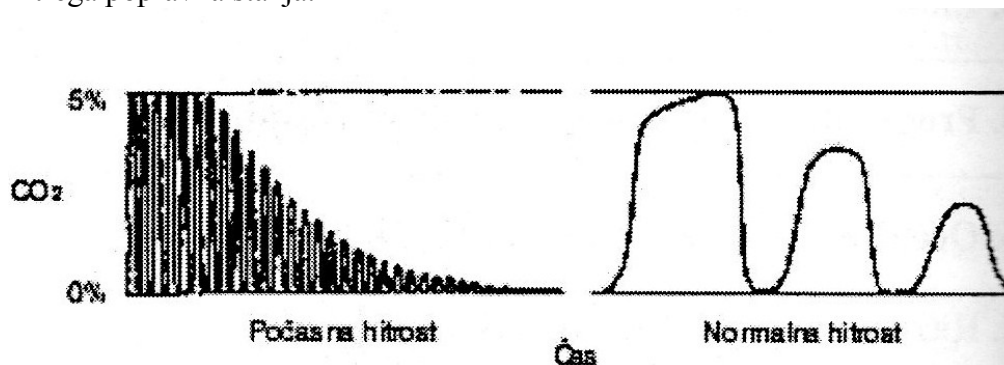


Slika 4: Nenadno zmanjšanje etCO₂ na nižjo raven (Grmec, 2005)

Eksponecialno zmanjšanje vrednosti etCO₂

To zmanjšanje vrednosti vedno govori za nenadno in verjetno hudo dogajanje v bolnikovem srčnem in/ali pljučnem sistemu. Stanja, ki povzročijo takšno patofiziološko dogajanje, so: nenadna hipotenzija, masivna izkrvavitev, srčni zastoj s prisotnim predihavanjem ali pljučna embolija (tromb ali zrak). Manj nevarno stanje, ki lahko pripelje do te slike, je nepazljivo povečanje predihavanja kot posledica nepravilne uravnave ventilatorja.

Če ugotovimo takšen kapnogram, je potrebna takojšnja diferencialna diagnostika zaradi hitrega popravka stanja.

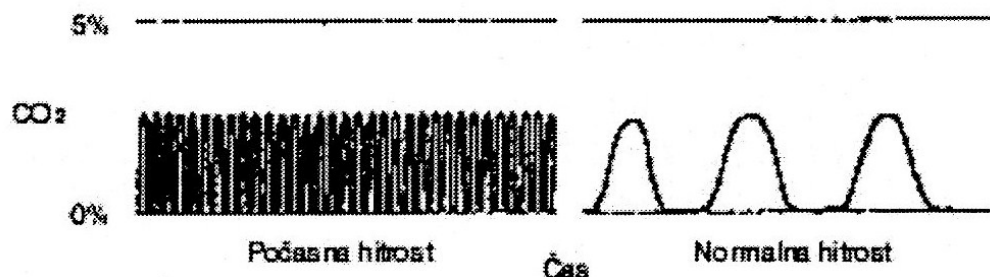


Slika 5: Eksponecialno zmanjšanje vrednosti etCO₂ (Grmec, 2005)

Majhne vrednosti etCO₂ z neznačilnim platojem

Kapnogram lahko pokaže majhne vrednosti etCO₂, brez pojava značilne III. faze. Vzroki se lahko v grobem razdelijo na obstruktivne in na tiste, ki podaljšujejo ali onemogočajo popolno praznjenje alveol. Od obstruktivnih vzrokov sta najpogostejša bronhospazem in/ali sekrecija. Pri hropenju je aspiracija sapnika rešitev za vzpostavitev normalne predihanosti. Pri bronhospazmu se po uporabi bronhodilatatorjev prav tako opaža nastanek normalnega platoja.

Če ni obstruktivnih motenj, je potrebno razmisliti o drugem vzroku. Najverjetneje gre za prehitro zbiranje vzorčnega plina za analizo, kar je posebej verjetno pri majhnih otrocih z majhnim dihalnim volumnom. V tem primeru pride do mešanja vzorčnega plina s svežim zrakom, ki ima majhno koncentracijo CO₂. Zmanjšanje pretoka svežega zraka najpogosteje omogoči povečanje vrednosti etCO₂ in oblikovanje normalnega alveolnega platoja.

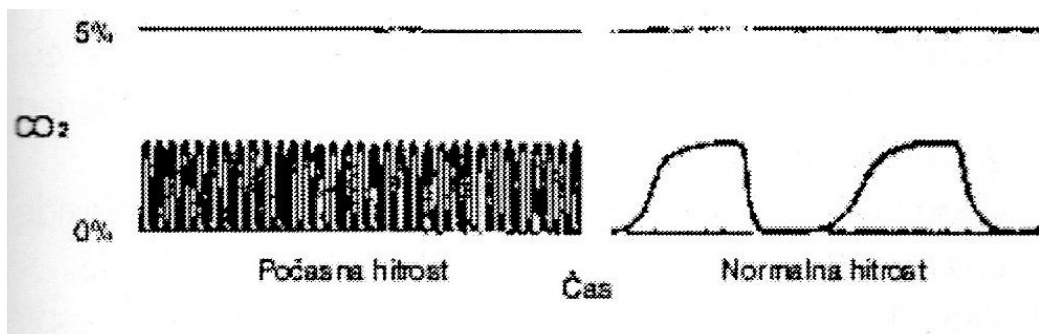


Slika 6: Majhne vrednosti etCO₂ z neznačilnim platojem (Grmec, 2005)

Majhne vrednosti etCO₂ z značilnim platojem

KOPB pri odraslem in bronhopulmonalna displazija pri otrocih sta tipična primera takšnega kapnograma. Blago zmanjšanje prekrvavljenosti in velik tlak v dihalnih poteh pri izsušenosti, vazodilatatorjih, hipovolemiji ali poglobljenem predihavanju se prav tako

kažejo z manjšimi vrednostmi CO₂ in z nespremenjenim platojem.

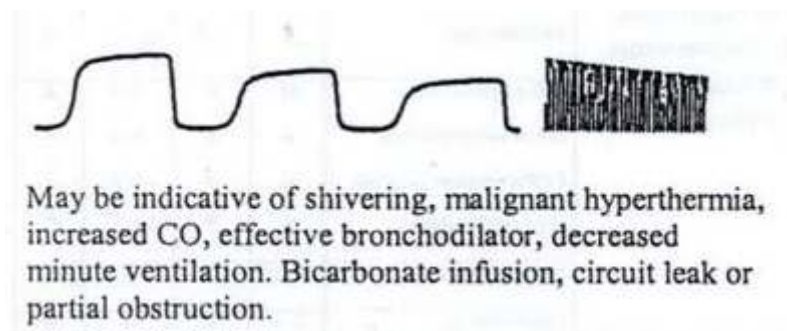


Slika 7: Majhne vrednosti etCO₂ z značilnim platojem (Grmec, 2005)

Stopenjsko zmanjševanje vrednosti etCO₂

Kadar kapnogram ohrani normalno obliko in se vrednosti etCO₂ počasi zmanjšujejo, pomislimo na podhladitev, zmanjševanje sistemskega ali pljučnega krvnega obtoka. Anestezija in živčno-mišična blokada povzročita blokado normalnih mehanizmov za ustvarjanje in ohranjanje normalne telesne temperature. Če se telesna temperatura zniža, se zmanjša presnova in tvorba CO₂.

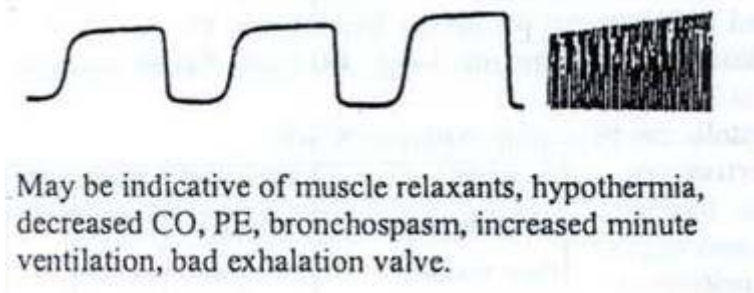
Prav tako povzroči takšno krivuljo zmanjšanje telesne prekrvavljenosti pri krvavitvah ali pri zmanjšanju minutnega srčnega volumna zaradi prekomernega odmerka zdravil. Nadomeščanje tekočin ali popravek zdravil (anestetikov) popravi obliko krivulje.



Slika 8: Stopenjsko zmanjševanje vrednosti etCO₂
(<http://respiratorytherapycave.blogspot.com/2010/03/capnography-cheat-sheet.html>)

Stopenjsko povečanje vrednosti etCO₂

Povečanje vrednosti etCO₂ brez sprememb oblike je povezano z zmanjšanjem učinkovitega predihavanja zaradi slabega tesnenja v sistemu ventilatorja, z delno zaporo dihalnih poti, s povečanjem telesne temperature ali z absorpcijo CO₂ iz zunanjih virov (npr. laparoskopija s CO₂).



Slika 9: Stopenjsko povečanje vrednosti etCO₂
(<http://respiratorytherapycave.blogspot.com/2010/03/capnography-cheat-sheet.html>)

Nenadno prehodno povečanje vrednosti etCO₂

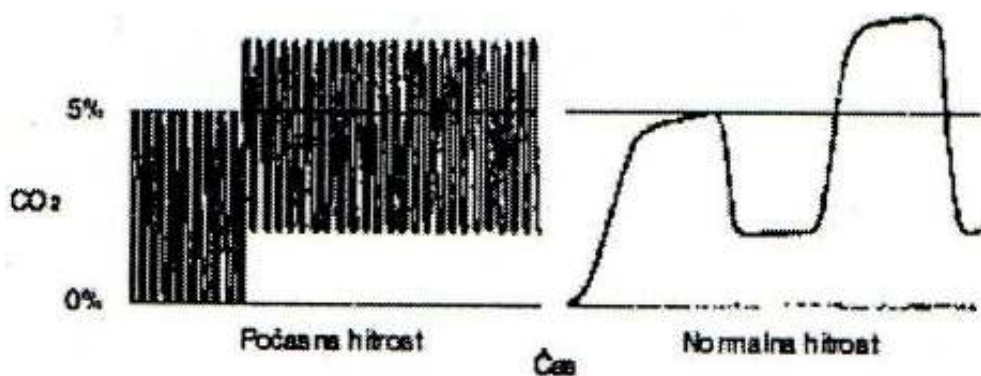
Takšno obliko krivulje povzročajo stanja, ki povečajo prenos CO₂ v pljučni krvni obtok. Tipični primeri so vbrizgavanje NaHCO₃ ali spuščanje manšete za merjenje tlaka (sproščanje nakopičene krvi, bogate s CO₂ iz ishemične okončine v krvni obtok).



Slika 10: Nenadno prehodno povečanje vrednosti etCO₂ (Grmec, 2005)

Nenadno povečanje osnovne linije

Umazanost zbirne celice z vodo in izločki. Potrebno je očistiti zbirno celico in sistem bo ponovno normalno deloval.

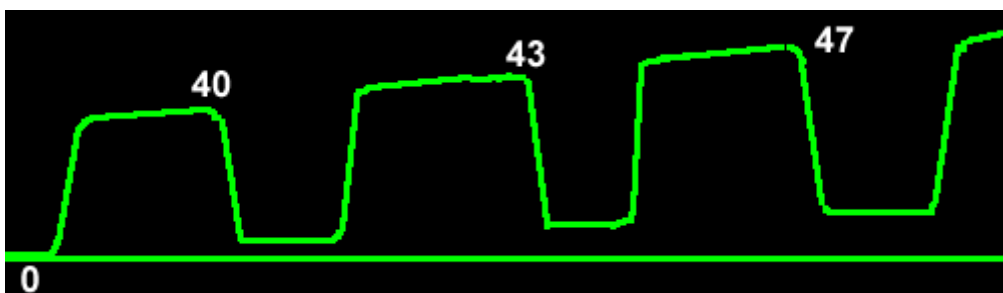


Slika 11: Nenadno povečanje osnovne linije (Grmec, 2005)

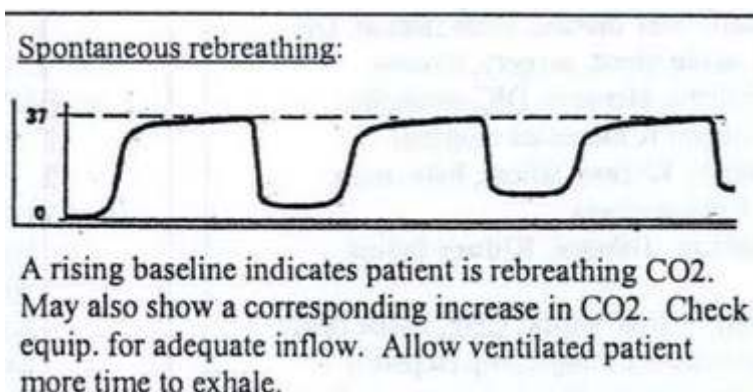
Stopenjsko povečanje vrednosti etCO₂ z istočasnim dvigom osnovne linije

Takšen kapnogram je značilen za povratno dihanje (ponovno vdihovanje že izdihanega zraka, oziroma zraka bogatega s CO₂). Pri takšnem kapnogramu se faza vdiha v osnovni črti ne utegne spustiti na ničlo. Podobno obliko zasledimo, kadar gre za pomanjkanje

absorbensa oziroma pri motnjah zaklopke. Če pride do nenadnega povečanja etCO_2 in osnovne črte, se verjetno v sistemu za detekcijo nahaja tekočina ali pa je prišlo do nasičenja absorbensa CO_2 v napravi.



Slika 12: Stopenjsko povečanje vrednosti etCO_2 z istočasnim dvigom osnovne linije (www.capnography.com)

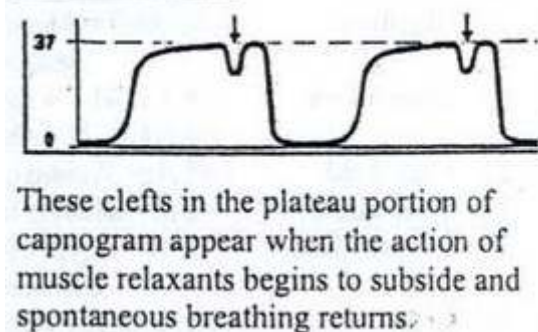


Slika 13: Stopenjsko dvigovanje osnovne linije brez povečevanja vrednosti etCO_2 (http://respiratorytherapycave.blogspot.com/2010/03/capnography-cheat-sheet.html)

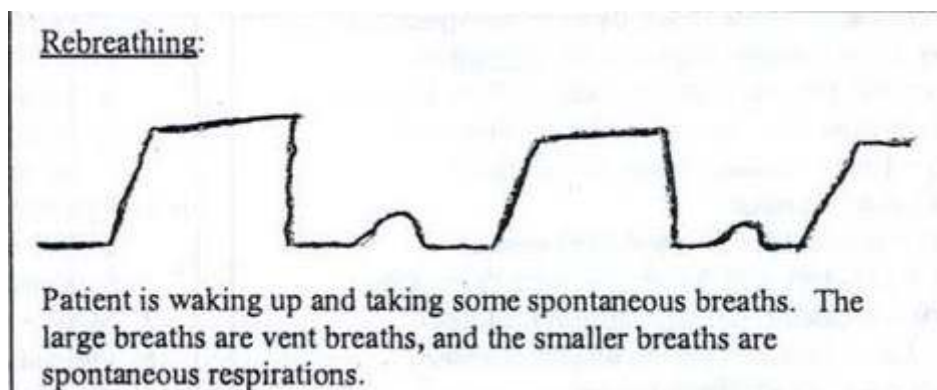
Učinek posebnih stanj na kapnogramu

Globoka razpoka ali reža na alveolnem platoju pred koncem izdiha, se kaže takrat, kadar je bolnik relaksiran, pa učinek relaksansa popušča. Bolnik se »tepe« z ventilatorjem. Dodatna uporaba relaksansov odpravi takšno obliko kapnograma.

Muscle relaxants:

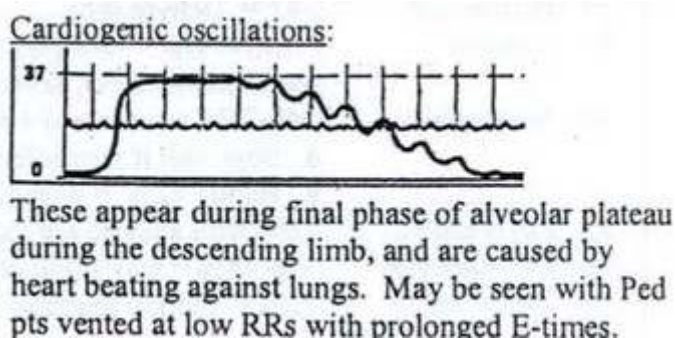


These clefts in the plateau portion of capnogram appear when the action of muscle relaxants begins to subside and spontaneous breathing returns.



Slika 14: Posebna stanja na kapnogramu
(<http://respiratorytherapycave.blogspot.com/2010/03/capnography-cheat-sheet.html>)

Nihanja zaradi srčne akcije nastanejo pri vsakem srčnem utripu, ki za malenkost spremeni prostornino prsnega koša in posredno vpliva na obliko krivulje pri vdihu. Le-ta se z bitjem srca prehodno spreminja zaradi majhnega pasivnega izločanja CO₂. sprememba nima nobenega fiziološkega vpliva.



Slika 15: Nihanja zaradi srčne akcije
(<http://respiratorytherapycave.blogspot.com/2010/03/capnography-cheat-sheet.html>)

RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK

Kapnografija/kapnometrija predstavlja standard kakovosti pri oskrbi in zdravljenju življenjsko ogroženih bolnikov. Uporabna je tako v izvajanju nujne medicinske pomoči na terenu, kakor tudi v urgentni službi v bolnišnicah (urgentna medicina, anestezija, intenzivna terapija)

Merjenje koncentracije CO₂ na koncu izdihaja pri mehansko predihavanem pacientu je eden od pomembnih parametrov, ki jih spremljamo med potekom anestezije. V primerjavi z nekaterimi drugimi metodami (npr. pulzno oksimetrijo) so meritve bolj zanesljive in točne. Poleg izmerjenih vrednosti, je pomemben tudi grafičen zapis gibanja krivulje v respiratornem ciklusu. Oba zapisa pripovedujeta o stanju in delovanju življenjsko pomembnih organskih sistemov bolnika. Spremembe vrednosti in oblike zapisa pomagajo pri diagnostiki in oskrbi bolnika, zato je za medicinsko sestro ključnega pomena poznavanje osnovnega tipa kapnografske krivulje in njenih vrednosti, da lahko opazi spremembe ter nanje opozori kot tudi poznavanje tehnično brezhibnih pogojev meritev.

LITERATURA

1. Bhavani Shankar K. Interpret your capnogram, 2008.
Dostopno na:
http://www.capnography.com/new/index.php?option=com_content&view=article&id=131&Itemid=64.
2. Bhavani Shankar K. Analysis of Capnograms, 2008.
Dostopno na:
http://www.capnography.com/new/index.php?option=com_content&view=article&id=83&Itemid=161.
3. Bhavani Shankar K., Philip J. H. Defining segments and phases of a time capnogram .
Anesth Analg. 2000.
4. Frea B. Capnography cheat sheet, 2010.
Dostopno na:
<http://respiratorytherapycave.blogspot.com/2010/03/capnography-cheat-sheet.html>.
5. Grmec, Š. Fiziološke in patološke osnove kapnometrije in kapnografije. Akutna stanja znamenja, simptomi, sindromi, diferencialna diagnoza in ukrepanje. Zbornik predavanj 2005; 47-57.
6. Remškar, D. Žepni vodnik za obravnavo nujnih stanj. Ljubljana: Društvo medicinskih sester, babic in zdravstvenih tehnikov 2007.

NADZOR TELESNE TEMPERATURE S Poudarkom NA NAČINIh MERJENJA IN VZDRŽEVANJU

Neža Mivšek, dipl.ms
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Klinika za infekcijske bolezni in vročinska stanja
Enota intenzivne terapije

IZVLEČEK

Človek je homeotermno bitje, saj sam proizvaja in oddaja toploto, kar pomeni da vzdržuje stalno telesno temperaturo, ki se kljub nihanju okolja le malo spreminja. Bolnik je s svojo boleznijo in hospitalizacijo pogosteje podvržen večjemu odstopanju od normale, kar se kaže z bolezensko hipo ali hipertermijo različnega vzroka, ki lahko pušča trajne poškodbe v možganih. Vzdrževanje normalne telesne temperature je zato temeljna življenjska aktivnost, in se obravnava kot pomemben vitalni znak, kontinuirano spremljanje in vzdrževanje pa ostaja ključnega pomena za bolnika. Pri vzdrževanju telesne temperature, še posebno kadar gre za bolnika v enoti intenzivne terapije, ima veliko vlogo medicinska sestra, saj bolnik v največjih primerih nima sposobnosti pomoči in je popolnoma odvisen od drugih. Pomembno je tudi odpravljanje primarnega vzroka za odstopanje od normalne telesne temperature, načini merjenja in vzdrževanja pa so odvisni od danih možnosti v zdravstveni ustanovi. Poznamo različne načine merjenja in vzdrževanja. Eden od njih je s pomočjo neinvazivnega sistema CritiCool in CureWrap, ki omogočata učinkovito ohlajanje ali gretje oz. natančno uravnavanje ter vzdrževanje telesne temperature v bolnišnici oz. v enoti intenzivne terapije. Sistem se uporablja predvsem zaradi zaščitnih učinkov hipotermije, za doseganje normotermije ob vročini, redkeje pa tudi za gretje pri podhladitvah.

Ključne besede: telesna temperatura, merjenje, vzdrževanje, CritiCool in CureWrap

UVOD

Bolnik je zaradi svojega bolezenskega stanja toliko bolj podvržen odstopanju od normalne telesne temperature. Posledice povišane temperature so lahko celo usodne, zato je pomembno, da se telesna temperatura vzdržuje v mejah normale. V bolnišnicah se srečujemo večinoma s povišano telesno temperaturo, zato se pogosteje posvečamo doseganju normotermije iz predhodnega febrilnega stanja. Načinov merjenja in vzdrževanja je več, prav tako pa se za vsakega vedno ne moremo odločiti, saj je potrebno upoštevati stanje pacienta in njegovo možnost sodelovanja pri tem.

TELESNA TEMPERATURA

Telesna temperatura je izmerjeno toplotno stanje organizma (Ivanuša, Železnik, 2002). Izražamo jo v stopinjah Celzija (°C). Normalna telesna temperatura je pogoj za normalno celično presnovo in delovanje organizma kot celote, imenujemo jo tudi normotermija. Ločimo temperaturo sredice oz. jedra (notranji organi in notranjost glave), ki je v

mirovanju od 36,2°C do 37,5°C, ter temperaturo ovoja oz. kože, ki je normalno za 0,5-1°C nižja od temperature sredice in se menja glede na spremembe temperature okolja. Glede na nepravilno geometrijo telesa obstaja zapletena tridimenzionalna razporeditev temperature od 28° do 37°C, pri tem imajo okončine nižjo temperaturo kot trup. Uravnavanje telesne temperature je primer zelo učinkovite homeostaze, ki jo nadzorujejo skupine nevronov v hipotalamusu, ki predstavljajo glavni termoregulacijski center. Hipotalamus deluje kot termostat, ki ima določeno nastavitveno vrednost temperature (Črne-Finderle, 2002). Temperatura jedra je bolj regulirana od ostalih homeostatskih sistemov v telesu npr. krvnega tlaka, kar pomeni, da je zelo pomembna. Medtem ko je periferija slabše termoregulirana, vseeno služi kot blažilec med dobro zaščitenim jedrom in okolico (Sessler, 2009).

Pri pacientih z vročino oz. hipertermijo se nastavitvena vrednost temperature v hipotalamusu začasno ponastavi na višjo vrednost, npr. iz 37°C na 39°C. Zato so vsi razpoložljivi mehanizmi za ohranjanje in proizvodnjo toplote (povečan mišični tonus oz. drgetanje, ježenje oz. kurja polt, vazokonstrikcija žil) maksimalno aktivirani za doseg nove tarčne vrednosti. Vazokonstrikcija povzroči opazno mrzel občutek v rokah in nogah. Kri se iz periferije povečano zbira v notranjih organih in s tem zmanjša izgubo, ki se vrši preko kože in tako človek začuti mraz. Pri vročini je to učinkovit način, da se temperatura jedra zviša za 1 ali celo 2°C. Drgetanje se ne pojavi pri vsakem porastu telesne temperature, pojavi se kadar gre za visok in hiter porast temperature, da bi telo kar se da hitro doseglo novo nastavitveno vrednost v hipotalamusu (Porat, Dinarello, 2009). Sicer pa je primarni vir toplote v telesu hrana in metabolizem.

Hipotermija ali podhlajenost je definirana kot temperatura nižja od 35°C (temperatura jedra). Ponavadi je rezultat izpostavitve mrazu, lahko pa je umetno povzročena. Slednja se uporablja predvsem zaradi njenih zaščitnih učinkov. Ljudje, ki se skoraj utopijo v ledeno mrzli vodi, imajo izjemen nevrološki povratek tudi po daljši možganski ishemiji. Za vsako stopinjo v razponu od 22°C do 37°C, se poraba kisika v možganih zmanjša za 5% (Hemmen, Lyden, 2007). Podhlajenost tudi upočasni metabolizem in povzroči rezistenco na insulin.

Kadar je temperatura kože višja od temperature okolja, telo izgublja toploto s kondukcijo, konvekcijo, radiacijo ali evaporacijo oz. izhlapevanjem. Slednja je še posebej učinkovita, saj z izhlapevanjem preko znojnic izhlapi približno liter na dan, ob ekstremnih pogojih pa lahko celo do 12 litrov znoja na dan (Črne-Finderle, 2002). 50% toplotnega ugodja je določenega s temperaturo kože. Eno petino kontrole nad vsakim termoregulacijskim obrambnim mehanizmom prispeva koža (Sessler, 2009). Normalna telesna temperatura se spreminja tekom dneva, vendar jo je telo sposobno vzdrževati le do neke meje. Kadar se soočamo z ekstremi v okolju, človeško telo ni zmožno regulirati dnevnega nihanja v temperaturi brez pomoči oblačil in zaščite okolja (Porat, Dinarello, 2009). Temperatura variira glede na čas v dnevu (zjutraj je najnižja, pozno popoldan pa najvišja), starost, spol, telesno aktivnost, prehrano, temperaturo okolja itd. Fiksno dnevno spreminjanje telesne temperature naj bi imeli le otroci v zgodnjem otroštvu. Poznavanje teh posebnosti, nam pomaga razumeti, da je za nekoga 37,2°C normalna temperatura, za drugega pa že blago povišanje.

Telesno temperaturo torej delimo na podhlajenost, (pod 35°C), normalno (36,2 do 37,5°C), subfebrilno (37,5 do 38,3°C), febrilno (38,4 do 39,9°C) in visoko febrilno (40,0°C in višje).

MERJENJE

Včasih so za merjenje telesne temperature v bolnišnicah uporabljali živosrebrne termometre, ki so sicer podali kar natančno meritev, vendar so časovno zelo zamudni. Zato se že dolgo uporabljajo elektronske aparature, s katerimi hitro in natančno izmerimo telesno temperaturo. Pomembno je, da za merjenje izberemo pravi del telesa oz. da je rezultat pravilno interpretiran.

Pri nas temperaturo izražamo v stopinjah Celzijah in jo merimo:

- aksilarno oz. pod pazduho: normalna telesna temperatura 36,5°C (temperatura ovoja),
- rektalno v debelem črevesju: (dojenčkom in malim otrokom) normalna 37,5°C (temperatura jedra),
- oralno: normalna temperatura je 37°C (temperatura ovoja),
- v ušesu: normalna telesna temperatura 37,5°C, priporoča se predvsem pri otrocih, ker je hitro in ne povzroča nelagodja (temperatura jedra),
- na čelu: za normalno temperaturo veljajo navodila proizvajalca obližev oziroma reagenčnih trakov. Primerno za otroke, ker je enostavno in hitro (temperatura ovoja),
- preko urinskega katetra,
- v požiralniku,
- v pulmonalni arteriji.

Pomemben je način merjenja in izbira pravega mesta. Glede na dane možnosti, bolezensko stanje in potrebe pacienta izberemo najboljši možni način, ki nam bo podal realen rezultat. Zadnje čase se v bolnišnicah vedno bolj pojavljajo elektronske aparature, zlasti ušesni merilci telesne temperature, saj omogočajo natančno meritev in ohranjajo bolnišnično higieno z enkratnimi zamaški za vsakega pacienta. Poleg tega je metoda hitra in neboleča, medicinska sestra pa mora biti pozorna, da meritev izvede pravilno in merilno telo potisne dovolj globoko.

Poleg ušesnih se uporabljajo tudi elektronski aksilarni termometri, ki jih uporabljamo v Enoti intenzivne terapije na Kliniki za infekcijske bolezni in vročinska stanja (KIBVS). Prednost teh merilcev je v tem, da podajo hiter in točen rezultat temperature površine, pomembno je pravilno nameščanje. Medicinske sestre smo ugotovile, da ko pisk oznanja konec meritve, se po nekaj sekundah vrednost lahko še spremeni, zato puščamo termometer v položaju za merjenje nekaj sekund več. Lahko se čistijo, so cenovno dostopni in zato ima vsak pacient svoj termometer, s čimer preprečujemo tudi prenos bolnišničnih okužb.

Merjenje v ustih oz. podjezično je relevantno, vendar se ga v bolnišnicah ne uporablja več, tako kot tudi ne rektalno, oba načina sta namreč rahlo zamudna in neprijetna za pacienta.

Pri življenjsko ogroženih pacientih je stalen nadzor nad telesno temperaturo še bolj pomemben, saj spremembe v telesni temperaturi lahko nakazujejo na poslabšanje ali zagon nove okužbe. Taki pacienti so že zaradi svoje primarne bolezni in posledično vseh stvari, ki jih prinese intenzivna terapija (centralna venska kateterizacija, arterijska kanilacija, urinski kateter, endotrachealna intubacija in priključitev na ventilator, nazogastrična sonda, stalno ležanje itd) toliko bolj ogroženi za vdor mikroorganizmov v telo, kar lahko privede do poslabšanja že tako težkega stanja. Povzročena je lahko kateterska sepsa, zaradi

endotrahealne intubacije in dolgotrajne ventilacije lahko pride do bolnišnične pljučnice, dekubitus zaradi ležanja pa predstavlja novo možnost za vdor infekta v telo. Zaradi vsega naštetega je medicinska sestra tista, ki lahko prva ugotovi spremembe in obvesti zdravnika.

Povišana telesna temperatura zakomplicira kar 70% vseh sprejemov v enoti intenzivne terapije. Večkrat predstavlja resno stanje, lahko povzroči vrsto nepotrebnih preiskav in neprimerne antibiotične terapije. Povišana telesna temperatura je povezana z podaljšano hospitalizacijo na oddelku intenzivne terapije, kar vodi v višje stroške in tudi v slab izid za nekatere paciente (MacLaren, Spelman, 2009).

Nekateri zapisi trdijo, da je edina sprejemljiva metoda merjenja telesne temperature pri kritično bolnem pacientu le preko katetra v pulmonalni arteriji (Swan-Ganz), vendar se jih danes redkeje uvaja. Katerokoli metodo se uporablja za merjenje je pomembno, da se uporablja dosledno in dokumentira takoj po merjenju.

Kontinuirano spremljanje telesne temperature na monitorju nam omogočata poseben urinski kateter s sondo za merjenje temperature in Picco kateter, kateri je vstavljen v femoralno ali aksilarno arterijo. Slednjega najpogosteje uporabljamo v enoti intenzivne terapije, saj poleg merjenja arterijskega tlaka omogoča hemodinamske meritve. Tako kot vsak drugi kateter zahteva higienski standard in pazljivost pri negi, da slučajno ne izpade.

Vzroki za povišano telesno temperaturo v enoti intenzivne terapije so različni. Vročino največkrat povzroči bakteriemija, infekcija povezana z žilnimi katetri, kirurška okužba in VAP oz. »ventilatorska pljučnica«. Lahko pa je povezana tudi z zdravili, reakcijo na transfuzijo, insuficienco nadledvične žleze, malignim nevroleptičnim sindromom, maligno hipertermijo, itd. Tudi višina temperature lahko statistično kaže na vzrok. Vedno pa ni potrebno povišano telesno temperaturo zdraviti z antipiretiki ali zunanjim hlajenjem. Izjeme so pacienti za katere bi vročina pomenila škodljiv izid. To so predvsem pacienti s centralno nevrološko poškodbo. Vsekakor pa je dokazano, da se priporoča vzdrževanje normotermije pri kritično bolnih z povišanim kranialnim pritiskom. Obvezno se je potrebno odzvati na temperaturo nad 41°C. Če temperatura preseže kritični toplotni maksimum (ki naj bi bil med 41,6 in 42°C) lahko nastanejo življenjsko ogrožene komplikacije (MacLaren, Spelman, 2009).

Zelo visoka telesna temperatura ima visok procent umrljivosti. Umrljivost je povezana s stopnjo porasta temperature, časom do začetka ohlajanja in številom prizadetih organskih sistemov (Mechem, 2010).

Pomembno je opazovati tudi bolnika. Znaki ki nam že na pogled dajo vedeti da gre za povišano telesno temperaturo so bledica ali zardelost kože, koža je na dotik topla ali vroča, suha ali vlažna, bolnik ima mrzlico, tahikardijo, slabost in bolečino v mišicah in sklepih, lahko tudi navzejo, bruhanje, drisko, bolniku je vroče ali ga zebe, je nemiren. Ob znižani temperaturi bo koža bleda, hladna na dotik, prisotna bo bradikardija ali aritmija, bolnika mrazi, zožena zavest in plitvo dihanje (Ivanuša, Železnik, 2002). Za porast ene stopinje nad 37°C se poveča poraba kisika za 13%, in za vsako stopinjo se zviša pulz za 4,4 udarce na minuto. Obstajajo številna poročila o koristnih učinkih povišane telesne temperature pri živalih v infektu. Celó poveča se imunski odziv in poraste ubijanje bakterij (Porat, Dinarello, 2009). Povišana telesna temperatura pospeši vse presnovne procese, kar še dodatno zviša temperaturo telesa. Zaradi poškodb termoregulacijskega centra lahko znojnice nehajo delovati in tako telesna temperature še hitreje naraste na 42-44°C, kar privede do smrti (Črne-Finderle, 2002).

VZDRŽEVANJE

Postopki za ohranjanje normalne telesne temperature so različni glede na potrebe pacienta. Največkrat se srečamo s problemom, da je potrebno temperaturo zniževati, redkeje pa da gre za podhlajenost. V primeru rahle podhlajenosti se pacienta ogreje tako, da se nanj položi več odej hkrati in po potrebi nastavi toplo infuzijo. V hujših primerih se pristopi bolj invazivno.

Težje je doseči normotermijo pri pacientih, ki imajo povišano telesno temperaturo. Prva stvar, ki jo lahko naredi medicinska sestra je vzdrževanje temperature okolja oz. bolniške sobe, odstranimo odvečne odeje, skrbimo za suho in čisto posteljno perilo, izvajamo ukrepe za preprečevanje širjenja okužbe pri toaleti dihalnih poti, skrbimo za učinkovito izkašljevanje oz. redno aspiracijo iz tubusa in ust, aseptično oskrbujemo rane, skrbimo za zadostno količino urina in pravilno oskrbo urinskega katetra ter vseh žilnih katetrov, obvestimo zdravnika o povišani temperaturi in npr. močnem potenju ipd. Ob povišani temperaturi se po naročilu zdravnika ponavadi poberejo kužnine, hemokulture, urin za Sanford, aspirat traheje, po potrebi tudi brisi vbodnih mest katetrov. Pacientu damo antipiretik per os, po nazogastrični sondi ali iv. V kolikor ne pride do sprememb je potrebno hlajenje, ki ga lahko izvajamo na več načinov glede na to ali ohlajamo površino ali jedro pacienta. V literaturi je opisanih veliko načinov ohlajanja od popolnega potopa pacienta v hladno vodo, do raznih posebno prilagojenih postelj, ki omogočajo hlajenje, ter odej, ki omogočajo cirkulacijo hladne vode ipd. Predstavljenih bo nekaj metod, ki se jih izvaja na nivoju površinskega ohlajanja v EIT KIBVS in jih v celoti obvladamo medicinske sestre.

Nekaterim pacientom zadostuje že mlačna posteljna kopel, kjer se z mokrimi krpicami prekrije telo oz. čim večja površina za maksimalno učinkovitost. Metoda ni komplicirana, je relativno učinkovita, zniževanje temperature na tak način je cca 1°C/uro. Potrebno je delo medicinske sestre, pacient ostane moker daljši čas, ta način pa ne moremo uporabiti za vzdrževanje temperature kot tudi za ogrevanje pacienta.

Uporabljajo se tudi hladilno/grelne gel blazinice, ki se jih položi v hladilnik oz. zamrzovalnik ali pa se jih s toplo vodo ogreje glede na rabo. Za ohlajanje jih mrzle in ovite v krpice položimo na pacientove dimlje in pod pazduhe. Tudi ta metoda je lahka za uporabo, ravno tako se temperatura zniža za cca 1°C/uro. Obstaja pa nevarnost poškodbe kože, zato je pomembno da gel ne damo neposredno na kožo. Po potrebi se blazinice menjava, pomembna je higiena in čiščenje, saj jih uporabljamo za več pacientov.

V zadnjem času pa se pri neuspešno znižani temperaturi na zgornja dva načina poslužujemo ohlajanja z neinvazivno napravo CritiCool, ki omogoča učinkovito in celovito ohlajanje površine in vzdrževanje telesne temperature s stalnim nadzorom temperature jedra in površine. Sistem sestavljajo:

- CritiCool aparat, ki ima funkcijo kontrolne enote in črpalke za dovajanje vode v »obleko« v katerega se natoči 6l vode in vklopi v električno,
- 2 temperaturni sonde, ena se vstavi v rektum (jedro), druga na čelo (površina),
- 3 cevi po katerih kroži voda iz naprave do pacienta in obratno, skozi eno priteka in skozi 2 odteka nazaj v napravo,
- ter CureWrap »obleka«, ki je nameščena na pacienta.

Sistem se predvsem uporablja zaradi ugodnih učinkov hipotermije, kot so zmanjšanje možganske presnove in porabe kisika, upočasnitev nevroloških procesov, ter zmanjšanja

vnetnih procesov. Ravno zaradi naštetih ugodnih učinkov hipotermije se ta način ohlajanja uporablja pri bolnikih s srčnim zastojem, po kapi, po travmatski poškodbi možganov, saj je dokazano, da hipotermija pri takšnih bolnikih zmanjša poškodbe možganov, zmanjšuje možganski edem in zniža procent umrljivosti. Zelo učinkovit pa je tudi pri nekontrolirani hipertermiji, kjer antipiretiki ne učinkujejo.

CureWrap »obleka« se najprej namesti pod pacienta, nato se povežejo cevi na CritiCool aparaturu, na kateri je potrebno izbrati program ohlajanja ali program za doseganje normotermije. Nastavimo želeno ciljno temperaturo (sistem omogoča nastavitveno temperaturo 30-40°C) in poženemo aparat.. »Obleka« zajema večino površine in se pripne z nameščenimi trakovi. Pacienta je med nameščanjem »obleke« potrebno obrniti, namestimo mu tudi plenico v primeru odvajanja, saj je »obleka« uporabna več dni. Med obračanjem mu v rektum vstavimo zaščiteno temperaturno sondo (meri temperaturo jedra), na čelo pa namestimo (prilepimo) temperaturno sondo površine. V »obleko« se tako pretaka ohlajena/ogreta voda, ki se stalno izmenjava. Kontinuiran nadzor obeh temperatur (jedro, površina) pa omogoča efektiven odziv na delovanje. Ves čas lahko spremljamo temperaturo jedra in tako vemo kako uspešno je ohlajanje. Moč ohlajanja je do 1,5°C, potem pa temperaturo ohranjamo v mejah normotermije. Ugotavljamo, da nekateri pacienti potrebujejo nekaj dnevno uporabo tega načina ohlajanja, dokler se bolezensko stanje ne umiri. Proizvajalec za uporabo >72ur priporoča menjavo »obleke«. Ob prenehanju uporabe je potrebno »obleko« takoj odstraniti, saj lahko pomeni zopet proizvodnjo toplote v telesu. Pomembno je tudi, da pri nameščanju trakove ne pripnemo premočno, saj lahko pritisk povzroči sledi na koži. Poleg tega je pomembno posebno pozornost dati tudi na nevarnost za nastanek razjede zaradi pritiska. Sistem je zelo učinkovit, potrebuje znanje medicinske sestre za uporabo in zahteva več ljudi za nameščanje. Optimalne rezultate pa ta sistem ponuja pri sediranih in umetno ventiliranih pacientih, za preprečevanje drgetanja pa naj bi bolnik prejemal še mišični relaksant, kar pride v poštev še posebno pri doseganju hipotermije.

DISKUSIJA

Medicinske sestre se zavedamo, da je za ohranjanje normotermije potrebno več stvari. Pomembno je, da je merjenje pravilno izvedeno, dokumentirano in da ob odstopanjih ukrepamo. Vedno začnemo z najbolj enostavnimi načini zniževanja, nekaterim pacientom ob antipiretiku zadostuje že mokra krpica na čelo, ki jo menjavamo po potrebi. Nadaljujemo s hladno kopeljo, hladnimi gel blazinicami in čisto nazadnje uporabimo sistem CritiCool in CureWrap, za katerega so potrebni tudi drugi pogoji, ne samo neuspešno znižana telesna temperatura. Vsekakor pristopamo od najbolj enostavnega načina tako merjenja kot vzdrževanja, nato pa posegamo po bolj »invazivnih« postopkih. Povišano telesno temperaturo je moč znižati s prizadevanji medicinske sestre, njeno vztrajnostjo in znanjem.

SKLEP

Normalna telesna temperatura je pogoj za pravilno delovanje organizma. Vsako odstopanje od normale ima za bolnika lahko posledice, ki so zanj nevarne. Večkrat se srečamo s povišano telesno temperaturo kot s podhlajenostjo in je hkrati tudi eden od osnovnih vzrokov zakaj ljudje prihajajo na pregled k zdravniku. Povišana telesna temperatura v zdravstveni ustanovi, sploh če gre za kritično bolnega pacienta pa lahko za posledico nosi

nov zaplet. Zaradi tega je izbira načina merjenja telesne temperature in pravilna izvedba le tega zelo pomembna. Vzdrževanje normotermije omogoča manj zapletov pri nadaljevanju zdravljenja pacienta, zato je znanje za doseganje le tega velikega pomena za medicinsko sestro.

LITERATURA

1. Črne-Finderle N. Povišana telesna temperatura. V: Bresjanac M, Rupnik M, eds. Patofiziologija s temelji fiziologije. Ljubljana: Inštitut za patološko fiziologijo; 2002. p. 105–10.
2. Hemmen T, Lyden P. Induced hypothermia for acute stroke. *Stroke*. 2007; 38:794-799. Dostopno na: www.stroke.ahajournals.org (18.3.2011).
3. Ivanuša A, Železnik D. Standardi aktivnosti zdravstvene nege. Maribor: Visoka zdravstvena šola, 2002: 119-28.
4. Polderman K, Herold. Therapeutic hypothermia and controlled normothermia in the intensive care unit: Practical considerations, side effects, and cooling methods. *Critical Care Med*. 2009; 37 (3): 1101-1120.
5. Reuven P, Dinarello C. Pathophysiology and treatment of fever in adults. *UpToDate*. 2009. Dostopno na: http://www.uptodate.com/contents/pathophysiology-and-treatment-of-fever-in-adults?source=search_result&selectedTitle=1~150#H3 (15.3.2011).
6. Sessler D. Defeating normal thermoregulatory defenses; induction of therapeutic hypothermia. 2009. Dostopno na www.stroke.ahajournals.org (18.3.2011).
7. Storm C, Steffen I, Schefold J, Krueger A, Oppert M, Jörres A, Hasper D. Mild therapeutic hypothermia shortens intensive care unit stay of survivors after out-of-hospital cardiac arrest compared to historical controls. *Critical care*. 2008; 12 (3): 1-8.
8. MacLaren G, Spelman D. Fever in the intensive care unit. *UpToDate*. 2009. Dostopno na: http://www.uptodate.com/contents/fever-in-the-intensive-care-unit?source=search_result&selectedTitle=7~150 (15.3.2011).
9. Mechem Crawford. Severe hyperthermia (heat stroke) in adults. *UpToDate*. 2010. Dostopno na: http://www.uptodate.com/contents/severe-hyperthermia-heat-stroke-in-adults?source=search_result&selectedTitle=11~150.

NADZOR TELESNE TEMPERATURE PRI NOVOROJENČKU Z INDICIRANO HIPOTERMIJO

Nataša Kuralt, dipl.m.s.
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Kirurška klinika
Klinični oddelek za otroško kirurgijo in intenzivno terapijo

IZVLEČEK

Nadzor telesne temperature pri novorojenčku z inducirano hipotermijo je ključna aktivnost medicinske sestre, ki izvaja zdravstveno nego pri otroku. Hipoksično-ishemična encefalopatija je posledica pomanjkanja kisika, ki povzroča poškodbe možganskih celic in hrbtenjače. Terapevtska hipotermija je metoda zdravljenja otrok z hipoksično-ishemično okvaro možganov, kjer se vzdržuje telesno jedrno temperaturo med 33- 34 stopinji Celzije, kontinuirano 72 ur. Cilj je vzdrževanje stalne znižane telesne temperature brez nihanj, kar ima dokazano pozitivne učinke na procese v možganskih celicah. V tujini je bilo narejenih veliko raziskav s področja vpliva hipotermije na otrokov nadaljnji razvoj. Rezultati kažejo, da je terapevtska hipotermija tako s selektivnim ohlajanjem glave, kot s sistemskim ohlajanjem celega telesa, povezana z manjšim tveganjem za smrt in možgansko okvaro otroka. Zdravljenje in zdravstvena nega novorojenčkov s hipoksično okvaro možganov poteka v enoti intenzivne terapije po protokolu. Medicinska sestra potrebuje poleg znanja o intenzivni oskrbi in zdravstveni negi hudo bolnega otroka, še specifična znanja o učinkih hipotermije, rokovanju z aparaturami in spremljanju zapisa možganske aktivnosti.

Ključne besede: hipotermija, novorojenček, otrok, hipoksično ishemična okvara možganov

UVOD

Zdravstvena nega hudo bolnega otroka je strokovno zahtevno delo in zahteva nenehno sledenje najnovejšim raziskavam, izobraževanje in sodobno opremo. Na kliničnem oddelku za otroško kirurgijo in intenzivno terapijo (KOOKIT), Kirurška klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana, izvajamo visoko strokovno in specifično zdravstveno oskrbo otrok. Pri svojem delu upoštevamo najnovejše smernice in priporočila. Hipoksično - ishemična encefalopatija (HIE) je najpogostejši vzrok za nastanek nevroloških okvar pri otroku. Številne raziskave prikazujejo podatke o pozitivnih vplivih terapevtske hipotermije pri otrocih s HIE. Na KOOKIT izvajamo zdravljenje s hipotermijo od leta 2006. V obdobju štirih let je bilo s hipotermijo zdravljenih 32 otrok.

HIPOKSIČNO-ISHEMIČNA ENCEFALOPATIJA NOVOROJENČKA

HIE je posledica pomanjkanja kisika, ki povzroča poškodbe možganskih celic in hrbtenjače. Ta vrsta poškodbe je najpogostejša pred, med ali po porodu. Natančni vzroki za HIE pri novorojenčku so težko dokazljivi. Med najpogostejše vzroke za okvaro uvrščamo: zastoj poroda, predčasno odluščenje posteljice, raztrganje maternice ali posteljice,

poškodbe popkovine, ovitje popkovni, težave s krvnim tlakom pri materi.

HIE ob porodu utrpi 1-4 /1000 novorojenčkov. 20 % - 50 % novorojenčkov s obporodno poškodbo možganov umre med porodom. 25%- 60% preživelih novorojenčkov utrpi trajne poškodbe možganov, ki se kažejo s umsko prizadetostjo, cerebralno paralizo, krči, mentalno zaostalostjo in zmanjšano učno zmožnostjo (Derganc M, Osredkar D, 2008).

Poznamo dva pristopa terapevtske hipotermije:

- selektivno hlajenje glave s pomočjo posebne kapice- Coolcap aparata in posledično manjšo hipotermijo celega telesa (rektalna temperatura 34-35 stopinj Celzije - °C),
- sistemska hipotermija celega telesa s pomočjo termo plašča – Criticool aparata (rektalna temperatura 33-34 °C) (Derganc M, Osredkar D, 2008).

Narejenih je bilo več raziskav (Azzopardi et al., 2000; Lin et al., 2006; Inder et al., 2004) o učinkih hipotermije. Rezultati so pokazali, da ni dokazanih več stranskih učinkov, če je rektalna temp med 33-34 °C, torej ni dodatnih nevarnosti za novorojenčka, če ga zdravijo s hipotermijo. Dolgotrajno blaga hipotermija od 33 °C do 34 °C je povezana z manjšimi fiziološkimi nepravilnostmi pri novorojenčku (Azzopardi et al., 2000).

Selektivno hlajenje glave je lahko uporabljeno kot zaščitna terapija pri otrocih s hipoksično okvaro možganov (Lin et al., 2006).

Leta 2005 je bila v tujini narejena manjša raziskava o učinkih hipotermije pri novorojenčkih s hipoksično ishemično okvaro možganov (HIE). 56 novorojenčkov s HIE so razvrstili v skupino do 6 ur po rojstvu, ki so bili hlajeni na 33.5 °C in skupino, ki niso bili hlajeni. Rezultati so pokazali, da je 52% otrok, ki so bili zdravljeni s hipotermijo v starosti 1 leta imelo hudo motorično okvaro. Pri otrocih, ki niso bili zdravljeni s hipotermijo je imelo hudo motorično okvaro 82% otrok (Derganc, Osredkar, 2008).

Leta 2004 je bila v ZDA narejena randomizirana študija o ugodnem vplivu sistemske hipotermije na možgansko skorjo na posnetkih magnetne resonance (MR) pri otrocih s HIE. 24 otrok s HIE je bilo vključenih v zdravljenje z normotermijo ali sistemske hipotermijo. Skupina novorojenčkov, ki so bili zdravljeni s hipotermijo je imela manj nepravilnosti na skorji možganov po posnetku MR (1/12 v primerjavi s 7/14 dojenčkov v normotermiji; P=0,036), kar lahko kaže na razlike med skupinama v korist do sistemske hipotermije (Inder et al., 2004).

PROTOKOL OSKRBE NOVOROJENČKOV Z INDICIRANO HIPOTERMIJO – KLINIČNI ODDELEK ZA OTROŠKO KIRURGIJO IN INTENZIVNO TERAPIJO

Sistemska hipotermija je hlajenje novorojenčka preko celega telesa. Otroka namestimo v termo plašč, primerne velikosti. Izključimo vsa grelna telesa v bližini otroka. Otroku vstavimo rektalno temperaturno sondo v globino 6 cm in kožno temperaturno sondo. Vključimo aparat za hlajenje - Criticool. Pri otroku spremljamo temperaturo telesnega jedra in temperaturo kože. Voda kroži preko plašča iz aparata in s tem vzdržuje stalno želeno temperaturo. S pomočjo Criticool aparata lahko zagotovimo stalno uravnano temperaturo novorojenčka brez najmanjših nihanj temperature. Primerno znižano temperaturo 33 -34 °C dosežemo počasi. Hlajenje traja kontinuirano 72 ur na 33-34 °C, nato pričnemo otroka počasi segrevati. Postopek segrevanja poteka od 0.2 – 0.5 °C na uro (vsaj 6 ur) do normalne rektalne temperature (36.5- 37°C). V primeru, da med segrevanjem

pride do krčev, segrevanje upočasnimo.

Vključitveni kriteriji:

- Novorojenčki z doseženimi 36 tedni gestacijske starosti, z vsaj enim od spodaj navedenih kriterijev: ocena po APGAR manj od 5 pri 10 minutah; potreba po oživljanju, še pri 10 minutah po rojstvu; acidoza; pH manj od 7,0 ali presežek baze (BE) več kot -16 v popkovnični, arterijski ali venski krvi znotraj 60 minut po rojstvu.
- Nevrološki znaki zmerne ali hude hipoksične encefalopatije (po Sarnatu ali Thompsonovi): motnja zavesti (letargija, stupor, koma), hipotonija, abnormalni refleksi, odsoten refleks sesanja, klinično vidni krči.
- Amplitudno povečani encefalografski posnetek (EEG) ali cerebral function monitoring (CFM) – vsaj 30 minutni posnetek, ki kaže abnormalno bazalno aktivnost ali krče (Protokol, 2009).

Izključitveni kriteriji:

- Pričakovana starost ob začetku hipotermije več kot 6 ur (izjemoma do 2 uri).
- Hude prirojene anomalije, ki so posledice kromosomopatije ali so povezane s hudo možgansko anomalijo (Protokol, 2009).

Postopki med hipotermijo:

- stalno spremljanje vzdrževanja telesne temperature,
- zagotavljanje sedacije in analgezije, prekinitev morebitnih krčev,
- umetna ventilacija,
- podpora cirkulacije z nadomeščanjem tekočin in uporabo vazopresorjev,
- spremljanje ledvične in jetrne funkcije,
- krvne preiskave: korekcija acidoze, natančen nadzor nad glukozo in elektroliti, spremljanje vnetnih parametrov, specifične preiskave,
- ukinjeno enteralno hranjenje, uvedena totalna parenteralna prehrana,
- spremljanje CFM zapisa (Protokol, 2009).

NADZOR VITALNIH AKTIVNOSTI PRI NOVOROJENČKU Z INDICIRANO HIPOTERMIJO

Novorojenčki s HIE potrebujejo zdravljenje v enoti intenzivne terapije (EIT). Novorojenčki so umetno predihavani, sedirani, relaksirani, občasno pa potrebujejo tudi podporo cirkulacije s pomočjo vazopresorjev.

Vloga medicinske sestre pri novorojenčku z indicirano hipotermijo obsega 24-urno intenzivno spremljanje otroka, nadzor naprave s pomočjo katere hladimo otroka in spremljanje CFM zapisa. Pri otroku dnevno naredimo načrt zdravstvene nege. Aktivnosti zdravstvene nege so: nadzor otrokovih vitalnih znakov preko razširjenega monitoringa (pulz, saturacija, dihanje, invazivne meritve krvnega tlaka, osrednjega venskega pritiska, kožna in rektalna temperatura), kontrola in ocena bolečine, pregled in ocena izgleda kože, osvežilne kopeli, opazovanje otroka (zavest, zenična reakcija, krči), nameščanje in spremljanje CFM meritve. Vsa opazovanja in meritve beležimo v medicinsko in negovalno dokumentacijo.

Vzdrževanje telesne temperature

Novorojenčki, ki so pred, med ali po porodu utrpeli hipoksično ishemično poškodbo možganov potrebujejo nujni transport v EIT. Prevoze opravlja transportna ekipa kritično bolnih otrok KOOKIT, ki že med transportom izvaja pasivno hlajenje novorojenčka (inkubator ni ogret). Poudarek je na skrbi, da telesna temperatura ne pade pod mejo 33 °C (podhladitev). Telesno temperaturo je potrebno vzdrževati brez večjih nihanj.

Ob prihodu v EIT novorojenčka položimo na primerno ležišče, na katerem je nameščen termo plašč (primerne velikosti otroka) in izklopimo vsa grelna telesa v bližnji okolici otroka. Termo plašč povežemo z aparatom Criticool. Otroku namestimo rektalno sondo, ki meri temperaturo telesnega jedra. Namestimo tudi kožno elektrodo za merjenje kožne temperature. Ohlajanje otroka poteka počasi do zelene temperature telesnega jedra 33-34 °C. Znižano telesno temperaturo vzdržujemo 72 ur. Med samim procesom hlajenja izvajamo poostren nadzor nad temperaturo otroka, delovanjem aparata za hlajenje in otrokovo kožo. Na 2 uri odpnemo termo plašč, pregledamo otrokovo kožo (možnost poškodbe kože), kožo pomasiramo, ob tem smo pozorni, da otroka ne ogrevamo. Po 72 urah se začne postopek segrevanja, ki traja vsaj 6 ur (0.2-0.5 °C /uro) oziroma glede na odziv otroka. Ob segrevanju novorojenčka je povečana možnost nastanka krčev. Ob morebitnem pojavu krčev, postopek segrevanja upočasnimo. Otroka segrejemo do normalne telesne temperature 36.5- 36.7 °C.

Hlajenje lahko poteka tudi s pomočjo posebne kapice - Coolcap, ki hladi samo površino glave (selektivno hlajenje) in posledično povzroča manjšo hipotermijo celega telesa (rektalna temperatura 34-35 °C). Pri tem namestimo in nadzorujemo tri različne temperaturne sonde (rektalno, kožno - na trupu in na glavi) in otroku namestimo tri-plastno kapico primerne velikosti. Posebna pozornost je namenjena natančnemu pregledu kože na glavi otroka na 2 - 4 ure. Zdravstvena nega otroka poteka po enakem protokolu, kot pri sistemskem hlajenju novorojenčka.

Spremljanje CFM zapisa

Ob sprejemu novorojenčka s hipoksično okvaro možganov nastavimo CFM meritev. To je kontinuirano spremljanje možganske funkcije. Diplomirana medicinska sestra namesti elektrode za snemanje možganske funkcije. Namestitev zahteva določeno znanje in natančnost izvedbe, kajti od tega je odvisna kvaliteta zapisa aktivnosti. Medicinska sestra kontinuirano spremlja zapis na monitorju in ob zaznavanju spremembe in odstopanja na zapisu ob tem obvesti zdravnika. Potrebna so dodatna znanja o branju zapisa možganske funkcije, kajti s hitrim prepoznavanjem sprememb na zapisu, lahko preprečimo nastanek močnejših krčev in posledično nevrološke okvare pri otroku. Zapis prikazuje možgansko aktivnost in vsa patološka odstopanja. Končno oceno zapisa možganske aktivnosti poda specialist nevrolog.

RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK

S terapevtsko hipotermijo želimo upočasniti procese v možganih in posledično izboljšati izid zdravljenja. Vzroka za nastanek HIE pri novorojenčku ni lahko določiti, zato je velikokrat težko določiti tudi stopnjo okvare možganov. Glede na rezultate različnih tujih raziskav lahko rečemo, da so prve ure po otrokovem rojstvu pri katerem je postavljena diagnoza HIE, lahko odločilne za otrokov nadaljnji razvoj. S pravilnim in pravočasnim postopkom hipotermije novorojenčka lahko posledice HIE omilimo. Pomembno je, da se s hipotermijo prične znotraj 6 ur po rojstvu. Nadzor otrokove telesne temperature je pri

postopku hipotermije zelo pomemben. Otroku moramo zagotoviti enakomerno nizko temperaturo brez nihanj. Znižano telesno temperaturo vzdržujemo s pomočjo različnih aparatov 72 ur. Z nižano telesno temperaturo upočasnimo vse procese v telesu, zato je potrebno povečati našo pozornost tudi vsem ostalim življenjskim funkcijam. Novorojenčki so sedirani in relaksirani, občasno pa potrebujejo tudi podporo vazopresorjev. Pri postopku segrevanja na normalno telesno temperaturo moramo biti posebej pozorni na nastanek krčev in drugih zapletov. Medicinska sestra potrebuje veliko znanja in spretnosti, da lahko brezhibno neguje in skrbi za otroka ter prepozna morebitne spremembe na zapisu CFM in ustrezno reagira. Obravnava otrok s HIE na KOOKIT-u je enaka kot drugje po svetu. Izkušnje in rezultati zdravljenja s hipotermijo se nenehno dopolnjujejo in izboljšujejo.

Terapevtska hipotermija lahko izboljša nevrološki status otroka in njegov nadaljnji razvoj. Z upoštevanjem protokola, novorojenčkom omogočamo najboljšo oskrbo in jih ob tem ščitimo pred neželenimi učinki hipotermije. Le z nenehnimi strokovnimi izobraževanji lahko nudimo kakovostno oskrbo hudo bolnim otrokom, ki je primerljiva s tujino.

LITERATURA

- 1 Azzopardi D., Robertson N. J., Cowan F. M., Rutherford M. A., Rampling M., Edwards A. D. Pilot Study of Treatment With Whole Body Hypothermia for Neonatal Encephalopathy. *Pediatrics*. 2000; 106(4): 684-694.
- 2 Derganc M, Osredkar D. Hipoxic- ischemic brain injury in the neonatal period- current concepts, novel diagnostic approaches and neuroprotective strategies. *Zdrav Vestn*. 2008; 77: 51-8.
- 3 Inder T. E., Hunt R. W., Morley C. J., Coleman L., Stewart M., Doyle L. W., et al. Randomized Trial of Systemic Hypothermia Selectively Protects the Cortex on MRI in Term Hypoxic- Ischemic Encephalopathy. *Journal of Pediatrics*. 2004; 145(6): 835-837.
- 4 Inducirana sistemska hipotermija pri hipoksičnih novorojenčkih - protokol. Klinični oddelek za otroško kirurgijo in intenzivno terapijo. Ljubljana 2009.
- 5 Lin Z. L., Yu H. M., Lin J., Chen S. Q., Liang Z. Q., Zhang Z. Y. Mild Hypothermia Via Selective Head Cooling As Neuroprotective Therapy in Term Neonates With Perinatal Asphyxia: an Experience From a Single Neonatal Intensive Care Unit. *Journal of Perinatology*. 2006; 26(3): 180-184.

INOVACIJE V ČASU NOVIH TEHNOLOGIJ V URGENTNI MEDICINI

Gordana Dragošev; Sanja Paunić

Udruženje MST intenzivnih nega, anestezije i reanimacije Srbije - UINARS

IZVLEČEK

Tehnični in tehnološki razvoj ter predvsem tudi razvoj elektronike in informatike pospešeno preusmerjajo ustaljene načine dela v urgentni medicini, tako na področju diagnostičnih kot terapevtskih postopkov v zdravstveni negi in zdravljenju življenjsko ogroženih pacientov.

V novem, dinamičnem krogu inovativne družbe se od vseh organizacij pričakuje hitra prilagoditev spremembam in prehod na višjo raven. Za doseganje ciljev je potrebno sodobne tehnologije medicinskim sestram približati na način, da bi se prilagoditev spremembam sprovedla v najkrajšem času in z najmanjšo mero odpora do sprememb. Pomen hitre prilagoditve medicinskih sester ter ustrezne vpeljave inovativnih postopkov dela se kaže z učinkovitostjo, višjo kakovostjo dela ter z znižanjem stroškov zdravstvene oskrbe.

Raziskava je bila opravljena je v štirih velikih mestih Srbije, na vzorcu 100 medicinskih sester. Kot raziskovalni inštrument je uporabljen vprašalnik z 20 vprašanji. S statistično obdelavo podatkov ter opravljeno primerjalno analizo so prikazani rezultati, ki prikazujejo odnos medicinskih sester do uvajanja novih tehnologij ter hitrosti vpeljevanja inovacij.

Zaključek raziskave je, da uvajanje ter nezaustavljiv prodor inovacij in sodobnih tehnologij v sestriško prakso ne more čakati na ozaveščanje medicinskih sester, saj bi to lahko pripeljalo do hudih posledic. Medicinske sestre in zdravstvene tehnike je potrebno seznaniti in osvestiti o pomenu hitre prilagoditve zahtevam informacijske tehnološke družbe ter sprejemanja inovacij v smislu zaveznitva medicinskim sestram in zdravstvenim tehnikom.

Ključne reči: medicinske sestre, implementacija, tehnika, informatika

UVOD

Uporedo sa razvojem tehnike i tehnologije kroz istoriju nauke, tehnološke inovacije su svoju primenu pronalazile i u medicini. Aplikativni inženjering je u mnogome omogućio metode kojima danas tretiramo svoje pacijente.

Podaci iz praistorije opisuju način na koji su urađene prve trepanacije lobanje, amputacije udova, incizije gnojnih apscesa i sl. Prvo tehničko pomagalo bio je termometar koga je izumeo Robert Bojl 1663. godine. Antony van Leeuwenhoek usavršava mikroskop i uvodi ga u medicinsku praksu 1676. godine. Godine 1816. Laenec pronalazi stetoskop što daje snažan zamah razvoju medicinske tehnike. Iako je bilo otpora upotrebi stetoskopa vremenom on postaje široko prihvaćen a za njim u medicinsku praksu ulazi i oftalmoskop, laringoskop, gastroskop, sfingomanometar itd. Novu dijagnostičku metodu sasvim slučajno

otkriva Vilhem Rentgen (Wilhelm Roentgen) 1895. godine otkrivajući X-zrake, a 1898. godine Pijer i Marija Kiri (Pier Curie) otkrivaju radijum koji će se kasnije koristiti za tretman malignih bolesti.

Krupnim koracima od 1900. godine medicinske nauke užurbano napreduju, te su na kraju 20. veka medicinska dostignuća pomogla da se prosečan životni vek čoveka produži za 30 godina. Među mnogim otkrićima koja su tome doprinela, bio je veliki broj onih iz domena tehnike. Krajem XIX veka Willem Einthoven otkriva elektrokardiograf. Tokom dvadesetog veka dolazi do niza otkrića tehničkih pomagala koja se koriste u medicini, bez kojih se ne bi mogla ni zamisliti savremena medicina. Tako se otkrićem rentgenskih zraka, kompjutera i digitalne tehnologije razvijaju nove discipline kao što su radiologija, nuklearna medicina, hemodijaliza, ultrazvučna diagnostika i intenzivna nega. Dalji napredak medicine se ne može ni zamisliti bez primene tehnoloških dostignuća i informaciono-komunikacionih tehnologija.

Prednosti primene savremenih tehnologija u zdravstvu, osim direktnog benefita po zdravlje pacijenta, reflektuju i niz ekonomskih efekata na društvo u celini: savremena dijagnostika omogućava brže uspostavljanje dijagnoze, koja je egzaktnija i omogućava efikasniji tretman, čime se smanjuju zahtevi u pogledu trajnja, količine i širine tretmana. Takođe, ušteda nezamenljivog resursa – vremena, kroz proces obrade pacijenata uz upotrebu tehnoloških inovacija, povećava dostupnost zdravstvene zaštite društvu u celini.

Protivrečnost potrebe za novim tehnologijama, s jedne i racionalizacija korišćenja postojećih tehnologija, s druge strane, ukazuje na svu složenost problema upravljanja tehnologijom u zdravstvenoj ustanovi.

Danas se intenzivna nega kritično obolelih bolesnika ne može zamisliti bez upotrebe elektronskih uređaja. Oni detektuju stanja bolesnika koja su životno ugrožavajuća i više daleko bolji i precizniji monitoring vitalnih parametara nego pažnja medicinske sestre kojoj je nekad, briga za teško obolelog pacijenta, bila prepuštena. Ovi uređaji pojavili su se tek sa razvojem osetljivih i preciznih delova elektronskih mernih instrumenata. Prva jedinica intenzivne nege opremljena elektronskim uređajima pojavila se 1958. godine u Baltimoru (Baltimore) u SAD, a u Evropi u Arhusu (Aarhus) 1965. godine.

Razumljivo je zašto je u literaturi najveća pažnja o sprezi tehnologije i medicine pripada hitnoj medicinskoj pomoći i urgentnoj medicini.

Hitna medicinska pomoć je farmakološko ili hirurško lečenje koje se izvršava bez odlaganja. Ona podrazumeva niz mera i postupaka koji se preduzimaju u cilju uklanjanja ili ublažavanja poremećaja vitalnih funkcija koje neposredno ugrožavaju život bolesnika ili povređenog. Nepobitno je da na to utiče dramatičnost neposredne borbe za život unesrećenog ili teško obolelog. Osim toga, urgentna medicinska tehnologija je uzbudljiva oblast za proučavanje i omogućuje neposrednu primenu teorije i praktičnih veština. Tehnologija urgentne medicine, dakle, uključuje teorijska znanja, praktične veštine i zdrav razum.

Pod tehnologijom podrazumevamo praktičnu primenu znanja. Većina zdravstvenih tehnologija može se svrstati u sledeće kategorije: lekovi (aspirin, beta blokatori, penicilin, vakcine, krvni produkti i dr.), uređaji, oprema i materijal za njihov rad (pejsmejkeri, CT skeneri, hirurške rukavice, dijagnostički kitovi itd.), medicinske i hirurške procedure (psihoterapija, koronarna angiografija...), sistemi za podršku: elektronski sistem za

praćenje pacijenta, telemedicinski sistemi, banke krvi.), organizacijski i upravljački sistemi: klinički vodiči, programi upravljanja totalnim kvalitetom i dr.

Tehnologije takođe mogu biti grupisane shodno njihovoj nameni: prevencija, skrining, dijagnostika, tretman, rehabilitacija itd.

Mnoge od ovih kategorija se međusobno prepliću: npr. ultrazvuk u medicini se koristi za dijagnostiku različitih morfoloških patoloških promena, a isto tako može dobro poslužiti u tretmanu bubrežnih konkremenata, ili kao interventni terapijski ultrazvuk pri različitim terapijskim zahvatima.

CILJ

U cilju prikaza trenutne situacije, na uzorku od 100 medicinskih sestara i tehničara u Srbiji urađeno je istraživanje o primeni savremenih tehnologija u svakodnevnoj praksi, brzini implementacije promena i prihvatanju od strane zaposlenih. Imajući u vidu da se radi o zemlji koja je u tranziciji, u kojoj je u toku proces implementacije standarda i procedura, kao i usklađivanje sa propisima i normativima Evropske unije, došlo se do rezultata o stavovima medicinskih sestara i tehničara prema uvođenju novih tehnologija u urgentnoj medicini.

Glavni cilj bio je odrediti današnje pozicije u prihvatanju inovacija, uočiti "uska grla" i delovati na prevazilaženje eventualnih prepreka.

METOD

Istraživanje je izvršeno pomoću anketnog upitnika od 20 pitanja sa ponuđenim odgovorima na III Međunarodnom Kongresu UINARS u Beogradu. Obradom anketnog upitnika došlo se do merljivih rezultata koji su poslužili u svrhu dostizanja cilja.

REZULTATI

Karakteristike ispitanika: 85% je obrazovano u srednjoj stručnoj školi, 54% ima do 20 godina radnog staža, 90% svakodnevno radi sa kritično obolelima u intenzivnoj i poluintenzivnoj nezi ili kao anestetičar.

Ispitanici su se u najvećoj meri (38%) izjasnili da su često (više puta u toku godine) u situaciji da se na njihovom radnom mestu uvode nove tehnologije u proces rada. 96% ispitanih se izjasnilo da se trude da interval koji prođe od trenutka obuke do potpunog ovladavanja novom tehnologijom bude minimalan i da što pre ovladaju novim načinom rada. Uočeno je da je 18% izjavilo kako obuku za uvođenje novih tehnologija vrši samo kolektiv u kome su zaposleni. 70% ispitanih smatra da nove tehnologije donose dobrobit pacijentima i olakšavaju svakodnevni rad. Čak 86% anketiranih je zaduženo za korišćenje i održavanje nekog složenog medicinskog uređaja nove generacije na svom radnom mestu. 82% na svom radnom mestu koristi kompjuter, ali je svega 16% prošlo obuku za rad na kompjuteru kod poslodavca. 28% anketiranih nije išlo nikada na obuku za rad na kompjuteru, od čega bi 26% želelo da je pohađa. 14% je stava da su kompjuteri samo dodatna obaveza za sestre. U ustanovama u kojima radi 46% anketiranih, ne koristi se

bolnički informacijski sistem (BIS).

ZAKLJČAK

Imajući u vidu da je grupa anketiranih učestvovala na III Međunarodnom Kongresu UINARS, smatra se da inicijalno imaju pozitivan stav prema napretku nauke i da su zainteresovani za sve vidove inovacija. Uočeno je da kod najvećeg broja anketiranih postoji otvorenost prema uvođenju novih tehnologija u urgentnoj medicini te da se, imajući to u vidu, implementacija istih daleko lakše obavlja. Međutim, obuka za nove tehnologije bi u manjoj meri trebalo da vrši kolektiv, a u većoj meri ovlašćena lica zaposlena u ustanovi ili van nje, a posebno imajući u vidu izuzetno visoku odgovornost medicinskih sestara i tehničara koje su u svakodnevnom radu zadužene za korišćenje i održavanje složenih medicinskih uređaja. Takođe, potrebno je inicirati ili intenzivirati obuku za rad na kompjuteru i omogućiti medicinskim sestrama i tehničarima koji u ogromnom procentu svakodnevno koriste kompjuter, adekvatno i efikasno obavljanje radnih zadataka. U obzir bi trebalo uzeti i iskazanu dobru volju i želju sestara za obukom. Na taj način, sve medicinske sestre bile bi u prilici da bolje upoznaju i iskoriste mogućnosti koje im digitalna tehnologija pruža, što bi automatski umanjilo procenat onih koji u kompjuterima vide samo dodatnu obavezu. Sve navedeno od velikog je značaja kada se ima u vidu procenat zdravstvenih ustanova koje još uvek nemaju BIS, a čija implementacija ih čeka u danima koji su pred nama.

LITERATURA:

- 1 Tehnologije u medicini - Prof.Dr Sci. Darko Petković, dipl.inž. Viši asistent Mr Sci. Suad Sivić, Dr.med. Univerzitet u Zenici zdravstveni fakultet 2005.
- 2 Edukacija i nove tehnologije. Kompjuterski pomognuto učenje, korsver - VNS Dr sc Kocev Nikola, dipl ing Specijalista medicinskog inženjerstva - Zdravstvena informatika za studente užih specijalizacija 2009/2010 Hrvatska.
- 3 Kako prevazići otpor promenama? Sestrinska informatika – uključi se! Dipl. Ecc. Paunić Sanja, menadžer u zdravstvu Viša medicinska sestra – UINARS, KBC „Dragiša Mišović,, Beograd 2011.

Prevod izvlečka: mag. Aleksandra Stjepanović Vračar

SODOBNI PRISTOP NADZORA VITALNIH FUNKCIJ V ENOTI INTENZIVNE TERAPIJE OTROK

Danilo Mencigar, dipl.zn.
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Kirurška klinika
Klinični oddelek za otroško kirurgijo in intenzivno terapijo

IZVLEČEK

Nadzor nad vitalnimi funkcijami pacienta postaja s pomočjo informacijske tehnologije vse bolj dovršen. Monitor vitalnih funkcij, ki sicer lahko prikazuje vse več parametrov (EKG, pulz, frekvenco dihanja, pulzno oksimetrijo, invazivni krvni tlak, osrednji venski tlak in druge), ne zadostuje več potrebam sodobne intenzivne terapije. Kompleksnost zdravljenja narašča, s tem pa čedalje več podatkov, ki jih je potrebno beležiti. V okviru projekta, ki ga financira Ministrstvo za Zdravje RS nastaja za potrebe Pediatrične klinike v Ljubljani informacijski sistem pediatrične klinike (ISPEK - ThinkMed). S tem se je tudi v Enoti intenzivne terapije otrok, ki je del Kliničnega oddelka za otroško kirurgijo in intenzivno terapijo, Kirurške klinike UKC Ljubljana, popolnoma spremenil način dela in komunikacije. Nastaja prvi Klinični informacijski sistem, ki zajema več povezanih modulov: Administrativni modul, modul zdravstvene nege, zdravniški modul, e-temperaturni list, integracijo medicinskih naprav, integracijo laboratorijskega informacijskega sistema, modul naročanja hrane, integracijo radiološkega informacijskega sistema in druge sodobne rešitve. Sodoben pristop nadzora vitalnih funkcij hkrati pomeni izboljšanje dokumentacije pacienta, povečanje kakovosti in učinkovitosti zdravstvene oskrbe, prihranek časa, varnost ter osredotočanje k pacientu.

Ključne besede: vitalne funkcije, monitor, pacient, klinični informacijski sistem, medicinska sestra

UVOD

Zaradi kompleksnosti zdravljenja se pojavlja vse več naprav. S tem se povečuje število parametrov, ki jih je potrebno beležiti. Rešitev predstavlja avtomatski zajem parametrov v okviru kliničnega informacijskega sistema (KIS). Prvi KIS v Sloveniji nastaja na podlagi projekta, ki ga financira Ministrstvo za zdravje RS. Pediatrična klinika Univerzitetnega kliničnega centra v Ljubljani in Klinični oddelek za otroško kirurgijo in intenzivno terapijo (KOOKIT), kirurške klinike, sta v drugi polovici leta 2010 pridobila informacijski sistem pediatrične klinike (ISPEK - ThinkMed), ki se sproti nadgrajuje. Cilj tega KIS-a je brezpapirna dokumentacija do konca leta 2011. V okviru projekta je bila ustanovljena projektna skupina, sodeluje pa tudi strokovno osebje vseh profilov. Razvoj sistema je prevzelo podjetje Marand inženiring d.o.o. iz Ljubljane. Integracija medicinskih naprav v Enoti intenzivne terapije (EIT) KOOKIT predstavlja enega najzahtevnejših korakov razvoja sistema. Zraven avtomatskega beleženja vitalnih funkcij in povezljivosti naprav je v nadaljevanju predstavljen protokol opazovanja vitalnih funkcij, povezljivosti naprav in prenosa podatkov ter treninga zaposlenih.

CENTRALNA POSTAJA VITALNIH FUNKCIJ

Proizvajalci monitorjev vitalnih funkcij so razvili komunikacijsko platformo, ki omogoča tehnološko interakcijo s »Critical care« postajami in tako nudi medicinskim sestram kompletno sliko stanja pacienta. Med premeščanjem ali transportom bodisi v drugo enoto ali v operacijsko dvorano pacient obdrži isti monitor in tako ni potreben odklop in ponovni priklop. Neprekinjeno opazovanje vitalnih funkcij in povezava s centralno postajo nudi nadzor kritičnih dogodkov kadarkoli se ti zgodijo (Rosenthal, 2004).

EIT KOOKIT ima povezanih 14 monitorjev vitalnih funkcij v centralno postajo, ki omogoča stalen vpogled nad dogodki, nadzor nad alarmi, vnos pacientovih osebnih podatkov, številko postelje in natančen pregled krivulj. Vsi izmerjeni parametri se shranjujejo. Vključi se lahko nadzor nad prebujevalnico, kjer je povezanih 5 monitorjev. Pregled trenutnih alarmov vseh pacientov je omogočen na vseh posameznih monitorjih. Centralna postaja, ki določa lokacijo meritev in identifikacijo pošilja vse izmerjene vitalne funkcije direktno v KIS.

PROTOKOL OPAZOVANJA VITALNIH FUNKCIJ

Ročno ali avtomatsko izmerjene vitalne funkcije se preko monitorja zapisujejo v numerični obliki v pregledno tabelo in v grafični obliki na e-temperaturni list posameznega pacienta. To ne pomeni, da nadzor nad vitalnimi funkcijami prevzema računalnik. Osnovni monitor vitalnih znakov ohranja nadzor z nastavljenimi alarmnimi mejami, ki so postavljene tudi v KIS-u. V primeru padanja ali naraščanja posameznega parametra proti mejni vrednosti ta opozori zdravnika in medicinsko sestro z opozorilnim vizualnim znakom. Katere vitalne funkcije pacienta naj opazujemo, nam pove protokol opazovanja vitalnih funkcij. Ta je lahko sestavljen samo iz osnovnega opazovanja, razširjenega ali pa se razlikuje glede na operativni poseg, diagnozo ali zahtevnost zdravljenja v EIT. Ob sprejemu pacienta dobi medicinska sestra naročilo zdravnika za opazovanje vitalnih funkcij. Ta s pomočjo protokola izbere paket in interval opazovanj z nekaj preprostimi kliki. Medicinska sestra na podlagi naročila uvede posamezno meritev. Podatki se prenašajo vsako minuto, shranijo pa se ob potrditvi medicinske sestre, kar predstavlja dodaten varnostni mehanizem.

Prikaz primera osnovnega in razširjenega protokola opazovanja vitalnih funkcij:

Osnovno opazovanje vitalnih funkcij v EIT

- SaO₂ - pulzna oksimetrija (%): neprekinjeno beleženje; vpisovanje 1x na uro - **avtomatsko zajemanje podatkov**,
- RR - frekvenca dihanja (vdihi/minuto): neprekinjeno beleženje; vpisovanje 1x na uro - **avtomatsko zajemanje podatkov**,
- HR - srčna frekvenca (utripi/minuto): neprekinjeno beleženje; vpisovanje 1x na uro - **avtomatsko zajemanje podatkov**,
- NBP - neinvazivno merjenje krvnega tlaka (mmHg): eno uro ali do stabilizacije na 15 minut, nato 2 uri na 30 minut, nato na 1 uro - **avtomatsko zajemanje podatkov**,
- telesna temperatura (°C): možnost izbire (kontinuirano, na 1uro, na 2 uri, na 3ure) - **ročni vpis podatkov**,
- diureza (ml/uro) – **ročni vpis podatkov**.

Razširjeno opazovanje vitalnih funkcij v EIT (po presoji zdravnika)

- kožni pO₂ in pCO₂ (kPa): neprekinjeno beleženje (možnost izbire koliko ur: 4 ure, 8 ur, 12 ur); vpisovanje 1x na uro - **avtomatsko zajemanje podatkov**,
- ET CO₂ - parcialni tlak ali maksimalna koncentracija ogljikovega dioksida v izdihanem zraku (kPa): neprekinjeno beleženje; vpisovanje 1 x na uro - **avtomatsko zajemanje podatkov**,
- ART - invazivno merjenje arterijskega krvnega tlaka (mmHg): različni intervali - **avtomatsko zajemanje podatkov**,
- CVP - osrednji venski tlak (mmHg): možnost izbire na koliko časa se beleži: na 1uro, na 2uri, na 3ure, na 8ur - **avtomatsko zajemanje podatkov**,
- Telesna temperatura (°C): periferna, centralna ter razlika - možnost izbire (kontinuirano, na 1 uro, na 2 uri, na 3 ure, ...) - **ročno/avtomatsko zajemanje podatkov**,
- iztok po torakalnih drenih (ml): eno uro na 15 minut, nato 2 uri na 30 minut, nato na 1uro - **ročni vpis podatkov**,
- LAP – tlak v levem atriju (mmHg): neprekinjeno beleženje, vpisovanje na 1uro - **avtomatsko zajemanje podatkov**,
- PAP – tlak v pljučni arteriji (mmHg): neprekinjeno beleženje, vpisovanje na 1uro - **avtomatsko zajemanje podatkov**,
- vpisovanje parametrov srčnega spodbujevalnika/1uro (**ročni vpis podatkov**):
 - nastavljena frekvenca (utripi/min)
 - atrijska elektroda: - pace (da/ne)
 - sense (da/ne)
 - output (mA)
 - ventrikularna elektroda: pace (da/ne)
 - sense (da/ne)
 - output (mA)
- BIS – bispektralni index za merjenje globine sedacije (brez enot): neprekinjeno beleženje - **ročno ali avtomatsko beleženje**,
- NIRS – bližnja infrardeča spektroskopija za merjenje oksigenacije (%): neprekinjeno beleženje; vpisovanje / 1uro (vpisovati je treba 4 vrednosti) - **ročni vpis podatkov**,
- CFM – merjenje cerebralne funkcije (možnost izbire: kontinuirano ali koliko ur): grafični zapis,
- PICCO – ocena srčne funkcije in stanja cirkulacije - **ročno ali avtomatsko beleženje**,
- LIDCO – hemodinamski monitor - **ročno ali avtomatsko beleženje**,
- ICP – znotraj lobanjski tlak (mmHg): neprekinjeno beleženje; vpisovanje 1x na uro- **avtomatsko zajemanje podatkov**,
- CPP – cerebralni perfuzijski tlak (mmHg): neprekinjeno beleženje; vpisovanje 1x na uro- **avtomatsko zajemanje podatkov**,
- VIGILEO – merjenje centralne oksimetrije in hemodinamski nadzor (ScvO₂); vpisovanje 1x na uro- **avtomatsko zajemanje podatkov**.

Avtomatsko beleženje parametrov pomeni, da jih medicinska ne prepisuje, ampak jih pregleda in potrdi. Način avtomatske povezave je opisan v nadaljevanju.

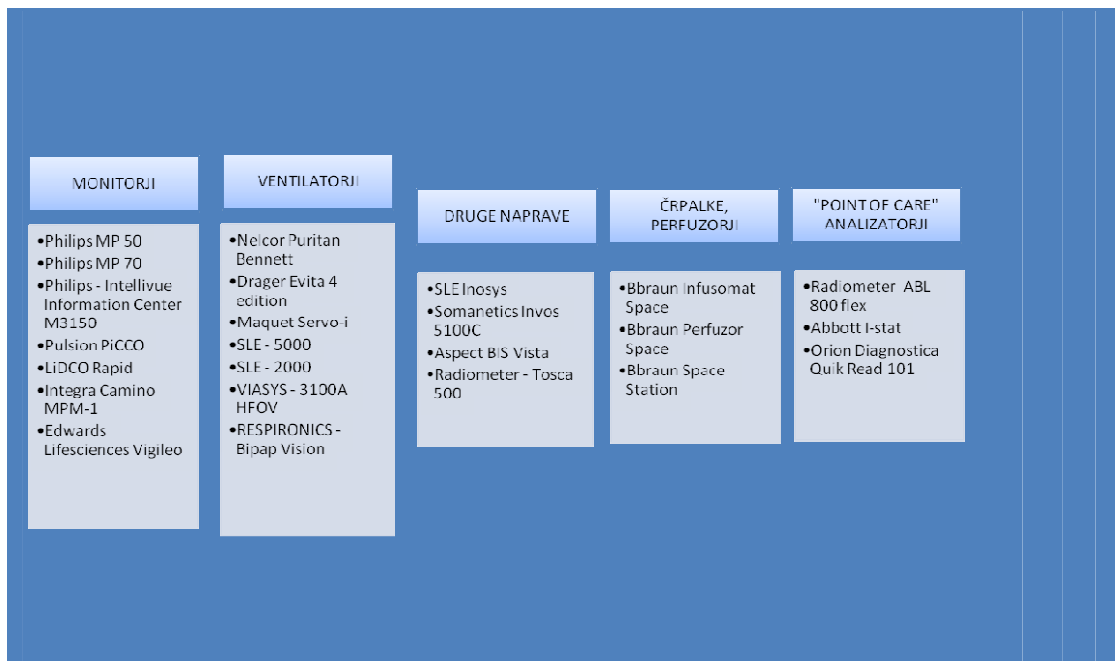
POVEZLJIVOST NAPRAV IN PRENOS PODATKOV

Za pričakovati je, da bo v prihodnosti informacijski sistem v intenzivni terapiji povezoval več sto dejavnosti, ki bodo istočasno aktivno vplivala na optimizacijo zdravljenja kritično bolnih pacientov. Pogoj za management tako velikega števila podatkov je primerna platforma sistema. Samo v nekaj letih je prišlo do znatnega izboljšanja tehnologije monitorjev vitalnih funkcij, možnosti varnega transportiranja, pametnih centralnih postaj in integriranih naprav, ki pošiljajo podatke, kot so črpalke, ventilatorji (Van Den Bossche et al., 2008).

Povezane naprave (Slika 1) prikazujejo različne podatke. Kot na primer, ventilator lahko prikaže do 50 numeričnih znakov. Potrebno je bilo določiti parametre za prikaz, ki so pomembni glede na izbran način ventilacije. Podatki iz monitorja vitalnih funkcij in črpalke se prikažejo grafično ali numerično v določeni tabeli na e-temperaturnem listu. Ročno izmerjene ali odčitane parametre medicinske sestre vnesejo preko logično razporejenih elektronskih obrazcev. Medicinska sestra izvaja tudi oceno stanja pacienta na podlagi elektronskega naročila zdravnika, ki hkrati pomeni intervencijo. Tako se poleg vitalnih funkcij stalno dokumentira še opisna ocena dihanja, aktivnosti, izločkov, položaja, stanja zavesti, ocena zenic, ocena kože in sklepov, ocena bolečine ter psihološka ocena. Dokumentiranje je zapisano v strukturiranem zapisu. Večina gumbov je določenih s šifranti z izborom vrednosti. Podatki se shranjujejo kronološko po dnevih in urah. Z gumbom »zgodovina« se lahko pregleda vse zapise od prvega dne hospitalizacije. Pripravljen je program za procesno metodo dela v zdravstveni negi.

Pomembna je tudi povezava »Point of care« aparatov, ki predstavljajo hitri laboratorijski pristop. Ti se preko mrežne povezave povežejo s strežnikom direktno v LIS (laboratorijski informacijski sistem), ta pa je integriran v KIS.

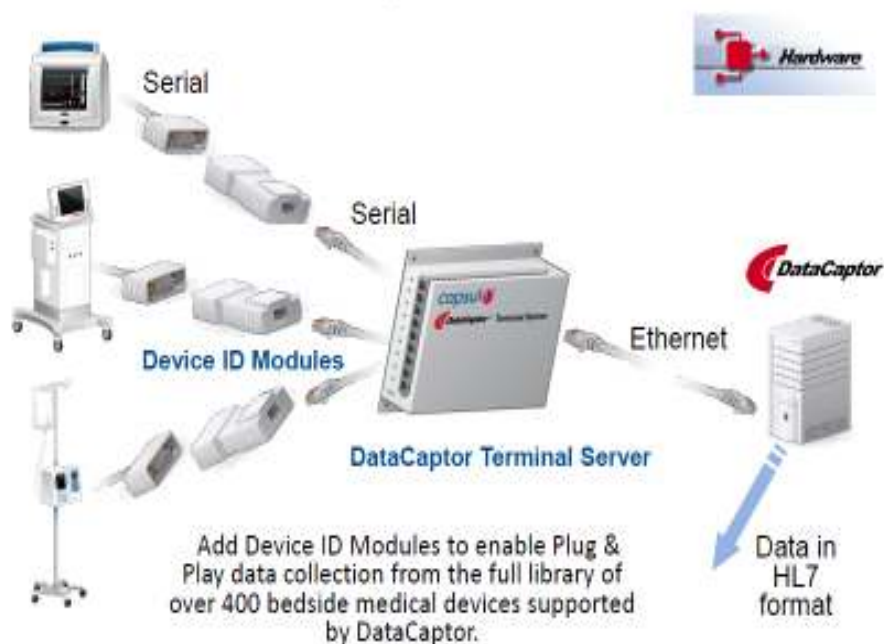
Medicinske sestre in zdravniki se pred vsakim vnosom v ISPEK-a prijavijo s svojim uporabniškim imenom in geslom. Dostop je omogočen preko ob posteljne »medical grade« postaje, ki predstavlja računalnik in monitor v enem in je skupaj s tipkovnico montirana na vsaki posteljni enoti v EIT ali preko 5-ih stacionarnih računalnikov v prostoru za timsko delo.



Slika 7: Naprave za povezavo v KIS (vir: lasten)

Sodobno rešitev (Slika 2) povezljivosti medicinskih naprav predstavlja poseben »DataCaptor« strežnik, ki s pomočjo posebne programske opreme in identifikacijskega modula zbira, razvršča ter prevaja podatke v HL7 obliko – računalniški standard. Ti se potem preko strežnika KIS-a shranijo v e-dokumentacijo posameznega pacienta. »DataCaptor« strežnik ima možnost priklopa 8-ih aparatov, ki se lahko menjavajo. Potrebna je samo povezava s kablom od komunikacijskih vrat na napravi, preko identifikacijskega modula, do strežnika. Vse skupaj potem deluje po sistemu »plug and play«. Prenos podatkov se prične takoj, ko prižgemo napravo.

Slika 8: Rešitev za povezavo naprav



vir: Boulanger, 2009

TRENING ZAPOSLENIH

Po izkušnjah v EIT KOOKIT se pokaže, da je trening v samem delovnem okolju najboljša izbira. Podobno se je pokazalo pri izbranih bolnišnicah v ZDA kjer je bil trening iz »roke v roko« za delo z informacijskim sistemom za zdravstveno osebje precej bolj učinkovit, kot učenje v predavalnici. KIS zahteva tehnično spretnost, kot tudi spremembe v obnašanju, zato je precej bolj učinkovit trener, ki te vodi in odgovarja na vprašanja na samem delovnem mestu. Tak pristop je dolgotrajnejši, ima pa več prednosti. Kot prvo, uporabniki se naučijo uporabljati novo tehnologijo v samem delovnem okolju, ki jo potem hitreje prenesejo v klinično prakso. Kot drugo, trenerji lahko sproti dokumentirajo pripombe in odkrivajo tehnične napake v sistemu (DeVore, Figlioli, 2010).

Korak več je inštalacija testnega sistema, v katerem lahko uporabniki vadijo kadarkoli. Testni sistem teče hkrati z »živo« aplikacijo sistema, zato je možno na njem sproti dodajati spremembe, nove module, razširjene funkcionalnosti in ko jih osebje osvoji ter ko se odpravijo vse napake, se ga integrira. KIS prilagojen uporabniku predstavlja zadovoljstvo in željo po ustvarjanju še boljše dokumentacije ter velik interes zaposlenih za nadaljnji razvoj.

Optimalno stopnjo integracije KIS-a dosežemo le na ta način, da pri razvoju igra ključno vlogo zdravstveno osebje. Ključno je oblikovanje strategije integracije na vseh nivojih zdravstvene dejavnosti (Priatelj, Rajkovič, 2009).

ZAKLJUČEK

Čeprav je integracija KIS-a kompleksno novo orodje za večino zdravstvenih organizacij, se bo z namestitvijo te tehnologije pokazalo, da bodo medicinske sestre imele več časa za to, kar počnejo najbolje – skrbijo za pacienta. Poleg organizacijskih sprememb in sprememb v kulturi zaposlenih ima KIS še precej drugih prednosti:

- Pridobitev na produktivnosti zaposlenih, saj jim ni treba brskati po papirni dokumentaciji.
- Zaradi hitrih opazanj v spremembi zdravstvenega stanja in podrobnem dokumentiranju, se lahko hitreje in bolj učinkovito ukrepa, posledično pa se skrajša ležalna doba.
- Izboljšana dokumentacija sili zaposlene k discipliniranosti, saj je omogočen stalen pregled nad opravljenimi intervencijami posameznih oseb.
- Zmanjša se število napak, ker ni potrebno prebirati na roke napisanih naročil in izvidov.
- Hitrejša in bolj učinkovita komunikacija zaposlenih.

Z uvedbo KIS-a v EIT, sodobnim nadzorom nad vitalnimi funkcijami, uporabo tabličnih računalnikov, ter pametnih mobilnih telefonov z možnostjo oddaljenega varovanega dostopa do pacientove e-dokumentacije se popolnoma spreminja proces dela in dviguje kakovost zdravstvene oskrbe. To pa je hkrati napoved za uvedbo e-dokumentacije na vseh nivojih zdravstvenega varstva v Sloveniji.

LITERATURA IN VIRI

- 1 Rosenthal K. A vital sign of the time: CIS software. *Nursing management*. 2004; 23(4):75-6.
- 2 Opazovanje vitalnih funkcij – protokol [interno gradivo]. Klinični oddelek za otroško kirurgijo in intenzivno terapijo. Ljubljana, 2011.
- 3 Van Den Bossche B, et al. Design of a JAIN SLEE/ESB-based platform for routing medical data in the ICU. *Computer methods and programs in biomedicine*. 2008;91(3):265–277.
- 4 DeVore S D, Figlioli K. Lessons premier hospitals learned about implementing electronic health records. *Hospitals & Practices. Health Affairs*. 2010;29(4):664-667.
- 5 Prijatelj V, Rajkovič U. From e-health to integrated health care: Theory and practice. *Studies in health technology and informatics*. 2009;146:74-78. Dosegljivo na: <http://www.mendeley.com/research/from-ehealth-to-integrated-health-care-theory-and-practice/> (16.03.2011).
- 6 Boulanger A.C. Why Capsule for device connectivity? *Capsule Technologies instructions*. 2009;20.

STROKOVNO SREČANJE SO OMOGOČILI:

INTERPART d.o.o.

MEDIS d.o.o.

MEDIAS INTERNATIONAL d.o.o.

MARK MEDICAL d.o.o.

MEDICOTEHNA d.o.o.

PHARMAMED MADO d.o.o.

CARDIO MEDICAL d.o.o.

SANOLABOR d.d.

SPES d.o.o.

MEDITRADE d.o.o.

THOMY F. E.

3M (EAST) AG, Podružnica v Ljubljani

BORMIA d.o.o.