

**Katedra za anesteziologiju i intenzivnu medicinu, Medicinskog fakulteta
Sveučilišta u Splitu**

KLINIČKE VJEŠTINE

**MODUL „E“
Cirkulacija – temeljne vještine**

Voditelj modula

Doc. dr. sc. prim. Nenad Karanović, dr. med.,
specijalist anesteziologije i reanimatologije, subspecijalist intenzivne medicine

Klinički instruktori

1. Dr. Dubravka Kocen, specijalist anesteziologije i reanimatologije
2. Dr. Nikola Delić, specijalizant anesteziologije i reanimatologije
3. Dr. Toni Kljaković Gašpić, specijalizant anesteziologije i reanimatologije
4. VMS Katjana Lončar
5. VMS Rahela Orlandini
6. VMS Mirjana Stojić

Sadržaj modula priredili: vms Katjana Lončar, vms Rahela Orlandini, vms Mirjana Stojić, dr. Nikola Delić, dr. Toni Kljaković-Gašpić, dr. Dubravka Kocen i doc. dr. sc. Nenad Karanović

Ciljevi i kompetencije

Nakon završetka ovog modula studenti će biti u stanju (bit će kompetentni):

1. Procjeniti kakvoću karotidnog, radijalnog i apikalnog pulsa
2. Procjeniti intenzitet krvarenja
3. Primjeniti mjere privremene hemostaze
4. Ispravno uporabiti defibrilator
5. Djelovati medikamentozno na poremećaje srčanog ritma
6. Sastaviti sustav za davanje infuzija
7. Sastaviti sustav za davanje transfuzija
8. Poznavati i znati upotrijebiti infuzijske pumpe
9. Poznavati i znati upotrijebiti automatske štrcaljke
10. Poznavati sastavne dijelove sustava za monitoring

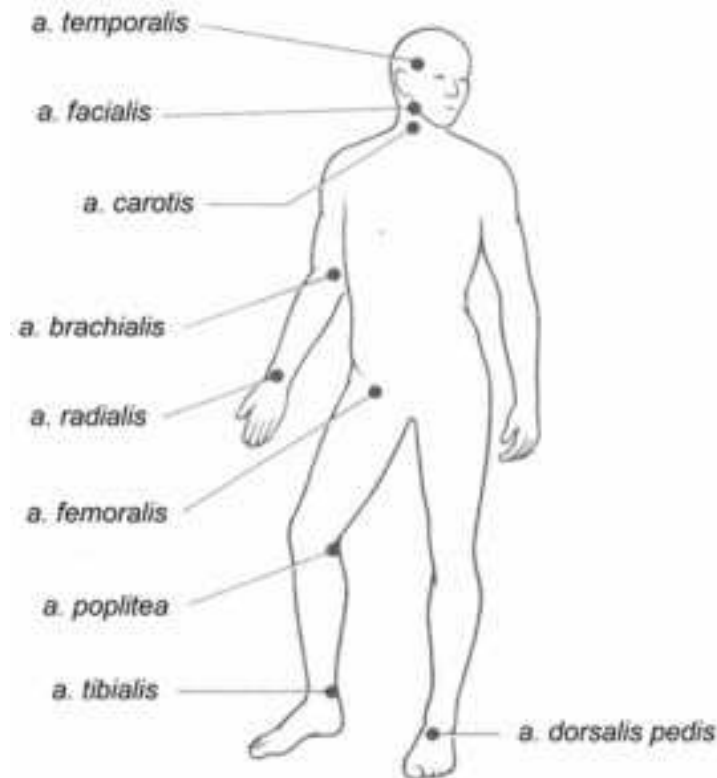
SADRŽAJ

1. Puls	3
2. Procjena intenziteta krvarenja	5
3. Mjere privremene hemostaze	6
4. Defibrilacija i uporaba defibrilatora	8
5. Medikamnetozno liječenje aritmija	12
6. Sustavi za davanje infuzija i transfuzija	16
6.1 Primjena infuzije	17
6.2 Komplikacije	17
6.3 Transfuzija krvi	17
7. Infuzijske pumpe	18
8. Perfuzori- infuzijske pumpe s brizgalicom	22
9. Nadzor – monitoring	28
9.1. Kliničko nadziranje bolesnika	28
9.2. Tehničko nadziranje bolesnika	29
9.3. Laboratorijsko nadziranje bolesnika	29
9.4. Monitoring respiracije	29
9.4.1. Monitoring oksigenacije – pulsna oksimetrija	29
9.4.2. Transkutano mjerenje parcijalnog tlaka kisika	30
9.4.3. Monitoring ventilacije – kapnografija i kapnometrija	31
9.4.4. Invazivna analiza plinova u krvi	32
9.5. Kardiocirkulacijski monitoring	32
9.5.1. Elektrokardiografija	32
9.5.2. Monitoring arterijskog tlaka	33
9.5.2.1. Neinvazivno mjerenje arterijskog tlaka	33
9.5.2.1. Invazivno mjerenje arterijskog tlaka	34
9.5.3. Monitoring središnjeg venskog tlaka	37
9.5.4. Monitoring plućnog arterijskog tlaka	38
9.5.4.1. Mjerenje minutnog volumena srca	40
9.5.4.2. Termodilacijska metoda	40
9.5.4.3. PiCCO uređaj	40
9.6. Monitoring živčanih funkcija	41
9.6.1. Stanje svijesti	41
9.6.2. Monitoring intrakranijskog tlaka	43
9.6.3. Elektroencefalografija	44
9.6.4. Evocirani potencijali	44
9.7. Monitoring tjelesne temperature	45
9.8. Monitoring bubrežne funkcije	45

PULS

Pri svakoj sistoličkoj propulziji krvi u aortu nastaje periodično rastezanje stijenki arterije koje se može pipati kao *puls* ili *bilo*. Puls se može mjeriti palpacijski, auskultacijski i ultrazvučno. U ovom kratkom poglavlju ćemo se osvrnuti na jednu od najstarijih kliničkih metoda – *palpacija pulsa*.

Analiza arterijskih pulzacija pruža podatke o cjelokupnoj hemodinamici i lokalnoj cirkulaciji. Palpirati možemo centralne arterijske pulzacije (arteria carotis) te periferne arterijske pulzacije.



Slika 1. Mjesta palpacije pulsa

U kliničkoj praksi najčešće se ocjenjuje kvaliteta pulsa arterije radijalis zbog svoje pristupačnosti. U bolesnika u šoku, centralne arterijske pulzacije su pouzdaniji odraz srčane akcije nego periferne, koje se tada teško palpiraju zbog teške periferne vazokonstrikcije.

Određujemo točno mjesto palpacije pulsa, postavljemo svoje prste na mjesto palpacije te laganim pritiskom osjetimo pulzacije (ne koristimo svoj palac jer nas može zavarati zbog vlastitih pulzacija). Puls je potrebno mjeriti 60 sekundi i odrediti *frekvenciju*, *ritam* i *punoću*.

Frekvencija pulsa označava broj otkucaja u jednoj minuti. Normalna frekvencija pulsa ovisi o nizu različitih faktora kao što su dob, spol, bolesti i sl. Normalna frekvencija pulsa u zdravih osoba ovisno o dobi prikazani su u tablici. Frekvenciju pulsa veću od gornje granice nazivamo *tahikardija*, a ispod donje granice *bradikardija*.

Ritam pulsa označava vremenski razmak između pulzacija. Svako odstupanje od jednakotrajnih pauza između dva para pulzacija nazivamo *aritmija*.

Od aritmija razlikujemo:

- respiratorna aritmija – najčešće kod mladih, puls ubrzan u inspiriju a usporen u ekspiriju
- ekstrasistolija – preuranjena kontrakcija izazvana dodatnim impulsom izvan SA čvora
- bigeminija, trigeminija – pravilna nepravilnost, duža pauza između dva para otkucaja, usporediti apikalno i periferno mjerenje kroz duži period

- apsolutna aritmija – otkucaji potpuno nepravilni, nejednako punjeni

Punoćom pulsa određujemo snagu srčanih kontrakcija te elasticitet krvne žile.

Ukoliko puls ne možemo potisnuti niti jakim pritiskom na arteriju tada puls opisujemo kao *tvrd, jako punjen, napet* – najčešći uzrok je arterijska hipertenzija

Puls koji je slabo punjen, teško palpabilan, polagano prolazi ispod prstiju i lako se može potisnuti opisujemo kao *slab, filiforman, mekan* – može ga uzrokovati hipotenzija, hipovolemija, slabost srca.

Najčešći uzroci *nepalpabilnog pulsa* su okluzija arterije ili srčani zastoj.

Tablica 1. Normalne frekvencije pulsa ovisno o dobi

NORMALNA FREKVENCIJA PULSA	
Starost	Puls
novorođenče	120 – 160
1 – 12 mjeseci	100 – 150
1 – 2 godine	80 – 140
2 – 6 godina	75 – 120
6 – 12 godina	75 – 110
Adolescenti	60 – 100
Odrasli	60 – 100

PROCJENA INTENZITETA KRVARENJA (Dr Dubravka Kocen)

Veličina krvarenja može se procijeniti klinički i laboratorijski.

Sistolički tlak, središnji venski tlak, plućni kapilarni tlak nisu osjetljivi parametri za procjenu veličine krvarenja. Zbog kompenzatornih mehanizama (prolaska tekućine iz međustaničnog prostora u vaskularni, vazokonstrikcije, aktivacije renin-angiotenzin odgovora) vrijednosti tlakova održavaju se normalnima i do gubitka od 15-30% cirkulirajućeg obujma.

Ortostatske promjene u pulsu (više od 15/min) ili smanjenje sistoličkog tlaka više od 10 mm Hg značajne su promjene. Javljaju se kod gubitka cirkulirajućeg volumena od 15 % i uvijek se javljaju prije tahikardije i hipotenzije u ležećem položaju.

Smanjenje diureze javlja se kod smanjenog minutnog udarnog volumena srca i primjećuje se kod smanjenja cirkulirajućeg volumena obično od 30%. Kompenzatorni mehanizam (tahikardija) nadoknađuje smanjenje udarnog volumena prilikom gubitka krvi manjeg od 30%. U razlikovanju prerrenalne oligurije od renalne, pomažu nam laboratorijske vrijednosti uree, kreatinina i specifične težine urina. Omjer uree i kreatinina u prerrenalnom zatajenju je veći od 20, dok je u renalnom zatajenju manji od 10. U prerrenalnom zatajenju specifična težina urina je viša od 1020, dok je u renalnom zatajenju manja od 1010. Također kod svakog stanja sa smanjenim minutnim volumenom, npr. u srčanom zatajenju dolazi do smanjene diureze. Tahikardija se javlja tek kod gubitka volumena od 15 % -30 %.

Smanjenje CO₂ na kraju izdaha pokazatelj je smanjenog minutnog volumena. Njegov pad možemo vidjeti i pri smanjenom obujmu cirkulirajućeg volumena uzrokovanog krvarenjem. Prosudba srčanopulmonalne reanimacije kao i uspješnosti nadoknade cirkulirajućeg volumena može se temeljiti na kontinuiranom mjerenju p CO₂ na kraju izdaha.

Normalni odgovor organizma na smanjeni udarni obujam je povećano otpuštanje kisika iz arterijske krvi u tkivima. Mjerenjem razlike između arterijske saturacije O₂ (normalno >95%) i venske miješane ili venske saturacije O₂ (norm. >65%), možemo procijeniti pad udarnog volumena. Normalna razlika je oko 20-30%, razlika od 30-50 % znak je značajnog smanjenja volumena, dok je razlika od 50 % znak srčanožilnog urušaja bilo kardiogenog ili hipovolemijskog urušaja. Ekstrakcija kisika može biti povećana u stanjima s hipermetabolizmom i anemiji.

Promjene u hematokritu pokazuju lošu korelaciju s prosudbom gubitka krvi, pogotovo u akutnoj fazi. Krvarenjem se gubi jednaki udio plazme i krvnih stanica te se smanjenje hematokrita očituje tek nakon 8-12 h uslijed aktivacije neurohumoralnog odgovora i povećane apsorpcije natrija i vode u bubrezima. Pad hematokrita može se javiti prije, kao posljedica hemodilucije kristaloidnim ili koloidnim otopinama prilikom resuscitacije.

Prilikom vidljivog krvarenja moguće je procijeniti krvarenje mjerenjem u aspiracijskim posudama (saugerima) ili brojanjem kirurških gaza natopljenih krvlju (prosječno po gazi 100-200 ml, ovisno o veličini).

Po kliničkim simptomima gubitak krvi dijeli se u četiri stupnja:

PARAMETRI	STUPANJ I	STUPANJ II	STUPANJ III	STUPANJ IV
% gubitka krvi	< 15	15-30	30-40	>40
Puls o/min	< 100	> 100	> 120	> 140
Arterijski tlak	normalan	normalan, ortostatsko sniženje tlaka više od 10 mm Hg	snižen	snižen
Diureza	normalna	snižena	značajno snižena	značajno snižena
Stanje svijesti	anksiozno	agitirano	konfuzno	letargično

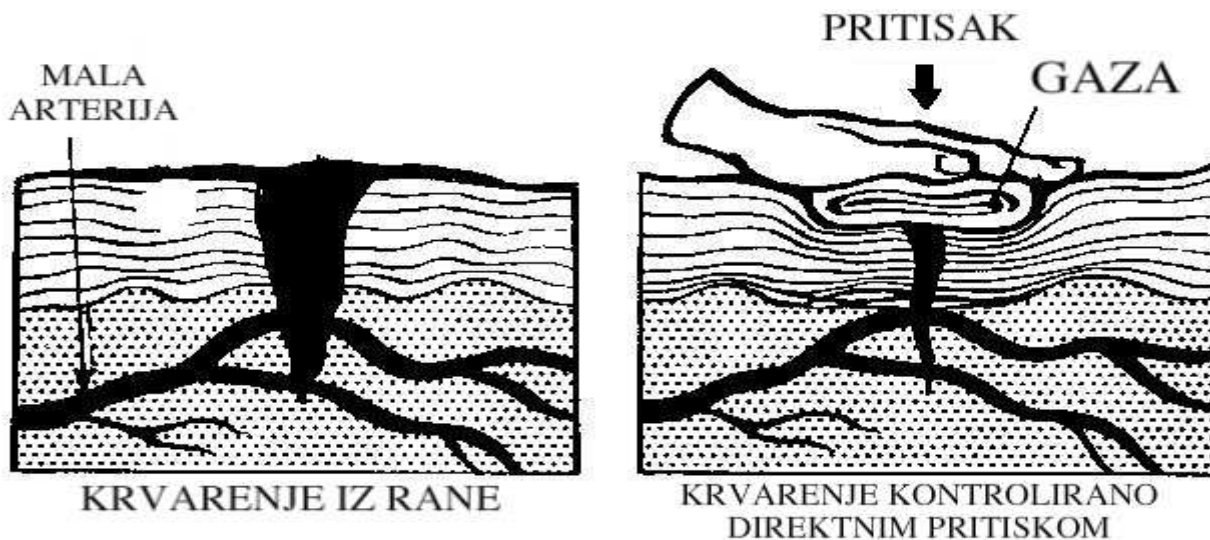
MJERE PRIVREMENE HEMOSTAZE (Dr Nikola Delić)

Direktni pritisak

Direktni pritisak na mjesto krvarenja je najčešća i najjednostavnija metoda hemostaze. Gaza čvrsto omotana elastičnim zavojem je obično dovoljna da se zaustavi vensko, kapilarno i arteriolarno krvarenje.



Slika 2: Mogućnost zaustavljanja krvarenja pritiskom

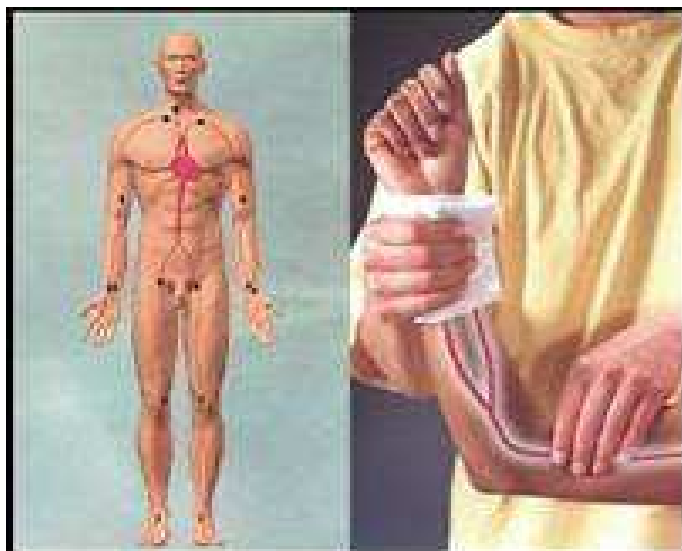


Slika 3: Zaustavljanje krvarenja pritiskom

Ovom metodom se može privremeno zaustaviti i većina arterijskih krvarenja, osim kod većih arterija kada je potreban vaskularni popravak ili ligatura.

Gazu ne skidamo s rane ukoliko se krvarenje nastavi i krv počne curiti kroz gazu, nego na ranu stavljamo još gaze ili nekog drugog apsorbirajućeg materijala.

Ako se direktnim pritiskom na ranu ne zaustavi krvarenje, potrebno je pritisnuti arteriju koja dostavlja krv u područje rane.



Slika 4. Točke pritiska na arterije pri krvarenju

Manžeta

Manžeta na napuhavanje postavljena proksimalno od rane može se koristiti kao mjera privremene hemostaze prilikom eksploracije i obrade rane na udovima. Ovakav način hemostaze se ne preporučuje primjenjivati duže od 20-ak minuta zbog mogućeg trajnog ishemičnog oštećenja uda.

Ostale metode hemostaze:

- Ligatura (podvezivanje) krvnih žila
- Korištenje lokalnih anestetika s adrenalinom
- Elektrokauterizacija

DEFIBRILACIJA I UPORABA DEFIBRILATORA (doc. dr. sc. prim. Nenad Karanović)

Postupak defibrilacije je prvi put prezentiran 1899. Izveli su ga Jean Louis Prevost i Frederic Batelli švicarski fiziolozi iz Ženeve.

Defibrilacija je namjerno kratkotrajno puštanje električne struje (približno 10 milisekundi) odnosno kratkotrajni kontrolirani električni udar kroz srčani mišić. Može se izvesti izravno na srčanom mišiću kroz otvoreno prsište (unutarnja defibrilacija) ili neizravno kroz zid prsnog koša (vanjska defibrilacija). Cilj defibrilacije je prekidanje životno ugrožavajućih srčanih aritmija; ventrikuske fibrilacije (VF) ili ventrikuske tahikardije bez pulsa (VTBP).

Fiziološko djelovanje defibrilacije temelji se na vanjskom dovođenju električne struje koja mora biti dovoljno snažna da istovremeno depolarizira veći dio miokarda (oko 75% ili više), čime prekida nesinhroniziranu srčanu električnu aktivnost te omogućuje sinusnom čvoru ili nekom drugom stimulatoru ritma ponovno preuzimanje ritma nad električno ispražnjenim srcem. Ta je vjerojatnost izravno proporcionalna duljini trajanja VF ili VTBP.

Tijekom postupka oživljavanja u najvećem broju slučajeva služimo se vanjskom defibrilacijom. Razlikujemo manualnu i automatsku defibrilaciju (automatska eksterna defibrilacija -AED).



Slika 5: EKG ispis ventrikulske fibrilacije

Manualna vanjska defibrilacija se vrši pomoću standardnih defibrilatora koji stvaraju dvosmjernan ili bifazičan impuls (tzv. bifazični defibrilatori), odnosno jednosmjernan (monofazičan) impuls električne struje (stariji modeli). Provode je medicinski stručnjaci koji mogu prepoznati poremećaje srčanog ritma.

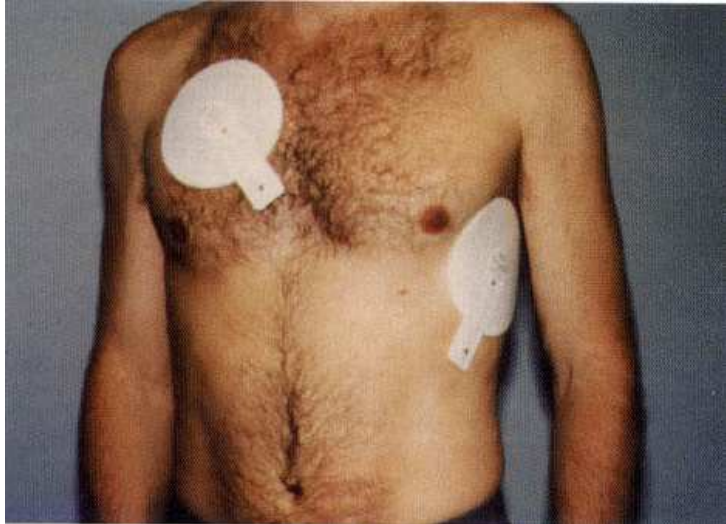
Za laike i medicinski nedovoljno educirano osoblje izbor su **automatski vanjski defibrilatori** (AED). Ovi uređaji sami prepoznaju srčane ritmove i vode izvršioca defibrilacije kroz pravilan postupak.

Struja kojom se izvodi defibrilacija ovisi o samom uređaju. Prema novim smjernicama iz 2010., Europskog udruženja za reanimaciju (*European Resuscitation Council- ERC*) struje kojom se izvodi električni šok bi trebala biti 150-200 J. Uspješnost prvog šoka se kreće približno 90%.

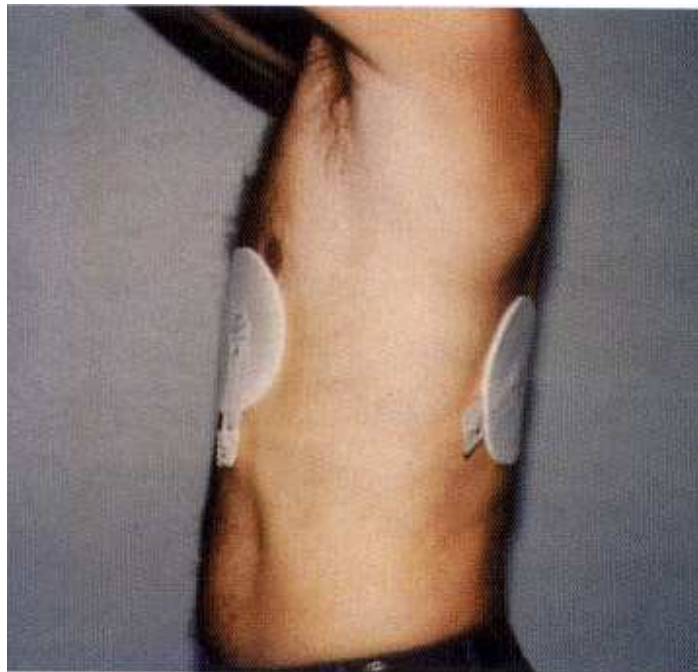
Da bi se postupak defibrilacije pravilno izveo treba poštivati dosadašnje spoznaje.

1. Defibrilaciju se preporučuje izvesti što prije. Svaka minuta odlaganja defibrilacije smanjuje šanse za preživljenje od 7-10%. Vidi Smjernice ERC i Hrvatskog društva za reanimatologiju (slika xx).
2. Pozicija lopatica ili naljepnica za defibrilaciju je izuzetno značajna. Srce se mora nalaziti između njih.

3. Lopatice se postavljaju najčešće jedna ispod desne ključne vrlo blizu prsnoj kosti, dok se druga postavlja lijevo u srednjoj aksilarnoj liniji lateralno i nešto ispod bradavice, tako da je srce između lopatica (vidi sl.xx).
4. U slučaju neuspješne defibrilacije alternativno mjesto postavljanja lopatica je s prednje i stražnje strane trupa, tako da je srce opet između lopatica ili naljepnica.
5. Koristiti standardne lopatice ili naljepnice. Korištenje pedijatrijskih lopatica za odrasle je najčešće neuspješno.



Slika 6: Standardno mjesto postavljanja lopatica



Slika 7: Alternativno mjesto postavljanja lopatica (neuspješna defibrilacija pri standardnoj poziciji).

6. Kontakt između lopatica i prsnog koša mora biti čvrst, da se ne povećava otpor prolasku struje
7. Defibrilaciju izvoditi tijekom ekspirija (zrak je odličan izolator).
8. Hipoksija i hiperkarbija smanjuju mogućnost uspjeha.


KPR 30:2

Uključite AED i pričvrstite velike samoljepljive elektrode



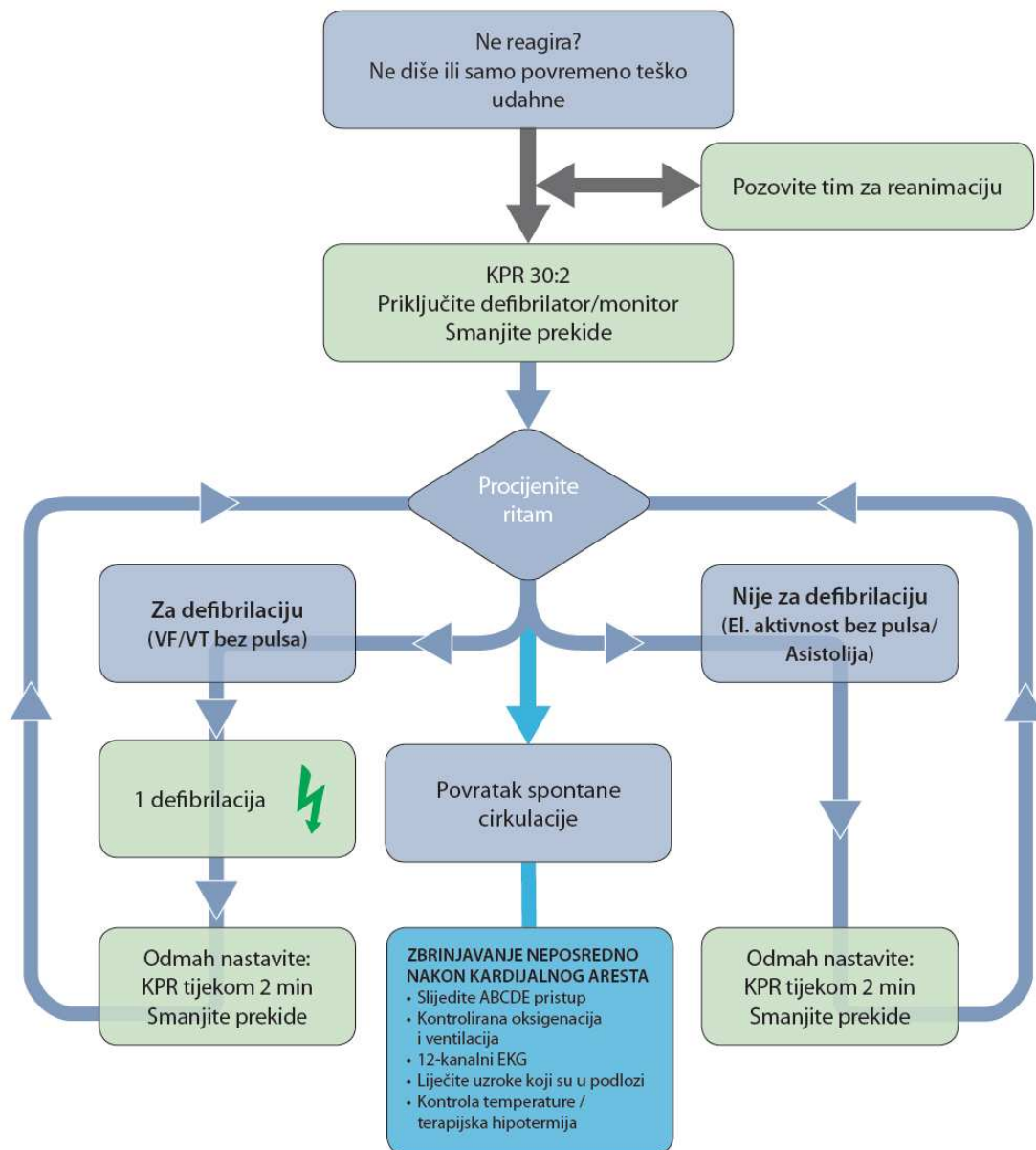
Odmah slijedite glasovne upute
Jednu veliku samoljepljivu elektrodu pričvrstite ispod lijeve pazušne jame
Drugu veliku samoljepljivu elektrodu pričvrstite ispod desne ključne kosti, uz prsnu kost
Ako je prisutno više spašavatelja: ne prekidajte KPR

Odmaknite se i defibrilirajte



Nitko ne smije dodirivati bolesnika
- tijekom analize ritma
- tijekom defibrilacije

Slika 8. Dio algoritma osnovnog održavanja života. Izvor Hrvatsko društvo za reanimatologiju.



Slika 9. Algoritam (dio) uznapređovalog održavanja života. Izvor Hrvatsko društvo za reanimatologiju.

MEDIKAMENTOZNO LIJEČENJE ARITMIJA (Dr. Dubravka Kocen)

- Bradikardija* - atropin 0,01 mg/kg i.v. (obično 0,5 -1 mg i.v.), može se ponoviti do ukupno 3 mg i.v.
- adrenalin 1-2 mikrog/min i.v., efedrin 5-10 mg i.v.
 - isoproterenol 0,3-4 mikrog/min
 - aminofilin, dopamin, glukagon (u slučaju beta ili Ca blokade), glikopirolat



Sinus tahikardija – sedacija ili analgezija

- vagotonični postupci
- beta-blokatori: esmolol 0,125 mg/kg i.v. (kratkodjelujući), metoprolol 5 mg i.v. svakih 5 min do 15 mg, propanolol 0,5 -1 mg i.v. svakih 5 min do maks. doze od 0,2 mg/kg
- blokatori Ca kanala: verapamil 2,5 – 10 mg i.v. kroz 10 min (ne kombinirati istovremeno beta blokatore i blokatore Ca kanala!)



- Fibrilacija atrijska*: - beta blokatori: metoprolol 5 mg i.v. svakih 5 min do doze 15 mg i.v., propanolol 0,5-1 mg svakih 5 min do max. doze od 0,2 mg/kg
- amiodaron 300 mg i.v., pa infuzija 900 mg / 24 h
 - blokatori Ca kanala: verapamil 2,5 – 10 mg i.v. kroz 10 min, diltiazem 0,25 mg/kg kroz 2 min
 - digitalis 0,5 mg i.v.
 - Mg sulfat 2 g i.v. kroz 15 min
 - Ibutilid 1 mg kroz 10 min (nije registriran u Hrvatskoj)



Supraventrikularne tahikardije

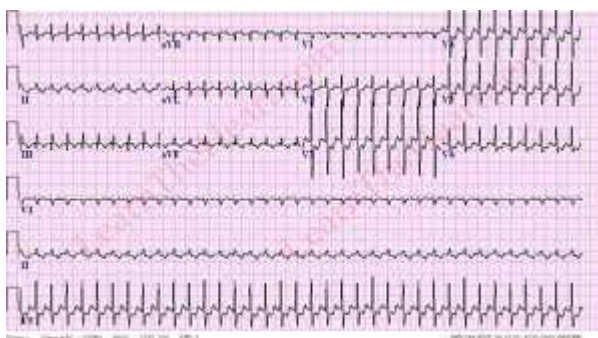
1. Paroksizmalna atrijska tahikardija s AV blokom- obično je povezana s intoksikacijom digitalisom

- daje se otopina KCl
- Digibind 400 mg i.v. kroz 30 min u slučaju dokazane intoksikacije digitalisom
- fenitoin 250 mg i.v. kroz 5 min

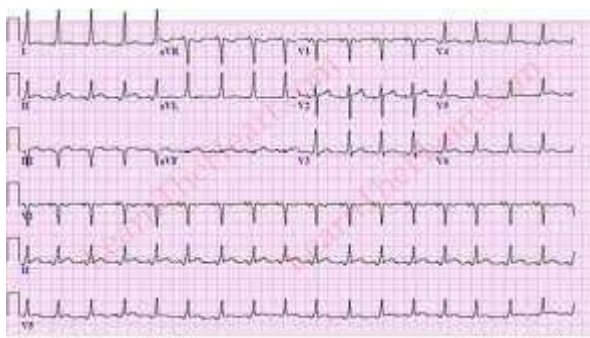


2. AVNRT (AV nodalna kružna tahikardija)

- vagotonični postupci
- beta blokatori: metoprolol 5 mg i.v. svakih 5 min do doze 15 mg i.v.,
- blokatori Ca kanala: verapamil 2,5 – 10 mg i.v. kroz 10 min, diltiazem 0,25 mg/kg kroz 2 min (verapamil se ne smije koristiti kod tahikardije sa širokim QRS kompleksom i Wolff-Parkinson-Whiteovim sindromom-WPW)
- digitalis 0,5 mg i.v.



- na slici AVNRT

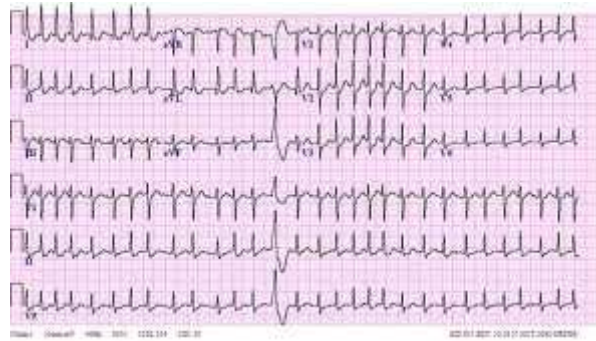


- na slici WPW sindrom

Ventrikularne ekstrasistole

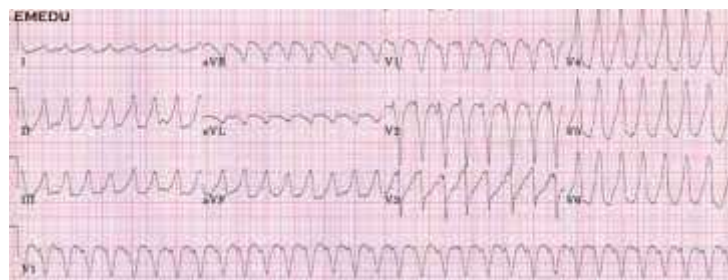
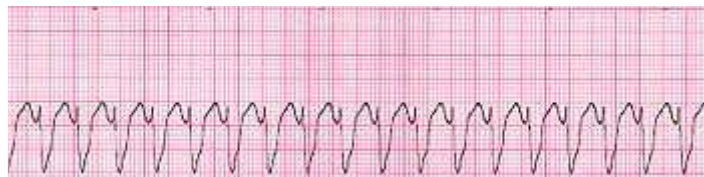
- korekcija elektrolitskog i acidobaznog statusa
- otopina KCl (poželjne vrijednosti kalija u serumu od 4,5 -5 mmol/l)
- amiodaron 300 mg i.v., zatim 900 mg /24 h

- lidokain 1 mg/kg i.v., može se ponoviti 1-2 doze od 0,5 mg/kg nakon 10 minuta



Ventrikularna tahikardija

- korekcija elektrolitskog i acidobaznog statusa
- amiodaron 300 mg i.v., zatim 900 mg /24 h
- lidokain 1 mg/kg i.v., može se ponoviti 1-2 doze od 0,5 mg/kg nakon 10 minuta
- magnezij 2 g /10 min u slučaju polimorfne VT (torsades de pointes)



Ventrikularna fibrilacija (prije defibrilacije):

- 300 mg amiodarona i.v.
- lidokain 1 mg/kg i.v., može se ponoviti 1-2 doze od 0,5 mg/kg nakon 10 minuta
- korekcija elektrolitskog i acidobaznog statusa



-na slici VT, zatim polimorfna VT, te VF

SUSTAVI ZA DAVANJE INFUZIJA I TRANSFUZIJA

(Mirjana Stojić, bacc.ms)

Intravenozna (iv) terapija ima važnu ulogu, a odnosi se na davanje infuzija, lijekova i transfuzija.

Iv terapija primjenjuje se putem:

- **središnjih vena** – v. jugularis, v. subclavia i v. femoralis, koje isključivo postavlja liječnik.
- **perifernih vena** – periferni venski put je danas kod nas suvremeno područje rada medicinskih sestara u provođenju iv terapije.

Odabir postavljanja venskog puta su vene ekstremiteta (ruka i šaka, a ponekad i nogu). Određivanje promjera iv kanila vrši se po svrsi davanja terapije. Razlikuju se po Gauge-u (14,16,18,20,22,24) veličinama i boji.

Najjednostavniji način davanja infuzije i transfuzije su tzv. gravitacijski sistemi koji omogućuju samo ograničenu brzinu davanja i zapremine infuzije.

INFUZIJSKI SISTEMI:



Slika 10. Infuzijski sistem

Sistemi se koriste za davanje infuzijskih otopina.

- ukupna dužina sustava od 150-200 cm,
- od medicinskog pvc-a visoke kvalitete,
- za jednokratnu uporabu,
- zaštitna kapica na vrhu i dnu sustava,
- zračnica,
- regulator koji omogućava preciznu kontrolu protoka.

TRANSFUZIJSKI SISTEMI:



Slika 11. Transfuzijski sistem

Transfuzijski sistemi koriste se za davanje krvi i krvnih derivata.

Ovaj sistem ima dodatno filter (s mrežicom) koji sprječava ulazak krutih čestica i ugrušak krvi u krvni sustav.

PRIMJENA INFUZIJE:

- pripremiti bolesnika - identifikacija prije primjene infuzije; provjeriti prohodnost venskog puta, a ako ga bolesnik nema, osigurati ga; ako je bolesnik svjestan uputiti ga u važnost i način primjene infuzije, te mu savjetovati i omogućiti obavljanje nužde prije primjene infuzije.
- pripremiti pribor - ordinirana infuzijska otopina; sustavi za infuziju; stalak za infuziju.
- pripremiti infuzijsku otopinu - oprati ruke; provjeriti naziv otopine, rok trajanja, neoštećenost čepa, boju i bistrinu otopine; sterilnim vrškom infuzijskog sustava probosti čep na boci, te pomoću regulatora ispustiti zrak iz infuzijskog sustava.
- postupak - pripremljenu infuziju objesiti na stalak; uspostaviti vezu infuzijskog sustava s bolesnikom preko perifernog ili centralnog venskog puta; otvoriti regulator za protok infuzije i podesiti brzinu istjecanja (najčešće je to 60 kapi/min, ako liječnik ne ordinira drukčije).

KOMPLIKACIJE:

- **paravenski infiltrat** – otjecanje infuzijske otopine izvan vene, u okolno tkivo (opasnost pojave nekroze tkiva!).
- **hematom** – oštećenje vene na mjestu uboda.
- **preopterećenje cirkulacije** – posljedica prebrzog davanja velikih volumena tekućine.
- **zračna embolija** – ulazak zraka u krvnu žilu i krvotokom do plućne arterije, gdje uzrokuje njeno začepljenje.
- **alergija** – očituje se kao lokalizirana reakcija ili kao anafilaktički šok.

TRANSFUZIJA KRVI

Transfuzija krvi je medicinski postupak kojim se bolesniku daje krv ili njezini sastojci. Prije i za vrijeme svake transfuzije osoblje se pridržava strogih sigurnosnih postupaka. Osnovni je moto sigurnog transfuzijskog liječenja: „**prava krv, pravom bolesniku.**“

Transfuzija krvi se primjenjuje u brojnim kliničkim stanjima (anemija, krvarenje nakon ozljeda, u toku poroda ili kirurške operacije) kako bi se očuvalo zdravlje ili spasio život povrijeđene ili oboljele osobe.

Zadaci medicinske sestre pri davanju transfuzije krvi i krvnih sastojaka:

Kada liječnik odredi primjenu krvi ili krvnih sastojaka i njihovu količinu, medicinska sestra mora uzeti uzorak krvi za određivanje krvne grupe i interreakciju. Uzorak krvi, uputnica za određivanje krvne grupe i interreakcije i zahtjevnica za određenu količinu krvi treba dostaviti u Zavod (ili Odjel) za transfuziologiju.

Krv i/ili krvni sastojci se s Odjela za transfuziologiju prenosi u za to određenim spremnicima ili torbama.

Prije primjene transfuzije sestra je dužna provjeriti naljepnicu svakog krvnog pripravka na kojoj se nalaze važni podaci, te iste usporediti s nalazom krvne grupe i zahtjevnicom.

Neposredno prije transfuzije sadržaj vrećice treba laganim kružnim pokretima izmiješati kako bi postao homogen (bez mućkanja i protresanja!). Postavi se transfuzijski sustav iz kojeg se ispusti zrak, te se uspostavi veza s bolesnikom preko venskog puta.

Transfuzija krvi od 500 mL daje se od 1 do 2 sata, brzinom od 80 do 100 kapi/min, ako nije određeno drukčije.

Komplikacije:

Kao i kod drugih načina liječenja i kod transfuzije krvi postoji rizik od pojave neželjenih posljedica – transfuzijska reakcija.

One se mogu javiti u tijeku transfuzije ali i kasnije. Blage reakcije (crvenilo na koži, osip, svrbež ili manji porast tjelesne temperature) i javljaju se u oko 2% bolesnika. Transfuzijske reakcije koje ozbiljno narušavaju zdravlje ili ugrožavaju život pacijenta su izuzetno rijetke.

Pri svakoj transfuzijskoj reakciji u pacijenta medicinska sestra:

1. zaustavlja transfuziju krvi,
2. obavještava liječnika o transfuzijskoj reakciji.

U našoj bolnici postoji postupnik kod sumnje na transfuzijsku reakciju te se postupa u skladu s tim.

INFUZIJSKE PUMPE **(Rahela Orlandini, bacc.ms)**



Infuzijske pumpe se koriste za unos tekućina, lijekova ili hranjivih tvari u bolesnikov krvožilni sustav. Omogućuju potpunu kontrolu doze lijeka i tekućine koji dajemo bolesniku, te na taj način smanjujemo pogreške i doprinosimo poboljšanju skrbi za bolesnike.

Namijenjene su za intravenoznu (iv), intraarterijsku (ia), epiduralnu ili potkožnu isporuku pripravaka.



INFUZOMATI





- odabrati odgovarajući infuzijski sistem za pojedinu vrstu infuzomata (različiti proizvođači imaju i različite infuzijske sisteme);
- preporuča se zamjena svakih 24 sata.

- šiljak infuzijskog sistema postaviti okomito u bocu infuzije;
- iz infuzijskog sistema izbaciti zrak, odnosno ispuniti ga ordiniranom infuzijskom tekućinom;



- kada se sistem ispuni infuzijskom tekućinom, zatvoriti valjkastu sponu;
- objesiti bocu na stalak poviše infuzomata (boca infuzije NE smije biti ispod razine infuzomata).


- pritiskom na tipku za uključivanje/isključivanje uključiti infuzomat;



- infuzomat sam vrši automatsku provjeru (samotestiranje) – „Selftest active“ ;
- oglašavaju se dva zvučna signala i sve tri lampice (žuta, zelena/crvena i plava) jednom zabljesnu.





- pritiskom na tipku  za otvaranje vrata otvariti vrata pumpe kako bi umetnuli infuzijski sistem.



- vrata pumpe su otvorena.

- umetnuti infuzijski sistem
- u za to predviđeno ležište;
- infuzijski sistem se smije umetati samo kada je pumpa uključena;
- za vrijeme umetanja infuzijskog sistema valjkasta spona mora biti zatvorena.





- otvoriti valjkastu sponu.



- unijeti količinu infuzije koju pacijent treba dobiti;
- potvrditi unos pritiskom na tipku OK .



- unijeti vrijeme kroz koje pacijent mora dobiti ukupnu količinu infuzije;
- potvrditi unos pritiskom na tipku OK .



- na ekranu je prikazana brzina protjecanja infuzije (mL/h) (infuzomati danas imaju mogućnost ne samo unosa infuzije nego i ograničenja količine i vremena. Kada se unesu dva od navedenih parametara, pumpa sama izračunava treći);
- pritiskom na tipku za pokretanje/zaustavljanje pokrenuti infuziju.



- spojiti infuzijski sistem s pacijentom.



PERFUZORI (infuzijske pumpe s brizgalicom)



- ✓ infuzijska linija za perfuzor;
- ✓ odabrati odgovarajuću brizgalicu za pojedinu vrstu

- ✓ perfuzora (različiti proizvođači imaju različite);
- ✓ preporuča se zamjena jednokratnog materijala svakih 24 sata.



od cca 1m iznad ili ispod srca pacijenta.

- ✓ u brizgalicu navući ordinirani lijek;
- ✓ spojiti infuzijsku liniju na brizgalicu.
- ✓ infuzijsku liniju ispuniti infuzijskom otopinom (ispustiti zrak iz linije);
- ✓ perfuzor postaviti na visinu



- ✓ pritiskom na tipku uključivanje/isključivanje uključiti perfuzor;
- ✓ perfuzor sam vrši automatsku provjeru (samotestiranje) – „Selftest active“ ;
- ✓ oglašavaju se dva zvučna signala i sve tri lampice (žuta, zelena/crvena i plava) jednom zabljesnu

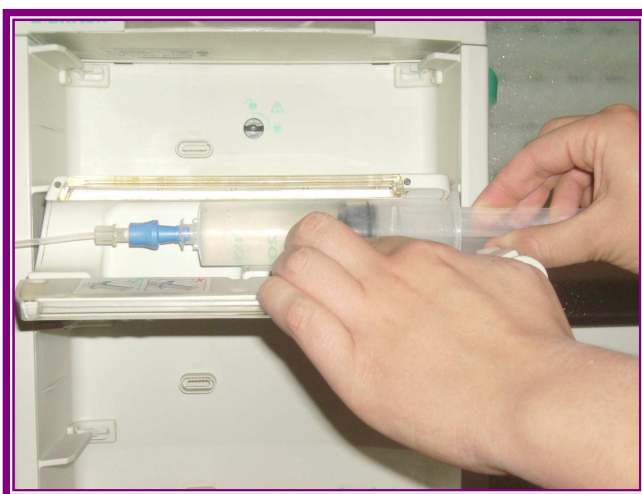


- ✓ klip s pogonskom glavom s čeljustima za pridržavanje ploče brizgalice pomiče se unatrag.

- ✓ otvoriti držač brizgalice i vratašca pumpe.



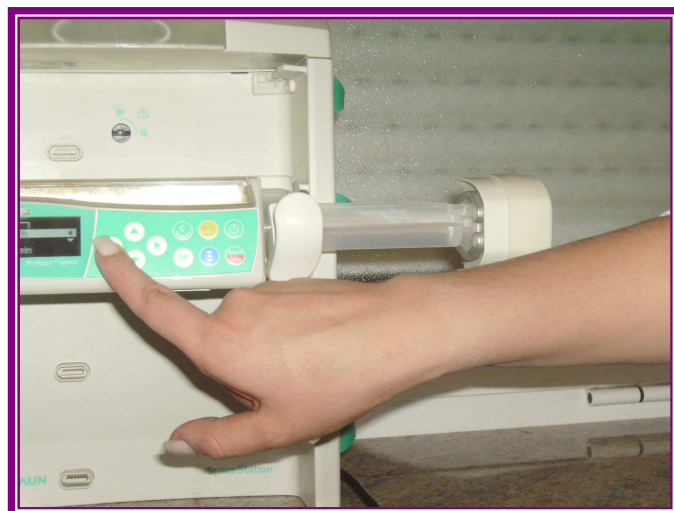
- ✓ umetnuti brizgalicu tako da krilca budu uspravna u utoru s desne strane kućišta.



- ✓ zatvoriti držač brizgalice i vratašca pumpe.



- ✓ kočnica klipa se pomiče unaprijed i zahvaća pritisnu ploču brizgalice.



- ✓ unijeti ukupnu količinu infuzije koja se nalazi u brizgalici (zapremina);
- ✓ potvrditi unos pritiskom na tipku OK .



- ✓ unijeti brzinu protjecanja infuzije (mL/h);

- ✓ potvrditi unos pritiskom na tipku OK .



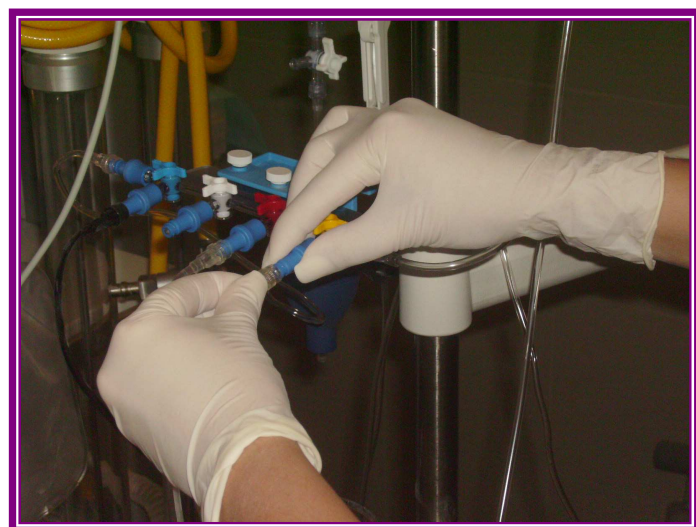
- ✓ pritiskom na tipku za pokretanje/zaustavljanje pokrenuti



infuziju;

- ✓ pokretne strelice na ekranu i zelena lampica iznad ekrana naznačuju da pumpa radi.

- ✓ spojiti infuzijsku liniju s pacijentom.



NAPOMENE

- Infuzija koja je u tijeku može se u svako doba poništiti pritiskom na tipku za pokretanje/zaustavljanje - **start/stop** .



- Infuzijske pumpe se u bilo koje doba mogu ugasiti pritiskom na tipku za uključivanje/isključivanje u trajanju od 3 sekunde.
- Prije promjene infuzijskog sistema, uvijek prekinute vezu s pacijentom kako bi se izbjeglo nepravilno doziranje. Ne ostavljati pumpu bez nadzora tijekom zamjene sistema ili brizgalice.
- Radni alarmi uzrokuju prekid infuzije. Oglašava se zvučni signal, crvena lampica bljeska. Na ekranu se pokazuje „Alarm“ i uzrok radnog alarma.
- Osim radnih alarma postoje:
 1. Alarmi podsjetnici („*Reminder alarm*“) i
 2. Alarmi naputci - ako se unesu neispravni unosi.
- Preporuča se provođenje tehničke sigurnosne provjere svake 2 godine. Servis treba obavljati isključivo kvalificirano osoblje – serviseri infuzijskih pumpi.
- Provjeravati čistoću, cjelovitost i oštećenja uređaja. Koristiti sukladno Uputama za korištenje.

NADZOR - MONITORING (vms Katjana Lončar)

Naziv monitoring potječe od latinske riječi monere, koja znači upozorenje, skretanje pažnje, praćenje.

Pod pojmom **monitoring** podrazumijeva se dinamičko nadziranje fizioloških parametara bolesnika.

Svrha monitoringa je ne samo praćenje općeg stanja bolesnika i njegovih osnovnih fizioloških funkcija, već i uočavanje nastalih poremećaja, njihovo tumačenje, poduzimanje mjera da se oni otklone i liječenje već nastalih.

Opći, temeljni monitoring bolesnika uključuje elektroničke mjerne uređaje i to pulsni oksimetar, kapnometar, mjerenje arterijskog krvnog tlaka, elektrokardiografiju (EKG), mjerenje tjelesne temperature.

Specijalni, prošireni monitoring, primjenjuje se u posebitih bolesti i kirurških zahvata ili u institucijama sa posebnim interesom (neurokirurgija, kardiokirurgija), gdje se mjere evocirani potencijali (EP), primjenjuje elektroencefalografija (EEG), mjeri intrakranijski tlak (ICP), središnji venski tlak ili tlak u plućnoj arteriji (Swan-Ganz), mjeri minutni volumen srca, a što zahtjeva posebno uvježbano osoblje.

Prema načinu primjene i djelovanja, monitoring se može podijeliti na neinvazivni, gdje nema prodiranja kroz kožu ili sluznice, i invazivni gdje se prodire kroz kožu. Svi invazivni zahvati predstavljaju mogući rizik za bolesnika.

Monitoring omogućuje postavljanje željenih granica alarma koji se na odstupanje od zadanih vrijednosti uključuju, što skraćuje vrijeme reakcije i intervencije medicinskog osoblja. Nužno je osigurati da granice alarma budu uvijek postavljene i alarm aktiviran za vrijeme monitoriranja bolesnika. Zvučni alarmi ne bi se smjeli utišati bez da se osigura stalni nadzor bolesnika. Monitori su velika pomoć u radu, pružaju objektivnost i sigurnost, međutim treba imati na umu da je svaki aparat podložan pogreškama u radu i da uvijek treba promatrati i bolesnika, a ne samo monitor.

Monitori trajno nadziru sve bolesnikove vitalne funkcije, uključuju alarm kod poremećaja, ali sestra mora biti stalno nazočna uz bolesnika, promatrati ga, jer “još nije izmišljen tako dobar stroj koji bi potpuno mogao zamijeniti znanje i rad jedne dobre medicinske sestre”, “sestra je monitor monitora”.

Nadzor može biti klinički, tehnički te laboratorijski.

KLINIČKO NADZIRANJE BOLESNIKA

Kod kliničkog nadziranja bolesnika promatra se, bilježi i izvještava:

- izgled bolesnika (boja kože i sluznica, položaj)
- subjektivne bolesnikove probleme (bol, strah)
- stanje svijesti, reakcija zjenica na svjetlost
- puls (punjenost, frekvenciju, ritam)
- krvni tlak
- disanje (frekvenciju, dubinu, način, zvuk)
- tjelesnu temperaturu
- diurezu
- drenažu / drenažni sadržaj
- količinu primljene i izlučene tekućine
- zavoj

TEHNIČKO NADZIRANJE BOLESNIKA

Za tehničko nadziranje bolesnika potrebni su suvremeni, kompjuterizirani aparati koji omogućavaju praćenje i ispis svih parametara. Mjerene vrijednosti i signali prikazuju se na zaslonu monitora, a uključuju elektrokardiografsku (EKG) krivulju, brojčane vrijednosti i krivulje arterijskog i središnjeg venskog tlaka, ugljičnog dioksida u izdahnutom zraku, saturaciju hemoglobina kisikom, krivulju i frekvenciju disanja i pulsa, tjelesnu temperaturu itd. Rezultati mjerenja (trendovi) pohranjuju se u memoriju uređaja i prikazuju u unaprijed određenim intervalima na zaslonu, brojčano i u obliku krivulja te istodobno ispisuju na papiru.

LABORATORIJSKO NADZIRANJE BOLESNIKA

Laboratorijsko nadziranje bolesnika u području rada sestre podrazumijeva pravilno uzimanje uzoraka krvi za pretrage (hematološke, koagulacijske, biokemijske, mikrobiološke itd.), prikupljanje i dokumentiranje nalaza, pri čemu je kod svakog odstupanja od normalnih vrijednosti potrebno upozoriti liječnika. Cilj je uzeti materijal po propisanim standardima u svrhu izbjegavanja komplikacija i dobivanja pravovremenih i točnih vrijednosti.

Monitoring u JIL-u omogućava:

- nadzor oksigenacije (pulsna oksimetrija)
- nadzor ventilacije (kapnografija)
- nadzor srčane funkcije (EKG)
- nadzor arterijskog tlaka (neinvazivno i invazivno mjerenje)
- nadzor središnjeg venskog tlaka
- nadzor plućnog tlaka
- nadzor minutnog volumena srca i izvedenih vrijednosti (sistemska i plućna vaskularna rezistencija, „cardiac index“, itd)
- nadzor intrakranijskog tlaka
- nadzor tjelesne temperature
- nadzor bubrežne funkcije.

MONITORING RESPIRACIJE

Praćenje respiratorne funkcije jedan je od najvažnijih monitoringa vitalnih funkcija bolesnika u jedinici intenzivnog liječenja. Pri procjeni načina disanja pozornost je usmjerena na boju bolesnika, frekvenciju, dubinu, ritam, i trajanje pojedinih faza disanja, kao i eventualnu upotrebu pomoćne dišne muskulature ili pojavu paradoksalnog disanja.

Monitoring respiracije označuje kontinuiranu procjenu adekvatne funkcije pluća, što je posebice značajno u bolesnika koji su mehanički ventilirani. Ventilacija je proces izmjene vanjskih plinova s alveolarnim plinovima, s posebnim ciljem izmjene kisika iz vanjske okoline s ugljičnim dioksidom iz alveolarnog prostora.

MONITORING OKSIGENACIJE - PULSNA OKSIMETRIJA

Pulsna oksimetrija je neinvazivna metoda kojom mjerimo zasićenje (saturaciju) hemoglobina s kisikom u arterijskoj krvi. Pulsni oksimetar kontinuirano mjeri i frekvenciju pulsa.

Suvremeni oksimetri funkcioniraju simultano na principu optičkog pletizmografa i spektrofotometra. Mjerenje se obavlja adsorpcijom crvenih (valne dužine 660 nm) i infracrvenih (valne dužine 920-940 nm) zraka u pulzirajućoj arterijskoj krvi. Osim što na ekranu pratimo izgled krivulje, brožčani iznos saturacije i frekvencije pulsa, moguće je podesiti donju granicu alarma koji će se oglasiti ukoliko saturacija padne ispod te brojke. Kako saturacija od 94 % odgovara parcijalnom tlaku kisika od 10 kPa (75 mmHg), tako donju granicu alarma treba postaviti na ovu vrijednost (94%).

Vrijednost pulsne oksimetrije je u ranom otkrivanju hipoksemije, iako treba imati na umu da vrijednosti prikazane na zaslonu nisu aktualne, već one od prije 10 do 60 sekundi. Tako će se desaturacija pokazati na zaslonu nakon 60 sekundi ako je fotodetektor na prstu, odnosno nakon 10-15 sekundi ako je na uški.

Pulsna oksimetrija je jednostavna za primjenu, učinkovita, pouzdana i jeftina. Točnost je vrlo dobra pri saturacijama od 70 do 100 %, ali se pri nižim saturacijama javlja određena nepreciznost.

- Senzor se postavlja na vrhove prstiju (najčešće), uške i nosa.
- Postavlja se na голу kožu te je potrebno ukloniti lak za nokte, umjetne nokte, šminku, naušnice i sl. s mjesta na koje ćemo ga postaviti.
- Potrebno je provjeriti stanje kože i cirkulaciju te promijeniti mjesto na kojem se senzor nalazi svaka 4 sata za prst te svaki sat za uho.
- Za bolesnike s lošom perifernom cirkulacijom je preporučljivo mijenjati mjesto mjerenja u intervalima od 30 minuta do jednog sata.
- Preporučljivo je da se senzor za pulsnu oksimetriju ne stavlja na ekstremitet na kojem se mjeri neinvazivni tlak ili daje infuzija jer se u takvim uvjetima smanjuje cirkulacija i prokrvljenost te utječu na mjerenje pulsne oksimetrije.



Slika 12. Senzor za pulsnu oksimetriju postavljen na vrhu prsta

TRANSKUTANO MJERENJE PARCIJALNOG TLAKA KISIKA

Transkutani oksimetri su polarografske kisikove elektrode koje se postavljaju na površinu kože i griju (na 43-45°C), čime se ubrzava difuzija kisika kroz kožu. To se dobro postiže u nedonoščadi i male djece, a u odraslih lošije.

MONITORING VENTILACIJE - KAPNOGRAFIJA I KAPNOMETRIJA

Jedna od glavnih zadaća pluća je eliminacija ugljičnog dioksida (CO_2) putem fiziološkog procesa ventilacije.

Kapnografija i kapnometrija metode su kontinuiranog monitoriranja koncentracije ugljičnog dioksida (CO_2) tijekom svakog respiratornog ciklusa. Za razliku od kapnometra koji pokazuje samo digitalne vrijednosti, kapnograf kontinuirano prikazuje krivulju udahnutog i izdahnutog CO_2 . Najviša vrijednost CO_2 u izdahnutom zraku postiže se na samom kraju izdaha (end-tidal CO_2 ili EtCO_2) i najbolje označuje alveolarni CO_2 . Uobičajena mjerna jedinica za EtCO_2 su mmHg ili kPa.

Najpopularnija i najviše korištena metoda za mjerenje EtCO_2 je infracrvena spektrografija. Temelji se na svojstvu CO_2 da apsorbira infracrvenu svjetlost različitih valnih dužina.⁷ Infracrveni senzor može biti postavljen u glavnoj struji između tubusa i y nastavka (mainstream method). U tom slučaju kapnograf je sastavni dio monitoringa respiratora. Liječnik podešava gornju i donju granicu alarma. Prednost ove metode je u minimalnom vremenskom zaostajanju u mjerenju, a nedostatak je fizičko opterećenje spoja tubusa i cijevi zbog čega lako dođe do diskonekcije te povećanje mrtvog prostora.



Slika 13. Mainstream metoda

Kod bočne (side-stream) metode senzor je smješten u samom aparatu, a uzorak plina dovodi se kroz T-cjevčicu smještenu na nastavku tubusa. Prednost ove metode je što nema fizičkog opterećenja, nema problema sa sterilizacijom, ali je nedostatak odgođeno vrijeme mjerenja zbog udaljenosti senzora od uzorka plinova i mogućnost okluzije cjevčice. Ova se metoda lako primjenjuje u položaju na trbuhu, a vrlo je važno da se može upotrijebiti i kod neintubiranih bolesnika pomoću posebnih nosnih nastavaka.



Slika 14. Bočna (side-stream) metoda

Kapnografija je objektivni, neprekinuti i neinvazivni pokazatelj pravilne izmjene plinova te poremetnji u izmjeni plinova. Budući da su vrijednosti EtCO₂ sukladne vrijednostima PaCO₂, kapnografija smanjuje potrebu za učestalim invazivnim pretragama plinova u krvi. Specifične prednosti kapnografije jesu: brzo potvrđivanje endotrahealne intubacije, brzo otkrivanje poremećaja u dišnim putovima (diskonekcija cijevi, hipoventilacija, intubacija jednjaka) i promjena u krvnom optjecanju (plućna embolija).

INVAZIVNA ANALIZA PLINOVA U KRVI

Invazivna analiza plinova u krvi obuhvaća uzimanje uzorka krvi i određivanje vrijednosti parcijalnog tlaka kisika (pO₂), parcijalnog tlaka ugljičnog dioksida (pCO₂), pH. Takvim mjerenjem dobivaju se vrlo precizni podaci o funkciji respiracijskog sustava, dok su nedostaci invazivnost, modućnost infekcije na mjestu uboda i kasni rezultati koji odlažu terapijsku odluku.

Analiza plinova u krvi je vrlo podložna greškama koje mogu nastati usljed nepravilnog uzimanja uzorka, ili nepravilne manipulacije uzorkom. Te se pogreške nazivaju prijeanalitičke, a mogu nastati usljed miješanja zraka s uzorkom, predugog vremena između uzimanja krvi i njene analize (>10 minuta), prevelikog razrjeđenja uzorka heparinom, ili zamjenom venskog i arterijskog uzorka.

Tablica 2. Referentne vrijednosti plinskih analiza krvi pri disanju atmosferskog zraka

<i>REFERENTNE VRIJEDNOSTI PLINSKE ANALIZE KRVI</i>	
pH	7.35 - 7.45
pCO₂	4.6 - 5.9 kPa
pO₂	10.6 - 13.3 kPa

KARDIOCIRKULACIJSKI MONITORING

ELEKTROKARDIOGRAFIJA

Elektrokardiografija (EKG) je jednostavni, neinvazivni monitoring koji daje obavijesti o frekvenciji srčanog rada. EKG odražava električnu aktivnost srčanog mišića. Električnu aktivnost srca primaju kožne elektrode napravljene od srebra i srebrnog klorida koje od kože dijeli provodljivi gel. EKG se koristi za mjerenje srčane frekvencije, otkrivanje aritmija, detektiranje rada srčanog stimulatora te slabe prokrvljenosti srčanog mišića (srčana ishemija). Najčešće se rabi II i V5 odvod. Standardni odvod II je idealan za otkrivanje aritmija, a dobar je i za otkrivanje ishemije inferiornog zida. Odvod V5 je dobar za otkrivanje ishemije prednjeg i lateralnog zida. Ako se koristi EKG monitor s pet elektroda, moguće je monitorirati više

pojedinačnih odvoda EKG-a istodobno. Na zaslonu monitora prikazuje se frekvencija pulsa i krivulja EKG-a, a frekvencija pulsa je praćena zvučnim signalom kojemu se glasnoća može povećati, smanjiti ili isključiti. Isto tako je moguće podesiti gornju i donju granicu alarma.

MONITORING ARTERIJSKOG TLAKA

Arterijski tlak je sila kojom krv pri protoku tlači zid arterija. Sistolički tlak je najviši tlak koji nastaje za vrijeme kontrakcije lijeve klijetke tj. za vrijeme sistole. Normalno iznosi približno 16 kPa (120 mmHg). Dijastolički tlak je najniži tlak koji nastaje za vrijeme relaksacije lijeve klijetke tj. za vrijeme dijastole. Normalno iznosi približno 10.7 kPa (80 mmHg). Srednji arterijski tlak normalno iznosi 92-96 mmHg.

Arterijski se tlak može mjeriti neinvazivno i invazivno.

NEINVAZIVNO MJERENJE ARTERIJSKOG TLAKA

Indirektnu metodu za mjerenje arterijskog tlaka uveo je Scipione Riva-Rocci još 1896.god. Korotkoff je 1905.god. opisao auskultacijsku metodu za mjerenje krvnog tlaka koja se i danas koristi.

Metode neinvazivnog mjerenja arterijskog tlaka jesu palpacijska i auskultacijska.

Palpacijski način mjerenja tlaka temelji se na primjeni napuhujuće manžete (orukvice) s manometrom uz određivanje sistoličkog tlaka palpacijom distalnih arterijskih pulzacija. Palpacijska metoda je jednostavna, ali daje samo orijentacijske vrijednosti sistoličkog tlaka, za oko 10 mmHg niže od stvarnih. Na ovaj način nije moguće odrediti dijastolički tlak.

Auskultacijska metoda (Riva-Rocci) je najkorištenija metoda neinvazivnog mjerenja tlaka, a zasniva se na uporabi tlakomjera i stetoskopa. Manžeta za napuhivanje postavlja se na nadlakticu tako da njen donji kraj doseže na dva do tri centimetra iznad kubitalne jame. Stetoskop se obično stavi preko kubitalne jame na mjestu gdje su se prethodno palpirale arterijske pulzacije, a zatim se napuše manžeta 30 mmHg iznad tlaka na kojem su nestali svi zvučni fenomeni. Postupno se ispuhuje manžeta osluškujući stetoskopom pojavu tzv. Korotkoffljevih šumova. Tlak na kojem se javljaju prvi, tihi šumovi jest sistolički tlak, dok je dijastolički tlak praćen odsutnošću svih auskultacijskih šumova.

Oscilometrijska metoda se primjenjuje u većini današnjih monitora s funkcijom automatskog mjerenja tlaka. Mjere se oscilacije uzrokovane arterijskim pulsom ispod napuhane manžete. Koristeći princip osciloskopa, aparat automatski (svakih 1, 2.5, 3, 5, 10, 15, 30, 60 minuta, ovisno o programiranju) napuhuje i ispuhuje manžetu i mjeri sistolički, dijastolički i srednji arterijski tlak i na zaslonu monitora upisuje vrijeme i izmjerene vrijednosti. Ova metoda je jedina od neinvazivnih koja omogućuje određivanje srednjeg arterijskog tlaka. Srednji arterijski tlak je najbolji pokazatelj perfuzije svih organskih sustava osim miokarda, gdje je to dijastolički tlak.

Kada mjerimo arterijski krvni tlak neinvazivnom metodom, ručno ili automatski, mogu nam izbjeći neočekivane i kratke promjene, jer je interval između dvaju mjerenja predug, čak ako traje samo tri minute.

Čimbenici koji mogu utjecati na točnost mjerenja:

- Greške u mjerenju tlaka su moguće zbog uporabe neodgovarajuće manžete. Smatra se da dužina manžete mora biti za 25-50 % veće od opsega ekstremiteta na mjestu mjerenja.

- Širina manžete je još značajnija jer je preuska manžeta uzrok greške u mjerenju sistoličkog tlaka. Preuska manžeta daje više vrijednosti, a preširoka, niže vrijednosti arterijskog krvnog tlaka. Manžeta treba pokriti 2/3 nadlaktice.

Tablica 3. Preporučene širine manžete tlakomjera obzirom na uzrast

PREPORUČENE ŠIRINE MANŽETE	
<i>Nedonoščad</i>	5 cm
Dijete	5-7 cm
Odrasli	14-15 cm
Gojazni odrasli	20 cm
Mjerenje na natkoljenici	20-25 cm

- Neodgovarajuća brzina otpuštanja tlaka manžete može također bitno umanjiti vjerodostojnost mjerenja. Poželjna brzina je 2-3 mmHg/s.
- Isto tako je važno da se ruka nalazi u visini srca. Ako je ruka postavljena iznad nivoa srca, dobiva se vrijednost tlaka koja je niža od prave vrijednosti i obrnuto, ako je ispod nivoa srca, dobivena vrijednost je veća od prave vrijednosti krvnog tlaka.

Pri korištenju svih metoda mjerenje tlaka s primjenom manžeta poteban je oprez jer prečesto napuhavanje može prouzročiti oštećenje živca ili ekstravazaciju intravenskih tekućina.

INVAZIVNO MJERENJE ARTERIJSKOG TLAKA

Invazivno mjerenje arterijskog tlaka osigurava kontinuirani nadzor u stvarnom vremenu, preciznost te izbjegavanje grešaka neizravnog mjerenja tlaka. Najčešće indikacije za direktno mjerenje tlaka su:

- stanja kada je potrebno stalno mjeriti promjene arterijskog tlaka (značajno krvarenje, traume, sepsa)
- opsežni i dugotrajni kirurški zahvati
- kod uporabe vazoaktivnih lijekova brzog učinka (iv. vazodilatatori, inotropi)
- stanje nakon srčanog zastoja i oživljavanja
- kod čestih uzimanja uzoraka arterijske krvi.

Dva su temeljna preduvjeta invazivnog mjerenja tlaka: kaniliranje jedne od arterija i odgovarajući sustav za pretvaranje mehaničkog signala u elektronički impuls.

Mjesto pristupa arterijskom sustavu može biti na ruci (a. radialis, a. brahialis, a. aksilaris) ili na nozi (a. dorsalis pedis, a. tibialis posterir i a. femoralis). Važno je da odabrana arterija ima dobru kolateralnu opskrbu. Za potrebe invazivnog monitoringa najčešće se koristi arterija radialis zbog zadovoljavajuće kolateralne opskrbe šake i anatomskeg položaja koji olakšava kanilaciju i održavanje higijene.



Slika 15. Mjesto pristupa arterijskom sustavu - a. radijalis

Sustav za pretvaranje tlaka krvi u impuls ima svoj mehanički i elektronički dio koji su međusobno spojeni tlačnim pretvaračem (komoricom). Tlačni pretvarač pretvara promjene tlaka u električni signal. Električni signal se pojačava i prikazuje pomoću numeričkih vrijednosti tlaka i valnog oblika tlaka. Sustav je ispunjen sterilnom fiziološkom otopinom sa dodatkom heparina (1-2 ij/ml) koja pod tlakom kontinuirano ispiru kanilu. Ako je tlak u stlačivoj vrećici 300 mmHg, ispiranje će biti oko 3 ml/h. Od izuzetne važnosti je da u sustavu nema zaostalih mjehurića zraka.

Za točnost mjerenja vrlo je važan položaj tlačnog pretvarača koji mora biti u visini sredine desne pretklijetke. Najčešće se određuje kao točka koja odgovara 60 %-tnoj udaljenosti od leđa do prsne kosti bolesnika u položaju ravno ležeći na leđima. Odstupanje položaja pretvarača od navedene točke pridonosi netočnom mjerenju. Ako je postavljen iznad, izmjerene vrijednosti će biti manje, a ako je postavljen niže, vrijednosti će biti više. Pogreška će iznositi 7.5 mmHg za svakih 10 cm nepodudarnosti.

Nakon pažljivog ispunjavanja sustava tekućinom i postavljanja tlačnog pretvarača u visinu sredine desne pretklijetke (po nekim autorima srednja aksilarna linija), izlazni kabel pretvarača spoji se s kabelom monitora te se obavi kalibriranje (tzv. «nulovanje»). Tim se postupkom izjednačava tlak tekućine u pretvaraču s atmosferskim i poništava hidrostatski tlak tekućine u cijevima. Izvodi se tako da se skretnica na pretvaraču okrene u položaj koji zatvara protok prema bolesniku, a istodobno u potpunosti otvara pretvarač utjecaju atmosferskog tlaka.

Nakon spajanja sustava s arterijskom kanilom, stupac fiziološke otopine u cijevi prema pretvaraču pulsira zajedno s arterijskim pulsacijama, te se pretvaraju u električni signal. Na zaslonu se dobivaju brojčane vrijednosti sistoličkoga, dijastoličkoga i srednjeg arterijskog tlaka te krivulja tlaka.

Najčešće komplikacije kanilacije arterija su:

- začepljenje arterije s posljedičnom ishemijom odgovarajućeg dijela tijela
- infekcija na mjestu uboda
- krvarenje na mjestu uboda i stvaranje hematoma
- diskonekcija zatvorenog sustava i iskrvarenje
- krivo mjesto primjene lijekova koji oštećuju arterije (zamjena za iv.liniju)
- povreda n.medijanusa pri punkciji a.brahialis.

Postavljanjem senzora pulsno oksimetra na prst uda s kaniliranom arterijom može se vrlo rano otkriti poremećaj protoka krvi.

Intervencije kod uvođenja arterijske kanile/katetera:

- priprema prostora (osigurati aseptične uvjete, pripremiti monitor s modulom za invazivno mjerenje tlaka)
- priprema bolesnika (psihička-ovisno o stanju svijesti bolesnika objašnjavanje postupka i postizanje bolesnikovog povjerenja; fizička-kupanje bolesnika, promjena posteljnog rublja, pravilan položaj bolesnika-na leđima)
- priprema pribora (sterilni zaštitni ogrtač dugih rukava, sterilne rukavice, kape, maske, sterilne komprese, sterilni tupferi, otopine za dezinfekciju mjesta uboda-klorheksidin-glukonat pjenušavi i alkoholni klorheksidin-glukonat, lokalni anestetik, hvataljka po Peanu, štrcaljke od 2 i 5 ml i iglice, arterijska kanila, prozirna folija za fiksaciju kanile, 500 ml fiziološke otopine u stlačnoj vrećici s dodatkom heparina 500-1000 i.j., sustav cijevi za ispiranje ispunjen sterilnom fiziološkom otopinom sa dodatkom heparina, pretvarač s izlaznim kabelom, manžeta s manometrom, bubrežasta zdjelica)



Slika 16. Pribor potreban pri uvođenju arterijske kanile/katetera

- brinuti da sustav za mjerenje bude dobro postavljen i priključen, a da pretvarač bude u razini srednje aksilarne linije
- znati prepoznati normalne arterijske valove, patološke promjene i otkloniti eventualne tehničke pogreške
- pravilno uzimati uzorke krvi iz arterijskog katetera
- dokumentirati vrijednosti arterijskog tlaka
- prepoznati komplikacije



Slika 17. Inzazivno mjerenje arterijskog tlaka

MONITORING SREDIŠNJEGA VENSKOG TLAKA

Središnji venski tlak je tlak krvi na spoju gornje šuplje vene i desne pretklijetke, a predstavlja tlak punjenja desnog srca. Najvažnija mu je uporaba u procjeni cirkulacijskog volumena, a temeljni preduvjet mjerenja kaniliranje jedne od velikih vena sustavnog krvotoka i uvođenje katetera u gornju šuplju venu. Najčešće indikacije za postavljanje središnjeg venskog katetera su:

- procjena intravaskularnog volumena
- brza infuzija tekućina prigodom opsežnih povreda s velikim gubitkom krvi, opsežnih kirurških zahvata
- primjena vazoaktivnih lijekova, parenteralna prehrana, dugotrajno davanje antibiotika, kemoterapije
- nezadovoljavajući pristup perifernim venama
- aspiracija mjehurića zraka prigodom zračne embolije.

Najčešće se kanilira unutarnja jugularna vena, vena subklavija, vanjska jugularna vena te vena femoralis. Vena femoralis se izbjegava zbog češćeg tromboziranja. Prije se smatralo da je infekcija katetera postavljenog u venu femoralis češća nego kada je postavljen u v.subklaviju ili v.jugularis, no prema novijim saznanjima rizik infekcije je jednak.

Središnji venski tlak (SVT) može se mjeriti pomoću vodenog stupca u sustavu cijevi ili pomoću tlačnog pretvarača. Mjerenjem pomoću tlačnog pretvarača, osim numeričke vrijednosti SVT-a, dobiva se krivulja karakteristična oblika koja je u uskoj korelaciji s elektrokardiogramom.

Sustav cijevi za mjerenje SVT-a pomoću vodenog stupca ispunjen je tekućinom (najčešće sterilna fiziološka otopina), a cijevi su spojene skretnicom. Jedna od cijevi je uložena u okomito postavljenu centimetarsku skalu s nulom u visini srednje aksilarne linije, druga cijev je spojena na venski kateter, a treća na bocu infuzijske tekućine. Prigodom mjerenja, otvor skretnice omogućuje direktan spoj cijevi spojene na venski kateter i cijevi u skali koja je na distalnom kraju otvorena djelovanju atmosferskog tlaka. Zbog toga dolazi do spuštavanja razine

tekućine do izjednačavanja s tlakom desne pretklijetke te se visina stupca tekućine očitava kao središnji venski tlak.

Mjeren sustavom cijevi ispunjenih fiziološkom otopinom iznosi normalno 0-12 cm vode, ili 0-9 mmHg ako se mjeri tlačnim pretvaračem. Pri spontanom disanju SVT oscilira pa je manji pri udahu i veći pri izdahu. U kontroliranom disanju, osobito kod umjetnog disanja s pozitivnim tlakom na kraju ekspirija (PEEP), SVT je povišen. Zbog toga je kod mjerenja SVT-a kod bolesnika na mehaničkoj ventilaciji, bolesnika potrebno nakratko odvojiti od respiratora.

Prigodom uvođenja središnjeg venskog katetera može doći do komplikacija:

- punkcija arterije i stvaranje hematoma
- pneumotoraks i hidrotoraks
- oštećenja živaca (brahijalnog pleksusa)
- poremećaji srčanog ritma i provođenja
- tamponada srca
- infekcije
- okluzija (začepljenje) katetera.

Upravo zbog svega ovoga mora se napraviti rentgenska snimka prsnog koša bar dva sata nakon punkcije kako se ne bi previdile navedene komplikacije, naročito pneumotoraks.

MONITORING PLUĆNOG ARTERIJSKOG TLAKA

Kateterizacijom plućne arterije omogućeno je istodobno i izravno mjerenje niza hemodinamskih parametara:

- sistolički, dijastolički i srednji plućni tlak, koji odražavaju funkciju desne klijetke i plućni vaskularni otpor
- okluzivni tlak plućne arterije (PAOP ili PCWP) koji je pokazatelj tlaka punjenja lijeve klijetke
- središnji venski tlak
- minutni volumen srca
- temperatura cirkulirajuće krvi
- plinske analize miješane venske krvi (SvO₂).

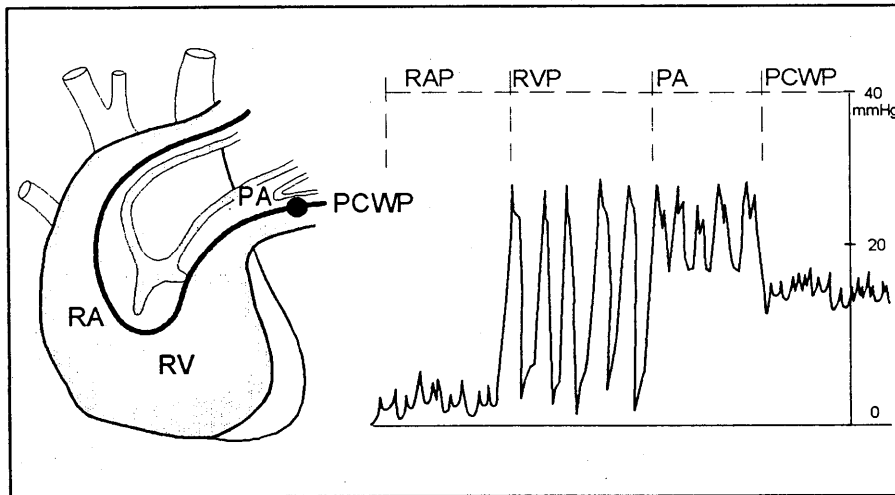
Time je omogućen potpuniji uvid u stanje krvožilnog sustava.

Indikacije za postavljanje plućnog arterijskog katetera:

- procjena volumnog statusa tijekom liječenja šoka
- kardiokirurške operacije i operacije na velikim krvnim žilama (aorta)
- politrauma
- velike opekline
- plućna hipertenzija
- plućna embolija
- akutni infarkt miokarda s kardiogenim šokom
- procjena učinka inotropnih i vazoaktivnih lijekova
- procjena funkcije desnog i lijevog srca
- sepsa.

Plućni arterijski kateter (Swan-Ganz) je višelumenski kateter debljine 7-8 Frencha i 110 cm duljine. Broj lumena varira od dva do pet. Distalni lumen završava na vrhu katetera, a neposredno iza njega nalazi se lateks-balon volumena 1.5 ml koji se napuhuje zrakom.

Funkcija balončića je da olakša usmjeravanje katetera protokom krvi, smanji učestalost srčanih aritmija te okludira protok plućnom arterijom tijekom mjerenja okluzivnog tlaka plućne arterije. Proksimalni lumen završava 30 cm proksimalnije od vrha katetera i nakon uvođenja njegov se kraj nalazi blizu desne pretkljetke te je pogodan za mjerenje središnjeg venskog tlaka. Obvezatni dio Swan-Ganz katetera je i temperaturna sonda koja se nalazi 3.5-4.0 cm proksimalno od vrha katetera, a rabi se prilikom određivanja minutnog volumena srca termodilucijskom metodom.¹⁵



Slika 17. Smještaj Swan-Ganz katetera u plućnoj arteriji i valni oblici tlaka dobiveni za vrijeme uvođenja plućnog katetera

Plućni arterijski kateter uvodi se u srce kanilacijom jedne od središnjih vena, najčešće desne vene jugularis interne. Kateter se ispunjava hepariniziranom fiziološkom otopinom, a na distalni lumen se spaja sustav sa nulovanim tlačnim pretvaračem. Na taj način je omogućeno praćenje na ekranu promjena tlačne krivulje pri napredovanju katetera. Za potvrdu dobrog položaja vrha katetera bitno je nestajanje krivulje tlaka u plućnoj arteriji (PAP) s napuhivanjem i vraćanje s ispuhivanjem balona. Poželjno je nakon uvođenja katetera učiniti standardnu RTG snimku prsnog koša u dvije projekcije kako bi se utvrdio položaj vrha te isključila neka od mogućih komplikacija, međutim danas se najčešće koristi anteriorno-posteriorna snimka.

Uvođenje i korištenje plućnog katetera povezano je s velikom učestalošću komplikacija. Uz komplikacije središnje venske kateterizacije pojavljuju se još neke specifične za PA kateterizaciju:

- aritmije (učestalost oko 40 %)
- tromboza plućne arterije
- plućna embolija i infarkt pluća
- puknuće plućne arterije
- sepsa - mogućnost nastanka je relativno velika te se preporuča rutinsko uklanjanje katetera nakon tri dana
- mehaničko oštećenje trikuspidalnog ili pulmonalnog zaliska
- pucanje balončića na kateteru
- formiranje čvora prigodom uvođenja katetera što je životno opasna komplikacija, a nastaje kada se kateter prekomjerno uvuče tijekom plasiranja u plućnu arteriju.

Zbog toga se preporučuje prilikom uvođenja katetera imati pri ruci reanimacijske lijekove i opremu s defibrilatorom.

MJERENJE MINUTNOG VOLUMENA SRCA

Minutni volumen srca je volumen krvi koju srce izbacilo u jednoj minuti, a predstavlja umnožak udarnog volumena i srčane frekvencije. Određivanje minutnog volumena srca je indicirano pri potrebi procjene srčane funkcije u stanjima niskog ili visokog minutnog volumena (nakon infarkta miokarda ili u sepsi) te kod procjene učinka medikamenata na minutni volumen (davanje koloida ili inotropne terapije).

TERMODILUCIJSKA METODA

Postoji više načina mjerenja minutnog volumena (CO), ali je uvođenjem Swan-Ganz katetera s temperaturnom sondom, termodilucijska metoda postala najraširenija. Ona se temelji na injiciranju određenog volumena hladne tekućine (0-5°C) kroz proksimalni lumen u desnu pretkljetku. Iz pretkljetke krv kroz desnu klijetku ulazi u plućnu arteriju gdje temperaturna sonda s vrha katetera bilježi pad temperature krvi.

Termodilucijska metoda je vrlo jednostavna, sigurna i može se ponoviti više puta u kratkom vremenu. Kao tekućina za injiciranje (injektat) najčešće se rabe fiziološka otopina i otopina glukoze (5 %), volumena najčešće 10 ml. Injektat treba davati brzo kako se ne bi grijao u rukama, a poželjna brzina injiciranja je 2.5-5ml/s, iako ponekad brzo injiciranje injektata može prouzročiti srčane aritmije i bradikardiju. Poželjno je učiniti nekoliko mjerenja jer se tako povećava sigurnost rezultata, a injektat bi uvijek trebalo davati u istoj fazi respiracijskog ciklusa (kraj ekspirija).

Istodobno ne smije teći hladna infuzija ili transfuzija krvi. Isto tako, istodobno brzo davanje infuzijskih otopina kroz periferne venske putove može smanjiti i vrijednost očitanoг minutnog volumena za 20%-80%.

PiCCO uređaj

PiCCO je metoda kontinuiranog mjerenja minutnog volumena srca koja se temelji na analizi krivulje arterijskog tlaka i spoznaji da je površina ispod sistoličkog dijela krivulje proporcionalna udarnom volumenu. Uvjet za primjenu metode je pristup središnjem venskom krvotoku i postavljanje arterijskog termodilucijskog katetera.

Indikacije za primjenu PiCCO hemodinamskog monitoringa:

- šokna stanja
- ARDS
- akutna srčana insuficijencija / plućna hipertenzija
- veliki operativni zahvati
- politrauma
- opekline
- transplantacijska kirurgija.

Nakon uvođenja središnjeg venskog katetera, arterijskog katetera, spajanja PiCCO monitora i oba katetera, (središnjeg venskog katetera preko termodilucijskog priključka i arterijskog katetera preko tlačnog pretvarača), na monitoru se prikazuje krivulja arterijskog tlaka te se kontinuirano mjeri:

- arterijski tlak (AP)
- srčana akcija (HR)

- minutni volumen srca (CO)
- udarni volumen (SV)
- temperatura arterijske krvi

Početak mjerenja predstavlja izračunavanje minutnog volumena srca termodilucijskom metodom (ubrizgavanjem hladnog injeckata, poznate temperature i volumena, kroz središnji venski kateter i bilježenja promjene temperature arterijske krvi). Prije izvođenja termodilucijskog mjerenja potrebno je prekinuti davanje bilo kakve terapije kroz oba lumena središnjeg venskog katetera.

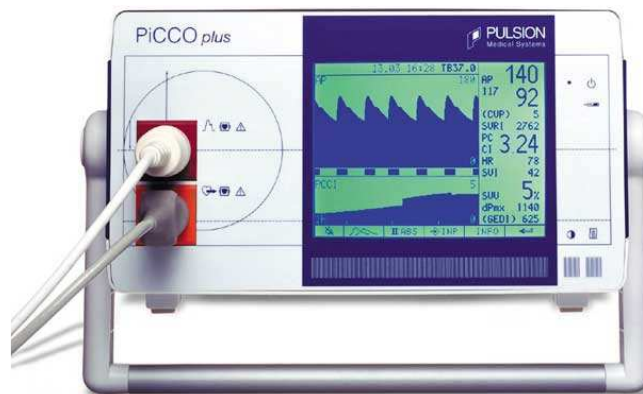
PiCCO je metoda kontinuiranog praćenja hemodinamskih parametara pristupom koji je manje invazivan od korištenja termodilucijskog plućnog katetera (Swan-Ganz). Osim toga pruža mogućnost mjerenja dodatnih parametara koji su od izuzetne važnosti u liječenju poremećaja srčane i plućne funkcije.

To su:

- ukupni volumen srca na kraju dijastole (GEDV)
- volumen krvi u prsnom košu (ITBV)
- volumen ekstravaskularne tekućine u plućima (EVLW).

Temeljem navedenih parametara može se izračunati:

- sustavni vaskularni otpor (SVR)
- indeks srčane funkcije (CFI).



Slika 18. PiCCO uređaj

MONITORING ŽIVČANIH FUNKCIJA STANJE SVIJESTI

Neurološki monitoring u području rada sestre podrazumijeva:

- kontrolu stanja svijesti (razine budnosti)
- kontrolu zjenica (veličina, oblik)
- kontrolu reakcije zjenica na svjetlo.

Svijest je najviši stupanj psihičkog života, cjelokupan i cjelovit doživljaj svih psihičkih zbivanja pojedinca u određenom trenutku. Čovjek pri punoj svijesti doživljava cjelovitost vlastite ličnosti, svoju okolinu, vremenski i prostorno je orijentiran, na postavljena pitanja odgovara suvislo, adekvatno reagira na podražaje i poticaje.

Bolesnici u jedinici intenzivnog liječenja (kirurški, a posebno neurokirurški) su često promijenjene svijesti. Medicinska djelatnik mora prepoznati poremećaj svijesti. Procjenjujući stanje svijesti prema razini budnosti bolesnika, razlikujemo somnolenciju, sopor, semikomu i komu. Procjenjujući stanje svijesti s obzirom na kvalitativnu prisutnost doživljaja, najčešće susrećemo smetenost i delirij.

Za procjenu stanja svijesti najčešće se koristi bodovni skor Glasgow koma skale. Glasgow koma skala (GCS) je prvi put upotrijebljena za procjenu stanja svijesti na Sveučilištu u Glasgowu (autori su Jannett i Teasdale), 1974. godine. Skala je podijeljena na tri dijela usmjerena na: otvaranje očiju, najbolji verbalni i najbolji motorni odgovor. Teoretski raspon bodova na GCS iznosi 3-15 pri čemu veći broj bodova upućuje na višu razinu svijesti. Otvaranje očiju se ne procjenjuje u bolesnika s edemom oko očiju ili edemom očnih kapaka. Najbolja verbalna reakcija ne ocjenjuje se ako bolesnik ima tubus ili traheostomu. Kod bodovanja najboljeg motornog odgovora uvijek se promatra reakcija oba ekstremiteta, a bilježi se ona bolja.

Tablica 4. Glasgow koma ljestvica (skala)

REAKCIJA	OPIS
Otvaranje očiju	4 spontano
	3 na govor
	2 na bolni podražaj
	1 ne otvara oči
Najbolja verbalna reakcija	5 orijentiran
	4 smeten
	3 neprikladno, nesuvislo
	2 nerazumljivo
	1 ne odgovara
Najbolja motorna reakcija	6 izvršava naloge
	5 lokalizira bol
	4 fleksija na bolni podražaj
	3 abnormalna fleksija na bol
	2 ekstenzija na bolni podražaj
	1 ne reagira

Normalne zjenice su jednako velike, u srednjem položaju, okrugle i snažno reagiraju na direktno svjetlo. Normalna veličina je od 2-6 mm, a prosjek je 3.5 mm.

Intervencije:

- Stanje bolesnika u ranoj poslijeoperacijskoj fazi se kontrolira svakih 15 do 30 minuta, a nakon što se stanje stabilizira svakih 2 do 4 sata.
- Od iznimne je važnosti što prije uočiti bilo kakve promjene u stanju svijesti bolesnika, promjeni veličine zjenica ili reakciji zjenica na svjetlo i o tome obavijestiti ostale članove tima. Takve promjene mogu značiti ozbiljno pogoršanje bolesnikovog stanja.

MONITORING INTRAKRANIJSKOG TLAKA

Sadržaj koštanog dijela glave jesu mozak, krv i likvor. Nijedan od njih se ne može stiskanjem volumski smanjiti. Porast volumena samo jednog od njih povećava intrakranijski tlak. Normalna vrijednost intrakranijskog tlaka (IKT) je od 10-15 mmHg.¹⁹ Intrakranijski tlak poraste kod kašlja i pri napinjanju, u Trendelenburgovu položaju, za vrijeme toaleta dišnih putova, kod porasta CO₂. Kad se kompenzacijski prostor u glavi iscrpi, IKT počinje naglo rasti i može rasti toliko daleko da ugrozi prokrvljenost mozga tj. prehranu mozga u cjelosti ili samo u nekim njegovim dijelovima. Umjereno do veće povećanje IKT (>30 mmHg) kompromitira perfuzijski tlak mozga i protok krvi. Intrakranijska hipertenzija se definira kao IKT veći od 20 mmHg.¹⁹ Klinički se povišeni IKT očituje tipičnim brojem znakova: glavobolja, mučnina, povraćanje, ukočenje šije i poremećaj svijesti.

Indikacije za mjerenje IKT-a:

1. Ozljeda glave
 - Glasgow coma score (GSC) < 8 uz promjene CT-a
 - GSC < 8 uz normalan CT, ako su pozitivna dva od sljedećih parametara:
 - starost preko 40 godina
 - hipotenzija
 - decerebrirajući položaj
 - GSC > 8, ako je:
 - potrebna opća anestezija zbog drugih ozljeda
 - potrebna intervencija koja može povećati IKT, npr. primjena PEEP-a.
2. Sva druga stanja praćena povišenim IKT-om (tumori, krvarenja).

Postoji više načina mjerenja IKT:

Intraventrikulski kateter omogućava mjerenje intrakranijskog tlaka i ispuštanje likvora. Također daje i podatak o komplijansi (rastezljivosti, elastičnosti) intrakranijskog prostora koja se izračunava iz promjene IKT-a nakon davanja malih volumena fiziološke otopine. Porast IKT-a veći od 2 mmHg za svaki mililitar tekućine dodan sustavu označava kompromitiranu intrakranijsku komplijansu. Nedostatak intraventrikulskog katetera uključuje rizik od infekcije, koji je veći nego kod drugih metoda mjerenja IKT-a.

Subarahnoidalni vijak je čelični vijak koji se navije u otvor u lubanji i spoji preko stupca tekućine s tlačnim pretvaračem ili s manometrom na principu stupca tekućine. Nulta točka je

u razini uha. Nedostatak ove metode je što je vrh vijka smješten ekstraduralno pa je ispuštanje likvora nemoguće. Prednost je što se lako postavlja, točno mjeri i mali je rizik od infekcije.

Subduralni ili epiduralni kateter ili senzor je maleni tlačni pretvarač koji kontinuirano mjeri IKT. Od svih metoda mjerenja IKT-a ova je najmanje invazivna te je mogućnost infekcije mala. Kao i kod subarahnoidalnog vijka nemoguće je ispuštanje likvora i izračunavanje komplikacije.

Fiberoptički senzor može biti postavljen u subduralni ili subarahnoidalni prostor, u komore ili izravno u parenhim. Pogodan je jer ne zahtjeva prilagodbu visine pretvarača s promjenom bolesnikovog položaja.

ELEKTROENCEFALOGRAFIJA

Elektroencefalografija je metoda kojom se dobiva prikaz električne aktivnosti mozgovne kore. Elektroencefalografske krivulje se mogu ispisati na papir ili prikazati na ekranu monitora te se mogu vizualno analizirati, pri čemu se promatra izgled krivulje, pojavnost, amplituda, frekvencija i faze. Elektroencefalografija ima veliko značenje u otkrivanju ishemije mozga i upućuje na učinak sedativa i anestetika na mozgovne funkcije tijekom anestezije.

EVOCIRANI POTENCIJALI

Evocirani potencijali su mali električni signali koji nastaju u živčanim putovima nakon periodične, vanjske stimulacije. Evocirane potencijale dijelimo na:

Somatosenzorni evocirani potencijali (SSEP) na neinvazivan način mjere funkciju putova koji prenose somatske osjete između kožnih receptora i somatosenzornog korteksa. SSEP se izazivaju na velikim mješovitim živcima gornjih i donjih ekstremiteta: n.medianus, n.ulnaris, n.tibialis i n.peroneus. Snimanje i promatranje SSEP-a poglavito je korisno tijekom kirurškog zahvata na kralježnici ili pri ozljedi kralježnice.

Slušni evocirani potencijali (AEP) služe za neinvazivnu procjenu funkcijskog stanja slušnog živca i slušnih putova u mozgovnom deblu. Klinički se AEP najčešće primjenjuju u svrhu promatranja funkcije mozgovnog debla, te struktura slušnog puta. Osobitu vrijednost ima primjena AEP za procjenu stanja komatoznih bolesnika i u potvrđivanju smrti mozga.

Vidni evocirani potencijali služe za neinvazivnu procjenu stanja optičkih putova i vidnog korteksa. Izazivaju se bljeskajućom svjetlošću, a izazvani se odgovor snima nad vidnim korteksom (zatiljno).

Motorički evocirani potencijali (MEP) na neinvazivan način mjere funkciju središnjih motornih putova. Motorna se kora podražuje električnim ili magnetskim impulsima, a odgovor se mjeri na perifernim živcima.

MONITORING TJELESNE TEMPERATURE

Toplina se u tijelu neprekidno stvara mijenom tvari u stanicama tkiva i organa (unutarnja temperatura), a odaje se u okolinu na površini tijela (površinska temperatura). Unutarnja i površinska temperatura održavaju se u ravnoteži. Normalna temperatura u zdravog čovjeka, izmjerena na površini tijela, kreće se između 36 i 37°C (na sluznicama je 0.1-1.0°C viša).

Monitoring tjelesne temperature je standardni monitoring u jedinicama intenzivnog liječenja. Zbog inhibicije termoregulacije tijekom anestezije, gubitka topline tijekom operativnog zahvata i u uvjetima operacijskih dvorana, monitoring tjelesne temperature trebao bi biti standardan u anesteziji. Hipotermiji su osobito podložni stariji bolesnici, opečeni, novorođenčad i mala djeca te bolesnici s ozljedama kralježnične moždine. Zbog toga je osobito važno u ranom, a i kasnom poslijeoperacijskom tijeku nadzirati i evidentirati tjelesnu temperaturu bolesnika. Hipotermija može uzrokovati nepravilan ritam srca i kardiovaskularnu depresiju, povećava mogućnost aspiracije, hipoventilacije, hipoksemije, vazokonstrikcije i drhtanja poradi pothlađenosti. Porast tjelesne temperature iznad gornje granice normale - vrućica, nespecifična je reakcija organizma na štetne fizikalne i kemijske agense te je najčešće jedan od prvih znakova upale.

Tjelesnu temperaturu je moguće mjeriti:

- kliničkim termometrom ispunjenim živom
- dvotemperaturnom sondom koja je sastavni dio monitora
- termistorskom sondom koja je sastavni dio plućnog arterijskog katetera (Swan-Ganz) s funkcijom određivanja minutnog volumena srca.
 - Ako mjerimo temperaturu između dva nabora kože (u pazuhu ili preponi), potrebno je da koža bude suha jer ćemo u slučaju vlažne kože dobiti netočno mjerenje.
 - Ukoliko se koristi živin toplomjer, potrebno je nakon upotrebe oprati, osušiti, dezinficirati alkoholnim dezinficijensom i spremiti suho.

MONITORING BUBREŽNE FUNKCIJE

Promatranje funkcije bubrega je od velikog značenja. Smanjeno izlučivanje mokraće može biti uzrokovano premalim obujmom krvi u krvnom optoku, premalom perfuzijom bubrega ili akutnim oštećenjem bubrega. Normalna diureza je 0.5-1 ml/kg/sat. Diureza manja od 0.5 ml/kg/sat alarmantni je znak zbog mogućnosti akutnog zatajenja bubrega. Postavljanjem urinskog katetera i vrećice za sakupljane urina, koja je graduirana, pratimo diurezu. Uz ovaj monitoring istovremeno se prati i laboratorijski, pri čemu se prate vrijednosti dušičnih spojeva i elektrolita.