

TIJEK ANESTEZIJE

MONITORING ANESTEZIRANOG
BOLESNIKA

Tatjana Šimurina

Nataša Kovač

Tijek anestezije

2

- Priprema za anesteziju
- Uvod u anesteziju
- Održavanje anestezije
- Izlazak iz anestezije
- Postoperativno praćenje

Stadiji dubine anestezije

3

- Prvi stadij – stadij uvoda ili analgezije
- Drugi stadij – stadij delirija
- Treći stadij – stadij kirurške anestezije
 - Prvi stupanj – površinska kirurška anestezija
 - Drugi stupanj – srednje duboka kirurška anestezija
 - Treći stupanj – duboka kirurška anestezija
 - Četvrti stupanj – vrlo duboka kirurška anestezija
- Četvrti stadij – stadij respiracijske paralize

Vođenje anestezije

4

- Anesteziolog:
 - bira anestetike i način vođenja anestezije
 - kontrolira dubinu anestezije
 - održava i odgovara za vitalne funkcije bolesnika
 - vodi medicinsku dokumentaciju tijekom anestezije i oporavka
- Dubina opće anestezije opisana je kliničkim znakovima kod eterske anestezije (Gudell 1920.) –
danas napušteno !!! osim pokreta očnih jabučica, stupnja mišićne relaksacije i promjene disanja
- Za ocjenu dubine anestezije služe:
 - ❖ znakovi vezani za autonomni sustav – porast krvnoga tlaka, pulsa, suženje ili dilatacija zjenica, znojenje i salivacija
 - ❖ BIS (*engl. bispectral index monitoring*)

Ciljevi nadzora tijekom anestezije

5

- Omogućiti primjerenu dubinu anestezije
- Pažljivo motrenje vitalnih funkcija uz automatske alarme upozorava na nepovoljna zbivanja i omogućava njihovo uočavanje te pravovremeno poduzimanje terapijskih i/ili dijagnostičkih postupaka
- Liječenje poremećaja fizioloških funkcija za vrijeme anestezije:
 - hipo/hipertermija
 - aritmije
 - ishemija organa
 - metabolički poremećaji
 - disfunkcija pluća
 - krvarenje

Motrenje tijekom anestezije

6

- Prema ASA (engl. *American Society of Anesthesiologists*) **osnovni** anesteziološki nadzor uključuje prisutnost anesteziologa te stalnu procjenu **oksigenacije, ventilacije i krvotoka**
- Motrenje obuhvaća:
 - bolesnika
 - anestezijski stroj
 - ventilator
- Medicinska dokumentacija tijekom anestezije:
 - Vitalni parametri (krvni tlak, puls, aritmije, SpO₂, diureza, tjelesna temperatura, CVT....)
 - Procjena volumnog gubitka i nadoknada
 - Anestetici, lijekovi, infuzije, krvni pripravci
 - Pozicioniranje na operacijskom stolu
 - Neželjeni događaji (otežana intubacija, laringospazam...)

Osnovni nadzor (engl. monitoring)

7

- Standardni nadzor u **općoj anesteziji**
 - Oksigenacija – analizator kisika i pulsna oksimetrija
 - Ventilacija – kapnografija, minutna ventilacija, MV
 - Procjena krvotoka – EKG, krvni tlak, procjena perfuzije
 - Tjelesna temperatura (ako je potrebno)
- Standardni nadzor **kod anestezijskog nadzora i regionalne anestezije**
 - Oksigenacija – pulsna oksimetrija
 - Ventilacija – frekvencija disanja
 - Krvotok – EKG, krvni tlak i procjena perfuzije
 - Tjelesna temperatura (ako je potrebno)
- Tijekom rutinske anestezije koristi se minimalno pet **alarma**:
 - alarm koncentracije O₂ u udahnutom zrak
 - alarm tlaka u dišnim putevima
 - oksimetrija
 - alarm za krvni tlak
 - alarm srčane frekvencije

Dodatni nadzor

8

- Invazivni nadzor artrijskog i venskog tlaka
- Nadzor neuromišićne blokade
- Nadzor središnjeg živčanog sustava



Primjer nadzora bolesnika koji obuhvaća:

EKG

invazivni nadzor arterijskog tlaka

tlak u plućnoj arteriji

neinvazivni nadzor arterijskog tlaka

pulsna oksimetrija

kapnografija

Oprema za motrenje

9

- Oprema za motrenje sa senzorima koji su nadopuna našim osjetilima
- Sensori omogućuju prevođenje fizioloških varijacija (temperatura, tlak, protok plinova) u električni signal
- Rutinski (osnovni) monitoring
- Invazivni monitoring (kod jasnih indikacija)
- Poboljšanje sigurnosti, smanjenje morbiditeta, mortaliteta i troška

Uređaji za rutinski monitoring

10

- Pulsni oksimetar
- Uređaj za neinvazivno mjerenje krvnog tlaka (pipanje pulsa, oscilometrijska metoda)
- Kapnograf (mjerenje CO₂ u izdahnutom zraku)
- Mjerenje tjelesne temperature elektronskim toplomjerom
 - nazofarinks
 - vanjski slušni kanal
 - srednji dio jednjaka
 - centralni krvotok
- Višekanalni EKG: srčani ritam i smetnje provođenja, ishemija miokarda
- Prekordijalni ili ezofagealni stetoskop
- Senzor za kisik (inspiracijska koncentracija O₂)

Invazivni monitoring

11

1. **Intraarterijsko mjerenje krvnog tlaka:**
 - male hemodinamske promjene mogu dovesti do ishemije organa
 - velike operacije s velikim i brzim hemodinamskim promjenama
2. **Centralni venski tlak** – pokazatelj cirkulirajućeg volumena krvi i punjenja desne klijetke (arterijska hipotenzija i povećan CVT ukazuju na srčano zatajenje)
3. **Tlak u plućnoj arteriji** (pulmonalni arterijski – PAP, tlak okluzije plućne arterije ili zabrtvljeni – PAOP, minutni volumen srca – CO, sustavni vaskularni otpor SVR, saturacija miješane venske krvi SvO₂ i u plućnoj arteriji)
4. Monitoring **minutnog volumena srca** (termodilucijski kateter u plućnoj arteriji) – liječenje intraoperacijske hipotenzije*

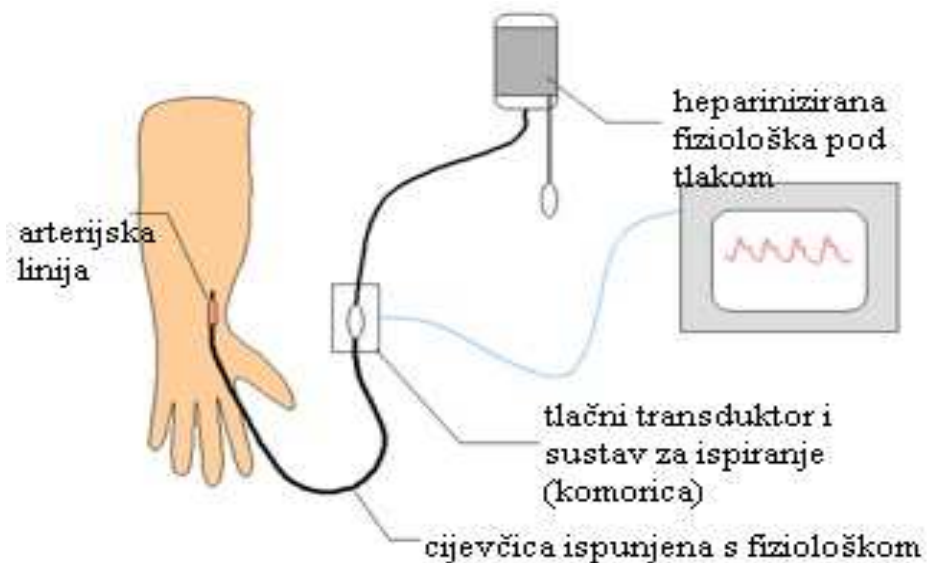
*Hipotenzija = smanjen MV ili sustavni vaskularni otpor

1. Intraarterijsko mjerenje krvnog tlaka

12

□ Indikacije

- učestale kontrole krvnog tlaka zbog inducirane hipertenzije ili hipotenzije
- cirkulacijski nestabilan bolesnik
- često uzorkovanje arterijske krvi
- nemogućnost upotrebe neinvazivnog mjerenja krvnog tlaka



Sustav za invazivno mjerenje arterijskog tlaka

Komplikacije kod invazivnog mjerenja krvnog tlaka

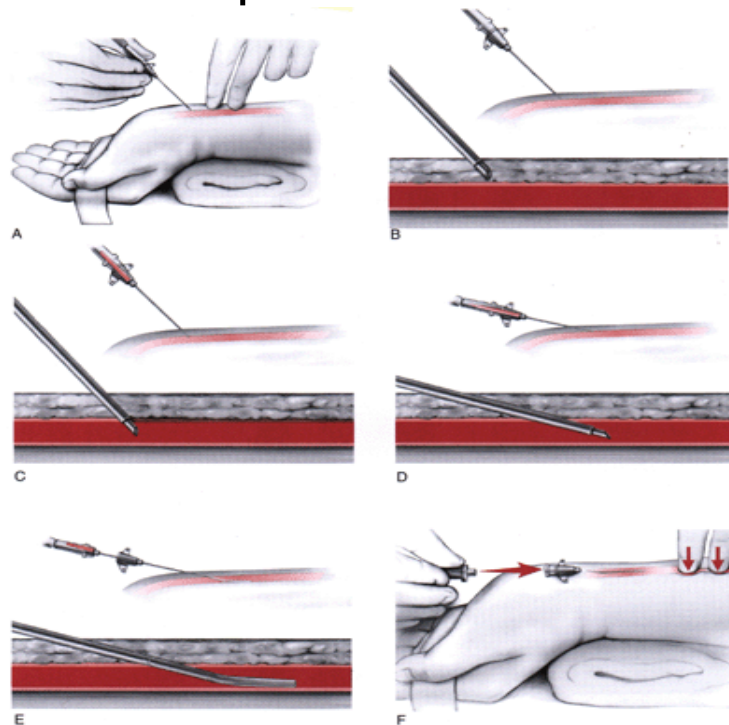
13

- Preprigušena (engl. *overdamped*) krivulja rezultirat će umjetnim mjerenjem niskog tlaka, a uzroci su:
 - arterijska obstrukcija
 - začepjeni kateter
 - začepjen sigurnosni ventil
 - mjehurić zraka
 - presavijena tlačna cjevčica
- Premalo prigušena (engl. *underdamped*) krivulja rezultirat će umjetnim mjerenjem visokog tlaka, a uzroci su:
 - nerigidni kateteri
 - preveliki odjek uzrokovan odbijanjem tlačnih valova
- Rijetke komplikacije uključuju:
 - arterijsku trombozu
 - ishemiju
 - infekciju
 - fistulu
 - nastanak aneurizme
- Ako se dogodi komplikacija na radijalnoj arteriji, ipsilateralna ulnarna arterija ne smije biti kanilirana!

Postupak postavljanja arterijske kanile u a. radialis

14

- Zapešće u hiperekstenziji, a ruka pričvršćena na podlozi uz aseptične uvjete na koži
- iglom se napreduje do ulaska u arteriju i uočavanja krvne struje
- kanila se gurne preko igle u krvnu žilu i spoji s transduktorskom cjevčicom, a može se koristiti i Seldingerova tehnika postavljanja kanile preko žice.



Modificiran Allenov test – procjena udjela radijalne i ulnarne arterije u krvnoj opskrbi ruke, ali rezultati mogu biti nepouzdana:

- pacijent čvrsto stisne šaku
- istovremeni pritisak na radijalnu i ularnu art.
- šaka problijedi
- nakon otvaranja dlana otpušta se ularna arterija
- boja se u šaku vrati u roku od 3 do 15 sekundi - cirkulacija je odgovarajuća

2. Središnji venski tlak i minutni volumen

15

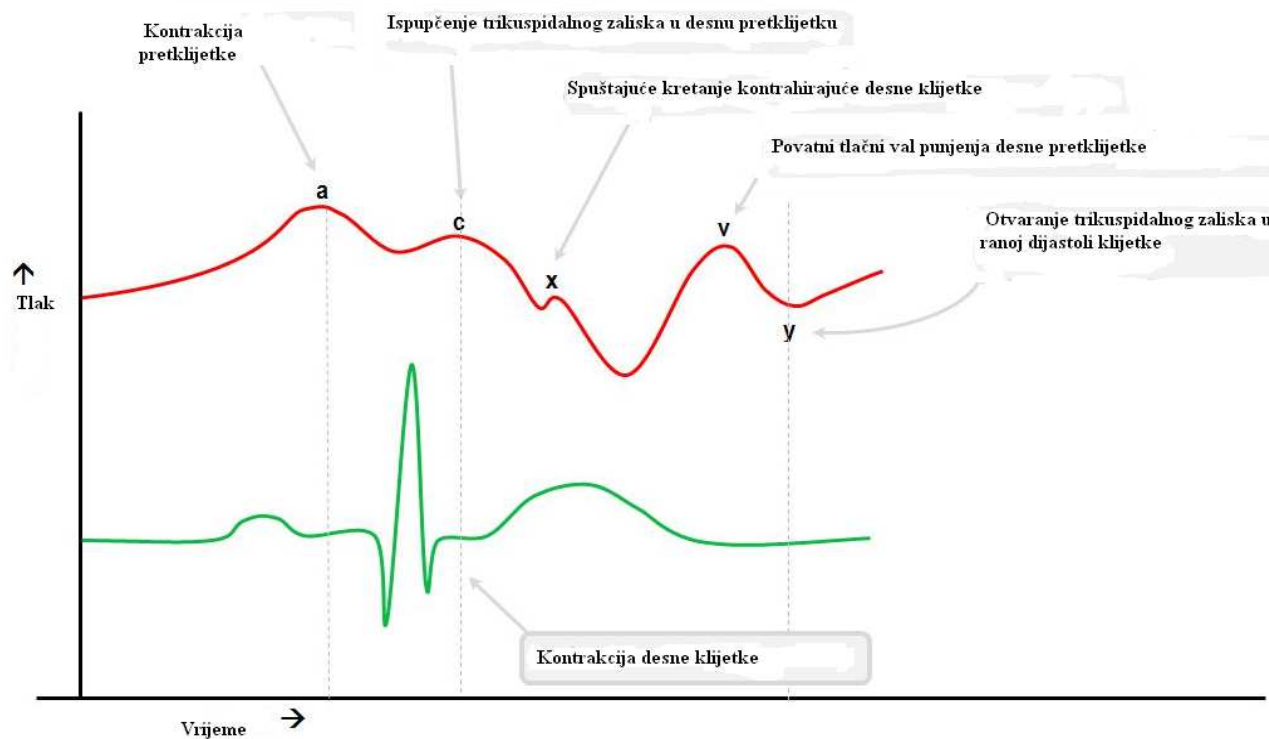
- SVT (engl. *CVP = central venous pressure*) mjeri se spajanjem unutaržilnog prostora na tlačni transdudktor korištenjem cijevi ispunjenih tekućinom
- Tlak se mjeri u nivou gornje šuplje vene ili desnog atrija
- Transdudktor je smješten u nivou koronarnog sinusa (srednja pazušna linija)

Indikacije

- mjerenje tlaka punjenja desnog srca za procjenu intravaskularnog volumena i funkcije desnog srca
- primjena lijekova putem središnjeg krvotoka
- intravenski pristup kod bolesnika sa slabim perifernim venama
- ubrizgavanje indikatora za određivanje minutnog volumena
- pristup za postavljanje plućnog arterijskog katetera (PAK)

Krivulja središnjeg venskog tlaka

16



Raspon vrijednosti SVT čita se između a i c krivulje na kraju izdaha kako bi se smanjio utjecaj disanja.
Normalne vrijednosti SVT su od 2 do 6 mmHg.

Tumačenje vrijednosti središnjeg venskog tlaka

17

Smanjenje SVT ukazuje na:

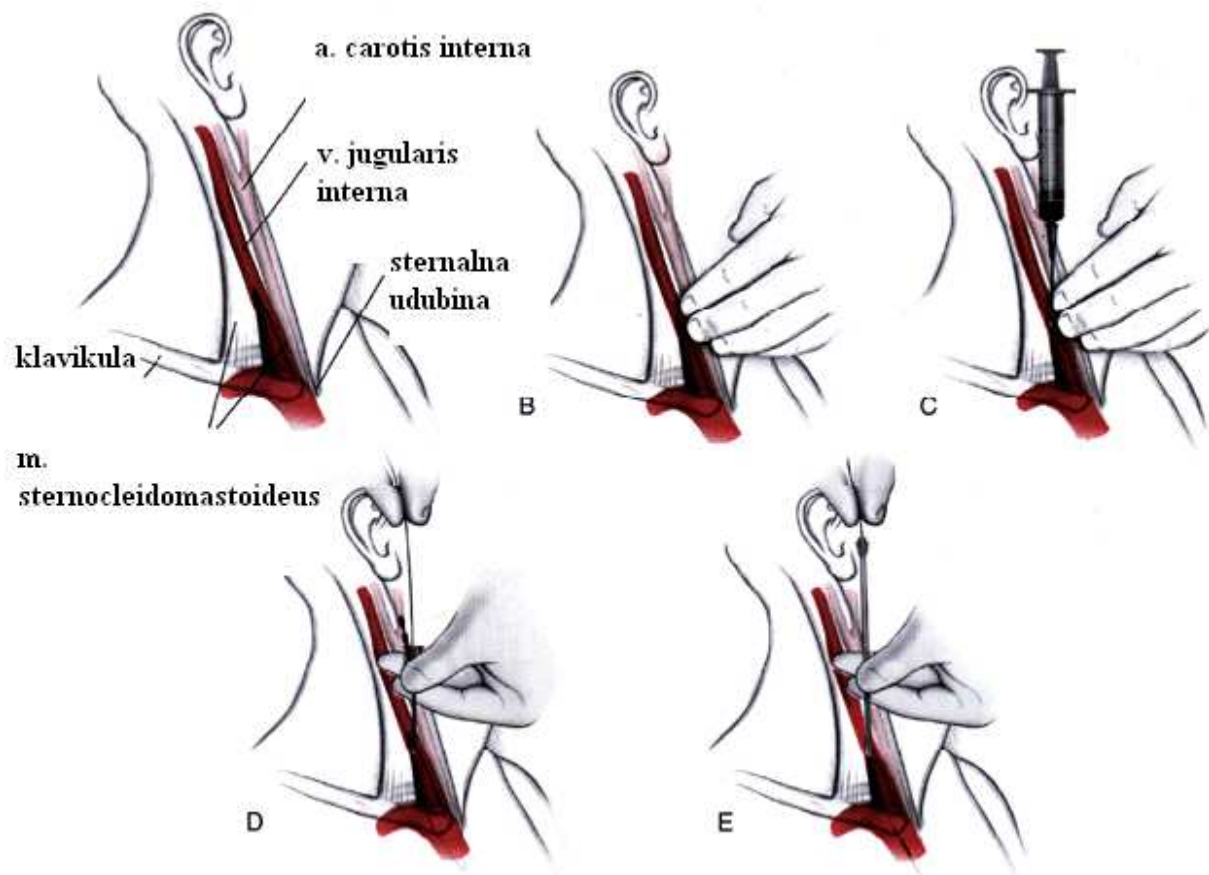
- ❑ povećani srčani rad (porast krvnog tlaka, a bez promjene sistemske vaskularne rezistencije)
- ❑ smanjeni venski priljev (krvni tlak pada)
- ❑ smanjeni intravaskularni volumen (krvni tlak pada)

Povećanje SVT ukazuje na:

- ❑ smanjenje srčanog rada (krvni tlak pada)
- ❑ povećani venski priljev (porast krvnog tlaka, a bez promjene sistemske vaskularne rezistencije)
- ❑ povećanje volumena (porast krvnog tlaka, a bez promjene sistemske vaskularne rezistencije)

Postavljanje središnjeg venskog katetera

18



A anatomske strukture

B pipanje i potiskivanje unutarnje karotidne arterije od jugularne vene

C punkcija unutarnje jugularne vene

D plasman sterilne žice kroz iglu

E plasman katetera preko žice u venu

Najčešća mjesta: unutrašnja jugularna vena (češće desna), potključna, vanjska jugularna, pazušna, cefalička i femoralna vena.

Postupak se najčešće izvodi Seldingerovom tehnikom preko žice i strogo u aseptičnim uvjetima.

Komplikacije središnjeg venskog katetera

19

- Disritmije (žica vodilica ili iritacija endokarda kod plućnog arterijskog katetera)
- Punkcija arterije može uzrokovati oštećenje krvne žile i krvarenje
- Pneumotoraks, hematotoraks, hilotoraks
- Tamponada perikarda
- Infekcija i zračna embolija

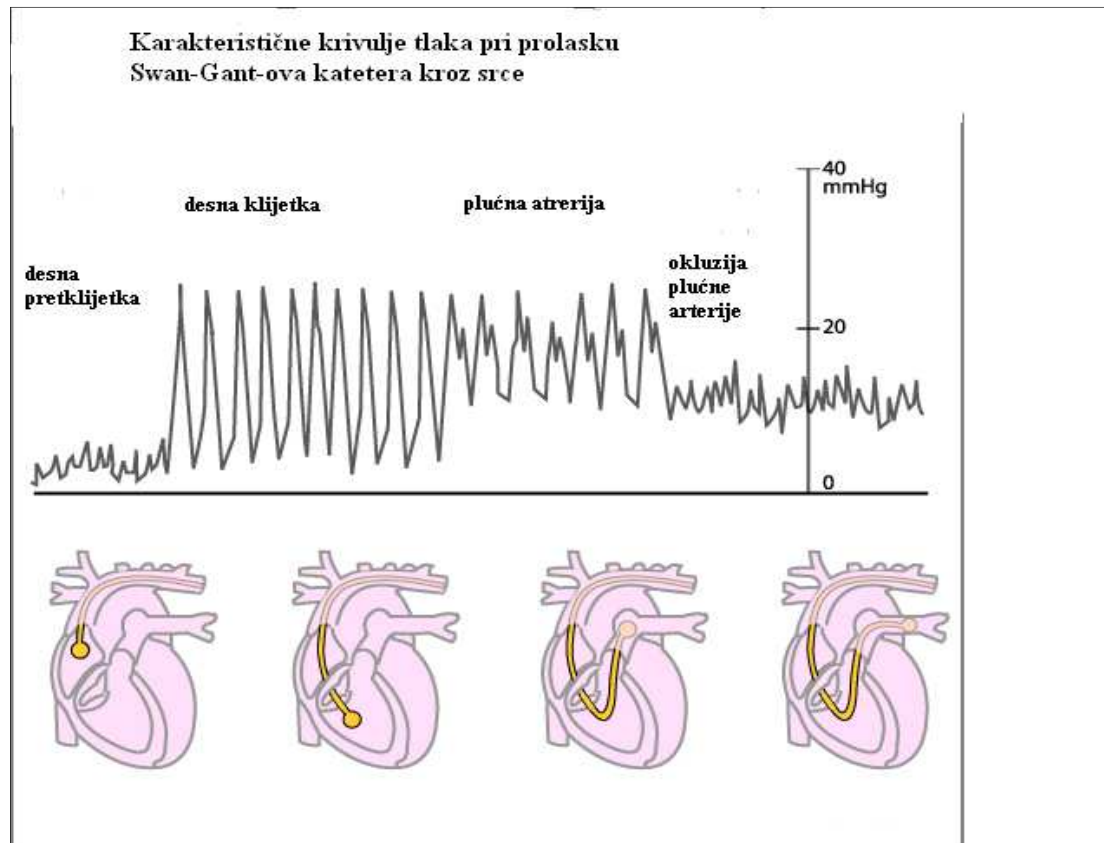
3. Plućni arterijski kateter i tlak zatvaranja plućne arterije

20

- Plućni arterijski kateter (PAK, engl. *PAC = pulmonary artery catheter*) daje nam podatke o funkciji klijetke i vaskularnom volumenu
- INDIKACIJE
- cirkulacijska nestabilnost, neobjašnjiva hipotenzija
- pristup za postavljanje srčanog stimulatora
- kirurški postupci sa značajnim fiziološkim promjenama (otvorena operacija aneurizme aorte, transplantacija srca i pluća)
- akutni infarkt srca s kardiogenim šokom

Karakterističan izgled krivulja pri prolasku plućnog katetera kroz srce

21



Tlak u plućnoj arteriji (PAP): **15 – 30 mmHg sistola / 5 – 12 mmHg dijastola.**

Normalni raspon okluzivnog tlaka plućne arterije (PAOP): **5 – 12 mmHg**

Okluzivni tlak plućne arterije koristi se za procjenu rada lijeve klijetke.

Komplikacije plućnog katetera

22

- Disritmije (rijetko kompletni blok i ventrikulska tahikardija)
- Blok desne grane (kod bloka lijeve grane može dovesti do kompletnog bloka)
- Ruptura plućne arterije ili infarkt (kod prenapuhavanja balončića ili pritiskom katetera)

4. Minutni volumen

23

- **Minutni volumen MV 4 – 8 L/min**
- **Srčani indeks CI od 2,4 do 4,0 L/min/m²**
- Mjeri se metodom termodilucije preko plućnog katetera:
 - Ubrizgava se poznati volumen hladne fiziološke otopine u otvor za mjerenje središnjeg venskog tlaka
 - Promjena temperature bilježi se transmittorom smještenim na vrhu plućnog arterijskog katetera
 - Površina ispod temperaturno-vremenske krivulje odgovara minutnom volumenu
- Mjerenje minutnog volumena plućnim arterijskim kateterom je „zlatni standard“
- Zbog komplikacija plućnog katetera razvile su se alternativne metode mjerenja MV:
 - analiza obrisa pulsne krivulje
 - tehnika razrjeđenja krvi u cijelom tijelu (PiCCO, LiDCO)
 - ezofagealni Doppler
 - Fickova metoda (NICO)

Nadzor respiratorne funkcije

24

- Tijekom opće anestezije
 - pulsna oksimetrija
 - kapnografija
 - analiza udahnutog kisika
 - alarm diskonekcije
 - izravna vizualizacija prsnog koša
 - prekordijalni ili transezofagealni stetoskop
- Tijekom regionalne anestezije
 - izravna vizualizacija
 - oksimetrija
 - kapnografija

Monitoring anestezijskih plinova

25

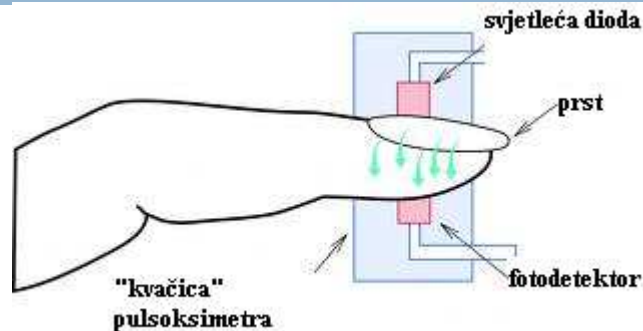
- Masena spektrometrija – centralni spektrometar anestezijskog stroja za analizu koncentracije:
 - O₂
 - N₂
 - CO₂
 - anestezijskih plinova
- Inspiracijska koncentracija kisika
- Oksigenacija
 - pulsni oksimetar
 - boja kože i sluznica
 - transkutana oksimetrija
 - plinska analiza krvi

Pulsni oksimetar: očitamo vrijednosti **SpO₂** (saturacija kisika u arterijskoj krvi) i **pulsa**.



Oksigenacija – pulsnioksimetar

26



SpO₂ (96 % - 99 %)

Plućni bolesnici SpO₂ >88%

Princip rada pulsog oksimetra

- Niskovoltne diode emitiraju crvenu i infracrvenu svjetlost dok fotodioda (fotodetektor) registrira svjetlo izmjeničnog intenziteta
- Pulsna oksimetrija mjeri saturaciju arterijskog Hb kisikom (%) temeljem:
 - ▣ spektrofotometrije (oksiHb i deoksiHb razlikuju se po apsorpciji crvenih i infracrvenih zraka) i
 - ▣ pletizmografije (količina krvi u tkivu mijenja se tijekom pulzacije)
- Niska perfuzija, hipotermija, micanje i lak za nokte (plavi), karboksihemoglobin, methemoglobin mogu uzrokovati nerealne vrijednosti
- Oksimetrija je kasni pokazatelj neadekvatne izmjene plinova

Ventilacija

27

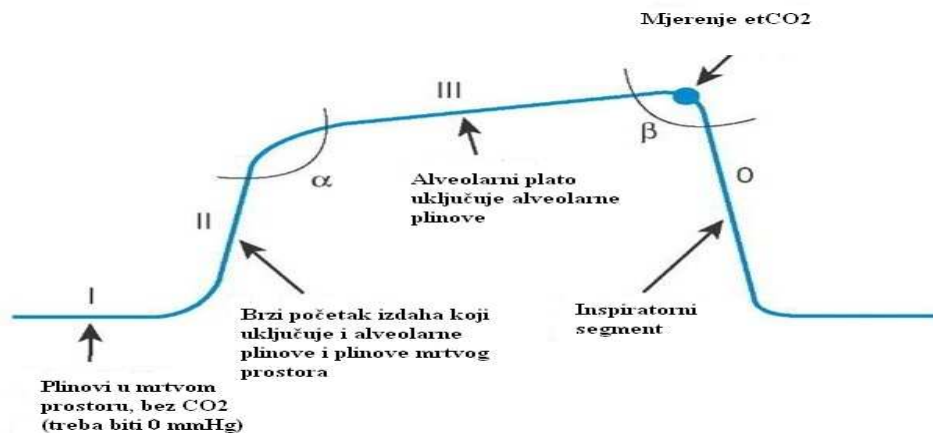
- **Ventilacija** se procjenjuje:
 - mjerenjem CO_2 na kraju normalnog izdaha (kapnografija i kapnometrija)
 - etCO_2 normalno iznosi **30 – 40 mmHg (4 – 5,3 kPa)** što je 2 – 5 mmHg niže od arterijskog tlaka CO_2 (PaCO_2)
 - Spirometrijom

Kapnografija

28



- Kapnografija (kapnogram = grafički prikaz PCO_2 u dišnom putu u jedinici vremena)
- Promjena oblika kapnograma odražava poremećaj ventilacije
- Raskopčavanje unutar dišnog kruga, nehotična ekstubacija, opstrukcija dišnog puta → promjene u obliku krivulje CO_2 u izdahnutom plinu
- Rani znak **maligne hipertermije** je brzi porast $etCO_2$ vrijednosti koji ne reagira na hiperventilaciju



Normalni kapnograf i faze izdaha. Kut α , između faze II i III, pokazuje ventilacijsko-perfuzijski odnos, a kut β , između faze III i 0, može se koristiti u procjeni povratnog disanja.

Nadzor središnjeg živčanog sustava (stanje svijesti)

29



Senzor postavljen na čelo prenosi EEG signale do pretvarača digitalnih signala koji šalje podatke za analizu i procesiranje monitoru gdje BIS (engl. *Bispectral Index*) od 40 do 60 odgovara općoj anesteziji



Prikaz BIS vrijednosti i krivulje na monitoru

BIS očitavanje je obrađena numerička vrijednost EEG mjerenja, raspona 0 (ravna linija EEG-a) do 100 (budnost)

Nadzor temperature

30

- Tijekom inducirane hipotermije i ponovnog utopljavanja npr. tijekom aortokoronarnog premoštenja ili vaskularne neurokirurgije
- Dojenčad i mala djeca jako su osjetljivi na temperaturne promjene zbog velike površine tijela u odnosu na volumen
- Odrasli podvrgnuti velikim gubitcima topline putem isparavanja kod izloženosti velikih tjelesnih šupljina (npr. trbuha, prsnog koša) ili niske temperature okoliša (transfuzija velikih volumena negrijanih tekućina, opekline) i skloni hipotermiji
- Bolesnici s povišenom tjelesnom temperaturom zbog opasnosti od hipertermije ili hipotermije
- Bolesnici s autonomnom disfunkcijom ne mogu regulirati svoju tjelesnu temperaturu
- Uvijek moguća komplikacija je maligna hipertermija te nadzor temperature treba uvijek biti dostupan

Mjesto mjerenja temperature

31

- Pazušna jama je uobičajeno mjesto neinvazivnog mjerenja tjelesne temperature
- Temperatura membrane timpani dobro korelira s tjelesnom temperaturom
- Promjene rektalne temperature zaostaju za unutarnjom tjelesnom temperaturom, što je posebno uočljivo tijekom ponovnog utopljavanja bolesnika nakon hipotermije
- Nazofaringealna temperatura mjerena u području stražnjeg nazofarinksa odraz je temperature mozga
- Nadzor ezofagealne temperature dobro korelira s unutarnjom tjelesnom temperaturom (sonda je u donjoj trećini jednjaka)
- Mjerenje temperature krvi pomoću termistora plućnog katetera

Nadzor neuromišićne blokade

32

Nadzor NM bloka tijekom anestezije potreban je radi:

- olakšane procjene vremena za intubaciju
- omogućuje objektivno mjerenje relaksacije tijekom operacije i stupnja oporavka prije ekstubacije
- omogućuje titriranje doze neuromišićnih blokatora prema potrebi bolesnika
- omogućuje nadzor razvoja faze II bloka kod promjene sukcinilkolina
- omogućuje rano prepoznavanje bolesnika s abnormalnom aktivnosti plazmatske kolinesteraze

Klinički testovi oporavka mišićne blokade

33

- udisajni test (udisajni napor od 25 cm H₂O)
- test podizanja glave tijekom 5 sekundi
- snažan stisak ruke

Napomena:

Na kliničke testove oporavka mišićne funkcije utječu i drugi lijekovi, npr. opijati i inhalacijski anestetici.

Kvantitativna procjena oporavka NM blokade

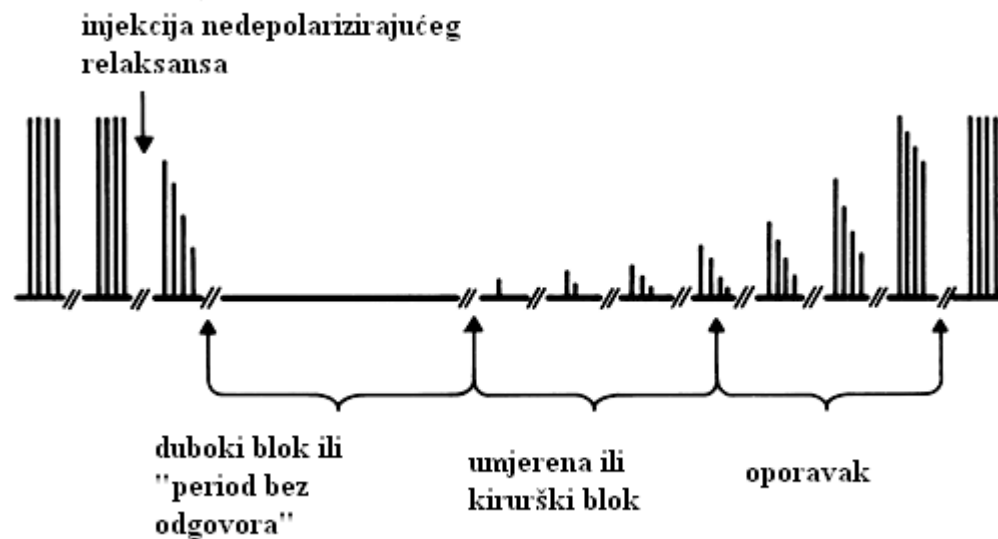
34



- Postavljanje kožnih elektroda na zapešće u području n. ulnarisa
- Kožne elektrode spoje se s pulsним generatorom koji može dostaviti impulse električne struje stupnjevito na određenoj frekvenciji
- Postavljanje mjerača jakosti trzaja na palac radi praćenja odgovora m. adduktora pollicisa
- Očitavanje vrijednosti na uređaju – niz od četiri stimulacije = TOF (engl. *Train of Four ratio*)
- Četiri supramaksimalne stimulacije na frekvenciji od 2 Hz, u intervalima od 10 sekundi
- Odnos jakosti četvrtog i prvog odgovora u nizu od četiri predstavlja tzv. TOF omjer, T4/T1

Niz od četiri stimulacije (engl. TOF = *train of four ratio*, T4/T1)

35



Dijagram promjena odgovora na TOF stimulaciju pri primjeni nedepolarizirajućeg mišićnog relaksansa