

## Akutna normovolemična hemodilucija

Neli Vintar, Breda Starc

### UVOD

Akutna normovolemična hemodilucija (ANH) je metoda, s katero zmanjšamo oziroma nadomestimo transfuzijo homologne krvi med operacijo. Z ANH odvezemo bolniku kri tik pred uvodom v anestezijo ali takoj po njem. Odvzeto kri nadomeščamo z kristaloidnimi in koloidnimi raztopinami. S tem razredčimo bolnikovo kri do vrednosti hematokrita, ki je majhna, vendar mora biti še v fiziološko sprejemljivih mejah. Tako se ob kirurški krvavitvi izgublja kri z manjšo vsebnostjo eritrocitov, kot če je ne bi prej razredčili. Odvzeto kri vrnemo v bolnika, ko je narejena kirurška hemostaza ali že prej, če je krvavitev večja in moramo vzdrževati najmanjšo še sprejemljivo vrednost hematokrita (1,2).

### METODA

#### Prednosti ANH

Z ANH zmanjšamo absolutno izgubo eritrocitov med operacijo. Vzemimo primer da bolnik med operacijo izgubi 1 liter krvi. Bolnik s Ht 0,45, izgubi 450 ml eritrocitov, bolnik s Ht 0,25 pa le 250 ml eritrocitov. Z ANH zmanjšamo tudi viskoznost krvi, predvsem zaradi zmanjšane števila eritrocitov, v manjši meri pa tudi zaradi zmanjšane koncentracije plazemskih proteinov. Zmanjšana viskoznost krvi izboljša tkivno perfuzijo, kar je najbolj izrazito pri Ht 0,30 (3).

#### Uporaba v klinični praksi

Čeprav mnogi klinični zdravniki uporabljajo ANH le pri zdravih odraslih operirancih, jo lahko uporabljamo tudi pri otrocih in starejših. Prvič se je metoda začela izvajati pri operacijah na srcu, ko so namesto heparinizirane krvi za polnjenje naprave za zunajtelesni krvni obtok uporabili kristaloidne in koloidne raztopine. ANH je učinkovita pri celi vrsti operacij. Poleg operacij na srcu, se pogosto uporablja pri ortopedskih bolnikih (operacija endoproteze kolka), uroloških (radikalna prostatektomija) in onkoloških bolnikih. Študije so pokazale, da je metoda klinično učinkovita pri odraslih, ki imajo Ht več kot 0,34 in pri katerih pričakujemo več kot 1 l izgube krvi med operacijo (1,4).

#### Kontraindikacije

Anemija je največja kontraindikacija za ANH. Pri hemoglobinu 110 g/l ANH ni več smiselna. Bolniki z zmanjšano ledvično funkcijo, ki ne more izločiti velikih količin tekočin, niso primerni za ANH, ravno tako ne bolniki z zmanjšano plazemsko koncentracijo koagulacijskih faktorjev. Posebna previdnost velja pri bolnikih z ishemično srčno boleznijo. Celo pri bolnikih, kjer ta bolezen ni znana, se lahko razvije ishemija, kadar se vrednost Ht zmanjša pod 0,30. Bolniki s periferno žilno boleznijo imajo običajno tudi ishemično srčno bolezen, zato niso primerni za ANH (1)

#### Kompenzatorni mehanizmi

Zmanjšanje Ht ob ANH sproži kompenzacijske mehanizme. To so reološke in hemodinamske spremembe ter povečana ekstrakcija kisika iz hemoglobina. Transport kisika je odvisen od minutnega volumna srca (MVS) in vsebnosti kisika v arterijski krvi. V mirovanju pri normalnem Ht je transport kisika približno štirikrat večji od porabe.

Torej je rezerva velika tudi brez kompenzacijskih mehanizmov, seveda če je celotni volumen cirkulirajoče krvi normalen. Večina študij kaže, da se MVS poveča pri anesteziranem bolniku od 16 do 50%, če se Ht zniža na 0,25 do 0,20. MVS naraste zaradi povečanega utripnega volumna in ne povečane srčne frekvence. Povečana srčna frekvenca ponavadi kaže na nezadostno anestezijo ali hipovolemijo. Ob povečanem MVS se pri majhnem hematokritu arteriovenska diferenca vsebnosti kisika poveča. Torej se poveča ekstrakcija kisika iz krvi. Glavni faktor za povečanje MVS je zmanjšana viskoznost krvi. Z manjšo viskoznostjo se zmanjša periferni upor in poveča venski dotok (1,2,5).

### Stranski učinki

Z ANH se razrečijo vse sestavine plazme, tudi tiste, ki so pomembne za koagulacijo krvi. Zato sta protrombinski in trombinski čas ob ANH zmerno podaljšana, kar pa naj nebi vplivalo na kirurško krvavitev. Število trombocitov se z ANH zmanjša, vendar se le-ti hitro mobilizirajo iz kostnega mozga. Trombociti v odvzeti bolnikovi krvi ostanejo funkcionalni, saj odvzete krvne enote običajno ne hladimo (2,3).

### Protokol ANH

Bolnikovo kri odvajamo tik pred uvodom oziroma takoj po uvodu v anestezijo, tako da kaniliramo kubitalno veno in uporabljamo vrečke, ki vsebujejo 63 ml konzervansa CPDA. V vrečko spustimo najmanj 300 in največ 450 ml krvi. Kri lahko odvajamo tudi preko arterijske kanile. Ob jemanju krvi bolniku skozi drugo vensko kanilo simultano z odvzemom infundiramo kristaloidne raztopine (3 ml na 1 ml odvzete krvi) ali koloidne raztopine (1 ml na 1 ml odvzete krvi). Eno enoto krvi odvajamo v 7-10 minutah. Bolnika moramo ob tem postopku seveda ustrezno monitorizirati. Poleg spremljanja EKG krivulje (kjer smo posebno pozorni na ishemijo miokarda), sistemskega arterijskega pritiska, respiratornih parametrov, je priporočljivo vstaviti tudi arterijsko kanilo, s pomočjo katere jemljemo vzorce krvi za določitev Hb, Ht, oksigenacije krvi in acidobaznega ravnotežja ter neposredno merimo arterijski pritisk.

Volumen krvi, ki ga lahko odvajamo preračunamo po formuli:

$$V = EBV * (Ht_0 - Ht_1) / Ht_{AV}$$

EBV je pričakovani volumen krvi,  $Ht_0$  je začetni hematokrit,  $Ht_1$  je želeni hematokrit,  $Ht_{AV}$  je povprečni hematokrit.

Pričakovani volumen krvi pri moškem srednjih let je 70 ml na kg telesne teže. To je približno 5 l. Če je začetni Ht 0,45 in želeni 0,35, lahko odvajamo 1250 ml krvi. Če pa je želeni Ht 0,25 pa lahko odvajamo še 1 l krvi. Zato ponavadi odvajamo 3-4 enote krvi. Vsako enoto krvi moramo opremiti z bolnikovim imenom, zaporedno številko in časom odvzema. Po odvzemu vsake enote krvi, določimo Ht. Kri ostane v operacijski dvorani pri bolniku na sobni temperaturi, zato da ohranimo funkcijo trombocitov. Po preteku 6 ur, damo kri v hladilnik in jo hranimo pri +4°C do 24 ur. Krvne enote vračamo v bolnika v obratnem vrstnem redu, kot smo jih odvzeli. Torej bolnik dobi najprej enoto z najbolj razredčeno krvjo, razen če predvidevamo, da ne bo dobil vse odvzete krvi. Takrat dobi najprej prvo enoto. Ves čas operacije skrbno spremljamo Hb in Ht. Če predvidevamo hipovolemijo ob infuziji odvzete krvi dobi lahko bolnik diuretik. Katera najnižja vrednost Ht je še varna, je težko določiti. Odvisna je od ocene bolnikovega splošnega stanja. Pri večini bolnikov je tkivna oksigenacija dobro ohranjena pri Ht 0,20 seveda ob normovolemiji in dobri oksigenaciji arterijske krvi. Večini klinikov se zdi Ht 0,27 spodnja meja varnosti pri bolniku brez spremljajočih bolezni (1).

## DISKUSIJA

ANH je dobra metoda za zmanjšanje transfuzije homologne krvi. Kot tudi pri drugih avtotransfuzijskih metodah se z ANH izognemo transfuzijskim reakcijam, imunosupresiji in prenosu nalezljivih bolezni. ANH je bolj učinkovita, če uporabljamo še suplementarne metode kot so skrbna kirurška hemostaza, uporaba krvnih prevez udov, infiltracija tkiva z adrenalinom in zdravljenje z eritropoetinom pred operativnim posegom.

Učinkovitost ANH pri zmanjšanju homologne transfuzije je kljub številnim študijam, od katerih jih je največ na matematičnih in računalniških modelih, še precej nejasna, kajti kliničnih primerjalnih prospektivnih študij je malo. Če torej strnemo najnovejše študije, potem je največja učinkovitost ANH, kadar jo uporabljamo pri bolnikih s Ht več kot 40% in dosežemo želeni Ht od 0,24 do 0,21 in pričakujemo izgubo krvi okrog 50% krvnega volumna (1,6).

## LITERATURA

- 1) Stehling L, Zauder HL. Acute normovolemic hemodilution. TRANSFUSION 1991; 31:857-868
- 2) Rottman G, Ness PM. Acute normovolemic hemodilution is a legitimate alternative to allogeneic blood transfusion. TRANSFUSION 1998; 38:477-480
- 3) Goodnough LT, Monk TG. Acute normovolemic hemodilution should replace the preoperative donation of autologous blood as a method of autologous-blood procurement. TRANSFUSION 1998; 38:473-476
- 4) Singbartl G. Is acute normovolemic hemodilution cost-effective? TRANSFUSION 1996; 36:849-850
- 5) Gillon J. Controversies in transfusion medicine. TRANSFUSION 1994; 34:269-271
- 6) Brecher ME, Rosenfeld M. Mathematical and computer modeling of acute normovolemic hemodilution. TRANSFUSION 1994; 34:176-179