



Perioperacijska optimizacija volumnog i koagulacijskog statusa politraumatiziranog bolesnika

Perioperative optimization of fluid and coagulation status in polytrauma patients

Ivan Bandić[✉], Jasminka Peršec¹

¹Klinika za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivnu medicinu, Klinička bolnica Dubrava, Zagreb

Deskriptori

POLITRAUMA;
DEFINITIVNA KIRURGIJA;
VOLUMNA NADOKNADA;
VISKOELASTIČNI TESTOVI KOAGULACIJE

Descriptors

POLYTRAUMA;
DEFINITIVE SURGERY;
VOLUME RESUSCITATION;
VISCOELASTIC COAGULATION TESTING

SAŽETAK. Kompleksnost i raznovrsnost stanja politraume čini te bolesnike iznimno zahtjevnim za ispravno zbrinjavanje. Kompleksnost je uvjetovana pravovremenim inicijalnim zbrinjavanjem politraumatiziranih bolesnika, ali i točnošću zbrinjavanja istih, jer manjkavosti i u jednom i u drugom aspektu dovode do produženog liječenja i loših ishoda. Budući da je dokazano kako je mortalitet politraumatiziranih bolesnika veći zbog intraoperativnog metaboličkog zatajenja, nego zbog nedovršenosti kirurškog zbrinjavanja, inicijalni operativni zahvati imaju za cilj normalizirati fiziologiju pacijenta te onemogućiti stvaranje nove, patološke homeostaze, putem *damage control* operativnih zahvata. Pri tome je postoperativna skrb bolesnika u jedinicama intenzivne medicine od iznimne važnosti, a današnji pristupi individualizacije medicinske intervencije, ciljane terapije volumenom i korekcije poremećaja koagulacije mijenjaju ranije unificirane i poopćene postupke. Pri tome se pokazalo kako detaljno i precizno praćenje volumnog stanja i koagulacije pomoću viskoelastičnih testova može uvelike ubrzati i poboljšati zbrinjavanje bolesnika, kako intraoperativno za vrijeme prvog *damage control* zahvata, tako i u jedinicama intenzivne medicine nakon i u pripremi za definitive kirurške zahvate.

SUMMARY. The complexity and variety of polytrauma conditions make these patients extremely complex for proper care. Complexity is conditioned by the acuteness of treating polytraumatized patients, but also by the accuracy of their care, because deficiencies in both aspects lead to prolonged treatment and reduced success. Since it has been proven that the mortality of polytraumatized patients is higher due to intraoperative metabolic failure than due to the incompleteness of surgical care, the initial surgical procedures aim to normalize the patient's physiology and prevent the creation of a new, pathological homeostasis, through *damage control* surgical procedures. Postoperative care of patients in intensive care units is extremely important, and today's perspectives, individualization of medical care and targeting of volume therapy and correction of coagulation disorders are changing previously unified and generalized procedures. In doing so, it was shown that more detailed monitoring of the patient's volume status and monitoring of the coagulation status using viscoelastic tests can greatly speed up and improve patient care, both intraoperatively during the first *damage control* procedure, and in intensive care units after and in preparation for definitive surgical procedures.

Nakon inicijalne stabilizacije određene populacije politraumatiziranih bolesnika zahtijevaju sekundarne definitivne zahvate kojima se bolesnik u potpunosti zbrinjava. Inicijalni, tzv. „*damage control*“ operativni zahvati imaju za cilj kirurški zaustaviti po život opasna stanja poput masivnog krvarenja, primarno postižući hemostazu i stabilizaciju bolesnika, te dodatno smanjiti mogućnost razvitka nekih od elemenata letalne trijade traume – metaboličke acidoze, hipotermije i koagulopatije, a indicirani su u slučaju prezentacije bolesnika s hemoragijskim šokom, nekontroliranim krvarenjem, koagulopatijom, kombiniranom ozljedom abdominalne vaskulature i gušterače, uz prezentiranje hipotermije, acidoze, kompleksnosti i smanjene pristupačnosti ozljede i potrebe za dugotrajnim definitivnim operativnim zahvatom (1,2). Nakon inicijalnog kirurškog zbrinjavanja ti bolesnici zahtijevaju intenzivističku skrb koja omogućuje stabilizaciju i pri-

premu bolesnika za jedan ili više definitivnih kirurških zahvata.

Prvo razdoblje nakon traume je najčešće obilježeno stanjem hipovolemijskog šoka, koagulopatije, acido-baznih poremećaja, hipotermije i ozljeda mekih tkiva, koji se najčešće stabiliziraju unutar prvog dana boravka u jedinicama intenzivne medicine (3). Sekundarno razdoblje, nakon inicijalnih operativnih zahvata, najčešće je obilježeno plućnim komplikacijama, infekcijama i kasnijim fazama traumom inducirane koagulopatije koja može dovesti do novih nekirurških krvarenja. Kako bi se izbjeglo nekirurško krvarenje potrebna je

✉ Adresa za dopisivanje:

Ivan Bandić, dr. med.,
Klinika za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivnu medicinu,
Klinička bolnica Dubrava, Avenija Gojka Šuška 6, 10000 Zagreb,
e-pošta: ivan.bandic@gmail.com

primarno korekcija koagulopatije te hipotermije koji su dva, međusobno ovisna procesa, a koja također djeluju na stanične metaboličke puteve i potencijalnu acidozu koja je treći, također ovisan element koagulacije (4). Uz navedeno, izrazito je važno precizno optimizirati promet tekućina kao nezavisan faktor upale (SIRS, engl. *systemic inflammatory response syndrome*) u traumatiziranih bolesnika. Sekundarna upalna reakcija, često snažnija od primarne nastale u vrijeme samog traume, odnosno ona koja se zbiva nakon prvih 24 sata boravka u jedinicama intenzivne medicine je često praćena povećanom propusnošću kapilara (5), tako da je praćenje razine unosa i gubitka tekućine u bolesnika, uz monitoring bubrežne funkcije, funkcije pluća u cilju spriječavanja razvoja plućnog edema te optimizacija regionalne perfuzije tankoga crijeva od iznimne važnosti.

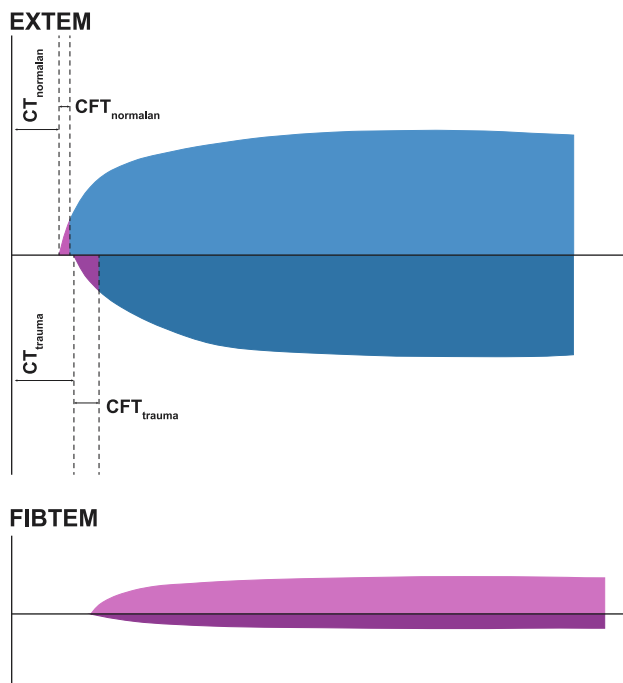
Zbrinjavanje bolesnika nakon inicijalne stabilizacije

U literaturi se opisuje više načina procjene i inicijalnog zbrinjavanja politraumatiziranih bolesnika, pri čemu se svi orijentiraju na patofiziološke mehanizme koja su ranije navedeni kao osnovni u stanju politraume – koagulopatija, acidobazni status, indikatori akutne hemoragije, tjelesna temperatura i mekotkivne ozljede (6). Iako su se raniji sustavi evaluacije primarno orijentirali na acidobazno stanje, točnije na vrijednosti laktata i acidobaznog statusa (granične vrijednosti pH < 7.25, BE < 5.5 i laktati > 4 mmol/L) i nakon inicijalnog zbrinjavanja bolesnika, kombinirani sustavi imaju mnogo točnije prediktivne vrijednosti (7).

Reevaluacija bolesnika nakon inicijalnog kirurškog zbrinjavanja nije od koristi samo prilikom praćenja morbiditeta i mortaliteta, već i za donošenje odluke o vremenskom intervalu za izvođenje definitivnih kirurških zahvata kojima se nakon „*damage control*“ kirurgije bolesniku pokušava omogućiti razinu motoričke samostalnosti najbližu onoj pred traumom. Svaki veći traumatološki kirurški zahvat funkcionira kao zasebna trauma. Kod bolesnika s povećanim rizikom perioperacijskih komplikacija, primarno oni s neurotraumom, bilateralnom kontuzijom pluća i smanjenom respiratornom funkcijom, multiplim ozljedama kostiju, poglavito dugih, oni s razvijenom traumom induciranom koagulopatijom, te predviđenim vremenom operativnog zahvata dužim od šest sati definitivni kirurški zahvat treba razložiti i segmentirati na više manjih zahvata, a akutno je nužno bolesnika inicijalno zbrinuti i stabilizirati (8). Bolesnike s povišenim rizicima definiramo putem vrijednostima ISS (ISS, engl. *injury severity score*) > 40, multiplim ozljedama koje su povezane s torakalnom traumom (torakalni AIS > 2), multiplim ozljedama abdomena ili male zdjelice, hemoragijskim šokom, bilateralnim prijelomima dugih kostiju i ozlje-

dom glave (9). Nezavisni faktor rizika kod ove skupine bolesnika je i vrijeme definitivnog kirurškog zbrinjavanja. Odgađanje operativnog zahvata kod stabilnijih bolesnika dovodi do povećane stope plućnih komplikacija, dok je mortalitet i morbiditet povećan kod onih koji su podvrgnuti većim zahvatima prije stabilizacije (10). Glavni prediktor ranih postoperativnih komplikacija je vrijednost laktata, dok su kasnije komplikacije povezane uz posljedice primarnog *damage control* zahvata; duljinu trajanja operacije, volumnu nadoknadu i transfuziju krvi i krvnih preparata. Najbolje vrijeme za definitivno kirurško zbrinjavanje obično se definira u vremenu od dva dana od inicijalnog zbrinjavanja do deset dana ovisno o normalizaciji fiziološkog stanja (10).

Zbog ranije navedene povećane propusnosti kapilarnog sustava nevezanog za samu lokaciju ozljede restriktivna nadoknada tekućine koja za cilj ima permisivnu hipoperfuziju s vrijednostima MAP 40 do 60 mmHg dovodi do manje hemoragije, bolje tkivne perfuzije i smanjenja dilucijske koagulopatije (11) i uz ciljanu nadoknadu krvi i krvnih preparata prema trauma protokolu dovode do smanjenog broja postoperativnih morbiditeta i mortaliteta. Od iznimne su važnosti i viskoelastički testovi koagulacije koji su dokazano, omogućavanjem ciljane koagulacijske terapije, smanjili mortalitet i ubrzali resuscitaciju bolesnikovog stanja koagulacije (12). Spomenuta tzv. *goal-directed* terapija je ujedno preporučena od strane novih Europskih smjernica za zbrinjavanje krvarenja i koagulopatije u traumi (2). Inicijalno zbrinjavanje prema ciljnim vrijednostima dovodi do ranije i češće primjene derivata fibrinogena (13) te smanjenja primjene svježih smrznute plazme. Rezultati kasnije potrebe za primjenom koncentrata eritrocita ili smanjenja potrebe za volumnom nadoknadom, što kristaloidnim otopinama, što koloidnim otopinama, su također pokazani u većini studija. Gratz *et al* su prikazali kako je inicijalna procjena stanja koagulacije između standardnih testova i ROTEM-a značajno na strani ROTEM-a, odnosno 55 minuta naspram 15 minuta (14). Ta točnija inicijalna procjena dovodi do točnije ciljane terapije i manje potrebe za kasnijim nadoknadama. Stein *et al*. su pokazali kako implementacijom ROTEM-a kao navigatora *goal-directed* terapije dolazi do značajnijeg smanjenja davanja koncentrata eritrocita unutar prva 24 sata s 53% obrađena bolesnika na 27% bolesnika, te svježih smrznute plazme s 37% na 16% bolesnika (15). Ranije i točnije zaustavljanje krvarenja i zbrinjavanje koagulopatija značajno umanjuje mogućnost nastanka druge faze traumom inducirane koagulopatije i samim time omogućuje ranije planiranje definitivnog kirurškog zahvata. Uz navedene parametre pozicija bolesnika za vrijeme zahvata je od iznimne važnosti jer produljeni lateralni položaj ili pronirani položaj mogu dovesti do kasnijih poremećaja oksigenacije (18).



SLIKA 1. USPOREDNI ILUSTIRANI PRIKAZ NORMALNOG EXTEM-A (SVIJETLIJA PLAVA) I EXTEM-A U TRAUMI (TAMNIJA PLAVA) TE NORMALNOG FIBTEM-A (SVIJETLIJA RUŽIČASTA) TE FIBTEM-A U TRAUMI (TAMNIJA RUŽIČASTA). VIDLJIVO JE PRODULJENJE VREMENA STVARANJA SAMOG UGRUŠKA (ENGL. CLOTTING TIME, CT) KOJI UKAZUJE NA POREMEĆAJ, ODNOSNO SMANJENJE FAKTORA KOAGULACIJE. UZ TO JE VIDLJIVO I PRODULJENJE VREMENA FORMIRANJA UGRUŠKA (ENGL. CLOT FORMATION TIME, CFT). VIDLJIVO JE I DA JE PRIKAZ EXTEM-A U TRAUMI MANJE AMPLITUDE ODNOSNO DA JE SMANJENA ČVSTOČA SAMOG UGRUŠKA (ENGL. MAXIMUM CLOT FIRMNESS, MCF). U PRIKAZIMA FIBTEM-A JE VIDLJIVA MNOGO MANJA DO NEPOSTOJEĆA FORMACIJA UGRUŠKA ŠTO UKAZUJE NA SMANJENU KOLIČINU FIBRINOGENA.

Intraoperativne specifičnosti kod naknadnog traumatološkog zbrinjavanja

Uz uobičajen monitoring koji je dio obrade i zbrinjavanja svih traumatoloških bolesnika kod bolesnika koji su planirani za definitivne kirurške zahvate važno je planirati u kojem će se položaju bolesnika izvoditi operativni zahvat jer to ima direktne implikacije na ventilaciju bolesnika te na volumnu nadoknadu zbog povećane kapilarne propusnosti (17). Ujedno pažnju treba voditi i o već formiranim poremećajima ventilacije, bilo nastalima inicijalnom traumom bilo nastalima za vrijeme boravka u jedinici intenzivne medicine poput infekcija ili ARDS-a. Monitoring bi trebao biti usredotočen na volumnu opterećenost bolesnika, pri čemu je cilj da bolesnik bude volumno optimiziran, a ne preopterećen. Restriktivna volumna terapija, uz kontinuirani monitoring i optimizaciju tkivne perfuzije, po potrebi i korištenjem vazoaktivnih lijekova je sigurnija od pretjerane, obilne volumne nadoknade zbog gubitaka tekućine u treće prostore, te povećanja

mogućnosti razvoja compartment sindroma (12). Koagulacijski status se korigira prije samog operativnog zahvata, ali zbog česte masivnosti definitivnih kirurških zahvata predlaže se zbrinjavanje krvarenja na temelju točnog praćenja kirurškog krvarenja te na temelju viskoelastičnih testova koagulacije, koja je često izmijenjena inicijalnom traumom i naknadno nastalom trauma induciranom koagulopatijom. Inicijalna mjerenja viskoelastičnih testova, primarno ROTEM-a se orijentiraju na EXTEM i FIBTEM (slika 1.) (17). Važna je stavka i vrijeme trajanja planiranog operacijskog zahvata definitivne kirurgije čije bi se trajanje trebalo ograničiti na dva do tri sata zbog svih ranije navedenih komplikacija (18).

Zaključak

Perioperativni volumni status bolesnika prilikom definitivne trauma operacije je od iznimne važnosti za tijek same operacije i za nastavak zbrinjavanja. Opisani sistemski poremećaji permeabilnosti nevezani za inicijalnu traumu ukazuju na moguće benefite korištenja restriktivne volumne nadoknade praćene vazoaktivnom potporom vazopresorskim lijekovima. Slično kao i za volumnu nadoknadu, bolesnici nakon inicijalne traume i njenog zbrinjavanja mogu razviti koagulopatije. Nadoknada krvi i krvnih preparata koja je vođena viskoelastičnim testovima dovodi do boljih rezultata korekcije koagulograma s manjom potrošnjom samih preparata.

KRATICE

AIS	– skrećna skala ozljeda engl. <i>Abbreviated Injury Scale</i>
ARDS	– akutni respiratorni distress sindrom
ISS	– ocjenska ljestvica težine ozljede engl. <i>Injury Severity Score</i>
SIRS	– sindrom sustavnog upalnog odgovora engl. <i>systemic inflammatory response syndrome</i>
ROTEM	– rotacijska tromboelastometrija

LITERATURA

- Ordoñez CA, Parra MW, Caicedo Y, Padilla N, Angamarca E, Serna JJ i sur. Damage control surgical management of combined small and large bowel injuries in penetrating trauma: Are ostomies still pertinent?. *Colombia Médica*. 2021;52(2).
- Rossaint R, Afshari A, Bouillon B, Cerny V, Cimpoesu D, Curry N i sur. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma. *Critical Care*. 2023;27(1):80.
- Pape HC, Andruszkow H, Pfeifer R, Hildebrand F, Barkatali BM. Options and hazards of the early appropriate care protocol for trauma patients with major fractures: towards safe definitive surgery. *Injury*. 2016;47(4):787–91.
- Pape HC, Leenen L. Polytrauma management-What is new and what is true in 2020?. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. 2021;12(1):88–95.

5. Pape HC, Remmers D, Kleemann W, Goris JA, Regel G, Tscherne H. Posttraumatic multiple organ failure--a report on clinical and autopsy findings. *Shock* (Augusta, Ga.). 1994;2(3): 228–34.
6. Hildebrand F, Giannoudis PV, van Griensven M, Chawda M, Pape HC. Pathophysiologic changes and effects of hypothermia on outcome in elective surgery and trauma patients. *The American Journal of Surgery*. 2004;187(3):363–71.
7. Vallier HA, Wang X, Moore TA, Wilber JH, Como JJ. Timing of orthopaedic surgery in multiple trauma patients: development of a protocol for early appropriate care. *Journal of orthopaedic trauma*. 2013;27(10):543–51.
8. Keel M, Trentz O. Pathophysiology of polytrauma. *Injury*. 2005;36(6):691–709.
9. Pape H, Stalp M, Weinberg A, Dahlweit M, Tscherne H. Optimal timing for secondary surgery in polytrauma patients: an evaluation of 4,314 serious-injury cases. *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin*. 1999;70(11):1287–93.
10. Enninghorst N, Peralta R, Yoshino O, Pfeifer R, Pape HC, Hardy BM, Dewar DC, Balogh ZJ. Physiological assessment of the polytrauma patient: initial and secondary surgeries. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2011;37: 559–66.
11. Birkner DR, Halvachizadeh S, Pape HC, Pfeifer R. Mortality of adult respiratory distress syndrome in trauma patients: a systematic review over a period of four decades. *World Journal of Surgery*. 2020;44:2243–54.
12. Santry HP, Alam HB. Fluid resuscitation: past, present, and the future. *Shock* (Augusta, Ga.). 2010;33(3):229.
13. Bainbridge FJ, Sinha R, Tocchetti R, Clarke C, Martin D, Foo N *i sur*. Introduction of point-of-care ROTEM testing in the emergency department of an Australian level 1 trauma centre and its effect on blood product use. *Emergency Medicine Australasia*. 2021;33(5):893–9.
14. Gratz J, Güting H, Thorn S, Brazinova A, Görlinger K, Schäfer N *i sur*. Protocolised thromboelastometric-guided haemostatic management in patients with traumatic brain injury: a pilot study. *Anaesthesia*. 2019;74(7):883–90.
15. Stein P, Kaserer A, Sprengel K, Wanner GA, Seifert B, Theusinger OM *i sur*. Change of transfusion and treatment paradigm in major trauma patients. *Anaesthesia*. 2017;72(11): 1317–26.
16. Stensballe J, Ostrowski SR, Johansson PI. Haemostatic resuscitation in trauma: the next generation. *Current opinion in critical care*. 2016;22(6):591–7.
17. Veigas PV, Callum J, Rizoli S, Nascimento B, da Luz LT. A systematic review on the rotational thrombelastometry (ROTEM®) values for the diagnosis of coagulopathy, prediction and guidance of blood transfusion and prediction of mortality in trauma patients. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*. 2016;24(1):1–4.
18. Lempert M, Pape HC. ICU Management: Clearing Patients for Surgery. In *Textbook of Polytrauma Management: A Multidisciplinary Approach 2022 Jun 1* (pp. 547–551). Cham: Springer International Publishing.