2. Pape HC, Hildebrand F, Pertschy S et al. Changes in the management of femoral shaft fractures in polytrauma patients: from early total care to damage control orthopedic surgery. J Trauma 2002;53:452-62.
3. Scalea TM, Boswell SA, Scott JD et al. External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics. J Trauma 2000;48:613-23.
4. Harwood PJ, Giannoudis PV, van Griensven M et al. Alterations in the systemic inflammatory response after early total care and damage control procedures for femoral. J Trauma 2005;58:446-54.
5. O'Toole RV, O'Brien M, Scalea TM et al. Resuscitation before stabilization of femoral fractures limits acute respiratory distress syndrome in patients with multiple traumatic injuries despite low use of damage control orthopedics. J Trauma 2009;67:1013-21.
6. Pape HC, Grimme K, van Griensven M et al. Impact of intramedullary instrumentation versus damage control for femoral fractures on immunoinflammatory parameters. J Trauma 2003;55:7-13.
7. Taeger G, Ruchholtz S, Waydhas C et al. Damage control orthopedics in patients with multiple injuries is effective, time saving, and safe. J Trauma 2005;59:408-15.
8. Tuttle MS, Smith WR, Williams AE et al. Safety and efficacy of damage control external fixation versus early definitive stabilization for femoral hhaft fractures in the multiple-injured patient. J Trauma 2009;67:602-5.
9. Morshed S, Miclau T, Bembom O et al. Delayed internal fixation of femoral shaft fracture reduces mortality among patients with multisystem. Trauma J Bone Joint Surg Am 2009;91:3-13.
10. Raman RR, Sidholm S, Pape HC et al. Systemic effects of bilateral tibial versus bilateral femoral shaft fractures. Acta Orthop Belg 2004;70:134-41.
11. Bouillon B, Rixen D, Maegele M et al. Damage control orthopedics. Was ist der aktuelle Stand? Unfallchirurg 2009;112:860-9.
12. Rixen D, Steinhausen E, Sauerland S, et al. Protocol for a randomized controlled trial on risk adapted damage control orthopedic surgery of femur shaft fractures in multiple trauma patients. Trials 2009;10:72.

Anæstesiologiske aspekter ved damage control-kirurgi

Jacob Steinmetz

STATUSARTIKEL

TraumeCenter og Akut Modtagelse, Rigshospitalet

Massiv blødning er dødsårsagen hos ca. 40% af de patienter, der har været udsat for svær tilskadekomst, men den kan i vidt omfang forebygges ved *damage control resuscitation* (DCR). Det er en multimodal behandlingsstrategi, der mindsker blødningen hos den svært tilskadekomne patient vha. stadieinddelt kirurgi, transfusionsstrategi, tilladelig hypotension og forebyggelse af acidose, hypotermi og koagulopati. *Damage control surgery* (DCS) indgår som en vigtig del af DCR.

Under DCS er det afgørende, at alt personale har en fælles forståelse for håndteringen af den konkrete opgave. Teamtræning er specielt hensigtsmæssigt, hvis personalet kun behandler denne patientkategori sjældent [1]. I denne artikel beskrives de anæstesiologiske aspekter ved DCS baseret på den foreliggende viden.

DAMAGE CONTROL-BEGREBET

Damage control var oprindeligt en betegnelse, der blev anvendt i søværnet, hvor man på det torpederede og synkende skib foretog de mest nødvendige reparationer for at holde skibet flydende og kampdygtigt. Inden for traumatologien er *damage control* et begreb, man har anvendt siden 1990'erne. DCS er stadieinddelt kirurgi, hvor kun det mest livstruende opereres umiddelbart, og dele af den operative aktivitet udskydes til senere (oftest til de følgende dage). Dokumentationen i form af randomiserede kontrollerede undersøgelser af effekten af DCS i forhold til umiddelbar definitiv kirurgi er dog meget begrænset [2]. Overordnet set er DCR fokuseret på traumepatienten, der er i hæmoragisk shock.

LUFTVEJSHÅNDTERING

Det er hensigtsmæssigt at intubere patienterne tidligt (**Figur 1**). Svært tilskadekomne får ofte store mængder analgetika, og ved trakeal intubation undgår man komplikationer såsom aspiration og apnø. Traumepatienter kan være vanskelige at intubere på grund af komplicerende faktorer såsom betydende hals- eller ansigtsskader og blødning fra de øvre luftveje. Traumepatienter har ofte fået anlagt en stiv halskrave før ankomsten til hospitalet. Før intubationen tager man halskraven af og foretager manuel inline stabilisering af den cervikale columna. Man skal være opmærksom på, at denne manøvre kan besværliggøre intubationen [3]. De intubationsteknikker, man er fortrolig med a priori, bør anvendes i akut luftvejshåndtering. Anæstesiinduktion og overtryksventilation af den hypovolæmiske patient medfører en umiddelbar risiko for cirkulatorisk kollaps, hvorfor man bør sikre sig, at kirurgen og resten af teamet står klar til indgrebet umiddelbart efter intubation. Trykpneumothorax er en velkendt differentialdiagnose i denne situation, som øjeblikkeligt skal aflastes med nåledekompression og anlæggelse af pleuradræn.

VENTILATIONSSTRATEGI

Ved DCR og dermed massiv blødning, er det overvejende problem typisk cirkulatorisk instabilitet. Den metaboliske derangering som følge af massiv hæmo-

ragi medfører, at kirurgien skal begrænses til blødningskontrol. Ventilationsstrategien skal vælges under hensyntagen hertil. Man bør som udgangspunkt normoventilere patienterne, da hyperventilation muligvis kan øge mortaliteten [4]. Hvis man hypoventilerer patienten for at optimere hjertets blodfyldning (*preload*) forværres acidosen, der ofte i forvejen er metabolisk. Ventilationsstrategien bliver dermed en afvejning af flere uhensigtsmæssige faktorer, hvorfor man anbefaler normoventilation [5]. Hos hovedtraumepatienter med truende cerebral herniering (inkarceration) anvender man hyperventilation (mål: CO_2 ca. 4,0 kPa).

Da det væsentligste problem ved DCS er den systemiske blødning og dermed bogstavet C (*circulation*) i ABC-algoritmen, træder den cerebrale tilstand, svarende til bogstavet D (*disability*) i baggrunden. Det er en forudsætning for hjernens gennemblødning, at det cerebrale perfusionstryk optimeres, hvilket opnås ved opretholdelse af det systemiske blodtryk.

DET CIRKULATORISKE PROBLEM UNDER DAMAGE CONTROL-KIRURGI

Umiddelbar identifikation kontrol af blødningskilden prioriteres højt, og tidsintervallet fra traumet til kirurgisk blødningskontrol skal minimeres. Det kan understøttes af hurtig indbringelse af patienten til hospital (præhospital *scoop & run*) [6]. Præhospitalt bør man komprimere blødningen med bandage, men ved store arterielle blødninger på ekstremiteter kan man anvende *tourniquet*. Dette var tidligere kontroversielt, men har i de senere år igen vundet indpas [5]. Når DCS vurderes at være nødvendig, sigter man efter at opnå en operativ stabilisering inden for 90 minutter, og helst under en time. Timingen af reoperationen er varierende, men det sker typisk inden for 24 timer [7]. I nye europæiske kliniske retningslinjer anbefaler man, at patienten under operationen har et systolisk blodtryk på 80-100 mmHg [5]. Vælges et højere blodtryk, kompromitteres koagulationen perifert, pga. fænomenet *popping the clot*, hvor de dannede tromber løsrives, og blødningen øges [8]. Ved lavere blodtryk er den livsnødvendige organperfusion kompromitteret. Denne målretning af blodtrykket, der ofte kaldes permissiv hypotension, er en meget svær balancegang [9].

DEN DØDELIGE TRIADE

Der er en lang række fysiologiske parametre, som bør opretholdes på acceptabelt niveau. Koagulopati, acidose og hypotermi, ofte kaldet »den dødelige triade«, er indbyrdes afhængige og tre farlige komponenter, som skal korrigeres/normaliseres hurtigst muligt.

FIGUR 1

Mål i forbindelse med anæstesi ved *damage control*-kirurgi.

Tidlig intubation
Normoventilation
Iltmætning > 95%
Systolisk blodtryk 80-100 mmHg (invasiv monitorering)
Puls < 120
Normotermi (temperatur 37,0 °C)
Ca^{++} > 1,0 mmol/liter
Laktat: stabil eller faldende
pH > 7,25
Eksisterende diurese
SAG-M:FFP gives i forholdet 1:1
Poolet TK for hvert 3. sæt SAG-M/FFP
Hæmatokritværdi > 25%
Trombocytter > 50×10^9/liter
Normal trombelastografi
Konferer med blodbankens vagthavende læge

FFP = frisk frosset plasma; SAG-M = erytrocytsuspension; TK = trombocytkoncentrat.

Hvis temperaturen og pH-værdien er langt fra det normale niveau, er koagulationen kompromitteret, hvorved der er risiko for diffus blødning, og samtidig er det stort set umuligt for kirurgen at opnå hæmostase. Hypotermi skal forsøges korrigeret under operationen ved at opvarme blod og væske under infusionen og ved at tildække patienten med cirkulerende varmluft-tæpper.

TRANSFUSIONSPRAKSIS

Transfusionspraksis er i de senere år blevet mere aggressiv. Der findes ikke klar evidens for det præcise forhold af erytrocytsuspension (SAG-M), frisk frosset plasma (FFP) og poolet trombocytkoncentrat (TK). Hvor trenden tidligere var transfusion af FFP og TK

Damage control-kirurgi på traumestuen i TraumeCenter og Akut Modtagelse på Rigshospitalet.

! FAKTABOKS

Intuber tidligt – reducer anæstesimængden under hypovolæmi.

Begræns blødningen – brug permissiv hypotension.

Undgå hypotermi – opvarm patient og blodprodukter.

Undgå acidose – normoventiler, giv kun lidt krystalloid.

Korriger koagulopati – brug transfusionsstrategi og konferer med blodbank.

Inddrag kirurg og team – hold fokus på patientstatus og operationsvarighed.

rettet mod koagulationstallene, giver man nu mere FFP og TK. Samtidig bør mængden af krystalloider reduceres, da de kan forværre den dødelige triade [10]. Det tyder på, at denne nye transfusionspraksis medfører en forbedret overlevelse og reduktion af indlæggelsestiden på intensivafdeling [11]. Man stiler efter at imitere sammensætningen af fuldblod tilnærmelsesvist, men transfusionspraksis er ikke ensrettet på tværs af forskellige institutioner og lande. På Rigshospitalets TraumeCenter & Akutmodtagelse anvender man ved livstruende blødning en ratio på 5:5:2, altså for hvert femte sæt af SAG-M og FFP (i forholdet 1:1) gives der to portioner TK [12]. Indgift af de tre komponenter skal foregå parallelt, og ofte under tryk – også indgift af TK. Derudover styres transfusionen i tæt samarbejde med blodbankens vagthavende læge efter bl.a. analyser af trombelastografi, hæmoglobinkoncentration/hæmatokritværdi, trombocyttal og i øvrigt den kliniske tilstand [5]. Optimal transfusion til svært blødende multitraumatiserede patienter er vanskelig, og man bør løbende søge transfusionsrådgivning.

Til tider anvendes også tranexamsyre, frysetørret rent fibrinogenkoncentrat, kryopræcipitat og aktiveret koagulationsfaktor VIIa. Tranexamsyre har muligvis en mortalitetsreducerende effekt hos traumepatienter med betydende blødning [13]. Da citratindholdet i FFP binder frit ioniseret calcium i blodet, er der ofte behov for at indgive calciumklorid. Calcium indgår i koagulationskaskaden, har en karkontraherende effekt og er desuden en forudsætning for, at hjertemusklen kan kontrahere sig.

ANÆSTETIKA

Bevidstløse traumepatienter med livstruende skader har også krav på anæstesi. Anæstesimidler medfører som udgangspunkt kardiovaskulær depression, og da en given mængde anæstetika medfører en højere blodkoncentration hos hypovolæmiske patienter, skal man følgelig reducere doseringen – ofte betydeligt [14]. I takt med en stabilisering af den cirkulatoriske tilstand må man omvendt forvente et øget anæstetikabehov. Man bør dog være opmærksom på, at en hyppig anæstesijustering besværliggør vurderingen af de hæmodynamiske ændringer, som forekommer under resuscitationen af det hæmoragiske shock. Typen af anæstetika beror på regionale forskelle og personlig erfaring snarere end på god videnskabelig dokumentation. Således er det uafklaret, om man skal anvende total intravenøs anæstesi med propofol eller inhalationsanæstesi. Til trods for den negative inotrope kardielle påvirkning medfører ketamin sjældent blodtryksfald pga. den samtidige vasokontraherende og positive kronotropiske effekt [15]. Brugen af ketamin til DCS er uafklaret, og det er fortsat kontroversielt, om det bør anvendes til patienter med traumatisk hjerneskade [16].

Anvendelsen af muskelrelaksans faciliterer intubation. Da rocuronium med den korte anslagstid og lange virkning nu kan reverteres med stoffet sugammadex, er denne kombination måske at foretrække i fremtiden [17].

En overordnet analgetisk strategi er fornuftig, hvorfor indikationen for et korterevirkende analgetikum såsom remifentanil frem for det billigere og ikke så hæmodynamisk kompromitterende fentanyl næppe er indiceret, da patienterne sjældent ekstuberes umiddelbart efter indgrebet. Postoperativ analgetika gives under hensyntagen til de forventede fremtidige planer for ekstubation og reoperationer. Anlæggelsen af regional analgesi kompromitteres ofte af en eksisterende koagulopati og må dermed ofte udsættes, til koagulationsevnen er normaliseret. Administration af antibiotikaprofylakse og øvrig medicin under operationen foretages af anæstesiologisk personale som ved øvrige operationer.

EFTER DAMAGE CONTROL-KIRURGIEN

Patienterne indlægges oftest på intensivafdeling efter DCS, hvor den kliniske tilstand søges normaliseret med fokus på flere fysiologiske parametre. Laktat er en god indikator på, om den kliniske tilstand bedres, idet en okkult hypoperfusion ikke vil medføre en normalisering af laktatkoncentrationen [18]. På intensivafdeling opnås oftest homøstase ved at opvarme patienterne, justere antibiotikastrategien, optimere oxygeneringen og diuresen samt reducere acidosen og koagulopatien før en eventuel reoperation. Hvis patienterne overlever til udskrivelse fra hospitalet, er overlevelsen god, selvom en del bliver genindlagt, typisk pga. infektion [19].

KORRESPONDANCE: *Jacob Steinmetz,* TraumeCenter og Akutmodtagelse, Rigshospitalet, 2100 København Ø.
E-mail: jacobsteinmetz@dadlnet.dk
ANTAGET: 17. november 2010
INTERESSEKONFLIKTER: ingen

LITTERATUR

1. Hansen KS, Uggen PE, Brattebø G et al. Training operating room teams in damage control surgery for trauma: a followup study of the Norwegian model. J Am Coll Surg 2007;205:712-6.
2. Cirocchi R, Abraha I, Montedori A et al. Damage control surgery for abdominal trauma. Cochrane Database Syst Rev 2010;(1):CD007438.
3. Thiboutot F, Nicole PC, Trépanier CA et al. Effect of manual in-line stabilization of the cervical spine in adults on th e rate of difficult orotracheal intubation by direct laryngoscopy: a randomized controlled trial. Can J Anaesth 2009;56: 412-8.
4. Davis DP, Hoyt DB, Ochs M et al. The effect of paramedic rapid sequence intubation on outcome in patients with severe traumatic brain injury. J Trauma 2003;54:444-53.
5. Rossaint R, Bouillon B, Cerny V et al. Management of bleeding following major trauma: an updated European guideline. Crit Care Med 2010;14:R52.
6. Funder KS, Petersen JA, Steinmetz J. On-scene time and outcome after penetrating trauma: an observational study. Emerg Med J 9. okt. 2010 (epub ahead of print).
7. Penninga L, Penninga EI, Svendsen LB. Damage control surgery hos multitraumatiserede patienter. Ugeskr Læger 2005;167:3403-7.
8. Sondeen JL, Coppes VG, Holcomb JB. Blood pressure at which rebleeding occurs after resuscitation in swine with aortic injury. J Trauma 2003;54:S110-7.
9. Geeraedts LM Jr, Kaasjager HA, van Vugt AB et al. Exsanguination in trauma: a review of diagnostics and treatment options. Injury 2009;40:11-20.
10. Duchesne JC, McSwain NE Jr, Cotton BA et al. Damage control resuscitation: the new face of damage control. J Trauma 2010; 69:976-90.
11. Duchesne JC, Kimonis K, Marr AB et al. Damage control resuscitation in combination with damage control laparotomy: a survival advantage. J Trauma 2010;69:46-52.
12. Johansson PI, Bochsen L, Stensballe J et al. Transfusion packages for massively bleeding patients: the effect on clot formation and stability as evaluated by thrombelastograph (TEG). Transfus Apher Sci 2008;39:3-8.
13. CRASH-2 trial collaborators, Shakur H, Roberts I et al. Effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusion in trauma patients with significant haemorrhage (CRASH-2): a randomised, placebo-controlled trial. Lancet 2010;376:23-32.
14. Fouche Y, Sikorski R, Dutton RP. Changing paradigms in surgical resuscitation. Crit Care Med 2010;38:S411-20.
15. Morris C, Perris A, Klein J et al. Anaesthesia in haemodynamically compromised emergency patients: does ketamine represent the best choice of induction agent? Anaesthesia 2009;64:532-9.
16. Grathwohl KW, Black IH, Spinella PC et al. Total intravenous anesthesia including ketamine versus volatile gas anesthesia for combat-related operative traumatic brain injury. Anesthesiology 2008;109:44-53.
17. Paal P, Herff H, Mitterlechner T et al. Anaesthesia in prehospital emergencies and in the emergency room. Resuscitation 2010;81:148-54.
18. Abramson D, Scalea TM, Hitchcock R et al. Lactate clearance and survival following injury. J Trauma 1993;35:584-9.
19. Sutton E, Bochicchio GV, Bochicchio K et al. Long term impact of damage control surgery: a preliminary prospective study. J Trauma. 2006;61:831-4.

En dag på en traumeenhed i Johannesburg

Lene Østerballe[1], Sarah Asbury[2] & Kenneth D. Boffard[2]

Det er lørdag morgen, og klokken er 6.30. Alarmen slås til i huset, idet jeg kører ud af carporten. Bilen låses automatisk, når motoren tændes, sådan er det i Sydafrika. Høj kriminalitet har medført, at folk lever bag høje mure med alarmer og overvågning. Vel vidende, at Johannesburg er en af verdens mest kriminelle byer, er det vist meget fornuftigt at være lidt varsom. Jeg er på vej til arbejde på »The Gen«. Et døgn på Trauma Unit venter, og som altid er det ganske uforudsigeligt. Det gode vejr og et opgør mellem de to lokale fodboldklubber Pirates og the Chips varsler dog ballade. Jeg har på fornemmelsen, at næste døgn bliver travlt.

»The Gen« er et hverdagsudtryk for Charlotte Maxeke Johannesburg Academic Hospital. Hospitalet er centralsygehus for Johannesburg og omkringliggende provinser i en radius på 400 km. Det er et offentligt universitetshospital med 1.088 senge tilknyttet University of Witwatersrand.

Hospitalet har et stort traumecenter, Johannesburg Hospital Trauma Unit (JHTU), som er en del af den kirurgiske sektion. Det er et *level* 1-traumecenter [1], hvilket vil sige, at hospitalet er højtspecialiseret med resurser til at varetage alle aspekter af traumebehandlingen. JTHU er et af verdens mest kendte og respekterede traumecentre, hvor det akademiske niveau anses for at være højt samtidig med et stort patientindtag. Der er mere end 10.000 traumerelaterede indlæggelser årligt, hvoraf over 2.000 er *priority* 1-traumer.

JHTU består at en traumemodtagelse, en sengeafdeling med 30 sengepladser og et adskilt intensivafsnit med plads til ti intuberede patienter. I traumemodtagelsen er der to større akutstuer med plads til fem patienter. Stuerne er fuldt udstyrede til modtagelse af svært tilskadekomne patienter, og den kliniske vurdering foregår efter *advanced trauma life support* (ATLS)-principperne bygget op omkring den primære og sekundære gennemgang [2].

Det er anden gang, jeg arbejder som læge på JHTU. Første gang gennemførte jeg et ophold på fire måneder som *trauma medical officer* (svarende til det danske introduktionslægeniveau) i traumemodtagelsen. Nu er jeg vendt tilbage for at arbejde ti uger som *trauma junior registrar* (svarende til de første tre år af den kirurgiske hoveduddannelse i Danmark). Professor og *head of department*, *KD Boffard,* mener, at Afrika er krøbet ind under huden på mig. Han har sikkert ret.

STATUSARTIKEL

1) Gastroenheden, Kirurgisk Sektion, Hvidovre Hospital, og 2) Department of Surgery, Charlotte Maxeke Johannesburg Academic Hospital, and University of the Witwatersrand, Johannesburg, Sydafrika