

# Vad ambulanssjukvården kan lära av militära erfarenheter

Kunskap från nutida väpnade konflikter borde till stor del också införas i svensk civil prehospital sjukvård.

**PER ÖRTENWALL**, docent i kirurgi, överläkare, sjukvårdsavdelningen, Försvarsmedicincentrum, Göteborg  
per.ortenwall@telia.com

Blödning är den huvudsakliga dödsorsaken i ett militärt skadepanorama, och de flesta dödsfall inträffar innan den skadade når en sjukvårdsinrättning. Då kroppsskydd (»skottsäkra västar») införts som rutin av de flesta reguljära stridande förband är numera extremiteterna den vanligaste skadelokalen [1].

## Avsnörande förband, tourniquet

Amerikanska förlustsiffror i Vietnam och Somalia anger att 7 procent av dem som dödats i strid enbart hade isolerade extremitetsskador. Uppenbarligen var ett traditionellt tryckförband inte tillräckligt effektivt för att stoppa blödningar i extremiteterna. Att korrekt applicera ett tryckförband kan vara nog så besvärligt och inget som den skadade enkelt gör själv. Ett snabbare sätt att åstadkomma temporär blodstillning är att använda avsnörande förband (tourniquet) [2].

Moderna tourniqueter utvecklades under det första Gulfkriget. Kraven var att de skulle kunna gå att applicera med en hand och garantera inte lossna. Flera olika modeller som fyller dessa krav har tagits fram och finns på marknaden. Varje svensk soldat i Afghanistanstyrkan är utrustad med två CAT (combat applications tourniquet) (Figur 1). De har använts vid flera tillfällen och varit direkt avgörande för att de skadade kunnat föras levande till sjukhus. Den ischemi som skapas distalt om skadan är smärtsam och kan över tiden också leda till vävnadsskada/vävnadsdöd. Tidig och effektiv smärtlindring liksom att försöka minimera ischemitiden är därför viktigt. Flera bra instruktionsfilmer avseende hur CAT ska användas finns på internet.

## Hemostatiskt aktiva förband

Skador på bålen, halsen och proximala delarna av extremiteterna (axill/ljumske) går på grund av sin lokalisering inte att åtgärda med tourniquet. I stället har ett flertal sårvårdsprodukter som direkt stimulerar koagulationen tagits fram [3, 4]. Initialt användes granulat som skulle hållas i såret. Var blödningen tillräckligt kraftig sköljdes dock av naturliga skäl huvuddelen av ämnet bort. I nyare versioner har i stället det aktiva ämnet impregnerats i en kompress eller gasväv som används för att tamponera såret.

Ett alternativt sätt vid en trång sårkanal kan vara att föra in en Foley-kateter, blåsa upp ballongen med koksalt och på så sätt försöka åstadkomma en inre tamponad.

## Ändrat omhändertagande

Traditionellt har amerikanska sjukvårdare varit den kategori soldater som haft de högsta förlustsiffrorna, beroende på att de med risk för eget liv bedrivit skadepårsarbete enligt samma principer som används civilt. Ett förändrat arbetssätt infördes av USA efter striderna i Mogadishu, Somalia.

Genom kursen TCCC (tactical combat casualty care, TC3) och dess brittiska motsvarighet BATLS (battlefield advanced trauma life support) anpassades omhändertagandet av en skadad till vad som med hänsyn till sjukvårdarens säkerhet är rimligt att genomföra under de olika faserna av en strid [5, 6]. Under pågående stridshandlingar prioriteras att föra den skadade till en åtminstone delvis skyddad plats för vidare omhändertagande. De åtgärder som är aktuella på själva skadeplassen är enbart tourniquet, som om möjligt anbringas av den skadade själv. Smärtlindring ges i första hand i form av fentanylklubba, som varje soldat är utrustad med. En ofri luftväg kan försöksvis hanteras genom att lägga den skadade i bukklage. Snabb transport till en kirurgisk vårdinrättning genomförs så fort det är möjligt. Det innebär oftast helikoptertransport för att klara tidskraven (se nedan).

## Tidskrav

Begreppet »the golden hour« myntades av den amerikanske kirurgen R Adams Cowley. Vad han försökte beskriva var tidens betydelse i samband med cirkulatorisk chock. Det var en grov förenkling av verkligheten men beskrev på ett framsynt sätt kopplingen mellan hypoperfusion, vävnadsskada, koagulation och inflammatoriskt svar efter trauma – mekanismer som börjat klarläggas först under senare år. De flesta dödsfall i samband med trauma inträffar tidigt (sekunder till några minuter) efter skadetillfället och är därmed inte möjliga att förhindra genom insatser från sjukvården. Massiva yttre blödningar (t ex amputationsskador orsakade av minor) kan i vissa fall stoppas genom snabb applikation av tourniquet. I det ingår också att försöka förhindra hypotermi, ett problem även i tropisk miljö.

De som överlever de första tio minuterna efter skadan ska få hjälp av personal som har fått sjukvårdsutbildning. Erfarenhetsmässigt är det cirkulatorisk chock som är det stora döds-hotet. Luftvägshinder och ventilpneumotorax som dödsorsak förekommer men är förhållandevis sällsynta. Att avlasta en misstänkt ventilpneumotorax genom toraxpunktion är ett relativt enkelt ingrepp med få komplikationer. Detta praktiseras därför av de flesta länders sjukvårdare.

Att hitta lösningar för att skapa och säkra en fri luftväg är ett större praktiskt problem. Endotrakeal intubation under dessa ofta svåra förhållanden kräver både tillgång till muskelrelaxantia och stor erfarenhet av att hantera svåra luftvägar. Personal med denna kompetens finns sällan så långt fram i stridsmiljön. De olika supraglottiska hjälpmedel som finns (t ex larynxmask, kombitub etc) har inte övertygande visat sig

## SAMMANFATTAT

**Erfarenheter från** väpnade konflikter har lett till en snabb utveckling av traumavården med allt bättre överlevnadssiffror. **Förändringar** har genomförts avseende omhändertagandet prehospitalt liksom på sjukhus. **De militära** erfarenheterna kan nyttiggöras i civil ambulanssjukvård genom införande av tourniqueter och hemostatiskt aktiva förband.

**Tranexamsyra** bör ges som rutin snarast efter större trauma. **Prehospitalt bruk** av blod och blodprodukter har visat sig rädda liv men kan civilt endast bli aktuellt på läkarbemannade enheter. **Aktuellt skadepanorama**, transporttider och logistiska svårigheter bör ligga till grund för den prehospitala verksamhetens utformning.



Foto: Carl Johansson, Försvarsmakten

**Figur 1.** Till vänster: tourniquet anlagd på överarmen. Det runda handtaget reglerar hur hårt bandet spänns. På denna bild har handtaget transportsäkrats genom att en rem med kardborrelåsning fällts över handtaget. Ytterligare säkring nås genom att ännu en kardborreförsedd rem låser denna (överst i bilden). I mitten: tourniquet på låret. Oftast anläggs en tourniquet i akutfasen utanpå kläderna. Polstringen som syns på både figuren till vänster och i mitten är viktig att använda om bandet anläggs direkt på bar hud. Detta för att undvika att skinnet kommer i kläm i låset. Till höger: tourniquet på överarm (utan polstring); i detta fall förstärkt med en pneumatisk tourniquet påsatt mer proximalt.

kunna ersätta endotrakeal intubation. De flesta länder har därför satsat på kirurgisk koniotomi som standardmetod för att hantera en ofri luftväg när kvalificerad narkosläkare inte finns på plats. Ingreppet är inte utan komplikationer men har fördelen att muskelrelaxantia inte behöver tillföras.

De viktigaste åtgärderna är således att förhindra ytterligare blodförlust (kompletterande tourniqueter/hemostatiska förband), motverka hypotermi genom aktiv uppvärmning och se till att den skadade har cirkulation till de centrala organen. Ytterligare smärtlindring med både opioider och ketamin är förstas också möjlig. Flera försvarsmakter försöker utveckla säkra metoder för intranasal administration av potenta analgetika som ett alternativ till intravenös eller intraosseös infart. Vad gäller vätskebehandling tillämpar numera samtliga försvarsmakter principen om »permissive hypotension« (se sidan 340 i detta temanummer). En litteraturgenomgång ledde till att de formella tidskraven för NATO-ledda operationer ändrades till att maximalt en timme får förflyta mellan skada och kvalificerat medicinskt omhändertagande och maximalt två timmar till dess den skadade är på sjukvårdsenhet med kirurgisk kompetens [7].

### Skademinimering

Begreppet »damage control« (skademinimering) kommer från den amerikanska flottan och innebär tillfällig tätning av läckor för att förhindra att fartyget sjunker och i stället kan tas till ett varv för definitiv reparation. I traumasammanhang användes det ursprungligen för att beskriva ett kirurgiskt arbetssätt (damage control surgery, DCS) för att tillfälligt stoppa läckage av blod och tarminnehåll (se sidan 346 i detta temanummer). Med tiden kom dock begreppet att vidgas också till den icke-kirurgiska delen av omhändertagandet, och man började tala om »damage control resuscitation« (DCR) mot bakgrund av positiva erfarenheter av att tidigt ge plasma (eller färskt helblod) som framför allt amerikanerna gjorde på sina fältsjukhus i Irak och Afghanistan [8, 9].

Tidigare trodde man att rubbningar i koagulationen i samband med trauma berodde på hypotermi, konsumtion av koagulationsfaktorer och spänningseffekt av de kristalloida vätskor som infunderades. Efter millennieskiftet har man kunnat påvisa att patienter efter stor vävnadsskada och/eller hypovolemisk chock redan vid ankomst till sjukhus uppvisar en primär rubbning i koagulationen (definierad som förlängt INR). Mortaliteten i denna patientgrupp är kraftigt förhöjd, alla andra parametrar lika. Mekanismen bakom denna sk ACoTS (acute coagulopathy of trauma and shock) diskuteras, men en ofta framförd hypotes är att protein C har en nyckelroll i utvecklingen av densamma [10].

Viskoelastometriska test (tromboelastografi och rotations-

tromboelastografi) för bedömning av koagulationen är kända sedan 1940-talet. Användning av dem på traumapatienter har många förespråkare, inte minst då de är mer heltäckande än traditionella labbmetoder och dessutom går snabbare att utföra. Apparaturen finns än så länge bara tillgänglig för stationärt bruk. En kunnig bedömare kan av kurvans utseende utläsa om koagulationen är normal eller inte, och i det senare fallet ofta också avgöra vilket läkemedel eller vilka blodkomponenter som behöver tillföras. Med tekniken har man också kunnat påvisa att en del patienter redan vid ankomst till sjukhus inte bara har nedsatt koagulationsförmåga utan, förvånande nog, också en aktiverad och pågående fibrinolys.

Detta ledde fram till den stora multicenterstudien CRASH-2 med mer än 20 000 ingående traumapatienter med misstänkt blödning. Man kunde visa att fibrinolyshämmaren tranexamsyra (Cyklokapron) given efter ankomst till sjukhus signifikant sänkte mortaliteten [11]. Resultaten har senare kunnat verifieras i en militär skadepopulation i Afghanistan [12]. Subgruppsanalyser har visat att medlet har störst effekt om det ges inom en timme efter skadetillfället, men ingen effekt alls efter tre timmar och störst effekt hos den grupp som blir föremål för massiva transfusioner (>10 enheter erytrocytkoncentrat) [12, 13].

### Blod och blodkomponenter prehospitalt

Det stora problemet för de flesta nationer är de logistiska svårigheterna med att försörja militära styrkor utomlands med blodprodukter på grund av komponenternas olika hållbarhet. Plasma frysförvaras och håller då i flera år (beroende på förvaringstemperaturen) men måste tinas innan det ges. Det är en process som tar minst 30 minuter. Erytrocytkoncentrat är kylvara med en hållbarhet på upp till 42 dagar. De röda blodkropparna påverkas dock negativt under lagringstiden och tappar bl a mycket av sin förmåga att deformeras redan efter 21 dagar. Detta innebär att de har svårare att passera genom kapillärerna, sitt egentliga målorgan. Man har i djurexperimentella studier kunnat visa att syresättningen av muskelvävnad sjunker när djuren transfunderas med erytrocyter som är äldre än 21 dagar. Detta bör ställas i relation till det faktum att de flesta civila blodcentraler av förklarliga skäl lämnar ut sina äldsta enheter erytrocytkoncentrat först.

Trombocyter, slutligen, förvaras i rumstemperatur och har då en hållbarhet på fem dagar. Det innebär i praktiken att blodcentraler i hemlandet för utlandsstyrkornas räkning kan tillhandahålla plasma och erytrocytkoncentrat men inte trombocyter. Stora nationer (tex USA) har utrustning att på plats genom aferes extrahera trombocyter ur givarblod, medan plasman och erytrocyterna ges tillbaka.

Den påvisade förbättrade överlevnaden med att tidigt ge

blodets samtliga beståndsdelar har avspeglat sig i ökade forskningsanslag på området. Nygamla metoder, tex frysförvaring av helblod, vidareutvecklas. Fördelarna i form av längre hållbarhet är uppenbara. Metoden används redan rutinmässigt tex av den holländska försvarsmakten. Nackdelarna är att glycerol tillsätts vid infrysningen, vilket innebär att blodet måste tvättas under ganska lång tid innan det kan transfunderas. En annan metod som funnits länge är framställning av frystorkad plasma. Användningen av produkten upphörde dock på grund av överföring av hepatit men har med nyare tillverknings- och testmetoder återupptagits. Både Tysklands och Frankrikes försvarsmakter använder numera rutinmässigt denna typ av plasma, som kan förvaras minst två år i rumstemperatur och som löses upp i sterilt vatten på fem minuter [14].

En annan möjlighet i militära sammanhang är att ge färskt helblod genom att använda sig av övriga soldater. Det är för närvarande det sätt som finns för att kunna tillföra trombocyter till en skadad om man inte har tillgång till trombocyt koncentrat. Att ge färskt helblod är dock behäftat med risker vad gäller både överföring av blodburna infektioner och immunologiska reaktioner. Införande av denna metod förutsätter att alla potentiella givare typbestäms och screenas innan de accepteras som blodgivare. Snabbtest avseende HIV och hepatit är under utveckling, men detektion av andra blodburna sjukdomar (tex malaria) kommer fortsatt att utgöra ett problem.

### Skademinimering på distans

Det faktum att de svårast skadade visats ha en bättre överlevnad vid DCR har lett till initiativ att starta sådan behandling redan under den prehospitalla fasen. Exempelvis Storbritannien medför på sina ambulanshelikoptrar i Afghanistan både erytrocytkoncentrat och (tinad) plasma. Tranexamsyra ges numera rutinmässigt av de flesta försvarsmakter inom NATO. De förhoppningar man tidigare haft om att rekombinant faktor VIIa (NovoSeven) skulle vara universallösningen vid massiv blödning har inte kunnats infrias, och användningen har påtagligt minskat i militära sammanhang.

### Civil tillämpning av militära erfarenheter

De militära prehospitalla erfarenheterna går inte direkt att översätta till civila förhållanden med tanke på att skadepanoramata skiljer sig kraftigt åt. Man kan dock konstatera att totala eller partiella amputationsskador förekommer även civilt, tex i samband med arbetsplatsolyckor. En tourniquet är ett förhållandevis billigt hjälpmedel, som i en sådan situation visat sig vara till nytta. Att försöka tillverka ett avsnörande förband med hjälp av livremmar, blodtrycksmanschetter etc har visat sig fungera betydligt sämre och är också behäftat med större risk för skador på nerver. Likaså ökar risken för djupa infektioner [15]. Även hemostatiskt aktiva förband och Foley-katetrar är förhållandevis billiga och kan vara värdefulla vid penetrerande våld. Den nutida historien har visat att de

## »Tranexamsyra är billigt och har en snäll biverkningsprofil.«

nordiska länderna inte är immuna mot terrorhandlingar. I samband med polisinsatsen vid Utoya satte sjukvårdare i den norska polisens specialstyrka ett flertal tourniqueter på skadade ungdomar, vilket sannolikt räddade flera liv men skapade osäkerhet för den civila sjukvårdspersonal som kom till platsen senare och som inte var van vid utrustningen eller behandlingsmetoden [pers medd, JE Nilsen, Norsk luftambulans, 2012]. Kostnaden för att nyttiggöra dessa förhållandevis enkla hjälpmedel ligger huvudsakligen i de utbildningsinsatser som måste genomföras inom ambulanssjukvården.

Tranexamsyra är billigt och har en snäll biverkningsprofil. Effekten är oberoende av om skadan uppkommit genom trubbigt eller penetrerande våld, varför medlet definitivt bör införas som rutin i den svenska civila ambulanssjukvården. Normal dosering är 1 g långsamt intravenöst.

Vad gäller plasma, erytrocytkoncentrat och andra nu tillgängliga blodprodukter är det svårare att ge några generella rekommendationer. Ansvarsförhållanden vad gäller blodtransfusioner gör att det endast är läkarbemannade ambulansfordon (bilar/helikoptrar) som kan bli aktuella. Då frystorkad plasma för närvarande inte finns att tillgå i Sverige måste den färskfrusna plasman förvaras tinad om man ska ha en chans att hinna ge den utanför sjukhus. Det innebär att denna plasma måste omsättas regelbundet, tex på ett sjukhus operationsavdelning, för att undvika slöseri.

Behovet av att kunna ge blod och blodprodukter prehospitalt i Sverige får således bedömas i varje enskild ambulanshelikopterorganisation mot bakgrund av skadepanoramata och transporttiderna. Vad som kanske är viktigare är att varje sjukhus som tar emot patienter med livshotande trauma har ett fast protokoll för massiva transfusioner. En förvarning till mottagande sjukhus från ambulans/ambulanshelikopter om att det kan bli aktuellt med massiva transfusioner ger blodcentralen tid att färdigställa blod/plasma/trombocyter i förhållandet 4:4:1 innan patienten kommer till sjukhus. Erfarenheter från sjukhus där man infört denna rutin, tex Ullevål sykehus i Oslo, har visat på bättre överlevnad men också på att den totala förbrukningen av blodprodukter sjunker.

Vid massiva transfusioner bör blodcentralen sannolikt också lämna ut så färsk erytrocyter som möjligt. Om frystorkad plasma kunde tillhandahållas i Sverige skulle detta sannolikt vara ett värdefullt tillskott i den prehospitalla traumabehandlingen av de svårast skadade patienterna.

■ *Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.*

LÄS MER Engelsk sammanfattning Läkartidningen.se

#### REFERENSER

1. Champion HR, Bellamy RF, Roberts P, et al. A profile of combat injury. *J Trauma*. 2003;54:S13-9.
2. Walters TJ, Mabry RL. Issues related to the use of tourniquets on the battlefield. *Mil Med*. 2005;170:770-5.
3. Kozen BG, Kircher SJ, Henao J, et al. An alternative hemostatic dressing: comparison of Celox, Hem-Con, and QuikClot. *Acad Emerg Med*. 2008;15:74-81.
4. Lawton G, Granville-Chapman J, Parker PJ. Novel haemostatic dressings. *J R Army Med Corps*. 2009;155:309-14.
5. TCCC - The PHTLS advantage.

[http://www.naemt.org/education/PHTLS/TCCC/TCCC\\_home.aspx](http://www.naemt.org/education/PHTLS/TCCC/TCCC_home.aspx) [citerat 2 juli 2012].

6. BATLS. <http://www.ciomr.org/en/service/res/MilTC/batls> [citerat 2 juli 2012].
7. Parker PJ. Casualty evacuation timelines: an evidence-based review. *J R Army Med Corps*. 2007;153:274-7.
8. Holcomb JB, Jenkins D, Rhee P, et al. Damage control resuscitation: directly addressing the early coagulopathy of trauma. *J Trauma*. 2007;62:307-10.
9. Bouillon B, Brohi K, Hess JR, et al. Educational initiative on critical bleeding in trauma: Chicago, July

- 11-13, 2008. *J Trauma*. 2010;68:225-30.
10. Brohi K, Singh J, Heron M, et al. Trauma induced coagulopathy. *J Trauma*. 2003;54:1127-30.
11. The CRASH-2 Collaborators. 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.
12. Morrison JJ, Dubose JJ, Rasmussen TE, et al. Military Application of Tranexamic Acid in Trauma Emergency Resuscitation (MATTERs) study. *Arch Surg*. 2012;147:113-9.
13. The CRASH-2 Collaborators. The importance of early treatment with tranexamic acid in bleeding trauma patients: an exploratory analysis of the CRASH-2 randomised controlled trial. *Lancet*. 2011;377:1096-101.
14. Martinaud C, Ausset S, Deshayes AV, et al. Use of freeze-dried plasma in French intensive care unit in Afghanistan. *J Trauma*. 2011;71:1761-5.
15. Clasper JC, Brown KV, Hill P. Limb complications following pre-hospital tourniquet use. *J R Army Med Corps*. 2009;155:200-2.