

Blodförsörjning vid katastrofer – en nationell beredskap behövs

Agneta Wikman, docent, överläkare, Klinisk immunologi och transfusionsmedicin, Karolinska universitetssjukhuset, Stockholm; expert på transfusionsmedicin, Försvarsmakten
 ● agneta.wikman@sl.se

Beatrice Aspevall-Diedrich, med dr, överläkare, Klinisk immunologi och transfusionsmedicin, Karolinska universitetssjukhuset; ordförande, Swedish Blood Alliance (Sweba)

Rut Norda, med dr, överläkare, Klinisk immunologi och transfusionsmedicin, Akademiska sjukhuset, Uppsala; medicinsk redaktör, »Handbok för blodverksamhet«, Sweba

Denise Bäckström, med dr, överläkare anesthesi och intensivvård, Försvarsmakten; Capio akutläkarbilar Stockholm; forskare, Katastrofmedicinskt centrum, Linköpings universitet

Andreas Wladis, professor i traumatologi och katastrofmedicin, överläkare i kirurgi, Katastrofmedicinskt centrum, Linköpings universitet

Patrik Nimberger Hansson, överläkare anesthesi och intensivvård; stabsläkare, högkvarteret, Försvarsmakten

Det är konstaterat i flera utredningar att kris- och katastrofberedskap i hälso- och sjukvården behöver förstärkas och samordnas [1-3]. Kris- och katastrofsce-narier omfattar stora olyckor, terrorangrepp, brand, utbrott av smitta och i yttersta fall krig med avstängning av hela eller delar av landet. Förutom priorite-ring av de direkta vårdinsatserna inom kirurgi, in-tensivvård och andra relevanta enheter måste det också finnas en planering för hela den akuta vårdked-jan: blodförsörjning, röntgen, laboratoriediagnostik, transporter, läkemedels- och materialtillgång, kom-munikation och information mellan enheter, sjukhus och regioner. Här diskuteras blodförsörjning vid kri-ser och katastrofer.

Beredskap inom blodverksamheterna

Det finns 26 blodverksamheter i sex sjukvårdsregi-oner i Sverige. Swedish Blood Alliance (Sweba), med representation från universitetssjukhusen i Sverige, är en underorganisation till European Blood Alliance (EBA) och verkar för nationellt samarbete mellan re-gionerna [4].

Efter terrorattentaten i Paris 2015 och i Bryssel 2016 och knivdådet i Trollhättan 2015 genomförde Sweba en enkät till blodverksamheterna. Frågorna rörde ka-tastrofplan, larmvägar, blodlager, deltagande i övning-ar och beredskap att kunna ta hand om blodgivare samt att identifiera särskilt kritiska områden.

Larm till blodverksamheten kommer oftast via te-telefon från akutmottagningen på sjukhuset och hos några (4 av 26) via tjänsteman i beredskap. I katastrof-planerna ingår primärt en bedömning av lokalt blod-lager samt att man ska kunna beställa blod från andra blodverksamheter vid brist lokalt. Ofta saknas infor-mation till blodverksamheterna om vart de skadade patienterna transporterats, vilket gör att det finns en risk för att man vid larm beställer blod från de sjuk-hus dit de svårast skadade patienterna transporterats. 17 av 26 blodverksamheter deltar någon gång i kata-strofövningar; majoriteten mer sällan än vartannat år och endast en verksamhet anger att de har deltagit i en regionövergripande övning. 14 av 17 blodverksam-heter har enbart deltagit i övningar med telefonlarm, som oftast är begränsade till en inventering av blodla-ger och att telefonlistor till personal är uppdaterade. 9 av 26 har en dokumenterad beredskapsplan för att tappa blodgivare och 4 har ett färdigt informations-material till sina blodgivare i händelse av katastrof (Fakta 1).

Även vid normal sjukvårdsaktivitet är det en stor efter-frågan på det som benämns akutblod, erytrocyter av blodgrupp O RhD-negativ, till bloddepåer på opera-tions- och akutavdelningar, mindre sjukhus och pri-vata sjukhus samt ett ökande behov till helikoptrar

och ambulanser. Det är bara 6 procent av blodgivarna som har blodgrupp O RhD-negativ vilket gör att det finns en begränsad tillgång som måste prioriteras (Fi-gur 1). I akuta lägen med många skadade är det mycket väsentligt att ha en rutin för säker identitetsmärkning, och att man så snart som möjligt gör blodgrupperingar för att kunna använda blod från alla blodgrupper.

Kliniskt perspektiv på behov av akut blodtillgång

Majoriteten av de som dör på grund av trauma dör prehospitalt eller snart efter ankomsten till sjuk-huset [6-8], och en av de främsta dödsorsakerna hos dessa patienter är blödning [7-9]. Den massivt blödan-de patienten behöver blod så snart som möjligt: varje minut påverkar mortaliteten [10, 11]. I Sverige är medi-antiden 54 minuter innan en traumapatient når sjuk-huset, men variationen, beroende på olika förutsätt-ningar runt om i landet, är stor [12].

Studier visar att prehospital behandling med blod-produkter medför en sänkt mortalitet [11, 13, 14]. I nå-gra regioner (Västra Götaland, Värmland, Jämtland-Härjedalen, Uppsala, Dalarna, och Västerbotten) har prehospitala blodprodukter införts på hittills sex am-bulanshelikoptrar och på en läkarbil i Göteborg, men i större delen av landet är de ännu inte tillgängliga.

En större blödning leder till otillräcklig syresätt-ning av vävnaden, vilket i sin tur orsakar en »syre-skuld« [15]. Syreskulden är ett resultat av anaerob me-tabolism och ger i slutändan celldöd på grund av syre-brist. Nivån på syreskulden kan därmed kopplas till graden av blödningschock som patienten befinner sig i och även till komplikationerna som patienten drab-bas av på grund av blödningen [16-20]. Intravenösa

HUVUDBUDSKAP

- Det saknas en nationell beredskapsplan för blodför-sörjning vid kris- och katastrofhändelser, och regionala/lokala planer är begränsade.
- Blodlager på sjukhusen motsvarar 1-3 veckors normalförbrukning.
- Regionala lager av kritiskt material vad gäller blod-påsar samt blodtypnings- och virusreagens är begrän-sade.
- Prehospital användning av blodprodukter har introdu-cerats i några regioner.
- Vid en masskadehändelse kan tillgång på prehospitalt blod rädda liv.
- En enhet helblod innehåller alla blodfaktorer, är lätt att hantera och kan relativt snabbt mobiliseras – men prehospital tillgänglighet är en logistisk utmaning.

FAKTA 1. Kritiska punkter vid masskadehändelser, identifierat av Blodverksamheterna

- Information om antal skadade och vart svårt skadade patienter transporterats.
- Tidigt korrekt tagna blodgrupperingar.
- Tillgång på erythrocyter av blodgrupp O, särskilt O RhD-negativ.
- Tillgång på trombocyter.
- Att hinna tina färskfrost plasma.
- Materialtillgång (blodpåsar, blodtypnings- och virusreagens samt annat förbrukningsmaterial) vid en större eller mer långvarig kris.

klara vätskor, som i brist på blodprodukter används för att hålla uppe den cirkulerande volymen, har en negativ effekt på koagulation [20, 21].

En balanserad ersättning av blödning med erythrocyter, plasma och trombocyter medför minskad mortalitet [22, 23]. Ett sätt att behålla den balansen är att använda sig av helblod, som innehåller alla blodfaktorer i en enhet. Det underlättar hanteringen prehospitalt eller i situationer med begränsade resurser. Utspädning med näringslösningar i blodkomponenter är större än i helblod. Det bidrar sannolikt till det sänkta behovet av blodprodukter när man resusciterar med hjälp av helblod i stället för blodprodukter [25].

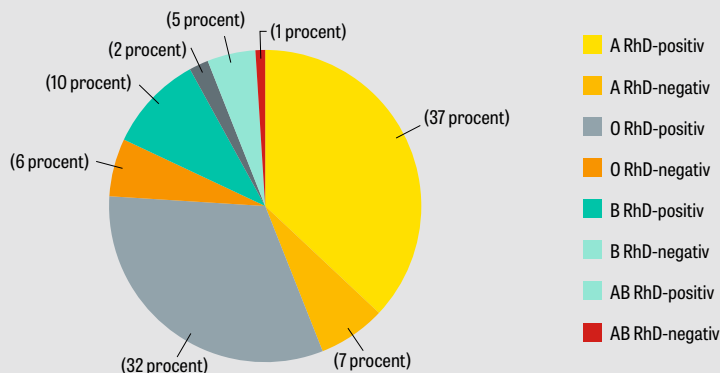
Det är svårt att förutse blodbehovet vid en händelse med många skadade eftersom skadepanoramata kan se så olika ut, men baserat på internationella erfarenhe-

»Ofta saknas information till blodverksamheterna om vart de skadade patienterna transporterats.«

ter kan uppskattningar göras. Erfarenheter från terroristattacker genomförda med sprängningar i Israel har visat att 16 procent av de skadade behövde blodprodukter och att 73 procent av blodet som administrerades under det första dygnet gavs under de första två timmarna efter ankomst till sjukhus [26]. Under åren 2000-2005 genomfördes många terrorattentat i Israel, och man har uppskattat blodbehovet till cirka 1,3 enheter erythrocyter per skadad och bland måttligt till svårt skadade till 6,7 enheter erythrocyter [27].

Vid terroristattackerna i Paris 2015, som bestod av sprängningar och skjutningar, uppgick behovet av erythrocyter till 4,8 enheter per patient [28]. Efter Niceattentatet 2016, då en lastbil körde över människor, användes 3,7 enheter erythrocyter per patient [28]. Majoriteten av de som inte överlevde i dessa attentat dog av blödningar före ankomst till sjukhus.

FIGUR 1. Blodgruppsfördelning i svensk befolkning 2012



Figur 1. Baserat på SCANDAT-databasen [Torsten Dahlén, pers medd; augusti 2020].

I en hypotetisk buss- eller tågolycka i norra Sveriges inland, med långa avstånd mellan sjukhus, så skulle vi kunna ha 25 skadade, varav 4 svårt skadade, motsvarande de 16 procent som behövde blodprodukter i studien ovan [26]. Om de svårt skadade behöver 6,7 enheter erythrocyter var skulle det innebära att ungefär 27 enheter erythrocyter behövs inom de första timmarna. I norra Sverige är en transporttid på två timmar till sjukhus inte ovanlig. Att få ut blodprodukter prehospitalt blir avgörande för att kunna rädda de 4 svårt skadade patienterna i vårt scenario.

Vi kan tillämpa motsvarande siffror på ett annat scenario, en terroristattack i Stockholms tunnelbana, där man med en konservativ bedömning skulle ha 150 skadade varav 24 (16 procent) svårt skadade och i behov av blodprodukter. I Stockholm finns det många ambulanser som kan mobiliseras vid en stor händelse. Om skadaplatsen är säkrad av polisen, och ambulanspersonal kan börja arbeta tidigt, bör de 24 svårt skadade kunna vara på sjukhus inom en timme; dock har varje minut utan blodprodukter hos den blödande patienten en negativ inverkan på mortaliteten. Det blod som dessa 24 personer skulle behöva få inom två timmar är 161 enheter erythrocyter, motsvarande mängd plasma och cirka 40 trombocytenheter. Genom att helblod används kan det totala blodbehovet minskas [25].

De här två exemplen är möjliga scenarier baserade på osäkra antaganden, men genom att tillämpa erfarenheter från andra händelser kan vi göra en uppskattning av vilka transfusionsbehov som kan förutses vid olika skadesituationer. Exempelen illustrerar också det potentiella behovet av att kunna behandla med blodprodukter prehospitalt, men det behöver utvärderas i studier i Sverige.

Blodförsörjning inom försvarsmedicin

Krigstraumatologi är sjukvård där blod krävs på slagfältet, vid initialt omhändertagande med efterföljande primär kirurgi. Därefter kommer ett behov vid sekundär kirurgi. Överlevnad är associerad till tid tills blodprodukter och kirurgi används [11]. Blodtransfusion är den vanligaste behandlingen vid skador (26,4 procent), och den vanligaste diagnostiska åtgärden är röntgenundersökning (80 procent) [29]. På det brittiska fältsjukhuset Camp Bastion i Afghanistan är över-



Foto: Försvarsmakten

Försvarsmakten har mer än 500 godkända bloddonatorer (bilden är godkänd för publicering).

levnaden 99,6 procent (baserat på 6 386 patienter) för en brittisk soldat som når sjukhuset levande. Överlevnaden för de som har ett massivt transfusionsbehov var 84 procent (1 010 av 13 547 patienter), vilket även inkluderade andra patienter än brittiska soldater [30].

När det gäller utlandsuppdrag för svenska styrkor - för närvarande till svenska styrkor i Mali - krävs leverans av blodprodukter från svenska civila blodcentraler med en transportlogistik som ofta är komplicerad. Försvarsmakten har under 2020 ansökt om ett blodcentralstillstånd med uppgift att säkerställa blod till Försvarsmakten och att kunna tappa blod inom ett program för »ambulerande blodbank«. Syftet är att kunna öka blodtillgången vid masskadehändelser och kunna behandla med trombocyter, vilket är viktigt för hemostas vid blödningar [31]. I slutet av 2020 har

»I militär sjukvård är frystorkad plasma väsentlig, en blodprodukt med lång hållbarhet som inte kräver kylkedjor. Med ökad efterfrågan har det blivit en bristprodukt.«

Försvarsmakten mer än 500 godkända bloddonatorer, med planerad utökning av ca 240 varje år. I militär sjukvård är frystorkad plasma väsentlig, en blodprodukt med lång hållbarhet som inte kräver kylkedjor. Med ökad efterfrågan har det blivit en bristprodukt [31]. Både civila och militära studier visar att tidig behandling med plasma och trombocyter medför mindre blödning [13, 14, 25].

Blodförsörjning ingår i Totalförsvaret, definierat som samverkan mellan civilt och militärt försvar, där Försvarsmakten anger sitt behov via militärregion-

läkarna till regionerna [1]. Regionerna ska ansvara för att det är möjligt att öka blodtillgången i katastroflägen genom att garantera tillgång till det material som krävs: kylar/frysar, tappningsutrustning, laboratorietest samt beredskapsplaner för ökad tappning.

Många länder har egen militär blodcentral. Den franska militära blodcentralen har även som uppdrag att odla och framställa humanhud för transplantation vid brännskador samt att samla stamceller för behandling vid nukleära skador. Den svenska försvarsmakten har samarbeten med andra länder bland annat genom deltagande i NATO Blood Panel, som verkar för ett uniformt militärt blodförsörjningsregulativ. Försvarsmakten följer EU-direktiv och de svenska blodföreskrifterna samt Natos rekommendationer så att fullständigt värdlandsstöd kan ges både i verkliga situationer och vid övningar.

DISKUSSION

Det saknas en gemensam nationell beredskapsplanering för blod vid kris- och katastrofhändelser. Lokala lager av blod och kritiskt material är dimensionerade efter normal blodåtgång på varje sjukhus. Förvaring av blodprodukter kräver kylar och frysar samt temperaturmonitorering, så logistiken vid transporter kan vara komplicerad. Förvaringstider är begränsade vilket gör att alternativa blodprodukter med längre hållbarhet behöver utvärderas och göras tillgängliga. Det gäller till exempel frysta trombocyter [33] och frystorkad plasma [34]. Det är särskilt viktigt för sjukhus i norra Sveriges inland, där avstånden är långa, och på Gotland med osäkra transporter, där man normalt har små lager av blodprodukter.

Frystorkad plasma produceras i dag bara i Frankrike och Tyskland, primärt för militär sjukvård, men den har även börjat användas civilt [34]. Det har medfört att det ofta uppkommer bristsituationer. I ett nordiskt gemensamt försvarsmedicinskt samarbete är det identifierat som strategiskt viktigt med egen produktion av frystorkad plasma.

Vid ett akut ökat behov av blod är det önskvärt att åtminstone några regioner har en rutin för att kunna leverera helblod. Det innehåller alla blodfaktorer och kan användas direkt efter blodtypning och virustestning. Prehospitalt helblod används i dag i några få regioner. Det pågår studier av prehospital resuscitering vid stora blödningar, bland annat vid ambulanshelikoptern i Västra Götalandsregionen.

En god beredskapsplanering förutsätter kunskap, tydlig ansvarsfördelning och dokumenterade planer som regelbundet uppdateras och övas. Det behövs en nationell styrning för att logistik av beredskapslager ska vara möjlig. Ansvar för planering och logistik kan ligga på relevant myndighet och samordnas via Försvarsmaktens blodcentral eller en civil blodcentral. En nationell beredskapsplan för att snabbt kunna öka blodtillgången vid stora akuta behov bör implementeras.

● Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.

Citera som: *Läkartidningen*. 2021;118:20149

SUMMARY

Blood supply in crisis and catastrophe preparedness

It has been noted in several reports from Swedish authorities that crisis and catastrophe preparedness require planning and coordination among involved stakeholders, which is true also for the blood supply in mass casualty events. Today the main responsibility for the blood supply in Sweden lies with each of 26 blood banks in the country. Regional planning is limited, and national plans do not exist. The stock of blood products and critical material is planned according to the normal use. Many blood banks are not involved in catastrophe training in the hospitals.

It has been shown previously that blood given in the prehospital setting reduces mortality in trauma bleeding. Whole blood contains all blood cells and coagulation factors important for hemostasis, and is easy to handle for emergency teams. In a few Swedish regions blood products have been introduced in the prehospital setting and in single centers whole blood is evaluated.

REFERENSER

- Totalförsvarets sjukvårdssystem. Bilaga till FM2016-16189:15 och SoS 11.1-30361/2017. Stockholm: Försvarsmakten/Socialstyrelsen; 2017.
- SOU 2020:23. Hälso- och sjukvård i det civila försvaret - underlag till försvarspolitisk inriktning. Delbetänkande av Utredningen om hälso- och sjukvårdens beredskap. Stockholm: Socialdepartementet; 2020.
- Leth E, Ek Å, Lundgren Kowrnacki K. Resursförstärkt läkemedelsförsörjning inför kris, höjd beredskap och krig. Kunskapsunderlag. Lund: Lunds universitet, Lunds Tekniska högskola; 2019.
- Swedish Blood Alliance. www.sweba.se
- European Blood Alliance. www.europanbloodalliance.eu
- Bäckström D, Larsen R, Steinvall I, et al. Deaths caused by injury among people of working age (18-64) are decreasing, while those among older people (64+) are increasing. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018;44(4):589-96.
- Søreide K, Kruger AJ, Vardal AL, et al. contemporary patterns of trauma deaths: changing place, similar pace, older face. *World J Surg.* 2007;31(11):2092-103.
- Gedeborg R, Chen LH, Thiblin I, et al. Prehospital injury deaths - strengthening the case for prevention: nationwide cohort study. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;72(3):765-72.
- Bäckström D, Steinvall I, Sjöberg F. Change in child mortality patterns after injuries in Sweden: a nationwide 14-year study. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2017;43(3):343-9.
- Meyer DE, Vincent LE, Fox EE, et al. Every minute counts: time to delivery of initial massive transfusion cooler and its impact on mortality. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;83(1):19-24.
- Shackelford SA, Del Junco DJ, Powell-Dunford N, et al. Association of prehospital blood product transfusion during medical evacuation of combat casualties in Afghanistan with acute and 30-day survival. *JAMA.* 2017;318(16):1581-91.
- Svenska traumaregister. Årsrapport 2019. [http://rcsyd.se/swetrau/wp-content/uploads/sites/10/2020/09/A%](http://rcsyd.se/swetrau/wp-content/uploads/sites/10/2020/09/A%C3%A4r%20rapport-SweTrau-2019.pdf)
- Guyette FX, Sperry JL, Peitzman AB, et al. Prehospital blood product and crystalloid resuscitation in the severely injured patient: a secondary analysis of the prehospital air medical plasma trial. *Ann Surg.* 2021;273(2):358-64.
- Pusateri AE, Moore EE, Moore HB, et al. Association of prehospital plasma transfusion with survival in trauma patients with hemorrhagic shock when transport times are longer than 20 minutes: a post hoc analysis of the PAMPer and COMBAT clinical trials. *JAMA Surg.* 2020;155(2):e195085.
- Jenkins DH, Rappold JF, Badloe JF, et al. Trauma hemostasis and oxygenation research position paper on remote damage control resuscitation: definitions, current practice, and knowledge gaps. *Shock.* 2014;41(Suppl 1):3-12.
- Crowell JW, Smith EE. Oxygen deficit and irreversible hemorrhagic shock. *Am J Physiol.* 1964;206:313-6.
- Rixen D, Siegel JH. Bench-to bedside reviewed: oxygen debt and its metabolic correlates as quantifiers of the severity of hemorrhagic and post-traumatic shock. *Crit Care.* 2005;9(5):441-53.
- Shoemaker WC, Appel PL, Kram HB. Tissue oxygen debt as a determinant of lethal and nonlethal postoperative organ failure. *Crit Care Med.* 1988;16(11):1117-20.
- White NJ, Martin EJ, Brophy DF, et al. Coagulopathy and traumatic shock: characterizing hemostatic function during the critical period prior to fluid resuscitation. *Resuscitation.* 2010;81(1):111-6.
- Siegel JH, Fabian M, Smith JA, et al. Oxygen debt criteria quantify the effectiveness of early partial resuscitation after hypovolemic hemorrhagic shock. *J Trauma.* 2003;54(5):862-80; discussion 880.
- Cotton BA, Guy JS, Morris JA Jr, et al. The cellular, metabolic, and systemic consequences of aggressive fluid resuscitation strategies. *Shock.* 2006;26(2):115-21.
- Hess JR, Brohi K, Dutton RP, et al. The coagulopathy of trauma: a review of mechanisms. *J Trauma.* 2008;65(4):748-54.
- Roquet F, Neuschwander A, Hamada S, et al. Association of early, high plasma-to-red blood cell transfusion ratio with mortality in adults with severe bleeding after trauma. *JAMA Netw Open.* 2019;2(9):e1912076.
- Nederpelt CJ, El Hechi MW, Kongkaewpaisan N, et al. Fresh frozen plasma-to-packed red blood cell ratio and mortality in traumatic hemorrhage: nationwide analysis of 4,427 patients. *J Am Coll Surg.* 2020;230(6):893-901.
- Spinella PC, Perkins JG, Grathwohl KW, et al. Warm fresh whole blood is independently associated with improved survival for patients with combat-related traumatic injuries. *J Trauma.* 2009;66(4 Suppl):S69-76.
- Dann EJ, Bonstein L, Arbov L, et al. Blood bank protocols for large-scale civilian casualty events: experience from terrorist bombing in Israel. *Transfus Med.* 2007;17(2):135-9.
- Shinar E, Yahalom V, Silverman BG. Meeting blood requirements following terrorist attacks: the Israeli experience. *Curr Opin Hematol.* 2006;13(6):452-6.
- Noël S, François A, Le Faillier F, et al. Lessons learned from Paris and Nice. *ISBT Sci Ser.* 2018;13(1):35-46.
- Schauer SG, Naylor JF, Oliver JJ, et al. An analysis of casualties presenting to military emergency departments in Iraq and Afghanistan. *Am J Emerg Med.* 2019;37(1):94-9.
- UK Ministry of Defense. Statistics at MOD. 2013. <https://www.gov.uk/government/organisations/ministry-of-defence/about/statistics>
- Cap AP, Beckett A, Benov A, et al. Whole blood transfusion. *Mil Med.* 2018;183(Suppl 2):44-51.
- Pusateri AE, Butler FK, Shackelford SA. The need for dried plasma - a national issue. *Transfusion.* 2019;59(S2):1587-9.
- Meinke S, Wikman A, Gryflet G, et al. Cryopreservation of buffy coat-derived platelet concentrates photochemically treated with amotosalen and UVA light. *Transfusion.* 2018;58(11):2657-68.
- Garrigue G, Godier A, Glacet A, et al. French lyophilized plasma versus fresh frozen plasma for the initial management of trauma-induced coagulopathy: a randomized open-label trial. *J Thromb Haemost.* 2017;16(3):481-9.