

# Blodkomponenter och helblod – så framställs och används de

**Agneta Wikman**, docent, överläkare  
● agneta.wikman@sl.se

**Stella Larsson**, med dr, överläkare; båda Klinisk immunologi och transfusionsmedicin, Karolinska universitetssjukhuset, Stockholm

**Jill Storry**, docent, biomedicinsk analytiker, Klinisk immunologi och transfusionsmedicin, Medicinsk service, Region Skåne

**Ulf Schött**, tidigare adjungerad professor, VO intensiv och perioperativ vård, Skånes universitetssjukhus Lund

**José-Gabriel Sato Folatre**, doktorand, specialläkare, ambulanshelikoptern, Västra Götalandsregionen; Anopiva, NU-sjukvården, Trollhättan

I Sverige saknas en nationell blodorganisation. Blodverksamheter styrs regionalt och lokalt på motsvarande sätt som övriga sjukhuskliniker, vilket medför att rutiner för produktion och användning varierar.

De regelverk som styr blodverksamheterna är lag om blodsäkerhet (SFS 2006:496) [1], EU-direktiv 2002/98/EG [2] med tillhörande bilagor och Socialstyrelsens föreskrifter, som är en svensk tolkning av EU-direktivet, om blodverksamhet (SOSFS 2009:28) och om transfusion av blodkomponenter (SOSFS 2009:29) [3]. Inspektionen för vård och omsorg (Ivo) ger tillstånd att bedriva blodverksamhet och utövar tillsyn över verksamheterna varantant är. Läkemedelsverket inspekterar de delar som ingår i framställning av plasma som, enligt god tillverkningsssed (GMP), levereras för läkemedelstillverkning (LVFS 2006:16) [4].

Närmare 4 procent av befolkningen är registrerade blodgivare i Sverige, varav 2 procent gav blod under 2019. 2019 genomfördes ca 400 000 erythrocyttransfusioner, knappt 50 000 plasmatransfusioner och 50 000 trombocyttransfusioner [5]. Majoriteten av blodkomponenterna framställs från helblodstappningar, men även aferesgivning av specifika blodkomponenter sker. Helblod som produkt har börjat efterfrågas vid stora blödningar prehospitalt och är introducerad vid ambulanshelikopter i några regioner. Allt blod som tappas testas för hepatit B-antigen (HBsAg) och antikroppar mot hepatit C, antikroppar mot hiv och hiv-antigen (p24) samt syfilis. Nukleinsyratest (nucleic acid test, NAT) för hepatit B-virus, hepatit C-virus och hiv är ett krav i de flesta länder, men har inte varit det hittills i Sverige. Vid nyanmälan testas blodgivarna dessutom för antikroppar mot hepatit B-kärnantigen (HBc) och mot humant T-cellslymfotrop virus typ I och II (HTLV-I/II).

## Framställning, innehåll, förvaring av blodkomponenter

Helblod från blodgivare delas genom centrifugering upp i erythrocyter, plasma och lättcellskoncentrat (buffy coat) som innehåller leukocyter och trombocyter (Figur 1, Fakta 1 och 2) [6].

Leukocytreducering har utförts sedan mitten av 1990-talet och successivt införts i de olika regionerna, och i dag leukocytreduceras alla blodkomponenter i Sverige. Det innebär att blodkomponenterna eller helblodet har filtrerats för att minska kvarvarande leukocyter till  $<1 \times 10^6$  leukocyter/enhet. Leukocytreducerade blodkomponenter innebär minskad risk för HLA-immunisering, transfusionsreaktioner och överföring av cytomegalovirus (CMV).

Patogenreducering kan göras med olika tekniker i samband med framställning. Ett kemiskt ämne tillsätts som vid bestrålning med UV-ljus inaktiverar DNA/RNA och medför att de flesta virus, bakterier och parasiter oskadliggörs [7]. Patogenreducering med-

för även inaktivering av leukocyter och minimerar risken för transfusionsassocierad transplantaat kontra värd-sjukdom (TA-GVHD). Patogenreducering av trombocyter och plasma har använts under många år i olika omfattning. Teknik för patogenreducering av erythrocyter är under utprovning. I Sverige utförs rutinmässig patogenreducering av trombocyter på ett flertal sjukhus och på vissa sjukhus även av plasma [5]. OctaplasLG (Octapharma) är en poolad plasmaprodukt, registrerad som läkemedel. Den är patogeninaktiverad med solvent/detergent-teknik och ytterligare testad för virus. Risken för allergiska reaktioner är lägre än för färskfryst plasma [8]. I Norge och Finland används enbart OctaplasLG vid plasmatransfusioner.

Tillsatslösning till erythrocyter, SAGM (natriumklorid, adenin, glukos och mannitol), utvecklad i Uppsala, möjliggör förvaring i upp till 6 veckor i blodkyl (2-6 °C) [9]. SAGM är standardlösning i Europa, men även andra tillsatslösningar används [10].

Tillsatslösningar för trombocyter utvecklades på 1980-talet med syftet att minska plasmainnehållet för att minska risken för allergiska reaktioner och innehåll av ABO-antikroppar. Det viktigaste är tillförelse av acetat som används vid metabolismen, och den enklaste formen av tillsatslösning utgörs av natriumklorid, citrat och acetat. Tillsats av kalium, magnesium och fosfat medför bättre bibehållen kvalitet under förvaring. En miniminivå av ca 30 procent plasma behövs för tillgång till glukos, eftersom en mindre del av trombocytternas metabolism utgörs av glykolys även i närvaro av acetat.

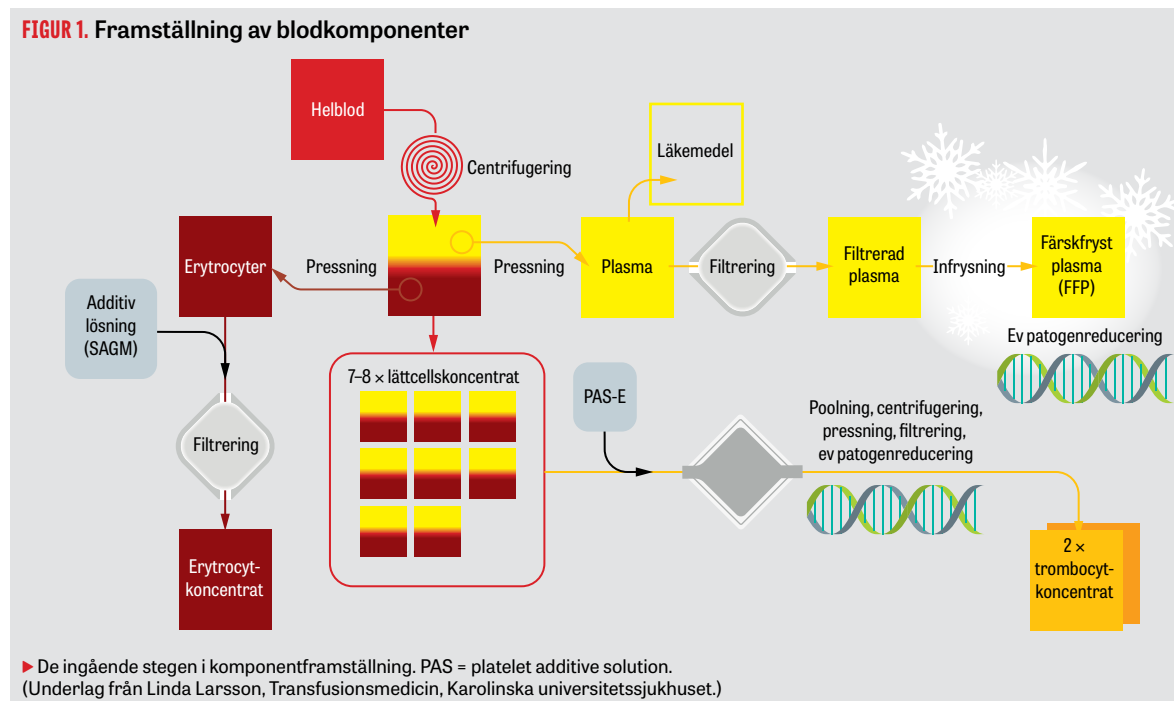
## Indikationer för transfusion av olika blodkomponenter

**Erythrocytkoncentrat** transfunderas för att öka syrgastransport. Oftast anges transfusionsgräns vid Hb  $<70$  g/l. Hos patienter med kroniska och akuta ischemiska hjärtsjukdomar rekommenderas oftast en hö-

### HUVUDBUDSKAP

- Krav på innehåll i blodkomponenter, virustest och kvalitetskriterier regleras i ett EU-direktiv och i Socialstyrelsens föreskrifter.
- Blodtransfusioner är en vanlig och viktig medicinsk behandling.
- Det saknas nationella riktlinjer för transfusionsindikationer och uppföljning av blodtransfusioner i Sverige.
- Det finns medicinsk evidens för en generellt restriktiv transfusionsstrategi.
- Vid stora blödningar rekommenderas en balanserad ersättning av de olika blodkomponenterna.
- Helblod har börjat användas och utvärderas prehospitalt.

**FIGUR 1. Framställning av blodkomponenter**



## FAKTA 1. Standardblodkomponenter [6]

### ERYTHROCYTKONCENTRAT – LEUKOCYTREDUCERAD I SAGM-LÖSNING

Erythrocytkoncentrat framställs huvudsakligen från helblod och innehåller > 40 g hemoglobin per enhet (ca 250 ml). EVF (erythrocytvolymfractionen) är ca 60 procent. Förvaringsmediet består av 10–20 ml plasma och 90–100 ml SAGM (natriumklorid, adenin, glukos och mannitol). Hållbarheten är 6 veckor vid 2–6 °C.

### TROMBOCYTKONCENTRAT – LEUKOCYTREDUCERAD I PLASMA ELLER PLASMA OCH TILLSATSLÖSNING

Trombocyter framställs från poolade lättcells-koncentrat (buffy coat) eller från aferesgivning. Varje enhet innehåller > 200 × 10<sup>9</sup> trombocyter i 200–300 ml förvaringsmedium, som består av plasma eller plasma och tillsatslösning för trombocyter. Trombocyter kan förvaras 5–7 dygn vid 20–24 °C (för > 5 dygn krävs att patogenreducering eller sterilitetskontroll har utförts).

### PLASMA – FÄRSKFRYST, LEUKOCYTREDUCERAD

Plasma framställs huvudsakligen från helblod, men även från aferesgivning, i en volym på 250–300 ml. Färskryst plasma förvaras infrys vid < -30 °C upp till 3 år och bör transfunderas inom 24 timmar efter upptining. Sjukhus med akutverksamhet kan ha ett antal tinade plasma-enheter i blodkyl (2–6 °C i upp till 14 dagar) avsedda för akuta blödningar. Labila koagulationsfaktorer (framför allt faktor VIII och faktor V) minskar under förvaring i kyl, övriga koagulationsfaktorer och -hämmare har god hållbarhet. Plasma till transfusion väljs från manliga blodgivare, eller från kvinnor som screenats negativt för leukocytantikroppar, för att minska risk för transfusionsreaktioner (transfusion-related acute lung injury, TRALI).

gre transfusionsgräns, > 80 g/l, men evidensen är oklar [11]. Detta gäller även vid traumatiska hjärnskador. Primär hemostas kan förbättras genom att högre Hb, 80–90 g/l, ökar trombocyternas förskjutning mot

kärlendotelet (margination) och trombocytrullningen längs endotelet ökar. Lägsta tolererbara Hb utgår oftast från fallserier där patienter nekat att ta emot transfusion. Vid Hb < 50 g/l ökar mortaliteten hos sådana patienter i akuta situationer [12]. Vid kronisk normovolemisk icke symtomatisk anemi tolereras Hb på 70 g/l [12]. Inom den palliativa vården har Hb-värden efter transfusion > 100 g/l minskat trötthet och dyspné [13].

**Plasma** bör ges tidigt vid traumatisk blödning och rekommenderas i akuta blödningspaket i proportionen 1:1 till erythrocyter [14]. Plasma kan motverka akut traumaassocierad koagulopati (ATC) och kan ha en glykokalyxskyddande effekt. Detta är dock fortfarande ett forskningsområde [15]. Även vid andra stora blödningar ingår plasma i transfusionsbehandling, målstyrt eller i blödningspaket. Octaplas är registrerat som läkemedel men hanteras av blodcentraler och bör övervägas vid allergiska reaktioner på plasma och i situationer där upprepade transfusioner behövs, på grund av lägre risk för allergiska reaktioner [8]. Octaplas används till exempel vid plasmaferesbehandling av trombotisk trombocytopen purpura (TTP) för att restituera ADAMTS-13. Plasma har också använts för att tillföra antitrombin vid heparinresistens inför hjärt-lungmaskinkirurgi, men bör utbytas mot antitrombinkoncentrat. Kapillär-läckagesyndrom med stora exsudatförluster och akut disseminerad intravaskulär koagulopati (DIC), speciellt vid hypovolemi, är också indikationer för plasma för att motverka/behandla koagulopati [16, 17]. Fortfarande finns en överanvändning vid lätt förhöjda PK/APTT, < 1,5 × normalvärde, men även vid PK/APTT > 1,5 × normalvärde utan blödningsrisk [18, 19].

**Trombocyt-koncentrat** används för att motverka blödningskomplikationer inom den hematologiska can-

## FAKTA 2. Specialkomponenter [6]

### BESTRÅLADE BLODKOMPONENTER

Blodkomponenter bestrålas med gamma- eller röntgenstrålning för att inaktivera lymfocyter och förhindra transfusionsassocierad transplantat kontra vård-sjukdom (TA-GVHD). Erytrocyternas hållbarhet begränsas till 14 dygn för vuxna och 24 timmar vid neonatala/pediatrika transfusioner efter bestrålning på grund av ökat kaliumläckage. Hållbarheten hos trombocyter och plasma påverkas inte.

Indikationer för bestrålat blod är immunsuppression, immunbristsjukdomar, låg födelsevikt hos nyfödda (<1500 g), intrauterina transfusioner samt transfusioner till nyfödda som behandlats med intrauterina transfusioner. Dessutom ges bestrålat blod vid transfusioner från nära anhöriga och vid transfusioner med HLA-matchade trombocyter på grund av ökad risk för TA-GVHD. Patogenreducering av trombocyter ersätter bestrålning.

### TVÄTTADE BLODKOMPONENTER

Tvättade blodkomponenter innebär att plasmaproteiner avlägsnas i flera centrifugerings- och tvättsteg. Därefter suspenderas erytrocyter eller trombocyter i koksalt- eller förvaringslösning. Om tvätt av erytrocyter utförts i ett slutet system är hållbarheten i blodkyl (2–6 °C) upp till 14 dagar. Hållbarhet för trombocyter efter tvätt är 6 timmar.

Indikationer för tvättat blod är reaktion med anafylaktisk chock i samband med transfusion eller upprepade (svåra) allergiska transfusionsreaktioner.

### FRYSTA-TINADE-TVÄTTADE BLODKOMPONENTER

Erytrocyter från blodgivare med ovanliga blodgrupper kan frysas. Genom tillsats av glycerol som skyddar erytrocyternas cellmembran under infrysning kan erytrocyter förvaras vid < -65 °C i upp till 30 år. Efter tining centrifugeras (tvättas) erytrocyterna i flera steg för att avlägsna glycerol. Om ett slutet system bibehållits under infrysning och tining-tvättning och SAGM tillsätts kan erytrocyter förvaras i blodkyl 4–7 dagar efter tining.

Indikation för fryst blod är patienter med ovanliga blodtyper som har utvecklat antikroppar.

### IGA-FATTIG PLASMA

IgA-fattig plasma framställs från givare med IgA-brist. Patienter med IgA-brist kan utveckla antikroppar mot IgA. Om patienten haft en allergisk reaktion utgör det indikation för IgA-fattiga blodprodukter. Erytrocyt- och trombocytenheter tvättas i dessa fall; IgA-fattig plasma finns i lager vid några blodverksamheter.

### MATCHADE BLODGRUPPSANTIGENER

Vid immunisering, det vill säga vid påvisade erythrocytantikroppar, väljs alltid erytrocyter som saknar motsvarande antigen. Det är även indicerat att matcha profylaktiskt för att undvika immunisering för patienter med kroniskt transfusionsbehov eller ökad risk för immunisering av annan anledning.

### MATCHADE TROMBOCYTANTIGENER

Trombocytrefraktäritet, utebliven TPK-stegring efter trombocyttransfusioner, är ofta orsakad av HLA-antikroppar. HLA-klass I (HLA-A och -B) uttrycks på trombocyter, vilket gör att patienter med HLA-antikroppar behöver trombocyter från givare som saknar motsvarande HLA, det vill säga har liknande HLA-typ. Mindre vanligt är antikroppar mot trombocyt-specifika antigener, HPA (human platelet antigens), där hänsyn måste tas till det. Trombocyter från matchade givare framställs med aferesteknik och kräver planering.

Indikationer för matchade trombocyter är patienter med trombocytrefraktäritet och påvisade HLA- och/eller HPA-antikroppar samt nyfödda barn med trombocytopeni orsakad av maternella trombocytantikroppar.

cersjukvården - profylaktisk trombocyttransfusion. Andra stora områden är hjärtkirurgi och intensivvård, då oftast för att behandla pågående blödning - terapeutisk trombocyttransfusion. Trombocyt koncentrat ingår också i traumapaketen. Riktlinjer för trombocyttransfusion är oftast inriktade på lägsta trombocytantal som tillser adekvat hemostas in vivo, vilket inte alltid är lätt att mäta/uppskatta [14]. Nedsatt trombocytfunktion, inte minst i samband med olika trombocythämmande läkemedel som ADP-hämmare och ASA, kan behöva reverseras med trombocyt koncentrat oavsett trombocytantal. I Fakta 3 sammanfattas några rekommendationer kring trombocyttransfusion från senast publicerade internationella riktlinjer [20].

### Indikationer för transfusion med helblod

Att kunna ge tidig och rätt typ av transfusion vid massiv blödning [21] är av yttersta vikt för överlevnad [22]. Erfarenheter från kriget i Irak och Afghanistan visade att nästan en fjärdedel av dödsfallen hade kunnat undvikas med tidig transfusion [23] och att dödligheten ökar med 5 procent för varje minut som massiv transfusion fördröjs [24]. En överväldigande majoritet (86 procent) av blödande patienter prehospitalt dör inom 6 timmar, och mediantiden avseende mortalitet är lägre än 3 timmar [25].

Under Koreakriget återupptogs blod- och plasmaprogram från andra världskriget [26] med runt 400 000 transfunderade enheter helblod, och under Vietnamkriget ca 38 000 enheter helblod per månad [27]. Trots god överlevnad och få påvisade transfusionsreaktioner med helblod så var konsensus fort-

farande att blodförluster upp till halva blodvolymen kunde ersättas med kristalloider [28].

I dag genomförs prehospital, civil helblodstransfusion av enheter i Israel, Nya Zeeland, USA, Norge samt Sverige (Västra Götalandsregionen samt Region Värmland) [29, 30].

Indikationer för att ge helblod och plasma vid ambulanshelikoptern, Västra Götalandsregionen, är klinisk misstanke om eller fynd av massiv pågående blödning i kombination med bortfall av radialispuls eller påverkad medvetandegrad hos patient utan skallskada. Målsättningen är att upprätthålla ett systoliskt blodtryck på 80–90 mm Hg och vid skallskada  $\geq$  110 mm Hg hos vuxen patient [31].

Det helblod som används i Sverige tas fram från givare med RhD-negativ blodgrupp O med låga titrar av anti-A och anti-B. Helblodet filtreras genom ett leukocytreducerande och trombocytsparende filter innan det lämnas ut till ambulanshelikoptern.

I en rekonstituerad påse med komponenter (erythrocyt koncentrat, plasma och trombocyter) är såväl hematokrit som trombocytantal samt antalet koagulationsfaktorer avsevärt lägre än i helblod [32], och antalet tillsatser är upp till 3 gånger så stort [33]. In sili-co-studier visar även tydligt på en utspädande effekt av komponentterapi jämfört med helblod [34].

I helblod som förvaras kallt bibehåller de koagulativa komponenterna i plasma > 50 procent av sin aktivitet i över 14 dagar, och trombocytfunktionen är acceptabel i åtminstone 14–15 dagar [35].

Det finns i dag inga stora prospektiva randomiserade studier av hög kvalitet genomförda, men det finns

flera studier som talar för att helblod är säkert, kan ge förbättrad koagulation och minska transfusionsmängden samt i viss mån även mortaliteten [36, 37].

I USA pågår en pilotstudie (PPOWER) där man jämför behandling med blodkomponenter pre- samt intrahospitalt med en kedja med helblod. Ett nystartat nordiskt samarbete mellan prehospitala läkarbemannade enheter under ledning av ambulanshelikoptern i Västra Götalandsregionen planerar att genomföra en prospektiv studie de närmaste åren.

## DISKUSSION

Blodtransfusioner är en vanlig medicinsk behandling inom de flesta specialiteter, men med stor variation i användning, och omfattande klinisk uppföljning och utvärdering har hittills saknats [38]. Från forskningsdatabasen SCANDAT (Scandinavian donations and transfusions database) [39] har det dock publicerats många artiklar, nyligen om transfusionsmönster i Sverige under 10 år [40] och inom obstetrik [41]. Det finns publicerade svenska riktlinjer gällande stor blödning [42], och där är den generella rekommendationen att man bör vara tidig och offensiv med att ordinera blodkomponenter, erythrocyter, plasma och trombocyter i proportionen 4:4:1 eller målstyrt. Balanserad ersättning minskar det totala antalet blodtransfusioner och mortalitet [43]. En begränsande faktor är tillgång till alla blodkomponenter vid akuta blödningar på mindre sjukhus. Blodprodukter prehospitalt är införda och under utvärdering på flera ställen. Helblod som innehåller erythrocyter, plasma och trombocyter efterfrågas mer och mer vid akut stor blödning [44], men tillgänglighet är en logistisk utmaning.

För övrigt finns stöd för att man generellt bör ha restriktiva transfusionsindikationer [45]. Det är också väsentligt att ha dokumenterade indikationer för när specialkomponenter ska beställas, till exempel bestrålade, färska eller blodgruppsantigenmatchade erythrocyter. Det pågår forskning och utveckling av

### FAKTA 3. Rekommenderade gränsvärden för trombocytransfusion, trombocytantal $\times 10^9/l$ [20].

- > 10 – trombocytopen benmargshämrad patient med intensiv kemoterapi eller allogent stamcellstransplantation
- > 20 – mindre blödning hos i övrigt stabil patient
- > 20 – central venkateter med ultraljudsledad inläggning av van anestesiloger
- > 50 – större kirurgi, större blödning
- > 40 – diagnostisk lumbalpunktion
- > 50 – perkutan leverbiopsi
- > 80 – epiduralanestesi – även vid avlägsnande av kateter
- > 100 – neurokirurgi eller ögonkirurgi (bakre segmentet)
- > 100 – multipelt trauma, traumatiska hjärnskador.

Patient som intar trombocythämmande läkemedel:

Graden av ASA/ADP-hämning kan med fördel monitoreras med Verifynow, Multiplate, VASP-test, flödescytometri, tromboelastometri/tromboelastografi (TEG/ROTEM) med trombocytaggregationsmodul. I övrigt se [20].

säkrare och mer tillgängliga produkter, till exempel avseende patogenreducering [46], frystorkad plasma [47], kylförvarade, frysta och frystorkade trombocyter [48, 49] och universalerythrocyter [50]. ○

- Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Agneta Wikman har erhållit föreläsningssarvode från CSL Behring, Octapharma och Vifor Pharma. Ulf Schött har erhållit forskningsstöd/föreläsningssarvode från CSL Behring och föreläsningssarvode från Octapharma. Jill Storry har erhållit föreläsningssarvode från Grifols.

Citera som: *Läkartidningen. 2021;118:20150*



## REFERENSER

- SFS 2006:496. Lag om blodssäkerhet.
- 2002/98/EG. Human blood and blood components – maintaining standards [summary]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISS-UM::c11565>
- SOSFS 2009:29. Socialstyrelsens föreskrifter om transfusion av blodkomponenter.
- LVFS 2006:16. Läkemedelsverkets föreskrifter om blodverksamhet.
- Swedish Blood Alliance (Sweba). Nationell statistik. <http://www.sweba.se/filedepot?cid=7&fid=1200>
- Guide to the preparation, use and quality assurance of blood components. 20th ed. Strasbourg: Council of Europe, European Directorate for the Quality of Medicines & Healthcare; 2020.
- Schlenke P. Pathogen inactivation technologies for cellular blood components: an update. *Transfus Med Hemother*. 2014;41(4):309-25.
- Hellstern P, Solheim BG. The use of solvent/detergent in pathogen reduction of plasma. *Transfus Med Hemother*. 2011;38(1):65-70.
- Högman CF, Hedlund K, Sahleström Y. Red cell preservation in protein-poor media. III. Protection against in vitro hemolysis. *Vox Sang*. 1981;41(5-6):274-81.
- Lagerberg J, Korsten H, van der Meer P, et al. Prevention of red cell storage lesion: a comparison of five different additive solutions. *Blood Transfus*. 2017;15(5):456-62.
- Cable CA, Razavi SA, Roback JD, et al. RBC transfusion strategies in the ICU: a concise review. *Crit Care Med*. 2019;47(11):1637-44.
- Hughes DB, Ullery BW, Barie PS. The contemporary approach to the care of Jehovah's witnesses. *J Trauma*. 2008;65(1):237-47.
- Ansari S, Szallasi A. Blood management by transfusion triggers: when less is more. *Blood Transfus*. 2012;10(1):28-33.
- Spahn DR, Bouillon B, Cerny V, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fifth edition. *Crit Care*. 2019;23(1):98.
- Timilsina S, Karki S, Timilsina S, et al. Does packed red cell transfusion provide symptomatic benefits to cancer palliative patients?: a longitudinal study from a single private oncology center in Nepal. *BMC Palliat Care*. 2019;18(1):67.
- Nelson A, Statkevicius S, Schött U, et al. Effects of fresh frozen plasma, Ringer's acetate and albumin on plasma volume and on circulating glycocalyx components following haemorrhagic shock in rats. *Intensive Care Med Exp*. 2016;4(1):6.
- Thachil J. Disseminated intravascular coagulation: a practical approach. *Anesthesiology*. 2016;125(1):230-6.
- Tornqvist F, Åkeson Å, Schött U. Användning av plasma inom anestesi och intensivvård. *Bakgrundsinformation. Information från Läkemedelsverket*. 2010;(3):23-8.
- Green L, Bolton-Maggs P, Beattie C, et al. British Society of Haematology Guidelines on the spectrum of fresh frozen plasma and cryoprecipitate products: their handling and use in various patient groups in the absence of major bleeding. *Br J Haematol*. 2018;181(1):54-67.
- Estcourt LJ, Birchall J, Allard S, et al. British Committee for Standards in Haematology. Guidelines for the use of platelet transfusions. *Br J Haematol*. 2017;176(3):365-94.
- Curry NS, Davenport R. Transfusion strategies for major haemorrhage in trauma. *Br J Haematol*. 2019;184(4):508-23.
- Stensballe J, Henriksen HH, Johansson PI. Early haemorrhage control and management of trauma-induced coagulopathy: the importance of goal-directed therapy. *Curr Opin Crit Care*. 2017;23(6):503-10.
- Kotwal RS, Howard JT, Orman JA, et al. The effect of a golden hour policy on the morbidity and mortality of combat casualties. *JAMA Surg*. 2016;151(1):15-24.
- 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.
- Eastridge BJ, Holcomb JB, Shackelford S. Outcomes of traumatic hemorrhagic shock and the epidemiology of preventable death from injury. *Transfusion*. 2019;59(S2):1423-8.
- Kiel F. Development of a blood program in Vietnam. *Mil Med*. 1966;131(12):1469-82.
- Madden KM, Raval JS. Review of whole blood use in trauma. *ISBT Sci Ser*. 2019;14(3):282-8.
- Moore FD. Should blood be whole or in parts? *N Engl J Med*. 1969;280:327-8.
- Rehn M, Weaver AE, Eshelby S, et al. Pre-hospital transfusion of red blood cells in civilian trauma patients. *Transfus Med*. 2018;28(4):277-83.
- Zielinski MD, Stubbs JR, Berns KS, et al. Prehospital blood transfusion programs: capabilities and lessons learned. *J Trauma Acute Care Surg*. 2017;82(6S Suppl 1):S70-8.
- Folatre JGS, Arnel P, Henning M, et al. Prehospital blood transfusion är en säker behandling. Erfarenheter från Ambulanshelikoptern i Västra Götalandsregionen. *Läkartidningen*. 2018;115:FADR.
- Armand R, Hess JR. Treating coagulopathy in trauma patients. *Transfus Med Rev*. 2003;17(3):223-31.
- Borgman MA, Spinella PC, Perkins JG, et al. The ratio of blood products transfused affects mortality in patients receiving massive transfusions at a combat support hospital. *J Trauma*. 2007;63(4):805-13.
- Sehult JN, Stram MM, Sperry J, et al. In silico model of the dilutional effects of conventional component therapy versus whole blood in the management of massively bleeding adult trauma patients. *Transfusion*. 2019;59(1):146-58.
- Slichter SJ, Fitzpatrick L, Osborne B, et al. Platelets stored in whole blood at 4°C: in vivo posttransfusion platelet recoveries and survivals and in vitro hemostatic function. *Transfusion*. 2019;59(6):2084-92.
- Cotton BA, Podbielski J, Camp E, et al. Early Whole Blood Investigators. A randomized controlled pilot trial of modified whole blood versus component therapy in severely injured patients requiring large volume transfusions. *Ann Surg*. 2013;258(4):527-32; discussion 532-3.
- Rahbar E, Cardenas JC, Matijevec N, et al. Early Whole Blood Investigators. Trauma, time, and transfusions: a longitudinal analysis of coagulation markers in severely injured trauma patients receiving modified whole blood or component blood products. *Shock*. 2015;44(5):417-25.
- Wikman A, Egenvall M, Jansson KÅ, et al. Transfusionsstrategi – att ge blod på rätt indikation. *Läkartidningen*. 2020;117:FSSU.
- Scandinavian Donations and Transfusions Database (SCANDAT). [www.scandat.se](http://www.scandat.se)
- Auvinen MK, Zhao J, Lassen E, et al. Patterns of blood use in Sweden from 2008 to 2017: a nationwide cohort study. *Transfusion*. 2020;60(11):2529-36.
- Brynnolf A, Zhao J, Wikman A, et al. Patterns of red-cell transfusion use in obstetric practice in Sweden 2003-2017: A nationwide study. *Vox Sang*. Epub 2 feb 2021. doi: 10.1111/vox.13074
- Hemostas vid allvarlig blödning. *Vårdprogram utarbetat av arbetsgrupp inom Svenska sällskapet för trombos och hemostas (SSTH)*. Version 3. April 2020. <https://www.ssth.se/wp-content/uploads/2020/04/Hemostas-vid-allvarlig-bl%C3%B6dning-2020-V%C3%A5rd-program.pdf>
- Holcomb JB, Tilley BC, Baraniuk, et al; PROPPR Study Group. Transfusion of plasma, platelets, and red blood cells in a 1:1 vs a 1:1:2 ratio and mortality in patients with severe trauma: the PROPPR randomized clinical trial. *JAMA*. 2015;313(5):471-82.
- Shea SM, Staudt AM, Thomas KA, et al. The use of low-titer group O whole blood is independently associated with improved survival compared to component therapy in adults with severe traumatic hemorrhage. *Transfusion*. 2020;60(Suppl 3):S2-9.
- Carson JL, Stanworth SJ, Roubinian N, et al. Transfusion thresholds and other strategies for guiding allogeneic red blood cell transfusion. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;(10):CD002042.
- Bah A, Cardoso M, Seghatchian J, et al. Reflections on the dynamics of bacterial and viral contamination of blood components and the levels of efficacy for pathogen inactivation processes. *Transfus Apher Sci*. 2018;57(5):683-8.
- 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.
- Strandenes G, Sivertsen J, Bjerkvik CK, et al. A pilot trial of platelets stored cold versus at room temperature for complex cardiothoracic surgery. *Anesthesiology*. 2020;133(6):1173-83.
- Cohn CS, Dumont LJ, Lozano M, et al. Vox Sanguinis international forum on platelet cryopreservation. *Vox Sang*. 2017;112(7):e69-85.
- Clausen H, Olsson ML. Towards universally acceptable blood. *Nat Microbiol*. 2019;4(9):1426-7.

## SUMMARY

### Blood components, special components and whole blood – what and to whom?

Sweden does not have a national blood authority and guidelines for blood transfusions are lacking, leading to varying routines of production and usage of blood in the different regions. The minimum quality requirements are defined in EU Directive 2002/98/EG and in the Swedish SOSFS 2009:28. The standard blood components are red blood cells, plasma and platelets, while special components such as irradiated, washed, frozen-thawed or antigen-matched products are prescribed on certain clinical indications. Thresholds for transfusion of red blood cells and platelets are discussed as well as indications for plasma transfusions. Further, there is evidence that early, balanced blood transfusions in massive bleeding reduce mortality, which has led to requests for blood products in prehospital settings.