

新鮮凍結血漿の組成は、採血時に混合した血液保存液（全血液由来は ACD-A 液又は CPD 液、成分採血由来は ACD-A 液を使用）により異なる（表 4）。含有成分は血液保存液により希釈されて、単位容積当たりの濃度は正常血漿と比較して、およそ 10～15%低下している。例えば、アルブミン濃度は約 4.0g/dL（全量約 3g/単位）と低くなっている。

また、血漿中の凝固因子活性の個人差は大きいですが、新鮮凍結血漿中でもほぼ同様な凝固因子活性が含まれている。ただし、不安定な因子である凝固第 V，VIII 因子活性はわずかながら低下する。一方、ナトリウム濃度は血液保存液中のクエン酸ナトリウムの添加により増量している。凍結時には少量の血小板、赤血球及び白血球が混在しているが、凍結融解によりほとんどの細胞は破壊される。なお、正常血漿 1mL 中に含まれる凝固因子活性を 1 単位（100%）という。

また、新鮮凍結血漿を初めとした輸血用血液製剤は、感染性の病原体に対する不活化処理がなされていないことから、輸血感染症を伝播する危険性を有していることに留意する必要がある。

なお、血小板濃厚液 10 単位（200mL）中には不安定な凝固因子を除いて新鮮凍結血漿 2.5 単位に相当する凝固因子活性が含まれている。

表 4 新鮮凍結血漿と正常血液の性状比較

	新鮮凍結血漿 ¹⁾			正常血清 ²⁾
	200mL 全血採血由来 (n=20)	400mL 全血採血由来 (n=10)	成分採血由来 (n=10)	
Na (mEq/L)	174 ± 5	175 ± 4	153 ± 4	137 ~ 145
Cl (mEq/L)	81 ± 9	75 ± 2	76 ± 3	99 ~ 107
グルコース (mg/mL)	362 ± 20	352 ± 19	366 ± 35	70 ~ 110
浸透圧 (mOsm/kgH ₂ O)	290 ± 12	314 ± 1	297 ± 3	276 ~ 292
pH	7.40 ± 0.03	7.38 ± 0.03	7.29 ± 0.10	7.31 ~ 7.51
無機リン (mg/mL)	10 ± 1	10 ± 1	3.4 ± 0.8	2.4 ~ 4.3
総蛋白 (g/dL)	6.3 ± 0.6	6.0 ± 0.2	5.6 ± 0.2	6.8 ~ 8.2
アルブミン (g/dL)	4.0 ± 0.3	4.0 ± 0.1	4.0 ± 0.3	4.0 ~ 5.0
フィブリノゲン (g/dL)	244 ± 19	238 ± 21	256 ± 60	150 ~ 400 ³⁾

平均±標準偏差 1) 日本赤十字社：Blood Information, No.1, 1987
 2) 標準値, SRL：SRL臨床検査ハンドブック, 1996
 3) 血漿での測定値

参考 18 アルブミンの製法と性状

1) 製法・製剤

アルブミン製剤は、多人数分の血漿をプールして、冷エタノール法により分画された蛋白成分である。含有蛋白質の96%以上がアルブミンである製剤を人血清アルブミンといい、等張（正常血漿と膠質浸透圧が等しい）の5%溶液と高張の20, 25%溶液とがある。また、等張製剤にはアルブミン濃度が4.4w/v%以上で含有総蛋白質の80%以上がアルブミン（一部のグロブリンを含む）である加熱人血漿たん白製剤もある。これらの製剤はいずれも60°C 10時間以上の液状加熱処理がなされており、エンベロープをもつ肝炎ウイルス（HBV, HCV など）やヒト免疫不全ウイルス（HIV）などの既知のウイルス性疾患の伝播の危険はほとんどない。しかしながら、これまでに感染例の報告はないもののエンベロープのないA型肝炎ウイルス（HAV）、E型肝炎ウイルス（HEV）などやプリオン等の感染の可能性については今後も注視していく必要がある。

2) 性状・代謝

アルブミンは585個のアミノ酸からなる分子量約66,500ダルトンの蛋白質である。正常血漿の膠質浸透圧のうち80%がアルブミンによって維持されており、アルブミン1gは約20mLの水分を保持する。アルブミンの生体内貯蔵量は成人男性では約300g（4.6g/kg体重）であり、全体の約40%は血管内に、残りの60%は血管外に分布し、相互に交換しながら平衡状態を保っている。生成は主に肝（0.2g/kg/日）で行われる。この生成はエネルギー摂取量、血中アミノ酸量、ホルモンなどにより調節され、これに血管外アルブミン量、血漿膠質浸透圧などが関与する。アルブミンの生成は血管外アルブミン量の低下で亢進し、増加で抑制され、また膠質浸透圧の上昇で生成は抑制される。その分解は筋肉、皮膚、肝、腎などで行われ、1日の分解率は生体内貯蔵量のほぼ4%である。また生体内でのアルブミンの半減期は約17日である。

文献

- 1) Vamvakas EC: Is white blood cell reduction equivalent to antibody screening in preventing transmission of Cytomegalovirus by transfusion? A review of the literature and meta-analysis, *Transfusion. Med. Rev* 2005;19(3):181-199
- 2) Stover EP, et al: Variability in transfusion practice for coronary artery bypass surgery persists

- despite national consensus guidelines. *Anesthesiology* 1998;88:327-333
- 3) Hessel EA, et al: Platelet kinetics during deep hypothermia. *Journal of Surgical Research* 1980;28:23-34
 - 4) Valeri CR, et al: Hypothermia-induced reversible platelet dysfunction. *Annals of Surgery* 1987;205:175-181
 - 5) Michelson AD, et al: Reversible inhibition of human platelet activation by hypothermia in vivo and in vitro. *Thrombosis and haemostasis* 1994;71:633-640
 - 6) Boldt J, et al: Normothermic versus hypothermic cardiopulmonary bypass: do changes in coagulation differ? *Annals of Thorac Surg* 1996;62:130-135
 - 7) Nuttall GA, et al: Efficacy of a simple intraoperative transfusion algorithm for nonerythrocyte component utilization after cardiopulmonary bypass. *Anesthesiology* 2001;94:773-781
 - 8) Karski JM, et al: Etiology of preoperative anemia in patients undergoing scheduled cardiac surgery. *Can J Anesth* 1999;46:979-982
 - 9) Williams GD, et al: Factors associated with blood loss and blood product transfusions: A multivariate analysis in children after open-heart surgery. *Anesth Analg* 1999;89:57-64
 - 10) Laupacis A, et al: MHA for The International Study of Peri-operative Transfusion (ISPOT) Investigators: Drugs to minimize perioperative blood loss in cardiac surgery: Meta-analyses using perioperative blood transfusion as the outcome *Anesth Analg* 1997;85:1258-1267
 - 11) Hardy JF: Pharmacological strategies for blood conservation in cardiac surgery: erythropoietin and antifibrinolytics *Can J Anesth* 2001;48/:S24-S31
 - 12) Mongan PD, et al: Tranexamic acid and aprotinin reduce postoperative bleeding and transfusions during primary coronary revascularization *Anesth Analg* 1998;87:258-265
 - 13) Sedrakyan A, et al: Effect of aprotinin on clinical outcomes in coronary artery bypass graft surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;128:442-448
 - 14) Levy JH, et al: A multicenter, double-blind, placebo-controlled trial of aprotinin for reducing blood loss and the requirement for donor-blood transfusion in patients undergoing repeat coronary artery bypass grafting *Circulation*.1995;92:2236-2244.
 - 15) Mangano CTM, et al: Aprotinin, blood loss, and renal dysfunction in deep hypothermic circulatory arrest. *Circulation* 2001;104: (Suppl I);276-281
 - 16) Munoz JJ, et al: Is ϵ -aminocaproic acid as effective as Aprotinin in reducing bleeding with cardiac surgery. *Circulation* 1999;99:81-89
 - 17) Shore-Lesserson, et al: Thromboelastography-guided transfusion algorithm reduces

- transfusions in complex cardiac surgery. *Anesth Analg* 1999;88:312-319
- 18) Dougenis D, et al: Blood use in lung resection for carcinoma: perioperative elective anaemia does not compromise the early outcome. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;20:372-377
 - 19) Motoyama S, et al: Use of autologous instead of allogeneic blood transfusion during esophagectomy prolongs disease-free survival among patients with recurrent esophageal cancer. *J Surg Oncol* 2004;15:26-31
 - 20) Kinoshita Y, et al: Usefulness of autologous blood transfusion for avoiding allogeneic transfusion and infectious complications after esophageal cancer resection. *Surgery* 2000;127:185-192
 - 21) Takemura M, et al: Immunologic effects of allogeneic versus autologous blood transfusion in patients undergoing radical oesophagectomy. *Eur Surg Res* 2003;35:115-122
 - 22) Dresner SM, et al: Prognostic significance of peri-operative blood transfusion following radical resection for oesophageal carcinoma. *Eur J Surg Oncol* 2000;26:492-497
 - 23) Schmied H, et al: The effects of red-cell scavenging, hemodilution, and active warming on allogeneic blood requirements in patients undergoing hip or knee arthroplasty. *Anesth Analg* 1998;86:387-391
 - 24) McSwiney MM, et al: Blood transfusion in total hip arthroplasty: guidelines to eliminate overtransfusion. *Can J Anaesth* 1993;40: 3:222-226
 - 25) Olfsgen D, et al: Acute normovolemic haemodilution decreases postoperative allogeneic blood transfusion after total knee replacement. *Br J Anaesth* 1997;7:79:317-321
 - 26) Thomas D, et al: Autologous blood transfusion in total knee replacement surgery. *Br.J.Anaesth* 2001;86:669-673
 - 27) Neilipovitz DT, et al: A Randomized trial of tranexamic acid to reduce blood transfusion for scoliosis surgery. *Anesth Analg* 2001;93:82-87
 - 28) Shmied H, et al: Mild hypothermia increases blood loss and transfusion requirements during total hip arthroplasty. *Lancet* 1996;347:289-292
 - 29) Monk TG, et al: Acute normovolemic hemodilution can replace preoperative autologous blood donation as a standard of care for autologous blood procurement in radical prostatectomy. *Anesth Analg* 1997;85:953-958
 - 30) Bryson GL, et al: Does acute normovolemic hemodilution reduce perioperative allogeneic transfusion? A meta-analysis. *Anesth Analg* 1998;86:9-15
 - 31) Hogue CW Jr, et al: Perioperative myocardial ischemic episodes are related to hematocrit level in patients undergoing radical prostatectomy. *Transfusion* 1998;38:924-931

- 32) Linko K, et al:Electrolyte and acid-base disturbances caused by blood transfusion. *Acta Anaesthesiologica Scand* 1986;30:139-144
- 33) Brown KA, et al:Hyperkalemia during rapid blood transfusion and hypovolaemic cardiac arrest in children. *Can J Anaesth* 1990;73:747-754
- 34) Jameson LC, et al:Hyperkalemic death during use of a high-capacity fluid warmer for massive transfusion. *Anesthesiology* 1990;73:1050-1052
- 35) Rock G, et al:Effect of citrate anticoagulations on factor VIII levels in plasma. *Transfusion* 1988;28:248-252
- 36) Murray DJ, et al:Coagulation changes during packed red cell replacement of major blood loss. *Anesthesiology* 1988;839-845
- 37) Consensus Conference:Fresh frozen plasma. Indications and risks. *JAMA* 1985;253:551-553
- 38) Harke H, et al:Haemostatic disorders in massive transfusion. *Bibl Haematol* 1980;46:179-188
- 39) Ferrara A, et al:Hypothermia and acidosis worsen coagulopathy in the patient requiring multiple transfusion. *Am J Surg* 1990;160:15-18
- 40) Sunder-Plessman L, et al:Acute normovolemic hemodilution: change in tissue oxygen supply and hemoglobin-oxygen affinity. *Bibl Haematol* 1975;41:44-53
- 41) Shah DM, et al:Failure of red blood cell transfusion to increase oxygen transport or mixed venous PO₂ in injured patients. *J Trauma* 1982;22:741-746
- 42) Rosberg B, et al:Hemodynamics following normovolemic hemodilution in elderly patients. *Acta Anaesthesiologica Scand* 1981;25:402-406
- 43) Vara-Thorbeck R, et al:Hemodynamic response of elderly patients undergoing major surgery under moderate normovolemic hemodilution. *Eur Surg Res* 1985;17:372-376
- 44) Messmer K:Hemodilution. *Surg Clin North Am* 1975;55:659-678
- 45) Shibutani K, et al:Critical levels of oxygen delivery in anesthetized man. *Crit Care Med* 1983;11:640-643
- 46) Carson JL, et al:Severity of anaemia and operative mortality and morbidity. *Lancet* 1988;1:727-729
- 47) Hogue CW Jr, et al : Perioperative myocardial ischemic episodes are related to hematocrit level in patients undergoing radical prostatectomy. *Transfusion* 1998;38:924-931.
- 48) Rao SV, et al:Relationship of blood transfusion and clinical outcome in patients with acute coronary syndromes. *JAMA* 2004;292:1555-1562
- 49) Wu WC, et al:Blood transfusion in elderly patients with acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 2001;345:1230-1236

- 50) Stehling L, et al: The red blood cell transfusion trigger. Arch Pathol Lab Med 1994;118:429-434
- 51) Spence RK: Emerging trends in surgical blood transfusion. Semin Hematol 1997;34:48-53
- 52) Task force on blood component therapy: Practice guidelines for blood component therapy. A report by the American Society of Anesthesiologists task force on blood component therapy. Anesthesiology 1996;84:732-747
- 53) College of American Pathologists: Practice parameter for the use of fresh-frozen plasma, cryoprecipitate, and platelets. JAMA 1994;271:777-781
- 54) Simon A, et al: Practice parameter for the use of red blood cell transfusions. Arch Pathol Lab Med 1998;122:130-138
- 55) American Society of Anesthesiologists Task Force on Blood Component Therapy: Practice guidelines for blood component therapy: A report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on blood component therapy. Anesthesiology 1996; 84:732-747
- 56) Nuttall GA, et al: Current transfusion practices of members of the American Society of Anesthesiologists: A survey. Anesthesiology 2003;99:1433-1443
- 57) 柴雅之, 他 : MAP 加濃厚赤血球の製造と長期保存試験. 日輸血会誌 1991 ; 37 : 404-410
- 58) 笹川滋, 他 : 長期保存 MAP 加濃厚赤血球の有効性について-Survival study- 日輸血会誌 1991 ; 37 : 411-413

<p>I 基礎疾患 得点</p> <p> あり 1</p> <p> なし 0</p> <p>II 臨床症状</p> <p> 1) 出血症状 (注1)</p> <p> あり 1</p> <p> なし 0</p> <p> 2) 臓器症状</p> <p> あり 1</p> <p> なし 0</p> <p>III 検査成績</p> <p> 1) 血清 FDP 値 (μg/mL)</p> <p> 40 ≦ 3</p> <p> 20 ≦ < 40 2</p> <p> 10 ≦ < 20 1</p> <p> 10 > 0</p> <p> 2) 血小板数 (×10³/μL) (注1)</p> <p> 50 ≧ 3</p> <p> 80 ≧ > 50 2</p> <p> 120 ≧ > 80 1</p> <p> 120 < 0</p> <p> 3) 血漿フィブリノゲン濃度 (mg/dL)</p> <p> 100 ≧ 2</p> <p> 150 ≧ > 100 1</p> <p> 150 < 0</p> <p> 4) プロトロンビン時間 時間比 (正常対照値で割った値)</p> <p> 1.67 ≦ 2</p> <p> 1.25 ≦ < 1.67 1</p> <p> 1.25 > 0</p>	<p>IV 判定 (注2)</p> <p> 1) 7点以上 DIC</p> <p> 6点 DICの疑い (注3)</p> <p> 5点以下 DICの可能性少ない</p> <p> 2) 白血球その他注1に該当する疾患</p> <p> 4点以上 DIC</p> <p> 3点 DICの疑い (注3)</p> <p> 2点以下 DICの可能性少ない</p> <p>V 診断のための補助的検査成績, 所見</p> <p> 1) 可溶性フィブリンモノマー陽性</p> <p> 2) D-Dダイマーの高値</p> <p> 3) トロンビン・アンチトロンビンⅢ複合体の高値</p> <p> 4) プラスミン・α₂プラスミンインヒビター複合体の高値</p> <p> 5) 病態の進展に伴う得点の増加傾向の出現。とくに数日内での血小板数あるいはフィブリノゲンの急激な減少傾向ないしFDPの急激な増加傾向の出現。</p> <p> 6) 抗凝固療法による改善。</p> <p>VI 注1: 白血病および類縁疾患, 再生不良性貧血, 抗腫瘍剤投与後など骨髓巨核球減少が顕著で, 高度の血小板減少をみる場合は血小板数および出血症状の項は0点とし, 判定はIV-2)に従う。</p> <p>注2: 基礎疾患が肝疾患の場合は以下の通りとする。</p> <p> a. 肝硬変および肝硬変に近い病態の慢性肝炎 (組織上小葉改築傾向を認める慢性肝炎) の場合には, 総得点から3点減点した上で, IV-1) の判定基準に従う。</p> <p> b. 激症肝炎および上記を除く肝疾患の場合は, 本診断基準をそのまま適用する。</p> <p>注3: DICの疑われる患者でV.診断のための補助的検査成績, 所見のうち2項目以上満たせばDICと判定する。</p> <p>VII 除外規定</p> <p> 1) 本診断基準は新生児, 産科領域のDIC診断には適用しない。</p> <p> 2) 本診断基準は激症肝炎のDICの診断には適用しない。</p>
---	--

厚生省血液凝固異常症調査研究班報告
(昭和62年度)

輸血実施手順書

日本輸血学会
2001年3月作成

① 輸血同意書の取得

主治医は輸血の必要性、リスク等について患者(または家族)に説明し、一連の輸血を行う毎に、必ず輸血同意書を得る。

② 血液型の検査と記録

輸血を実施するまでに患者の血液型(ABO型,Rho(D)型)を検査する。検体には患者姓名、採血日、所属科等を記入する。検査結果を患者に知らせるとともに、カルテに血液型検査報告書を貼付する。

③ 輸血指示の確認

- ・主治医は複写式の輸血申し込み伝票(血液型検査報告書を確認し、血液型、患者姓名、ID番号、血液製剤の種類・量、使用日時等を記入)と交差適合試験用の患者血液(血液型検査用とは別に採血したもの)を輸血部門へ提出し、また当該患者の処置指示書に上記輸血の内容を記載する。
- ・輸血実施者は輸血前に輸血申し込み伝票と処置指示書を確認する。

④ 血液バッグの確認 患者毎に実施

次の3つの事項を医療従事者2人で、声を出して照合し、所定欄にサインする。

- ①血液型について、血液バッグと交差適合試験適合票(以下適合票)並びにカルテの三者で照合する。さらに、血液バッグと適合票の患者姓名・製造番号が一致し、有効期限内であることを確認する。
- ②放射線照射が主治医の指示通り行われているか確認する。
- ③血液バッグの**外観**に破損、変色、凝集塊等の異常が無いか確認する。

⑤ 患者の確認

- ・患者に姓名と血液型を聞く。
- ・患者リストバンドの姓名と血液型が血液バッグの血液型及び適合票の姓名、血液型と一致していることを確認する。

- 注1:患者自身から姓名・血液型を言ってもらう。
注2:リストバンド未装着者はベッドサイドで、カルテを用いて、医療従事者2人で患者確認を行う。
注3:意識のない患者は、ベッドサイドでカルテを用いて、医療従事者2人で患者確認を行う。



⑥ 適合票にサイン

患者と血液バッグの照合後、ベッドサイドで適合票のサイン欄にサインして輸血を開始する。

⑦ 輸血患者の観察

輸血開始後5分間、患者の状態を観察する。15分後と終了時にも観察し、輸血副作用の有無・内容を記録する。

⑧ 使用血液の記録

カルテに血液バッグの製造番号(貼付ラベル)を記録する。

輸血の検査と血液の出庫手順

- ①血液型検査 (ABO型のおモテ・ウラ検査とRho(D)型検査) の判定とその記録・報告に際しては、2人の検査者で照合する。
- ②輸血申し込み伝票に従って、患者の交差適合試験用血液 (血液型検査用とは別に採血したもの) を用いて、ABO型の再検査と交差適合試験を実施し、交差適合試験適合票 (以下適合票) を作成する。
- ③輸血申し込み伝票の患者姓名・血液型 (ABO型、Rho(D)型) 及び血液バッグの血液型を照合し、血液バッグに適合票をくくり付ける。この時、コンピュータ又は台帳に記録されている当該患者の血液型と血液バッグの血液型を照合する。
- ④血液バッグの**外装**に破損、変色、凝集塊等の異常が無いか確認する。
- ⑤放射線照射済みの血液バッグには照射済みを表示する。
- ⑥輸血申し込み伝票と血液バッグ及び適合票を用いて、払い出し者と受領者が照合し、両者が所定欄にサインする。

緊急時の輸血

出血性ショックなどで、患者のABO型検査を行う時間的余裕がない場合

- ①患者・家族にABO型不適合による溶血の危険性の少ないO型赤血球MAPを輸血すること、血漿製剤はアルブミン (等張) を使用することを説明し、同意を得ておく。
- ②輸血前に患者から事後検査用に採血する。
- ③放射線照射済みO型赤血球MAPを交差適合試験を省略して輸血する。
- ④血液型 (ABO型、Rho(D)型) が判明した時点で、交差適合試験適合の照射済み同型血の輸血に切り替える。

ABO型不適合輸血時の処置方法

表に示すような赤血球輸血のメジャー・ミスマッチの場合で、不適合輸血の症状が現れた場合には、下記のような処置が必要である。

患者のABO型	輸血した血液バッグのABO型
O型	A型またはB型またはAB型
A型	B型またはAB型
B型	A型またはAB型

- ①直ちに輸血を中止する。
- ②留置針はそのまま残し、接続部で新しい輸液セットに交換して、乳酸リンゲル液を急速に輸液し、血圧維持と利尿につとめる。(通常は2~3ℓ)
- ③バイタルサイン (血圧、脈拍、呼吸数) を15分毎にチェックし記録する。血圧低下が見られた時はドパミン (3~5 μ g/kg/min) を投与する。
- ④導尿し、時間尿を測定する。乏尿 (時間尿が50ml以下) の場合、利尿剤 (ラシックス等) を1アンブル静注する。
輸液療法、利尿剤投与に反応せず、無尿あるいは乏尿となった場合は直ちに集中治療や腎疾患の専門医による血液透析などの治療が必要である。
- ⑤FDP、フィブリノゲン、プロトロンビン時間、血小板数などを検査して、DICの合併に注意する。
- ⑥患者から採血し、溶血の程度を調べ、ABO型おモテ・ウラ検査を再検する。輸血した血液バッグのABO型を確認する。