

示唆される。血液および血液成分の投与に関するプロトコルを整備し (British Committee for Standards in Haematology Blood Transfusion Taskforce, 1999)、どんなに緊急度の高い場合であっても遵守しなければならない。

輸血関連急性肺障害 (TRALI) をはじめとする免疫介在性反応は稀であるが、血小板および FFP を投与した場合、発生頻度は赤血球投与時の 5～6 倍である (Stainsby et al, 2005)。英国国立血液サービスは TRALI のリスクを低減させるため、FFP は男性ドナーの血液から製造している。

7.1 大量輸血の代謝性の影響

血液量減少、低体温、保存された大量の赤血球および血液製剤 (特に血漿) の投与により、複雑な代謝の変化が生じる。最もよくみられるのはクエン酸塩毒性による低イオン化カルシウム血症である (Dzik & Kirkley, 1988)。これは血漿の大量投与時に起こり、肝機能に異常がありクエン酸塩の代謝が遅い場合に特に多い。塩化カルシウム (グルコン酸カルシウムは肝代謝によるイオン化カルシウム放出が必要なため使用しない) の静脈内投与により補正する。10% 塩化カルシウム 10 mL の静脈内投与が推奨されている (Spence & Mintz, 2005)。

あるいは、再検査の必要がある場合には塩化カルシウム 2.5～5.0 mmol を 10 分かけて分割投与してもよい。

イオン化カルシウムが減少すると心筋収縮能が低下し、血管拡張が起こってさらに出血とショックを増悪させる。イオン化カルシウムは活性元素の指標として最も優れており、最新の血液ガス分析装置ではたいてい、この検査を実施できる。

高カリウム血症は、保存された赤血球ユニット中の細胞外カリウム濃度上昇により起こりうる。これはショックに関連する乏尿および代謝性アシドーシスにより悪化することがある。カリウム濃度が $> 6 \text{ mmol/l}$ となった場合は、グ

ルコースインスリン療法と重炭酸塩を併用し、アシドーシスを補正する。特に重症度の高い症例では、止血後早期に血液ろ過を行う必要がある場合がある。

8 患者の生存率

大量出血の治療が成功するか否かは、迅速な行動、十分なコミュニケーション、必要な専門知識を持つ上級医師の関与にかかっている。関連する生理学的変化の理解が進んだため生存率は向上している。その結果、臨床検査、near-patient 検査により方針を決定して効果的な血液成分療法を行い、効果的な加温法を実施するなど、より積極的な蘇生法が行われるようになった (Cinat et al, 1999)。転帰は患者の年齢、併発疾患、ショックの期間と程度、DIC の発症などに影響される (Erber, 2002)。

成人向けに提起される原則

1. 晶質液を投与して蘇生法を開始する前に、全血球数、凝固スクリーニング、血液生化学検査、血液ガス、血液型判定の検査を行うため血液検体を採取する。
2. 文書化 (指定されたチェックリスト用紙と蘇生チームの特定メンバーによる) に際しては、血液成分または補充液のタイプ、投与時間、投与量、補充の適応、輸血の効果を記録し、最低限のデータセットとする。血液成分の完全なトレーサビリティを確保する。
3. 院内のプロトコルおよびアルゴリズムを整備し、高リスク部門 (外傷・救急部門、集中治療室、手術室、血液バンクなど) に掲示しなければならない。
4. 大量輸血の緊急管理の定期的訓練を行い、習得事項を記録してプロトコル作成時にその情報を利用する。
5. 大量輸血の緊急管理に関する後ろ向き調査を定期的実施する。輸血チームおよび院内輸血委員会がガイドラインに照らして検討し、習得事項を記録してプロトコルの再検討時にその

情報を利用する。

免責事項

本ガイドライン中の勧告および情報は、印刷の時点において事実に反せず正確なものと考えられるが、著者、英国血液学会、出版者のいずれも、本ガイドラインの内容に関して法的責任を負うものではない。

謝辞および利害の申告

本稿の著者から利害衝突の申告はなかった。

本ガイドライン執筆時点での作業部会のメンバーは以下の通りである。

Dr Frank Boulton (Chair), Dr Dorothy Stainsby (Secretary), Ms Andrea Blest, Dr Hari Boralessa, Dr Hannah Cohen, Mr Chris Elliott, Dr Brian McClelland, Dr Hafiz Qureshi, Dr Megan Rowley, Dr Gillian Turner, Dr Keith Wilson.

参考文献

- 1) American College of Surgeons (1997) *Advanced Trauma Life Support Course Manual*, pp. 103-112. American College of Surgeons, Chicago, IL.
- 2) Blajchman, M.A., Dzik, W.S., Vamvakas, E.C., Sweeney, J. & Snyder, E.L., (2001) Clinical and molecular basis of transfusion induced immunomodulation. Summary of the proceedings of a state of the art conference. *Transfusion Medicine Reviews*, 15, 108-135.
- 3) Blood Safety and Quality Regulations (2005) *Statutory Instrument 2005, number 50*. The Stationery Office Limited, London.
- 4) British Committee for Standards in Haematology (1998) Guidelines on oral anticoagulation: 3rd edn. *British Journal of Haematology*, 101, 374-387.
- 5) British Committee for Standards in Haematology (2004) Guidelines for the use of fresh-frozen plasma, cryoprecipitate and cryosupernatant. *British Journal of Haematology*, 126, 11-28.
- 6) British Committee for Standards in Haematology Blood Transfusion Task Force (2001) Guidelines for the clinical use of red cell transfusions. *British Journal of Haematology*, 113, 24-31.
- 7) British Committee for Standards in Haematology Blood Transfusion Task Force (2003) Guidelines for the use of platelet transfusions. *British Journal of Haematology*, 122, 10-23
- 8) British Committee for Standards in Haematology Blood Transfusion Taskforce (1996) Guidelines on gamma irradiation of blood components for the prevention of transfusion-associated graft-versus-host disease. *Transfusion Medicine*, 6, 261-271.
- 9) British Committee for Standards in Haematology Blood Transfusion Taskforce (1999) The administration of blood and blood components and the management of transfused patients. *Transfusion Medicine*, 9, 227-238.
- 10) British Committee for Standards in Haematology Blood Transfusion Taskforce (2004) Transfusion guidelines for neonates and older children. *British Journal of Haematology*, 124, 433-453.
- 11) Ciavarella, D., Reed, R.L., Counts, R.B., Baron, L., Pavlin, E., Heimbach, D.M. & Carrico, C.J. (1987) Clotting factor levels and the risk of diffuse microvascular bleeding in the massively transfused patient. *British Journal of Haematology*, 67, 365-368.
- 12) Cinat, M.E., Wallace, W.C., Nastanski, F., West, J., Sloan, S., Ocariz, J. & Wilson, S.E. (1999) Improved survival following massive transfusion in patients who have undergone trauma. *Archives of Surgery*, 134, 964-968.

- 13) Clark, A.D., Gordon, W.C., Walker, I.D. & Tait, R.C. (2004) 'Last-ditch' use of recombinant factor VIIa in patients with massive haemorrhage is ineffective. *Vox Sanguinis*, 86, 120-124.
- 14) Coats, T., Roberts, I. & Shakur, H. (2004) Antifibrinolytic drugs for acute traumatic injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, CD004896.
- 15) Cochrane Injuries Group Albumin Reviewers (1998) Human albumin administration in critically ill patients: systematic review of randomised controlled trials. *BMJ*, 317, 235-240.
- 16) Contreras, M. (1998) Consensus conference on platelet transfusion. Final statement. *Blood Reviews*, 12, 239-240.
- 17) Development Task Force of the College of American Pathologists (1994) Practice Parameter for the use of fresh frozen plasma, cryoprecipitate and platelets. *JAMA*, 271, 777-781.
- 18) Donaldson, M.D., Seaman, M.J. & Park, G.R. (1992) Massive blood transfusion. *British Journal of Anaesthesia*, 69, 621-630.
- 19) Dzik, W.H. & Kirkley, S.A. (1988) Citrate toxicity during massive blood transfusion. *Transfusion Medicine Reviews*, 2, 76-94.
- 20) Erber, W.N. (2002) Massive blood transfusion in the elective surgical setting. *Transfusion and Apheresis Science*, 27, 83-92.
- 21) Fakhry, S.M. & Sheldon, G.F. (1994) Massive transfusion in the surgical patient. In: *Massive Transfusion* (ed. by L.C. Jeffries & M.E. Brecher) American Association of Blood Banks, Bethesda.
- 22) Finfer, S., Bellomo, R., Boyce, N., French, J., Myburgh, J. & Norton, R. (2004) A comparison of albumin and saline for fluid resuscitation in the intensive care unit. *New England Journal of Medicine*, 350, 2247-2256.
- 23) Hardy, J.F., De Moerloose, P. & Samama, M. (2004) Massive transfusion and coagulopathy: pathophysiology and implications for clinical management. *Canadian Journal of Anaesthesia*, 51, 293-310.
- 24) Heaton, A., Keegan, T. & Holme, S. (1989) In vivo regeneration of red cell 2,3-diphosphoglycerate following transfusion of DPG-depleted AS-1, AS-3 and CPDA-1 red cells. *British Journal of Haematology*, 71, 131-136.
- 25) Henry, D.A., Moxey, A.J., Carless, P.A., O'Connell, D., McClelland, B., Henderson, K.M., Sly, K., Laupacis, A. & Fergusson, D. (2001) Anti-fibrinolytic use for minimising perioperative allogeneic blood transfusion. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, CD001886.
- 26) Hess, J.R. (2004) Update on alternative oxygen carriers. *Vox Sanguinis*, 87 (Suppl. 2), 132-135.
- 27) Hiippala, S.T., (1998) Replacement of massive blood loss. *Vox Sanguinis*, 74 (Suppl. 2), 399-407.
- 28) Hiippala, S.T., Myllyla, G.J. & Vahtera, E.M. (1995) Hemostatic factors and replacement of major blood loss with plasma-poor red cell concentrates. *Anesthesia and Analgesia*, 81, 360-365.
- 29) Ho, J., Sibbald, W.J. & Chin-Yee, I.H. (2003) Effects of storage on efficacy of red cell transfusion: when is it not safe? *Critical Care Medicine*, 31, S687-S697.
- 30) Hogman, C.F., Andreen, M., Rosen, I., Akerbom, O. & Hellsing, K. (1983) Haemotherapy with red-cell concentrates and a new red-cell storage medium. *Lancet*, 1, 269-271.
- 31) Horsey, P.J. (1997) Multiple trauma and massive transfusion. *Anaesthesia*, 52, 1027-1029.
- 32) Hughes, L.G., Thomas, D.W., Wareham, K., Jones, J.E., John, A. & Rees, M. (2001) Intraoperative blood salvage in abdominal trauma: a

- review of 5 years' experience. *Anaesthesia*, 56, 217-220.
- 33) Iserson, K.V. & Huestis, D.W. (1991) Blood warming: current applications and techniques. *Transfusion*, 31, 558-571.
- 34) Koh, M.B. & Hunt, B.J. (2003) The management of perioperative bleeding. *Blood Reviews*, 17, 179-185.
- 35) Levi, M., Peters, M. & Buller, H.R. (2005) Efficacy and safety of recombinant factor VIIa for treatment of severe bleeding: a systematic review. *Critical Care Medicine*, 33, 883-890.
- 36) McClelland, DBL, (ed) (2001) *Handbook of Transfusion Medicine* 3rd edn. pp. 36. The Stationery Office, Norwich.
- 37) Mollison, P.L., Engelfreit, C.P. & Contre-ras, M. (1997) *Transfusion in Oligaemia. Blood Transfusion in Clinical Medicine*, p. 47. Blackwell Science, Oxford.
- 38) Prowse, C.V. (1999) Alternatives to standard blood transfusion: availability and promise. *Transfusion Medicine*, 9, 287-299.
- 39) Reiss, R.F. (2000) Hemostatic defects in massive transfusion: rapid diagnosis and management. *American Journal of Critical Care*, 9, 158-165.
- 40) Samama, C.M. & Ozier, Y. (2003) Near-patient testing of haemostasis in the operating theatre: an approach to appropriate use of blood in surgery. *Vox Sanguinis*, 84, 251-255.
- 41) Schierhout, G. & Roberts, I. (1998) Fluid resuscitation with colloid or crystalloid solutions in critically ill patients: a systematic review of randomised trials. *British Medical Journal*, 316, 961-964.
- 42) Schwab, C.W., Shayne, J.P. & Turner, J. (1986) Immediate trauma resuscitation with type O uncrossmatched blood: a two-year prospective experience. *Journal of Trauma*, 26, 897-902.
- 43) Sedrakyan, A., Atkins, D. & Treasure, T., (2006) The risk of aprotinin: a conflict of evidence. *Lancet*, 365, 1376-1377
- 44) Spence, R.K. & Mintz, P.D. (2005) Transfusion in surgery, trauma and critical care. In: *Transfusion Therapy* (ed. by P.D. Mintz), pp. 203-241. AABB press, Bethesda.
- 45) Stainsby, D., MacLennan, S. & Hamilton, P.J. (2000) Management of massive blood loss: a template guideline. *British Journal of Anaesthesia*, 85, 487-491.
- 46) Stainsby, D., Cohen, H., Jones, H., Knowles, S., Milkins, C., Chapman, C., Gibson, B., Davison, K., Norfolk, DR., Taylor, C., Revill, J., Asher, D., Atterbury, CLJ & Gray, A. (2005) *Serious Hazards of Transfusion (SHOT) Annual Report 2004*, Serious Hazards of Transfusion Office. Manchester Blood Centre, ISBN 0 953278972.
- 47) Stanworth, S.J., Brunskill, S.J., Hyde, C.J., McClelland, D.B.L. & Murphy, M.F., (2004) Is fresh frozen plasma clinically effective? A systematic review of randomised controlled trials. *British Journal of Haematology*, 126, 139-152.