

TRANSFUSION CHEZ LE POLYTRAUMATISÉ

Dan Benhamou

Département d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital de Bicêtre, 78 rue du Général Leclerc, 94275 le Kremlin Bicêtre Cedex.

INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE

Bien que des progrès importants aient été réalisés notamment au cours des quinze dernières années, la transfusion sanguine reste une thérapeutique à risque dont les indications méritent d'être pesées avec précision [1, 2]. L'évaluation des pratiques est un moyen important d'analyse permettant, lorsque cela s'avère nécessaire, de renforcer la formation médicale continue et d'améliorer les soins [3-9]. Les polytraumatismes constituent la première cause de mortalité chez les sujets jeunes et représentent donc un véritable problème de santé publique [10]. Cette pathologie constitue l'une des indications essentielles de la transfusion de produits sanguins labiles (PSL) et en particulier de concentrés de globules rouges (CGR) notamment en nombre d'unités administrées par patient [11-13]. Dans ce domaine où la transfusion est souvent massive (en général définie par le remplacement d'au moins une masse sanguine en 24 h), les règles de prescription sont établies de longue date et ont fait l'objet de peu de modifications au cours des vingt dernières années [14-17]. L'application de ces règles n'a cependant été que peu audité en France. Dans de rares cas d'hémorragie massive, la transfusion de PSL ne parvient pas à assurer l'hémostase biologique malgré un contrôle chirurgical ou radiologique de l'hémorragie [18, 19]. Une dilution profonde des facteurs de la coagulation et des perturbations autonomes de la coagulation à type de CIVD peuvent survenir [20] et conduire à l'emploi de PFC et de médicaments dérivés du sang (Facteur VII recombinant activé par exemple [21-23] ou anti-fibrinolytiques [24, 25]) ayant une action visant à réduire le saignement. La place actuelle des produits de complément est elle aussi inconnue en France et doit être évaluée.

Cette situation est d'autant plus délicate que la prescription est réalisée en urgence. Ainsi dans ce contexte, le statut immuno-hématologique des patients traités peut ne pas être connu conduisant à une transfusion d'unités O non-isogroupes en « urgence vitale » [16, 26]. La quantification des besoins est

souvent difficile en raison de la rapidité évolutive des situations, ne permettant pas toujours une appréciation fiable des pertes et ne laissant pas le temps d'obtenir une estimation biologique du retentissement. L'atteinte de plusieurs organes vitaux est également importante à considérer dans ce contexte, notamment lorsque des organes très fragiles tels que le cerveau sont lésés. Comment les praticiens prennent en considération ces éléments de gravité est aujourd'hui inconnu.

Ces situations d'urgence peuvent également mettre en exergue un maillage inadéquat des structures sur le territoire, des difficultés d'approvisionnement et/ou des relations conflictuelles entre l'Etablissement de Soins (ES) et l'Etablissement de Transfusion Sanguine (ETS). Ces difficultés ont été récemment mises en évidence dans le cadre de la transfusion en obstétrique, situation où la transfusion peut également se faire en situation de grande urgence [27]. La détection des difficultés ou des anomalies de fonctionnement est très importante car elle seule peut conduire à des recommandations de bonne pratique et à une amélioration des soins, voire à des changements organisationnels. Ce type de raisonnement a déjà été mis en pratique à la suite de l'audit sur la transfusion en Obstétrique cité ci-dessus et a permis la mise en œuvre puis la diffusion de recommandations de bonnes pratiques destinées aux établissements de soins, aux sites transfusionnels. Ceci a également eu pour but d'améliorer la communication entre les différents partenaires [28]. En raison de la difficulté de recrutement des donneurs et des contraintes liées à l'exclusion des donneurs potentiels, des modifications sociales et du temps de travail, la difficulté d'approvisionnement en CGR du groupe O est devenue une quasi-réalité ou du moins pourrait le devenir à court terme, rapprochant ainsi le fonctionnement de nos Etablissements de celui observé en Grande-Bretagne [29].

1. LE POLYTRAUMATISÉ : UNE SITUATION ÉVOLUTIVE

La valeur importante pour l'organisme n'est pas le nombre de globules rouges, mais la quantité d'oxygène (O_2) que ces globules rouges transportent. L' O_2 étant principalement transporté par l'Hb, l'anémie est définie par la diminution de Hb. La seule justification sous-tendant la nécessité de transfusion de globules rouges repose sur le besoin d'augmenter le transport artériel de l'oxygène aux tissus. Or, la mesure au lit du malade du transport en est impossible, justifiant le recours à des moyens de diagnostic accessibles au clinicien. La présence de signes cliniques de mauvaise tolérance et le taux d'hémoglobine inférieur à un seuil critique sont les moyens usuels de décision.

L'ensemble de ce qui a été indiqué précédemment sous-entend la normovolémie, mais également une certaine stabilité de la situation. En cas de saignement massif, l'urgence veut que soient simultanément administrés des CGR et des substituts du plasma. Le monitoring de l'Hb (ou à défaut celui de l'Ht) est souhaitable en salle d'accueil d'urgence ou au bloc opératoire, y compris dans ces cas, mais on ne peut attendre dans ces circonstances instables que des approximations grossières. Ce n'est qu'une fois l'hémostase faite (chirurgicale ou radiologique) qu'il sera possible d'affiner les apports. Ainsi, à la phase secondaire, c'est-à-dire après stabilisation des lésions traumatiques, lorsque le patient séjourne en réanimation, les indications de la transfusion de CGR deviennent similaires à celles des patients admis en réanimation, que la cause d'admission soit traumatique [30] ou non [3]. D'une façon générale, une

politique plutôt restrictive est efficace, cherchant à maintenir le patient à un taux d'Hb situé entre 8 et 9 g.dl⁻¹.

2. PRODUITS TRANSFUSÉS EN CAS D'URGENCE

Le conflit entre l'intérêt de transfuser sans délai préjudiciable et celui de disposer des produits correspondants aux qualifications jugées utiles, oblige à préciser le degré d'urgence, à organiser la distribution afin de faciliter l'accès aux produits les plus adaptés et à formaliser un algorithme décisionnel.

La distribution de CGR sera réalisée avec des produits dont la qualification est le plus proche possible du phénotype érythrocytaire du patient. Elle tiendra compte :

- des femmes en âge de procréer,
- des patients ayant des allo-anticorps anti-érythrocytaires,
- des sujets susceptibles d'être retransfusés, ayant une espérance de vie raisonnable.

Les qualifications autres qu'immuno-hématologiques et les transformations ne seront prises en compte que s'il existe des produits disponibles correspondant exactement aux besoins des patients.

Bien que les définitions qualifiant l'urgence transfusionnelle aient été déjà largement diffusées au cours des trois dernières années [16, 32], il apparaît qu'elles restent méconnues et souvent incomprises. Dans une enquête récente auprès de tous les établissements français accueillant des polytraumatisés [33], il est apparu que parmi les ES ayant répondu, 92 % déclarent avoir défini une procédure d'urgence vitale. Le délai maximum nécessaire de mise à disposition des PSL sur le site d'accueil, définissant la notion d'UV, est cependant très variable d'un ES à l'autre : moins de 10 min à moins de 60 min.

2.1. URGENCE VITALE IMMÉDIATE (UVI)

L'obtention des PSL doit être la plus rapide possible et la distribution sans délai. Les CGR seront éventuellement distribués (si des résultats valides ne sont pas disponibles), sans groupe sanguin et sans recherche d'agglutinines irrégulières (RAI) : O Rh négatif, Kell négatif voire O Rh positif (si possible c-, E-) Kell négatif. En présence de données valides d'immuno-hématologie et en contexte obstétrical, il est recommandé de distribuer des CGR de groupe Kell négatif dans tous les cas, D négatif si le phénotype de la patiente est D négatif, Rh positif (c-, E-) si le phénotype de la patiente est D positif. La prescription des PSL mentionnera l'urgence vitale immédiate et sera accompagnée des échantillons pour les analyses immuno-hématologiques dès que possible.

2.2. URGENCE VITALE (UV)

L'obtention des PSL doit être inférieure à 30 minutes. Les CGR doivent être distribués avec un groupe conforme, éventuellement sans RAI si l'examen n'est pas disponible. La prescription des PSL mentionnera l'urgence vitale et sera accompagnée des échantillons pour les analyses immuno-hématologiques. La RAI sera réalisée dès que possible.

2.3. URGENCE RELATIVE

Le temps disponible est le plus souvent de deux à trois heures, ce qui permet la réalisation de l'ensemble des examens immuno-hématologiques (dont la RAI si elle date de plus de 3 jours) ; les PSL distribués seront isogroupes, au besoin

comptabilisés. La situation hémorragique pouvant se modifier à tout moment, il sera possible de re-qualifier le degré d'urgence. Dans le cadre de l'urgence, il n'existe pas aujourd'hui d'alternatives à la transfusion de GR.

3. TRANSFUSION DE PFC EN SITUATION DE CHOC HÉMORRAGIQUE TRAUMATIQUE [15]

La transfusion de PFC ne doit être envisagée qu'en cas d'association soit d'une hémorragie, soit d'un geste à risque hémorragique, **et** d'une anomalie profonde de l'hémostase. Cette notion générale selon laquelle **deux** indications de l'arrêté de 1991 doivent être présentes n'apparaît ni dans la loi ni dans la plupart des recommandations des sociétés savantes. L'administration de PFC doit être guidée en priorité par les tests de laboratoire, dont le plus prédictif d'un saignement anormal car non expliqué par une cause chirurgicale, est une concentration de fibrinogène inférieure à 1 g.l^{-1} , et ce d'autant que la numération plaquettaire est inférieure est à $50.10^9.l^{-1}$. Le taux de prothrombine (TP) et le temps de céphaline activée (TCA) sont associés à un saignement anormal lorsque leur valeur atteint 1,5 - 1,8 fois la valeur témoin (soit un TP < à 40 % environ). De même, la conjonction fréquente d'une situation clinique évolutive, d'une difficulté à l'obtention des PSL et des résultats de laboratoire permet de comprendre l'emploi par précaution des PFC avant la mise en évidence d'anomalies biologiques. Ces éléments suggèrent l'intérêt du développement d'un partenariat fort entre les médecins, les biologistes et les correspondants des sites transfusionnels pour raccourcir les circuits, notamment par l'emploi de moniteurs de l'hémostase utilisables au lit du malade dont le rapport coût efficacité est maintenant bien établi [34, 35].

Au cours du polytraumatisme, une coagulopathie est fréquente et relève de quatre facteurs principaux [36] :

- dilution des facteurs de la coagulation,
- consommation de ces facteurs au niveau des sites hémorragiques,
- hypothermie responsable d'une inhibition de l'hémostase,
- diminution importante de l'hématocrite.

Dans le cas de plaies pénétrantes, la chirurgie doit être réalisée en priorité et le remplissage vasculaire au sens large doit être limité. Le maintien d'une hémodynamique satisfaisante se fera le plus souvent grâce à l'emploi de catécholamines. Une enquête épidémiologique allemande [37] incluant plus de 3400 patients a montré qu'un traumatisme crânien est présent chez 70 % des polytraumatisés et que seuls 22 % des polytraumatisés graves n'ont pas un traumatisme crânien associé. L'existence d'un traumatisme crânien grave associé à un saignement massif d'un site inaccessible à une hémostase rapide chirurgicale ou radiologique peuvent justifier d'une transfusion précoce de PFC. Le risque de coagulopathie de consommation est théoriquement présent dans toutes les situations de neurotraumatologie, le cerveau contenant de fortes concentrations de facteur tissulaire qui peuvent être responsables d'une CIVD. La présence d'une coagulopathie est un facteur de gravité tant chez l'adulte que chez l'enfant.

Les indications des PFC dans la transfusion massive restent valables, les seuils transfusionnels des différents PSL étant plus élevés en raison de la gravité des séquelles neurologiques liées au retard du traitement des lésions hémorragiques ou à la gravité de l'anémie dans ce contexte. On retient alors pour la transfusion de

PFC les valeurs de TP < 50 % lors de la surveillance du traumatisé crânien grave et < 60 % comme seuil pour la pose d'un capteur de pression intra-crânienne. En l'absence de troubles de l'hémostase, il n'y a pas d'indication à l'administration prophylactique de PFC chez le patient traumatisé crânien.

4. ANALYSE DES ORGANISATIONS ET DES PRATIQUES

La première partie de ce texte avait pour but de rappeler les nombreuses recommandations et exigences réglementaires formulées au cours des dernières années dans le domaine de la transfusion en urgence.

Une question légitime est de savoir si ces recommandations sont appliquées. Cette question est d'autant plus pertinente que la transfusion est, même en l'absence d'urgence, un processus complexe, au cours duquel une succession d'acteurs doivent réaliser des procédures rigoureuses à la fois cliniques et organisationnelles en raison de la morbidité potentielle liée à la transfusion ou au retard à la transfusion. Encore plus délicate est la transfusion en situation d'urgence au cours de laquelle les erreurs ou insuffisances même minimales laissent moins de possibilités de récupération et exposent donc à un plus grand risque [38]. En obstétrique, une enquête réalisée en 1998 à l'échelon national avait objectivé un taux élevé de dysfonctionnements et des difficultés évidentes de communication entre les établissements de soins et les établissements de transfusion sanguine [27]. Ces résultats avaient permis d'élaborer des recommandations validées par l'ensemble des acteurs impliqués dans la transfusion sanguine en obstétrique [28] et avaient été un des éléments moteurs de l'amélioration du maillage entre les ETS et les maternités [39]. Or, le degré d'urgence et la complexité de la prise en charge des patients polytraumatisés pourraient faire craindre le même type de dysfonctionnements dans la prise en charge transfusionnelle de ces patients [40].

Nous rapportons ici les résultats préliminaires d'une étude collaborative multidisciplinaire qui a tenté dans un premier temps de décrire au niveau national les différentes organisations transfusionnelles mises en place dans les ES accueillant des polytraumatisés et dans un second temps d'analyser les pratiques à partir d'une large série de dossiers cliniques recueillis prospectivement.

La première partie a consisté en une étude descriptive par enquête postale. Un questionnaire concernant l'organisation transfusionnelle mise en place dans le contexte de l'urgence a été envoyé conjointement à un responsable clinique et à un hémobiologiste de chacun des 372 ES ayant accueilli des PT en 2001 (source PMSI national). Malgré de nombreuses relances écrites et téléphoniques, le taux de retour est resté faible. Les ES ayant répondu ($n = 116$ [32 %]) accueillent en moyenne 20 PT par an, mais il existe une extrême variabilité puisque le nombre de patients accueillis varie entre 1 et 500/an. Un site transfusionnel existe sur place dans 43 % des ES ayant répondu. Les autres ES ont soit un dépôt d'attribution (40 %) soit un dépôt d'urgence (17 %). Un dispositif de biologie délocalisée est disponible dans 80 % des ES pour la mesure du taux d'hémoglobine et dans 14 % des ES pour la mesure de l'hémostase. Les procédures de mise en alerte des hémobiologistes par les cliniciens, de commande des produits sanguins labiles (PSL) et de distribution des PSL sont également variables, parfois inexistantes. Une grande variabilité dans l'organisation de la transfusion en urgence a été mise en évidence au niveau national, source éventuelle de dysfonctionnements importants.

Le nombre de PT accueillis par an dans un ES semble être un facteur discriminant quant à l'importance des dysfonctionnements rencontrés dans l'organisation transfusionnelle. Un volume élevé de polytraumatisés accueillis par an dans un établissement semble s'accompagner d'une meilleure organisation et donc d'un nombre moins important de dysfonctionnements. La mortalité des polytraumatisés dépend de la prise en charge précoce et adaptée des patients [41]. Les ES recevant peu de PT semblent avoir moins souvent élaboré une démarche de stratégie transfusionnelle pour la prise en charge de ces patients. Ceci est à rapprocher de ce qui a été démontré en chirurgie, à savoir une corrélation inverse entre « volume » d'activité (exprimée par le nombre de patients traités) et mortalité [42]. En traumatologie, cette relation « volume » et mortalité, bien que suspectée dans plusieurs études [43, 44], reste encore discutée [45, 46].

En conclusion de cette première partie de l'étude, et bien que le taux de réponse soit insuffisant pour que la validité de nos résultats soit certaine, cette enquête a mis en évidence des dysfonctionnements importants dans l'organisation de la prise en charge transfusionnelle des polytraumatisés. Dans plusieurs domaines, ces anomalies dépassent d'ailleurs le simple cadre de la transfusion sanguine et incitent à réfléchir à la prise en charge des polytraumatisés en tant que problème de santé publique [47].

La seconde partie de notre étude, prospective cette fois est encore en cours d'analyse et seuls quelques résultats préliminaires peuvent être présentés. Sur une série de 537 polytraumatisés consécutifs accueillis dans 18 centres volontaires au cours d'une période de 6 mois, il a été constaté que 3,5 % [19] d'entre eux avaient bénéficié d'une transfusion pré-hospitalière et la mesure d'un taux d'hémoglobine par micro-méthode (Hemocue®) n'a été réalisée que chez 50 % des patients en pré-hospitalier. Parmi les 46 patients décédés au cours des 24 premières heures (9 %), 36 sont morts d'un choc hémorragique incontrôlable en moyenne 9 heures après leur admission. Un traumatisme crânien de sévérité variable a été enregistré chez 54 % des patients et 75 % de ces lésions étaient considérés comme sévères ou critiques. Pour les 45 % de patients qui ont été transfusés d'au moins un PSL au cours des 24 premières heures après leur admission (n = 244), la première prescription était une urgence vitale immédiate dans 50 % des cas avec une demande moyenne de 3 CGR. Seize patients ont eu jusqu'à 6 prescriptions au cours des 24 premières heures. La transfusion de PFC et de plaquettes était toujours secondaire, apparaissant lors de la seconde ou troisième prescription de PSL. Des CGR prescrits n'ont pas été transfusés chez 47 patients : 44 PSL non utilisés ont été rendus à l'ETS et 16 PSL ont été remis en stock (1 par patient).

Les défauts de pratique, qu'ils se situent au niveau de l'ES, de l'ETS ou des deux sont en cours d'analyse par un groupe d'experts cliniciens et hémobiologistes indépendants du comité de pilotage. Une analyse rapide indique cependant l'existence de dysfonctionnements et des insuffisances dans la qualité des prescriptions mais l'importance relative des problèmes reste à préciser.

CONCLUSION

On peut probablement considérer que des défauts tant organisationnels que cliniques seront mis en évidence par cette enquête à large échelle. Leur analyse multidisciplinaire garantira la validité de l'analyse. La mise en évidence de ces

dysfonctionnements, s'ils se confirmaient, pourrait aboutir à l'élaboration de recommandations sur l'organisation transfusionnelle dans ce contexte, limitant ainsi la variabilité des pratiques d'un établissement à l'autre et améliorant la qualité globale de la prise en charge des polytraumatisés.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Goodnough LT, Brecher ME, Kanter MH, AuBuchon JP. Transfusion medicine (part 1). *New Engl J Med* 1999;340:535-33 - Part 2. *New Engl J Med* 1999;340:438-47
- [2] Goodnough LT, Shander A, Brecher ME. Transfusion medicine: looking to the future. *Lancet* 2003;361:161-9
- [3] Narr BJ, Hansen TR, Warner MA. Preoperative laboratory screening in healthy Mayo patients : cost-effective elimination of tests and unchanged outcomes. *Mayo Clin Proc* 1991;66:155-9
- [4] Benhamou D, Gross E, Brosseau M. Transfusion sanguine et programme d'assurance-qualité. *Ann Fr Anesth Réanim* 2001;20:57-69
- [5] Reboul-Marty J, LeRoux G, Djoudi R, Couilliot MF, Casassus P, Bentata M et al. Evaluation de la prescription des concentrés de globules rouges dans un centre hospitalo-universitaire. *Transf Clin Biol* 1999;6:105-18
- [6] Quaranta JF, Raucoules M, Jambou P, Grimaud D. Transfusion de concentrés érythrocytaires. Une évaluation en anesthésie-réanimation. *Ann Fr Anesth Réanim* 1996;1:20-6
- [7] Soumerai SB, Salem-Schatz S, Avorn J, Casteris CS, Ross-Degnan D, Popovsky MA. A controlled trial of educational outreach to improve blood transfusion practice. *JAMA* 1993;270:961-6
- [8] Damais-Cepitelli A, Martin P, Teterel P, Le Gueult L-C, Devos A-M. Programme assurance qualité en transfusion : expérience du centre hospitalier du Havre. *La Gazette de le Transfusion* 1998;144:29-38
- [9] Ingrand P, Surer-Pierres N, Houssay D, Salmi LR. Reliability of the pretransfusion bedside compatibility test : association with transfusion practice and training. *Transfusion* 1998;38:999-1003
- [10] Tentillier E, Masson F. Epidémiologie des traumatismes. In : Traumatismes graves. Beydon L, Carli P, Riou B éditeurs. Arnette 2000, pp 1-15
- [11] Mathoulin-Pélessier S, Salmi LR, Verret C, Demours B (for the RECEPT investigators). Blood transfusion in a random sample of hospitals in France. *Transfusion* 2000;40:1140-6
- [12] Audibert G. Indications of blood components and outcome of transfusion practices in hemorrhage of multiple trauma. *Cah Anesthesiol.* 1994;42:391-4
- [13] Janvier G, Fialon P, Guinier MC, Sztark F, Lassie P, Roger I. Strategy of erythrocyte transfusion and plasma use in traumatic emergencies. *Cah Anesthesiol.* 1994;42:643-9
- [14] Hiippala S. Replacement of mpassive blood loss. *Vox Sang* 1998 ;74 (suppl 2) : 399-407
- [15] Transfusion de plasma frais congelé : produits, indications. Méthode générale et indications (AFSSAPS). *Transfusion Clinique et Biologique* 2002;9:322-332
- [16] Transfusion de concentrés de globules rouges : produits, indications. Méthode générale et indications (AFSSAPS). *Transfusion Clinique et Biologique* 2002;9:333-356
- [17] Hellstern P, Haubelt H. Indications for plasma in massive transfusion. *Thrombosis Research* 2002;107:S19-S22
- [18] Murray DJ, Olson J, Strauss R, Tinker JH. Coagulation changes during packed red cell replacement of major blood loss. *Anesthesiology* 1988;69:839-45
- [19] Leslie SD, Toy PTCY. 1993 Laboratory hemostatic abnormalities in massively transfused patients given red blood cells and crystalloid. *Am J Clin Pathol* 1991;96:770-3
- [20] Hiippala ST, Myllylä GJ, Vahtera EM. Hemostatic factors and replacement of major blood loss with plasma-poor red cell concentrates. *Anesth Analg* 1995;81:360-5
- [21] Hedner U. Recombinant activated factor VII as a universal haemostatic agent. *Blood Coagul Fibrinolysis* 1998;9:80:578-84
- [22] Shami VM, Caldwell SH, Hespeneide EE, Arseneau KO, Bickston SJ, Macik BG. Recombinant activated factor VII for coagulopathy inj fulminant hepatic failure compared with conventional therapy. *Liver Transpl* 2003;9:138-43
- [23] Friederich PW, Henny CP, Messelink EJ, Geerdink MG, Keller T, Kurth KH, Buller HR, Levi M. Effect of recombinant activated factor VII on perioperative blood loss in patients undergoing retro-pubic prostatectomy: a double-blind placebo-controlled randomised trial. *Lancet.* 2003;361:201-5

- [24] Lentschener C, Benhamou D, Mercier FJ, C. Boyer-Neumann C, Naveau S, Smadja C, Wolf M, Franco D. Aprotinin reduces blood loss in patients undergoing elective liver resection. *Anesth Analg* 1997;84:875-881
- [25] Lentschener C, Cottin P, Bouaziz H, Mercier FJ, Wolf M, Aljabi Y, Boyer-Neumann C, Benhamou D. Reduction of blood loss and transfusion requirement by aprotinin in posterior lumbar spine fusion. *Anesth Analg* 1999;89:590-7
- [26] Faringer PD, Mullins RJ, Johnson RL, Trunkey DD. Blood component supplementation during massive transfusion of AS-1 red cells in trauma patients. *J Trauma*. 1993;34:481-5
- [27] Lallemand MA, Mercier FJ, Benhamou D. Surveillance immuno-hématologique et pratiques transfusionnelles en Obstétrique en France : étude préliminaire. *Ann Fr Anesth Réanim*. 2001;20:325-36
- [28] Conclusions de la table ronde organisée par l'EFS sur le traitement des urgences transfusionnelles obstétricales. Table ronde réunie le 26 septembre 2000
- [29] Horsey PJ. Multiple trauma and massive transfusion. *Anaesthesia* 1997;52:1027-8
- [30] McIntyre L, Hebert PC, Wells G, Fergusson D, Marshall J, Yetisir E, Blajchman MJ for the Canadian Critical Trials Group. Is a restrictive transfusion strategy safe for resuscitated and critically ill trauma patients ? *J Trauma* 2004;57:563-8
- [31] Hebert P, Wells G, Blajchman MA, Marshall J, Martin C, pagliarello G, Tweeddale M, Schweitzer I, yetisir E. A multicenter, randomized, controlled clinical trial of transfusion requirements in critical care. *N Engl J Med* 1999;340:409-17
- [32] Lienhart A. Les urgences transfusionnelles : de l'importance d'un langage d'interprétation univoque. *Ann Fr Anesth Réanim* 2003;22:849-51
- [33] Chalhoub V, Lagneau F, Courtois F, Peynaud-Debayle E, François A, Nguyen L, Benhamou D. Processus transfusionnel en situation d'urgence : enquête nationale auprès des établissements de soins accueillant des polytraumatisés. *Ann Fr Anesth Réanim* (soumis).
- [34] Boldt J, Walz G, Triem J, Suttner S, Kumle B, Point-of-care measurement of coagulation after cardiac surgery. *Intensive Care Med* 1998;24:1187-93
- [35] Chavez J, Weatherall J, Strevels S, Liu F, Snider C, Carroll R. Evaluation of a point-of-care coagulation analyser on patients undergoing cardiopulmonary bypass surgery. *J Clin Anesth* 2004;16:7-10
- [36] Hardy JF, de Moerloose P, Samama M. Massive transfusion and coagulopathy : pathophysiology and implications for clinical management. *Can J Anesth* 2004;51:293-310
- [37] Regel G, Lobenhoffer P, Grotz M, Pape HC, Lehmann U, Tscherne H. Treatment results of patients with multiple trauma : an analysis of 3,406 cases treated between 1972 and 1991 at a German Level I Trauma Center. *J Trauma* 1995;38:70-8
- [38] Williamson LM, Lowe S, Love EM. Serious hazards of transfusion (SHOT) initiative : analysis of the first two annual reports. *BMJ* 1999;319:16-19
- [39] Courtois F, Peynaud-Debayle E, Rasongles F, Benhamou D. Les urgences transfusionnelles obstétricales : organisation d'un réseau national de distribution de produits sanguins labiles [Résumé]. *Ann Fr Anesth Réanim* 2003;22:S2-R031
- [40] Callum J, Kaplan H, Merkley L, Pinkerton P, Fastman B, Romans R, Coovadia A, Reis M. Reporting of near-miss events for transfusion medicine : improving transfusion safety. *Transfusion* 2001;41:1204-11
- [41] Stocchetti N, Pagliarini G, Gennari M, Baldi G, Banchini E, Campari M, et al. Trauma care in Italy : evidence of in-hospital preventable deaths. *J Trauma* 1994;36:401-5
- [42] Dudley RA, Johansen KL, Brand R, Rennie DJ, Milstein A. Selective referral to high-volume hospitals: estimating potentially avoidable deaths. *JAMA* 2000;283:1159-1166
- [43] Smith RF, Frateschi L, Sloan EP, et al. The impact of volume on outcome in seriously injured trauma patients: two years' experience of the Chicago Trauma System. *J Trauma* 1990;30:1066-1075
- [44] Nathens A, Jurkovich G, Maier R, Grossman D, MacKenzie E, Moore M et al. Relationship between trauma center volume and outcomes. *JAMA* 2001;285:1164-1171
- [45] Cooper A, Hannan EL, Bessey PQ, Farrell LS, Cayten CG, Mottley L. An examination of the volume-mortality relationship for New York State trauma centers. *J Trauma* 2000;48:16-23
- [46] Glance L G, Osler TM, Dick A, Mukamel D. The relation between trauma center outcome and volume in the national trauma databank. *J Trauma* 2004;56:682-690
- [47] Black A. Reconfiguration of surgical, emergency, and trauma services in the United Kingdom. *BMJ* 2004;328:178-9