

Réactions indésirables aux dons de sang complet allogénique chez les jeunes âgés de 16 et 17 ans

Anne F. Eder, MD, PhD

Christopher D. Hillyer, MD

Beth A. Dy, BS

Edward P. Notari IV, MPH

Richard J. Benjamin, MD, PhD

LE BESOIN ININTERROMPU ET LA demande croissante de composés sanguins met constamment au défi les banques de sang de maintenir un approvisionnement de sang sûr et adéquat à partir d'un groupe décroissant des donneurs éligibles qui est maintenant estimé à seulement 38 % de la population adulte des USA.^{1,2} Entre 2001 et 2004, la *National Blood Collection and Utilization Survey* a documenté une diminution de 0.2 % des collectes d'unité de sang entier et des globules rouges par aphérèse, à un moment où les transfusions augmentaient de 2 %, ce qui impliquait une diminution des réserves et une plus grande probabilité de ruptures épisodiques.³ En outre, des restrictions incrémentales imposées par l'éligibilité des donneurs ces dernières années, comme les refus géographiques en raison du risque prouvé ou perçu de paludisme et d'encéphalopathie spongiforme bovine transmis par transfusion, et l'introduction de tests additionnels pour dépister des maladies infectieuses, dont la maladie de Chagas et le virus du West Nile, diminuent encore le nombre des donneurs de sang éligibles et des unités de sang disponibles examinées.⁴⁻⁷

Dans cet environnement, les banques de sang ont essayé de recruter plus de donneurs éligibles en ciblant des groupes raciaux sous-représentés, en rationalisant le dépistage des antécédents des donneurs, en éliminant des

Voir aussi Page du Patient.

Contexte Les dons de sang faits par des mineurs (16 et 17 ans) correspondent aujourd'hui approximativement à 8 % du sang total collecté par la Croix-Rouge américaine, mais le jeune âge et le fait d'être donneur pour la première fois (statut de donneur) sont connus pour être des facteurs de risque indépendants de complications associées au don de sang.

Objectif Evaluer les réactions indésirables au don de sang entier allogénique par des jeunes de 16 et 17 ans par rapport à des donneurs plus âgés dans les banques de sang de la Croix-Rouge américaine.

Schéma, environnement et participants Documentation prospective des événements défavorables chez les jeunes donneurs de 16-17 ans à l'aide de protocoles normalisés de recueil, des définitions, et des méthodes de déclaration en 2006. Les données provenaient de 9 banques de sang de la Croix-Rouge américaine qui collectent habituellement chez les jeunes de 16 et 17 ans, une population qui fournit 80 % de ses donations lors de campagnes dans les lycées.

Principaux critères de jugement Taux de complications systémiques (à type de syncope) et liées au prélèvement veineux pour 10 000 recueils.

Résultats En 2006, 9 zones régionales de la Croix-Rouge américaine ont recueilli 145 678 dons de sang complet chez des 16 et 17 ans, 113 307 chez des 18 et 19 ans, et 1 517 460 chez des donneurs de 20 ans ou plus. Des complications ont été enregistrées dans 15 632 (10.7 %), 9359 (8.3 %), et 42 987 (2.8 %) dons dans chaque catégorie d'âge correspondant. Dans un modèle de régression logistique multivarié, le jeune âge avait la plus forte association avec les complications (rapport de cotes [OR], 3.05 ; intervalle de confiance à 95 % [IC], 2.52-3.69 ; $P < 0.001$), suivi du statut de nouveau donneur (OR, 2.63 ; IC 95 %, 2.24-3.09 ; $P < 0.001$) et du sexe féminin (OR, 1.87 ; IC 95 %, 1.62-2.16 ; $P < 0.001$). Des complications peu fréquentes, mais cliniquement pertinentes, en particulier des blessures corporelles dues à des chutes liées aux syncopes, ont eu une probabilité plus élevée chez les donneurs de 16 et 17 ans (86 événements ; 5.9/10 000 recueils) comparées aux donneurs de 18 et 19 ans (27 événements ; 2.4/10 000 recueils ; OR, 2.48 ; IC 95 %, 1.61-3.82) ou de 20 ans ou plus (62 événements ; 0.4/10 000 recueils ; OR, 14.46 ; IC 95 %, 10.43-20.04). Les donneurs de 16 ans qui éprouvaient une complication même mineure avaient moins de probabilité de revenir donner leur sang dans les 12 mois que les 16 ans ayant eu des dons sans complications (taux de retour, 52 % vs 73 % ; OR, 0.40 ; IC 95 %, 0.36-0.44).

Conclusions Une incidence plus élevée de complications et de lésions liées au don de sang se produit chez les donneurs de 16 et 17 ans comparés aux donneurs plus âgés. La dépendance croissante vis-à-vis du recrutement et du maintien des donneurs d'âge jeune exige une approche dédiée à la sûreté du donneur, particulièrement lors des campagnes pour le don de sang dans les lycées.

JAMA. 2008;299(19):2279-2286

questions inutiles, en obtenant des variantes aux règlements de la «Food and Drug Administration» des USA pour collecter le sang de personnes ayant une hémochromatose héréditaire, en libéralisant les limites d'âge supérieures et inférieures pour les dons de sang, et en préconisant que la législation

Affiliations des auteurs: Biomedical Services, Medical Office, National Headquarters, American Red Cross, Washington, DC (Drs Eder, Benjamin et Ms Dy) ; Emory University, School of Medicine, Atlanta, Georgia, and Southern Region, American Red Cross, Douglasville, Georgia (Dr Hillyer) ; Jerome H. Holland Laboratory, American Red Cross, Rockville, Maryland (Mr Notari).
Correspondance: Anne F. Eder, MD, PhD, Biomedical Services, National Headquarters, American Red Cross, 2025 E St NW, Washington, DC 20006 (edera@usa.redcross.org).

d'état permette la collecte du sang chez les lycéens de 16 et 17 ans.⁸⁻¹¹ Dans le système de la Croix-Rouge américaine entre 1996 et 2005, la collecte de sang chez les jeunes donneurs de 16 à 19 ans s'est accrue et correspond maintenant à 14.5% des dons annuels, tandis que le don de sang par des personnes plus âgées diminuait.¹²

La plupart des règlements des états permettent la collecte de sang chez les donneurs de 17 ans sans consentement parental, bien que 5 états maintiennent cette condition. À l'heure de cette publication, 22 états ou territoires des USA permettent le don de sang par des jeunes de 16 ans avec le consentement parental, soit par adoption d'une législation ou par l'octroi de variantes (Alabama, Alaska, Arizona, Californie, Géorgie, Illinois, Iowa, Kentucky, Maine, Maryland, Michigan, Minnesota, Missouri, New York, Pennsylvanie, Porto Rico, Caroline du Sud, Tennessee, Virginie, Îles Vierges, Etat de Washington et Wisconsin), et 2 états permettent la donation par des jeunes de 16 ans sans consentement parental (Kansas et Orégon). La Californie permet également la donation par des jeunes de 15 ans avec une autorisation écrite d'un parent ou d'un tuteur, plus une autorisation écrite d'un médecin ou d'un chirurgien. La Croix-Rouge américaine exige le consentement parental pour chaque donneur de 16 ans, ne collecte pas chez les jeunes de 15 ans, et suit les règlements ou les variantes de l'état applicables au consentement parental pour la collecte chez les donneurs de 17 ans.

Plusieurs banques de sang ont démontré que les complications, les refus, et les taux de nouveau donneur étaient les plus élevés chez les jeunes donneurs.¹³⁻¹⁹ Une récente escalade des dons de sang chez les 16 et 17 ans nous a incités à analyser des données du programme d'hémovigilance de la Croix-Rouge américaine concernant les événements défavorables chez les jeunes de 16 et 17 ans à la suite d'un don de sang complet allogénique dans 9 banques régionales de sang de la Croix-Rouge américaine. Ces données comportent

une expérience étendue (dons de sang complet >1.5 million dans un délai de 12 mois) et fournissent une classification détaillée des complications spécifiques, de même qu'une évaluation quantitative des complications rares mais plus sérieuses des dons de sang chez les plus jeunes donneurs de sang éligibles.

METHODES

Origine et collecte des données

Le programme d'hémovigilance de la Croix-Rouge américaine évalue de façon prospective les rapports des complications et des lésions, y compris les cas référés pour soins médicaux externes, après procédures de collecte de sang complet allogénique et automatisée (aphérèse) dans 35 régions.¹⁹ Le personnel de collecte de sang dans toutes les régions de la Croix-Rouge américaine reçoit une formation normalisée, suivent des procédures standards de collecte, et utilisent des définitions communes pour reconnaître, contrôler, et documenter les réactions défavorables après collecte de sang. Toutes les réactions majeures qui se produisent sur le site de la collecte et n'importe quelle réaction déclarée aux banques de sang sont passées en revue par un médecin travaillant dans la région de la banque de sang et pistées par le programme d'hémovigilance de la Croix-Rouge américaine; **tous les cas** impliquant un soin médical extérieur sont également passés en revue par le directeur médical national du programme.

Neuf régions des services de sang de la Croix-Rouge américaine ont été choisies pour cette analyse car chacune avait eu plus de 1000 enregistrements de sang complet allogénique de donneurs volontaires et non rémunérés qui avaient 16 ans au moment du don entre les 1er janvier 2006 et 31 décembre 2006. Ces 9 régions de collecte de sang de la Croix-Rouge américaine ont collecté du sang dans 10 états ou territoires des USA (Géorgie, Illinois, Iowa, Kansas, Maryland, Missouri, New York, Orégon, Etat de

Washington et Porto Rico), chaque région exigeant une permission parentale pour les donneurs de 16 ans. Le lycée et tous les autres types de campagne (par exemple, église, organisation civique, centres d'affaires) étaient inclus dans l'analyse.

Les collectes autologues, thérapeutiques, et automatisées étaient exclues de l'analyse. Les autres raisons d'exclusion étaient les complications éprouvées par les donneurs de sang complet avant phlébotomie ou indépendantes de la phlébotomie (par exemple, lésions provoquées par d'autres incidents au niveau du site), ou des dons qui avaient mal codé l'âge, le sexe, ou la catégorie de réaction (par exemple, 15 réactions au citrate enregistrées après donation de sang complet).

Schéma de classification pour les complications des donneurs

Le programme d'hémovigilance de la Croix-Rouge américaine classe les complications en catégories définies, avec des estimations de sévérité (mineures ou majeures) pour certains types de réaction.¹⁹ Les symptômes (mineurs) avant syncope incluaient la pâleur, une diaphorèse, ou la tête qui tournait sans perte de conscience. Une perte de conscience courte (mineure) était définie comme durant moins de 1 minute. Une perte prolongée de conscience (majeure) était définie comme durant 1 minute ou plus ou compliquée par une perte de contrôle intestinale ou de la vessie, des crises épileptiformes, ou des convulsions. Un rétablissement prolongé était défini par des symptômes avant syncope, avec ou sans perte de conscience, qui ne résolvaient pas dans un délai de 30 minutes. Les petits (<25.8 cm²) et grands hématomes (≥25.8 cm²) incluaient les contusions ou infiltration et les hématomes « vrais » avec une masse palpable. Les réactions classées « autre » n'ont pas été autrement incluses dans les catégories de réaction établie et n'ont pas inclus des réactions telles que l'hyperventilation (mineure) et la douleur thoracique

(majeure). Les réactions allergiques (mineure, majeure) ont été enregistrées dans le système mais ne sont pas incluses dans l'analyse en raison de leur rareté extrême (19 réactions au total); seules 4 réactions allergiques ont été classées comme majeures (par exemple, essoufflement, œdème facial, symptômes allergiques sévères) et toutes se sont produites chez des donneurs de plus de 20 ans.

Les complications dans chaque catégorie ont été ensuite classées selon que le donneur avait reçu des soins médicaux extérieurs. Les soins médicaux extérieurs étaient définis par un conseil médical ou un traitement fourni par quelqu'un extérieur au personnel de la Croix-Rouge américaine et incluaient le personnel médical des urgences répondant aux appels du 911 (équivalent au 15), les visites à un médecin de soins primaires ou à un spécialiste, ou toute interaction avec un professionnel de santé, que plus de soins médicaux soient cherchés indépendamment par le donneur ou sur les conseils du personnel de la Croix-Rouge américaine.

Analyse des taux de complication et de retour à des dons de sang

Les taux de complication ont été calculés pour 10 000 collectes. Le dénominateur incluait le nombre (par exemple, quantité insuffisante) de collectes satisfaisantes et insatisfaisantes. Il y avait un rapport non linéaire entre l'âge du donneur et le taux global de complications, de telle façon que les réactions ont été représentées de façon disproportionnée chez les donneurs de moins de 20 ans et assez constantes chez les donneurs de plus de 20 ans. En conséquence, les groupes d'âge des donneurs ont été séparés pour comparer spécifiquement les donneurs mineurs (16 et 17 ans) aux jeunes adultes (18 et 19 ans) et aux adultes (≥ 20 ans).

L'effet d'une réaction sur le retour des donneurs de 16 ans dans les 9 centres de la Croix-Rouge américaines a été évalué dans une sous-analyse en

comparant les cohortes des donneurs de 16 ans ayant éprouvé une complication mineure ou majeure à un groupe de contrôle aléatoirement choisi de donneurs de 16 ans ayant effectué des dons sans complication. Les donneurs éligibles ayant une réaction mineure ou majeure et les donneurs témoins concordants sans réaction enregistrée ont fait un don entre mars 2005 et février 2006. Les donneurs de chaque groupe ont alors été suivis pendant 365 jours pour tout événement ultérieur, y compris ceux ayant pu avoir entraîné un refus.

Les taux de complications dans les groupes de donneurs stratifiés pour l'âge, le statut du don (première fois contre dons répétés à la Croix-Rouge américaine), et le sexe ont été comparés en calculant les intervalles de confiance à 95 % (IC) pour le pourcentage ou en calculant les rapports de cotes (OR) et les IC 95 % (Instat par Graphpad Inc, San Diego, Californie). Des analyses multivariées de régression logistique et par étapes ont été exécutées en utilisant un logiciel statistique version 8.2 SAS STAT (SAS Institute Inc., Cary, Caroline du Nord). Les analyses de régression évaluaient les variables indépendantes (âge, sexe, statut du don, type d'incitation, région) et les résultats dépendants (toute complication à l'exclusion des petits hématomes et pré-syncope). Une méthode de sélection par étapes a été employée pour déterminer quels effets entraient dans le modèle de régression logistique et quels effets demeuraient dans le modèle. Un niveau de signification ≤ 0.05 était nécessaire pour qu'un effet entre dans le modèle et un niveau de signification ≤ 0.05 était nécessaire pour qu'un effet reste dans le modèle à toute étape d'itération.

Un consentement éclairé a été obtenu de tous les donneurs au moment de la collecte de sang complet, et la permission parentale pour le don donation a été obtenue pour chacun des donneurs de 16 ans et de 17 ans en de requête légale de l'état. Le comité d'examen institu-

tionnel de la Croix Rouge américaine a déterminé que la recherche répondait aux critères d'exemption.²⁰

RESULTATS

Dons

Au cours de la période d'étude, les 9 banques de sang de la Croix-Rouge américaine ont effectué 44 305 et 101 373 collectes de sang complet chez des donneurs de 16 et 17 ans, respectivement, 113 307 collectes chez les 18 et 19 ans, et 1 517 460 chez les 20 ans et plus. En pourcentage des dons, les 16 et 17 ans ont fait 8.2 % des dons (2.5 % pour les 16 ans; 5.7 % pour les 17 ans) dans les 9 banques de sang à l'étude, et 7.5 % (450 317 de 6 014 472 collectes), pour le système entier de la Croix-Rouge américaine. Dans les 9 banques de sang, la contribution des donneurs de 16 et 17 ans, faite aux collectes globales dans une région ont varié de 4.2 % à 11.2 %. La proportion globale de donneurs féminins est passée de 35 % à 53 % et la proportion globale de premiers dons s'est étendue de 12 % à 29 %. Quarante-vingts pour cent des collectes chez les 16 et 17 ans dans les 9 régions de la Croix-Rouge américaine ont été effectués dans les lycées, 14 % lors d'incitation civiques/communautaires, 3 % dans les églises, et 3 % lors d'autre incitation ou lors d'organisations non spécifiées.

Complications

En 2006, les 9 régions de la Croix-Rouge américaine ont enregistré 67 978 complications après don de sang complet pour toutes les catégories de réaction, pour un taux global de 382.7 pour 10 000 ou 3.8 % de toutes les collectes. Les complications se sont produites après 15 632 (10.7 %) dons chez les 16 et 17 ans, 9359 (8.3 %) chez les 18 et 19 ans, et 42 987 (2.8 %) chez les donneurs de 20 ans ou plus. Les complications les plus fréquentes chez les donneurs de 16 et 17 ans, 18 et 19 ans, et 20 ans et plus ont été des réactions symptomatiques de

Tableau 1. Taux de complications des dons de sang complet allogénique

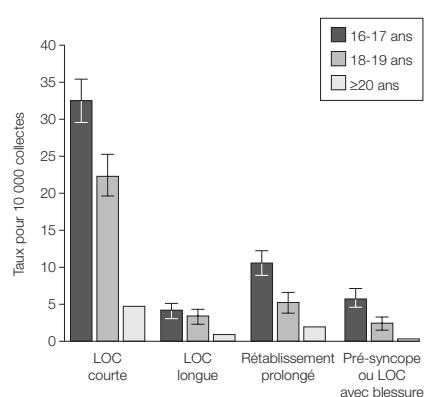
Complications	Nb. de complications chez les donneurs (taux pour 10 000 collectes), selon l'âge du donneur, ans			OR (IC 95 %), selon l'âge du donneur, ans	
	16-17	18-19	≥20	16-17 vs 18-19	16-17 vs ≥20
Nb. de dons	145 678	113 307	1 517 460		
Systémique (type syncopal)					
Pré-syncope	13 035 (894.8)	7740 (683.1)	30 151 (198.7)	1.34 (1.30-1.38)	4.85 (4.75-4.95)
LOC courte ^a	473 (32.5)	253 (22.3)	713 (4.7)	1.46 (1.25-1.70)	6.93 (6.17-7.78)
LOC prolongée (majeure) ^a	61 (4.2)	39 (3.4)	154 (1.0)	1.22 (0.81-1.82)	4.13 (3.07-5.55)
Récupération prolongée (majeure) ^a	154 (10.6)	60 (5.3)	289 (1.9)	2.00 (1.48-2.69)	5.56 (4.57-6.76)
Pré-syncope ou LOC avec blessure (majeure) ^a	86 (5.9)	27 (2.4)	62 (0.4)	2.48 (1.61-3.82)	14.46 (10.43-20.04)
Sous-total, à l'exclusion des pré-syncofes	774 (53.1)	379 (33.4)	1218 (8.0)	1.59 (1.41-1.80)	6.65 (6.08-7.28)
Complications liées à la phlébotomie					
Petit hématome ^a	1724 (118.3)	1190 (105.0)	11 327 (74.6)	1.13 (1.05-1.22)	1.59 (1.51-1.68)
Large hématome (majeur) ^a	16 (1.1)	9 (0.8)	44 (0.3)	1.38 (0.61-3.13)	3.79 (2.14-6.71)
Irritation neurologique (majeure) ^a	20 (1.4)	8 (0.7)	77 (0.5)	1.94 (0.86-4.42)	2.71 (1.65-4.43)
Ponction artérielle (majeure) ^a	28 (1.9)	16 (1.4)	111 (0.7)	1.36 (0.74-2.52)	2.63 (1.74-3.98)
Sous-total, à l'exclusion des petits hématomes	64 (4.4)	33 (2.9)	232 (1.5)	1.51 (0.99-2.30)	2.87 (2.18-3.79)
Autres (majeures, mineures) ^{a,b}	35 (2.4)	17 (1.5)	59 (0.4)	1.60 (0.90-2.86)	6.18 (4.07-9.39)
Globales	15 632 (1073.1)	9359 (826.0)	42 987 (283.3)	1.34 (1.30-1.37)	4.12 (4.04-4.20)

Abréviations : IC, intervalle de confiance ; LOC, perte de conscience ; OR, rapport de cotes.

^aVoir section « schéma de classification pour les complications des donneurs » pour les descriptions des complications.

^bAutre inclut les réactions qui ne s'insèrent pas dans d'autres catégories. Les réactions allergiques n'ont pas été incluses dans l'analyse en raison de leur rareté (19 au total ; respectivement, 3, 1 et 15 chez les 16-17 ans, 18-19 ans, ≥20 ans).

Figure 1. Taux de perte de conscience et de complications systémiques majeures (type syncopal) selon l'âge du donneur



LOC indique perte de conscience. Le taux de LOC, de rétablissement prolongé, et de blessures dues aux syncopes en fonction de l'âge du donneur est montré avec les barres d'erreur dénotant les intervalles de confiance à 95%. La variabilité a été tracée pour les donneurs âgés de 20 ans ou plus, mais les barres d'erreur pour les intervalles de confiance à 95% sont très petites (taux pour LOC courte: 4.7 [IC 95%, 4.4-5.0]; pour LOC prolongée: 1.0 [IC 95%, 0.9-1.2]; pour rétablissement prolongé: 1.9 [IC 95%, 1.7-2.1]; et pour pré-syncope ou LOC avec blessures: 0.4 [IC 95%, 0.3-0.5]).

pré-syncope (894.8, 683.1 et 198.7/10 000 respectivement), et des petits hématomes (118.3, 105.0, 74.6/10 000 respectivement; **TABLEAU 1**). Les taux

de perte de conscience et de complications systémiques importantes (de type syncopal) étaient inversement liés à l'âge du donneur et plus commun chez les plus jeunes donneurs (**FIGURE 1**). Les 16 et 17 ans ont eu plus de probabilité d'éprouver une perte de conscience et des complications systémiques majeures (type syncopal) (53.1/10 000 collectes) que les 18 et 19 ans (33.4 complications/10 000 collectes; OR, 1.59; IC 95 %, 1.41-1.80), ou que les 20 ans ou plus (8.0 complications/10 000 collectes; OR, 6.65; IC 95 %, 6.08-7.28) (**Tableau 1**). **A noter**, les lésions en relation avec une syncope ont été plus communes chez les 16 et 17 ans (5.9/10 000) comparées aux 18 et 19 ans (2.4 lésions/10 000 collectes; OR, 2.48; IC 95 %, (1.61-3.82) ou comparées aux donneurs de 20 ans ou plus (0.4 lésion/10 000 collectes; OR, 14.46; IC 95 %, 10.43-20.04) (**Tableau 1**). À l'exclusion des petits hématomes, le taux de complications dues à la phlébotomie n'a pas été différent chez les 16 et 17 ans (4.4/10 000) comparés aux 18 et 19 ans (2.9 complications/10 000 collectes; OR, 1.51; IC 95 %, 0.99-2.30), mais a été statistiquement signifi-

catif comparé aux donneurs de 20 ans ou plus (1.5 complications/10 000 collectes; OR, 2.87; IC 95 %, 2.18-3.79) (**Tableau 1**).

Une analyse secondaire des complications liées aux dons a comparé les 16 ans et 17 ans. À l'exclusion des petits hématomes, le taux de complications dues à la phlébotomie n'était pas différent chez les 16 et 17 ans (4.4/10 000) comparés aux 18 et 19 ans (2.9 complications/10 000 collectes; OR, 1.51; IC 95 %, 0.99-2.30), mais était statistiquement significatif comparé aux donneurs de 20 ans ou plus (1.5 complications/10 000 collecte; OR, 2.87; IC 95 %, 2.18-3.79) (**Tableau 1**). Pour les premiers dons, les 16 ans ont eu statistiquement des taux de complication pré-syncopale plus élevés que les 17 ans (1015 contre 971/10 000; OR, 1.05; IC 95 %, 1.01-1.10). Les différences entre les 16 et 17 ans pour les autres catégories de réaction n'ont pas atteint la signification statistique (données non montrées).

Une analyse stratifiée a évalué les taux de complications systémiques (type syncopal) dans les sous-groupes des donneurs par rapport à l'âge,

au statut du don, et au sexe. Dans chaque sous-groupe de donneurs correspondant, le taux de complications a été inversement lié à l'âge du donneur une fois assorti au statut du don et au sexe (FIGURE 2). Parmi les premiers dons chez les donneurs de sexe féminin, le taux de complications systémiques (type syncopal) chez les 16 et 17 ans (1214/10 000) a été étai sensiblement plus élevé comparé au sous-groupe correspondant des 18 et 19 ans (1004 complications/10 000 collectes; OR, 1.24; IC 95 %, 1.18-1.30) ou des donneurs de 20 ans ou plus (689 complications/10 000 collectes; OR, 1.87; IC 95 %, 1.80-1.94) (Tableau 2). Pareillement, le taux de réactions systémiques le plus élevé (type syncopal) a été observé dans le groupe de donneurs le plus jeune (16 et 17 an) dans chaque strate de donneur (sexe féminin/donneur répété, masculin/donneur pour la première fois, et sexe masculin / donneur répété) (Figure 2).

Dans une analyse de régression logistique par étapes des corrélations des complications (perte de conscience et complications systémiques majeures [type syncopal] plus complications majeures dues à la phlébotomie), le jeune âge démontre l'association la plus forte (OR, 3.05; IC 95 %, 2.52-3.69; P<0.001),

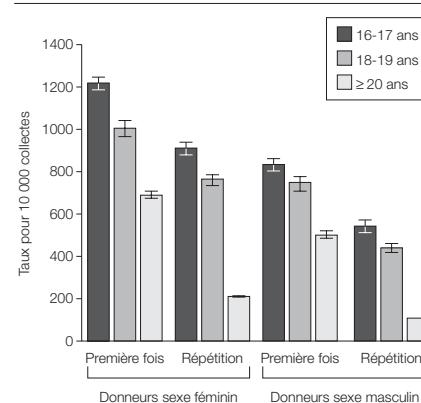
suivi par le statut du don (OR, 2.63; IC 95 %, 2.24-3.09; P<0.001), et le sexe féminin (OR, 1.87; IC 95 %, 1.62-2.16; P<0.001) (Tableau 3). Il y a eu des effets significatifs mais moindres des taux de réaction lorsque les plus petites régions ont été comparées aux plus grandes (Tableau 3). Le type d'incitation (lycée comparé à d'autres types d'incitation, par exemple, église, civiques) n'a pas été sensiblement associé aux complications des donneurs dans l'analyse multivariée.

Condition pour soin médical extérieur après don de sang

Parmi tous les donneurs, 583 ont été référés par le personnel de collecte de sang ou ont rapporté avoir reçu des soins médicaux extérieurs pour événements défavorables liés au don de sang complet en 2006, pour un taux global de 3.3 pour 10 000 dons. Quarante-vingt-cinq 16 et 17 ans (5.8 personnes/10 000 dons) ont reçu un soin médical extérieur, plus fréquent que le taux observé chez les adultes de 20 ans ou plus (433 événements; 2.9 personnes/10 000 dons; OR, 2.05; IC 95 %, 1.62-2.58) mais non différent de celui observé chez les 18 et 19 ans (65 événements; 5.7 personnes/10 000 dons; OR, 1.02; IC 95 %, 0.74-1.40) (Tableau 4). Chez les 16 et 17 ans, les complications systémiques

(type syncopal) ont expliqué 66 % des cas de soin médical extérieur, et les complications dues à la phlébotomie le reste. La raison la plus commune des soins médicaux extérieurs était des lésions dues aux syncopes, particulièrement chez les donneurs entre 16 et 19 ans. Trente-deux donneurs de 16 et 17 ans ont reçu des soins médicaux extérieurs après chute due à des syncopes: 25 avec des blessures à

Figure 2. Taux de complications totales systémiques (type syncopal) selon l'âge, le sexe et le statut du don



Le taux de pré-syncopal et de complications systémiques (type syncopal) dans les sous-groupes de donneurs stratifiés en ce qui concerne l'âge, le sexe, et le statut du don de sang sont montrés avec des barres d'erreur dénotant les intervalles de confiance à 95%. La variabilité a été tracée pour les donneurs âgés 20 ans ou plus mais les barres d'erreur pour les intervalles de confiance à 95% sont très petites (le taux de répétition pour les femmes: 214 [IC 95%, 210-217]; et de répétition pour les hommes: 106 [IC 95%, 104-108]).

Tableau 2. Taux de complications totales systémiques (type syncopal) selon l'âge du donneur, le sexe et le statut du don^a

Sexe du donneur et statut du don	16-17 ans			18-19 ans			≥20 ans			OR (IC 95%)	
	Nb d'événements	Nb. de dons	Taux/10 000 collectes (IC 95%)	Nb d'événements	Nb. de dons	Taux/10 000 collectes (IC 95%)	Nb d'événements	Nb. de dons	Taux/10 000 collectes (IC 95%)	16-17 ans vs 18-19 ans	16-17 ans vs ≥20 ans
Femmes											
Première fois	6512	53 627	1214 (1187-1242)	2220	22 121	1004 (964-1043)	6331	91 830	689 (673-706)	1.24 (1.18-1.30)	1.87 (1.80-1.94)
Répétition	2767	30 458	909 (876-941)	3053	40 156	760 (734-786)	13 340	624 358	214 (210-217)	1.21 (1.15-1.28)	4.58 (4.39-4.78)
Homme											
Première fois	3412	41 020	832 (805-859)	1486	19 986	744 (707-780)	4070	80 741	504 (489-519)	1.13 (1.06-1.20)	1.71 (1.63-1.79)
Répétition	1118	20 573	543 (513-574)	1360	31 044	438 (415-461)	7627	720 521	106 (104-108)	1.25 (1.16-1.36)	5.37 (5.04-5.73)
Total	13 809	145 678	948 (933-963)	8119	113 307	717 (702-732)	31 368^b	1 517 450^b	207 (205-209)	1.36 (1.32-1.40)	4.96 (4.86-5.07)

Abréviations: IC, intervalle de confiance; OR, rapport de cotes.

^aLes complications systémiques totales (type syncopal) incluent la pré-syncopal, la perte de conscience courte, la perte de conscience prolongée, la perte de conscience avec blessures, et le rétablissement prolongé.

^bLe total inclut 6 dons pour la première fois, 4 répétitions de dons, et 1 événement avec réaction de pré-évanouissement pour lequel le sexe du donneur n'a pas été rapporté.

la tête (par exemple, contusion, choc, lacération); **3 avec des plaies faciales** exigeant des sutures; **3 avec des lésions dentaires**; et **1 pour fracture de la mâchoire**. Vingt-deux des 32 blessés (69 %) ayant reçu des soins médicaux extérieurs pesaient 59 kilogrammes ou plus; seuls 4 des 32 (12.5 %)

pesaient moins de 54 kilogrammes. Les blessures des jeunes donneurs se sont habituellement produits peu après le don de sang dans le secteur de la cantine (17 événements; 53 %); dans les toilettes (5 événements; 16 %); ou dans un autre secteur de l'école (9 événements; 28 %); et 1 événement s'est produit en dehors de l'école (3 %).

protéger la sûreté de leurs donneurs volontaires. Avec la collecte croissante de sang complet chez des mineurs de 16 et 17 ans ces dernières années, nous avons cherché à décrire et mesurer les réactions défavorables éprouvées par ces donneurs comparés à des donneurs de 18 et 19 ans, et à des adultes de 20 ans et plus. Cette analyse démontre que la plupart des donneurs de tous les groupes d'âge ont fait des dons sans complications, mais le jeune âge a été associé de la façon la plus forte aux complications, suivi par le statut de premier don et le sexe féminin; il y avait également une certaine variation entre les centres régionaux de transfusion sanguine.

Les complications systémiques et dues à la phlébotomie les plus communes du don de sang (pré-syncope, petit hématome), bien qu'inconfortables pour le donneur, sont médicalement sans importance. La signification de ces complications mineures, cependant, se situe principalement dans l'observation que toute complication, même mineure, réduit la probabilité de retour du donneur, de même que le fait d'ajourner provisoirement le don pour d'autres raisons.²¹ En outre, les complications mineures peuvent être

Tableau 3. Modèles multivariés de régression logistique des corrélations des complications majeures lors des dons de sang, systémiques (type syncopal) et liées au phlébotomie

Facteur de risque	Rapport de cotes (Limites de confiance de Wald à 95 %)	Valeur de p
Groupe d'âge, années		
≥20	1.00 [Référence]	
16-17	3.05 (2.52-3.69)	<.001
18-19	2.55 (2.13-3.05)	<.001
Statut du don		
Répétition	1.00 [Référence]	
Première fois	2.63 (2.24-3.09)	<.001
Sexe		
Masculin	1.00 [Référence]	
Féminin	1.87 (1.62-2.16)	<.001
Région en ordre décroissant de taille ^a		
A	1.00 [Référence]	
B	0.72 (0.57-0.90)	.03
C	0.65 (0.49-0.85)	.009
D	0.46 (0.35-0.61)	<.001
E	1.41 (1.13-1.75)	<.001
F	0.95 (0.72-1.26)	.37
G	0.90 (0.66-1.22)	.75
H	1.82 (1.41-2.34)	<.001
I	0.56 (0.37-0.84)	.01

^aLes collectes totales vont de 294 828 dans la région A à 77 646 dans la région I.

Attitude vis-à-vis d'un retour au don de sang

Cinquante-deux pour cent (1861 de 3559) des donneurs de 16 ans ayant eu une complication mineure sont revenus pour donner l'année suivante comparée à 73 % (2613 de 3559) ayant eu un don sans complication (OR, 0.40; IC 95 %, 0.36-0.44). Le retour à un don de sang était même moins probable chez les donneurs de 16 ans s'ils éprouvaient une complication majeure (31 %; 30 de 98) comparés au groupe sans complication (81 %; 79 de 98; OR, 0.11; IC 95 %, 0.05-0.21) (Tableau 5).

COMMENTAIRE

Les banques de sang ont une double responsabilité, fournir un approvisionnement suffisant en composés sanguins à la communauté qu'ils servent et

Tableau 4. Soins médicaux extérieurs

Complications	Nb. d'événements compliqués chez les donneurs Recours à des soins médicaux extérieurs (Taux pour 10 000 collectes) [IC 95 %], selon l'âge, ans			OR (IC 95 %), selon l'âge du donneur, ans	
	16-17	18-19	≥20	16-17 vs 18-19	16-17 vs ≥20
Nb. de dons	145 678	113 307	1517 460		
Complications systémiques (type syncopal)					
Pré-syncope	0	1 (0.1) [0.0-0.3]	4 (0) [0]		
LOC courte ^a	2 (0.1) [0.0-0.3]	3 (0.3) [0.0-0.6]	8 (0.05) [0.0-0.1]	0.52 (0.09-3.10)	2.60 (0.55-12.26)
LOC prolongée ^a	6 (0.4) [0.1-0.7]	6 (0.5) [0.1-1.0]	43 (0.3) [0.2-0.4]	0.78 (0.25-2.41)	1.45 (0.62-3.41)
Rétablissement prolongé	16 (1.1) [0.6-1.6]	12 (1.1) [0.5-1.7]	100 (0.7) [0.5-0.8]	1.04 (0.49-2.19)	1.67 (0.98-2.83)
Pré-syncope ou LOC avec blessure	32 (2.2) [1.4-3.0]	15 (1.3) [0.7-2.0]	38 (0.3) [0.2-0.3]	1.66 (0.90-3.06)	8.77 (5.48-14.04)
Complications asocées à la phlébotomie					
Petit hématome ^a	1 (0.1) [0.0-0.02]	2 (0.2) [0.0-0.4]	9 (0.1) [0.0-0.1]	0.39 (0.04-4.29)	1.16 (0.15-9.14)
Large hématome ^a	13 (0.9) [0.4-1.4]	8 (0.7) [0.2-1.2]	95 (0.6) [0.5-0.8]	1.26 (0.52-3.05)	1.43 (0.80-2.55)
Irritation neurologique	4 (0.3) [0.0-0.5]	5 (0.4) [0.1-0.8]	57 (0.4) [0.3-0.5]	0.62 (0.17-2.32)	0.73 (0.27-2.01)
Ponction artérielle	5 (0.3) [0.0-0.6]	2 (0.2) [0.0-0.4]	16 (0.1) [0.1-0.2]	1.94 (0.38-10.02)	3.26 (1.19-8.89)
Autres	6 (0.4) [0.1-0.7]	11 (1.0) [0.4-1.5]	63 (0.4) [0.3-0.5] ^b	0.42 (0.16-1.15)	0.99 (0.43-2.29)
Total, toutes catégories de soins médicaux externes	85 (5.8) [4.6-7.1]	65 (5.7) [4.5-7.3]	433 (2.9) [2.7-3.2]	1.02 (0.74-1.40)	2.05 (1.62-2.58)

Abréviations : IC, intervalle de confiance ; LOC, perte de conscience ; OR, rapport de cotes.

^aVoir la section « schéma de classification pour complications des donneurs » pour les descriptions des complications.

^bInclut 6 réactions allergiques.

Tableau 5. Effet des complications sur les taux de retour pour don de sang chez les donneurs de 16 ans

	Complications mineures ^a	Pas de complication	OR (IC 95 %)	Complications mineures ^a	Pas de complication	OR (IC 95 %)
Nb. revenus (%)	1861 (52)	2613 (73)		30 (31)	79 (81)	
Nb. non revenus (%)	1698 (48)	946 (27)		68 (69)	19 (19)	
Total de donneurs	3559	3559	0.40 (0.36-0.44)	98	98	0.11 (0.05-0.21)

Abréviations: IC, intervalle de confiance; OR, rapport de cotes.

^aVoir la section « schéma de classification pour les complications des donneurs » pour les descriptions des complications.

une mesure indirecte de complications plus sérieuses, bien qu'il soit difficile de l'évaluer en raison de leur occurrence peu fréquente. Bien que les différences absolues des taux de complications entre les groupes d'âge soient relativement petites dans cette étude, elles sont statistiquement significatives et demeurent un souci médical potentiel: le risque de lésions dues aux syncopes était 2.5 fois plus probable chez les 16 et 17 ans (5.9/10 000) (2.4 lésions/10 000 dons), et 14 fois plus probablement par rapport aux donneurs de 20 ans ou plus (0.4 lésion/10 000 dons). Presque la moitié de toutes les blessures enregistrées par le personnel de collecte dans les 9 régions de la Croix-Rouge américaine s'est produite chez les donneurs de 16 et 17 ans; **et beaucoup** (par exemple, choc, lacération exigeant des points, dommages dentaires, fracture de la mâchoire) étaient assez graves pour exiger des soins médicaux extérieurs. En conclusion, il existe une corrélation forte entre les complications même mineures et le retour en vue de redonner du sang chez les 16 ans. En conséquence, n'importe quelle expérience négative diminue la probabilité de nouveau don de sang, et augmente la possibilité que le rendement à court terme des dons de sang supporte les dépenses finales pour encourager les futurs dons de sang par les jeunes donneurs.

Ces résultats sont particulièrement pertinents à un moment où les banques de sang deviennent de plus en plus dépendantes des jeunes donneurs pour maintenir un approvisionnement adéquat en sang. Zou et coll. affirment qu'il faut augmenter le recrutement des premiers donneurs chez les 16 à 19 ans et décliner les taux de don de sang chez les groupes plus âgés.¹² La néces-

sité pressante d'augmenter le pool de donneurs soulève le dilemme inhérent de soumettre des donneurs mineurs à un risque quel qu'il soit et de la difficulté à définir un niveau de risque raisonnablement tolérable. Le recrutement de mineurs pour les dons de sang fournit un bénéfice mesurable pour l'approvisionnement national en sang en termes de sûreté et de disponibilité. Les jeunes donneurs ont une prévalence et une incidence plus limitées de maladies infectieuses transmises par transfusion comparés à des donneurs plus âgés,²² et les donneurs de 16 et 17 ans contribuent dans une proportion significative (approximativement 8%) **aux unités** collectées par la Croix-Rouge américaine. Si la pratique de collecter le sang chez les 16 ans était prolongée dans tout le pays, certains ont estimé que 200 000 unités additionnelles pourraient être ajoutées à presque 15 millions d'unités collectées annuellement aux Etats-Unis.¹¹

Les taux de complications après don de sang complet allogénique sont connues pour être plus élevés chez les jeunes et les nouveaux donneurs, et nos résultats confirment et prolongent ces observations au plus jeune groupe de donneurs éligibles.¹³⁻¹⁹ Les mécanismes responsables d'une augmentation de la susceptibilité aux complications systémiques (de type syncopal) après don de sang chez les jeunes donneurs ne sont cependant pas bien définis. Les voies thalamiques centrales et la sensibilité périphérique et ventriculaire des barorécepteurs peuvent jouer un rôle central, et les différences en fonction de l'âge en réponse au stress physique et émotionnel peuvent être à la base des différences observées chez les jeunes donneurs comparés aux donneurs plus âgés.^{23,24} Une composante psycholo-

gique à la propension à des réactions chez les jeunes donneurs anxieux a été également décrite, et le phénomène « des épidémies d'évanouissement » ou d'ensemble de réactions chez les donneurs témoins d'une réaction lors d'une collecte de sang est largement identifié bien que mal étudié.²⁵ Dans l'analyse actuelle, cependant, le contexte des collectes (lycée contre autre) n'a pas été un facteur prédictif indépendant de complications, ce qui suggère que le contexte des collectes ne contribue pas aux différences observées entre les groupes d'âge.

Nous reconnaissons les limites de l'analyse actuelle, qui n'a pas évalué la contribution relative de certaines caractéristiques des donneurs précédemment décrites vis-à-vis du risque de complications après don de sang complet, telle qu'un poids bas ou la race blanche.^{8,17,18,26,27} Cependant, nos données prouvent que les donneurs de faible poids (<59 kg) ne sont pas surreprésentés dans la cohorte des complications plus sévères liées au don de sang ayant reçu des soins médicaux extérieurs. Une autre limite potentielle est que les cas associés à des soins médicaux extérieurs peuvent être sujets à des biais de rapport ou de traitement chez les 16 et 17 ans si leurs parents ont de fortes chances d'être impliqués dans la prise de décision d'une aide médicale ou si le personnel de collecte est plus attentif aux jeunes donneurs. La plus grande occurrence de complications mineures dues à la phlébotomie (par exemple, petits hématomes) chez les plus jeunes donneurs suggère que des biais de rapport peuvent exister parce qu'il n'existe aucune base ou attente physiologiques que les hématomes ou les contusions ont plus de probabilité

de se produire chez des donneurs en bonne santé de 16 et 17 ans comparés aux adultes. Une ponction artérielle suspectée, cependant, a démontré une croissance plus significative chez les jeunes (donneurs 16 à 19 ans) comparés aux adultes, et il a été précédemment postulé qu'elle reflétait une prédisposition à certains aspects anatomiques chez les donneurs plus jeunes.^{28,29} Bien que nous ne puissions pas contrôler une augmentation de l'attention du personnel ou parentale et un biais possible de déclaration lors des collectes au lycée, nous n'avons aucune preuve que le personnel de collecte a plus de probabilité de déclarer des lésions associées à des syncopes lors d'opérations faites au lycée que lors d'autres types de collectes.

D'autres banques de sang emploient différents schémas de classification et ont rapporté des tendances semblables pour les taux de complications légères, modérées, et graves chez les jeunes donneurs.^{13-18,30} Une comparaison directe des banques de sang, cependant, n'est pas possible en raison des différences subjectives pour définir, identifier, et rapporter les complications des donneurs, de même que les différences possibles dans la démographie des donneurs qui contribuent à une variation des taux de complications. Même dans la Croix-Rouge américaine, une variabilité a été observée pour les taux déclarés de complications des donneurs dans les 9 régions de la Croix-Rouge américaine, et ceux qui collectaient chez plus de donneurs avaient en général des taux de complications inférieurs par rapport à des régions plus petites. Nous n'avons pas identifié de corrélations des taux inférieurs de complication liés à des pratiques différentes entre les régions, et ces différences peuvent être en fait liées à la démographie des donneurs et à n'importe quelle combinaison prenant en compte l'expérience du personnel, l'attention, ou le biais de déclaration et sont l'objet d'autres études.

Plusieurs interventions (par exemple, faire boire de l'eau au donneur de 16 onces peu avant, ou utiliser une tension

musculaire, distraire, ou appliquer une modification de comportement) ont montré qu'elles pouvaient réduire marginalement les taux de complication des donneurs,³¹⁻³³ mais aucune mesure n'a montré pouvoir prévenir la majorité des réactions systémiques ou des complications rares mais plus sévères, telles que des blessures dues aux syncopes après don de sang complet. Réduire la proportion relative de perte de sang en exigeant un poids du donneur plus élevé ou en réduisant le volume de collecte a été également proposé comme mesure de sécurité. Cependant, nous prouvons que plus des deux-tiers (69 %) des blessures ayant exigé des soins médicaux extérieurs dans cette cohorte se sont produits chez des donneurs de plus de 59 kg, et certains auteurs ont présenté des données suggérant que le passage à une plus grande collecte (500 ml contre 450 ml) n'exerce aucun effet sur les taux de complication.^{34,35} En conséquence, ces données suggèrent que l'augmentation du poids nécessaire ou la diminution du volume de collecte ont un avantage marginal, limité à un petit sous-ensemble de donneurs, et exercerait peu d'effet sur l'incidence de complications plus sévères. Alternativement, la possibilité que des procédures automatisées de collecte en remplaçant le liquide intravasculaire concourant puissent réduire l'incidence des complications graves est encore explorée.

CONCLUSIONS

L'analyse actuelle démontre un risque sensiblement plus élevé de complications mineures et majeures lors du don de sang complet allogénique chez les jeunes de 16-17 ans comparés à des donneurs plus âgés se prolongeant vers un risque plus grand de blessures corporelles dues à des syncopes et de complications exigeant des soins médicaux extérieurs. Bien que les importances absolues des différences entre les groupes d'âge soient relativement petites, les différences sont statistiquement significatives ; **le jeune âge est la corrélation la plus forte des complications majeures et les donneurs de**

16-17 ans rendaient compte de presque la moitié des blessures dues à des syncopes dans cette série.

Ces données sur des complications communes et peu fréquentes du don de sang doivent être prise en compte lorsque les limites d'âge sont en cours de délibération de la part des autorités de l'État. Les taux de réaction relativement comparables chez les donneurs de 16 et 17 ans, et l'augmentation des taux de complication comparés aux jeunes adultes et aux adultes, suggèrent la nécessité d'une approche cohérente. Les banques de sang ont l'obligation de surveiller constamment les risques lors des dons de sang et de faire un effort concerté et dédié pour obtenir le taux le plus bas possible de complications. Bien que le risque zéro puisse ne pas être possible même chez les adultes, le taux de complications chez les mineurs demande une attention continue par un effort opérationnel soutenu qui se concentre continuellement sur la sécurité des dons de sang.

Contributions des auteurs : Les Drs Eder et Benjamin ont eu un accès complet à toutes les données de l'étude et acceptent la responsabilité de l'intégrité des données et de l'exactitude de l'analyse de données.

Conception et schéma de l'étude : Eder, Benjamin.

Recueil des données : Eder, Dy, Notari, Benjamin.

Analyse et interprétation des données : Eder, Hillyer, Dy, Notari, Benjamin.

Rédaction du manuscrit : Eder, Hillyer, Benjamin.

Revue critique du manuscrit : Eder, Hillyer, Dy, Notari.

Analyse statistique : Eder, Dy, Notari.

Aide administrative, technique, et matérielle : Benjamin.

Supervision de l'étude : Hillyer, Benjamin.

Liens financiers : Les auteurs sont employés par la Croix-Rouge américaine et n'ont reçu aucune compensation séparée pour leur rôle dans l'étude.

Financement/soutien : Le programme d'hémovigilance de la Croix-Rouge américaine est une fonction continue de garantie de qualité et en tant que tel est soutenu par l'organisation ; cependant, il n'y avait aucun financement séparé dans cette étude.

Rôle du sponsor : La Croix-Rouge américaine n'a joué aucun rôle dans la conception et la conduite de l'étude ; la collection, gestion, et interprétation des données ; et la préparation, revue, ou approbation du manuscrit.

Note : Les avis ou les affirmations contenus ci-dessus sont celles des auteurs et ne doivent pas être interprétés comme officielles ou reflétant les points de vue de la Croix-Rouge américaine.

Autres contributions : Jean Kennedy, BSN, a servi de coordonnateur des cas, programme d'hémovigilance de la Croix-Rouge américaine, American Red Cross National Headquarters, Washington, DC.

Les auteurs remercient les médecins et le personnel des 9 banques régionales de la Croix-Rouge américaine pour leur engagement quotidien à la collecte du sang et pour s'occuper les donateurs de sang sans lesquels cette étude n'aurait pas été possible. Aucune de ces personnes n'a été compensée pour son rôle dans cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- Riley W, Schwei M, McCullough J. The United States' potential blood donor pool: the prevalence of donor-exclusion factors on the pool of potential donors. *Transfusion*. 2007;47(7):1180-1188.
- Sullivan MT, Cotten R, Read EJ, Wallace EL. Blood collection and transfusion in the United States in 2001. *Transfusion*. 2007;47(3):385-394.
- Whitaker BI, Sullivan M; US Department of Health and Human Services. The 2005 Nationwide Blood Collection and Utilization Survey Report. <http://www.hhs.gov/bloodsafety/2005NBCUS.pdf>. Accessed February 14, 2008.
- Leiby DA. Making sense of malaria. *Transfusion*. 2007;47(9):1573-1577.
- O'Brien SF, Chiavetta JA, Goldman M, et al. Predictive ability of sequential surveys in determining donor loss from increasingly stringent variant Creutzfeldt-Jakob disease deferral policies. *Transfusion*. 2006;46(3):461-468.
- Busch MP, Wright DJ, Custer B, et al. West Nile virus infections projected from blood donor screening data, United States, 2003. *Emerg Infect Dis*. 2006;12(3):395-402.
- Centers for Disease Control and Prevention. Blood donor screening for Chagas disease—United States, 2006-2007. *Morb Mortal Wkly Rep*. 2007;56(7):141-143. <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5607a2.htm>. Accessed September 14, 2007.
- Tomasulo PA, Anderson AJ, Paluso MB, et al. A study of criteria for blood donor deferral. *Transfusion*. 1980;20(5):511-518.
- Kamel HT, Bassett MB, Custer B, et al. Safety and donor acceptance of an abbreviated donor history questionnaire. *Transfusion*. 2006;46(10):1745-1753.
- Shehata N, Kusano R, Hannach B, Hume H. Reaction rates in allogeneic donors. *Transfus Med*. 2004;14(5):327-333.
- Davey RJ. Recruiting blood donors: challenges and opportunities. *Transfusion*. 2004;44(4):597-600.
- Zou S, Musavi F, Notari EP IV, Fang CT; ARCNET Study Group. Changing age distribution of the blood donor population in the US. *Transfusion*. 2008;48(2):251-257.
- Harkin R, Lessig M. Reaction incidence among teen-aged first-time and repeat whole blood and apheresis donors [abstract] in: abstracts of the AABB annual meeting, October 20-23, 2007, Anaheim, California. *Transfusion*. 2007;47(3 suppl):105A.
- Gammon RR, Malone J, Gatto J, Newberg NR. Implementation of a 16 year-old donor program: our experience [abstract] in: abstracts from the AABB annual meeting, Miami Beach, Florida, October 21-24, 2006. *Transfusion*. 2006;46(9 suppl):82A.
- Nguyen KT, Hirschler NV. Adverse donor reactions in high school aged donors [abstract] in: abstracts of the AABB annual meeting, October 20-23, 2007, Anaheim, California. *Transfusion*. 2007;47(3 suppl):107A.
- Newman BH. Blood donor complications after whole-blood donation. *Curr Opin Hematol*. 2004;11(5):339-345.
- Trouern-Trend JJ, Cable RG, Badon SJ, Newman BH, Popovsky MA. A case-controlled multicenter study of vasovagal reactions in blood donors: influence of sex, age, donation status, weight, blood pressure, and pulse. *Transfusion*. 1999;39(3):316-320.
- Newman BH, Satz SL, Janowicz NM, Siegfried BA. Donor reactions in high-school donors: the effects of sex, weight, and collection volume. *Transfusion*. 2006;46(2):284-288.
- Eder AF, Dy BA, Kennedy JA, Notari EP, et al. The American Red Cross Donor Hemovigilance Program, complications of donation reported in 2006. *Transfusion*. In press.
- US Department of Health and Human Services. 45 CFR 46. Public welfare protection of human subjects. <http://www.hhs.gov/ohrp/humansubjects/guidance/45cfr46.htm#46.116>. Accessed April 24, 2008.
- Custer B, Chinn A, Hirschler NV, Busch MP, Murphy EL. The consequences of temporary deferral on future whole blood donation. *Transfusion*. 2007;47(8):1514-1523.
- Watanabe KK, Williams AE, Schreiber GB, Ownby HE; Retrovirus Epidemiology Donor Study. Infectious disease markers in young blood donors. *Transfusion*. 2000;40(8):954-960.
- Maisel WH, Stevenson WG. Syncope-getting to the heart of the matter. *N Engl J Med*. 2002;347(12):931-933.
- Gribbin B, Pickering TG, Sleight P, Peto R. Effect of age and high blood pressure on baroflex sensitivity in man. *Circ Res*. 1971;29(4):424-431.
- Boynton MH, Taylor ES. Complications arising in donors in a mass blood procurement project. *Am J Med Sci*. 1945;209:421-436.
- Newman BH, Siegfried BA, Buchanan LA. Donor reactions among African-American and Caucasian first time whole blood donors (Letter). *Transfusion*. 2005;45(8):1398-1399.
- Szelei-Stevens K, Sazama K. Reactions to blood donation in Caucasian teenagers. *Transfusion*. 2006;46(11):2030-2031.
- Rader AW, Kish K, Chambers LA, Wissel ME. Arterial punctures during phlebotomy are more likely in young and male donors [abstract] in: abstracts of the AABB, 58th annual meeting, October 15-18, 2005, Seattle, Washington. *Transfusion*. 2005;45(3 suppl):88A. doi:10.1111/j.1537-2995.2005.00629_1.x.
- Newman BH. Arterial puncture phlebotomy in whole-blood donors. *Transfusion*. 2001;41(11):1390-1392.
- Wiltbank TB, Giordano GF. The safety profile of automated collections: an analysis of more than 1 million collections. *Transfusion*. 2007;47(6):1002-1005.
- Newman B, Tommolino E, Andreozzi C, Joychan S, Pecedic J, Heringhausen J. The effect of a 473-mL (16 oz) water drink on vasovagal donor reaction rates in high-school students. *Transfusion*. 2007;47(8):1524-1533.
- Ditto B, France CR, Lavoie P, Roussos M, Adler SJ. Reducing reactions to blood donation with applied muscle tension: a randomized controlled trial. *Transfusion*. 2003;43(9):1269-1275.
- Bonk VA, France CR, Taylor BK. Distraction reduces self-reported physiological reactions to blood donation in novice donors with a blunting coping style. *Psychosom Med*. 2001;63(3):447-452.
- Kakaiya RM, Burns S, Dausch D. Comparison of systemic reactions among blood donors with 450 mL and 500 mL whole blood donation [abstract] in: abstracts of papers to be presented at the AABB, 58th annual meeting, October 15-18, 2005, Seattle, Washington. *Transfusion*. 2005;45(3 suppl):88A. doi:10.1111/j.1537-2995.2005.00629_1.x.
- Bianco C, Robins JL. Whole blood collection volumes and donor safety: equivalence between 450 mL and 500 mL collection sets [abstract] in: 47th annual meeting of the American Association of Blood Banks, San Diego, California, November 12-17, 1994. *Transfusion*. 1994;34(11 suppl):155.