

La transfusion sanguine pendant la Grande Guerre (1914 - 1918) *

Blood transfusion during World War I (1914 - 1918)

par Jean-Pierre AYMARD** et Philippe RENAUDIER ***

Dans les années qui précèdent la Grande Guerre, la transfusion sanguine est encore un acte thérapeutique exceptionnel et rudimentaire. Ses principes et modalités techniques sont frustes, ses indications non codifiées, ses résultats très imprécis et anecdotiques. La transfusion est alors sporadique, exclusivement pratiquée par les chirurgiens et, en outre, par une très faible minorité d'entre eux. On parle alors d' "opération de la transfusion sanguine". Les états-majors des armées belligérantes avaient anticipé une guerre courte. Mais, à la fin de l'été 1914, chaque camp prend conscience que la guerre sera longue et difficile ; les troupes s'enfoncent dans les tranchées et font face, tant bien que mal, à l'afflux des blessés. Ainsi, au début du conflit en août 1914, aucun des services de santé des armées belligérantes n'a de pratique structurée de la transfusion sanguine : aucun ne dispose d'un appareil documentaire régissant les conditions de choix des donneurs, les indications et les modalités techniques de l'acte transfusionnel ; a fortiori, aucun n'a de personnels, de locaux ni de matériel spécifiquement dédiés à la pratique transfusionnelle en temps de guerre.

La transfusion sanguine avant 1914 : de lents progrès pour un acte exceptionnel

Avant 1914, le sang gardait encore beaucoup de son statut mythique de "principe de vie", de "fluide vital". Toutefois, le recours à la transfusion, pourtant très sporadique, avait permis quelques progrès, conceptuels et techniques, concernant divers aspects de son utilisation thérapeutique : • dans ses modalités techniques de transfert du donneur au receveur, • dans son individualité immunologique (groupes sanguins, règles et méthodes de compatibilisation), • dans un début de maîtrise (encore bien précaire !) des mécanismes de coagulation, • dans ses indications thérapeutiques, ses résultats et ses risques infectieux.

* Communication présentée à la séance de la SFHM du 12 décembre 2015.

** Établissement Français du Sang, Site de Metz, 6, rue des Dames de Metz, 57000 Metz ; jean-pierre.aymard@efs.sante.fr

*** Coordinateur Régional d'Hémovigilance, ARS Grand Est, 3, boulevard Joffre, 54000 Nancy.

Les méthodes de transfusion

Ce furent d'abord des méthodes chirurgicales, longues, donc inadaptées à l'urgence transfusionnelle. Elles imposent la dissection des tissus périvasculaires avec dénudation des vaisseaux. Dans les méthodes chirurgicales "directes", on raccorde directement, par suture ou par un système de canule, l'endothélium artériel du donneur à l'endothélium veineux du receveur. Dans les méthodes chirurgicales "semi-directes", il n'y a plus de continuité endothéliale entre les vaisseaux du donneur et du receveur mais interposition d'un court tube hétérogène (vaisseau sanguin animal préparé, segment de caoutchouc, tube de métal ou de verre).

Les méthodes non-chirurgicales, plus rapides et faciles à mettre en œuvre, ne furent pourtant que rarement utilisées avant 1914. Ce sont des méthodes "indirectes" : le sang du donneur est obtenu par ponction veineuse et transite plus ou moins brièvement dans un volume intermédiaire (seringue, ampoule, tube, flacon) avant réinjection dans une veine du receveur.

Méthodes chirurgicales

Elles nécessitent la dénudation des vaisseaux du donneur et du receveur puis leur anastomose. En 1902, le chirurgien lyonnais Alexis Carrel (1873-1944) publie sa méthode d'anastomose artério-veineuse, par suture en trois points complétée par un surjet serré entre les trois sutures initiales (1). En mai 1904 Carrel quitte la France pour Montréal, puis pour l'École de médecine de l'Université de Chicago où, doué d'une prodigieuse dextérité, il continue ses travaux sur les anastomoses vasculaires et les transplantations d'organes qui lui vaudront, en 1912, le Prix Nobel de physiologie ou médecine (2). En 1906 il est à New York, membre de l'Institut Rockefeller. En 1908 il devient brusquement célèbre en sauvant d'un méléna néonatal grave la fille d'un de ses confrères chirurgiens, le Dr Adrian Lambert : l'enfant, âgée de trois jours, est transfusée avec succès, par l'anastomose d'une veine fémorale à une artère radiale de son père (3).

À la différence de la méthode de Carrel, dans celle de John Hartwell (1909) l'artère du donneur, préalablement aux sutures, est introduite sur deux centimètres environ dans la veine du receveur (4).

Un autre important pionnier de la transfusion chirurgicale est l'américain George Washington Crile (1864-1943) (5). Alors qu'il est chirurgien à Cleveland il décrit, en 1907, une méthode d'anastomose artério-veineuse par canule, plus simple et plus rapide que la méthode de Carrel (6, 7). La canule est un court tube de métal, de diamètre interne de 1,5, 2 ou 3mm, muni d'un petit manche coudé : la veine du receveur est glissée dans la canule, retournée sur sa paroi externe et fixée ; l'artère du donneur, fixée à son tour sur la paroi externe de la canule, vient ainsi recouvrir l'endothélium de la veine du receveur.

Diverses modifications de la canule de Crile furent proposées : canule à cylindre fendu de Buerger (1908) (8), canule à cylindre fendu et ouvrable de Bryan et Ruff (1912) (9), canule à griffes auto-fixantes de Landon (1913) (10). L'une des plus innovantes fut la canule de Charles Elsberg (1909), constituée de deux demi-cylindres d'écartement réglable par un système de vis (11). L'appareil de Janeway (1911) est constitué de deux canules, mâle et femelle, sur lesquelles sont respectivement fixés les vaisseaux du donneur et du receveur ; la transfusion se fait alors par mise en contact des deux canules solidarisées par leurs manches (12).

Dans les méthodes semi-directes, un court tube, généralement paraffiné, fait la jonction entre l'artère du donneur et la veine du receveur. Nombre de ces segments intermédiaires furent conçus de nature, taille ou formes très diverses : tubes de verre, droits ou

coudés de Brewer et Leggett (1909) (13), carotide de chien durcie dans le formol et conservée dans la paraffine de Frank et Baehr (1909) (14), artère de veau conservée dans le formol et paraffinée de Payr (1912) (15), tubes d'argent droits, paraffinés, de Carrel et Tuffier (1912) (16), canules de verre en deux parties encastrables de Bernheim (1912) (17), canules de verre reliées entre elles par un tube de caoutchouc souple de Pope (1913) (18).

Le tube décrit en 1913 par Arthur Kimpton et James Brown permet des transfusions chirurgicales par méthode indirecte (19, 20). C'est l'ancêtre lointain, primitif, du flacon et de la poche de sang actuelle. Il est constitué d'un tube de verre de volume variable (100 ml ou 250 ml en général), fermé par un bouchon à sa partie supérieure et terminé à sa partie inférieure en forme de canule coudée et effilée. Une tubulure latérale permet l'aspiration du sang lors du recueil (artériel ou veineux) et la pression lors de l'injection au receveur. L'appareil de Curtis et David (1911) permet aussi des transfusions chirurgicales indirectes (21). Il est constitué d'une ampoule de verre de 400 ml, paraffinée sur sa paroi interne, terminée par deux pointes en forme de canule pour les vaisseaux du donneur et du receveur ; une seringue est adaptée à la partie supérieure de l'ampoule. L'appareil de Satterlee et Hooker (1914) est construit sur le même principe (22) ; mais l'ampoule est de 225 ml environ, avec une seule canule terminale.

Méthodes non chirurgicales

Elles sont plus rapides, plus simples à mettre en œuvre que les méthodes chirurgicales ; en outre, elles provoquent moins de lésions vasculaires, artérielles en particulier, et permettent une meilleure évaluation du volume transfusé.

C'est en 1913 qu'Edward Lindeman (1880-1919), pédiatre au *Bellevue Hospital* de

New York, publie son dispositif transfusionnel (Fig.1) : il comprend deux canules métalliques avec mandrins pour les veines du donneur et du receveur, et un jeu de seringues de verre pour la transfusion (23). Peu après, vers 1915, Unger (24) et Bernheim (25) perfectionnent le dispositif rudimentaire de Lindeman : ils conçoivent un ensemble constitué d'une seringue unique dont l'embout est coiffé d'un robinet à deux voies ("two-way stop-cock") reliées aux canules des donneur et receveur par de courtes tubulures de caoutchouc ou métalliques ; ainsi, selon la position du robinet, l'appareil permet alternativement le prélèvement du sang du donneur dans la seringue et son injection chez le receveur.

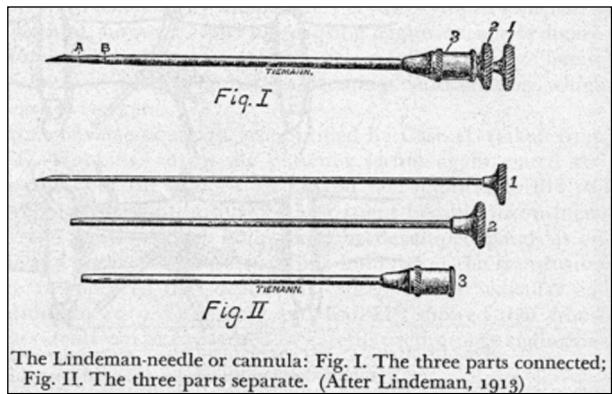


Fig. 1 : Canules métalliques d'Edward Lindeman, pour transfusion non chirurgicale (1913).

L'immunologie transfusionnelle

Elle reste rudimentaire. Les phénomènes d'isoagglutination des hématies humaines par le sérum sont connus, mais longtemps attribués à des maladies, infectieuses en parti-

culier (26). En 1900-1901, Karl Landsteiner (1868-1943) découvre le système de groupes sanguins ABC (ultérieurement appelé ABO) (27, 28). Cette avancée capitale n'eut pourtant pas de conséquence transfusionnelle immédiate ; ce n'est qu'en 1907 que Ludvig Hektoen (1863-1951), professeur de pathologie au *Rush Medical College* à Chicago, proposa, pour réduire le risque transfusionnel,... de choisir un donneur du même groupe que le receveur ! (29). Peu après, en 1911, Reuben Ottenberg (1882-1959) formula la règle, encore actuellement pertinente, du “donneur universel” (donneur de groupe O, ou IV selon la terminologie américaine de l'époque) (30).

Les problèmes de coagulation

Ils furent un frein majeur à l'essor de la pratique transfusionnelle. Dans les méthodes chirurgicales directes, la prévention du phénomène de coagulation était assurée par la continuité endothéliale entre les vaisseaux du donneur et du receveur. Pour les autres méthodes chirurgicales, semi-directes et indirectes, on tenta de prévenir ou retarder le caillotage en enduisant le matériel de cire ou, surtout, de paraffine ; la paroi interne du tube de Kimpton-Brown, en particulier, était enduite de paraffine (19).

Mais c'est l'utilisation du citrate de sodium qui permit l'avancée décisive sur ce point. L'action anticoagulante des sels de sodium, phosphate, oxalate, citrate, était depuis longtemps connue, utilisée chez l'animal à des fins expérimentales et même, mais très exceptionnellement, en transfusion humaine (31, 32, 33) ; une telle prudence frileuse provenait de la peur de la toxicité de ces produits : risque d'hémolyse, crainte de complications cardiaques, hémorragiques, etc... Pourtant, en mars 1914, à l'hôpital Saint-Jean de Bruxelles, le chirurgien belge Albert Hustin (1882-1967) pratiqua, sur un homme atteint d'hémorragie digestive, une transfusion de sang recueilli sur une solution aqueuse de glucose additionné de citrate de sodium : l'observation fut publiée en août 1914 (34) et, dans les premiers fracas de la guerre, eut peu d'écho. Des transfusions similaires de sang citraté furent faites peu après, par Luis Agote à Buenos Aires en novembre 1914, par Richard Lewisohn et Richard Weil à New York en 1915 (35, 36).

Les indications thérapeutiques et les risques infectieux

Les principales indications transfusionnelles sont, évidemment, déjà centrées sur les hémorragies viscérales et les hémorragies traumatiques avec état de choc (37). Toutefois, certaines indications paraissent aujourd'hui étranges et inusuelles, comme la pellagre, l'anémie pernicieuse et même certains états infectieux, comme la typhoïde, pour lesquels on préconisait la transfusion du sang de donneurs récemment guéris de la même infection ! La maîtrise du risque infectieux transfusionnel est alors quasi nulle, limitée à l'exclusion du don des personnes manifestement infectées. Ottenberg et Kaliski, en 1913, innovent dans la prévention du risque syphilitique en préconisant un test de Wassermann pour tous les candidats au don (38).

La guerre : un bouleversement des pratiques transfusionnelles

Dans les premiers jours d'août 1914, l'Europe s'embrase. Le 3 août, l'Empire Allemand déclare la guerre à la France. S'ensuivirent, jusqu'au 11 novembre 1918, 1561 jours, près de 52 mois, d'un conflit terrible qui causa la mort de près de 10 millions de soldats. Rien que pour l'armée française, on compte environ 1 400 000 tués (10% environ de la population masculine active), soit en moyenne près de 900 par jour ! Le début de la guerre (“bataille des frontières” en août, “bataille de la Marne” en septembre) fut particulièrement meurtrier avec une moyenne de 6 000 soldats français tués chaque jour

du 3 août au 12 septembre 1914, dont près de 27 000 tués pour la seule journée du 22 août (le général Foch perdit, ce jour-là, son fils et son gendre !). Un tel carnage fut, évidemment, un terrible stimulant des besoins transfusionnels.

Les premières années de guerre (1914-1916)

Les médecins engagés dans le conflit, français, britanniques, russes, allemands, austro-hongrois sont alors très peu transfuseurs (qu'il s'agisse des médecins ou chirurgiens militaires ou des civils incorporés). En effet la transfusion sanguine n'est pratiquée que par quelques rares chirurgiens ; elle reste un acte exceptionnel, aux indications balbutiantes, aux méthodes et matériels sommaires et inadaptés aux immenses besoins sanitaires de cette guerre. En outre, les médecins redoutent l'accident hémolytique post-transfusionnel et, en particulier dans le traitement du choc traumatique des blessés graves, préfèrent recourir au "sérum" salé isotonique dont l'utilisation est plus simple.

Émile Jeanbrau et les premières transfusions dans l'armée française

Le premier transfuseur reconnu de l'armée française fut Émile Jeanbrau (1873-1950) (Fig.2). Natif d'Alès, il étudie la médecine à Montpellier, jusqu'au doctorat en 1898 ; il devient chirurgien et s'oriente vers l'urologie (39). En 1914 il est mobilisé comme chirurgien à l'hôpital d'évacuation de Biarritz. Le 16 octobre, il transfuse par la technique de la canule d'Elsberg le soldat Henri Legrain, blessé le 28 septembre, amputé de la cuisse droite. Le donneur est un éclopé, le soldat Isidore Colas (on appelait "éclopé", dans le langage de la médecine militaire, un blessé léger, convalescent). Henri Legrain guérit ; il mourut en 1987, à l'âge de 97 ans !

Émile Jeanbrau pratiqua quelques autres transfusions à l'aide de la canule d'Elsberg. Mais, jugeant l'opération "trop difficile, trop minutieuse et trop longue pour entrer dans la pratique d'urgence", il passa au tube de Kimpton-Brown paraffiné, qu'il améliora progressivement dans les années suivantes (modifications de forme, de volume, du système d'aspiration et d'insufflation, introduction de 25 à 30 ml d'une solution de citrate de sodium) (40). Il était alors, près du front, chirurgien-chef de l'ambulance automobile chirurgicale ("Autochir") n°13. Du début du conflit jusqu'à la fin de 1914, on estime à 50, tout au plus, les transfusions sanguines pratiquées sur des blessés de l'armée française, et par Émile Jeanbrau, Georges Dehelly et Maurice Guillot pour la plupart. Georges Dehelly s'était formé à la transfusion sanguine, avant-guerre, lors d'un stage de perfectionnement auprès de Crile aux États-Unis. Il fut l'auteur, avec Maurice Guillot et Louis Morel d'un des premiers ouvrages français sur la transfusion sanguine (41).

Un point anecdotique de la transfusion sanguine dans la période 1914-1916 concerne un vieux général français. Au printemps de 1916, épuisé par la maladie, il démissionne



Fig. 2 : Émile Jeanbrau (1873-1950), pionnier de la transfusion sanguine dans l'armée française.

de son poste de ministre de la Guerre. Le 18 mai, il est opéré de la prostate dans une clinique de Versailles. Après une hématurie massive il est transfusé, le donneur étant son chirurgien lui-même ! Il décède néanmoins, le lendemain 27 mai : Joseph Simon Gallieni (1849-1916), gouverneur militaire de Paris en août 1914, l'homme des "taxis de la Marne", est donc très vraisemblablement le premier général de l'armée française à recevoir une transfusion sanguine.

Bruce Robertson et les chirurgiens du corps expéditionnaire canadien

Durant toute la guerre, le Canada a le statut de "Dominion" de l'Empire Britannique. Face à des britanniques peu transfuseurs, l'impulsion est venue des chirurgiens du corps expéditionnaire canadien ; car nombre d'entre eux avaient eu, avant-guerre, l'occasion de s'initier aux problèmes transfusionnels lors de stages de formation auprès de leurs collègues des États-Unis. Trois chirurgiens du CAMC (*Canadian Army Medical Corps*), en particulier, sont restés connus sous le nom de "Blood canadian Trinity" (42) : Bruce Robertson (1885-1923), Edward Archibald (1872-1945) et Walter Mac Lean (1885-1917).



Fig. 3 : Bruce Robertson (1885-1923), pionnier de la transfusion sanguine dans le corps expéditionnaire canadien.

Né à Toronto de parents d'origine écossaise, Lawrence Bruce Robertson (Fig. 3) étudie la médecine à Toronto ; il est diplômé en 1909 et devient chirurgien (43). De 1910 à 1913 il est en formation aux USA, à Boston et à New York ; il fait, en particulier, un stage de 18 mois au *Bellevue Hospital* où travaille Edward Lindeman. Il se forme à la transfusion sanguine, qu'il pratique à son retour à Toronto (*Hospital for sick children*). Engagé volontaire dès 1914 dans le CAMC, il arrive en Europe en avril 1915 et officie comme chirurgien militaire, d'abord en Angleterre puis dans des hôpitaux proches du front, dans le nord de la France (Aire, Pas-de-Calais) et en Belgique (Poperinghe) (44). C'est un ardent promoteur de la transfusion sanguine, par diverses méthodes successivement disponibles (canules et seringues de Lindeman, seringue à robinet de Unger, tube de Kimpton-Brown, sang citraté). Il rapporte son expérience transfusionnelle

en 1917 sur 36 cas (45) et en 1918 sur 68 cas (46). De retour à Toronto en février 1918, il reprend son poste de chirurgien au *Hospital for sick children*. Il meurt prématurément, en 1923, de pneumonie grippale surinfectée.

Parmi les autres membres de la *Blood canadian Trinity*, Edward Archibald était, avant-guerre, chirurgien à Montréal au *Children's Memorial Hospital*. En décembre 1914 il fait un séjour de formation à Cleveland, auprès de George Crile. Il arrive en France en juin 1915 comme chirurgien militaire. Il pratique des transfusions, avec une préférence pour le tube de Kimpton-Brown, mais dès l'automne 1915, il est le premier médecin des

armées alliées, avant Oswald Robertson, à faire des transfusions de sang citraté sur des blessés de guerre (47, 48). Quant à Walter Mac Lean, lui aussi actif promoteur de la transfusion sanguine, sa carrière finit tragiquement en 1917, lorsqu'il est tué, en service, par une bombe lâchée d'un avion allemand sur son hôpital de campagne (49).

Les États-Unis d'Amérique : une neutralité active

L'entrée en guerre officielle des USA, au côté de la France et de la Grande-Bretagne, date du 6 avril 1917. Pourtant, dès août 1914, à l'incitation de l'ambassadeur américain à Paris, l'hôpital américain de Neuilly, puis "l'Ambulance Américaine" installée dans les locaux du lycée Pasteur de Neuilly, accueillent de nombreux blessés de guerre français et britanniques. Les équipes soignantes proviennent, par périodes successives de quelques mois, de grands hôpitaux américains : en 1915, en particulier, sont à l'œuvre à Neuilly les chirurgiens George Crile venu de Cleveland, Harvey Cushing et Beth Vincent venus de Boston (50). La première transfusion sanguine pratiquée à l'Ambulance Américaine le fut par Beth Vincent (1876-1962), le 23 avril 1915 (51).

Mais, avant avril 1917, l'aide de citoyens américains aux belligérants concerna aussi les Empires Centraux. Quelques médecins et chirurgiens américains, d'origine allemande, s'engagèrent dans le service de santé de l'armée impériale. Certains y pratiquèrent la transfusion sanguine, comme le chirurgien Leo Eloesser dont la carrière sera évoquée plus loin.

L'année 1915, enfin, fut capitale pour l'essor technologique de la transfusion sanguine. À l'institut Rockefeller à New York, Peyton Rous (1879-1970), accablé par les nouvelles dramatiques sur le sort des blessés de la guerre en Europe, entreprend, avec son collaborateur Joseph Turner, de mettre au point un milieu de protection et de conservation des hématies humaines. Leurs travaux sont publiés en 1916 (52, 53) : le milieu, dit de "Rous-Turner", est une solution finale isotonique constituée d'une solution saline (*Locke's solution* : proche du liquide de Ringer, c'est une solution aqueuse de chlorure de sodium, chlorure de potassium, chlorure de calcium, bicarbonate de sodium) additionnée de citrate de sodium et de dextrose (D-glucose). Le milieu de Rous-Turner est l'ancêtre des milieux conservateurs actuels des produits sanguins.

Les enseignements des années 1914-1916

Dans ces premières années de guerre, la transfusion sanguine est restée un acte d'exception, aux indications imprécises, aux méthodes disparates, aux matériels rudimentaires. Elle suscita néanmoins divers enseignements : - La transfusion de sang s'avéra nettement supérieure à la perfusion de sérum salin isotonique dans le traitement du choc traumatique des blessés graves ; en conséquence, elle apparut comme une excellente préparation à la chirurgie chez ces blessés, à la condition toutefois de transfuser des volumes importants, de l'ordre de 800 ml au minimum (54, 55). - Ses effets indésirables immunologiques furent, peu à peu, mieux pris en compte. Le groupage du donneur et du blessé, avec transfusion en situation ABO compatible, devinrent plus habituels. Toutefois, la transfusion ABO aléatoire, avec son risque d'hémolyse immédiate par incompatibilité majeure, resta longtemps considérée comme acceptable en situation d'urgence. - Les risques infectieux furent, eux aussi, progressivement reconnus et pris en compte. Le risque syphilitique justifia l'usage croissant du test de Wassermann chez les donneurs. Le risque paludéen pesa sur le choix du donneur (et Émile Jeanbrau recommandait d'"éviter le tirailleur sénégalais comme donneur"!).



Fig. 4 : Oswald Robertson (1886-1966), médecin du corps expéditionnaire des États-Unis.

Les dernières années de guerre (1917-1918)

La période 1917-1918 est dominée par l'entrée en guerre des USA et, en conséquence, l'influence croissante des médecins américains. Concernant les pratiques transfusionnelles, cette période est marquée par deux évolutions majeures : - le rapide déclin des méthodes de transfusion chirurgicale. - le triomphe du sang citraté et conservé en flacon de verre.

Oswald Robertson, "the first blood banker"

Oswald Hope Robertson (1886-1966) est né à Woolwich en Angleterre, de parents anglais qui émigrent en Californie en 1888 (Fig.4). Après des études secondaires en Californie, il est docteur en Médecine en 1915 (*Harvard Medical School*). À l'automne 1915 il part pour un stage postdoctoral à l'institut Rockefeller, auprès de Peyton Rous et Joseph Turner qui viennent de mettre au point leur solution de conservation des hématies (51, 56).

Oswald Robertson n'est pas chirurgien ; dès la déclaration de guerre d'avril 1917, il intègre comme médecin chargé de la réanimation des blessés choqués, l'équipe médico-chirurgicale bostonienne constituée autour de Harvey Cushing (*5th Base Station Hospital*). En juin 1917, elle arrive en France, où il est rattaché à la 3^{ème} Armée anglaise. Robertson est en contact épistolaire étroit avec Peyton Rous à l'institut Rockefeller et introduit l'usage de sa solution de conservation. En outre, il conçoit un flacon de recueil et de conservation du sang : c'est un flacon de verre de contenance 900 à 1000 ml, à col large et court, bouché ("*Robertson flask*") (Fig. 5), contenant 160 ml de solution conservatrice citratée isotonique (57) ou 500 ml de solution citratée et glucosée (58). Le volume de sang prélevé est de 500 à 700 ml. Robertson conçoit aussi un caisson de bois, réfrigéré par de la

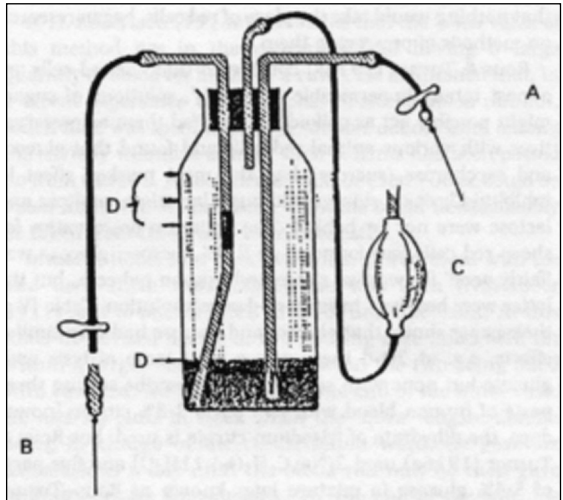


Fig. 5 : Flacon de verre avec citrate de sodium pour recueil et conservation du sang ("*Robertson flask*").

glace, permettant de conserver plusieurs jours le sang prélevé. Il peut ainsi mettre en réserve des flacons de sang de groupe O, testé négatif pour la syphilis : ce “dépôt d’urgence primordial” fut utilisé dès novembre 1917, pendant la bataille de Cambrai.

Le système transfusionnel développé par Robertson, simple, robuste, adapté à la chirurgie de guerre, était une avancée thérapeutique majeure (“*the most important medical advance of the war*”) (51). Il fut progressivement adopté, au cours de l’année 1918, par l’ensemble des services de santé alliés avec, en conséquence, une sensible augmentation du nombre des transfusions sanguines : ainsi, dans certains hôpitaux de l’avant britanniques ou américains, on pratiquait, au plus fort des combats de 1918, jusqu’à 30 à 50 transfusions dans la journée.

Lenteurs et réticences

Mais, étonnement, malgré les avantages manifestes de la méthode d’Oswald Robertson et son énergie à la diffuser, il y eut de fortes et durables réticences ! Beaucoup de chirurgiens de l’armée britannique gardaient préférence aux méthodes chirurgicales directes ou semi-directes, aux seringues de Lindeman ou au tube de Kimpton-Brown paraffiné ; ils restaient méfiants face aux possibles effets délétères liés à l’usage du citrate de sodium. Dans l’armée française, Émile Jeanbrau et beaucoup de ses émules adoptèrent la technique du sang citraté mais restèrent fidèles à la transfusion par le tube de Kimpton-Brown. Du côté français on évalue à 114 environ le nombre de transfusions recensées dans les années 1917 et 1918 (59).

Un drame parmi des milliers

Dans l’infinité des drames de ces années farouches, l’aile du malheur toucha même les plus grands : ainsi l’illustre médecin, Sir William Osler (1849-1919), alors professeur à Oxford. Son fils Edward Revere Osler (1895-1917), sous-lieutenant dans l’artillerie anglaise, est gravement blessé par des éclats d’obus, le 29 août 1917 à la bataille de Passchendaele. Pris en charge par plusieurs chirurgiens, dont Harvey Cushing, il est transfusé par George Crile en personne, opéré, retransfusé ; il meurt néanmoins, le lendemain 30 août, laissant son père inconsolable (60,61).

La transfusion sanguine dans les armées allemandes

Tant pour l’organisation que pour l’équipement et la compétence des personnels, les services de santé militaires des Empires Centraux n’étaient aucunement inférieurs à ceux des armées alliées. En outre, les médecins allemands étaient très au fait des progrès transfusionnels réalisés avant-guerre, ceci d’autant plus que nombre de ces progrès provenaient de médecins américains d’origine allemande (Ottenberg, Lindeman, Lewisohn ...). Mais les médecins et chirurgiens allemands étaient au début du conflit, comme leurs confrères français et britanniques, peu transfuseurs. Et, privés de “l’impulsion transfusionnelle” des médecins canadiens et de celle, plus décisive encore, d’Oswald Robertson et des médecins de l’armée des États-Unis, ils le sont restés ! (62) Ainsi, pour les cinq années de guerre, les publications de transfusion dans l’armée allemande sont sporadiques, concernent des cas isolés ou de courtes séries (63, 64, 65) et quelques rares séries plus importantes (66) : le nombre total de cas rapportés est faible, de l’ordre de quelques centaines tout au plus (“*Nur vereinzelte Transfusionen wurden auf unserer Seite ausgeführt*”) (59).

Leo Eloesser : un destin tortueux

Leo Eloesser (1881-1976) est né à San Francisco, de parents d’origine allemande. Il fait des études de sciences à l’université de Californie à Berkeley, puis des études de

médecine en Allemagne, à Heidelberg, où il est docteur en médecine en 1907. Après des stages postdoctoraux en chirurgie à Heidelberg, Kiel et Berlin, il revient en Californie en 1910 et, en 1912, devient professeur-adjoint de chirurgie (*Stanford School of Medicine*). Il retourne en Allemagne à la déclaration de guerre : il est chirurgien dans le service de santé de l'armée impériale de 1914 à 1917, dans des hôpitaux de l'arrière à Ettlingen et Karlsruhe. Il s'y révèle un actif promoteur de la transfusion sanguine. Il utilise pour des transfusions chirurgicales semi-directes une canule citratée de sa conception, constituée de deux embouts de verre réunis par un tuyau de caoutchouc (67). À l'entrée en guerre des États-Unis, il quitte l'armée allemande, revient aux USA et reprend son activité de chirurgien civil à San Francisco.

Conclusions

La transfusion sanguine était avant-guerre une intervention exceptionnelle, faiblement codifiée, et exclusivement chirurgicale. De plus, l'Europe était en ce domaine en retard par rapport à l'Amérique du Nord (68). La guerre, avec ses innombrables blessés, permit de stimuler, perfectionner, organiser ces pratiques éparses en une discipline médicale plus autonome et plus mature. Pourtant, l'analyse de son évolution révèle qu'au terme des 52 mois du conflit la transfusion sanguine restait encore très imparfaite : • Le nombre total de transfusions pratiquées pendant la guerre est imprécisément connu, assurément faible au regard des immenses besoins, de l'ordre de quelques milliers tout au plus. En outre, la plupart d'entre elles furent réalisées dans la dernière année de guerre, à partir de l'automne 1917. • Malgré d'évidents progrès, les conditions méthodologiques et techniques sont restées rudimentaires et disparates. • La pratique transfusionnelle est restée principalement chirurgicale, en situation de réanimation préopératoire. La codification des indications n'a été qu'ébauchée. • L'efficacité réelle de la transfusion, malgré quelques brillants succès ponctuels, n'a été que très grossièrement évaluée et codifiée. • Ses effets indésirables, enfin (hémolyse par incompatibilité majeure, accidents infectieux, etc...), n'ont été que très imparfaitement connus et analysés.

Néanmoins, la guerre a puissamment contribué à la maturation de la thérapeutique transfusionnelle, et cela par deux impulsions majeures (69) : • Dans les années 1914-1916, Bruce Robertson et les chirurgiens du corps expéditionnaire canadien, sans en modifier notablement les modalités d'administration encore très diverses, mirent clairement en évidence la supériorité du sang sur la perfusion de sérum salin isotonique dans le traitement des chocs et hémorragies traumatiques. • La deuxième impulsion s'exprima en deux temps. Elle fut préparée dès 1915 à l'institut Rockefeller où Peyton Rous et Joseph Turner mirent au point leur milieu de protection et conservation des hématies (solution saline isotonique citratée et glucosée). Cette avancée méthodologique fut ensuite, à partir de l'automne 1917, magnifiquement mise en pratique par les médecins de l'armée des États-Unis, et surtout par Oswald Robertson, à juste titre surnommé "*the first blood banker*".

Ainsi, de l'horreur de cet immense massacre, surgit une nouvelle conception du sang, qui perdit son statut métaphysique de "fluide vital" pour être peu à peu rabaisé au rang de simple "objet thérapeutique", objet quantifiable, analysable, modifiable, conservable, transportable... Cette "déchéance métaphysique" du sang fut assurément fructueuse, qui permit, après-guerre, l'essor de la transfusion sanguine jusqu'à son état actuel. Et cet essor, nous le devons à l'intelligence, à l'énergie, à l'audace opiniâtre d'une poignée de jeunes médecins du Nouveau Monde.

RÉFÉRENCES ET NOTES

- (1) CARREL A. - La technique opératoire des anastomoses vasculaires et la transplantation des viscères. *Lyon Médical*, 1902, 98, 859-864.
- (2) CUSIMANO R., CUSIMANO M., CUSIMANO S. - The genius of Alexis Carrel. *Can. Med. Assoc. J.* 1984, 131, 1142-1150.
- (3) LANGER R.M., KAHAN B.D. - Alexis Carrel's legacy : visionary of vascular surgery and organ transplantation. *Transplantation Proceedings*, 2002, 34, 1061-1065.
- (4) HARTWELL J.A. - A simple method of blood transfusion without canula. *JAMA*, 1909, 52, 297-298.
- (5) HERMANN R.E. - George Washington Crile (1864-1943). *Journal of Medical Biography*, 1994, 2, 78-83.
- (6) CRILE G. - The technique of direct transfusion of blood. *Annals of Surgery*, 1907, 46, 329-332.
- (7) NATHOO N., LAUTZENHEISER F.K., BARNETT G.H. - The first direct human blood transfusion: the forgotten legacy of George W. Crile. *Neurosurgery*, 2009, 64 (Operative NeuroSurgery Suppl 1), 20-26.
- (8) BUERGER L. - A modified Crile transfusion canula. *JAMA*, 1908, 51, 1233.
- (9) BRYAN R.C., RUFF F.R. - A modification of the Crile transfusion cuff. *JAMA*, 1912, 58, 1443.
- (10) LANDON L.H. - A simplified method of direct blood transfusion with self-retaining tubes. *JAMA*, 1913, 61, 490.
- (11) ELSBERG C. A. - A simple canula for the direct transfusion of blood. *JAMA* 1909, 52, 887-888.
- (12) JANEWAY H. H. - An improved device for transfusion. *Annals of Surgery*, 1911, 53, 720-721.
- (13) BREWER G.E., LEGGETT N.B. - Direct blood transfusion by means of paraffin coated glass tubes. *Surgery, Gynecology and Obstetrics*, 1909, 9, 293-295.
- (14) FRANK R.T., BAEHR G. - A new method for the transfusion of blood. An experimental study. *JAMA*, 1909, 52, 1746-1749.
- (15) PAYR A. - Zur Technik der arterio-venösen Bluttransfusion. *Münch. med. Wochenschrift*, 1912, 59, 793-794.
- (16) TUFFIER - Transfusion du sang pour hémorragies. Présentation d'un nouveau tube anastomotique. *Bulletin et Mémoires de la Société de Chirurgie de Paris*, 1912, 38, 945-948.
- (17) BERNHEIM B. M. - An emergency cannula. Transfusion in a thirty-six-hour old baby suffering from melena neonatorum. *JAMA*, 1912, 58, 1007-1008.
- (18) POPE S. Simplified transfusion. *JAMA*, 1913, 60, 1284.
- (19) KIMPTON A. R., BROWN J. H. - A new and simple method of transfusion. *JAMA*, 1913, 61, 117-118.
- (20) KIMPTON A. R. - Further notes on transfusion by means of glass cylinders. *JAMA*, 1913, 61, 1628.
- (21) CURTIS A.H., DAVID V.C. - The transfusion of blood. Further notes on a new method. *JAMA*, 1911, 57, 1453-1454.
- (22) SATTERLEE H.S., HOOKER R.S. - Experiments to develop a more widely useful method of blood-transfusion. *Archives of Internal Medicine*, 1914, 13, 51-75.
- (23) LINDEMANN E. - Simple syringe transfusion with special cannulas. A new method applicable to infants and adults. Preliminary report. *Am. J. Dis. Children* 1913, 6, 28-32.
- (24) UNGER L. J. - A new method of syringe transfusion. *JAMA*, 1915, 64, 582-584.
- (25) BERNHEIM B. M. - A simple instrument for the indirect transfusion of blood. *JAMA*, 1915, 65, 1278.
- (26) SHATTOCK S.G. - Chromocyte clumping in acute pneumonia and certain other diseases, and the significance of the buffy coat in the shed blood. *The Journal of Pathology and Bacteriology*, 1900, 6, 303-314.
- (27) LANDSTEINER K. - Ueber Agglutinationserscheinungen normalen menschlichen Blutes. *Wiener klin. Wochenschrift*, 1901, 14, 1132-1134.
- (28) AYMARD J.P. - Karl Landsteiner (1868-1943) et la découverte des groupes sanguins. *Histoire Des Sciences Médicales*, 2013, 47, 485-494.

- (29) HEKTOEN L. - Isoagglutination of human corpuscles with respect to demonstration of opsonic index and to transfusion of blood. *JAMA*, 1907, 48, 1739-1740.
- (30) OTTENBERG R. - Studies in isoagglutination. I. Transfusion and the question of intravascular agglutination. *Journal of Experimental Medicine*, 1911, 13, 425-438.
- (31) WAIN S.L. - The controversy of unmodified versus citrated blood transfusion in the early 20th century. *Transfusion*, 1984, 24, 404-407.
- (32) MOLLISON P.L. - The introduction of citrate as an anticoagulant for transfusion and of glucose as a red cell preservative. *British Journal of Haematology*, 2000, 108, 13-18.
- (33) BOULTON F.E. - Blood transfusion ; additional historical aspects. Part 2. The introduction of chemical anticoagulants ; trials of "Phosphate of soda". *Transfusion Medicine*, 2013, 23, 382-388.
- (34) HUSTIN A. - Principe d'une nouvelle méthode de transfusion sanguine. *J. Med. Bruxelles* 1914, 2, 436-439.
- (35) LEWISOHN R. - A new and greatly simplified method of blood transfusion. A preliminary report. *Medical Record*. 1915, 87, 141-142.
- (36) WEIL R.J. - Sodium citrate in the transfusion of blood. *JAMA*, 1915, 64, 425-426.
- (37) OTTENBERG R., LIBMAN E. - Blood transfusion : indications ; results ; general management. *Am. J. Med. Sciences* 1915, 150, 36-69.
- (38) OTTENBERG R., KALISKI D.J. - Accidents in transfusion. Their prevention by preliminary blood examination : based on an experience of one hundred twenty-eight transfusions. *JAMA*, 1913, 61, 2138-2140.
- (39) CHEVASSU M. - Nécrologie. Émile Jeanbrau (1873-1950). *Bull. Acad. Natl. Med.*, 1950, 134, 420-425.
- (40) JEANBRAU E. - Technique simple de transfusion du sang stabilisé par le citrate de soude. *Presse Med.* 1918, 26, 58-62.
- (41) GUILLOT M., DEHELLY G., MOREL L. - La Transfusion du Sang. A. Maloine et Fils, Éditeurs, Paris, 1917.
- (42) BURTON H. - The "Blood Trinity" : Robertson, Archibald and Mac Lean. The Canadian contribution to blood transfusion in World War I. *Dalhousie Medical Journal*, 2008, 35, 21-25.
- (43) PINKERTON P. H. - Canada's transfusion medicine pioneer : Lawrence Bruce Robertson. *Transfusion*, 2001, 41, 283-286.
- (44) PINKERTON P. H. - Canadian surgeons and the introduction of blood transfusion in war surgery. *Transfusion Medicine Reviews*, 2008, 22, 77-86.
- (45) ROBERTSON L. B., WATSON C. G. - Further observations on the results of blood transfusion in war surgery, with special reference to the results in primary haemorrhage. *Brit. Med. J.*, 1917, 2, 679-683.
- (46) ROBERTSON L. B. - A contribution on blood transfusion in war surgery. *Lancet*, 1918, 1, 759-762.
- (47) PELIS K. - Lessons from history (Part 1). Edward Archibald's notes on blood transfusion in war surgery - A commentary. *Wilderness and Environmental Medicine*, 2002, 13, 211-214.
- (48) ARCHIBALD E. - A note upon the employment of blood transfusion in war surgery. *Lancet*, 1916, 2, 429-431.
- (49) ANONYME - Obituary of the war. Walter Leonard MacLean, M.D. Nova Scotia. *Lancet*, 1917, 2, 952.
- (50) RUTKOW E. I., RUTKOW I. M. - George Crile, Harvey Cushing, and the Ambulance Américaine. *Archives of Surgery* 2004, 139, 678-685.
- (51) STANSBURY L. G., HESS J. R. - Blood transfusion in World War I : the roles of Lawrence Bruce Robertson and Oswald Hope Robertson in the "most important medical advance of the war". *Transfusion Medicine Reviews*, 2009, 23, 232-236.
- (52) ROUS P., TURNER J. R. - The preservation of living red blood cells in vitro. I. Methods of preservation. *J. Exp. Medicine*, 1916, 23, 219-237.

LA TRANSFUSION SANGUINE PENDANT LA GRANDE GUERRE (1914-1918)

- (53) ROUS P., TURNER J. R. - The preservation of living red blood cells in vitro. II. The transfusion of kept cells. *J. Exp. Medicine*, 1916, 23, 239-248.
- (54) ROBERTSON L. B. - The transfusion of whole blood : A suggestion for its more frequent employment in war surgery. *Brit. Med. J.*, 1916, 2, 38-40.
- (55) PRIMROSE A., RYERSON E. S. - The direct transfusion of blood : Its value in haemorrhage and shock in the treatment of the wounded in war. *Brit. Med. J.*, 1916, 2, 384-386.
- (56) HESS J. R., SCHMIDT P. J. - The first blood banker : Oswald Hope Robertson. *Transfusion*, 2000, 40, 110-113.
- (57) ROBERTSON O. H. - A method of citrated blood transfusion. *Brit. Med. J.*, 1918, 1, 477-479.
- (58) ROBERTSON O. H. - Transfusion with preserved red blood cells. *Brit. Med. J.*, 1918, 1, 691-695.
- (59) BÜRKLE-DE-LA-CAMP H. - Über die Bluttransfusion im Kriegsfall unter besonderer Berücksichtigung der Verwendung konservierten Blutes. *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie*, 1939, 252, 365-380.
- (60) STARLING P. H. - The case of Edward Revere Osler. *J. R. Army Med. Corps*, 2003, 149, 27-29.
- (61) KEYS T. E. - Edward Revere Osler 1895-1917. *Archives of Internal Medicine*, 1964, 114, 284-293.
- (62) HERHOLD D. - Die Bluttransfusion im Kriege. *Münch. med. Wochenschrift*, 1919, 66, 288.
- (63) FISCHER H. - Zur Frage der Bluttransfusion im Kriege. *Münch. med. Wochenschrift*, 1916, 63, 475-476.
- (64) COENEN H. - Die lebensrettende Wirkung der vitalen Bluttransfusion im Felde auf Grund von 11 Fällen. *Münch. med. Wochenschrift*, 1918, 65, 1-6.
- (65) WOLF W. - Zur Technik der Bluteinflössung (Bluttransfusion und Blutinfusion). *Münch. med. Wochenschrift*, 1919, 66, 288-289.
- (66) HABERLAND H. F. O. - Kriegschirurgische Mitteilungen aus dem Völkerkriege 1914/18. Erfahrungen über 80 Bluttransfusionen beim menschen. *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie*, 1918, 145, 382-397.
- (67) ELOESSER L. - Ueber die Anwendung der Blutübertragung in der Kriegschirurgie. *Münch. med. Wochenschrift*, 1916, 63, 21-22.
- (68) SCHNEIDER W. H. - Blood transfusion in peace and war, 1900-1918. *Social History of Medicine*, 1997, 10, 105-126.
- (69) PELIS K. - Taking credit : the Canadian Army Medical Corps and the british conversion to blood transfusion in WW I. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 2001, 56, 238-277.

RÉSUMÉ

En août 1914, lorsqu'éclate la Grande Guerre, la transfusion sanguine est encore un acte thérapeutique exceptionnel, aux méthodes rudimentaires, aux indications imprécises, aux résultats médiocres. La transfusion chirurgicale directe, par anastomose ou canulation artérioveineuse, est inadaptée aux situations critiques des blessures de guerre. Quant aux méthodes indirectes, par tubes ou seringues, l'absence de maîtrise des mécanismes de coagulation les rend vite inopérantes. De plus, malgré la découverte du groupe ABO en 1901, la compatibilité transfusionnelle est encore mal maîtrisée. Ainsi, au début de la guerre, aucun des Services de Santé des armées belligérantes n'a intégré l'acte transfusionnel à ses moyens thérapeutiques. Pendant les premières années de guerre (1914-1916), les transfusions restent rares. La première transfusion dans l'armée française date du 16 octobre 1914, par Émile Jeanbrau. La principale impulsion est donnée par les chirurgiens du corps expéditionnaire canadien, dont certains avaient été initiés à la transfusion lors de stages aux USA (Bruce Robertson, Edward Archibald) : la transfusion sanguine devient ainsi plus fréquente. Elle s'avère efficace pour la réanimation des blessés graves et leur préparation à la chirurgie. Les dernières années de guerre (1917-1918) sont marquées par l'entrée en guerre des USA et donc, l'influence des médecins américains. Parmi eux, Oswald Robertson a un rôle capital : il introduit et diffuse l'usage du sang citraté conservé en flacon de verre, méritant son surnom

de "first blood banker". La transfusion sanguine resta peu fréquente et très imparfaite pendant la Grande Guerre. Néanmoins c'est alors, et grâce à quelques jeunes médecins des armées canadiennes et américaines, qu'elle prit son immense essor jusqu'à son état actuel.

SUMMARY

In august 1914, at the start of World War I, blood transfusion remains quite infrequent, with rough methods, inaccurate indications and poor results. The direct surgical techniques of arteriovenous anastomosis proved ill-adapted to the emergency conditions of war wounds. Indirect techniques with syringes and storage tubes were frequently limited, and complicated, by blood-clotting. Moreover, despite Landsteiner's discovery of ABC blood groups in 1901, compatibility testing was poorly known and often considered unnecessary. At the beginning of the war, none of the belligerent armies' medical services was specifically organized for blood transfusion. In the early years of the war (1914-1916), blood transfusions remain rare. The first transfusion in the French army was performed by Emile Jeanbrau on 16 October 1914. The main impulse, however, came from surgeons of the Canadian Army Medical Corps (CAMC), who had learned about transfusion from doctors in the United States (Bruce Robertson, Edward Archibald). Transfusions became increasingly frequent, particularly as part of pre-operative preparation in cases of wound shock and hemorrhage. The last years (1917-1918) were marked by the arrival of the American Army in France, with a growing medical influence of American doctors. Oswald Robertson introduced the use of citrated blood in glass bottles, being subsequently called "the first blood banker". Blood transfusion remained throughout the war infrequent and technically imperfect. Wartime, however, by the efforts of some young Canadian and American doctors, was a tremendous opportunity for diffusion and improvement.