

### Un nouveau système d'ultrafiltration et de conservation du sang pour la chirurgie cardiaque

#### Sommaire

- ✓ **L'ultrafiltration (hémoconcentration) est une technologie de gestion du sang du patient qui vise à réduire les pertes sanguines peropératoires et le recours aux transfusions sanguines allogéniques (provenant de donneurs) en chirurgie cardiaque et dans d'autres types de chirurgie.**
- ✓ **L'ultrafiltration permet de conserver les éléments bénéfiques du sang du patient – dont les globules rouges, les plaquettes, les protéines, et les facteurs de coagulation – contrairement aux systèmes d'épargne cellulaire qui récupèrent seulement les globules rouges.**
- ✓ **L'ultrafiltration peut être pratiquée en association avec d'autres interventions de conservation du sang pour diminuer les risques liés à la transfusion de sang allogénique.**
- ✓ **Les technologies d'ultrafiltration sanguine peuvent fournir une autre option pour les patients témoins de Jéhovah dont les convictions religieuses interdisent la transfusion sanguine.**
- ✓ **Bien que les études publiées sur Hemosep n'aient pas rapporté de cas d'événements indésirables, d'autres essais sur l'ultrafiltration ont mentionné un besoin accru de médicaments vasopresseurs pour le traitement de l'hypotension chez les patients qui reçoivent une ultrafiltration.**

**Des essais cliniques de bonne qualité sont nécessaires pour comparer les pratiques actuelles de conservation du sang, utilisant ou non le système Hemosep, et identifier les groupes de patients susceptibles d'en bénéficier.**

#### La technologie

Les risques associés à la transfusion de sang allogénique (c.-à-d., provenant d'un donneur) sont aujourd'hui bien connus<sup>1</sup>. Au Canada, les transfusions sanguines comportent de faibles risques de contracter

des hépatites et le VIH/SIDA, mais un risque plus élevé de manifester des réactions immunitaires et de contracter des infections bactériennes<sup>2</sup>.



**Le système Hemosep**

*Image reproduite avec l'autorisation de BHC Medical*

Les coûts associés à la transfusion sanguine incluent les coûts d'acquisition, de traitement, d'entreposage, et d'administration du sang du donneur, de même que les coûts de prise en charge thérapeutique des effets indésirables causés par les transfusions de sang allogénique<sup>3,4</sup>. Une récente étude menée en Ontario a estimé le coût d'une unité de sang (450 ml ou légèrement moins d'une chopine) à environ 450 \$ CA (sans compter les coûts d'obtention et d'administration de la transfusion); en sachant qu'un patient aura parfois besoin de plusieurs unités de sang<sup>5</sup>. Les programmes de gestion du sang, tels que le programme *Ontario Transfusion Coordinators* (ONTraC), qui coordonnent les activités de réduction des transfusions, ont réalisé des économies remarquables en réduisant au minimum l'utilisation de sang provenant de donneurs et, par conséquent, le taux d'événements indésirables associés à la transfusion et la durée des hospitalisations<sup>3,5,6</sup>.

L'approvisionnement en produits sanguins issus de donneurs pose aussi problème. Environ 40 % des Canadiens remplissent les critères d'admissibilité pour donner du sang, mais seulement 4 % en moyenne donnent leur sang<sup>5</sup>. Pendant ce temps, les besoins en produits sanguins augmentent; par exemple pour les nouveaux traitements ciblés contre le cancer<sup>7,8</sup>. En plus de réduire les risques et les coûts associés à la transfusion de sang allogénique, les mesures de conservation du sang peuvent alléger certaines des

pressions exercées sur l'approvisionnement provenant de donneurs<sup>9</sup>.

La chirurgie cardiaque consomme un volume élevé de produits sanguins en raison des pertes de sang subies pendant et après l'opération<sup>3,10,11</sup>. Par ailleurs, le sang du patient est dilué pour lui permettre de passer par le circuit de dérivation cardiopulmonaire<sup>11</sup>. Après la chirurgie, ces liquides, et une partie du sang du patient restent dans le circuit. Le sang résiduel contient les globules rouges (importants pour le transport de l'oxygène et la prévention de l'anémie), ainsi que des médiateurs anti-inflammatoires et des facteurs de coagulation<sup>12,13</sup>. Le sang contenu dans le circuit peut être soit jeté, soit traité par des techniques de filtration permettant d'éliminer les contaminants et l'excès de liquides puis retransfusé au patient<sup>11</sup>.

Les directives et énoncés consensuels actuels recommandent d'utiliser diverses mesures de conservation du sang ou de « gestion du sang du patient » sous la surveillance d'une équipe de soins de santé multidisciplinaire (p. ex., personnel infirmier, anesthésistes, perfusionnistes, chirurgiens, et technologues de laboratoire) afin de réduire au minimum le recours aux transfusions allogéniques en chirurgie cardiaque<sup>14-16</sup>. Les interventions de conservation du sang comprennent les suivantes :

- politiques transfusionnelles restrictives;
- don de sang autologue préopératoire;
- administration de médicaments stimulant la production de globules rouges avant l'opération;
- chirurgie peu invasive pour réduire les pertes sanguines;
- administration d'antifibrinolytiques pour réduire les hémorragies peropératoires;
- récupération peropératoire des globules rouges;
- ultrafiltration pour l'autotransfusion des composants sanguins au patient<sup>5,14</sup>.

Les techniques de transfusion autologue (autotransfusion) permettent de récupérer et de retransfuser le sang du patient. Elles sont utilisées depuis de nombreuses années pour réduire les pertes de sang peropératoires et les besoins en transfusions allogéniques<sup>17,18</sup>. Nombre de ces technologies d'autotransfusion ont été mises au point à l'origine à partir du matériel existant dans un hôpital, comme des pompes électriques et des dispositifs de filtration et d'entreposage du sang<sup>18</sup>. La concentration du sang (hémococoncentration) était obtenue à l'aide de systèmes de dialyse modifiée ou de centrifugation pour éliminer une partie de l'eau et du plasma, mais

ces systèmes internes étaient relativement compliqués à utiliser<sup>19</sup>.

L'ultrafiltration (hémofiltration) a recours à la filtration, plutôt qu'à la centrifugation, pour séparer les globules rouges des autres composants sanguins afin de les réinjecter au patient<sup>9</sup>. À la différence des technologies de récupération cellulaire qui « lavent » et séparent les globules rouges, les technologies d'ultrafiltration filtrent et éliminent l'excès de liquides (pour minimiser la survenue d'événements indésirables dus à l'hémodilution) et les contaminants, tout en préservant les globules rouges et d'autres composants utiles (comme les plaquettes, les protéines, et les facteurs de coagulation) pour les retransfuser au patient<sup>11,14</sup>.

Les récentes directives en matière de conservation du sang établies par la Society of Thoracic Surgeons et la Society of Cardiovascular Anesthesiologists résument comme suit les preuves cliniques relatives aux trois types d'ultrafiltration utilisés en chirurgie cardiaque<sup>14</sup> :

- **ultrafiltration conventionnelle** (utilisée pendant la dérivation cardiopulmonaire) – aucun avantage en regard de l'utilisation des globules rouges ou de la réduction des pertes sanguines;
- **ultrafiltration modifiée** (utilisée après la dérivation cardiopulmonaire) – réductions significatives des pertes sanguines et besoins moindres en transfusions de globules rouges ou de plaquettes, ce qui pourrait représenter un avantage grâce à la réduction de l'hémodilution et des besoins en transfusion;
- **ultrafiltration à balance nulle** (remplacement de l'ultrafiltrat par une solution d'électrolytes) – aucune réduction des pertes sanguines ou des besoins en transfusion.

L'ultrafiltration modifiée a été introduite dans les années 90, et depuis plusieurs systèmes différents ont été mis au point<sup>20</sup>. Le système Hemosep a été commercialisé récemment pour l'ultrafiltration modifiée et l'hémococoncentration. Hemosep vise à réduire les pertes sanguines subies lors d'une chirurgie cardiaque ou d'autres types de chirurgie en « site propre », y compris la chirurgie pédiatrique [communication personnelle : Margaret Hanlon-Bell, BHC Medical, Mississauga (ON), 18 nov. 2014]. Le système se compose de quatre éléments principaux : un sac Hemosep qui contient une « éponge chimique » filtrante; un agitateur pour empêcher le sang de coaguler et augmenter la vitesse de filtration;

un sac de recueil du sang; et un sac de concentration des cellules. Hemosep élimine le plasma et les contaminants du sang récupéré à la sortie de l'appareil de dérivation cardiopulmonaire (pendant ou après la chirurgie), ce qui permet de retransfuser au patient les produits sanguins concentrés<sup>19,21</sup>.

## Stade de la réglementation

Le système Hemosep (Advancis Surgical/Brightwake Ltd, Nottinghamshire, R-U) a été initialement homologué comme dispositif médical de classe II par Santé Canada en novembre 2012; les autres composants du système ont été approuvés en janvier 2014<sup>22</sup>. BHC Medical Inc. (Mississauga, Ontario) en assure la distribution au Canada.

Un autre dispositif commercial spécialement conçu pour l'ultrafiltration sanguine en chirurgie cardiaque est le système Hemobag (Global Blood Resources LLC, Somers, Connecticut), qui a reçu l'approbation de Santé Canada en 2009<sup>22</sup>.

## Groupe cible

Même si la transfusion de sang allogénique comporte des risques, l'anémie est aussi un facteur de risque pour les patients qui subissent une chirurgie<sup>16</sup>. On sait que certains patients de chirurgie cardiaque présentent un risque hémorragique plus élevé et ont donc besoin de transfusions sanguines, y compris les patients plus âgés, ceux dont le volume des globules rouges est plus faible (en raison d'une anémie préopératoire ou d'une taille corporelle réduite), ainsi que ceux qui subissent des interventions cardiaques complexes<sup>13,14</sup>.

Comme l'ultrafiltration peut être réalisée en circuit fermé, elle peut également offrir une option pour les patients témoins de Jéhovah dont les convictions religieuses interdisent les transfusions sanguines<sup>20,23,24</sup>.

## Pratique courante

Environ 50 000 chirurgies cardiaques sont pratiquées chaque année au Canada<sup>3</sup>. On peut lire dans un récent commentaire que la conservation du sang en chirurgie cardiaque est un « processus multimodal et multidisciplinaire, qui bénéficie d'un nombre croissant de programmes efficaces de gestion du sang<sup>3</sup> ». Le programme ONTraC de l'Ontario en est un exemple, mais au moins 35 autres programmes de conservation du sang sont actuellement en place dans des hôpitaux canadiens<sup>3,25</sup>.

## Méthode

### Stratégie de recherche documentaire

La recherche de publications avec comité de lecture a inclus les bases de données bibliographiques suivantes : PubMed, Embase, la Bibliothèque Cochrane (2014, 8<sup>e</sup> édition), et les bases de données du Centre for Reviews and Dissemination de l'Université de York (DARE, NHS EED, et HTA). La littérature grise a été recherchée dans les sections pertinentes de la liste de contrôle *Matière grise* de l'ACMTS ([www.cadth.ca/fr/resources/finding-evidence-is/grey-matters](http://www.cadth.ca/fr/resources/finding-evidence-is/grey-matters)) et sur les sites Web des fabricants. Aucun filtre méthodologique de restriction des recherches par type de publication n'a été appliqué. La recherche a été limitée aux documents publiés en langue anglaise dans les cinq dernières années (août 2009 à août 2014), et ayant fait l'objet de mises à jour mensuelles dans PubMed jusqu'en janvier 2015.

### Critères de sélection des études

Les études publiées ayant évalué l'utilisation du dispositif Hemosep ont été sélectionnées pour l'analyse des données cliniques. Des études portant sur d'autres dispositifs ou techniques d'ultrafiltration, des données non publiées, des publications plus anciennes, et l'avis d'experts cliniques ont également été retenus dans la mesure du possible pour faire le point sur cette technologie.

## Données probantes

Les preuves cliniques actuelles sur Hemosep comprennent un essai clinique monocentrique avec répartition aléatoire, et une étude de faisabilité sur l'utilisation de ce dispositif menée auprès de 102 patients ayant subi une chirurgie cardiaque de dérivation<sup>19</sup>. Les patients dans le groupe Hemosep ont été retransfusés avec le sang récupéré et traité par Hemosep, après leur chirurgie de dérivation, ce qui n'a pas été le cas pour les patients du groupe témoin<sup>19</sup>. Les patients n'ayant pas reçu de transfusion de sang allogénique étaient significativement plus nombreux dans le groupe Hemosep (38 sur un total de 52 patients) que dans le groupe témoin (19 sur un total de 50 patients)<sup>19</sup>. Parmi ceux dont les soins ont nécessité des transfusions allogéniques, les patients du groupe Hemosep ont eu besoin d'un nombre plus faible d'unités de sang ( $1 \pm 0,8$  unité de globules rouges dans le groupe Hemosep contre  $2,4 \pm 1$  dans le groupe témoin;  $p = 0,032$ ). Aucune défaillance technique n'a été notée avec le dispositif Hemosep, et le personnel clinique « a été satisfait de sa facilité d'utilisation et de

sa performance globale »<sup>19</sup>. Un compte rendu de congrès sur les résultats préliminaires de cette étude a également noté une diminution de la réponse inflammatoire à la dérivation cardiaque et des hémorragies postopératoires parmi les patients du groupe Hemosep<sup>26</sup>.

Un essai clinique contrôlé de petite taille (n = 47) avec répartition aléatoire a comparé les taux d'hématocrite de patients ayant reçu du sang récupéré et traité par le système Hemosep et de patients ayant reçu des volumes comparables de sang récupéré, mais non filtré. Cette dernière méthode ne correspond pas aux normes de pratique en vigueur dans la majorité des centres canadiens de chirurgie cardiaque [communication personnelle : John Miller, Mazankowski Alberta Heart Institute, Edmonton (AB), 19 nov. 2014]. Cette étude, mentionnée uniquement dans un compte rendu de congrès, n'a pas trouvé de différence significative entre les taux d'hématocrite des deux groupes<sup>27</sup>.

Les essais ayant évalué d'autres technologies d'ultrafiltration (différentes du système Hemosep) comprennent un essai contrôlé avec répartition aléatoire mené auprès de 197 patients d'un hôpital canadien. Cet essai, connu sous le nom de Processed Residual Blood in Cardiac Surgery, a évalué l'utilisation de l'ultrafiltration chez des adultes subissant une chirurgie cardiaque de dérivation sans complication<sup>12</sup>. Cet essai a utilisé un hémoco concentrateur et une ultrafiltration, mais pas le dispositif Hemosep. Le principal critère d'évaluation de l'essai était la proportion de patients ayant nécessité des transfusions allogéniques de globules rouges, et celle-ci était similaire (39 % des patients dans les deux groupes ayant reçu des transfusions). Pour ce qui est des critères d'évaluation secondaires, l'ultrafiltration n'a pas diminué de manière significative la quantité de globules rouges transfusés; les taux d'hémorragie postopératoire étaient similaires, de même que les taux d'hémoglobine des patients à leur congé de l'hôpital<sup>12</sup>. Cependant, les investigateurs ont émis des réserves sur le fait que leur étude n'avait pas utilisé l'ultrafiltration continue pendant la chirurgie de dérivation et avait exclu les patients ayant subi des chirurgies cardiaques complexes, lesquels présentent une probabilité plus élevée d'avoir besoin de transfusions. Il est donc possible que les résultats des études menées auprès de patients à haut risque et ayant été soumis à une ultrafiltration continue diffèrent<sup>12</sup>.

Une autre étude canadienne de petite taille a étudié la faisabilité méthodologique d'un essai contrôlé à répartition aléatoire et en insu visant à évaluer l'ultrafiltration en chirurgie cardiaque de dérivation. Cette étude a utilisé un hémofiltre Terumo au lieu du système Hemosep. L'étude n'a trouvé aucune différence dans le nombre d'unités de globules rouges transfusées entre les groupes ayant subi l'ultrafiltration et les groupes témoins, bien que les patients du premier groupe aient présenté des valeurs d'hématocrite plus élevées (taux de globules rouges). Il faut noter que cette étude n'avait pas la puissance suffisante pour déceler des différences significatives. Les patients du groupe soumis à l'ultrafiltration ont reçu des doses de vasopresseurs plus fréquentes et plus élevées pour le traitement de l'hypotension<sup>10</sup>.

## Effets indésirables

L'essai sur Hemosep a inclus une mesure des taux d'acrylate au niveau de la membrane d'ultrafiltration pendant le processus d'hémoco concentration. Aucun taux mesurable d'acrylate n'a été détecté<sup>19</sup>. Le compte rendu de l'essai mentionne des études cliniques et de laboratoire sur Hemosep confirmant que les taux d'hémoglobine plasmatique libre dans le sang traité n'étaient pas élevés à l'issue du traitement (ce qui serait en faveur d'un risque plus élevé de survenue d'effets indésirables après la transfusion)<sup>19,28</sup>. Après le traitement avec Hemosep, le nombre de globules blancs (considérés comme faisant partie de la réponse cellulaire à la dérivation cardiopulmonaire) était plus élevé dans le produit sanguin résultant, mais similaire à sa valeur préopératoire<sup>19</sup>. Aucun événement indésirable n'a été rapporté.

## Administration et cout

Hemosep s'utilise en conjonction avec les méthodes existantes de conservation du sang, et cela à un cout additionnel. Par exemple, au Mazankowski Alberta Heart Institute, les pratiques actuelles de gestion du sang des patients comprennent plusieurs étapes d'hémoco concentration du volume entier de sang contenu dans le circuit de dérivation cardiopulmonaire ainsi que l'hémofiltration. En outre, l'épargne cellulaire et(ou) l'autotransfusion sont fréquemment utilisées durant les interventions de chirurgie cardiaque [communication personnelle : John Miller, Mazankowski Alberta Heart Institute, Edmonton (AB), 19 nov. 2014].



Le prix du système Hemosep varie de 5 000 \$ CA à 7 000 \$ CA, et celui des consommables de 450 \$ à 600 \$ par chirurgie [communication personnelle : Margaret Hanlon-Bell, BHC Medical, Mississauga (ON), 16 oct. 2014]. À titre d'exemple, si on utilisait cette technologie chez tous les patients subissant une chirurgie cardiaque au Mazankowski Alberta Heart Institute, le coût supplémentaire serait d'environ 1 million de dollars par an [communication personnelle : D<sup>r</sup> David B. Ross, Mazankowski Alberta Heart Institute, Edmonton (AB), 11 nov. 2014].

Les économies potentielles des interventions de conservation du sang dépendent du volume de sang récupéré<sup>29</sup>. Certaines études semblent indiquer qu'au moins 1,5 à 2 unités de sang doivent être récupérées pour que le système soit rentable; mais, selon le coût de la technique de conservation du sang, on pourrait réaliser des économies avec des volumes encore plus faibles de sang récupéré si cela permettait d'éviter le coût de prise en charge des effets indésirables causés par les transfusions allogéniques<sup>9,29</sup>.

L'ultrafiltration et l'hémoconcentration peuvent également réduire la quantité de déchets chirurgicaux contaminés par des sous-produits en éliminant les liquides des résidus du circuit de dérivation<sup>19</sup>. Le sous-produit de déchets provenant du processus Hemosep est essentiellement un gel de plasma, qui peut être plus facile à éliminer que les déchets liquides produits par les systèmes d'épargne cellulaire par centrifugation<sup>19</sup>.

## Activités dans le domaine

Advancis Surgical adapte actuellement le système Hemosep à d'autres applications chirurgicales, comme la chirurgie traumatique et orthopédique<sup>21</sup>.

## Diffusion de la technologie

Selon le distributeur canadien, on prévoit le lancement prochain de petits essais sur l'utilisation d'Hemosep en chirurgie cardiaque et orthopédique dans plusieurs centres ontariens. En dehors de ces essais, aucun hôpital canadien n'utilise actuellement ce système [communication personnelle : Margaret Hanlon-Bell, BHC Medical, Mississauga (ON), 29 août 2014].

Le système Hemobag est utilisé au Royal University Hospital et à l'Université de la Saskatchewan, il a également été utilisé à l'Institut de cardiologie de l'Université d'Ottawa [communication personnelle :

Keith A. Samolyk, Global Blood Resources, Somers (CT), 17 oct. 2014].

## Questions d'implantation

Les patients dont la probabilité d'avoir besoin de transfusions sanguines au cours d'une chirurgie cardiaque est plus élevée pourraient être les principaux bénéficiaires des mesures de conservation du sang. Cependant, il n'existe pas suffisamment de preuves cliniques pour corroborer l'utilité de stratifier les patients à risque élevé pour recevoir des interventions de conservation du sang<sup>13,14</sup>.

Des travaux antérieurs menés par ONTraC ont montré une réduction marquée de la durée du séjour hospitalier et du taux d'infection postopératoire chez les patients ayant subi une dérivation cardiaque et bénéficié d'interventions de gestion du sang pendant la période périopératoire<sup>5,16</sup>. (Notons que les rapports de l'étude d'ONTraC ne mentionnaient pas le recours à l'ultrafiltration.)

Un énoncé consensuel récent sur l'emploi des technologies de gestion du sang en chirurgie cardiothoracique a conclu à l'existence de preuves cliniques modérées pour recommander l'utilisation de l'ultrafiltration (continue ou modifiée) pour la conservation du sang et à la nécessité de mener des recherches plus poussées<sup>15</sup>. Il est important de souligner que la plupart des études sur l'ultrafiltration et d'autres interventions de conservation du sang ont mis l'accent sur des critères d'évaluation comme le volume sanguin transfusé plutôt que sur des résultats beaucoup plus pertinents sur le plan clinique, tels que le décès, l'accident vasculaire cérébral, l'infarctus du myocarde, et l'insuffisance rénale<sup>15</sup>. Nous avons également besoin de preuves cliniques pour déterminer si l'ultrafiltration procure un avantage supplémentaire par rapport à ceux obtenus avec les systèmes d'épargne cellulaire et les antifibrinolytiques et lequel des deux types d'ultrafiltration – continue ou modifiée – est supérieur<sup>15</sup>.

Les données préliminaires indiquent que l'utilisation de l'ultrafiltration peut être efficace, mais que d'autres preuves cliniques sont nécessaires pour comparer les systèmes d'ultrafiltration et déterminer leur rôle dans les interventions actuelles de gestion du sang des patients.

## Références

1. Varghese R, Myers ML. Blood conservation in cardiac surgery: let's get restrictive. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;22(2):121-6.
2. Chiavetta JA, Escobar M, Newman A, He Y, Driezen P, Deeks S, et al. Incidence and estimated rates of residual risk for HIV, hepatitis C, hepatitis B and human T-cell lymphotropic viruses in blood donors in Canada, 1990-2000. *CMAJ [Internet]*. 14 oct. 2003 [cité le 19 déc. 2014];169(8):767-73. Accessible à : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC203278>
3. Mazer CD. Blood conservation in cardiac surgery: guidelines and controversies. *Transfus Apher Sci*. fév. 2014;50(1):20-5.
4. Murphy GJ. Does blood transfusion harm cardiac surgery patients? *BMC Med [Internet]*. 2009 [cité le 19 déc. 2014];7:38. Accessible à : <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1741-7015-7-38.pdf>
5. Freedman J. The ONTraC Ontario program in blood conservation. *Transfus Apher Sci*. fév. 2014;50(1):32-6.
6. Freedman J, Luke K, Monga N, Lincoln S, Koen R, Escobar M, et al. A provincial program of blood conservation: the Ontario Transfusion Coordinators (ONTraC). *Transfus Apher Sci*. nov. 2005;33(3):343-9.
7. The Globe and Mail [Internet]. Toronto: Globe and Mail. Canada's blood supply hits five-year low. Here's how you can save a life (or three); 27 juin 2014 [cité le 19 déc. 2014]. Accessible à : <http://www.theglobeandmail.com/life/health-and-fitness/health/canadas-blood-supply-hits-five-year-low-heres-how-you-can-save-a-life-or-three/article19362000/>
8. When blood turns green. *Healthcare Finance [Internet]*. sept. 2010 [cité le 19 déc. 2014];(Sept):21-3. Accessible à : <http://www.hfma.org.uk/news/healthcare-finance/features/newsitem.htm?newsarticleid=629>
9. ECRI Institute. Autotransfusion units, blood processing [Internet]. Plymouth Meeting (PA): ECRI Institute; 2011. [cité le 19 déc. 2014]. (Healthcare Product Comparison System). Accessible à : [www.ecri.org](http://www.ecri.org) Subscription required.
10. Boodhwani M, Hamilton A, de Varennes B., Mesana T, Williams K, Wells GA, et al. A multicenter randomized controlled trial to assess the feasibility of testing modified ultrafiltration as a blood conservation technology in cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. mars 2010;139(3):701-6.
11. Colli A, Balduzzi S, Ruyra X. The Hemobag: the modern ultrafiltration system for patients undergoing cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Surg [Internet]*. 2012 [cité le 19 déc. 2014];7:55. Accessible à : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3410786/>
12. Whitlock R, Mathew J, Eikelboom J, Al-Saleh AM, Yuan F, Teoh K. Processed residual pump blood in cardiac surgery: the Processed Residual Blood in Cardiac surgery trial. *Transfusion*. juill. 2013;53(7):1487-92.
13. Boodhwani M, Williams K, Babaev A, Gill G, Saleem N, Rubens FD. Ultrafiltration reduces blood transfusions following cardiac surgery: a meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg [Internet]*. déc 2006 [cité le 19 déc. 2014];30(6):892-7. Accessible à : <http://ejcts.oxfordjournals.org/content/30/6/892.full.pdf+html>
14. Ferraris VA, Brown JR, Despotis GJ, Hammon JW, Reece TB, Saha SP, et al. 2011 update to the Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists blood conservation clinical practice guidelines [United States]. *Ann Thorac Surg [Internet]*. 2011 [cité le 19 déc. 2014];91(3):944-82. Accessible à : <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2010.11.078>
15. Menkis AH, Martin J, Cheng DC, Fitzgerald DC, Freedman JJ, Gao C, et al. Drug, devices, technologies, and techniques for blood management in minimally invasive and conventional cardiothoracic surgery: a consensus statement from the International Society for Minimally Invasive Cardiothoracic Surgery (ISMICS) 2011. *Innovations (Phila)*. juill. 2012;7(4):229-41.
16. Hare GM, Freedman J, David MC. Review article: risks of anemia and related management strategies: can perioperative blood management improve patient safety? *Can J Anaesth*. fév. 2013;60(2):168-75.
17. Cross MH. Autotransfusion in cardiac surgery. *Perfusion*. sept. 2001;16(5):391-400.
18. Heimbecker RO. Blood recycling eliminates need for blood. *CMAJ [Internet]*. 1 août 1996 [cité le 19 déc. 2014];155(3):275-6. Accessible à : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1487976/>
19. Gunaydin S, Gourlay T. Novel ultrafiltration technique for blood conservation in cardiac operations. *Ann Thorac Surg*. juin 2013;95(6):2148-51.

20. Moskowitz DM, Klein JJ, Shander A, Perelman SI, McMurtry KA, Cousineau KM, et al. Use of the Hemobag for modified ultrafiltration in a Jehovah's Witness patient undergoing cardiac surgery. *J Extra Corpor Technol.* sept. 2006;38(3):265-70.
21. Advancis Surgical. Hemosep life changing technology... [Internet]. Nottingham (GB): Advancis Surgical; 2013. [cité le 19 déc. 2014]. Accessible à : [http://www.bhcmedical.ca/pdfs/hemosep\\_brochure.pdf](http://www.bhcmedical.ca/pdfs/hemosep_brochure.pdf)
22. Health Canada. Medical Devices Active Licence Listing (MDALL) [Internet]. Ottawa: Drugs and Health Products, Health Canada [cité le 2014 Dec 19; modifié le 5 févr. 2009]. Accessible à : <http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/md-im/licen/mdlic-eng.php>
23. Mail Online [Internet]. London: Daily Mail. UK 'blood recycling' breakthrough will let Jehovah's Witnesses have major surgery; 27 avr. 2014 [cité le 219 déc. 2014]. Accessible à : <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2614169/UK-blood-recycling-breakthrough-let-Jehovahs-Witnesses-major-surgery.html>
24. Tokin C, Almeda J, Jain S, Kim J, Henderson R, Nadim M, et al. Blood-management programs: a clinical and administrative model with program implementation strategies. *Perm J* [Internet]. 2009 [cité le 19 déc. 2014];13(1):18-28. Accessible à : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3034461/>
25. Schulich School of Medicine & Dentistry [Internet]. London (ON): Western University; 2014. Preoperative blood conservation; 2014 [cité le 18 déc. 2014]. Accessible à : <https://www.schulich.uwo.ca/anesthesia/perioperative-blood-conservation>
26. Gourlay T, Gunaydin S. Clinical outcome of transfusion processed by ultrafiltration in patients undergoing coronary bypass. In: Abstracts of the 14th Annual NATA Symposium; 18-19 avr. 2013; Vienna. Malden (MA): Transfusion Medicine; 2013. 28 p.
27. Hogan M, Needham A, Ortmann E, Bottrill F, Besser M, Klein A. A randomized controlled trial of the effect of concentrating residual cardiopulmonary bypass blood using Hemosep on patient haematocrit after cardiac surgery. In: Rasmussen BS, Manners J, editors. 29th Annual Meeting of the European Association of Cardiothoracic Anaesthesiologists (EACTA) and 14th International Congress on Cardiovascular Anesthesia (ICCVA); 17-19 sept. 2014; Florence. Lengerich (DE): Applied Cardiopulmonary Pathophysiology; 2014. p.51-2.
28. Vermeulen Windsant IC, de Wit NC, Sertorio JT, Beckers EA, Tanus-Santos JE, Jacobs MJ, et al. Blood transfusions increase circulating plasma free hemoglobin levels and plasma nitric oxide consumption: a prospective observational pilot study. *Crit Care* [Internet]. 2012 [cité le 19 déc. 2014];16(3):R95. Accessible à : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3580641/pdf/cc11359.pdf>
29. Samnaliev M, Tran CM, Sloan SR, Gasior I, Lightdale JR, Brustowicz RM. Economic evaluation of cell salvage in pediatric surgery. *Paediatr Anaesth.* nov. 2013;23(11):1027-34.

**Citer comme suit :** Topfer, L-A. Un nouveau système d'ultrafiltration et de conservation du sang pour la chirurgie cardiaque [Notes sur les technologies de la santé en émergence, numéro 129]. Ottawa : Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé; 2015.

\*\*\*\*\*

Les Notes sur les technologies de la santé en émergence est une série de bulletins précis qui met en relief des médicaments et des technologies non médicamenteuses qui ne sont pas encore utilisées (ou bien répandues) au Canada. Le contenu reflète l'expérience préliminaire concernant la technologie en question ; toutefois d'autres données probantes à son sujet pourraient s'ajouter à l'avenir. Ces sommaires ne sont pas conçus pour tenir lieu d'expertise médicale professionnelle. Les renseignements techniques sont rassemblés à titre de service d'information offert aux personnes participant à la planification et à la prestation des soins au Canada.

Bien que l'ACMTS ait tout mis en œuvre pour veiller à l'exactitude, à l'exhaustivité et à l'actualité du contenu en date de novembre 2013, elle décline toute responsabilité à cet égard. Elle ne saurait être tenue responsable des erreurs ou omissions, des blessures, des pertes, des dommages ou des préjudices découlant de l'usage ou du mésusage de l'information contenue ou sous-entendue dans le présent document ou dans la documentation de source.

Ce document et l'information fournie sont préparés et destinés à être utilisés dans le cadre du système de soins de santé canadien. D'autres systèmes de soins de santé sont différents et les problèmes ou les informations relatifs au sujet faisant l'objet de ce document peuvent varier dans d'autres secteurs de compétence ; tout usage (ou mésusage) de ce document en dehors du Canada se fait au propre risque de l'utilisateur. Les modalités d'utilisation et toute question ou cas de toute nature résultant du contenu ou de l'utilisation (malveillante ou non) de ce document seront régies par et interprétées selon les lois de la province de l'Ontario et les lois canadiennes applicables. Tout litige découlant des présentes modalités sera tranché exclusivement par une cour relevant de la compétence de la province de l'Ontario.

La production de ce document a été rendue possible grâce à l'apport financier de Santé Canada et des gouvernements d'Alberta, de la Colombie-Britannique, du Manitoba, du Nouveau-Brunswick, de Terre-Neuve-et-Labrador, des Territoires du Nord-Ouest, de la Nouvelle-Écosse, du Nunavut, de l'Ontario, de l'Île-du-Prince-Édouard, de la Saskatchewan et du Yukon. L'ACMTS assume l'entière responsabilité de la forme et du contenu définitifs du présent document. Les énoncés, conclusions et points de vue qui y paraissent ne représentent pas forcément l'opinion de Santé Canada ou d'un gouvernement provincial ou territorial.

© 2015, ACMTS. Vous pouvez utiliser, télécharger ou imprimer ce document à des fins personnelles non commerciales ou à des fins de recherche et d'étude privées uniquement, pourvu qu'il ne soit pas modifié et que l'ACMTS soit dûment mentionnée. Il vous est autrement interdit de copier, de reproduire, de modifier, de traduire, de télécharger, d'enregistrer électroniquement, de publier à nouveau ou de redistribuer tout contenu de ce document de quelque façon ou par quelque moyen que ce soit, sans avoir obtenu le consentement écrit exprès de l'ACMTS.

Veuillez contacter la vice-présidente des Services généraux de l'ACMTS à [requests@cadth.ca](mailto:requests@cadth.ca) pour toute demande au sujet de cet avertissement ou toute autre question juridique relative aux services de l'ACMTS.

ISSN: 1488-6332 (en ligne)