

REAPROVEITAMENTO SANGUÍNEO PERI-OPERATÓRIO - CELL SALVAGE – MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

UTILIZAÇÃO DE CELL SAVER NO PERIOPERATÓRIO



Núcleo de Estudos em Perfusão
Cardiovascular **APTEC**

COSTA, N., JORGE, S., LUCAS, P.
NÚCLEO DE ESTUDOS EM PERFUSÃO CARDIOVASCULAR – APTEC



**Associação
Portuguesa de
Cardiopneumologistas**

ÍNDICE

<u>INTRODUÇÃO.....</u>	<u>2</u>
<u>REAPROVEITAMENTO SANGUÍNEO PERIOPERATÓRIO (AUTOTRANSFUSÃO) – CELL SALVAGE.....</u>	<u>2</u>
INDICAÇÕES	4
CONTRAINDICAÇÕES	5
DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO	6
<u>PROCEDIMENTO</u>	<u>7</u>
INSTALAÇÃO DO MODO DE ASPIRAÇÃO / COLHEITA	8
INSTALAÇÃO DO KIT DE PROCESSAMENTO / LAVAGEM	9
PROTÓCOLOS DE MANUSEIO E INSTRUÇÕES TÉCNICAS	9
RELATÓRIO DE REAPROVEITAMENTO SANGUÍNEO	10
<u>RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS</u>	<u>11</u>
<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</u>	<u>11</u>
<u>DECLARAÇÕES E AGRADECIMENTOS</u>	<u>12</u>
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>13</u>

INTRODUÇÃO

Em qualquer área da prestação assistencial clínica, a preocupação fundamental passa por assegurar a segurança do doente, sendo que no contexto cirúrgico, a premissa mantém-se conforme expresso pela Organização Mundial de Saúde^a. Acresce a isto que a possível necessidade de transfusão de concentrado eritrocitário alogénico torna o pilar da segurança ainda mais relevante. Para além disso, a limitada reserva de hemoderivados disponíveis para utilização clínica, assim como os custos associados, incrementam o constante desafio da gestão do sangue dos doentes.

A Direção-Geral de Saúde, através da norma número 011/2018, de 11 de junho de 2018, norteou a criação de um Grupo de *Patient Blood Management* (PBM), com principal incidência na cirurgia eletiva^b. Neste normativo evidencia-se, no intraoperatório do 2º pilar do PBM, as técnicas de hemóstase em cirurgia e anestesia associadas aos procedimentos para poupança de sangue.

Imbuído neste pilar, e já uma realidade em alguns centros cirúrgicos com enfoque na cirurgia cardíaca, o **reaproveitamento sanguíneo perioperatório – *cell salvage*** –, é a técnica de eleição por forma a recolher, processar e devolver o produto final desta técnica – o lavado eritrocitário.

Este documento visa instituir ou consolidar as melhores práticas de qualidade das unidades de saúde no âmbito da técnica da **autotransfusão** (*Cell Salvage*). Não pretende substituir a vasta informação disponível, mas sim congregar e sistematizar a mesma, compilando a evidência mais relevante à data para usufruto dos profissionais envolvidos. Subjacente à natureza técnica e científica apresenta-se e descreve-se a mesma, indicações e contra-indicações, exposição dos procedimentos e cuidados necessários à sua boa utilização.

REAPROVEITAMENTO SANGUÍNEO PERIOPERATÓRIO (AUTOTRANSFUSÃO) – *CELL SALVAGE*

No doente cirúrgico, um dos métodos primários de conservação do sangue autólogo contempla o reaproveitamento do próprio sangue do doente, reinfundindo-o através de um processo de autotransfusão ou *Cell Salvage*. Nesta técnica, o equipamento utilizado é

^a <https://www.who.int/teams/integrated-health-services/patient-safety/research/safe-surgery>

^b <https://normas.dgs.min-saude.pt/2018/06/11/gestao-do-sangue-do-doente-patient-blood-management-pbm-em-cirurgia-eletiva/>

denominado de **Cell Saver** (CS), sendo possível a sua utilização a nível intraoperatório e/ou pós-operatório.

De uma perspetiva conceptual global conforme a figura esquemática abaixo, a autotransusão é o processo pelo qual o sangue do doente proveniente do campo cirúrgico é aspirado, centrifugado (os eritrócitos são isolados por centrifugação baseada na sua massa e densidade), lavado e devolvido ao doente, atingindo um hematócrito elevado, entre 50 a 70%, mantendo as propriedades de transporte e entrega de oxigénio equivalente às reservas de eritrócitos alogénicos¹. De salientar que o plasma, plaquetas, heparina, hemoglobina livre e mediadores inflamatórios são perdidos e descartados^{2,3}.

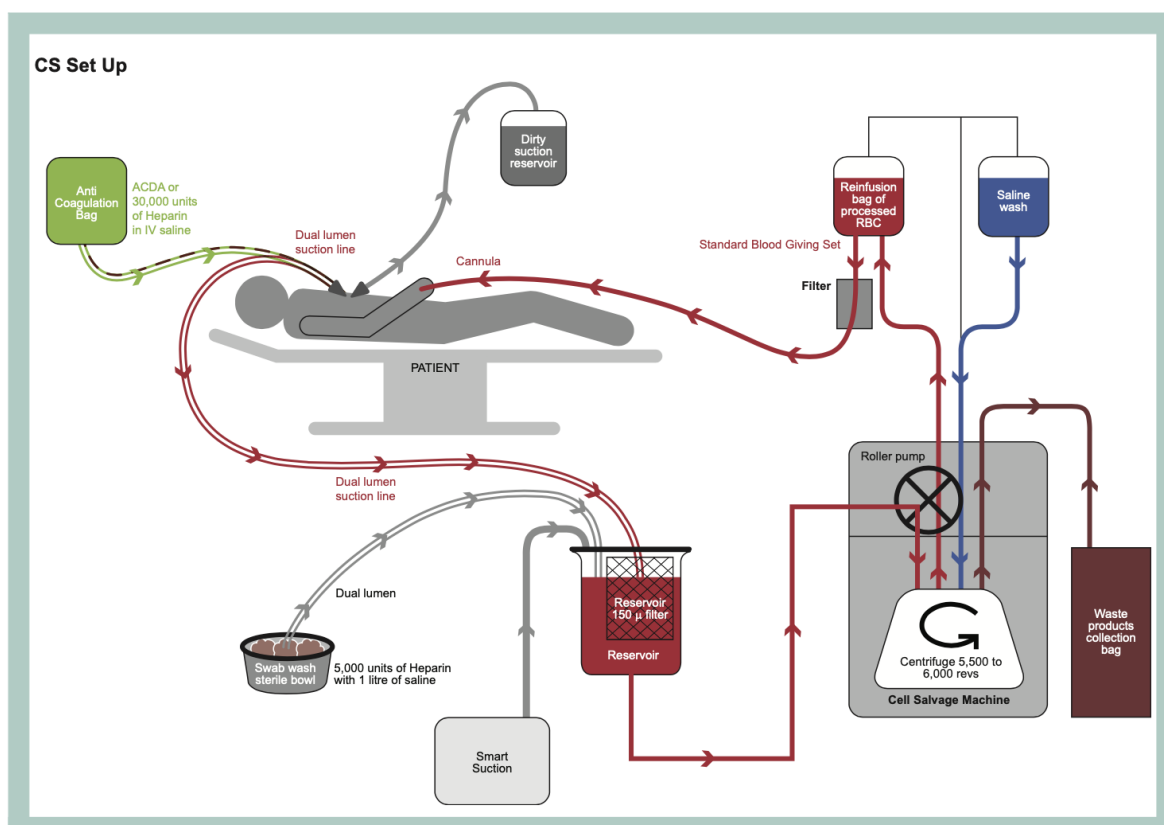


Figura 1 - Esquema representativo da autotransusão (fonte: Carroll, C et al³)

Apesar desta técnica ter surgido no final da década de 1960, só no final da década seguinte é que ganhou popularidade, consubstanciada pelo risco de transmissão da hepatite vírica associado às transfusões alogénicas (3 a 10% dos casos infetados), assim como, uns anos depois, pelo aparecimento do Vírus da Imunodeficiência Humana (VIH) (2% dos casos). Historicamente as áreas cirúrgicas com maior recurso à técnica eram a cirurgia cardiotorácica, cirurgia vascular e transplantação (quase se tornou *gold-standard*), sendo que existia evidência da diminuição de consumo eritrocitário alogénico até 50%⁴. De referir que os

reduzidos riscos associados à administração de concentrado eritrocitário (infecção, efeitos imunossupressores e anafiláticos, entre outros), bem como o incremento nos custos de preparação e disponibilidade dos mesmos, tem vindo a potenciar a técnica².

Em suma, a utilização do reaproveitamento sanguíneo possui as vantagens de:

- Não transmitir doenças víricas;
- Diminuir o risco de aloimunização;
- Manter níveis de potássio séricos normais;
- Eliminar o risco de erro humano de transfusão de concentrado eritrocitário errado;

Indicações

O risco transfusional é dependente da interação de vários fatores (pré-operatórios, intraoperatórios e pós-operatórios) sendo que a tipologia de cirurgia e risco de perda sanguínea adjacente é um desses⁵. Por conseguinte, uma identificação clara das cirurgias com maior risco de perda sanguínea (por exemplo: cirurgia cardíaca, reparação aberta de aneurisma da aorta, reparação aberta de fratura do fémur, cistectomia radical, nefrectomia radical aberta, excisão de tumor retroperitoneal/abdominal) poderá nortear a seleção dos candidatos à técnica de *cell salvage*, diminuindo esse mesmo risco⁶.

A autotransfusão encontra-se descrita na literatura sendo que várias associações e sociedades internacionais já emitiram linhas de orientação para a técnica⁷⁻⁹. As recomendações indicam que⁷:

1. Deve existir disponibilidade do equipamento e pessoal treinado para utilização do mesmo durante as 24 horas nos hospitais com cirurgia em que a perda sanguínea é uma complicação conhecida;
2. A utilização da técnica deve ser considerada nas cirurgias com perda sanguínea expectável superior a 500ml (ou maior que 10% do volume sanguíneo total calculado) no adulto ou superior a 8ml.kg⁻¹ nas crianças com peso superior a 10kg;
3. Nas cirurgias com processo infeccioso ou processo neoplásico o doente deve ser informado do possível risco de distribuição sistémica dos agentes, apesar de não existir evidência determinante contra o uso da técnica, conforme descrito mais abaixo^{10,11}.

Em diversas áreas cirúrgicas existe evidência da utilização da autotransfusão sendo que o benefício explícito da técnica carece de estudos prospetivos e aleatorizados que o fundamentem, bem como o próprio custo-benefício. Genericamente poder-se-á listar, com a devida salvaguarda de possível omissão inadvertida, algumas indicações cirúrgicas sob as

quais a utilização da autotransusão parece induzir benefício e sobre a qual existe evidência publicada, não negligenciando as indicações globais acima descritas:

- Cirurgia ortopédica – cirurgia aberta do acetábulo¹², procedimentos major pélvico, femoral e espinal (exemplo: escoliose), trauma major¹³, cirurgia ao joelho sem garrote e procedimentos bilaterais;
- Cirurgia vascular – reparação/substituição aberta de aneurisma e dissecção da aorta torácica/abdominal¹⁴;
- Cirurgia obstétrica – cirurgia em parturiente com alto risco hemorrágico, sendo possível recorrer-se, inicialmente, apenas ao modo de aspiração nas demais utentes que se apresentem com anemia pré-operatória⁷;
- Cirurgia cardíaca⁹;
- Cirurgia major em doente Testemunha de Jeová ou com objeção à transfusão de eritrócitos alogénicos³;
- Transplantação (exemplo: hepática¹⁵ e pulmonar);
- Cirurgia oncológica – cirurgias curativas e paliativas, cistectomia, prostatectomia radical e nefrectomia³.

No caso particular da cirurgia obstétrica, uma das principais preocupações prende-se com a aloimunização decorrente da contaminação do sangue materno com o sangue fetal (preocupação decorrente da presença do antigénio Rhesus fetal em parturientes Rhesus negativas) durante a cesariana, dado que o equipamento não detém a capacidade de discriminação dos mesmos (sangue fetal pode atingir 1,5% dos eritrócitos recuperados)¹⁶. O uso de *cell saver* em conjunto com filtro leucocitário mostra-se eficaz na remoção dos marcadores comuns de contaminação por fluido amniótico¹⁷.

Relativamente à cirurgia oncológica estudos recentes não identificaram risco acrescido de recidiva de cancro após a administração de lavado eritrocitário autólogo proveniente da técnica de *Cell Salvage*¹⁸.

Contraindicações

As contra-indicações absolutas para a utilização desta técnica são a recusa do doente e a inexistência de profissionais com formação adequada para o manuseio do equipamento e processamento sanguíneo.

Para além destas ainda existem contra-indicações relativas tais como hemoglobinopatias, nomeadamente anemia falciforme e talassemia [a fragilidade dos eritrócitos incrementa o risco de hemólise e precipitação da hemoglobina (não existe evidência conclusiva)]; sépsis com grandes quantidades de pus no local cirúrgico³.

Alerta-se que o CS não deve ser utilizado para aspiração de secreções gástricas e pancreáticas, não sendo estas rejeitadas durante o processo de lavagem e podendo induzir a hemólise enzimática e destruição sanguínea. Para além destas, também a água, urina, fezes, metalose, cimento ósseo não deverão ser aspiradas para o equipamento CS.

Descrição geral do processo

Existem vários modelos de equipamentos de CS disponíveis no mercado sendo que todos incluem uma linha de aspiração de duplo lúmen que permite a anticoagulação contínua do sangue aspirado (utiliza-se normalmente soro com heparina ou citrato como anticoagulante). A aspiração, por forma a minimizar o dano eritrocitário, deverá estar compreendida entre os -100 mmHg e -150 mmHg, não devendo ser ultrapassado este limite negativo. O reservatório dispõe de um filtro de 40 µm por forma a limitar a passagem de detritos. O volume coletado da aspiração do campo cirúrgico é acumulado num reservatório até que este justifique o seu processamento. Salienta-se que existem substâncias que não deverão ser aspiradas para o reservatório do equipamento³:

- Antibióticos sem indicação para administração endovenosa;
- Soluções iodadas antissépticas;
- Clorhexidina;
- Agentes hemostáticos tópicos;
- Colas à base de fibrina;
- Cimento ortopédico não preparado.

Para além destas, é de referir que, apesar de limitada evidência, não se recomenda a aspiração do fumo cirúrgico para o equipamento *cell saver*, dado o eventual incremento de monóxido de carbono, decréscimo da capacidade de transporte de O₂ e cianeto no sangue processado¹⁹.

O processamento dos agentes acima descritos pode induzir colapso cardiovascular, lise eritrocitária, início de resposta inflamatória sistémica e/ou administração endovenosa de substâncias não indicadas para tal via³.

O princípio de funcionamento deste procedimento baseia-se no recurso a uma campânula (conhecida como *bowl*) que é usada para a centrifugação do volume aspirado e acumulado no reservatório. Entre o reservatório e a campânula existe uma bomba de roletes que impulsiona o sangue no circuito. Os sistemas de separação podem ser de três tipos: campânula fixa, campânula variável e sistema contínuo. A câmara de centrifugação é responsável pela separação dos eritrócitos do plasma, centrifugando o sangue a 5000-6000

rpm (rotações por minuto), na qual a massa e densidade dos elementos determinam que os eritrócitos sejam aproveitados, descartando o plasma e os demais constituintes sanguíneos³.

Seguidamente, é iniciada a lavagem dos eritrócitos, que é por norma efetuada com um volume (geralmente 3-4 vezes superior à capacidade da campânula) de uma solução de soro fisiológico (NaCl a 0,9%) a uma determinada velocidade e rotação especificada pelo fabricante. O equipamento pode deter sensores que permitem monitorizar a presença de hemoglobina livre e assim ajustar o volume de lavagem, bem como sensores de hematócrito na linha de admissão à campânula e descarte da mesma.

O produto final, denominado de lavado eritrocitário, é bombeado para um saco de infusão e transfundido ao doente, até um prazo máximo de 6 horas desde a sua colheita e processamento. O hematócrito do lavado eritrocitário obtido oscila entre os 50-70%, o que é equivalente ao de uma unidade de concentrado eritrocitário alogénico. A heparina residual presente no produto final apresenta concentrações inferiores a 0,1 UI/ml (Unidades Internacionais por mililitro), o que se traduz num impacto clínico insignificante e improvável aumento da hemorragia intra e pós-operatória²⁰.

De ressaltar que, em casos de emergência, o sangue pode ser administrado ao doente sem ter sido processado, cientes de que o mesmo poderá conter microêmbolos lipídicos, detritos não celulares, o que pode causar disfunção orgânica².

PROCEDIMENTO

Esta técnica deve ser executada por profissionais com formação específica na área, como é o caso dos Cardiopneumologistas, ensino este proveniente da área de tecnologia extracorporal lecionada nas licenciaturas em cardiopneumologia e fisiologia clínica.

No mercado existem diferentes equipamentos de reaproveitamento sanguíneo, conforme abaixo expostos, pelo que se alerta que cada um detém instruções de montagem e utilização específicas para o modelo em causa, devendo o utilizador ler e analisar as mesmas antes do manuseio do aparelho em segurança.



Figura 2 - [Livanova Xtra](#)



Figura 3 - [Medtronic autoLog IQ](#)

Ainda assim, poder-se-á estipular que a preparação do equipamento poderá, segundo o protocolo de cada serviço, proceder-se em duas fases: a de aspiração/colheita de sangue e a de processamento do sangue aspirado. Alerta-se que todo o procedimento deverá ser realizado sob manuseamento asséptico dos consumíveis.

Instalação do modo de aspiração / colheita

- Instalar o reservatório de aspiração/colheita no suporte previsto para o efeito;
- Acoplar a linha de vácuo do módulo gerador de vácuo ao reservatório;
- Preparar a solução anticoagulante, identificando-a de acordo com protocolo do serviço [normalmente a dose são 30.000UI de heparina não fracionada para 1000ml de soro fisiológico (NaCl a 0,9%); caso exista impossibilidade de utilização de heparina, poderá ser

utilizado citrato (citrato de sódio ou solução de ácido-citrato-dextrose A – ACD-A – ou solução de tricitrato sódico 3-4% - soluções utilizadas na técnica de hemodiálise^{21,22});

- Após receber da mesa cirúrgica a linha de aspiração de duplo lúmen, conectar à entrada específica do reservatório de colheita e à solução anticoagulante previamente preparada;
- Ativar o vácuo, tendo em consideração os limites anteriormente recomendados;
- No início da utilização deverá aspirar solução anticoagulante para o reservatório, sendo recomendado um volume mínimo de 100 a 200 ml (consoante fabricante/marca) antes de iniciar a aspiração propriamente dita do sangue proveniente do campo cirúrgico;
- Reduzir o fluxo de solução anticoagulante para uma proporção de cerca de 15 ml de solução por 100 ml de sangue aspirado (relação 1:7) ou 60-80 gotas por minuto (1 gota por segundo no mínimo) no caso da utilização da heparina, ou então, se utilizado o citrato de sódio, a proporção deverá ser 40 a 60 gotas por minuto, mesmo que o doente se encontre com anticoagulação para circulação extracorporeal.

Instalação do kit de processamento / lavagem

- O circuito que conecta o reservatório ao saco de resíduos pode vir já pré-conectado, de acordo com o modelo. Caso não se verifique, o circuito deverá ser conectado ao reservatório e ao saco de resíduos;
- O circuito deve ser encaixado no equipamento, nomeadamente na bomba de roletes e centrifugadora, respeitando os sentidos de funcionamento;
- O soro fisiológico (NaCl a 0,9%) de infusão endovenosa deve ser conectado ao circuito de lavagem;
- O saco de administração do concentrado eritrocitário aproveitado deve ser pendurado no respetivo suporte e conectado a um sistema de administração de hemoderivados;
- O equipamento deve ser ligado, realizado o autoteste e carregamento do circuito.

De reforçar que antes da administração do lavado eritrocitário, todo o circuito deve ser expurgado de ar, de forma a evitar embolia gasosa.

Protocolos de manuseio e instruções técnicas

Cada equipamento detém protocolos de funcionamento específicos e recomendados pelo fabricante para cada consumível. Torna-se obrigatória, antes da utilização da técnica, uma leitura cuidada dos mesmos.

No mercado existem equipamentos com campânulas de diferentes volumes de preenchimento, sendo que a escolha deverá ser ajustada ao tipo de cirurgia, volume de processamento e perda sanguínea estimada, potenciando assim a relação custo-benefício.

O equipamento CS deve ser limpo e desinfetado de acordo com as instruções do fabricante, sendo que os consumíveis e volume rejeitado deverão ser armazenados em contentores de risco biológico (nível III).

Relatório de reaproveitamento sanguíneo

Cada procedimento de reaproveitamento sanguíneo deverá conter um relatório que espelhe o desenrolar do mesmo, assim como o volume e características do concentrado eritrocitário. Por forma a sistematizar as variáveis relevantes do procedimento, propõe-se o relatório abaixo.

REAPROVEITAMENTO SANGUÍNEO	
N.º Processo:	
Nome:	
Data de nascimento:	__/__/____
Cardiopneumologista:	
Anestesiologista:	
Cirurgião:	
Local cirúrgico:	
Procedimento cirúrgico:	
Início do procedimento:	__/__/____ __:__
Anticoagulante utilizado:	<input type="checkbox"/> Heparina <input type="checkbox"/> Citrato
Volume processado:	_____ ml
Concentrado eritrocitário:	<input type="checkbox"/> Lavado <input type="checkbox"/> Não lavado
Deverá ser administrado antes de:	__:__
Volume total de concentrado reaproveitado:	_____ ml

Para além do mesmo, convém referir que no saco de produto eritrocitário processado, habitualmente o fabricante dispõe de uma placa autoadesiva para ser colocada e preenchida

com algumas das informações acima indicadas. Salienta-se a importância deste ato por forma a garantir a segurança do doente, com enfoque na identificação e no prazo de validade de administração do lavado eritrocitário (máximo de 6 horas após processamento sanguíneo).

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

No caso de hemorragia significativa o volume de solução anticoagulante deve ser aumentado apropriadamente através do *clamp* manual no circuito de solução. Alerta-se que caso não exista solução anticoagulante em volume adequado, o sangue aspirado coagulará no reservatório, inviabilizando o processamento do mesmo.

Na literatura existem recomendações para otimizar os resultados da técnica e reduzir possíveis efeitos negativos, alguns deles incidindo sobre a relação custo-eficácia. Um dos exemplos de melhoria passa pela possível utilização isolada da função de aspiração do CS, constituída apenas pela linha de aspiração de duplo lúmen e pelo reservatório. Caso se verifique um volume de sangue aspirado suficiente para o processamento, poder-se-ão inserir então os restantes componentes do circuito, para completar a técnica e assim aproveitar o concentrado eritrocitário autólogo.

A utilização do CS em cirurgia cardíaca com circulação extracorporeal (CEC) permite o reaproveitamento do volume residual do circuito de CEC para o CS no final da cirurgia, potenciando o volume passível de processamento e minimizando assim o seu desperdício.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O reaproveitamento sanguíneo, perante o exposto acima, apresenta-se como mais uma técnica do portefólio disponível numa abordagem pluri-interventiva de poupança de sangue. A mesma deverá ser utilizada de forma criteriosa por forma a que a sustentabilidade económica do procedimento permita reforçar o benefício clínico que daí advém.

A utilização de recursos humanos com competências específicas permite uma salvaguarda da integridade do processo desde a colheita, processamento e administração do produto da técnica, respeitando a segurança do doente.

Associada à evolução da *legis artis* da saúde, estas linhas de orientação deverão ser alvo de uma revisão assim que a evidência o saliente, sendo que com maior utilização do procedimento deverá ser possível uma maior robustez científica da técnica.

DECLARAÇÕES E AGRADECIMENTOS

Os autores do documento declaram não possuir qualquer conflito de interesses comercial.

O documento produzido foi alvo de uma revisão interpares nomeadamente Catarina Lopes, Filipe Pereira, Juliana Mendes, Patrícia Carichas, Ricardo Silva, Sara Moreira, Sofia Marques e Sofia Santos, aos quais os autores prestam o seu agradecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Ashworth, A. & Klein, A. A. Cell salvage as part of a blood conservation strategy in anaesthesia. *Br J Anaesth* **105**, 401-416 (2010). <https://doi.org:10.1093/bja/aeq244>
- 2 Yousuf, M. S., Samad, K., Ahmed, S. S., Siddiqui, K. M. & Ullah, H. Cardiac Surgery and Blood-Saving Techniques: An Update. *Cureus* **14**, e21222 (2022). <https://doi.org:10.7759/cureus.21222>
- 3 Carroll, C. & Young, F. Intraoperative cell salvage. *BJA Educ* **21**, 95-101 (2021). <https://doi.org:10.1016/j.bjae.2020.11.007>
- 4 Frank, S. M. Who benefits from red blood cell salvage?--Utility and value of intraoperative autologous transfusion. *Transfusion* **51**, 2058-2060 (2011). <https://doi.org:10.1111/j.1537-2995.2011.03293.x>
- 5 Blankstein, A. R. *et al.* Transfusion in orthopaedic surgery. *Bone & Joint Open* **2**, 850-857 (2021). <https://doi.org:10.1302/2633-1462.210.Bjo-2021-0077.R1>
- 6 Montroy, J. *et al.* The Top 20 Surgical Procedures Associated with the Highest Risk for Blood Transfusion. *BJS (British Journal of Surgery)* **107**, e642-e643 (2020). <https://doi.org:https://doi.org/10.1002/bjs.12005>
- 7 Klein, A. A. *et al.* Association of Anaesthetists guidelines: cell salvage for peri-operative blood conservation 2018. *Anaesthesia* **73**, 1141-1150 (2018). <https://doi.org:10.1111/anae.14331>
- 8 Society of Thoracic Surgeons Blood Conservation Guideline Task, F. *et al.* Perioperative blood transfusion and blood conservation in cardiac surgery: the Society of Thoracic Surgeons and The Society of Cardiovascular Anesthesiologists clinical practice guideline. *Ann Thorac Surg* **83**, S27-86 (2007). <https://doi.org:10.1016/j.athoracsur.2007.02.099>
- 9 Mertes, P. M. *et al.* Guidelines on enhanced recovery after cardiac surgery under cardiopulmonary bypass or off-pump. *Anaesth Crit Care Pain Med* **41**, 101059 (2022). <https://doi.org:10.1016/j.accpm.2022.101059>
- 10 Pinto, M. A. *et al.* Intraoperative cell salvage with autologous transfusion in liver transplantation. *World J Gastrointest Surg* **11**, 11-18 (2019). <https://doi.org:10.4240/wjgs.v11.i1.11>
- 11 Kumar, N. *et al.* Current Status of the Use of Salvaged Blood in Metastatic Spine Tumour Surgery. *Neurospine* **15**, 206-215 (2018). <https://doi.org:10.14245/ns.1836140.070>
- 12 MacDonald, S. *et al.* Efficacy of Red Cell Salvage Systems in Open Acetabular Surgery. *Adv Orthop* **2022**, 8276065 (2022). <https://doi.org:10.1155/2022/8276065>
- 13 Excellence, N. I. f. H. a. C. in *NICE guideline* 31 (2015).
- 14 Amanvermez Senarslan, D. *et al.* Efficacy and cost-effectiveness of cell saver usage in the repair of thoracic aortic aneurysms and dissections. *Perfusion* **37**, 722-728 (2022). <https://doi.org:10.1177/02676591211028178>
- 15 Yanaral, T. U. & Karaaslan, P. Effect of cell salvage on bleeding, transfusion of blood products, and bleeding parameters in patients undergoing liver transplantation with intraoperative massive blood transfusion. *Turk J Med Sci* **52**, 1311-1321 (2022). <https://doi.org:10.55730/1300-0144.5437>
- 16 Goucher, H., Wong, C. A., Patel, S. K. & Toledo, P. Cell Salvage in Obstetrics. *Anesth Analg* **121**, 465-468 (2015). <https://doi.org:10.1213/ANE.0000000000000786>
- 17 Gynaecologists, R. C. o. O. a. Blood transfusion in Obstetrics. *RCOG Green-top Guideline* **47**, 23 (2015).
- 18 Frietsch, T. *et al.* Safety of Intraoperative Cell Salvage in Cancer Surgery: An Updated Meta-Analysis of the Current Literature. *Transfus Med Hemother* **49**, 143-157 (2022). <https://doi.org:10.1159/000524538>
- 19 Hulme, K. R. B., J. Does diathermy smoke contaminate processed salvaged blood in cardiac surgery? *Perfusion* **32**, 5 (2017). <https://doi.org:107.171/0772/607267569519171771155705>

- 20 Vieira, S. D. *et al.* Autologous blood salvage in cardiac surgery: clinical evaluation, efficacy and levels of residual heparin. *Hematol Transfus Cell Ther* **43**, 1-8 (2021). <https://doi.org:10.1016/j.htct.2019.08.005>
- 21 Kang, Y. H., Aggarwal, S., et. al. Clinical Evaluation of Autotransfusion During Liver Transplantation. *Anesth Analg* **72**, 7 (1991). <https://doi.org:10.1213/00000539-199101000-00017>
- 22 Mortelmans, Y. V., G; et al. Quality of Washed Salvaged Red Blood Cells During Total Hip Replacement: A Comparison Between the Use of Heparin and Citrate as Anticoagulants. *Anesth Analg* **79**, 7 (1994). <https://doi.org:10.1213/00000539-199408000-00028>