

PESQUISA CLÍNICA

Uso de recuperação sanguínea intra-operatória em cirurgias para tratamento de epifisiólise de fêmur proximal utilizando a técnica de luxação controlada de quadril: uma série de casos.

Paulo Giordano Baima Colares^{a,b}, Luciana Maria de Barros Carlos^c, Melina Cristino de Menezes Frota Ramos^d, Caio Prado Siqueira Campos^b, Velma Dias do Nascimento^c, Janete Galvão Martins Cassiano^b, Thiago Maciel Valente^a

^aCurso de Medicina da Universidade de Fortaleza. Fortaleza. Brasil

^bDepartamento de Ortopedia do Hospital Instituto doutor José Frota. Fortaleza. Brasil.

^cCentro de Hematologia e Hemoterapia do Ceará. Fortaleza. Brasil

^dDepartamento de Anestesiologia do Hospital Instituto doutor José Frota. Fortaleza. Brasil.

Recebido em 5 de maio de 2020; aceito em 6 de fevereiro de 2021.

PALAVRAS-CHAVE:

Epífise deslocada;
Transfusão de sangue
autóloga;
Recuperação de sangue
operatório.

RESUMO:

Objetivos: Relatar uma série de casos de recuperação intraoperatória de sangue (RIOS) em cirurgias para tratamento de epifisiólise do fêmur proximal (EFP) com luxação controlada do quadril, identificando sua eficácia, complicações e o perfil de paciente com EFP.

Metodologia: Estudo descritivo que relata uma série de casos. Amostra constituída por pacientes atendidos no período de janeiro de 2016 a março de 2018, com diagnóstico de EFP e que foram submetidos a tratamento com a técnica de luxação controlada do quadril com utilização da RIOS.

Resultados: Amostra composta por 15 pacientes com idade média de 13,1 anos. O lado mais acometido foi o esquerdo, em oito casos. Não houve necessidade de sangue alógeno no pós-operatório em nenhum dos casos. O valor médio de recuperação sanguínea foi de 216,06 ml (119 a 369 ml). A média de hemoglobina prévia foi de 13,2 g/dl e após, de 11,2 g/dl, com diferença média de 1,8 g/dl. A média de hematócrito prévio foi de 39,13% e após, de 33,20%, com diferença média de 5,52%. Não foi constatada intercorrência intraoperatória. Um paciente apresentou vômitos e outro apresentou infecção em ferimento no pós-operatório.

Conclusão: A RIOS foi capaz de promover uma alternativa para a recuperação sanguínea e evitar a utilização de sangue alógeno, podendo diminuir potenciais complicações.

Autor correspondente:

E-mail: maciel.thiago@edu.unifor.br (T.M. Valente).

<https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.02.061>

© 2021 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Introdução

A epifisiólise do fêmur proximal (EFP) é uma desordem que acomete o quadril de pré-adolescentes e adolescentes, sendo caracterizada por um deslocamento anterior da metáfise do colo femoral subjacente a epífise proximal do fêmur através de lesão da fise. Se não tratada, os dois maiores riscos da doença são: (1) progressão do escorregamento e da deformidade e (2) impacto entre o fêmur e o acetábulo com consequente degeneração e progressão para artrose precoce do quadril.^{1,2}

Várias técnicas são utilizadas em pacientes adultos na tentativa de reduzir a perda sanguínea e uma consequente necessidade de administração de sangue homólogo durante grandes cirurgias em que podem haver importante perda de volêmia: (1) hemodiluição normovolêmica aguda, (2) hemodiluição hipervolêmica, (3) hipotensão permissiva, (4) antifibrinolíticos, (5) transfusão de sangue autóloga e (6) recuperação intraoperatória sanguínea (RIOS).³ Contudo, em pacientes pediátricos, essas técnicas tendem a serem negligenciadas.⁴

A RIOS é uma técnica que permite a captação de sangue do campo operatório por um equipamento específico e a infusão de volta ao sistema circulatório do paciente durante o mesmo tempo cirúrgico.⁵ Essa técnica tem se mostrado um método efetivo para evitar a transfusão sanguínea alogênica,^{5,6} sendo utilizada com bons resultados tanto em cirurgias ortopédicas em adultos^{6,7} como em pacientes pediátricos.^{8,9,10} Sua utilização na pediatria é justificada quando há necessidade de uma boa estratégia para evitar perdas sanguíneas.^{11,12} Por conseguinte, o seu uso não parece trazer um impacto negativo no desfecho clínico desses pacientes.⁶

Apesar de os benefícios da utilização da RIOS em cirurgias ortopédicas já serem descritos na literatura médica, existe carência de dados quanto à sua utilização nas cirurgias de quadril e, mais especificamente, nas cirurgias de luxação

controlada do quadril para EFP, cirurgia de grande porte com importante perda sanguínea. Este relato tem como objetivo descrever e analisar a experiência de uma série de casos no uso de RIOS em cirurgias para tratamento de EFP utilizando a técnica de luxação controlada do quadril sob aspectos clínicos e econômicos, avaliando sua eficácia.

Metodologia

Trata-se de uma série de casos com base nas recomendações das diretrizes do *The Case Report (CARE)*.¹³ Foi realizada em hospital terciário de trauma, com amostra constituída por pacientes atendidos no período de janeiro de 2016 a março de 2018, todos com diagnóstico de EFP e classificados como graves (angulação dos desvios maiores que 50°), tanto estáveis como instáveis.^{14,15} Todos foram submetidos ao tratamento com luxação controlada do quadril pela técnica de Ganz utilizando a reinfusão sanguínea por RIOS durante o ato cirúrgico.

Foram considerados como critérios de exclusão pacientes que não utilizaram RIOS e aqueles que foram tratados com outras técnicas cirúrgicas. O presente trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da instituição à qual foi vinculado, o Hospital Instituto Doutor José Frota.

Durante o planejamento operatório de cada cirurgia, acionou-se a equipe transfusional responsável pelo uso do aparelho de RIOS. O modelo utilizado foi o Autolog®. O sangramento intraoperatório de cada paciente foi coletado, processado pelo equipamento e posteriormente infundido de volta ao sistema circulatório do paciente, pela equipe anestésica, logo após o término das etapas cirúrgicas com maiores riscos de perdas sanguíneas, ou seja, nos momentos finais do ato operatório. É importante ressaltar que o sangue autólogo, após processado, ocasionalmente poderia ser infundido de maneira precoce caso houvesse

Tabela 1 Pacientes que compuseram a amostra.

Pacientes	Sexo	Hb (g/dl)		Volume total aspirado no campo (ml)	Volume recuperado (ml)	Idade	Lateralidade
		Pré-operatória	Pós-operatória				
1	Masculino	12,5	11,6	544	140	13	Direita
2	Feminino	12,8	10,3	479	157	13	Esquerda
3	Masculino	12,3	10,2	550	192	13	Esquerda
4	Masculino	13,2	10	468	338	15	Direita
5	Masculino	13	11,9	549	220	9	Esquerda
6	Masculino	13,8	11,6	532	334	15	Esquerda
7	Masculino	13,1	11,6	413	128	14	Direita
8	Feminino	12	10,2	363	213	11	Direita
9	Masculino	14	11,3	250	119	16	Direita
10	Masculino	13,5	11,6	549	369	14	Esquerda
11	Masculino	14,4	15,3	371	204	17	Esquerda
12	Feminino	13,2	9,7	379	200	13	Direita
13	Feminino	12,8	10	315	147	11	Esquerda
14	Masculino	13,5	11,5	534	315	14	Esquerda
15	Masculino	13,7	14	338	165	12	Direita

Tabela 2 Valores e diferenças de hemoglobina (Hb) e hematócrito (Ht).

	Média	Varição
Hb pré (g/dl)	13,2	12 a 14,4
Hb pós (g/dl)	11,2	9,1 a 15,2
Diferença de Hb (g/dl)	1,8	-0,9 a 4,3
Ht pré (%)	39,13	34,3 a 44,4
Ht pós (%)	33,2	29 a 46,9
Diferença de Ht (%)	5,52	-3,3 a 11,9

instabilidade hemodinâmica intraoperatória, situação não ocorrida durante as cirurgias dos pacientes dessa amostra. Convém, ainda, salientar que todos os pacientes foram operados pelo mesmo cirurgião.

Foi realizada análise de prontuários de pacientes que contemplavam os critérios de inclusão, sendo avaliados os dados clínicos e exames laboratoriais, como hemoglobina e hematócrito, anteriores à cirurgia e seis horas após a cirurgia.

Por fim, foi realizado levantamento junto ao hemocentro responsável sobre os custos referentes ao uso do procedimento de RIOS e os da bolsa de concentrado de hemácias (CH) para reposição sanguínea de um paciente, permitindo a comparação entre as despesas inerentes aos procedimentos. Os dados coletados foram analisados usando o programa Excel depois de estruturados em tabelas.

Resultados

Durante o período analisado, foram realizados 17 procedimentos cirúrgicos em 16 pacientes para o tratamento de EFP com o uso de RIOS no transoperatório. Foi excluído um paciente que não recebeu recuperação sanguínea devido ao baixo fluxo de sangramento durante o procedimento, não sendo suficiente para complementar um *Bowl* – parte do equipamento que funciona como um recipiente, direcionando o que foi coletado para a centrífuga. Desse modo, o total foi de 15 procedimentos em 15 pacientes (Tabela 1).

Observou-se que a média de idade dos pacientes foi de 13,1 anos (9–17 anos), dos quais houve predominância do sexo masculino, com 11 casos (78%), sendo o quadril esquerdo mais acometido com 8 casos (53%).

Dos 15 procedimentos em que houve recuperação sanguínea, observou-se infusão média de 216,06 ml (119 a 369 ml) a partir de um volume médio total aspirado no campo de 442,2 ml (250 a 550). A média de hemoglobina prévia à cirurgia foi de 13,2 g/dl (12 a 14,4) e de 11,2 g/dl (9,1 a 15,3) após os procedimentos cirúrgicos. A diferença média de variação da hemoglobina foi de 1,80 g/dl (-0,9 a 3,2) nos pacientes em que houve recuperação sanguínea intraoperatória. A média de hematócrito prévio foi de 39,13% (34,4 a 44,4) e após cirurgia, de 33,20% (29 a 46,9). A diferença média de variação de hematócrito nos pacientes em que houve recuperação intraoperatória foi de 5,52% (-3,3 a 9,8). Os resultados das médias e diferenças de hemoglobina e hematócrito estão representados na Tabela 2.

Vale ressaltar que foram observados níveis maiores de hematócrito e hemoglobina pós-operatórios quando comparados às medições pré-operatórias em 2 dos pacientes deste estudo que receberam a RIOS.

Não foi encontrada intercorrência intraoperatória, todavia, 1 (7,1%) paciente apresentou vômitos no primeiro dia pós-operatório e 1 (7,1%) paciente apresentou infecção no ferimento cirúrgico após 3 dias. Convém salientar que nenhum dos pacientes do estudo necessitou de transfusão com sangue alógeno no período pós-operatório e não foi necessário operar o mesmo membro novamente.

Em relação aos custos quanto ao procedimento de RIOS, o total foi de R\$ 751,62 (aproximadamente US\$ 141 conforme cotação do dia 14 de setembro de 2020) por procedimento, incluindo o preço do material usado e honorários profissionais.

Discussão

O tratamento para a EPF é cirúrgico, principalmente com o fito de evitar a progressão da deformidade.¹⁶ A cirurgia de luxação controlada do quadril é um procedimento destinado a reconstrução e estabilização do escorregamento da epífise femoral proximal com o objetivo de restaurar sua plena funcionalidade. A técnica cirúrgica é de longa curva de aprendizado, considerada um procedimento operatório de grande porte e com previsão de grande sangramento transoperatório. Dessa maneira, torna-se imprescindível a utilização de estratégias para reposição sanguínea.

Em uma revisão da Cochrane que analisou 75 estudos randomizados de 1979 a 2008, cirurgias ortopédicas que utilizaram RIOS apresentaram redução do uso de transfusão alógena em 54%.¹⁷ A menor utilização de transfusão alógena demonstrou-se benéfica por evitar a utilização de hemácias que apresentam menor qualidade devido membranas menos flexíveis, quantidades menores de enzimas responsáveis pela distribuição do oxigênio e maior probabilidade de hemólise quando comparada às adquiridas pela RIOS.¹⁸⁻²⁰

A diminuição da utilização de bolsas de sangue alógeno também traz vantagens devido à diminuição da exposição dos pacientes às complicações após a transfusão sanguínea. Dentre elas, destacamos as infecciosas, como pelo HIV ou hepatites B e C, e as não infecciosas, como reação anafilática, lesão pulmonar aguda, imunossupressão e reação hemolítica transfusional aguda ou tardia²¹, sendo que as complicações não infecciosas apresentam maior risco de óbito.²² As crianças estão mais sujeitas a efeitos adversos, uma vez que, em pessoas abaixo de 18 anos, apresentam uma incidência de 18 para cada 100 mil transfusões, e em crianças menores de 1 ano, uma incidência de 37 para cada 100 mil transfusões.²³

Embora a RIOS seja um procedimento que apresenta visíveis benefícios, não é isenta de riscos e raras complicações. Foram descritos potenciais intercorrências, como distúrbios hidroeletrólíticos, embolias gasosa ou gordurosa e distúrbios de coagulação, uma vez que não são recuperados plaquetas e fatores de coagulação.²⁴ Apesar disso, na revisão da Cochrane supracitada, efeitos adversos e

complicações não foram estatisticamente relevantes para estabelecer relação com a RIOS, bem como com a necessidade de novas cirurgias, trombozes e aumento do tempo de internação.¹⁷ Nenhum paciente deste estudo apresentou essas intercorrências.

Em nosso estudo, um dos pacientes apresentou vômitos no pós-operatório, sendo medicado com antiemético e com resolução do quadro. Outro paciente apresentou exsudato de aspecto sero-purulento no ferimento operatório, sendo manejado com antibioticoterapia venosa, evoluindo com melhora clínica. É importante salientar que não houve complicações hematológicas, como hemólise.

A indicação para o uso da RIOS é considerada em pacientes que apresentam riscos de sangramentos maiores que 10% do volume sanguíneo, ou seja, geralmente, cerca de 500 ml.^{25,26} Já na pediatria, indica-se em pacientes com perda estimada maior que 8 ml/kg para crianças maiores que 10 anos.²⁵ Além disso, outra indicação seria em pacientes que não podem realizar transfusão alógena por imposição religiosa, sendo a RIOS uma alternativa.²⁶ Não há contraindicações absolutas para a realização da RIOS.²⁶

Em um estudo controlado de 2019, utilizando RIOS em cirurgias de quadril, os autores observaram uma maior média nos níveis de hemoglobina sanguínea (11,2 g/dl) no grupo que utilizou RIOS do que no grupo controle que não utilizou esse recurso (8,2 g/dl). Já em relação aos níveis de hematócrito, o grupo que utilizou RIOS obteve média de 33%, enquanto o grupo controle foi de 25%.²⁷ Todavia, esse estudo abordou diversas técnicas cirúrgicas e várias idades, tornando a comparação limitada com o presente estudo. Dados da literatura no tratamento da escoliose também demonstraram que a RIOS é capaz de proporcionar uma hemoglobina pós-operatória maior do que a do grupo controle.²⁸

Por limitações éticas, neste estudo não foi possível utilizar um grupo controle para comparação, já que não existe procedimento padrão na literatura além dessa técnica utilizada. Apesar dessa limitação, os autores relatam a análise do paciente excluído por não ter recebido transfusão intraoperatória por RIOS, no qual houve a maior variação nos níveis de hemoglobina e hematócrito pré e pós-operatório, com uma diminuição de 4,3 g/dl e 11,9%, respectivamente.

Já no tocante aos custos, foi demonstrado que, em cirurgias pediátricas e em cirurgias de coluna de adolescentes, o uso de RIOS parece ser economicamente vantajoso para o sistema de saúde, reduzindo os custos.^{11,12} Os gastos fixos inerentes ao procedimento da RIOS e aqueles para a produção do CH se equivalem quando a quantidade de sangue recuperada for próxima a 2,35 unidades de CH (cada unidade tem em média 280 ml).¹² Em outro estudo com cirurgias da coluna vertebral, foi observado que o RIOS se tornou mais econômico quando o sangramento foi de aproximadamente 500 a 600 ml.²⁹

Resultados semelhantes foram encontrados no presente trabalho. Os custos totais da RIOS foram avaliados em aproximadamente R\$ 751,00 (cerca de US\$ 141 dólares, em 14 de setembro de 2020) por procedimento. Portanto, seriam necessárias 2,38 unidades de hemácias para que os custos se tornassem equivalentes, já que uma bolsa de concentrado de

hemácias filtrado apresentou custo de R\$ 315,18 (aproximadamente US\$ 59 na mesma cotação). Portanto, em cirurgias de grande porte, como as que utilizam a técnica de luxação controlada do quadril, quando há necessidade maior do que uma bolsa de CH para a estabilização hemodinâmica do paciente, a RIOS pode ser uma benéfica estratégia.

Contudo, além da comparação de custos monetários entre a utilização de RIOS e da transfusão de CH alógeno, ainda há a ponderação de fatores de difícil precificação. A dificuldade é inerente à obtenção de CH, que, por ser dependente de doadores, o torna um recurso com baixa disponibilidade no sistema de saúde, principalmente nos tipos sanguíneos menos prevalentes e em pacientes com fatores de incompatibilidade sanguínea.

Conclusão

Os casos apresentados sugerem a utilidade da RIOS como uma alternativa para diminuir o uso de sangue alógeno em cirurgias para tratamento da epifisiólise de maneira eficiente. Além de terem demonstrado uma técnica segura com mínimas complicações, podendo também ser uma alternativa para redução de custos quando há necessidade de reinfusão de um volume maior de sangue. Acrescenta-se que mais estudos são necessários para caracterizar, com maior afinco, a RIOS como uma técnica eficaz, segura e custo-benéfica em diversos procedimentos cirúrgicos.

Referências

- Loder RT, Aronsson DD, Dobbs MB, Weinstein SL. Slipped capital femoral epiphysis. *JBJS* 2000; 82: 1170.
- Crestani MV, Telöken MA, Gusmão PDF. Impacto femoroacetabular: uma das condições precursoras da osteoartrose do quadril. *Rev Bras Ortop* 2006; 41: 285-93.
- Lavoie J. Blood transfusion risks and alternative strategies in pediatric patients. *Pediatric Anesthesia* 2011; 21: 14-24.
- Conceição MJD. Blood transfusion in pediatric patients and strategies to decrease it: a reevaluation. *Revista brasileira de anesthesiologia* 2004; 54: 276-282.
- Davies L, Brown TJ, Haynes S, Payne K, Elliott RA, McCollum C. Cost-effectiveness of cell salvage and alternative methods of minimising perioperative allogeneic blood transfusion: a systematic review and economic model. *Health Technol Assess* 2006; 10: 1-210.
- Carless PA, Henry DA, Moxey AJ, O'Connell D, Brown T, Fergusson DA. Cell salvage for minimising perioperative allogeneic blood transfusion. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; 4.
- Buget MI, Dikici F, Edipoğlu İS, Yıldız E, Valiyev N, Kucukay S. Dois anos de experiência com recuperação intraoperatória de sangue em artroplastia total do quadril. *Brazilian Journal of Anesthesiology* 2016; 66: 276-282.
- Bowen RE, Gardner S, Scaduto AA, Eagan M, Beckstead J. Efficacy of intraoperative cell salvage systems in pediatric idiopathic scoliosis patients undergoing posterior spinal fusion with segmental spinal instrumentation. *Spine* 2010; 35: 246-251.
- Mirza AH, Aldlyami E, Bhimarasetty C, Thompson AG, Spilsbury J, Marks DS. The role of peri-operative cell salvage in instrumented anterior correction of thoracolumbar scoliosis: a case-controlled study. *Acta Orthopædica Belgica* 2009; 75: 87.

10. Nicolai P, Leggetter PP, Glithero PR, Bhimarasetty CR. Autologous transfusion in acetabuloplasty in children. *Bone & Joint Journal* 2004; 86: 110-112.
11. Samnaliev M, Tran CM, Sloan SR, Gasior I, Lightdale JR, Brustowicz RM. Economic evaluation of cell salvage in pediatric surgery. *Pediatric Anesthesia* 2013; 23: 1027-1034.
12. Oliveira, JA., Façanha Filho, FA, Fernandes, FV., Almeida, P. C., de Oliveira, V. F., & Verde, S. R. L. Is cell salvage cost-effective in posterior arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis in the public health system?. *Journal of Spine Surgery* 2017; 3: 2.
13. Riley DS, Barber MS, Kienle GS, Aronson JK, von Schoen-Angerer T, Tugwell P. CARE guidelines for case reports: explanation and elaboration document. *J Clin Epidemiol* 2017; 89: 218-235.
14. Loder RT, Richards BS, Shapiro PS, Reznick LR, Aronson DD. Acute slipped capital femoral epiphysis: the importance of physeal stability. *The Journal of Bone and Joint surgery* 1993; 75:1134-1140.
15. Southwick WO. Compression fixation after biplane intertrochanteric osteotomy for slipped capital femoral epiphysis: a technical improvement. *JBJ* 1973; 55(6): 1218-1224.
16. Ravinsky R, Rofaiel J, Escott BG, Lim Z, Ravi B, Howard A. Epidemiology of Slipped Capital Femoral Epiphysis in Ontario, Canada. *J Pediatr Orthop.* 2019;39:E165-7.
17. Carless PA, Henry DA, Moxey AJ, O'Connell D, Brown T, Ferguson DA. Cell salvage for minimising perioperative allogeneic blood transfusion. In: Carless PA, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2010 [cited 2020 Jan 16]. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD001888.pub3>.
18. Frank SM, Abazyan B, Ono M, Hogue CW, Cohen DB, Berkowitz DE, et al. Decreased Erythrocyte Deformability After Transfusion and the Effects of Erythrocyte Storage Duration. *Anesth Analg* [Internet]. 2013 [cited 2020 Jan 16];116(5):975-81.
19. Scott AV, Nagababu E, Johnson DJ, Kebaish KM, Lipsitz JA, Dwyer IM, et al. 2,3-Diphosphoglycerate Concentrations in Autologous Salvaged Versus Stored Red Blood Cells and in Surgical Patients After Transfusion. *Anesth Analg* [Internet]. 2016 Mar [cited 2020 Jan 16];122:616-23.
20. Frank SM, Sikorski RA, Konig G, Tsilimigras DI, Hartmann J, Popovsky MA, et al. Clinical Utility of Autologous Salvaged Blood: a Review. *Journal of Gastrointestinal Surgery*. Springer New York LLC; 2019.
21. Machado S , Pinto R , Araújo F , Coutinho AM , Seara M , Moura AM , Oliveira P. Impacto da re-infusão de sangue autólogo na necessidade de transfusão de sangue alogénico após Artroplastia Total do Joelho: Resultados de um ensaio clínico controlado e randomizado. *Rev. Port. Ortop. Traum.* 2017; 25: 283-291.
22. Lavoie J. Blood transfusion risks and alternative strategies in pediatric patients. *Paediatric Anaesthesia.* 2011; 21:14-24.
23. Lavoie J. Blood transfusion risks and alternative strategies in pediatric patients. *Pediatric Anesthesia* 2011; 21: 14-24.
24. Kuppuraio L, Wee M. Perioperative cell salvage. *Contin Educ Anaesthesia, Crit Care Pain.* 2010;10:104-8.
25. Klein AA, Bailey CR, Charlton AJ, Evans E, Guckian-Fisher M, McCrossan R, et al. Association of Anaesthetists guidelines: cell salvage for peri-operative blood conservation 2018. *Anaesthesia* [Internet]. 2018 Sep [cited 2020 Jan 16];73:1141-50.
26. Esper SA, Waters JH. Intra-operative cell salvage: A fresh look at the indications and contraindications. *Blood Transfus.* 2011;9:139-47.
27. Nunes NG, Alberto J, Oliveira A, Prado Bezerra FM, Dias Do Nascimento V, Maia D, et al. A recuperação intraoperatória de células sanguíneas é eficaz em cirurgias de quadril? *À Is Intraoperative Blood Cell Salvage Effective in Hip Surgery?* 2019 [cited 2020 Jan 16].
28. Liu JM, Fu BQ, Chen WZ, Chen JW, Huang SH, Liu ZL. Cell Salvage Used in Scoliosis Surgery: Is It Really Effective?. *World Neurosurgery* 2017; 101: 568-76.
29. Gum JL, Carreon LY, Kelly MP, Hostin R, Robinson C, Burton DC, et al. Cell Saver for Adult Spinal Deformity Surgery Reduces Cost. *Spine Deform.* 2017; 5:272-6.