

무수혈 환자에서 시행한 요추부 척추 유합술의 혈역학적 분석

김민우 • 이규열[✉] • 김동률 • 정영훈 • 임철순

동아대학교 의과대학 정형외과학교실

Hemodynamic Analysis in Patients Who Underwent Lumbar Spine Fusion Surgery without Blood Transfusion

Min-Woo Kim, M.D., Kyu Yeol Lee, M.D.[✉], Dong Ryul Kim, M.D.,
Young Hoon Jung, M.D., and Chul Soon Im, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Dong-A University College of Medicine, Busan, Korea

Purpose: Lumbar fusion surgery was performed on transfusion-free patients and hemodynamic changes were analyzed.

Materials and Methods: A total of 36 transfusion-free patients who had undergone lumbar fusion surgery using recombinant human erythropoietin (rHuEPO) before surgery from April 2007 to March 2014 were included in the study. Hemoglobin and hematocrit levels were measured before surgery, immediately after surgery, 12 hours after surgery, on day 1, day 2, day 3, and day 7. Changes in levels were investigated and the factors affecting the changes in hemoglobin levels were analyzed.

Results: Changes in hemoglobin and hematocrit were -18.11% before surgery and -22.92% on day 7, respectively, and they tended to recover from day 2 after surgery. Depending on the patient's age, gender, body mass index, blood loss, and surgery method (presence of lumbar interbody fusion), the changes in hemoglobin level did not show statistically significant differences; however, significant differences were observed in the surgical time and extent of the operation.

Conclusion: Transfusion alternatives during lumbar spinal fusion are deemed safe methods, leading to good, postoperative hemodynamic outcomes. However, the surgical time and extent of the operation must be determined before surgery.

Key words: blood transfusion, spinal fusion, erythropoietin, blood substitutes

서 론

척추 변형 또는 퇴행성 요추 질환에서의 유합술은 환자의 총 혈액량의 약 30%에서 100% 범위에 있는 혈액 손실과 관련 있는 것으로 보고되고 있다.^{1,2)} 이러한 혈액 손실은 수술의 복잡성, 수술 시간, 유합 분절의 수, 마취 기법 및 환자의 동반 질환과 연관되어 있는 것으로 알려져 있다.^{3,4)} 수술 중 대량 출혈은 치명적 결과 및

동종 수혈과 관련된 위험성을 야기할 수 있으며, 이러한 위험을 최소화하기 위한 조치와 관리가 이루어져야 한다.⁵⁾

지난 30년 이상 동종 수혈의 사용을 감소시키기 위한 새로운 혈액 보존 전략을 개발하기 위해서 많은 노력이 기울여졌으며 약물 요법(desmopressin, aprotinin, tranexamic acid 등)과 저혈압 마취, 그리고 급성 동량 혈액 희석요법(acute normovolemic hemodilution, ANH), 술 전 및 후의 자가 수혈 요법(autologous blood donation)이 포함된다.⁶⁾ 1990년대 이르러 재조합 인간 적혈구 생성 인자(recombinant human erythropoietin, rHuEPO)라는 새로운 약물이 혈액 예치 기법으로 고안되면서 중등도 또는 대량의 혈액 손실이 예상되는 환자들에게 중요한 역할을 수행하였으나,⁷⁾ 척추 수술과 관련한 효과성에 대한 보고는 부족한 상황이며 종교적인

Received July 19, 2015 Revised August 23, 2015 Accepted November 16, 2015

[✉]Correspondence to: Kyu Yeol Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Dong-A University College of Medicine, 32 Daesingongwon-ro, Seo-gu, Busan 49201, Korea

TEL: +82-51-240-2867 FAX: +82-51-243-9764 E-mail: gylee@dau.ac.kr

이유로 수혈을 거부하는 환자에 대해 합병증을 최소화하고 수혈의 대체 기법이 대안이 될 수 있는 여러 보고들을 뒷받침하기 위해 혈액학적 분석을 통해 저자들의 경험을 보고하고자 한다.^{8,9)}

대상 및 방법

2007년 4월부터 2014년 3월까지 동아대학교병원 무수혈 척추 센터를 통해 요추부의 척추 유합 수술을 시행한 36명을 대상으로 하였으며 평균 연령은 59세(26-80세), 여자 26예, 남자 10예였다. 대상 질환은 척추관 협착증 22예, 척추관 협착증 및 퇴행성 척추 전방 전위증 9예, 골절 및 탈구 5예였으며, 이 중 6예가 재수술 환자였다. 재수술 환자는 타 병원에서 추간판 절제술 등의 수술을 받은 병력이 있었던 환자가 본원에서 유합술을 시행한 경우가 3예, 술 후 인접 분절 질환이 2예, 불유합이 1예였다. 대상 질환은 전체 예에서 후방접근법을 통해 유합술을 시행하였는데 척추관 협착증과 척추관 협착증 및 퇴행성 척추 전방 전위증 31예 중에서 후외측 유합술만 시행한 경우가 15예였고 후외측 유합술과 추체간 유합술을 동시에 시행한 경우가 16예였으며 골절 및 탈구의 5예에 대해서도 관혈적 정복 및 내고정술 시 골이식을 통한 유합술을 시행하였다.

수술 전 혈액 검사에서 혈색소 수치(hemoglobin)가 10 g/dl 이상인 경우 수술 2주 전부터 합성 에리트로포이에틴(erythropoietin)을 주 3회, 1일 1회, 피하로 2,000단위를 주사하였으며, Ferrumpola® (ferric hydroxide-polymaltose complex 357 mg, folic acid 350 mg)를 하루 2정씩 복용시켰다. 술 전 혈색소 수치가 5 g/dl 이상, 10 g/dl 미만의 경우는 수술 2주 전부터 합성 에리트로포이에틴을 주 3회,

1일 1회, 피하로 4,000단위를 주사하였다. 이때 외래 환자의 경우 FerrumPola®를 하루 2정씩 복용시켰으며 입원 환자의 경우 Venoferrum® (ferric hydroxide sucrose complex) 1앰플을 생리 식염수 50 ml에 섞어서 정맥 주사하였다. 또한 수술 전 환자의 출혈 경향 및 응고 장애의 여부를 혈소판 수치, 출혈 시간(bleeding time, BT), 프로트롬빈 시간(prothrombin time, PT), 활성화 부분 트롬보플라스틴 시간(activated partial thromboplastin time, aPTT), 혈중 요소질소와 크레아티닌 비율(blood urea nitrogen/creatinine ratio)을 조사하였다.

수술 중에는 마취과의 협진하에 수축기 혈압이 110 mmHg이 넘지 않도록 저혈압 마취를 유지하였으며 마취과 의사와 주치의, 그리고 환자의 동의하에 자가 혈구 회수기(cell saver)를 이용한 자가 수혈 또는 ANH를 사용하였다. 이 중 종교적인 이유로 자가 혈구 회수기를 이용한 자가 수혈을 거부한 경우가 25명 있었고, ANH를 거부한 환자가 3명 있었으며, 두 방법 모두를 거부한 환자가 1명 있었다. 수술 후에는 혈색소 수치가 8 g/dl 이상인 경우 합성 에리트로포이에틴이나 철분 제제를 사용하지 않고 수술 후 출혈 경향을 주의 깊게 관찰하였으며, 수술 후 3일까지 배액이 100 ml 이상인 경우 추시 관찰한 혈색소 수치에 따라 각각의 경우에 따라 대응하였다. 혈색소 수치가 5 g/dl 이상 8 g/dl 미만인 경우에는 합성 에리트로포이에틴을 주 3회, 1일 1회, 피하로 4,000단위를 주사하였으며, Venoferrum® 1앰플을 생리 식염수 50 ml에 섞어서 정맥 주사하였다(Table 1).

수술 중 실혈량은 흡입기로 흡입된 혈액의 양과 수술 시야를 닦아낸 거즈와 패드의 숫자로 기록하였으며 자가 혈구 회수기를 사용한 경우에는 자가 혈구 회수기로 흡입된 혈액을 더하였다.

Table 1. Alternative Bloodless Protocol for Preoperation and Postoperation

Indication	Hb (g/dl)	Management
Acute or chronic	7-10	EPO 4,000 units subcutaneous injection 3 times for 1 week. Oral Ferrumpola® 2 T/day or intravenous Venoferrum® 1 ample mix with NS 50 ml.
Anemia due to bleeding	5-7	EPO 8,000 units subcutaneous injection 3 times for 1 week. Oral Ferrumpola® 2 T/day or intravenous Venoferrum® 1 ample mix with NS 50 ml.
	<5	EPO 12,000 units subcutaneous injection 3 times for 1 week. Intravenous Venoferrum® 1 ample mix with NS 50 ml 2 times/day.
Preoperative	≥10	EPO 2,000 units subcutaneous injection 3 times for 1 week, before 2 weeks operation. oral Ferrumpola® 2 T/day before 2 weeks operation.
	5-10	EPO 4,000 units subcutaneous injection 3 times for 1 week, before 2 weeks operation. Oral Ferrumpola® 2 T/day or intravenous Venoferrum® 1 ample mix with NS 50 ml.
	<5	EPO 8,000 units subcutaneous injection 3 times for 1 week, before 2 weeks operation. Intravenous Venoferrum® 1 ample mix with NS 50 ml.
Postoperative	5-7	EPO 4,000 units subcutaneous injection 3 times for 1 week. Intravenous Venoferrum® 1 ample mix with NS 50 ml.
	≥8	Closely observation a bleeding tendency without EPO or iron supplement.

Hb, hemoglobin; EPO, erythropoietin; T, tablet; NS, normal saline.

수술 시간은 피부 절개에서 피부 봉합과 상처 소독까지 걸린 시간으로 정하였고 사용된 기구는 모두 Mega Spine® (BK Meditech, Seoul, Korea)이었다. 수술 전, 수술 직후, 수술 후 12시간, 1일, 2일, 3일, 7일째 혈색소와 적혈구 용적률을 측정하여 수치를 비교하고 각각의 변화율을 조사하였으며, 환자의 나이, 성별, 체질량지수 (body mass index, BMI), 수술 방법, 수술 범위, 수술 시간, 실혈량이 혈색소 수치의 변화율에 미치는 영향을 분석하였다.

각 결과의 수치는 평균과 표준편차로 표시하였으며 통계적 분석은 PASW ver. 18.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하여 각각 paired t-test와 독립 집단 t-test를 거쳤고 수술 범위, 수술 시간, 실혈량 사이의 연관성을 알아보기 위해 카이 제곱 검정을 거쳤으며 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결 과

혈색소 수치는 술 전 평균 12.84 ± 1.32 g/dl, 수술 직후 평균 10.34 ± 1.48 g/dl, 수술 후 12시간 평균 9.37 ± 1.60 g/dl, 1일째 평균 9.05 ± 1.28 g/dl, 2일째 평균 8.58 ± 1.34 g/dl, 3일째 평균 8.98 ± 1.59 g/dl, 7일째 평균 10.40 ± 1.67 g/dl였고, 적혈구 용적률은 술 전 평균 $37.69\% \pm 3.53\%$, 수술 직후 평균 $30.01\% \pm 3.45\%$, 수술 후 12시간 평균 $27.44\% \pm 3.08\%$, 1일째 평균 $26.37\% \pm 3.65\%$, 2일째 평균

$25.03\% \pm 3.33\%$, 3일째 평균 $25.59\% \pm 3.19\%$, 7일째 평균 $28.82\% \pm 3.27\%$ 였다. 혈색소와 적혈구 용적률의 술 전과 수술 7일째의 변화율은 각각 -18.11% , -22.92% 였으며 (Table 2), 수술 2일째부터 회복되는 양상이었다 (Fig. 1). 수술 2일째와 7일째의 혈색소 수치의 변화율은 환자의 나이, 성별, BMI, 수술 방법 (추체간 유합술 유무), 실혈량과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나 수술 후 2일째의 수술 시간 ($p=0.035$) 및 수술 후 7일째의 수술 범위 ($p=0.013$)는 유의한 차이를 보였다 (Table 3). 수술 범위, 수술 시간, 실혈량 사이의 연관성은 관찰되지 않았다 (수술 범위와 수술 시간 $p=0.681$, 수술 범위와 실혈량 $p=0.473$, 수술 시간과 실혈량 $p=0.806$).

수술 전 혈소판 수치는 평균 $196,889 \pm 33,07/\mu\text{l}$, BT 평균 1.27 ± 0.18 minutes, PT 평균 11.46 ± 0.67 seconds, aPTT 평균 26.58 ± 1.32 seconds, 혈중 요소질소와 크레아티닌 비율 17.16 ± 1.50 이었으며, 혈소판 수치와 PT가 기준치 (platelet: $140\text{--}360 \times 10^3/\mu\text{l}$, PT: $9.8\text{--}13.5$ seconds)보다 낮은 경우가 각각 1예 있었으나 기저 질환은 없었으며 동일인이 아니었다.

술 후 1예에서 경미한 기관지 확장증 증세를 보였고 1예에서 일시적 설마 증상이 관찰되었으나 수일 후 회복하였으며 수혈 대체요법과 관련된 두통, 어지러움, 감기와 같은 증상은 관찰되지 않았다.

Table 2. Hemodynamic Changes according to Follow-Up Period from Preop. to Postop. 7 Days

	Preop.	Immediate postop.	Postop. 12 hours	Postop. 1 day	Postop. 2 days	Postop. 3 days	Postop. 7 days	Change rate
Hemoglobin (g/dl)	12.84 ± 1.32	10.34 ± 1.48	9.37 ± 1.60	9.05 ± 1.28	8.58 ± 1.34	8.98 ± 1.59	10.40 ± 1.67	-18.11
Hematocrit (%)	37.69 ± 3.53	30.01 ± 3.45	27.44 ± 3.08	26.37 ± 3.65	25.03 ± 3.33	25.59 ± 3.19	28.82 ± 3.27	-22.92

Values are presented as mean \pm standard deviation or percent only. Preop., preoperative; Postop., postoperative.

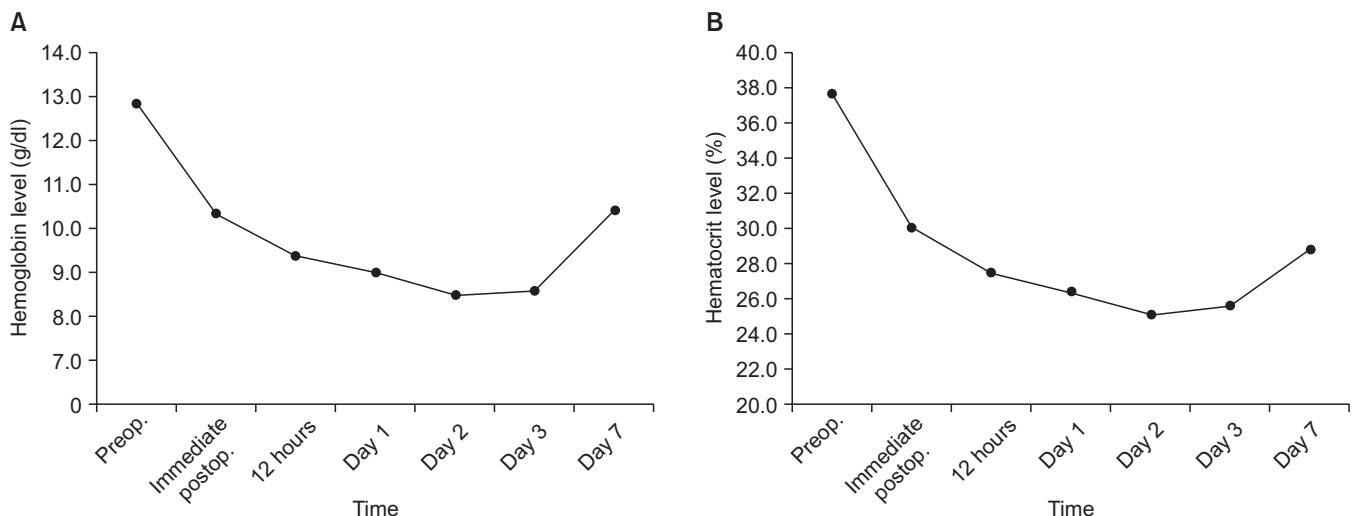


Figure 1. (A) Changes of hemoglobin level following postop. period. (B) Changes of hematocrit level following postop. period. Preop., preoperative; postop., postoperative.

Table 3. Hemodynamic Analysis between Patient's Demographic Factors and Change Rate of the Hemoglobin Level

Variable	Hemoglobin change (%)	
	Day 2	Day 7
Sex		
Male (n=10)	-34.19±8.75	-21.92±11.38
Female (n=26)	-33.11±10.50	-16.64±11.24
p-value	0.774	0.766
Age (yr)		
<65 (n=18)	-30.78±11.23	-16.83±13.43
≥65 (n=18)	-36.03±7.92	-19.39±9.08
p-value	0.114	0.088
Fusion method		
PLF+PLIF (n=16)	-35.03±9.05	-17.76±8.43
PLF only (n=15)	-32.11±10.64	-18.39±13.49
p-value	0.389	0.721
Blood loss (ml)		
<1,000 (n=24)	-33.27±8.89	-17.70±9.74
≥1,000 (n=12)	-33.68±12.20	-18.93±14.56
p-value	0.908	0.765
Operation time (h)		
<2 (n=23)	-33.97±9.90	-19.15±11.25
≥2 (n=13)	-32.41±10.33	-16.26±11.81
p-value	0.035	0.068
Body mass index (kg/m ²)		
<25 (n=23)	-33.09±11.02	-17.92±12.05
≥25 (n=13)	-32.41±10.33	-16.26±11.81
p-value	0.774	0.410
Fusion level (no. of level)		
<3 (n=21)	-30.70±8.00	-13.89±8.75
≥3 (n=15)	-37.20±11.36	-24.01±12.25
p-value	0.052	0.013

Values are presented as mean±standard deviation. PLF, posterolateral fusion; PLIF, posterior lumbar interbody fusion.

고 찰

수술과 관련하여 동종 수혈의 사용을 감소시키기 위하여 사용하는 자가 수혈의 종류에는 수술 전 혈액 예치, 수술 중 혈액 희석, 수술 중 또는 후의 혈액 회수로 나눌 수 있는데 이 중 가장 많은 경우는 수술 전 예치에 의한 자가 수혈이다. 만성 신부전 및 항암 치료와 관련한 빈혈 치료의 성공에 기반하여 rHuEPO는 수술 환자들의 수술 전 혈액소 수치를 증가시키고 자가 혈액 예치에 사

용될 수 있으며 이로 인해 동종 수혈의 필요성을 감소시킬 것으로 기대되었다.^{10,11)} 이러한 가설은 정형외과 영역의 수술을 포함한 여러 연구에서 증명되었으며, 이로 인해서 rHuEPO는 2000년 임상적 치료법으로 등록되어 이제는 심장, 전립선 및 종양 수술에서도 널리 사용되고 있다.¹²⁾ 에리트로포이에틴은 골수의 전구 세포 분화를 자극함으로써 전적아구(proerythroblast)의 망상적혈구로의 성숙을 가속화하고 혈색소의 합성을 촉진시키며 망상적혈구의 순환으로의 배출 및 성숙한 적혈구 세포로의 분화를 자극하는 기능을 한다. 투여 경로는 정맥 주사 또는 피하 주사로 투여될 수 있는데, 정맥 주사로 투여될 경우, 반감기는 짧지만(5-10시간) 빠르게 최고 혈중 농도에 도달하는 반면 피하 주사의 경우, 반감기가 더 길며(12-18시간) 수술 전후 빈혈의 관리를 위해서 일 반적으로 권장된다.¹³⁾ Goldberg¹⁴⁾는 수술 3주 전에 시작되는 600 IU/kg의 용량이 혈색소의 더 높은 증가를 보이며 동등한 수준의 안전성과 효능 및 더 낮은 비용을 유도하였음을 입증하였다. 현재 권고되는 용량은 피하 주사로 1주일에 600 IU/kg이며 3주 동안(수술 전 21, 14 및 7일차에 투여) 그리고 수술 당일에 투여된다. rHuEPO 요법을 개시하기 전에 혈청 페리틴(ferritin), 엽산 및 비타민 B12의 혈중 농도가 점검되어야 하며, 이러한 혈액 성분의 농도가 낮을 경우에는 rHuEPO를 투여하기 전에 적절한 수준을 회복하기 위한 추가적인 치료가 매우 중요한 것으로 알려져 있다.¹⁵⁾ rHuEPO로 인한 적혈구 양의 증가로 인해서 200-300 mg/day의 철분제 경구 투여가 혈청 페리틴의 소모를 보충하기 위해서 필요하며 가능하면 rHuEPO 요법이 시작되기 최소 1개월 전에 철분 보충제가 투여되어야 한다.

비록 두통, 감기와 같은 증상, 그리고 저혈압 환자들의 혈압 증가와 같은 일부 부작용이 보고된 바 있지만 rHuEPO는 환자의 수혈과 직접적으로 관련된 치명적인 합병증이 없는 안전한 약물인 것으로 여겨지고 있고,¹⁶⁾ rHuEPO 요법을 받는 환자들을 대상으로 실시된 지혈 연구들은 PT, aPTT에 영향을 미치지 않으며 정상적인 범위를 초과하지 않는 혈소판 수치의 일시적인 증가가 보고하였으며, 정형외과 영역의 수술을 받기 전에 rHuEPO 요법을 받은 619명의 환자들에 대한 혈전색전성 사고의 위험성을 증가시키지 않음을 입증하였다.¹⁷⁾ 이는 단기적 치료 요법이며, 악성 고혈압, 급성 심근 경색, 협심증, 뇌졸중 등 심혈관계 부작용이 있을 만한 기저 질환이 있는 경우 제한적 사용에 따른 결과로 생각되어 추후 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 적혈구 용적률이 증가하면서 나타나는 혈액 점도의 증가와 관련하여 대부분의 연구에서 적혈구 용적률이 51%까지 환자의 상태에 영향을 주지 않는다고 보고하였다.¹⁸⁾ 혈액소 수치와 적혈구 용적률은 체내 다양한 요소에 의해 변화될 수 있지만, 실혈을 예측하는 지표로 가장 많이 사용되고 있으며, Nelson 등¹⁹⁾은 대량의 실혈이 예상되는 정형외과적 영역의 수술에서 에리트로포이에틴은 혈액소 수치와 적혈구 용적률 수치를 매우 증가시켜 상대적으로 안전한

허용 한계를 제공할 수 있다고 하였으며 Suh 등²⁰⁾은 무수혈 환자에서 실시한 인공 관절 치환술에서 혈색소와 적혈구 용적률을 이용한 혈액학적 분석을 통해 수혈 대체 요법에 있어 혈색소와 적혈구 용적률의 추이의 중요성과 유용성을 강조한 바 있다. 본 연구에서도 혈액학적 추이의 지표로서 혈색소와 적혈구 용적률을 이용하였으며 술 후 급성기를 지나 2일 후부터 점차 회복하여 일주일경부터 혈액학적으로 안정되는 양상을 관찰할 수 있었다. 또한 환자마다 술 전 혈색소의 기준치가 다르고 수술의 종류, 수술 범위가 다르기 때문에 수치의 변화량을 측정하여 일반적으로 척추 유합술의 실혈과 관련 있는 것으로 알려진 환자의 나이, 성별, BMI, 수술 시간, 수술 방법, 수술 범위에 따른 영향을 분석한 결과 2일 이내의 급성기에는 수술 시간이 2시간 이상 길수록, 안정화되는 시기이더라도 3분절 이상의 다분절 수술 환자일수록 혈색소 변화량이 커지므로 세심한 관찰이 필요할 것으로 판단된다.

수술 전 에리트로포이에틴 투여에서 혈색소 수치의 기준에 대해서는 아직까지 이견이 있으며 Nelson과 Stewart²¹⁾는 여호와의 증인을 대상으로 한 연구에서 수술 후 적혈구 용적률이 감소하면서 적혈구 용적률이 30% 미만이거나 혈색소 수치가 10 g/dl 이하인 경우 사망률이 증가한다는 결과를 보고하였고 술 전 적혈구 용적률을 기준으로 수술 전 30%의 적혈구 용적률을 투여의 기준으로 보고한 바 있다. 저자들의 선행연구와 본 연구 역시 혈색소 수치 10 g/dl를 기준으로 하여 분석한 결과 술 후 합병증 없이 안정적인 혈액학적, 임상적 결과를 얻을 수 있었다.⁹⁾ 비록 본 연구에서 혈색소 수치가 10 g/dl 미만인 경우가 5예로 매우 적었으나 수술 전 혈색소 수치가 낮았던 환자군에서 수술 전 처치로 에리트로포이에틴을 더 많은 용량을 투여하고 외래 또는 입원 시 철분제 투약을 적극적으로 관리한 결과 수술 후 혈액학적으로 안정적인 혈색소 수치를 유지를 유지하고 임상적으로 좋은 결과를 얻을 수 있었으리라 판단된다.

수술 중 실혈량을 줄일 수 있는 추가적인 노력으로서 약물 요법(desmopressin, aprotinin, tranexamic acid 등)과 유도 저혈압 마취, ANH 또는 자가 혈구 회수가 있으며,²²⁻²⁴⁾ ANH는 출혈이 발생하기 전에 전혈을 회수하고 정직용액과 교질용액으로 순환혈액량을 보충하는 방법으로 채혈된 혈액은 실온에서 보관하고 주요 출혈이 멈춘 후 수술하는 동안 투여하는 방식이며, 자가 혈구 회수는 수술 중과 후에 출혈된 혈액을 회수하여 재투여하는 방법으로 회수된 혈액을 멸균된 도관을 통해 필터가 있는 용기에 모은 후 재투여하게 된다. 본 연구의 경우 대상 환자가 모두 여호와의 증인으로 예상되는 실혈에 대비하여 술 전 혈색소 수치를 기준으로 수혈 대체 요법을 시행하였지만 환자의 가치관에 따라 추가적인 희석 요법이나 회수기를 거부하는 경우가 많아 가능한 수술 전 혈색소 수치를 최대한 증가시키고 실혈을 줄이기 위해 보다 세심하게 처방 지침을 권고하고 술중 엄격한 지혈과 출혈과 관련된 약물을 철저히 조사하는 등의 노력을 하였으며 척추 수술 분

야에서 단독 rHuEPO 요법이나 실혈량의 예측에 대한 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 환자의 대상수가 적다는 점, 혈액 희석 요법이나 자가 혈구 회수 등 대체 수혈 요법을 시행한 환자 사이의 비교 연구가 없었으며, 비교 대상군 없이 무수혈 환자만을 대상으로 한 후향적 연구라는 점이다.

결론

무수혈 환자를 대상으로한 요추부 척추 유합술 시 rHuEPO를 이용한 수혈 대체 요법은 술 후 좋은 혈액학적 결과를 보이는 안전한 방법이라 생각되나 보다 안정적인 혈액학적 상태를 유지하기 위한 지속적인 노력과 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 본 연구를 통해 무수혈 환자에서 요추부 척추 유합술 시 술 후 기간에 따른 혈색소 수치의 변화를 예측할 수 있도록 술자들에게 좋은 지표가 되고, 술전 수술 시간 및 범위를 고려하여 수술 계획을 수립하는 데 도움이 되리라 생각된다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Urban MK, Beckman J, Gordon M, Urquhart B, Boachie-Adjei O. The efficacy of antifibrinolytics in the reduction of blood loss during complex adult reconstructive spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26:1152-6.
2. Vitale MG, Levy DE, Park MC, Choi H, Choe JC, Roye DP Jr. Quantifying risk of transfusion in children undergoing spine surgery. *Spine J*. 2002;2:166-72.
3. Roye DP Jr. Recombinant human erythropoietin and blood management in pediatric spine surgery. *Orthopedics*. 1999; 22:s158-60.
4. Shapiro GS, Boachie-Adjei O, Dhawlikar SH, Maier LS. The use of Epoetin alfa in complex spine deformity surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27:2067-71.
5. Stehling L, Luban NL, Anderson KC, et al. Guidelines for blood utilization review. *Transfusion*. 1994;34:438-48.
6. Siller TA, Dickson JH, Erwin WD. Efficacy and cost considerations of intraoperative autologous transfusion in spinal fusion for idiopathic scoliosis with predeposited blood. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21:848-52.
7. Rosencher N, Ozier Y. Peri-operative use of EPO. *Transfus*

- Clin Biol. 2003;10:159-64.
8. Colomina MJ, Bagó J, Pellisé F, Godet C, Villanueva C. Preoperative erythropoietin in spine surgery. *Eur Spine J*. 2004;13 Suppl 1:S40-9.
 9. Lee KY. Spine fusion surgery for the patient refusing allo-transfusion. *J Korean Soc Spine Surg*. 2007;14:87-95.
 10. Goodnough LT, Strasburg D, Riddell J 4th, Verbrugge D, Wish J. Has recombinant human erythropoietin therapy minimized red-cell transfusions in hemodialysis patients? *Clin Nephrol*. 1994;41:303-7.
 11. Mercuriali F, Inghilleri G. Blood transfusion in oncologic surgery: the role of recombinant human erythropoietin (rHuEPO). *Tumori*. 1998;84:S3-14.
 12. Rosencher N, Woimant G, Ozier Y, Conseiller C. Preoperative strategy for homologous blood salvage and peri-operative erythropoietin. *Transfus Clin Biol*. 1999;6:370-9.
 13. Goodnough LT, Monk TG, Andriole GL. Erythropoietin therapy. *N Engl J Med*. 1997;336:933-8.
 14. Goldberg MA. Perioperative epoetin alfa increases red blood cell mass and reduces exposure to transfusions: results of randomized clinical trials. *Semin Hematol*. 1997;34 3 Suppl 2:41-7.
 15. Stowell CP, Chandler H, Jové M, Guilfoyle M, Wacholtz MC. An open-label, randomized study to compare the safety and efficacy of perioperative epoetin alfa with preoperative autologous blood donation in total joint arthroplasty. *Orthopedics*. 1999;22:s105-12.
 16. Goodnough LT. The safety of recombinant human erythropoietin therapy in autologous blood donors. *J Lab Clin Med*. 1994;124:17-8.
 17. de Andrade JR, Frei D, Guilfoyle M. Integrated analysis of thrombotic/vascular event occurrence in epoetin alfa-treated patients undergoing major, elective orthopedic surgery. *Orthopedics*. 1999;22:s113-8.
 18. Keating M, Faris P, Ritter M. Erythropoietin use. *Orthopedics*. 1998;21:13-4.
 19. Nelson CL, Fontenot HJ, Flahiff C, Stewart J. An algorithm to optimize perioperative blood management in surgery. *Clin Orthop Relat Res*. 1998;357:36-42.
 20. Suh YS, Choi HS, Won SH, Kim MH, Chun DI, Nho JH. Hemodynamic analysis of patients who underwent arthroplasty without blood transfusion. *J Korean Orthop Assoc*. 2010;45:456-63.
 21. Nelson CL, Stewart JG. Primary and revision total hip replacement in patients who are Jehovah's Witnesses. *Clin Orthop Relat Res*. 1999;369:251-61.
 22. Lisander B, Jonsson R, Nordwall A. Combination of blood-saving methods decreases homologous blood requirements in scoliosis surgery. *Anaesth Intensive Care*. 1996;24:555-8.
 23. Neilipovitz DT, Murto K, Hall L, Barrowman NJ, Splinter WM. A randomized trial of tranexamic acid to reduce blood transfusion for scoliosis surgery. *Anesth Analg*. 2001;93:82-7.
 24. Olsfanger D, Jedeikin R, Metser U, Nusbacher J, Gepstein R. Acute normovolaemic haemodilution and idiopathic scoliosis surgery: effects on homologous blood requirements. *Anaesth Intensive Care*. 1993;21:429-31.

무수혈 환자에서 시행한 요추부 척추 유합술의 혈역학적 분석

김민우 • 이규열[✉] • 김동률 • 정영훈 • 임철순

동아대학교 의과대학 정형외과학교실

목적: 무수혈 환자군을 대상으로 요추부 척추 유합술을 시행하여 혈역학적 변화를 분석하였다.

대상 및 방법: 2007년 4월부터 2014년 3월까지 요추부 척추 유합술을 시행한 무수혈 환자 36명을 대상으로 수술 전 합성 에리트로포이에틴을 사용하여 수술 전, 수술 직후, 수술 후 12시간, 1일, 2일, 3일, 7일째 혈색소와 적혈구 용적률을 측정하고 변화율을 조사하였으며, 혈색소 수치의 변화율에 미치는 요인을 분석하였다.

결과: 혈색소와 적혈구 용적률의 술 전과 수술 7일째의 변화율은 각각 -18.11%, -22.92%였으며, 수술 2일째부터 회복되는 양상이었다. 환자의 나이, 성별, 체질량 지수, 실혈량, 수술 방법(추체간 유합술 유무)에 따른 혈색소 수치의 변화율은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나 수술 시간 및 수술 범위는 유의한 차이를 보였다.

결론: 요추부 척추 유합술 시 수혈 대체 요법은 술 후 좋은 혈역학적 결과를 보이는 안전한 방법이라 생각되나 술 전 수술 시간 및 범위를 예측 고려해야 될 것으로 생각된다.

색인단어: 수혈, 척추 유합술, 에리트로포이에틴, 혈액 대체제

접수일 2015년 7월 19일 수정일 2015년 8월 23일 게재확정일 2015년 11월 16일

[✉]책임저자 이규열

49201, 부산시 서구 대신공원로 32, 동아대학교 의과대학 정형외과학교실

TEL 051-240-2867, FAX 051-243-9764, E-mail gylee@dau.ac.kr