

무수혈 환자에서 시행한 인공관절 치환술의 혈액학적 분석

Hemodynamic Analysis of Patients Who Underwent Arthroplasty without Blood Transfusion

서유성 · 최형석 · 원성훈 · 김명희 · 천동일 · 노재휘

순천향대학교 의과대학 정형외과학교실

목적: 무수혈 환자군을 대상으로 인공관절 치환술 시행함에 있어 수혈 대체 요법을 적용하고 혈액학적 변화를 분석하여 그 결과를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 인공슬관절 치환술 및 인공고관절 치환술을 시행 받은 48명의 환자 57예를 대상으로 하였다. 수술 당시 평균 연령은 70.9세였다. 총 57예 중 인공 슬관절 치환술 15예, 인공 고관절 치환술은 42예에서 시행하였다. 술 전 혈색소 수치가 10 g/dL 이상인 경우 재조합 에리스로포에틴 2,000 단위를 일주일, 경구철분제 일주일을 투여하였고 혈색소 수치가 10 g/dL 이하인 경우 재조합 에리스로포에틴 4000 단위를 일주일, 경구철분제나 베노페룸을 일주일 투여하였다. 술 중에는 술 전 혈색소치에 상관없이 자가수혈, 혈장증량제, 국소지혈제를 사용하였으며, 술 후에는 재조합 에리스로포에틴 4,000 단위, 베노페룸을 일주일 투여하였다.

결과: 내원 시 평균 혈색소 수치가 10 g/dL 이상인 환자군은 수술 후 7일째 평균 혈색소 수치가 10.7 g/dL로 평균 1.85 g/dL의 감소율을 보였고, 내원 시 평균 혈색소 수치가 10 g/dL 이하인 환자군은 수술 후 7일째 평균 혈색소 수치가 9.18 g/dL이었다. 인공 슬관절 치환술을 시행한 환자군은 내원 시 혈색소 수치가 12.8 g/dL에서 수술 후 7일째 혈색소 수치가 10.96 g/dL, 인공 고관절 치환술을 시행한 환자군은 내원 시 혈색소 수치가 13.4 g/dL에서 수술 후 7일째 혈색소 수치가 11.8 g/dL, 재치환술을 시행한 환자군은 내원 시 혈색소 수치가 13.8 g/dL에서 수술 후 7일째 혈색소 수치가 12.75 g/dL였다.

결론: 무수혈 환자에서 정형외과적 인공관절 치환술시 적절한 수혈대체 요법의 정립이 필요하며 저자들은 적극적인 수혈 대체 요법의 적용을 통해 혈액학적 관점에서 좋은 결과를 얻었다.

색인단어: 인공관절 치환술, 무수혈, 수혈대체 요법

서론

인공관절 치환술은 수술 중 연부 조직의 절개, 관절면 및 골단부의 직접적인 노출 등으로 필연적으로 출혈을 동반하기 때문에 다양한 방법의 수혈 요법이 사용되어져 왔다.^{1,2)} 수혈의 방식으로는 동종 수혈이 고식적으로 흔하게 사용되어져 왔으며 그 외 자가

혈액을 술 전 예치하는 방법,^{3,4)} 술 중 실혈된 자가 혈액을 재사용하는 방법,⁵⁻⁷⁾ 수혈 대체제⁸⁻¹¹⁾ 등이 이용되고 있다. 최근 수혈과 관련된 혈행성 감염 질환의 전파, 수술 후 감염률의 증가, 입원 기간의 연장 등과 같은 합병증 증가 및 그에 따른 예후에 영향을 줄 수 있는 것으로 알려지면서 수혈뿐 아니라 출혈 자체를 줄이고자 하는 노력들이 시도되고 있다.^{6,12,13)} 단순히 종교적인 이유에서 뿐만 아니라 이러한 실질적인 이유로 근래 들어 수혈을 기피하려는 현상이 증가되고 있으며 이의 해결책의 하나로 수혈 대체요법에 대한 관심이 대두되고 있다. 그러나 아직까지 수혈 대체요법에 대한 표준화된 형식에 대하여는 이견이 있다. 어떠한 방식의 수혈도 거부하는 환자만을 대상으로 인공관절 치환술을 시행하면서 수혈 대체요법을 적용하여 보고한 바는 매우 적으며 이에 저자들

접수일 2009년 5월 25일 게재확정일 2010년 8월 9일

교신저자 최형석

서울시 용산구 대산로길 22 (한남동 657번지), 순천향대학교 의과대학 정형외과학교실

TEL 02-709-9250, FAX 02-794-9414

E-mail knee@schmc.ac.kr

대한정형외과학회지 : 제 45권 제 6호 2010 Copyrights © 2010 by The Korean Orthopaedic Association

"This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited."

은 종교적 이유로 수혈자체를 거부하는 환자들만을 대상으로 인공관절 치환술을 시행하면서 수술 전 및 수술 중 그리고 수술 후 수혈 대체요법을 적용하고 이의 결과를 혈액학적 관점에서 저자들의 경험을 분석하고 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

대상 및 방법

1998년 9월부터 2008년 2월까지 종교적 이유로 본원 무수혈 센터를 방문하여 인공 슬관절 전치환술 및 인공 고관절 전치환술을 시행 받은 환자를 대상으로 하였다. 본 연구에 포함된 환자는 수술 중 또는 수술 후 어떠한 실험 도는 출혈에도 동종 수혈 도는 자가 혈액 저장등의 수술기 혹은 수술 후 혈액 대체요법을 거부한 여호와의 증인 환자만을 포함하였으며, 저자들의 수혈 대체요법에 대하여 동의하지 않는 환자들과 슬관절 또는 고관절 수술 이외의 수술도 같이 시행하였던 환자 3명과, 알부민제제 수혈을 동의한 환자 5명을 제외한, 48명의 환자, 총 57예를 대상으로 하였다. 평균 환자 나이는 70.9세(27-93세)였고 남녀비는 여성이 39명, 남성이 9명의 분포를 보였다(Table 1).

수술 전 진단으로는 슬관절의 경우 15예 모두 퇴행성 관절염이 었다, 고관절의 경우 퇴행성 관절염이 17예, 대퇴골두 무혈성 괴사증이 21예, 대퇴경부 골절 후 불유합이 1예, 골반부 이형성증이 1예, 고관절 재발성 탈구가 1예, 일차 고관절 치환술 후 대퇴 스템에 발생한 무균성 해리가 1예였다(Table 2). 인공 슬관절 치환술 15예, 인공 고관절 치환술 40예, 인공 고관절 재치환술 2예를 시행하였다(Table 3). 모든 환자에서 척추마취를 시행하였으며 마취

시 유도 저혈압은 시행하지 않았다. 인공슬관절 및 인공관절 치환술은 동일한 술자에 의하여 시행되었으며 각각의 수술 방법이나 술 후 처치는 동일하였다. 인공 슬관절 치환술시 전 예에서 표준화된 술식, 즉 근위 대퇴부에 지혈대를 사용하였고 슬관절 전 방부에 슬개골 내측 종결개 도달법을 사용하였다. 사용된 인공 슬관절은 모두 Nexgen LPS (Zimmer, Warsaw, USA)이었다. 대퇴부 및 경골부 고정시에는 시멘트를 사용하였으며 슬개골 치환술은 시행하지 않았다. 인공관절 삽입 후에는 지혈대를 풀고 전기소작기를 이용하여 세심한 지혈을 시행하였다. 본 연구에 포함된 환자 중 슬개골 정렬을 위하여 외측 지대 유리술을 시행한 예는 없었다, 수술 후 모든 환자에게 동일한 흡입 배액관을 사용하였다. 체중 부하는 배액관 제거 후 부분 체중부하를 시작하여 점진적으로 전 체중부하를 시행하였다. 고관절 치환술 및 2예의 재치환술은 모두 후외측 도달법을 사용하였으며 사용된 인공 고관절은 모두 Lima (Lima LTO Udine, Italy)였다. 18예에서는 골시멘트를 사용하였고 22예에서는 골시멘트를 사용하지 않았다. 수술 후 모든 환자에게 동일한 흡입 배액관을 사용하였다. 체중부하는 수술 후 1주일부터 부분 체중부하 보행을 시행하였고 수술 후 4주일부터는 전 체중부하를 시행하였다. 수혈 대체 요법으로 저자들은 술 전 혈액소치를 기준으로 혈액소치가 10 g/dl 이상인 경우 재조합 에리스로포에틴 2,000 단위를 일주일간, 경구철분제를 일주일간 투여하였다. 술 전 혈액소치가 10 g/dl 이하인 경우 좀 더 적극적인 방법으로 고용량을 사용하였는데 재조합 에리스로포이에틴 4,000 단위를 일주일간, 경구철분제나 베노페롬을 일주일간 투

Table 1. Demographic Characteristics and Baseline Variables

	All patients	Men	Women
Total	48 (100%)	9 (18.8%)	39 (81.2%)
Age (mean years)	70.9 (27-93)	52.4 (31-93)	75.2 (27-87)
Procedure type			
Primary unilateral hip	34 (70.8%)	8 (16.7%)	26 (54.1%)
Primary bilateral hip	2 (4.2%)	0 (0%)	2 (4.2%)
Primary unilateral knee	7 (14.6%)	1 (2.1%)	6 (12.5%)
Primary bilateral knee	4 (8.3%)	1 (2.1%)	3 (6.2%)
Hip revision	2 (4.2%)	1 (2.1%)	1 (2.1%)
Comorbidities			
Hypertension	14 (29.2%)	1 (2.1%)	13 (27.1%)
Diabetes	6 (12.5%)	1 (2.1%)	5 (10.4%)
Coronary artery disease	1 (2.1%)	0 (0%)	1 (2.1%)
Other heart problems	2 (4.2%)	0 (0%)	2 (4.2%)
Vascular disease	3 (6.2%)	1 (2.1%)	2 (4.2%)
Pulmonary disease	1 (2.1%)	0 (0%)	1 (2.1%)

Table 2. Characteristics of Underlying Diseases of Arthroplasty Procedures

	Cases	
Primary disease		
Osteoarthritis (knee)	15	(26.3%)
Osteoarthritis (hip)	17	(29.8%)
Avascular necrosis of the hip	21	(36.7%)
Others		
Femur nonunion	1	(1.8%)
Hip dysplasia	1	(1.8%)
Recurrent dislocation of the hip	1	(1.8%)
Aseptic loosening of the hip	1	(1.8%)

Table 3. Type of Surgery in the Current Study

Surgery	Cases
Total knee arthroplasty	15 (26.3%)
Total hip arthroplasty	40 (70.2%)
Revision hip arthroplasty	2 (3.5%)

Table 4. Summary for Alternative Blood Management Protocol

Preoperative time	Hemoglobin >10	EPO 2,000 u subcutaneous injection/ 3 times for one week Ferrou 2 T/ day for one week
	Hemoglobin <10	EPO 4,000 u Subcutaneous injection/ 3 times for one week Ferrou 2 T/day for one week or Venoferrum 1 A mix with NS 50 cc one week before
Intraoperative time	Aprotinin	Not used if Aprotinin was administered within 6 months After induction of anesthesia, initial dose of 1 M IU IV for 15 min and 500 K IU/hr under monitoring.
	Cell saver	Blood during operation was collected by cell saver suction and red blood cell washed and separated by the device was readministered.
	Hemodilution	Collection of blood with gravity Crystalloid fluid was given to keep the systolic blood pressure above 90 mmHg. Typical ratio of fluid to blood collected was 1.5-2:1 All collected blood was stored at room temperature at around 25°C and infused after the operation Blood was collection with a goal of hematocrit 18%
Postoperative time	Any Hb level	EPO 4,000 u Subcutaneous injection/ 3 times for one week Venoferrum 1 A mix 50 cc IV once a day

Table 5. Hemodynamic Changes according to the Time Period from Baseline to Postoperative 7 Days

	Baseline	Immediate preoperative	Postoperative	Postoperative 2 days	Postoperative 7 days	Change (%)
Hemoglobin	12.1	12.3	10.6	10.9	11.1	-8.3
Hematocrit	35.7	41.6	32.3	29.3	32.8	-8.1
Platelet	293,000	340,600	262,000	255,000	343,000	+17.0

여하였다. 술 중에는 술 전 혈색소 수치에 상관없이 자가 수혈, 혈장증량제, 국소지혈제를 사용하였으며, 술 후에는 재조합 에리스로포이에틴 4,000 단위, 베노페룸을 일주일 투여하였다(Table 4). 수술 중 실혈량은 흡입 배액관으로 집적된 양에서 세척액의 양을 제외시킨 양을 측정하였다. 이들 환자들의 혈액학적 변화로는 혈중 혈색소치 및 적혈구 용적률과 혈소판 수치를 측정하였으며 각 환자마다 내원 시, 수술 직전, 수술 직후, 수술 후 2일째, 수술 후 7일째 수치를 비교분석 하였다. 또한, 내원 시 혈색소 수치에 따라 환자군을 분류하여 퇴원 시 혈색소 수치의 변화량에 대한 통계적 분석을 시행하였고, 시행한 수술별로 혈색소 수치의 변화량에 대한 통계적 분석도 시행하였다. 수술 후에는 수혈대체 요법 시행 후 혈액학적 변화와 실혈량, 재원 기간, 합병증 여부 등을 분석하였다. 각 결과의 수치는 평균과 표준편차로 표시하였으며 통계학적 분석은 SPSS software (ver 14.0, Chicago, IL, USA)을 이용하여 각각 independent sample t-test와 one-way ANOVA 검정을 거쳤고 신뢰구간은 95%, 유의수준은 p-value < 0.05로 하였다.

결 과

혈색소 수치의 변화는 내원 시 평균 12.1 g/dl, 수술 직후 평균 10.6 g/dl, 수술 후 2일째 평균 10.9 g/dl, 수술 후 7일째 평균 11.1 g/dl이

었다. 적혈구 용적률의 변화는 내원 시 평균 35.7%, 수술 직후 평균 32.3%, 수술 후 2일째 평균 29.3%, 수술 후 7일째 평균 32.8%이었다. 혈소판 수치의 변화는 내원 시 평균 293,000, 수술 직후 평균 262,000, 수술 후 2일째 평균 255,000, 수술 후 7일째 343,000이었다. 혈색소 수치, 적혈구 용적률, 혈소판 수치는 각각 내원 시에 비해 수술 후 7일째 8.3%, 8.1%의 감소율과 17%의 증가율을 나타내었다(Table 5). 이의 결과로 보아 수혈대체 요법 후 혈색소 및 적혈구 용적률은 술 후 급성기를 지나 약 일주일 경부터는 점차 회복되는 양상을 보이는 것으로 관찰되었으며 임상적으로는 근력 강화 운동 및 관절운동 회복을 위한 재활운동에 좀 더 안정적이며 용이하게 적응하는 것을 관찰하였다.

내원 시 평균 혈색소 수치가 10 g/dl 이상인 환자군에서는 수술 후 7일째 평균 10.7 g/dl로 평균 1.85 g/dl의 감소율을 보인 반면, 내원 시 평균 혈색소 수치가 10 g/dl 이하인 환자군에서는 수술 후 7일째 평균 9.18 g/dl로 평균 0.38 g/dl의 혈색소 수치의 증가율을 보여 두 군 간 통계학적으로 유의한 차이가 관찰되었다(p=0.02)(Fig. 1). 이에 대하여 저자들은 수술 전 혈색소 수치가 낮았던 경우 보다 적극적인 수혈 대체요법을 적용하기 위하여 고용량의 에리스로포이에틴을 사용함으로써 술 후 보다 안정적인 혈색소 수치를 유지할 수 있는 것으로 생각하였다.

인공슬관절 치환술을 시행한 환자군에서 혈색소 수치의 변화

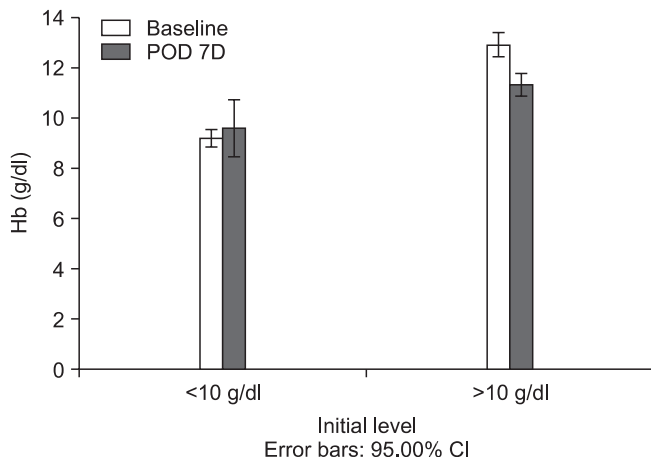


Figure 1. Changes of hemoglobin level from baseline to postoperative day 7.

는 내원 시 평균 12.8 g/dl에서 수술 후 7일째 평균 10.96 g/dl였고 인공고관절 치환술을 시행한 환자군에서의 혈액소 수치 변화는 내원 시 평균 13.4 g/dl에서 수술 후 7일째 평균 11.8 g/dl 이었고, 재치환술을 시행한 환자군에서는 내원 시 혈액소치가 평균 13.8 g/dl에서 수술 후 7일째 혈액소치가 평균 12.75 g/dl로 각각 평균 1.84 g/dl, 1.6 g/dl, 1.05 g/dl의 감소율을 보여 각 수술별 혈액소 수치의 변화는 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다 ($p=0.496$). 이는 술 전 적극적인 수혈대체 요법이 인공 슬관절과 인공 고관절 모두에 적용할 수 있는 방법으로 생각되었으나, 재치환술의 경우 2예만 포함되어 이에 대한 통계학적 의미를 구분하기는 힘들었다.

평균 재원 일수는 28.4일이었고, 평균 실혈량은 547.4 ml이었고 2예의 고관절 재치환술 2예의 경우 실혈량은 각각 760 ml, 600 ml이었다. 재사용된 평균 혈액량은 237.8 ml (43.4%)이었다. 저자들의 경우 수혈 대체요법을 통하여 가능한 안정적인 혈액학적 조건을 만드는 데에 초점을 맞추었을 뿐 아니라 수술 시 가능한 실혈을 줄이기 위하여 세심한 지혈을 하도록 노력하였으며 일반적인 평균 실혈량에 비하여 월등히 적은 실혈량을 경험할 수 있었다. 술 후 2예에서 치명적이지 않은 경미한 색전증 증세를 보였으나 1예에서는 수술 후 일주일 만에 회복하였고, 1예에서 섬망 증상이 관찰되었으나 정신과 및 신경과와의 협진을 통하여 회복하였으며, 1예에서 신경인성 방광의 합병증이 발생하였으나 알파 차단제 투여 후 호전되었다. 이러한 수술 후 합병증 중 색전증 증세를 보였던 예는 이의 발생이 수혈 대체요법과 직접적으로 관련된 증거는 없는 것으로 판단되었다.

고 찰

일반적으로 인공관절 치환술시 수술 후 평균 실혈량은 일차성 인

공 고관절 치환술의 경우 약 900–1,200 ml,^{1,2)} 인공 슬관절 치환술의 경우 약 800 ml–1,200 ml¹⁴⁾ 정도로 알려져 있다. 인공관절 치환술시 연부 조직의 절제 및 골단면의 노출 및 골 절제 등으로 인하여 출혈은 피할 수 없는 문제라 하겠다. 예상 출혈량보다 많은 실혈량을 보이는 경우 수술 중 또는 수술 후 출혈에 대하여 다양한 방식의 수혈이 사용되는 경우가 일반적이다. 종교적 이유 등으로 수혈을 거부하는 상황에서 생명을 다루는 의사는 환자의 의견을 존중해야 하는지 또는 의학적 지식이나 자신의 판단을 근거로 실혈에 대한 치료를 결정할지에 대한 고민에 빠지게 된다. 최근 수혈과 관련된 여러 가지 문제점들에 대한 관심이 높아지고 있으며 환자의 종교적 신념이나 수혈에 대한 거부감이 아니더라도 Konishi와 Kikuchi¹⁵⁾는 환자, 간호사, 의사를 포함한 340명에서 64%가 가능하다면 수혈을 피하고 싶다는 조사를 보고 하였다. 수혈 자체의 감작반응이나 발열 등의 문제점뿐만 아니라 수혈을 통한 자가 면역 기능의 저하 가능성, 후천성 면역결핍증이나 감염 같은 혈액 매개성 질환 등의 감염에 대하여 근래 여러 가지 혈액학적 검사를 통하여 감소하고 있기는 하나 이에 대한 두려움이 수혈을 기피하게 되는 또 다른 이유가 되는 것을 시사한다.

일반적으로 질병감염 가능성에 근거한 환자들은 수혈로 인해 직접적으로 생명 악화 가능성에 대하여 의사에게서 충분한 설명을 들을 경우 대부분 수혈 필요성에 대하여 수긍하게 된다. 하지만 종교적 신념에 근거한 환자들의 경우는 충분한 의사와의 대화에도 불구하고 어떠한 방식의 수혈도 받아들이지 않는다. 따라서 종교적인 신념에 근거한 환자들을 대상으로 인공관절 치환술을 시행하면서 환자의 절대적인 예후를 보장하는 마지막 기회로써 수혈을 시행할 수 없는 경우 수술 자체의 결과와는 상관 없이 혈액과 관련된 환자 처치의 차원에서 법적인 문제뿐 아니라 도전이 되는 일이다. 그러므로 수술자로서는 수술 전부터 수술 후까지 출혈로 야기 될 수 있는 다양한 문제에 대하여 보다 더 적극적인 방법의 치료 지침을 준비해야 할 필요성이 있다 하겠다.

저자들의 경우 수술 전 전담 간호사가 환자의 전반적인 상태에 대하여 병력 청취 등을 통하여 면밀히 파악한 후 수술 전에 필요한 철분 제제나 에리스로포에틴 등의 수혈 대체 요법에 사용되는 약물들에 대한 설명 및 적응에 대하여 충분히 동의를 얻고 난 후, 임상적으로 혈액소 수치, 적혈구 용적률, 혈소판 수치 등을 검사를 통하여 미리 체크 한 후 이에 적절한 약물을 투여하고 비스테로이드성 항염제, 항응고제 등을 복용 시에는 약물 중지 및 수술 전에 진단에 필요한 정맥채혈을 가능한 줄이는 방향으로 수술 준비를 하도록 지시하는 시스템을 가동 중이다. 또한 환자 및 보호자에게는 수술 전에 수혈과 관련한 확실한 고지에 근거한 선택 (informed consent)을 하게 함으로써 추후 법적인 문제에 대비하도록 하였다. 수혈 대체 요법에 사용되고 있는 약물들 중 재조합 에리스로포에틴은 골수로부터 적혈구 생성을 자극하는 일종의 글라이코 단백질의 호르몬의 일종인 에리스로포에틴과 염기배

열이 동일한 구조를 가지고 있다. 영국과 시애틀 연구^{8,9)}에서 말기 신장 질환의 재생 불량성 빈혈 환자에게서 에리스로포에틴이 적혈구 수혈을 대체할 수 있음을 설득력 있게 보여 주었다. 즉 일주일에 2-3회 정도 에리스로포에틴(15-500 u/kg)을 주사하여 용량에 의존할 수 있을 정도의 적혈구 조혈량이 가속화될 수 있으며 이러한 결과로 수혈을 요하는 환자에서 수혈 대체요법으로 에리스로포에틴 주사제 사용이 일반화된 계기를 맞았다. 에리스로포에틴은 수술 전에 적혈구량을 더욱 증가시킬 수 있는 혈액관리 방법으로 여호와의 증인 환자와 같은 기존의 동종수혈이나 자가혈액 예치와 같은 여러 혈액 관리 기법들을 받아들이지 못하는 환자들을 대상으로 하는 수술에서 매우 효과적이라 하겠다. 정형외과 영역에서의 보고들^{10,11,16)}에 의하면 에리스로포에틴의 수술 전 투여가 혈액소 수치를 증가시키는 데에 유용하며 투여된 에리스로포에틴 용량과 밀접한 관계가 있음을 보고하였다.

혈액소 수치나 적혈구 용적률은 체내 여러 복합적 환경에 의하여 변화될 수는 있으나 실혈을 예측하는 지표로 가장 많이 사용되고 있다. Nelson 등¹⁷⁾은 정형외과 영역의 수술 중 실혈량이 많은 수술에서 에리스로포에틴은 적혈구수와 적혈구 용적률, 혈액소 수치를 상당히 증가시켜 상대적인 안전한계를 제공하므로 인공관절 치환술과 재수술에 유용하다는 이론적 근거를 제시하였다. 수술 전 에리스로포에틴 투여에 대한 혈액소 수치의 기준에 대하여는 다소간의 이견이 있으며 무수혈 환자군이 아닌 일반 환자를 대상으로 한 연구에서는 술 전 혈액소 수치 13.0 g/l을 기준으로 보고한 바 있다.^{3,18,19)} Nelson 등¹⁷⁾은 동반 이완 질환이 있는 여호와의 증인을 대상으로 한 연구에서 수술 후 적혈구 용적률이 감소하면서 적혈구 용적률이 30% 미만이거나 혈액소 수치가 10 g/l 이하인 경우 사망률이 증가한다는 결과를 보고하였다. Nelson과 Stewart²⁰⁾는 술 전 적혈구 용적률을 기준으로 수술 전 30-40%의 적혈구 용적률을 에리스로포에틴 투여의 기준으로 보고한 바 있다.

저자들은 이러한 여러 연구에 근거하여 수술을 받는 환자의 대부분이 비교적 연령이 많고 이에 따른 동반 질환 가능성이 많을 수 있으며 모두 여호와의 증인환자 이므로 예상되는 실혈에 대하여 술 전 혈액소 수치를 기준으로 수혈대체 요법을 시행하였다. 즉 어떠한 경우에도 수혈 자체를 거부하는 무수혈 환자만을 대상으로 하였으므로 가능한 수술 전 혈액소 수치를 최대한 증가시켜 수술 후에도 혈액소 수치 및 적혈구 용적률을 비교적 안정적으로 유지하여 혈액학적 안전범위를 최대한 유지할 수 있도록 하는 것을 목표로 이를 위하여 수술 전 혈액소 수치가 10 이하인 경우 일주일간 총 12,000 단위를 투여하였고, 혈액소 수치가 10 이상인 경우 일주일간 총 6,000 단위의 에리스로포에틴을 투여하였다. 저자들의 결과로 보아 수술 전 혈액소 수치가 낮았던 환자군에서 수술 전 보다 안정적인 혈액량을 유지하여 수술 전 처치로 에리스로포에틴을 좀 더 적극적으로 투여함으로써 수술 후 혈액학적 관점에서 안정적인 혈액소 수치를 유지할 수 있는 결과를 얻은 것으로

판단된다.

수술 중 관리는 실혈량을 최소화하는 방법과 수혈을 위한 자가혈액을 얻는 방법을 사용할 수 있다. Thomas 등²¹⁾과 Dixon과 Smalley¹²⁾는 수술 중에 실혈을 방지하거나 최소화하기 위해 모든 수단의 활용이 중요하다고 강조하였다. 수술 중의 실혈량을 최소화하는 방법으로는 저혈압을 유지하여 출혈되는 양을 줄이는 소위 유도 저혈압 방법이 사용될 수 있다. 유도 저혈압이란 정상 혈압 환자에서 평균 동맥압을 50-65 mmHg로 의도적으로 하강시키는 것을 의미한다.⁴⁾ 이러한 유도 저혈압의 목적은 실혈량을 줄여 수술 시야 등의 실제 수술 조건을 개선하므로 특히 인공관절 치환술과 같은 수술에 효율성을 가지는 것으로 알려져 있다. Nelson과 Bowen¹³⁾에 따르면 65명의 무수혈 환자군에서 수술 중에 저혈압을 유지하여 대조군과 비교 43%의 출혈량 감소 효과를 보고하였다. 자가수혈을 위한 방법에는 수술 직전에 2-3 unit 정도를 미리 채취하여 정상 순환 체액량을 유지하면서 부족한 혈액을 크리스탈로이드 혹은 콜로이드 등의 정질액이나 교질액으로 보충하여 정상혈관내 혈액량을 유지하는 급성 정상 용적 혈액희석(acute normovolemic hemodilution) 방법 그리고 수술 중의 실혈을 회수할 수 있는 기계적 장치를 이용 수술 중 자가 수혈 방법이 있는데 자가 수혈장치 과정은 통상적으로는 수술 도중 흘러나오는 환자의 혈액을 모아서 재주입하는 것으로 자동화된 과정은 흔히 산소 운반 세포인 적혈구만 되돌려 준다. Byrne,⁵⁾ Ottesen과 Frøysaker,⁶⁾ Lichtiger 등⁷⁾은 자가수혈용 적혈구 수집기(cell saver)를 사용하여 수술 중 추출된 혈액을 재주입하는 방법을 권장하였다. 저자들의 경우도 수술 전에 미리 마취과 의사 및 전담간호사와 충분히 협의한 후 57예 중 자가수혈용 적혈구 수집기를 이용하였다. 경제적 이유로 사용이 불가능하였던 경우와 회수량이 100 cc 미만인 경우를 제외한 41예(약 72%)에서 약 43.4%의 재이용률을 얻었다.

또한 적극적으로 지혈제등의 약물 요법을 시행할 수 있는데 현재 사용되고 있는 약제들로는 desmopressin acetate (DDAVP), aprotinin과 같은 serine protease inhibitor, Epsilon-aminocaproic acid (EACA)와 tranexamic acid (TXA)와 같은 lysine analogue 그리고 Recombinant factor (rFVIIa) 등이 있다. 이 밖에도 의공학 등의 발전으로 지혈용메스, 전기소작기, 초음파소작기 등으로 인해 수술자는 수술장에서 직접적으로 출혈적 요인을 감소시킬 수 있다. 최근 Rosenberg²²⁾는 saline-coupled bipolar sealing 기법을 사용하여 출혈 감소의 효과를 보고하기도 하였다.

수술 후에도 각종 혈액동역학적인 검사수치 등을 기준으로 출혈 및 이에 관련된 약제들을 사용하게 되는데 간과하기 쉬운 것은 각종 검사로 인한 실혈을 최소화하기 위하여 정맥 채혈은 꼭 필요한 경우에만 시행하도록 하고 수술 후 흔히 발생할 수 있는 빈혈의 교정을 위해서는 산소 소모를 최소화하고 심장 박출량을 늘려서 상대적 수혈 요구를 줄이는 노력이 필요하며 이를 위하여는 적절한 약물투여가 필요할 수 있다.

본 연구의 제한점으로는 비교적 적은 수의 환자를 대상으로 하였다는 점, 비교 대상군이 없이 무수혈 환자만을 대상으로 하였다는 점이 있으며 저자들은 추후 이러한 수혈대체 요법이 일반 환자들에게도 적용이 가능한지에 관심을 가지고 연구를 진행하려는 계획을 가지고 있다. 또한 저자들의 경우 고위험군에 대하여는 심부정맥혈전증 예방을 위하여 기계적 예방법으로는 압박 스타킹 착용 및 족부 펌프를 사용하였고 약물학적 예방법으로는 저분자량 헤파린을 수술 전 및 수술 후 7일까지 사용하는 등의 고식적인 예방조치를 시행하였다. 저자들의 경우 폐혈관 촬영술 또는 동위원소 검사 등으로 확진된 치명적인(fatal) 폐 색전증은 아니었으나 경미한 2예의 폐색전증이 발생하였다. 에리스로포에틴의 사용이 색전증을 명확히 증가시킨다는 보고는 없으나 추후 이에 대한 다기관 연구 및 장기적 추사가 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

결론

무수혈 환자들을 대상으로 저자들은 계획된 수혈 대체요법 적용 후 혈액학적 변화를 분석한 결과 술 전 혈색소 수치를 최대한 증가시키는 것이 중요하며 술 중 저혈압 마취 및 실혈을 최소화할 수 있는 수술 기법의 적용, 수술 후에도 에리스로포이에틴 등을 사용함으로써 안정적 혈액학적 상태를 유지할 수 있음을 확인할 수 있었으며, 이러한 적극적인 혈액학적 방법에 대하여 보다 장기적 연구가 필요하다 하겠다.

참고문헌

- Janssens M, Joris J, David JL, Lemaire R, Lamy M. High-dose aprotinin reduces blood loss in patients undergoing total hip replacement surgery. *Anesthesiology*. 1994;80:23-9.
- Toy PT, Kaplan EB, McVay PA, Lee SJ, Strauss RG, Stehling LC. Blood loss and replacement in total hip arthroplasty: a multicenter study. The Preoperative Autologous Blood Donation Study Group. *Transfusion*. 1992;32:63-7.
- Moonen AF, Thomassen BJ, Knoors NT, van Os JJ, Verburg AD, Pilot P. Pre-operative injections of epoetin-alpha versus post-operative retransfusion of autologous shed blood in total hip and knee replacement: a prospective randomised clinical trial. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90:1079-83.
- Stehling L. Autotransfusion and hemodilution in anesthesia. *Anesthesia* 3rd ed. New York: Churchill Livingstone; 1990. 1508-10.
- Byrne MP. Abdominal aortic aneurysm surgery in the Jehovah's Witness. Use of auto transfusion. *IMJ Ill Med J*. 1976;150: 87-90.
- Ottesen S, Frøysaker T. Use of haemonetics cell saver for auto-transfusion in cardiovascular surgery. *Scand J Thorac Cardio-vasc Surg*. 1982;16:263-8.
- Lichtiger B, Dupuis JF, Seski J. Hemotherapy during surgery for Jehovah's witnesses: a new method. *Anesth Analg*. 1982;61:618-9.
- Winearls CG, Oliver DO, Pippard MJ, Reid C, Downing MR, Cotes PM. Effect of human erythropoietin derived from recombinant DNA on the anaemia of patients maintained by chronic haemodialysis. *Lancet*. 1986;2:1175-8.
- Eschbach JW, Egrie JC, Downing MR, Browne JK, Adamson JW. Correction of the anemia of end-stage renal disease with recombinant human erythropoietin. *N Engl J Med*. 1987;316:73-8.
- de Andrade JR, Jove M, Landon G, Frei D, Guilfoyle M, Young DC. Baseline hemoglobin as a predictor of risk of transfusion and response to Epoetin alfa in orthopedic surgery patients. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 1996;25:533-42.
- Weber EW, Slappendel R, Hémon Y, et al. Effects of epoetin alfa on blood transfusions and postoperative recovery in orthopaedic surgery: the European Epoetin Alfa Surgery Trial (EEST). *Eur J Anaesthesiol*. 2005;22:249-57.
- Dixon JL, Smalley MG. Jehovah's Witnesses. The surgical/ethical challenge. *JAMA*. 1981;246:2471-2.
- Nelson CL, Bowen WS. Total hip arthroplasty in Jehovah's Witnesses without blood transfusion. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68:350-3.
- Lotke PA, Faralli VJ, Orenstein EM, Ecker ML. Blood loss after total knee replacement. Effects of tourniquet release and continuous passive motion. *J Bone Joint Surg Am*. 1991;73:1037-40.
- Konishi A, Kikuchi K. Advertisement of bloodless medicine: the role of the department of anesthesiology. *Autotransfusion*. 1996;9:17-9.
- Faris PM, Ritter MA. Epoetin alfa. A bloodless approach for the treatment of perioperative anemia. *Clin Orthop Relat Res*. 1998;357:60-7.
- 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.
- Moonen AF, Neal TD, Pilot P. Peri-operative blood management in elective orthopaedic surgery. A critical review of the literature. *Injury*. 2006;37 Suppl 5:S11-6.

19. Deutsch A, Spaulding J, Marcus RE. Preoperative epoetin alfa vs autologous blood donation in primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2006;21:628-35.
20. 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.
21. Thomas GI, Edmark KW, Jones TW. Some issues involved with major surgery on Jehovah's witnesses. *Am Surg*. 1968;34:538-44.
22. Rosenberg AG. Reducing blood loss in total joint surgery with a saline-coupled bipolar sealing technology. *J Arthroplasty*. 2007;22(4 Suppl 1):82-5.

Hemodynamic Analysis of Patients Who Underwent Arthroplasty without Blood Transfusion

You-Sung Suh, M.D., Hyung-Suk Choi, M.D., Sung-Hun Won, M.D., Myoung-Hoe Kim, M.D.,
Dong-Il Chun, M.D., and Jae-Hwi Nho, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Soonchunhyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To analyze the hemodynamic changes in patients who underwent total joint arthroplasty and received alternative treatment to blood transfusion.

Materials and Methods: Fifty-seven cases in 48 patients who received total knee and hip arthroplasty between 1998 September and 2008 February were enrolled. The mean age at the point of surgery was 70.9 years. The types of joint arthroplasty included 15 cases of total knee arthroplasty and 42 cases of total hip arthroplasty. Alternatives to blood transfusion entailed administration of 2,000 units of recombinant EPO and oral iron supplement for 1 week in patients with preoperative hemoglobin level higher than 10 g/dl, and 4,000 units of recombinant EPO with oral iron supplement or venoferrum for 1 week in patients with preoperative hemoglobin level lower than 10 g/dl. Intra-operatively, autotransfusion, plasma expander, topical hemostatic agents were used irrespective of the preoperative hemoglobin level. Postoperatively, 4,000 unit of recombinant EPO and venoferrum were administered for one week.

Results: Patients with mean hemoglobin level higher than 10 g/dl exhibited mean hemoglobin level of 10.7 g/dl (a mean 1.85 g/dl decrease) 7 days after the operation. Patients with mean hemoglobin level lower than 10 g/dl exhibited increased mean hemoglobin level of 9.18 g/dl (a mean 0.38 g/dl decrease) 7 days after the operation. Patients who underwent total knee arthroplasty exhibited reduction of hemoglobin from 12.8 g/dl to 10.96 g/dl (a mean decrease of 1.4 g/dl) 7 days after the operation. Patients who underwent total hip arthroplasty exhibited a change of hemoglobin from 13.4 g/dl to 11.8 g/dl (a mean decrease of 1.84 g/dl) 7 days after the operation. Patients who underwent revision arthroplasty exhibited a change of hemoglobin from 13.8 g/dl to 12.75 g/dl (a mean decrease of 1.05 g/dl) 7 days after the operation.

Conclusion: In patients who refuse blood transfusion, there is a need to establish an adequate alternative blood management plan for surgery, such as total joint arthroplasty. We obtained good results with the hemodynamic protocol adapted for the perioperative period.

Key words: arthroplasty, transfusion, alternative blood management

Received May 25, 2009 **Accepted** August 9, 2010

Correspondence to: Hyung-Suk Choi, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Soonchunhyang University Hospital, 22, Daesagwan-gil (657 Hannam-dong), Yongsan-gu, Seoul 140-743, Korea

TEL: +82-2-709-9250 **FAX:** +82-2-794-9414 **E-mail:** knee@schmc.ac.kr