고관절 재치환술 환자에서 급성 동량성 혈액희석 시행에 따른 수혈양상의 분석

서울대학교 의과대학 마취과학교실

심성은 · 안정환 · 노영진 · 도상환 · 이상철

An Analysis for Blood Transfusion in Revision Total Hip Arthroplasty

Sung-Eun Sim, M.D., Jeong-Hwan Ahn, M.D., Young-Jin Roh, M.D., Sang-Hwan Do, M.D., and Sang-Chul Lee, M.D.

Department of Anesthesiology, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: This study was performed to investigate the clinical usefulness of acute normovolemic hemodilution to reduce homologous transfusion in revision total hip arthroplasty. To avoid complications of homologous transfusion, many methods are being used in patients who undergo an operation, and autologous transfusion is the most popular modality.

Methods: Fifty-five patients operated on for revision THRA were reviewed. In the hemodilution group ($n = 21$), 2–4 units of autologous blood were procured immediately after anesthetic induction while Ringer's lactate and 6% Haes-steril were infused to maintain normovolemia. Differences in the amounts of transfusions and postoperative drainage were compared. Statistical analyses were performed by using the Student's *t*-test.

Results: No significant differences were observed between groups in terms of preoperative hematocrit and hematocrit at postoperative 7 days. However, in the homologous transfusion group, 10.1 ± 3.2 units of RBC products were used in 34 patients. In the autologous transfusion group, 7.5 ± 2.6 units of RBC products were transfused in 21 patients. And this difference in RBC produce usage was significantly different ($P < 0.05$). The amount of postoperative wound drainage in the two groups was comparable.

Conclusions: ANH could reduce the requirement for homologous transfusion in revision total hip arthroplasty. (**Korean J Anesthesiol 2003; 45: 189~193**)

Key Words: acute normovolemic hemodilution, autotransfusion, homotransfusion, induced hypotention, overtransfusion, revision total hip arthroplasty.

서론

정형외과 수술 중에서 관절치환술은 수술 중 또는 수술 후의 다량의 실혈로 통상 수혈을 필요로 한다. 고관절 전치환술의 경우 수술 후 시간이 지남에 따라 인공관절이 헐거워지고 통증을 초래하여 대략 15년이 경과하면 대부분의 환자에서 재수술을 필요로 한다.¹⁾ 고관절 재치환술의 경우 수술시간이 처음 수술에 비해 두 배 이상 걸리고 다량의

출혈을 동반하기 때문에 마취과 의사들은 수혈의 부작용을 줄이고 출혈을 감소시킬 수 있는 방법을 찾게 된다.

자가수혈은 수혈이 예상되는 환자에서 동종혈액의 사용을 감소시킬 수 있는 방법으로 알려져 있다. 자가수혈의 방법으로는 수술 전 혈액예치에 의한 수술 전 자가수혈법(preoperative autologous donation), Cell Saver를 이용한 수술 중 자가수혈법(intraoperative autotransfusion), 혈액 회수 후 재주입이 가능한 특수 헤모백을 이용한 수술 후 자가수혈법(postoperative autotransfusion)과 급성 동량성 혈액희석법(acute normovolemic hemodilution, ANH)으로 나눌 수 있다. 자가수혈은 동종수혈에 비해 여러가지 장점이 있는데, 동종혈액의 수혈 시에 발생할 수 있는 용혈반응 등 동종면역에 대한 수혈 부작용과 감염을 피할 수 있다는 장점뿐만 아니라, 동종수혈을 시행한 환자에 비해 술 후 암의 재발률과 수술부위의 국소감염의 빈도가 더 낮다는 보고도 있다.¹⁻³⁾

논문접수일 : 2003년 5월 6일

책임저자 : 도상환, 서울시 종로구 연건동 28

서울대학교병원 마취과학교실, 우편번호: 110-744

Tel: 02-760-2467, Fax: 02-747-5639

E-mail: shdo@snu.ac.kr

석사학위 논문임.

ANH는 마취유도 전후에 신선자가혈액을 확보하여 나중에 필요할 때 환자에게 수혈하는 방법으로 혈소판과 응고 인자가 풍부하고 혈액의 질도 자가수혈의 방법 중 가장 우수하며 적용하기 간편하고, 가장 경제적인 자가수혈 방법으로서 마취과 의사들로부터 큰 관심을 끌고 있다. 특히 ANH는 최근 자가수혈의 가장 대표적인 방법인 수술 전 자가혈액예치법과 같이 적용하여 자가수혈의 효과를 더 높일 수 있다거나 또는 수술 전 자가혈액예치법을 대체할 수 있다는 보고까지 나오는 등 그 적용범위가 점차 넓어지고 있다.⁴⁻⁶⁾

본원에서 많이 시행되는 고관절 재치환술의 경우 그 수혈량이 적지 않음에도 불구하고 ANH법을 적용한 군과 대조군으로 나누어 그 효과를 비교 분석한 연구가 없어 저자들은 최근 1년간 시행된 고관절 재치환술에서 ANH 시행에 따른 동종혈액의 수혈양상의 변화를 분석하기 위하여 후향적 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

2001년 9월부터 2002년 9월 사이에 같은 외과의에게 고관절 재치환술을 받은 환자들을 대상으로 했으며 미국마취과학회 신체등급 분류상 3등급 이상인 경우, 부위마취를 시행한 경우와 75세 이상인 경우는 대상에서 제외하였다. 모두 65예의 환자 중 위의 기준에 벗어나는 환자 10명을 제외하여 55예의 환자가 취합되었고 이중 21예는 ANH군, 34예는 대조군이였다(Table 1). 각 환자들의 의무기록을 후향적으로 조사하였다.

마취 전 투약 없이 환자가 수술장에 도착한 후 thiopental, vecuronium을 사용하여 마취유도 후 N₂O-O₂-enflurane으로 마취를 유지하였고, 요골동맥카테터를 거치하여 지속적으로 동맥압을 감시하였고 중심정맥카테터도 거치하였다. ANH군은 마취유도후 헤마토크리트값을 기준으로 45 이상인 경우 자체무게가 80 g인 혈액백을 기준으로 410 g이 될 때까지 3-4단위를 채혈하였고 45 미만인 경우는 2단위를 채혈하였다. 수액요법은 채혈량을 기준으로 6% Haes-steril 동량 또는 Hartmann's solution 3배의 용량으로 혈관 내 용적을 유지하였다. 유도저혈압은 ANH군 21명 중 순환예비능이 충분하여 안전하다고 판단되는 13명의 환자에서 labetalol 또는 esmolol을 이용하여 수축기 혈압이 70-80 mmHg로 유지하는 것을 목표로 하여 시행되었다.

채혈 후 헤마토크리트값을 검사하였고 수술 중 1시간 간격으로 헤마토크리트값을 확인하였다. 수술 중의 수혈은 환자의 나이 및 전신상태, 실혈량, 수술 직전 및 도중의 혈액 검사 결과, 활력징후 등을 마취과 의사가 종합적으로 판단하여 시행되었으며 추정 실혈량이 헤마토크리트값 20%를

기준으로 했을 때의 허용실혈량을 초과하거나 또는 그 이전이라도 실혈로 인해 수액요법에도 불구하고 활력징후가 불안정해지면 수혈이 시행되었으며, 대개는 주수술 조작이 끝날 무렵부터 수혈이 시행되었다. 혈액 희석법으로 확보된 혈액은 나중에 채혈된 것부터 사용되었으며, 수술 후 병실에서 수혈은 정형외과의의 판단에 따라 시행되었다.

수술 직후와 술 후 2일째, 7일째 헤마토크리트값을 비교하였고 수술 후 7일째 헤마토크리트값을 두 군의 차이의 최종결과로 하였고, 술 중, 술 후 2일간, 술 후 3일에서 7일간으로 나누어 RBC사용량을 조사하여 분석했으며 수술 후 총배액량을 같이 조사하였다. ANH군에서는 유도저혈압을 시행한 군과 시행하지 않은 군으로 나누어 수혈량을 분석하였다. 각종 결과수치는 평균과 표준편차로 표시하였으며, 동종수혈군의 결과를 대조군으로 하여 ANH군의 결과를 Student's *t*-test로 비교분석하였다. P값이 0.05 미만일 때 의미있는 것으로 간주하였다.

결 과

대상 환자의 성별, 나이, 체중, 신체등급 및 수술시간은 두 군간에 유의한 차이는 없었다(Table 1).

술 전 헤마토크리트값은 ANH군 $41.9 \pm 3.3\%$, 대조군 $40.1 \pm 3.7\%$ 로 양 군간에 유의한 차이는 없었다($P > 0.05$). ANH군에서 술 후 7일째 헤마토크리트값은 $34.3 \pm 3.7\%$, 적혈구제제 사용량은 7.6 ± 2.6 단위로 나타났으며, 대조군에서는 $35.5 \pm 3.6\%$, 10.1 ± 3.2 단위로 나타났다(Table 2, 3). ANH군에서의 채혈량은 2단위가 7명, 3단위가 12명, 4단위가 2명이었으며 모두 해당 환자에게 사용되었으며 환자당 자가수혈 확보량은 916 ± 201 ml였다. 수술 직후 회복실에서 시행한 헤마토크리트값에서는 혈액희석군에서 $28.9 \pm 3.0\%$, 대조군에서 $33.7 \pm 4.1\%$ 로 혈액희석군에서 술 후 헤마토크리트값이 낮은 것으로 나타났으나($P < 0.05$), 술 후

Table 1. Demographic Data

	ANH group (n = 21)	Control group (n = 34)
Male : Female	13 : 8	19 : 15
Age (year)	47.7 ± 12.5	51.6 ± 11.7
Weight (kg)	62.3 ± 8.0	63.9 ± 10.6
ASA PS (I : II)	15 : 6	21 : 13
Operation time (minutes)	344 ± 52	351 ± 50

Values are expressed as mean $\pm$ SD. ANH: acute normovolemic hemodilution, ASA PS: American society of anesthesiologists patient score.

Table 2. Perioperative Hematocrit Findings

	ANH group (n = 21)	Control group (n = 34)
Preoperation (%)	41.9 ± 3.3	40.1 ± 3.7
PACU (%)	28.9 ± 3.0*	33.7 ± 4.1
Postop. 2 nd day (%)	31.1 ± 4.1	31.6 ± 3.3
Postop. 7 th day (%)	34.3 ± 3.6	35.5 ± 3.6

Values are expressed as mean ± SD. ANH: acute normovolemic hemodilution, PACU: post anesthetic care unit, *: P < 0.05 vs control group.

Table 3. Transfused Homologous RBC (unit) and Postoperative Drainage

	ANH group (n = 21)	Control group (n = 34)
During operation (unit)	1.3 ± 1.5*	4.2 ± 1.8
PACU or Ward at operation day (unit)	4.5 ± 1.9	4.4 ± 1.8
Postop. 2 nd day (unit)	1.3 ± 1.4	1.1 ± 1.4
Postop. 3 rd day -7 th day (unit)	0.4 ± 0.8	0.4 ± 0.8
Total transfused RBC (unit)	7.6 ± 2.7*	10.1 ± 3.2
Total drainage (ml)	1468 ± 385	1509 ± 524

Values are expressed as mean ± SD, 1 unit: 320 ml. ANH: acute normovolemic hemodilution, PACU: post anesthetic care unit. *: P < 0.05 vs control group.

2일째와 7일째 헤마토크리트값은 두 군 간에 유의한 차이가 없었으며, 적혈구 제제의 총사용량은 ANH군에서 유의하게 적게 나타났다(P < 0.05). 총배액량은 ANH군에서 1468 ± 385 ml, 대조군에서 1509 ± 524 ml로 유의한 차이가 없었다(P > 0.05). 적혈구 제제 중 전혈은 ANH군에서 1명의 환자에게 술 후 2단위가 투여되었으며, 나머지 환자들에서는 모두 농축적혈구가 사용되었다.

신선동결혈장은 ANH군에서 환자당 3.0 ± 1.6단위가 사용되었는데 수술 중 심한 출혈로 자가혈액 2단위 외에 적혈구제제 5단위를 투여했던 1명에게 1단위가 투여되었고 나머지는 모두 술 후 외과외에 의해 투여되었다. 대조군에서는 환자당 4.0 ± 1.9단위가 사용되었는데 수술 중 평균 1단위가 사용되었고 나머지는 술 후에 투여되었다. 혈소판 농축액은 모두 술 후에 사용되었고 ANH군에서 4단위가 투여된 환자가 2명, 6단위가 투여된 환자가 1명 있었고, 대조군에서는 6단위가 투여된 환자가 10명, 18단위가 투여된 환자가 1명 있었다(Table 4).

유도저혈압 시행여부에 따른 수혈양상 분석에서 총 21명의 ANH군 중 13명에서 유도저혈압이 시행되었고 8명에서

Table 4. Other Transfused Blood Component

	ANH group (n = 21)	Control group (n = 34)
Fresh frozen plasma (unit)	3.0 ± 1.6	4.0 ± 1.9
Platelet (unit)	0.7 ± 1.7*	2.3 ± 3.9

Values are expressed as mean ± SD. ANH: acute normovolemic hemodilution. *: P < 0.05 vs control group.

는 시행되지 않았는데 각각의 RBC사용량이 7.8 ± 2.5단위, 7.0 ± 2.9단위로 나타났고 통계적인 의미는 없었다.

수술 및 마취와 상관없이 수혈과 관련된 것으로 생각되는 부작용이 9예에서 나타났고, 37.5°C 이상의 발열이 7예, 담마진과 소양증이 2예에서 발생하였다.

결론적으로 고관절 재치환술을 시행받은 환자에서 ANH를 시행한 군과 대조군 사이의 동종수혈량에는 유의한 차이를 보였으나 술 전, 술 후의 환자의 헤마토크리트값은 차이가 없는 것으로 나타나 혈액희석군에서 수혈요구량을 감소시킨다는 결과를 얻었다(Table 3).

고 찰

고관절 재치환술은 수술시간이 길고 수술 중 뿐만 아니라 술 후에도 많은 실혈을 동반하는 수술이다. 따라서 통상 수혈이 필요하기 마련이며 수혈을 줄이고자 유도저혈압이나 자가수혈법 등이 사용되어 왔다. 수술 전 자가혈액 예치법의 경우 그 적응이 매우 넓으며 Thomson 등은 관절치환술 또는 척추융합술을 시행받은 159명의 환자에게 수술 전 자가혈액 예치법을 시행한 결과 64%에서 자가수혈만으로 실혈량을 충족시킬 수 있다고 보고하였다.⁷⁾ 그러나 채혈 시 최소 3일에서 1주일 간격으로 채혈해야 하고 마지막 채혈 후 적어도 3일은 경과되어야 하므로 채혈량이 많아질수록 준비기간이 늘어나며 혈액예치 시 빈혈 예방을 위해 복용하는 철분제제가 위장장애의 부작용을 유발하므로 환자의 협조가 쉽지 않다는 단점이 있다.

수술 중 자가수혈법은 Cell Saver라는 고가의 장비 및 별도의 운용인력이 필요하고 수술 중 실혈량이 많을 경우 혈액응고인자의 소실로 인해 희석성 혈액응고이상(dilutional coagulopathy)을 초래할 가능성이 있다.⁸⁾ 또 공기에 노출된 혈액을 사용하기 때문에 패혈증, 공기 색전증, 용혈, 혈소판 감소증, 혈소판 기능부전, 파종성 혈관 내 응고병증 등의 합병증이 발생할 수 있다고 한다.^{8,9)} 하지만 적절히 사용될 경우 동종수혈의 50-60%를 예방할 수 있다는 보고들이 있다.^{10,11)}

수술 후 자가수혈법은 비교적 연구가 덜 되어 있으나 Heddle 등은 슬관절성형술시 이 방법을 적용하여 동종혈액

(적혈구제제)의 수혈량을 1.2 ± 1.0 단위에서 0.4 ± 0.8 단위로 감소시킬 수 있었다고 보고한 바 있다.¹²⁾ 그러나 낮은 헤마토크리트값이 조직액으로 희석되어 더욱 떨어지며 발열반응을 자주 일으키는 등 혈액의 질이 다른 자가혈액에 비해 뒤진다.¹³⁻¹⁵⁾ 이들에 비해 ANH는 적용이 간편하여 정맥수술은 물론 응급수술에도 적용이 가능하며, 혈소판과 응고인자가 풍부한 신선자가혈액을 얻을 수 있을 뿐 아니라 매우 경제적이란 장점이 있다.

ANH의 금기로는 혈중 혈색소치가 11 g/dl 미만인 빈혈이 해당되며, 그 밖에 신장 기능이 떨어져 있는 경우에는 혈액 희석시에 투여되는 대량의 수액이 배설되기가 곤란하므로 역시 금기가 된다. 또한 관상동맥질환과 같이 심박출량의 증가가 불가능하거나 바람직하지 않은 경우에도 금기가 된다.¹⁶⁾ ANH의 적용 시 인체의 보상기전으로는 가장 중요한 심박출량의 증가 이외에도 혈액 점도의 감소에 의한 혈류의 개선, 혈액학의 변화, 헤모글로빈으로부터의 산소추출(oxygen extraction)의 증가, 산소-헤모글로빈 해리곡선의 우측 이동 등을 들 수 있다. 이들 보상기전으로 헤마토크리트값이 20%까지 떨어져도 심장, 뇌, 간, 신장 등 여러 장기의 산소화가 손상을 받지 않고 유지될 수 있다.¹⁴⁾

동종수혈은 인체의 면역체계에도 영향을 미쳐 암의 재발률이나 수술부위의 감염률 등을 더 높이는 것으로 알려져 있다. Mezrow 등의 연구에 의하면 부인과, 정형외과 등 각종 수술 환자에서 혈액의 세균배양검사로 확인한 결과 자가수혈군에서 동종수혈에 비해 유의하게 낮은 감염률을 보인 것으로 나타났다.³⁾

본 연구결과 ANH군에서는 동종수혈군에 비해 투여된 동종혈액의 양이 유의하게 적어 자가수혈이 동종혈액의 사용량을 줄일 수 있다는 점을 확인할 수 있었다. ANH에 의해 동종 수혈량이 감소하는 이유는 혈액희석으로 인해 수술 도중에 헤마토크리트값이 낮게 유지되어 수술 중 실혈량이 같다 하더라도 적혈구의 손실이 적기 때문이며 또한 혈액 희석으로 확보된 자가혈액의 경우에는 소위 신선자가혈액으로서 혈소판과 혈액응고인자가 풍부하여 혈액응고에 좋은 영향을 미칠 수 있는 것으로 알려져 있다.¹⁰⁾ 국내 연구에서도 적주수술 시 자가수혈을 사용했을 때 수술 후 배액량이 유의하게 줄었다는 보고도 있으나^{15,17)} 본 연구에서는 그러한 차이를 발견할 수 없었다.

임상에서 흔히 이용되는 유도저혈압은 약제를 이용하여 환자의 혈압을 인위적으로 낮춤으로써 수술 시 출혈량을 줄이고 수술시야를 좋게 하며 따라서 수술시간까지 단축시키는 목적으로 시행하는 마취의 특수기법 중 하나이다. 평균 동맥압을 50-65 mmHg까지 유지할 경우 출혈량을 감소시키는 것 이외에 깨끗한 수술시야를 얻을 수 있는 장점이 있으며 50-55 mmHg 범위에서는 중추신경계의 자율조절기

능이 영향을 받지 않는 것으로 되어 있다.¹⁸⁾ McNeill 등은 척추의 고정수술시 nitroprusside를 사용하여 유도저혈압을 시행하면 평균 실혈량을 40% 정도 감소시킬 수 있고 수술 시간도 단축된다고 보고하였다.¹⁹⁾ 그러나 본 연구결과에서는 유도저혈압 시행여부가 수혈감소에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 그 이유는 유도저혈압을 시행한 군에서의 혈압의 변동 범위가 80-100 mmHg로 목표범위에 도달하지 못한 경우가 많았으며, 또한 유도저혈압 시행에 따른 효과를 판단하기에는 환자군의 수가 부족하였기 때문이라고 생각된다. 유도저혈압과 ANH의 동시 적용은 여러 논란이 있어 왔는데 보고에 의하면 헤마토크리트값을 27% 정도까지 ANH를 시행한 후 유도저혈압을 동시에 적용하였을 때 혈액학적인 변화 및 산소 운반능에 있어서 안전하다고 보고된 바 있으며(고홍 외, 1994) ANH와 esmolol을 이용한 유도저혈압을 동시에 적용한 경우에도 조직의 산소운반량은 감소하나 산소소모량은 유지되어 최소한의 산소균형이 유지된다고 발표된 바 있다.^{20,21)}

본 연구에서 ANH군에서 술 중 수혈된 적혈구제제가 1.3 ± 1.5 단위, 술 후에 투여된 적혈구제제가 6.3 ± 1.8 단위, 퇴원 시 평균 헤마토크리트값이 $36.4 \pm 2.4\%$ 라는 결과를 얻었는데, 수술 중 수혈은 헤모글로빈이 7-8 g/dl 이하로 떨어진 경우에 마취과 의사에 의해 수혈이 시행되었으나 수술 후의 수혈은 정형외과 의사에 의해 헤모글로빈 10 g/dl를 기준으로 하여 시행되어 과수혈이 초래된 것으로 생각된다.

미국마취과학회의 지침(Practice Guidelines for Blood Component Therapy, 1996)에 따르면 모든 환자에서 혈액색소치만을 기준으로 수혈하는 것은 바람직하지 않으나 혈액색소치가 10 g/dl 이상이면 수혈이 거의 필요없고, 혈액색소치가 6 g/dl 이하이면 언제나 필요하며 혈액색소치가 6-10 g/dl이면 부적절한 산소운반 능력으로 합병증의 위험이 있다고 판단될 때 수혈을 하라고 제안하였다. NIH Consensus Conference에서는 혈액색소 수치가 7 g/dl 이하인 경우를 적혈구 수혈의 기준으로 제안하였고(National Institutes of Health, 1988), Transfusion Practices Committee of the American Association of Blood Banks에서는 혈액색소 수치가 8 g/dl 이하인 경우를 적혈구 수혈의 기준으로 제안하였으며,²²⁾ 건강한 성인에서는 정상 혈액량이 유지되는 한 혈액색소치가 7 g/dl 이하로 떨어지기 전까지는 조직의 산소운반이 적절하다고 한다(National Institutes of Health, 1988). 이 지침을 철저히 따르지 않더라도 환자의 의식과 혈액검사소견, 배액량 등을 통해 적절한 수혈요구량을 판단하여 투여한다면 술 후의 수혈량이 크게 감소할 것임은 분명하다. 최준권 등은 수혈을 시행한 수술 환자에서 수술 후 헤마토크리트값치가 32% 이상인 경우가 총 211명의 환자 중 56%가 넘는 119명으로서 과수혈례가 빈발함을 보고하였는데²³⁾ 이는 1960년대에 혈액색소

수치 10 g/dl를 기준으로 한 수혈의 적응증이 보고된 이후 이에 맞추어 수혈을 시행해 온 관례가 과수혈의 또 하나의 원인으로 생각할 수 있다.^{24,25)}

감염성 질환의 전파 위험이 큰 신선동결혈장(Fresh frozen plasma, FFP)의 경우 ANH군에서 환자당 3.0 ± 1.6 단위, 대조군에서 환자당 4.0 ± 1.9 단위가 수혈되었다. 미국마취과 학회에서는 FFP 투여지침(Practice Guidelines for Blood Component Therapy, 1996)을 warfarin 요법 시 긴급히 역전이 필요할 때, 특정 혈액응고인자의 결핍시, prothrombin time과 partial thromboplastin time이 정상의 1.5배보다 증가되었을 때, 총혈액량 이상의 수혈을 받은 환자에서 혈액응고검사를 시행할 시간이 없을 때로 제한하고 FFP를 혈장량 또는 알부민 농도를 증가시킬 목적으로 사용하는 것은 금기라고 하였다. 혈액응고인자의 농도가 정상의 20-30%만 되면 일반적으로 혈액응고에 문제가 없다는 보고를 고려하면 FFP의 사용 역시 잘못된 과수혈례라고 할 수 있다.^{26,27)}

결론적으로 고관절 재치환술에서 급성 동량성 혈액희석법을 시행하여 동종수혈량을 유의하게 줄일 수 있다는 결과가 나왔고 동종수혈을 줄이기 위한 노력은 마취과 의사에 의해서도 행해지고 있으나 외과의의 협조와 병원의 교육 등이 수반되어야 그 결실을 맺을 수 있을 것이라 생각된다.

참 고 문 헌

- Blumberg N, Triulzi DJ, Heal JM: Transfusion-induced immunomodulation and its clinical consequences. *Trans Med Rev* 1990; 4: 24-35.
- Triulzi DJ, Vanek K, Ryan DH, Blumberg N: A clinical and immunologic study of blood transfusion and postoperative bacterial infection in spinal surgery. *Transfusion* 1992; 32: 517-24.
- Mezrow CK, Bergstein I, Tartter PI: Postoperative infections following autologous and homologous blood transfusion. *Transfusion* 1992; 32: 27-30.
- 도상환, 손종찬, 김정수, 조현성, 함병문, 김성덕: 척추수술 시 수술 전 자가혈액예치와 급성 동량성 혈액희석법을 이용한 병용 자가수혈법. *대한마취과학회지* 1997; 32: 592-6.
- Ness PM, Bourke DL, Walsh PC: A randomized trial of perioperatively deposited blood in elective surgery. *Transfusion* 1991; 31: 226-30.
- Monk TG, Goodnough LT, Birkmeyer JD, Brecher ME, Catalona WJ: Acute normovolemic hemodilution is a cost-effective alternative to preoperative autologous blood donation in patients undergoing radical retropubic prostatectomy. *Transfusion* 1995; 35: 559-65.
- Thomson JD, Callaghan JJ, Savory CG, Stanton RP, Pierce RN: Prior deposition of autologous blood in elective orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg* 1987; 69: 320-4.
- Law JK, Wiedel JD: Autotransfusion in revision total hip arthroplasties Using uncemented prostheses. *Clinical Orthopedics and Related Research* 1989; 245: 145-9.
- Goulet JA, Bray TJ, Timmerman LA, Benson DR, Bargar WL: Intraoperative autologous transfusion in orthopedic patients. *J Bone Joint Surg* 1989; 71: 3-8.
- Elawad AR, Oehlin A, Berntorp E, Nilsson IM, Fredin H: Intraoperative autotransfusion in primary hip arthroplasty. *Acta Orthop Scand* 1991; 62: 557-62.
- Flynn JC, Metzger CR, Csencsitz TA: Intraoperative autotransfusion in spinal surgery. *Spine* 1982; 7: 432-5.
- Heddl NM, Brox WT, Klama LN, Dickson LL, Levine MN: A randomized trial on the efficacy of an autologous blood drainage and transfusion device in patients undergoing elective knee arthroplasty. *Transfusion* 1992; 32: 742-6.
- Harrap RS, Whyte GS, Farrugia A, Jones C: Some characteristics of blood shed into the Solcotrans postoperative orthopedic drainage/reinfusion system. *Med J Aust* 1992; 157: 95-6.
- Clements DH, Sculco TP, Burke SW, Mayer K, Levine DB: Salvage and reinfusion of postoperative sanguineous wound drainage. *J Bone Joint Surg* 1992; 74: 646-51.
- 도상환, 임영진, 김종수, 이지호, 고 홍, 함병문: 척추수술 시 자가수혈에 관한 연구-자가수혈과 동종수혈의 비교. *대한마취과학회지* 1995; 28: 699-707.
- Stehling L, Zauder HL: Acute normovolemic hemodilution. *Transfusion* 1991; 31: 857-68.
- 도상환, 황의영, 김지애, 한미애, 최익현, 고 홍 등: 척추수술 시 급성 동량성 혈액희석법은 수혈요구량을 감소시킨다. *대한마취과학회지* 1997; 33: 458-62.
- Slack WK, Walther WW: Cerebral circulation studies during hypotensive anaesthesia using radioactive Xenon. *Lancet* 1963; 1: 1082.
- McNeill TW, Dewald RL, Kuo KN, Bennett EJ, Salem MR: Controlled hypotensive anesthesia in scoliosis surgery. *J Bone Joint Surg* 1974; 56: 1167-72.
- 고 홍, 김현정: 후척추 고정술 시 혈액희석과 유도저혈압의 병용이 혈액학 및 산소운반능에 미치는 영향. *대한마취과학회지* 1994; 27: 1620-7.
- Lim YJ, Kim CS, Bahk JH, Ham BM, Do SH: A clinical trial of esmolol-induced controlled hypotension with or without acute normovolemic hemodilution. *Acta Anaesth Scand* 2002; 47: 74-8.
- Silberstein LE, Kruskall MS, Stehling LC, Johnston MF, Rutman RC, Samia CT, et al: Strategies for the review of transfusion practices. *JAMA* 1989; 262: 1993-7.
- 최준권, 손종찬, 김종성, 김용락: 수술 환자에서 과수혈례에 대한 분석. *대한마취과학회지* 1997; 32: 240-3.
- Diethrich EB: Evaluation of blood transfusion therapy. *Transfusion* 1965; 5: 82-8.
- Reece RL, Beckett RS: Epidemiology of single-unit transfusion. *JAMA* 1966; 195: 113-8.
- Reed RL, Heimbach DM, Counts RB, Ciavarella D, Baron L, Carrico CJ, et al: Prophylactic platelet administration during massive transfusion. *Ann Surg* 1986; 203: 40-8.
- Ciavarella D, Reed RL, Counts RB, Baron L, Pavlin E, Heimbach DM, et al: Clotting factor levels and the risk of diffuse microvascular bleeding in the massively transfused patient. *Br J Haematol* 1987; 65: 365-8.