

척추수술시 급성 동량성 혈액희석법은 수혈요구량을 감소시킨다

서울대학교 의과대학 마취과학고실 및 금강병원 마취과*

도상환 · 황의영 · 김지애 · 한미애*
최익현 · 고홍 ·곽일룡

- Abstract -

Acute Normovolemic Hemodilution Decreases Transfusion Requirement in Spinal Surgery

Sang Hwan Do, M.D., Eui Young Hwang, M.D., Jie Ae Kim, M.D.
Mi Ae Han, M.D.*, Ik Hyun Choi, M.D., Hong Ko, M.D.
and Il Yong Kwak, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Seoul National University
and Kum Kang Hospital*, Seoul, Korea

Background: Acute normovolemic hemodilution (ANH) is known as the easiest and most economical and the quality of autologous blood saved by it is the best of all methods of autotransfusion. To investigate the efficacy of ANH, we studied whether it could reduce the transfusion requirement in spinal surgery.

Methods: Forty patients were randomly divided into 2 groups. In the hemodilution group (n=20), 2 or 3 units of autologous blood were procured immediately before or after anesthetic induction while Ringer's lactate and pentastarch were infused to maintain normovolemia. All patients received deliberate hypotension induced by labetalol. Perioperative changes of hemoglobin, hematocrit and platelets, the transfusion requirement and the amount of postoperative drainage were compared between each group.

Results: Perioperative changes of hemoglobin, hematocrit and platelet showed no significant differences between each group. Less packed RBC were used in the hemodilution group (1.9 ± 2.0 units) than in control group (5.9 ± 6.8 units) ($P < 0.05$). In the control group, 4 patients were transfused with fresh frozen plasma (mean 4.8 units), 3 patients with platelets (mean 13 units) and 1 patient with cryoprecipitate (10 units) while only one patient was transfused with 3 units of fresh frozen plasma in the hemodilution group. Postoperative drainage was significantly less in the hemodilution group ($1,494 \pm 488$ ml) than in the control group ($2,476 \pm 1,730$ ml).

Conclusion: ANH seems to decrease the transfusion requirement in spinal surgery. Reduction of postoperative wound drainage appears to play an important role in that. (Korean J Anesthesiol 1997; 33: 458~462)

Key Words: Surgery: transfusion requirement. Transfusion: autotransfusion; acute normovolemic hemodilution

논문접수일: 1997년 4월 25일

*본 논문은 1991년도 서울대학교병원 임상연구비의 보조로 이루어진 것임.

서 론

급성 동량성 혈액희석법(acute normovolemic hemodilution; 이하 ANH로 약칭)은 자가수혈의 방법중에서도 가장 경제적이고, 적용하기가 간편할 뿐 아니라 회수된 혈액이 신선자가혈액으로서 혈소판과 응고인자가 풍부한 점이 장점으로 되어 있다. 특히 ANH는 최근 들어서 자가수혈의 가장 대표적인 방법인 수술전 자가혈액예치법과 같이 적용하여 자가수혈의 효과를 더 높일 수 있다거나¹⁾ 또는 수술전 자가혈액예치법을 대체할 수 있다는 보고^{2,3)}까지 나오는 등 그 적용범위가 점차 넓어지는 추세에 있다.

ANH도 다른 자가수혈의 방법과 마찬가지로 수혈이 예상되는 수술환자에서 동종혈액의 사용을 줄이거나 피하는 것을 목표로 하고 있다. 외국에서의 활발한 연구에 비해 국내에서는 아직 ANH를 다른 자가수혈의 방법과 병용하지 않고 단독으로 적용했을 때 효과가 있는지에 관해서는 광영란 등이 개심술에서 평균 1.6단위의 ANH를 시행하여 수혈요구량이 감소했다⁴⁾는 보고를 한 이외에는 별다른 연구가 없는 실정이다. 이에 저자들은 척추수술환자를 대상으로 ANH를 적용하였을 때 동종혈액의 수혈요구량을 감소시킬 수 있는지 알아보기 위해 본연구를 시행하였다.

대상 및 방법

본연구의 대상은 둘 이상의 척추분절을 침범한 척추관 협착증의 진단하에 후방감압술 및 골유합술(기구고정술)을 시행한 40명의 환자들로서 이들은 모두 같은 외과의에 의해 수술예정인 환자들이었다. 환자로부터 연구에 대한 동의를 얻은 후 본연구에 임하였고, 나이가 60세 이상이거나 헤마토크리트가 33% 미만이거나 과거력상 뇌혈관질환, 허혈성 심질환, 만성 간 또는 신장질환의 병력이 있는 경우 대상에서 제외하였다.

대상환자는 무작위로 두군으로 나누어 각각 대조군과 혈액희석군으로 하였다(Table 1). 마취전투약 없이 환자가 수술장에 도착한 후 thiopental, vecuronium을 사용하여 마취유도후 N₂O-O₂-isoflurane으로 마취를 유지하였고, 요골동맥카테타를 거치하여 지

Table 1. Demographic and Clinical Data

	Hemodilution group	Control group
No. of patients	20	20
Sex(M/F)	7 / 13	6 / 14
Age(years)	45±11	51±8
Weight(kg)	63±11	58±12
Height(cm)	162±8	160±10
ASA class(1/2)	14 / 6	15 / 5
Spine segment	2.2±0.5	2.5±0.8

Data are mean±SD.

There were no significant differences between each group.

속적으로 동맥압을 감시하였고 중심정맥카테타도 거치하였다. 혈액희석군의 경우 마취유도전후로 ANH를 시행하였다. 채혈단위수는 헤마토크리트가 40% 이상이며 체중이 55 kg 이상인 경우는 세단위, 기타의 경우는 두단위로 하였다. 채혈은 한 단위당 320 ml씩 저울을 이용하여 시행하였고, 요골동맥이나 말초정맥에서 채혈하면서 혈관내 용적을 일정하게 하기 위해 두단위 채혈시는 하트만용액 2,000 ml를 정주하였고, 세단위 채혈시는 여기에 pentastarch(Pentastan®, 제일약품) 320 ml를 추가하였다. 채혈은 수술시작전에 완료되도록 하였으며 이때 응급혈액검사를 시행하여 헤마토크리트를 확인하였다.

혈액희석군과 대조군에서 모두 labetalol(Trandate®, 한국그락소)을 이용한 유도저혈압을 시행하였다. 유도저혈압은 목표혈압을 수축기혈압 70~80 mmHg로 하였으며 labetalol을 10 mg씩 5~10분 간격으로 두 번 정주후 수축기혈압이 85 mmHg를 초과할 때마다 fentanyl 50~100 mcg과 labetalol 10 mg을 번갈아 투여하는 방식으로 시행하였다.

수술중의 수혈은 수술직전 및 수술도중의 혈액검사결과와 환자의 활력징후 등을 고려하여 추정실혈량이 헤마토크리트 20%를 기준으로 했을 때의 허용실혈량을 초과하거나 또는 그 이전이라도 실혈로 인해 수액요법에도 불구하고 활력징후가 불안정해지면 수혈을 시행하였는데 대개는 주수술조작이 끝날 무렵부터 수혈을 시작하였다. 혈액희석군의 경우 나중에 채혈한 것부터 역순으로 수혈을 시행하였다. 수술후 병실에서의 수혈은 외과의의 판단에 따라

Table 2. Perioperative Changes of Hemoglobin, Hematocrit and Platelet

Time	Hemoglobin (g/dl)	Hematocrit (%)	Platelet ($10^3/mm^3$)
Hemodilution group			
Before operation	13.6±1.5	40.2±4.0	233±50
After hemodilution	—	30.0±3.7	—
PACU	8.6±1.6	26.5±4.6	176±63
Postop 2nd day	9.1±1.2	26.6±3.7	153±53
Control group			
Before operation	13.2±1.0	39.2±3.0	221±45
PACU	9.2±1.6	27.7±4.7	154±54
Postop 2nd day	9.2±1.3	26.9±3.9	118±53

There were no significant differences between each group. PACU; postanesthesia care unit

시행하였으며, 헤모글로빈치가 8.0 g/dl 미만이면서 기립성 저혈압, 현기증, 심계항진 등의 증상이 나타나며 이것들이 수액요법으로 교정되지 않을 때 수혈을 시행하도록 권유하였다.

양군간 수술전과 회복실 및 수술후 2일째 헤모글로빈, 헤마토크리트와 혈소판수치의 변화를 각각 반복측정분산분석으로 비교하였으며, 동종혈액의 사용단위수와 수술후 배액량 및 배액관유지기간을 Student's t-test로 비교분석하였고 $p < 0.05$ 를 유의수준으로 하였다.

결 과

헤마토크리트 20%를 기준으로 했을 때 허용실혈량은 대조군이 2,595±713 ml, 혈액회석군이 1,685±702 ml로서 혈액회석군에서 유의하게 적었다($P < 0.05$), 수술중의 수액사용량은 대조군에서 하트만용액 등의 정질액이 3,292±1,366 ml, pentastarch 등의 교질액이 661±357 ml였으며 혈액회석군에서는 정질액이 3,166±500 ml, 교질액이 550±254 ml로서 양군간에 유의한 차이가 없었다.

수술전후의 혈액검사 소견상 양군간 변화의 양상이 유의한 차이가 없었다(Table 2). 혈액회석군에서 ANH의 체혈단위수는 20명중 15명에서 2단위, 나머지 5명에서 3단위였고 해당환자에게 모두 사용되었다. 양군에서 동종혈액이 사용된 경우를 살펴보면,

Table 3. Units of Autologous Blood and Packed RBC Transfused to the Patients

	Hemodilution group	Control group
Autologous blood	2.3±0.4	—
Packed RBC	1.9±2.0*	5.9±6.8

*; There were significant difference compared with control group. ($P < 0.05$)

농축적혈구의 경우 혈액회석군이 1.9±2.0 단위로 대조군의 5.9±6.8 단위보다 유의하게 적었으며($P < 0.05$), 농축적혈구를 사용하지 않은 환자의 수는 혈액회석군이 9명(45%), 대조군이 3명(15%)이었다(Table 3).

신선동결혈장은 혈액회석군중 한명에서 3단위가 사용되었고, 대조군에서는 4명에서 평균 4.8단위가 사용되었다. 혈소판농축액은 혈액회석군에서는 사용되지 않았고, 대조군에서는 3명에서 평균 13단위가 사용되었다. 대조군중 한명에서는 다량 수혈(적혈구 21단위)후 파종성 혈관내 응고가 의심되어 냉동침강물(cryoprecipitate) 10단위가 추가로 수혈되었으며 그 밖에 양군의 모든 환자에서 수술과 관련된 합병증은 없었다.

수술후 배액혈액량 및 배액관 유지기간은 Table 4와 같으며 배액혈액량은 혈액회석군이 1,494±488 ml로서 대조군의 2,476±1,730 ml보다 유의하게 적었

Table 4. Amount and Duration of Postoperative Drainage

	Hemodilution group	Control group
Amount(ml)	1,494 ± 488*	2,476 ± 1730
Duration(day)	3.5 ± 1.0	3.9 ± 0.6

*; There were significant difference compared with control group. (P < 0.05)

다(P < 0.05).

고 찰

본연구결과 척추수술시 ANH를 단독으로 적용하였을 때 동종혈액의 필요량을 상당히 줄여 ANH의 자가수혈로서의 유용성을 입증할 수 있었다. 양 군에서 수술을 담당한 외과의가 같았고 수술의 종류나 방법도 같았으며, 특히 수술후 2일째의 헤모글로빈치가 혈액회석군에서 9.1 ± 2.0 g/dl, 대조군에서 9.2 ± 1.3 g/dl로 별차이 없이 유지된 상태에서 이러한 결과가 나와 더욱 의미를 둘 수 있을 것이다. ANH에 의해 동종수혈의 필요량이 줄어들게 되는 이유로는 첫째, 혈액회석으로 말미암아 수술도중에 헤마토크리트가 대조군에 비해 더 낮게 유지되어 수술중 실혈량이 같다 하더라도 적혈구의 손실이 더 적기 때문이며, 둘째로는 본연구에서 보는 바와 같이 수술후 배액혈액량이 혈액회석군에서 대조군에 비해 현저히 적었기 때문으로 생각된다. Brecher와 Rosenfeld⁵⁾는 ANH의 효용성을 알아보기 위해 지수합수를 이용한 복잡한 수식과 컴퓨터모델을 이용하여 계산한 결과 ANH가 수술중 실혈되는 적혈구를 줄이는데 별 효과가 없다고 보고하였으나, ANH의 효용성은 수술중 실혈적혈구의 절약외에 수술후 배액되는 혈액량의 감소에도 기인하는 것으로 생각된다.

자가수혈을 시행한 경우 시행하지 않은 경우에 비해 수술후 배액량이 줄어든다는 것은 ANH에서 뿐 아니라 cell saver를 이용한 수술중 자가수혈법에서도 이미 보고된 바 있다⁶⁾. 또한 도상환등⁷⁾은 척추수술시 수술전자가혈액에치법과 cell saver를 이용한 수술중 자가수혈법 그리고 특수해모백을 이용한 수술후 자가수혈법을 병용한 결과 술후 배액혈액량이

자가수혈을 시행하지 않은 대조군에 비해 훨씬 적었다고 보고하였다(928 ± 322 ml, 1483 ± 451 ml). 이외에도 윤강섭등⁸⁾은 고관절 전치환술에서 수술전 자가혈액에치법을 위주한 자가수혈법을 적용하여 역시 같은 결과를 보고하였다(842 ± 286 ml, 1052 ± 287 ml). ANH에서는 회수된 자가혈액에 혈소판과 응고인자가 풍부하여 혈액응고체계에 좋은 영향을 미치기 때문으로 생각할 수 있겠으나 다른 자가수혈법에서는 설명이 쉽지 않다. 이는 아마도 일반적으로 자가수혈이 동종수혈에 비해 수술후 혈액응고체계에 더 좋은 영향을 미치기 때문으로 추정되나 아직 그 정확한 기전은 밝혀지지 않고 있다. Elawad 등⁹⁾은 그 기전을 알아보기 위해 섬유소원, protein C, plasminogen 등 혈액응고에 관계되는 각종 혈장 단백질을 측정했으나 차이를 발견하였다. 이 문제에 대해서는 향후 계속적인 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

본연구에서는 ANH와 유도저혈압을 같이 적용하였는데, ANH나 유도저혈압 모두 자가혈액의 확보나 수술중 실혈량의 감소를 통해 동종혈액의 사용을 줄일 목적으로 시행되고 있어서 실제 환자에게 이 두가지 방법을 같이 적용하는 경우가 늘어나고 있다. 하지만 혈액회석에 의해 동맥혈 산소함량이 떨어진 상태에서 유도저혈압으로 조직의 관류압까지 떨어지게 되면 조직의 산소전달이 위협받을 수 있고, 이것이 보상기전의 한도를 넘어서게 되면 조직의 산소소모량의 감소라는 위험한 상태를 초래할 수 있다. 본연구에서는 ANH후의 헤마토크리트가 30% 전후로서 혈액회석의 정도가 심하지 않아 심혈관계에 미치는 영향이 그리 크지 않았을 것으로 생각된다. 고흥과 김현정⁹⁾은 헤마토크리트 27% 정도까지 ANH를 시행한 후 nitroprusside를 이용한 유도저혈압을 동시에 적용하였을 때 혈액학적 변화 및 산소운반능에 있어서 안전하다고 보고하였다.

결론적으로 척추수술환자에서 2, 3 단위의 급성 동량성 혈액회석을 시행한 결과 대조군에 비해 동종혈액의 사용량이 유의하게 줄었으며, 여기에는 수술후 배액량의 현저한 감소가 관여하는 것으로 보이나 그 정확한 기전에 대해서는 추후 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 도상환, 손종찬, 김정수, 조현성, 함병문, 김성덕: 척추수술시 수술전 자가혈액예치와 급성 동량성 혈액희석법을 이용한 병용 자가수혈법. 대한마취과학회지 1997; 32(4): 592-6.
 2. Ness PM, Bourke DL, Walsh PC: A randomized trial of perioperative hemodilution versus transfusion of preoperatively deposited blood in elective surgery. Transfusion 1991; 31: 226-30.
 3. 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.
 4. 광영란, 이현숙, 홍용우: 개심술환자에 있어서 혈액희석을 통한 자가수혈법이 술중 및 술후 출혈량과 수혈요구량에 미치는 영향. 대한마취과학회지 1995; 28(1): 118-23.
 5. Brecher ME, Rosenfeld M: Mathematical and computer modeling of acute normovolemic hemodilution. Transfusion 1994; 34(2): 176-9.
 6. Elawad AR, Oehlin A, Berntorp E, Nilsson IM, Fredin H: Intraoperative autotransfusion in primary hip arthroplasty. Acta Orthop Scand 1991; 62(6): 557-62.
 7. 도상환, 임영진, 김종수, 이지호, 고흥, 함병문: 척추수술시 자가수혈에 관한 연구-자가수혈과 동종수혈의 비교-대한마취과학회지 1995; 28(5): 699-707.
 8. 윤강섭, 이지호, 김원중, 도상환, 임영진, 김종수 등: 고관절 전치환술시 자가수혈과 동종수혈의 비교연구. 대한정형외과학회지 1995; 30(4): 960-6.
 9. 고흥, 김현정: 후척추 고정술시 혈액희석과 유도저혈압의 병용이 혈액학 및 산소운반능에 미치는 영향. 대한마취과학회지 1994; 27(8): 1620-7.
-