슬관절 전치환술 환자에서 자가수혈용 배혈낭인 ConstaVac®을 이용한 술후 자가수혈

연세대학교 의과대학 마취과학 및 정형외과학교실*

신양식 · 홍정연 · 이기영 · 김희정 · 한창동*

=Abstract=

Postoperative autotransfusion using a blood drainage and transfusion device, ConstaVac®, in patients with total knee replacement

Yang-Sik Shin, M.D., Jeong Yeon Hong, M.D., Ki Young Lee, M.D.
Hee Jung Kim, M.D. and Chang Dong Han, M.D.*

Department of Anesthesiology and Orthopedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea*

ConstaVac® (Stryker, Michigan, U.S.A.), a blood drainage and transfusion device, was applied to transfuse the autologous blood from the wound in 20 patients undergoing total knee replacement under the spinal anesthesia. To evaluate the hemodynamic states, direct arterial blood pressures and central venous pressures were monitored. Before touniquets release, 500-1000 ml of 10% pentastarch were infused rapidly to prevent hypovolemia until the draining reservior bag was filled to at least 400 ml. During all the procedures the mean arterial pressures were maintained at about 80 mmHg, even if those after the induction of anesthesia were lower than those at the preanesthetic period.

The average amounts of blood loss were 942 ml and 2240 ml in unilateral and simultaneous bilateral surgery, respectively. The average amounts of blood that were salvaged after unilateral and simultaneous bilateral knee arthroplasty were 1113 and 2918 ml, respectively. Until 7 postoperative days, thrombocytopenia and anemia were developed in one and three cases, respectively.

We concluded that the use of the ConstaVac® in the immediate postoperative period is a useful and practical method of autologous transfusion and conservation of a previous resource, and we recommend its use especially in simultaneous bilateral knee arthroplasty.

Key Words : ConstaVac® blood conservation system, Autologous transfusion, Knee arthroplasty

서 론

동종 수혈로 인한 후천성 면역결핍증, 간염, cytomegalovirus 감염 및 graft-versus-host disease 등의 심각한 전파질환이 대두된 지는 오랜 일이며 이환율이 37%로 보고되어 있다[1]. 이러한 많은 합병증을 줄이기 위해 마취시 몇가지 노력이 요구되는데 이러한 일환으로 혈액희석법(hemodilution)이나 저혈압 마취 등이 적용되고 있으며 최근에는 자가수혈(autotransfusion)에 대한 관심이 고조되고 있다[2]. 자가수혈은 술전 최소한 72 시간전까지 사혈(phlebotomy)을 하여 저장혈을 만든 경우, 수술직전 혈액을 채취하고 혈액희석법을 이용한 경우 또는 술중후 수술

부위에서 배혈된 혈액을 모아 수혈하는 경우로 나눌 수 있으며 이러한 방법을 도입하여 동종수혈량을 50% 정도 줄일 수 있는 이점을 지닌다[3]. 전자의 두가지 수기는 제한된 혈액량, 보관상의 문제, 채혈적기 선택, 번거로움 등의 피할 수 없는 단점이 있다. 후자는 1886년 Duncan에 의해 처음으로 시도되었으나 1960년대 후반에야 각광을 받기 시작했으며 효과적이고 안전하며 비용을 절감할 수 있는 수기이다. 초창기에는 모아진 혈액을 세척 원심분리하여 혈액 성분으로 수혈하는 방법이 많이 이용되었으나 이런 과정을 거치지 않고 여과만 하여 출혈직후 바로 투여하는 방법과 그에 필요한 기구 들이 많이 개발되고 있다. 이러한 수기는 조직파편, 세척수액, 항응고제 또는 free hemoglobin 등이 투여될 가능성이 있으나 단순하고 신속하며 비용 절감 효과가 큰 것으로 인정받고 있다[3].

한편, 슬관절 전치환술은 술중 지혈대를 푼후 상당한 실혈을 예상할 수 있으며[4], 특히 최근에 단계적 수술보다 비용이 적게 들고 보행시기를 단축할 수있는 점 등의 장점을 들어 양측을 동시에 시행하는 경우가 늘고 있는데[5] 이 경우 더 많은 실혈이 있게 된다. 또한 골수로부터의 출혈이어서 적당한 지혈법을 적용하기가 용이치 않다. 그러나 최근 술중후 수술부위로부터 배혈낭에 모아진 혈액을 즉시 재수혈하는 기구들이 개발됨으로써 혈액의 유실을 줄이고 동종 수혈로 인한 합병증을 줄일 수 있게 되었다.

이에 저자들은 슬관절 전치환술을 받는 환자를 대상으로 동비중 척추마취하에서 지속적으로 혈역학적 변화를 관찰하면서 배혈낭의 혈액을 재주입함으로써 이러한 자가수혈로 인한 장,단점을 관찰하였다.

대상 및 방법

연세대학교 의과대학 부속 세브란스병원에서 슬관절 전치환술을 받고자 계획 수술이 예정된 환자중 척추마취에 금기사항이 없을 뿐 아니라 간기능 부전, 신기능 부전 및 혈액 응고장애가 없으며, 수술 적응증이 결핵을 포함한 세균성 염증이나 악성 종양이 아닌 성인 남녀 환자 20명을 대상으로 하였다.

마취전 30-60분전에 glycopyrrolate 0.2 mg과 lorazepam 1-2 mg을 근주하여 전처치하고 마취유도전에 국소마취하에 어느 한쪽의 요골동맥을 플라스틱 재질의 20 G 침으로 도관하여 지속적으로 측정하였고, 우측 내경정맥을 통해 카테터를 삽입하여 중심정맥압을 술중에는 매 30분마다 수술 완료후 6시간까지는 배혈낭이 가득 찰 때 측정하였다. 심전도는 standard lead II를 부착하여 지속적으로 관찰하였다.

환자를 측와위로 하여 요부에 10% povidone 용액으로 소독한후 제2-3 혹은 3-4 요추간에서 22 G Quincke 침으로 지주막하강 천자를 하여 척수액 유출이 확인되면 척수액 2 ml를 흡인하여 1% tetracaine 2 ml을 혼합하고 epinephrine을 1:200,000의 비율로 첨가하였다. 용량은 환자의 신장에따라 150 cm 이하이면 10 mg, 160 cm 이하이면 12 mg 그리고 160 cm 이상이면 14 mg을 주입하였다. 곧이어 환자를 앙와위로 취하고 pin prick test로 최대 지각신경 차단범위를 확인하였다. 대퇴부에 지혈대를 감고 수술을 진행하였으며 수술부위를 봉합하면 지혈대를 풀고 ConstaVac® Blood Conservation System (ConstaVac®)(Stryker, Michigan, U.S.A.)을 작동하였다.

마취중 수액공급은 Hartman씨 용액을 5 ml/kg/hr로 유지하였고 지혈대 풀기 20-30분전 10% pentastarch(Pentaspan®)을 일측 수술시에는 500 ml, 양측일 때는 1000 ml를 급속 주입하였다.

ConstaVac®은 800cc-collection reservoir, reinfusion bag, evacuator tube와 vaccum pump로 구성되어 있으며 tube 내에는 260 μ filter가 설치 되어있다. 또한 본 연구에서는 재주입시 통상적인 수혈 set에 40 μ filter(Pall Biomedical products Co., New York, U.S.A.)를부착하여 사용하였다.

실혈량은 gauze와 tape으로의 유실량과 ConstaVac®으로의 배출 전량을 합산하였다. 저장혈을 수혈하는 기준은 혈압이 30% 이상 감소 하고, 중심정맥압이 3 mmHg 이하이거나 gauze 및 tape으로의 실혈량이 300 ml 이상일 때로 하였으며 ConstaVac®은 400 ml 이상 저류되면 수혈낭으로 옮겨 곧 재주입하였다. 술후 hemoglobin과 hematocrit를 측정하였고 술후 7일째까지 합병증을 조사하였다.

모든 결과는 평균±표준편차로 표시하였고, 시간

대에 따른 변화는 ANOVA 처리후 Scheffe test로 다중비교하여 $P<0.05$일때 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

대상환자 20명 중 여자가 18명으로 많았으며 수술 적응 질환이 퇴행성 및 류마치스양 관절염으로 평균년령이 61세였고 편측과 양측 수술의 비는 12/8 예였다. 또한 편측인 경우는 평균 수술시간이 1.87±0.35 시간 소요되었으나 양측은 3.16±0.61 시간이 소요되었다(Table 1).

술전 평가시 합병 전신 질환은 2개 이상의 합병 질환을 가진 경우를 포함한 28예로 심혈관계 질환이 23예로 82%에 해당하였고 그 밖에 당뇨병 및 뇌혈관 질환이 있었다(Table 2).

마취 기간에 맥박이나 중심정맥압의 변화는 뚜렷하지 않았으나 술중 평균동맥압은 술전에 비해 의의있게 낮았고 거의 실혈에 의한 것이었다($p<0.05$) (Figure 1).

술후 제1일째까지의 실혈은 편측 및 양측수술의 경우 각각 평균 942±608 및 2240±1448 ml로 역시 양측인 경우가 훨씬 많았다($p<0.05$). 수혈이 필요 없었던 예는 편측인 경우 12예 중 6예로 50%였으며 양측인 경우 8예 중 1예로 13%였다. 이중 편측과 양측 수술에서 저장혈을 각각 2예에서 사용하였으며 편측 수술 환자 1명이 술후 1일째에 심한 출혈로 14 units의 packed RBC를 수혈 받았다. 그러나 자가수혈은 실혈량에서 보듯이 양측수술의 경우 2918±1550 ml로, 편측의 1113±396 ml에 비해 월등히 많

Table 2. Preoperative Systemic Complicated Diseases (Numbers of accidents)

Hypertension	8
S-T or T wave abnormality	7
Atrial or ventricular hypertrophy	2
PSVT	1
RBBB	5
DM	4
CVA	1
Total	28

PSVT, RBBB, DM and CVA refer to paroxysmal ventricular tachycardia, right bundle branch block, diabetes mellitus and cerebrovascular accidents, respectively.

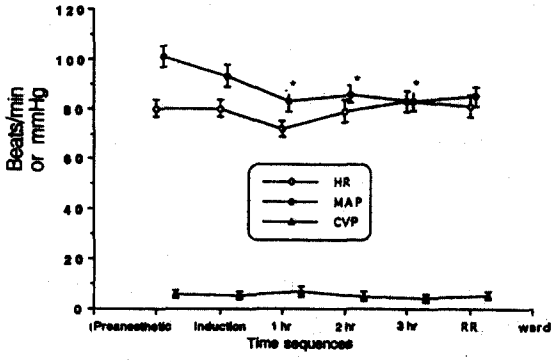

Fig. 1. Changes of heart rates, mean arterial pressures and central venous pressures in the perianesthetic period. The mean arterial pressures after the induction of anesthesia were lower than those at preanesthetic period. *$p<0.05$ vs preanesthetic. HR, MAP and CVP refer to the heart rates, mean arterial pressure and central venous pressure, respectively. hr indicate hours after induction. RR means recovery room. *$p<0.05$ vs MAP in preanesthetic period.

Table 1. Patients' Characteristics

Sex(male / female, numbers)	2 / 18
Age(years)	61.3±8.23
Body weight(kg)	60.4±6.06
Height(cm)	155.3±6.06
Operation site(uni- / bi-lateral, numbers)	12 / 8
Operation time(uni- / bi-lateral, hours)	1,87±0.35 / 3.16±0.61
Arthritis entities(degenerative / rheumatoid, numbers)	17±3

The values for age, body weight, height and operation time are expressed as mean±S.D.

았다($p<0.05$)(Table 3).

마취중후 합병증으로는 전적으로 마취와 연관된 문제는 없었으나 다량의 수혈로 인한 혈소판 감소증 1예와 술후 1일째에 빈혈이 3예 있었다. 이러한 합병증은 적절한 성분수혈로 극복되었다(Table 4).

고 찰

편측 또는 양측 슬관절 전치환술시 일반적인 배혈낭 사용은 많은 실혈과 이의 보충을 위한 동종 저장혈의 수혈로 인한 부작용 등을 예상할 수 있으며 특히 후천성 면역결핍증, 간염 등의 전염은 술후 심각한 합병증으로 이의 예방책으로는 저장혈의 수혈을 피하는 길 뿐이다. 본 연구에서는 이러한 위험이 내재된 동종 저장혈의 수혈을 피하거나 또는 수혈량을 줄이고자 ConstaVac®이라는 재수혈용 배혈낭을 사용하여 그 임상적 가치를 평가하였다.

편측인 경우 50%에서는 출혈량을 무시할 수 있었으며 나머지 50%에서 수혈이 요구되었는데 이들의 회복실까지의 평균 출혈량은 940 ml로, 술후 24시간까지 배혈낭에 수집된 혈액을 평균 1100 ml 정도의 자가수혈을 함으로써 동종 저장혈의 사용을 줄일 수 있었으나 그 중 2명에서는 급속적인 실혈로 인한 혈압 하강이 심하여 각각 저장혈 3 units 및 13 units를 사용하였다. 양측 동시 시행한 8예중 7예에서 출혈량은 2200 ml 정도였고 평균 2900 ml 정도의 자가수혈을 할 수 있었고 이 중 2예에서 3 units씩 동종 저장혈을 더 수혈하였다. Slagis 등[6]은 고관절 혹은 슬관절 전치환술시 술후 4시간까지 평균 493 ml의 혈액을 환부로부터 모아 cell saver를 사용함으로써 저장혈을 54%까지 절약할 수 있었으며 Semkiw 등[7]은 슬관절 전치환술시 cell saver를 사용하여 평균 413 ml의 혈액을 절약할 수 있었다고 보고하였다. 물론 수술적 수기에따라 출혈량은 다를 수 있어 본 연구에서는 cement를 사용하지 않는 수기를 적용함으로써 좀 더 많은 량의 출혈이 있었던 것으로 생각된다. Heedle 등[8]은 본 연구에서와 같은 device를 이용하여 동종 저장혈의 수요를

Table 3. Blood Loss and Transfusion Requirements

	Unilateral		Bilateral	
	No. of patients[a]	Amount[b]	No. of patients[a]	Amount[b]
Blood loss		942±608 ml		2240±1448 ml*
Transfusion				
None	6		1	
Homologous[C]	2	8 units	2	3 unit
Autologous	6	1113±396 ml	7	2918±1550 ml**

[a]No. of patilents who received transfusion. [b]Amount indicates the mean value of the patients who transfusion was required. [c]Homologous are included in the No. of patients who received autologous. Amount of blood loss was counted only during operation, but amount of autologous transfusion till the postoperative 1st day.
*,** $P<0.05$ vs Amount[b] in unilateral

Table 4. Postanesthetic Complications

	Numbers of patients	Level	Treatment
Thrombocytopenia[a]	1	31.000 / mm^3	PC[C] 7 units
Anemia[b]	3	57−7.7 gm%	Packed RBC

[a]Thrombocytopenia is defined as the level of platelets count 50,000/mm^3. [b]Anemia is defined as the level of hemoglobin less than 8.0 gm%. [c]PC refer to platelet concentrate

1.2 unit에서 0.4 unit로 줄일 수 있었을 뿐 아니라 수혈 대상 환자수도 42% 감소하였다고 보고하였다. 반면에 술중 자가수혈 수기로써는 유실된 적혈구의 1/2만이 구제될 수 있다는 것이 이 수기의 한계성으로 주장되고 있다[9].

본 연구에서 혈압이 술전에 비해 술중후에 하강하였으나 각 조직에 저관류가 의심될만한 징후는 없었고 평균 동맥압이 80 mmHg 내외로 유지되었다. 물론 본 연구에서 적용한 자가수혈만으로 실혈속도에 미치지 못한다고 판단될 때는 중심정맥압과 동맥압의 감시하에 10% pentastarch로 혈량 증가를 피하였고 동종 저장혈을 수혈하였다. 이것은 술전 혈액희석법을 도입한 경우에 사혈시 심한 심혈관계 부작용으로 저혈압, 부정맥, 빈맥 및 실신 등이 보고된 것과 비교하면[10] 경미한 것이었다. 물론 심혈관계 질환이 있는 경우 특히 관상동맥 질환 등의 환자에서는 세심한 혈역학적 관찰 및 지원이 요구된다. 본 연구에서도 고혈압 등을 포함한 술전 심혈관계 합병 질환은 23예가 있었으나 이로 인한 술중후 어려움은 없었다. 그 밖에도 술중 자가수혈은 공기색전증, 신부전 및 혈액 응고장애 등의 많은 합병증이 보고되고 있으며[11,12] 후자인 응고인자 유실로 인한 문제는 아직도 가장 흔히 일어나는 합병증이다. 이의 예방책으로는 술전 철저한 응고장애 유무의 판별이 선행되어야 하며 과도한 량의 자가수혈이 요구되면 신선 동결혈장이나 혈소판 수혈을 하는 경우도 있다[13,14,15]. 일반적으로 70-80 ml/kg의 실혈이 있으면 이러한 수혈을 추천하고 있으며 자가수혈 1000 ml에 대해 혈장 1 unit를 수혈해야 한다는 주장이 있다. 또한 혈소판은 85000/μL 이상으로 유지하도록 추천하고 있다. 본 연구에서도 1예에서 술후 1일째에 혈소판이 31000/μL 정도로 떨어져 농축 혈소판을 7 units 수혈하여 59000/μL로 증가하였다. 또 하나의 문제는 자가수혈로 적혈구 유실을 1/2 밖에 구제할 수 없는 한계성으로 인하여 빈혈이 병발될 수 있는데[11] 본 연구에서도 3예에서 hemoglobin이 8 gm% 이하였으며 술후 농축 적혈구 수혈로 정상 범위로 이끌 수 있었다. 그 밖에 합병증으로는 폐합병증, hemoglobinuria 및 환부 염증 등이 발생할 수 있으나 본 연구에서는 병발하지 않았다. 또한 본 연구의 대상에서 제외한 수술부위 감염이나 악성종양은 이 기구 사용의 금기증이다. 이들을 철저히 배제하지 않을 경우 패혈증을 유발할 수 있고 전신적으로 암 전이를 일으킬 수 있다. 물론 무균적 조작이 보장되지 않으면 이 기구 사용으로 인한 염증도 야기할 수 있으나 완전 밀폐식이므로 거의 보고된 것은 없다.

본 연구에서 도입한 재수혈용 배혈낭인 ConstaVac®은 축전지 흡인 펌프에 비해 일정 흡인력을 가지며 역류방지 밸브와 260 μ fliter를 가진 evacuator tube, 800 ml 수집낭 및 여기에 연결된 재주입 수혈낭으로 구성되어 있다. 즉, 환부로부터 신선 전혈을 모아 여과하여 재주입하는 폐쇄성 자가수혈 기구이다. 일반적인 자가수혈 금기증인 신장 및 간장 기능 저하, 악성질환, 염증질환, 지혈제 투여, 용혈질환 및 응고장애 등에서는 사용할 수 없으며[16] 일회에 한하여 사용하고 폐기하여야 한다.

결론적으로 ConstaVac® blood conservation system은 수술직후 자가수혈이 요구되는 경우 적용할 수 있는 좋은 기구로 생각되며 특히 기계적 지혈이 어려운 관절수술 및 많은 출혈이 예상되는 경우에 저장혈 수혈로 인한 합병증을 줄일 수 있고 혈액의 유실을 막을 수 있는 방법이라 사료된다. 본 연구의 대상인 동시 양측 슬관절 수술은 좋은 적응증이라 하겠다.

결 론

편측 혹은 양측 동시 슬관절 치환술 환자에 재수혈용 배혈낭인 ConstaVac®을 적용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 평균 출혈량은 편측이 942±608 ml, 양측이 2240±1448 ml였으며 재주입한 자가수혈량은 각각 1113±396 ml 및 2918±1550 ml로서 실혈량을 줄일 수 있었다.

2) 일정 혈량이 저류낭에 찰 때까지 초기 혈량 보충은 10% pentastarch 500-1000 ml로 가능하였으며 마취후 평균 동맥압이 마취전에 비해 낮았으나 80 mmHg 내외로 뚜렷한 저혈압은 없었다.

3. 합병증으로 술후 7일까지 thrombocytopenia가

1예, anemia가 3예 있었으나 성분수혈로 회복할 수 있었다.

이상의 결과로 미루어 재수혈용 배혈낭인 ConstaVac®은 수술직후 자가수혈 방법의 하나로서 금기증인 염증성 질환이나 악성 종양이 아니면, 실혈량을 줄이고 동종 저장혈 수혈로 인한 합병증을 줄일 수 있으며 특히 환부의 기계적 지혈이 어려운 수술에 적용할 수 있는 좋은 기구로 생각된다.

참 고 문 헌

1) Devine P, Postoway N, Hoffstadter L, Surgenor DM, Linden JV, Hines D, et al. *Blood donation and transfusion practices: the 1990 American Association of Blood Banks Instituitional Membership Quetionare. Transfusion 1992; 32: 683-7.*

2) Phillips WA, Hensinger RN. *Control of blood loss during scoliosis surgery. Clin Orthopaed and Related Res 1988; 229; 88-93.*

3) Beljan JR, Bertozzi S, Bohijian GM, Estes EH, Friedlander IR, Moxley JH, et al. *Autologous blood transfusion. JAMA 1986; 256: 2378-80.*

4) 한창동, 박진수, 이진우, 한대용. 동시에 시행한 양측 슬관절 전치환술. 대한 정형외과학회지 *1991; 26: 589-97.*

5) Hardaker WT, Ogden WS, Musigrave RE, Goldner JL. *Simultaneous and staged bilateral total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg 1978; 60; 247-50.*

6) Slagis SV, Benjamin JB, Volz RG, Giordano GF. *Postoperative blood salvage in total hip and knee arthroplasty. J Bone Joint Surg 1991; 73: 591-4.*

7) Semkiw LB, Schurman DJ, Goodman SB, Woolson DJ. *Postoperative blood salvage using the cell saver after total joint arthroplasty. J Bone Joint Surg 1989; 71: 823-7.*

8) Heddle 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.*

9) Flynn J, Metzger C, Csencitz T. *Intraoperative autologous transfusion in spinal surgery. Spine 1982; 7: 432-5.*

10) Spies BD, Sassetti R, McCarthy RJ, Narbone RF, Tuman KJ, Ivankovich AD. *Autologous blood donation: hemodynamics in a high-risk patient population. Transfusion 1992; 32: 17-22.*

11) Tate DE, Friedman RJ. *Blood conservation in spinal surgery, review of current techniques. Spine 1992; 17: 1450-6.*

12) Goulet J, Bray T, Timmerman L, Benson DR, Bargar WL. *Intraoperative autologous transfusion in orthopaedic patients. J Bone Joint Surg 1989; 71A: 3-7.*

13) Tullis JL, Alving B, Bove JR, Carman CJ, D'Agostino RB, Lewis JH, et al. *Fresh-frozen plasma: indications and risks. JAMA 1985; 253: 551-3.*

14) Aster RH, Bartolucci AA, Collins JA, Colton T, Gottlieb AJ, Greenwalt TJ, et al. *Platelet transfusion therapy. JAMA 1987; 257: 1777-80.*

15) Silberstein LE, Kruskall MS, Stehling LC, Johnston MFM, Rutman RC, Samia CT, et al. *Strategies for the review of transfusion practices. JAMA 1989; 262: 1993-7.*

16) Duncan SE, Klebanoff G, Rogers W. *A clinical experience with intraoperative autotransfusion. Ann Surg 1974; 180: 296-304.*