

정형외과영역의 수술시 자가수혈의 임상적 연구

인제대학교 부속 부산백병원 정형외과학교실

손정환 · 최장석 · 조현오 · 이영구

= Abstract =

The Clinical Study of Autotransfusion in the Orthopedic Surgical Field

Jeong Hwan Son, M.D., Jang Seok Choi, M.D., Hyun Oh Cho, M.D.
and Young Goo Lee, M.D.

Department of Orthopedic Busan Paik Hospital, In Je Medical College

Requirement of blood transfusion has been progressively increased and supplements by volunteer donor are not sufficient to their requirements. Moreover homologous blood transfusion are not supplied without risks, especially the transmission of the serum hepatitis. Twenty procedures, including two total hip replacement arthroplasty, were carried out with acute hemodilutional autotransfusion. The results of this study show that autotransfusion is a safe method without difficulty of blood replacement in elective orthopedic procedures.

Key Words : Autotransfusion.

서 론

환자의 증가와 치료의 다양화로 혈액 소요량이 날로 가하고 있으며 이를 한정된 헌혈에만 의존하는 공급에는 수급에 차질이 있을 수 있고 나아가 수혈에 따른 중 부작용^{1,2)} 및 특히 수혈에 의해 전파되는 바이러스 감염²⁾이 사회문제로 대두되는 현실을 감안하면 자가혈이 바람직할 것으로 사료되어 1981년 10월부터 19년 9월까지 본원 정형외과에서 수술받은 환자중 hematocrit가 35% 이상이고 예상실혈량이 500ml 이상인 20례서 자가수혈을 시행하여 만족할만한 결과를 얻었기 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다(Table 1).

대상 및 방법

부산백병원 정형외과에 입원한 환자중 비교적 전신상 안정하고 수술전 hematocrit가 35% 이상이고 예상실혈량 500ml 이상인 20례의 수술시 시행하였으며, 연령은 19세에서 57세 까지이고 여성이 5명이었다. 병력은 6례가 사지골절환자였고, 12례가 척추질환. 본 논문은 82년도 추계 학술대회에서 발표되었음.

환, 그외 2례의 고관절전치환술시 시행하였다(Table 2). 실험방법은 술전치치로 수액공급로 확보후 전해질용액을 연결하고 수술실에선 제2수액공급로에 대용혈액을 연결하였고, 전신마취후 요골동맥을 천자하여 polyethylene medicut를 거취시켜 허용사혈량범위의 동맥혈을 ACD 용액 80ml가 든 채혈bag-B에 사혈하며 동시에 사혈량의 1/2은 전해질, 1/2은 대용혈액을 사혈시간과 같게 주입시켰다. 그리고 사혈직전, 직후, 자가수혈후 각각 Hct, Hb, PO₂, PCO₂, PH를 측정하였으며, 사혈한 혈액은 실온 또는 1°C-4°C의 냉장고에 보관하였다가 수술이 끝날무렵 재수혈하였다(Table 3). 그리고 허용실혈량은³⁾은 Table 4와 같이 산출하였다. 이를 단순화한 것이 Table 5와 같은 공식이다.

실험결과

대상자들의 술전 평균 hemoglobin치는 14.0gm%, hematocrit는 평균 41.8%이었으며 hemodilution 직후 hematocrit는 평균 30.7%로 저하되었으며 최저 24%이었다. 그리고 사혈량은 평균 833ml이었고 최대 1200ml이었다. 술중 실혈량 및 자가수혈외의 수혈량평균치는 Table 6과 같았다. 대상환자중 예상외로 실혈이 많았던

견갑골절, 척추전방전위증, 대퇴골의 재골절, 대퇴골두의 무혈성괴사환자의 수술시를 제외하곤 자가수혈이외에 더 이상의 수혈이 필요치 않았었다(Table 7, Fig. 1,2).

자가수혈직후와 수술후 제1일의 hematocrit, hemoglobin의 차이는 술중에 총혈량이 증가해 있었기 때문이다. 그리고 hemodilution 전, 중, 후의 PH, PO₂, PCO₂의 변화는 각각 7.15-7.45, 200mmHg-280mmHg, 13.0mmHg-

Table 1. Total amounts of blood required in transfusion

	'80(thousand unit) '81	
Pusan Paik Hospital	5.5	5.9
Pusan	48.5	55.0
Korea	419.0	490.0

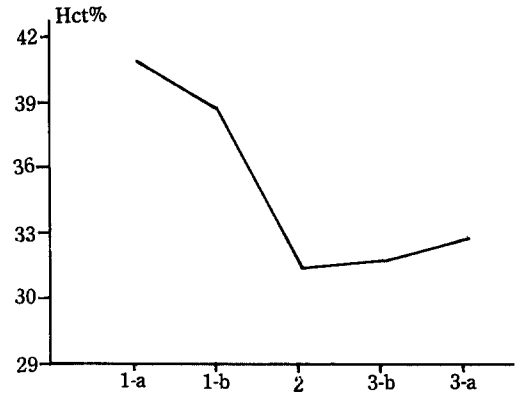


Fig. 1. Changes of hematocrit.

Table 2. Patient's age, sex, diagnosis, operation name

No	Age	Sex	Diagnosis	Operation name
1	24	M	Fx. Surgical Neck Humerus Rt	O/R & I/F c̄ K-wires
2	19	M	Fx. Neck Scapula Rt	O/R & I/F c̄ screws
3	45	M	Fx. Neck Femur Lt Neglected	Hemiarthroplasty c̄ A-M prosthesis
4	47	F	Spondylolisthesis L5-S1	Transabdominal Interbody Fusion
5	40	M	Fx. Segmental Tibia Rt	O/R & I/F c̄ DCP
6	41	M	Fx. Compressive T12 Operated HIVD L4-5 Lt	Removal of Harrington Comp. Rods Partial Laminectomy
7	41	M	Fx. Femur Rt, Metal Failure	O/R & I/F c̄ DCP
8	41	F	Spinal Stenosis	Post. Decompression
9	19	F	HIVD L4-5 Lt	Partial Laminectomy & Discectomy
10	24	M	Fx. Compressive L2	O/R & I/F c̄ Harrington Distraction Rods
11	38	M	Avascular Necrosis Head Femur Lt	Total Hip Replacement Arthroplasty
12	40	M	Spinal stenosis	Posterior Decompression
13	51	M	Avascular Necrosis Head Femur Rt	Total Hip Replacement Arthroplasty
14	23	M	Fx. Dislocation C5-6	Anterior Interbody Fusion
15	25	M	Fx. Humerus Rt	O/R & I/F c̄ DCP
16	19	M	Pyogenic Osteomyelitis Spine L3-4	Ant. Decompression & Ant. Interbody Fusion
17	25	M	Tbc. Spine L3-4	Ant. Decompression & Ant. Interbody Fusion
18	26	M	HIVD L4-5, L5-S1	Total Laminectomies
19	18	F	Fx. Dislocation L1-2	O/R & I/F c̄ Harrington Distraction Rods & Posterior Fusion
20	35	F	Tbc. Spine T7-10	Post. Decompression & Post. Fusion

Fx: Fracture, O/R: Open reduction, I/F: Internal fixation, DCP: Dynamic compression plate

7mmHg 이내로 hemodilution에 따른 개최대사의 영향은 없었다.

고찰

현재 일반적으로 시행되고 있는 헌혈 또는 매혈에 의수혈은 1914년 Hustin⁴⁾이 혈액저장용액으로 sodium rate를 사용하기 시작한 이래 보편화하고 있으나 여가지의 수혈부작용이 발생할 수있다(Table 8). 이에따자가수혈이 도입되었으며 이에세가지 방법이 있으

Table 3. Procedures of hemodilutional autotransfusion

medication	IV route for electrolyte
operation room	IV route for colloid
anesthesia	Radial artery puncture
	Arterial blood sampling
	Drawing of arterial blood
	Perfusion of electrolyte & colloid
	Arterial blood sampling
repairing muscle layer	Reinfusion of blood by
	IV route
	Arterial blood sampling

Table 4. Theoretical dilution equation

$$V = V (\ln H_o - H_t)$$

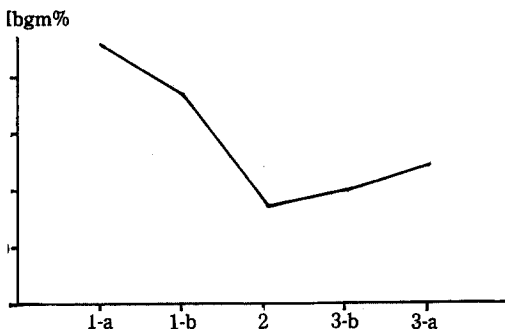
H : hematocrit %

V : estimated blood volume

L : blood loss, noncellular replacement

o : subscript indicating initial condition

t : subscript indicating time



1: 1 day before operation 1-b: prehemodilution at operation 2: immediate hemodilution 3-b: immediate reinfusion 3-a: 1 day after operation

Fig. 2. Changes of hemoglobin.

며 그 역사적 배경은 Table 9 및 10과 같다.

첫째, 수술중 출혈혈액을 집혈하여 재주입하는 것으로 이는 1818년 Blundell^{5,6)}이 심한 산후출혈환자에서 시행하였고, 그후 1914년 H. Johannes⁴⁾가 자궁외임신에서, 1943년 Griswold와 Ortnier⁶⁾ 등이 흉부 및 복부 손상환자에서 시행하였으며 1916년 Dyer와 Klevanoff⁵⁾ 등이 Bentley Autotransfusion system을 만들어 현대에 이르고 있다. 이는 술중 복강등에 고인 혈액을 집혈하여 defoaming, filtering시켜 수혈하는 방법으로 장내용물, 종양세포, 위액 등으로 오염된 혈액은 이용할 수 없으며 그외 systemic heparinization, microemboli formation 등의 문제가 있고 Bentley autotransfusion system이라는 특수한 기계가 필요하다는 문제점이 있다. 둘째가 술전 사혈하여 보관하였다가 수술시 이용하는 방법으로 1921년 Grant⁷⁾가 meningioma+polycythemia 환자에서 최초로 시행한 이래 1937년 Fantus⁴⁾가, 1955년 Boerema⁷⁾ 등이 시행했고, 1968년 Turner⁷⁾가 최초로 정형외과 영역에서 시행하였다. 이 방법은 실혈후 혈장단백전이에 요하는 시간이 72시간 정도임을 감안할 때 최소한 수술 4일전에 채혈하여야 하며, 통상 혈액 저장능력이 3주인 것을 감안하면 3pints까지 준비가 가능하다. 물론 leap frog 방법을 이용하면 이론적으로 최대 14pints까지도 채혈보관이 가능하다 하겠다. 그러나 이는 저장혈이^{5,6)}이 되기 때문에, 수술이 연기되면 혈액을 낭비할 수 있고, 응고인자, 혈소판의 소실, 산소운반기능의 저하, 산도의 저하등이 염려된다. 셋째는 수술중 사혈하

Table 5. Simple predictive equation

$$L = V (H_o - H_t) (3 - H)$$

Allowable loss = estimated blood volume x change in hematocrit x the difference between 3 and the average hematocrit

(Hematocrit : decimal fraction)

eg : Body wt; 70Kg, Initial Hct; 40%

tolerable Hct; 30%

$$\text{Allowable loss} = 70 \times 70 (0.4 - 0.3) (3 - \frac{1}{2}(0.4 + 0.3))$$

$$1392.72 \text{ ml}$$

Table 6. Blood loss during operation

	Experimental gp	Contrast gp
Average blood loss (ml)	812	836
Average transfusion (ml)	149	684

Contrast group : 4 cases of same sort of each operation, total 80 cases

Table 7. Changes of Hct, Hb, Drawn blood vol. etc.

No	Hct-1a/Hct-1b/Hb-1			Hct-2/Hb-2		Hct-3a/hct-3b/Hb-3			Vd	V1	U
1	45	39	13.8	37	12.7	39	39	13.3	800	500	0
2	43	34	11.5	32	10.7	27	27	9.2	800	1200	320
3	41	32	14.0	31	10.5	33	34	11.3	700	600	0
4	36	36	12.1	34	11.2	30	30	10.3	500	900	300
5	44	44	14.6	40	13.1	40	36	12.3	400	250	0
6	48	42	14.2	37	12.2	42	42	14.1	800	300	0
7	41	40	13.3	33	11.3	25	25	8.4	800	2500	2000
8	42	40	13.5	35	12.0	40	37	12.5	800	500	0
9	38	39	13.2	31	10.4	35	33	11.1	700	500	0
10	45	44	14.2	32	10.8	34	33	11.1	800	700	0
11	37	37	12.5	25	8.6	30	30	10.3	800	450	0
12	47	47	15.3	36	11.7	45	39	13.2	1200	350	0
13	40	36	11.9	26	8.4	37	37	9.2	800	2000	360
14	42	36	12.6	28	9.4	36	31	10.5	1000	400	0
15	38	37	11.7	32	11.0	30	27	9.2	400	500	0
16	41	35	13.4	31	11.3	32	29	9.8	1000	1300	0
17	45	38	12.6	29	9.4	34	29	9.8	1200	1100	0
18	43	36	12.8	31	10.8	28	29	10.0	800	2200	0
19	40	31	10.2	24	8.4	30	25	8.8	850	1100	0
20	40	40	13.8	32	11.0	40	33	11.1	800	600	0
Aver.	41.8	38.5	12.6	30.7	10.7	33.8	32.0	10.8	833	812	149

Hct-1a : Hematocrit, 1 day before operation Hct-1b : Prehemodilution Hematocrit at operation Hct-2 : Hematocrit, immediate immedilution Hct-3a : Hematocrit, 1 day after operation Hct-3b : Hematocrit, immediate reimfusion
Hb : Hemoglobin Vd : drawn blood volume(ml) Vd : blood loss during operation(ml) U : Homologous blood transfusion(ml)

Table 8. Hazards of homologous blood transfusion

Incompatibility reaction
Iso-antibody formation
Transmission of infection

면서 동시에 전해질 또는 대용혈액으로 그 실험량을 보충하고 수술이 끝날무렵 수혈하는 방법으로 그 이론적 기초는 1974년 Moore⁸⁾에 의해 적혈구량과 순환혈량과의 비에 따라 혈액 희석법을 Table 11과 같이 분류한 이래 3과 4의 2가지를 자기수혈에 도입 이용하고 있으며 혈액희석은 hematocrit를 25% - 30%까지 내리는 moderate hemodilution를 이용하고 있다. 이 방법은 1975년 Messmer⁹⁾가 처음 시행하였으며 혈액희석에 따른 생리적 변화는^{10,11)} Table 12와 같다. 이들 대상작용, 특히 조직에로의 산소공급은 hematocrit가 30%¹²⁾때 최고

Table 9. History of Autotransfusion

Blundell	1818	Intraoperative autotransfusion from postpartum hemorrhage
Lockwood	1917	during splenectomy for Banti's ds
Grant	1921	Predeposit autologous transfusion in meningioma operation
Turner	1968	In orthopedic surgical procedures
Messmer	1975	Acute normovolemic hemodilution autotransfusion

에 이른다 하며 20%^{12,13)} 이상이면 충분한 조직에 산소공급이 이루어진다고 한다. 이 수혈법에 쓰이는 액과 그량은 Table 13과 같다. 이 자기수혈의 장점 Table 14와 같으며 특히 동맥혈로를 통한 사혈은 시간을 줄일수 있으며 동맥혈의 계속적인 관찰이 가

Table 10. Types of autotransfusion

Predeposit autologous transfusion
 Intraoperative salvage autotransfusion
 Acute hemodilutional autotransfusion

Table 11. Types of hemodilution

1. Normovolemic stabilized posthemorrhagic anemia
 2. Hypovolemic stabilized posthemorrhagic anemia
 3. Acute normovolemic hemodilution
 4. Acute hypervolemic hemodilution

Table 12. Physiological effects in hemodilution

Decreased hematocrit & viscosity
 Decreased in oxygen content
 Compensated by
 Increased cardiac output
 Increased nutritional flow
 Enhanced oxygen extraction by the tissue
 Decreased oxygen hemoglobin affinity

Table 13. The diluent of choice

Colloid - same amount (Messmer)
 5% human albumin, plasma protein solution, dextran
 70, hydroxyethyl starch
 Isotonic crystalloid - 3 times (Guillaum)
 ringer-lactate solution, Hartmann solution
 ½ colloid & ½ crystalloid

Table 14. Advantage of hemodilutional autotransfusion

Improved blood flow & tissue perfusion
 Diminished risk of venous thrombosis
 Save of clotting factors
 Normal physiologic potential of its multiple components
 No emotional distress

Table 15. Contraindication of acute hemodilutional autotransfusion

Myocardial infarction & other coronary heart disease
 Obstructive pulmonary disease
 Pre-existing anemia

하다는 점이다. 과거에도 자가수혈이 타인의 혈액에 이상 교차반응을 나타낼때 회귀 혈액형, 수혈 거부환자중에서 적용되었으나 일반적인 수혈에 따른 부작용을 근본적으로 해결할 수 있는 방법으로 자가수혈을 이용함이 타당할 것으로 보인다. 그러나 이는 Table 15의 경우엔 이용할 수 없으며, 이를 제외한다면 모든 경우에서 가능하다 하겠다.

결 론

본원에서 1년간 20례에서 급성혈액회석법에 의한 자가수혈을 시행한 바 어떤 위험부담이나 불편함이 없이 간편히 시행할 수 있었다. 따라서 향후 부족되는 매혈 또는 헌혈에 의한 수혈의 일책으로 자가수혈이 보편화 되었으면 한다.

REFERENCES

- 1) 김상인 : 수혈부작용, 대한의학협회지. vol. No3 24. :239-242, 1981.
- 2) Cohen, S.N. & Dougherty, J. : *Transfusion hepatitis arising from addict blood donors*, JAMA, 203:139, 1968.
- 3) Denis L.B. : *Estimating Allowable Hemodilution*. *Anesthesiology*, 41:609-612, 1974.
- 4) George Milles. : *Experiences with Autotransfusions*. *Surgery, Gynecology [Obstetrics*, 115:689-694, 1962.
- 5) G.R. Viviani. : *Autotransfusion in Scoliosis Surgery*, *Clinical Orthopedics [Related Research*, 135:74, 1978.
- 6) 김광우 : 동맥혈을 사혈한 혈액 회석법을 겸용한 수술중 자가 수혈에 관한 실험적 연구. 대한 마취과 학회지, 제 1권 제 2호 : 1-5, 1978.
- 7) Robert S.T. : *Autologous Blood for Surgical Autotransfusion*. *J. Bone and Joint Surg*, 50-A:834, 1968.
- 8) Moore, F.D. : *Transcapillary refill, the unrepaired anemia and clinical hemodilution*, *Surg. Gynec. & Obstet*, 139:245, 1974.
- 9) Messmer, K. : *Hemodilution*. *Surg. Clin. of North Am*, 55:659-678, 1975.
- 10) Messmer, K., Goerndt, L. : *Oxygen transport & tissue oxygenation during hemodilution with dextran*. *Advances in Experimental Medicine & Biology*, 37-B:669, 1973.
- 11) Henry R.C. : *Hemodilution. Symposium on a physiologic approach to critical care*, *Surgical Clinics of*

North Am, 55:659-678, 1975.

- 12) George, P.B. : *The circulation in Anesthesia. Anemia
& Hemodilution*, 16:327-342, 1980.

- 13) Linda, C.S. : *Intraoperative Autotransfusion.*
Anesthesiology, 43:337-345.
-