

## 수혈과 수술

아주대학교 의과대학 혈액내과 및 임상병리과\* 및 마취과\*\*

김 호 철·임 영 애\*·이 영 석

### 서 론

### 공혈의 종류 및 공혈혈액검사

혈액제제의 약 50%가 마취과의사에 의하여 사용되고 있다는 국외의 보고<sup>1)</sup>가 있듯이 수술과 수혈은 밀접한 관련이 있다. 수혈이란 혈액의 부족한 성분을 보충해 줄 수 있는 매우 중요한 시술이지만 용혈성수혈부작용, 동종면역 및 수혈후 감염의 위험이 동반될 수 있다. 일반인들도 과거에는 수혈이 만병통치의 수단으로 사용될 수 있다는 통념과는 달리 1980년 이후 후천성면역결핍증(AIDS)의 출현으로 무조건 수혈을 기피하는 경향을 보이고 있다. 따라서 수혈을 주관하는 의사는 수혈로 인하여 환자가 얼마나 호전될 수 있으며, 또한 동반될 수 있는 부작용으로 인하여 환자가 어떻게 악화될 수 있는지를 잘 간파하고 있어야 하며, 수혈시에는 이 두가지의 사항이 균형을 이룰 수 있도록 신중하여야 한다.

우리나라의 초기 수혈은 헌혈에 대한 개념이 희박했으므로 대부분의 혈액은 매혈을 통하여 공급되었고, 전혈수혈 형태였다<sup>2)</sup>. 그 이후로 매혈이 사라지고 헌혈에 의하여 혈액제제가 공급되기 시작하였고, 혈액제제도 전혈에서 성분제제로 수혈형태가 바뀌게 되었다. 그러나 혈액공급은 점점 증가하고 있음에도 불구하고 의료수준향상에 따른 혈액수요도 함께 증가하고 있으므로 아직도 혈액수급에는 어려움이 있는 실정이다.

따라서 저자들은 공혈, 혈액제제의 종류와 적응증 및 수혈후 부작용에 대하여 소개하여 혈액제제를 빈번히 다루는 의사들에게 이 귀중한 혈액제제가 환자의 치료에 효과있고 안전하게 이용될 수 있는데 조금이나마 도움이 되고자 한다.

### 1) 공혈의 종류

현재 수혈시 가장 많이 사용되는 혈액제제의 대부분은 30세 미만의 남성들에게 의하여 공혈되어 적십자혈액원에서 공급되고 있는 혈액이며, 이외에도 지정헌혈, 자가헌혈등의 형태가 있다. 공혈된 혈액의 항응고제는 적혈구가 35일간 보관이 가능한 CPDA-1를 사용하고 용량은 320 ml와 400 ml의 두 종류가 있다. 320 ml 공혈혈액은 전혈로 공급되며 400 ml 공혈은 원심분리에 의하여 성분제제로 만들 수 있다<sup>3)</sup>.

(1) 지정헌혈(Directed donation): 환자가 수혈자를 미리 정해놓고 환자를 위하여 시행하는 공혈이다. 이는 전혀 모르는 공혈자로 부터 얻어진 혈액보다는 자신이 지정한 혈액이 더 안전하다고 여겨지는 데서 비롯되었다. 그럼에도 불구하고 구미의 경우와 마찬가지로<sup>4)</sup> 국내에서도 지정헌혈이 수혈후 감염성 질환의 예방에 크게 기여하지 못하는 것으로 생각된다. 그러나 희귀한 혈액을 가졌거나, 신장이식후 거부반응을 줄이기위하여 공혈자로부터 혈액을 받는 경우등등시에는 유용하게 이용될 수 있다.

(2) 자가헌혈(Autologous blood donation): 여기에는 수술전 혈액 예치, 수술중 혈액 회수, 수술중 혈액 회석, 수술후 혈액 회수등이 있다. 이는 타인의 혈액대신 자신의 혈액을 사용한다는 점에서 수혈의 부작용을 줄이고 혈액수급에도 도움을 주며, 종교적인 이유로 타인의 혈액을 거부하는 환자에게 도움을 줄 수 있는 바람직한 수혈형태이다.

### 2) 공혈혈액검사

현재 국내에서는 HBsAg, anti-HCV, anti-HIV, VDRL, ALT(alanine aminotransferase)<sup>3)</sup>등의 검사를 시

행하여 이중 적합한 혈액만이 이용되고 있다.

### 혈액제제의 종류 및 적응증

이중백(double bag)에 채혈된 혈액은 원심분리에 의하여 농축적혈구와 신선동결혈장으로 제조할 수 있으며, 삼중백(triple bag)에 채혈된 혈액은 추가로 농축혈소판도 제조할 수 있다. 성분제제의 사용은 필요한 혈액성분만을 환자에게 선택적으로 수혈할 수 있고 나머지 성분은 다른 환자를 위하여 사용될 수도 있으므로, 전혈수혈에 비하여 사용도를 효과적으로 증가시킨다. 전혈로부터 혈액성분제제의 제조 과정은 그림 1과 같다.

#### 1) 적혈구제제

(1) 전혈(whole blood): 전혈은 산소운반기능과 혈액량확장이 동시에 요구될 때 사용된다. 즉 신생아 교환수혈이나 수술, 사고, 출산등의 급성 대량출혈로 인하여 전체 혈액량의 25% 이상이 소실되어 속이 빠질 위험이 있을때만 사용한다<sup>5,6)</sup>. 과거 성분제제의 공급이 원활치 못할때는 적혈구 이외의 성분공급을 위하여 24시간이내의 전혈을 사용하였으나, 현재는 성분제제의 공급이 원활하며 신선혈액의 사용은 과학적인 타당성이 거의 없으므로 이러한 목적으로 사용해서는 안된다.

(2) 농축적혈구(packed red blood cells): 농축적혈

구의 헤마토크릿트는 약 70%이며 전혈과 마찬가지로 냉장온도에서 35일간 유효하다. 이는 산소운반기능과 적혈구의 보충이 요구되는 정상혈액량을 가진 빈혈환자의 치료에 이용된다. 즉 적혈구만을 보충하여 혈장량의 과다를 방지할 수 있으므로 심폐질환, 요독증, 소아, 노인 및 쇠약자에게 좋은 효과를 기대할 수 있다<sup>6)</sup>.

수술가능한 혈색소치 기준에 대해서는 의견이 분분하나 현재까지는 10 g/dL을 기준으로 하는 것이 보편적이다<sup>7)</sup>. 건강인에게 있어서 혈색소치가 7 g/dL 이하가 될때까지는 심폐기능에 별 문제가 없다는 보고도 있다<sup>8)</sup>. 따라서 수술시 심한 출혈이 예상되며 수술전 혈색소치가 8 g/dL 이하일 경우에 수혈하는 것을 권장하는 보고도 있다<sup>8)</sup>.

빠른 속도로 수혈을 하고자 할때에는 생리식염수 또는 경우에 따라 5% 알부민이나 혈장과 혼합하여 점도를 낮춰 사용할 수 있다. 그러나 이 용액이외의 다른 전해질 수액이나 약물과 같이 사용될때는 용혈을 유발할 수도 있고 부작용시 수혈로 인한 것인지 약물로 인한 것인지를 구별하기 힘들므로 절대 삼가해야한다.

(3) 세척적혈구(washed red blood cells): 반복적인 비용혈성 발열반응의 수혈부작용을 경험하는 환자에게 이용된다. 세척은 생리식염수로 하게되고 유효기간은 제조후 냉장 보관 24시간 이내에 수혈하여

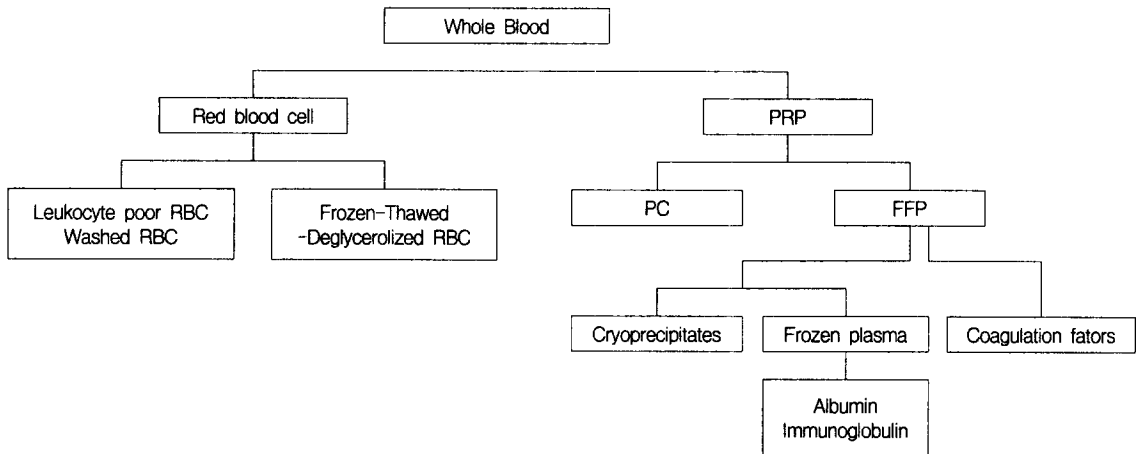


Fig. 1. Preparation of blood components.

야 한다.

(4) 동결해동적혈구(frozen-thawed deglycerolized rbc): 회귀혈액의 장기보존에 이용된다. 적혈구에 동해방지제인 글리세롤을 첨가하여 동결시킨 후 해동한 것으로서 냉동후 10년 이상 보존할 수 있다.

### 3) 혈소판제제

(1) 농축혈소판(platelet concentrates PC): 채혈후 6시간이내의 전혈로부터 제조되며 각 단위에는 약  $5 \times 10^{10}$ 개의 혈소판이 함유되어 있으므로 정상 성인인 경우 약 5,000~10,000/ $\mu$ L의 혈소판 수가 증가하게 된다. 보관은 20~24°C 실온에서 계속적으로 혼합시켜야한다. 유효기간은 제조후 48시간으로하나 혈소판 5일 보존용 혈액백을 사용할 경우는 5일까지도 연장할 수 있다.

혈소판 수혈은 혈소판감소증이나 혈소판 기능장애를 가진 환자들에 있어 출혈을 예방하거나 치료하는데 이용된다. 특히 환자혈액량의 1.5배 이상의 대량수혈시는 혈액회석으로 인한 혈소판감소증이 올 수 있다. 수술을 대비한 혈소판수는 비교적 간단한 술식을 위해서는 50,000/ $\mu$ L 이상, 관혈성시술시는 (invasive procedure) 100,000/ $\mu$ L 이상으로 유지하는 것이 바람직하다고 한다<sup>9)</sup>. 그러나 관혈성시술시도 50,000/ $\mu$ L 이상으로 유지시키면 된다는 보고도 있다<sup>10)</sup>.

(2) 성분제집 혈소판(apheresis platelets): Platelet-pheresis를 이용하여 한 명의 공혈자로부터 약  $3 \times 10^{11}$ 개에 달하는 혈소판을 얻을 수 있는 방식이다. 이는 한 환자에게 여러개의 농축혈소판을 사용하여 여러 공혈자에게 노출됨으로서 발생할 수 있는 부작용을 감소시킬 수 있는 장점이 있다. 즉 동종면역이나 수혈후 감염의 위험을 감소시킬 수 있으며, 농축혈소판제제의 공급이 어려운 휴일이나 응급시에 공혈자만 있으면 즉시 혈소판을 얻을 수 있다. 유효기간은 제조후 24시간이나 혈소판 5일 보존용 혈액백을 사용할 경우는 5일까지도 연장할 수 있다.

### 4) 혈장제제

(1) 신선동결혈장(fresh frozen plasma): 전혈로부터 분리된 혈장을 4시간이내에 동결시켜 만든 것으로 -18°C 이하에서 1년간 보관할 수 있다. 그러나 해동후에는 혈액응고인자 활성의 감소를 막기위하여

3시간 이내에 수혈되는 것을 권장하고 있으나<sup>3)</sup>, AABB(American Association of Blood Banks)에서는 해동후 즉시 사용할 수 없는 경우 냉장온도에 보관하면 24시간 유효하다고 한다<sup>11)</sup>. 신선동결혈장은 부족한 혈액응고인자를 보충하고자 할때만 사용하는 것으로 응고인자 및 응고억제인자 결핍, 와파린효과 의 신속한 역전, 비타민 K 결핍증, 급성 파종성혈관 내응고증(chronic DIC) 및 혈전성혈소판감소성 자반 증때 사용된다. 이때는 PT와 aPTT 혈액응고검사를 시행하여 정상 참고치의 1.5배 이상 연장시 투여하는 것을 권장하는데, 수술전 환자의 혈액응고검사가 정상 참고치의 1.5배 이상 연장되었을때도 신선동결혈장의 사용을 권장한다<sup>10)</sup>. 그러나 혈액량감소시, 혈장교환, 영양보충 및 단백상실, 면역결핍증의 치료 시에는 근거없는 사용이므로 삼가해야한다.

(2) 동결침전제제(cryoprecipitates): 신선동결혈장을 4°C에서 해동하여 비응고된 부분을 원심분리하여 1시간 이내에 재동결한 혈장제제로서 우리나라의 한 단위의 용량은 약 60 ml이다. 이는 A형 혈우병, von Willebrand factor 결핍증, 섬유소원 결핍증 및 요독 증환자에서는 혈소판 기능의 개선을 위하여도 유효하다. 또한 수혈목적 이외도 fibrin glue의 제조원료로서 사용될 수 있다.

### 5) 백혈구제거 혈액제제

적혈구나 혈소판제제에 함유된 공혈자의 백혈구가 환자에게 수혈되어 발열을 일으키는 것을 방지하기 위하여 주로 사용되나, 수혈후 CMV 감염을 방지하기 위해서도 사용된다. 백혈구를 제거하는 방법에는 원심침전법, 여과법 및 세척법이 있는데 최근에는 간편하게 백혈구제거를 할 수 있는 적혈구 및 혈소판제제용 filter가 널리 사용되고 있다.

### 6) 감마선조사 혈액제제

치사율이 높은 수혈후이식편대숙주병을 예방하기 위하여 적혈구나 혈소판제제에 감마선조사를 시행하게 된다. 사용대상은 골수이식환자, 면역결핍증환자, 자궁내수혈을 받았던 신생아 및 직계가족의 수혈시에 권장된다.

### 수혈부작용

수혈은 환자의 상태를 호전시키는 경우도 있으나 때때로 수혈부작용도 동반될 수 있으며 경우에 따라서는 심각한 문제도 일으킬 수 있다. 따라서 수혈 부작용을 항상 유념해 두었다가 문제발생시는 즉각적인 대처를 할수있어야 하며, 사전에 방지할 수 있도록 관심을 기울이는 것도 중요하다. 수혈부작용의 분류는 여러가지 기전에 의하여 분류할수 있으나, 크게 발생시기에 따라 분류하면 표 1과 같이 급성과 지연성 수혈부작용으로 분류할 수 있는데(표 1) 여기서는 급성수혈부작용에 대해서 간단히 소개하고자 한다.

#### 1) 면역학적 요인

(1) 급성용혈반응: 이는 공혈자와 수혈자사이의 혈액형이 맞지않는 부적합한 수혈로 인하여 생기는데, ABO 혈액형이외도 비예기항체가 일으킬수 있다. ABO 혈액형의 부적합시는 상당히 심각하여 사망까지도 연결될 수 있다. 왜냐하면 이에 관계되는 항 A, 항B 항체는 누구나 가지고 있고 또한 IgM형의 자연항체이므로 보체계를 활성화시켜 혈관내 용혈과 파종성 혈관내 응고증을 일으키는데 중요한 역할을 하기 때문이다<sup>12,13</sup>. 비예기항체에 의하여 발생될 때는 대부분 ABO 혈액형의 부적합시보다 경미한 용혈을 유발한다.

임상양상으로는 발열, 오한, 흉통, 저혈압, 오심, 구토, 호흡곤란, 혈색소뇨, 속, 파종성 혈관내 응고증으로 인한 전신출혈, 림프증 및 요통을 보일수 있다.

일단 수혈부작용이 발견되면 수혈을 중지하고, 정맥주사경로를 확보하여 식염수를 투여하고, 속 및 출혈경향에 관한 치료를 하며, 수혈을 중단한 혈액과 환자혈액은 혈액은행으로 보내어 확인검사를 실시하여야 한다.

(2) 발열반응: 어떠한 다른 이유없이 수혈과 관계되어 체온이 1°C 이상 증가되는 것을 말하는데, 이는 수혈의 가장 흔한 부작용이다. 원인은 주로 보통 환자의 혈장에 존재하는 세포독성 항체나 응집항체(leukoagglutinin)가 수혈된 공혈자의 림프구, 호중구

및 혈소판에 있는 항원들과 반응하여 일어난다. 따라서 이를 예방하기 위하여 수혈시 백혈구를 제거여과를 이용한다. 치료로는 아스피린이나 아세타미노펜등의 해열제를 사용하면된다.

(3) 알레르기성 반응: 이는 혈장단백에 대한 부작용으로 일어나며 정도의 차이에 따라 두드러기, 저혈압 및 ана필락시스반응이 있다. 원인은 확실치 않으나 공혈자 혈장내 존재하는 수용성물질에 대한 알레르기성 반응으로 의심되는데, 수혈된 혈장량이 많을수록 두드러기가 나타날 가능성이 높아진다고 한다. 알레르기성 반응이 나타나면 잠시 정지시키고 항히스타민제를 투여한 후 증상이 호전되면 다시 서서히 수혈하나, 전신적 반응 발생시는 수혈을 중지한다.

아나필락시스 반응은 소량의 혈액만이 들어가도 발생할 수 있으며, 증상으로는 호흡곤란, 흉통, 복통, 저혈압 및 속등이 발생할 수 있다. 가장 심하고 치명적인 아나필락시스 반응은 IgA 결핍환자에서 일어나며 임신이나 과거 수혈로 인하여 항 IgA가 발생된 상태에서 다시 IgA가 포함된 혈액을 수혈받았을때 항원-항체의 반응으로 일어날 수 있다. 따라

표 1. 수혈부작용의 분류

1. 급성 수혈부작용
A. 면역학적 요인
가) 급성 용혈반응
나) 발열반응: 발열, 오한
다) 알레르기성 반응: 두드러기, 아나필락시스 반응
라) 비심장성 폐부종: 호흡곤란, 폐부종
B. 비면역학적 요인
가) 혈액량 과다: 호흡곤란, 고혈압
나) 세균오염된 혈액
다) 기타 급성용혈반응: 손상된 혈액 및 저장액 주입
라) 구연산과 전해질 독성
2. 지연성 수혈부작용
A. 면역학적 요인
가) 지연성 용혈반응
나) 수혈에 의한 동종면역: 수혈후 자반병, 혈소판 및 백혈구 동종면역
다) 수혈에 의한 이식편대숙주병
B. 비면역학적 요인
가) 수혈전파성 감염
나) 혈색소침착증

서 예방책으로 IgA 결핍환자는 적혈구나 혈소판 수혈시는 세척후 사용하며, 혈장은 IgA 결핍 공혈자로부터 얻어서 수혈하면된다.

(4) **비심인성 폐부종:** 이는 심부전없이 폐부종을 나타내며 과혈량증을 일으킬 수 없는 작은양의 수혈후에도 일어나며 대개 수혈 후 4시간 이내에 일어난다. 주증상으로는 호흡곤란을 비롯하여 발열, 청색증 및 저혈압이 동반될 수 있다. 발생기전으로는 두가지 가설로 설명하는데, 한가지는 공혈자 백혈구 항체(백혈구응집소와 조직적합성항원에 대한 항체)와 수혈자 백혈구사이에 응집때문에 폐의 미세혈관을 막아 폐포강에 체액이 가득차 가스교환이 이루어질 수 없게 된다는 가설이다<sup>14,15</sup>. 다른 기전은 보체의 활성화로 혈관투과성을 높혀 직접 과립구를 응집하여 폐의 미세혈관에 백혈구전색을 일으킨다는 가정이다<sup>16</sup>.

치료로는 즉시 수혈을 중단시키고, 스테로이드를 정맥내 주사하고 호흡유지를 잘해야 한다. 예방은 공혈자의 백혈구 항체를 제거시키기 위하여 세척적혈구를 사용하는 것이다.

## 2) 비면역학적 요인

(1) **혈액량 과다:** 이는 심장 또는 폐질환이 있는 환자, 혈장량이 증가되어 있는 만성 빈혈환자들에서 빠르게 혈액을 수혈받을때 빈번히 일어난다. 따라서 이를 예방하기 위하여 호발가능한 환자는 좀더 농축된 혈액제제를 장시간내에 투여하여야한다. 증상으로는 호흡곤란, 두통, 기침 및 수축기혈압의 증가등이 수혈중이나 수혈 후 곧바로 나타나게 된다. 치료로는 수혈을 중지하거나 투여 속도를 최소한으로 늦추며 이뇨제 투여와 산소공급을 하면 된다.

(2) **세균감염:** 세균오염된 혈액은 채혈 또는 성분혈액으로 분획제조할 동안에 발생하는데 비록 그 당시에는 세균수가 적더라도 혈액을 보관하는 과정을 통하여 증식되어 생길수 있다. 이는 드무나 일단 발생시는 매우 치명적이라는데 문제가 있다. 임상증상으로는 세균감염의 정도에 따라 발열, 구토, 복부경련, 오한,속, 파종성혈관내응고 및 신부전이 나타날 수 있다.

(3) **기타 급성용혈반응:** 드물기는 하나 혈액을 잘못 냉동시키거나, 혈액을 온수조에 항온하는 과정에

서 과도한 열이 가해지는 경우 용혈이 나타날 수 있다. 또한 저장액 주입(예: 5% dextrose)이나 약제등을 동시에 주사하면 용혈이 나타날 수 있다<sup>9</sup>.

(4) **구연산과 전해질 독성:** 혈액제제의 항응고제로 사용되는 구연산은 칼슘을 킬레이트 시킬수 있으므로, 수혈을 빨리 할 경우는 혈장내 이온화 칼슘의 일시적인 저하를 가져온다. 구연산은 간에서 대사되므로, 간질환이 있거나 대량의 신선동결혈장을 수혈받는 환자에서 문제가 될 수 있다. 증상으로는 절이거나 심한 경우는 테타니까지 유발할 수 있는데, 수혈 속도를 늦추거나 심할 경우에는 칼슘을 투여하면 된다.

## 대 량 수 혈

대량수혈(massive transfusion)이란 24시간 이내에 전체 체내혈액량 이상을 수혈하는 것으로서 대략 10단위 이상의 전혈이 수혈된 경우를 일컫는다. 과거에 비하여 개심술, 외상 및 각종 장기 이식수술이 활발해짐에 따라 대량수혈을 실시하여야 하는 수술이 많아지고 있다. 그러나 대량수혈이란 비교적 단 시간내에 많은 양의 혈액을 주입받게 되므로 혈액제제 보관시의 낮은 온도, 보존성분제제 및 혈액 보관중의 생리학적 변화때문에 영향을 받아 다음의 합병증이 생길 수 있으므로 주의하여야 한다.

### 1) 출 혈

대량수혈시는 농축적혈구와 신선동결혈장만을 투여하는 경우가 많으므로 문제가 되는 것은 대개 회석성 혈소판감소증이다. 혈액응고인자는 10~30%만 있어도 임상적인 출혈을 일으키지 않으므로 실지로 대량수혈로 인한 출혈시는 혈소판 수혈이 더 필요하게 된다. 왜냐면 혈소판에는 응고인자 V, VIII, vWF, 섬유소원 및 혈소판 제 3인자를 함유하고 있으므로 지혈에 도움을 주며, 저산소증, 산혈증 및 섬유소분해산물에 의하여 기능이 쉽게 손상되기 때문이다. 또한 산혈증 및 조직허혈로 인하여 세포들이 전응고물질(procoagulants)을 유리하여 파종성혈관내응고증(DIC)과 섬유소분해산물을 다량 생성하므로 지혈을 더욱 방해하게 된다. 따라서 이들을 예방하기 위하여 수술중 응급검사로 PT, aPTT, 섬유소원

및 혈소판수를 매시간마다 측정하는 것이 바람직하다.

2) 저체온증

4°C의 차가운 혈액이 대량수혈되는 경우는 정상 체온을 유지하기 위하여 에너지를 필요로하게 된다. 정상체온을 유지하지 못하면 저체온증이 발생하는데 이는 심박출량을 감소시키고, 산혈증을 동반하므로, 수혈시 저체온증을 가진 환자가 거의 정상에 가까운 체온을 유지하였던 환자보다 더 예후가 나쁘다고 한다<sup>17,18</sup>. 저체온증을 방지하는 방법으로는 두 가지가 있다. 하나는 45~70°C로 가온한 온난 식염수와 동시에 주입하여 가온하는 방법인데, 이때 식염수 온도가 70°C 이상 올라가면 혈장단백의 변성 및 용혈을 일으킬 수 있으므로 주의해야 한다. 또 한가지는 온혈기(blood warmer)를 이용하는 방법인데, 적혈구가 40°C 이상 가온 되지 않도록 온도를 철저히 유지시켜야 한다.

3) 기 타

앞에서도 언급하였듯이 혈액제제의 항응고제로 사용되는 구연산은 칼슘을 킬레이트 시키므로 심혈관, 특히 뇌심실 기능이상과 신경계의 독성을 유발할 수 있다. 신선동결혈장이나 전혈 한 단위를 매 5분마다 수혈하는 경우 독성이 나타나기 쉬우므로, 이를 방지하기 위하여는 이온화 칼슘을 측정하여 정상 50% 이하로 떨어지면 보충하는 것이 좋다. 대량수혈시 관찰되는 고칼륨혈증의 원인은 저장혈액 수혈때문보다는 조직저관류에 의한 산혈증에 기인한다. 오히려 저장혈액의 대량수혈 후 저칼륨혈증이 올 수 있는데, 이는 저장기간중 칼륨을 잃어버렸던 적혈구가 수혈 후 다시 세포내 칼륨치를 회복하기 위하여 혈장중의 칼륨을 흡수하기 때문이다.

참 고 문 헌

1. Robblee JA, Crosby E: Transfusion medicine issues in the practice of anesthesiology. *Transfusion Med*

Rev 1995; 9: 60-78.  
 2. 강득용: 우리나라 수혈의 어제와 오늘. *대한수혈학회지* 1990; 1: 4-9.  
 3. 혈액관리법 시행규칙. 보건사회부령 제 55호, 1990.  
 4. Cordell RA, Yalon VA, CigahnH, Carla, McDonough BP, Perkins HA: Experience with 11,916 designated donations. *Transfusion* 1986; 26: 485-486.  
 5. Henry JB: *Clinical Diagnosis and Mangement* 18th ed. Philadelphia Saudnders, 1991, 939-967.  
 6. Walker RH: *Technical Manual*, 10th ed. American Association of Blood Banks, 1990: 343-345.  
 7. Rwaston RE: Preoperative hemoglobin levels. *Anaesth Intensive Care* 1976; 4: 175-185.  
 8. Varat MA, Adolph RS, Fowler NO: Cardiovascular effects of anemia. *Am Heart J* 1972; 83: 415-426.  
 9. Stehling L, Luban NLC, Anderson KC, Sayers MH, Long A,Attar S, Leitman SF, Gould SA, Kruskall MS, Goodnough LT, Hines DM: Guidelines for blood utilization review. *Transfusion* 1994; 34: 438-448.  
 10. 김상인, 조한익, 한규섭: *수혈의학*, 1판, 고려의학, 1993: 39-46.  
 11. Walker RH: *Technical Manual*, 10th ed. American Association of Blood Banks, 1990: 46-48.  
 12. 차영주: 수혈부작용. 용혈성 수혈부작용. *대한의학협회지* 1993; 36: 1189-1193.  
 13. Mollison PL, Engelfriet CP, Contreas M. *Blood transfusion in clinical medicine*. 9th ed, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1993; p498-542.  
 14. Thompson JS, Severson CD, Parmely MJ, Marmorstein BL, Simmons A: Pulmonary "hypersensitivity" reactions induced by transfusion of non-HLA leukoagglutinins. *N Engl J Med* 1971 284: 1120-1125.  
 15. Kernoff PBA, Durrant IJ, Rizza CR, Wright FW: Severe allergic pulmonary edema after plasma transfusion. *Br J Haematol* 1972; 23: 777-781.  
 16. Jacob HS, Craddock PR, Hammerschmidt DE, Moldow CR: Complement induced granulocyte aggregation. *N Engl J Med* 1980; 302: 789-794.  
 17. Luna GK, Maier RV, Pavlin EG, et al: Incidence and effect of hypothermia in seriously injured patients. *J Trauma* 1987; 27: 014-108.  
 18. Steinemann S, Shackford SR, Davis JW: Implications of admission hypothermia in trauma patients. *J Trauma* 1990; 30: 200-202.