7. 혈액

혈액의 기능

- O2, CO2 이동
- 영양물질 운반
- 노폐물 배설
- 열 분산 , 체외 방출
- 식작용(phagocytosis)
- Antibody 생성
- 혈액응고 기능

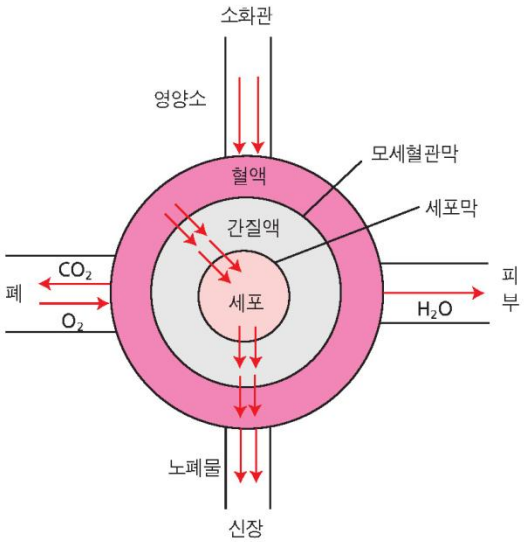

그림 7-1 | 혈액의 운반기능

체중의 약 8%
pH : 7.4(7.37-7.43)
비중 : 1.050 ~ 1.060의 비중

혈액의 성분

- 혈장(plasma)
  혈구(blood cell) - 적혈구(erythrocyte), 백혈구(leukocyte), 혈소판(platelet)

- 혈장단백질 : albumin, globulin, fibrinogen
  - albumin : 교질삼투압, 호르몬, 효소, 약물 등의 운반체
  - globulin : r- globulin (Ig G, Ig A, Ig M, Ig D, Ig E)
  - fibrinogen : 혈액응고

- 혈청(serum) : 혈장에서 fibrinogen을 제거한 것

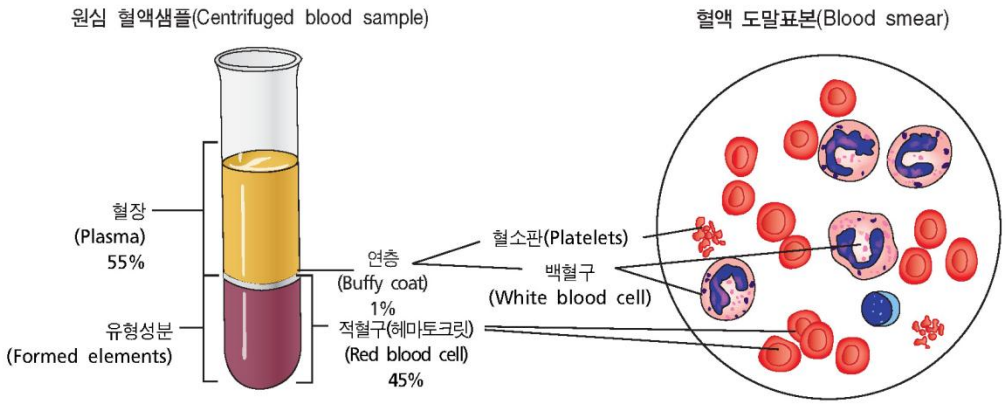

그림 7-2 | 혈액의 성분

시험관에 혈액을 채워 원심분리시키면 혈장과 혈구로 분리된다. 헤마토크릿은 혈액 100%에 대해 적혈구가 차지하는 용적을 말한다.

혈구의 생성

- 조혈기관 - Red bone marrow(일부는 3세 이후부터 황골수로 대치)
- 출생후 혈구 생성기관 – myeloid tissue, lymphoid tissue
- 생후 15일 까지 – 간, 비장에서 적혈구 백혈구 생성
  성인 – sternum, vertabrae, rib, ilium 등 골수에서 생성
- 조혈인자 – erythropoietin
- 적혈구 성숙물질 – 비타민 B12, folic acid, Fe, Cu 등

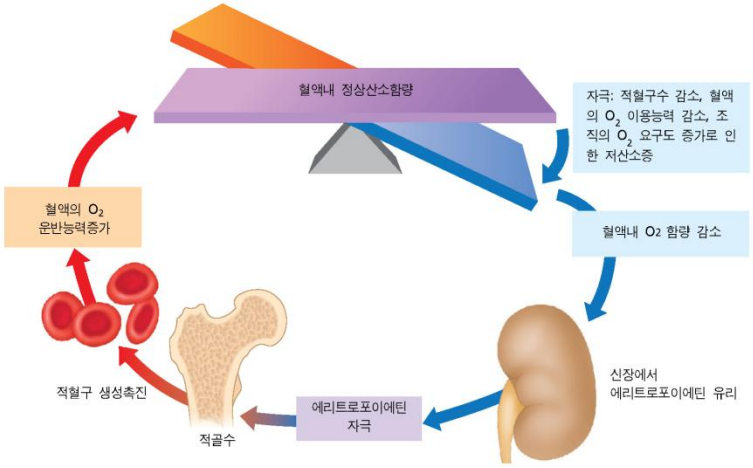

그림 7-5 | Erythropoietin에 의한 조혈촉진

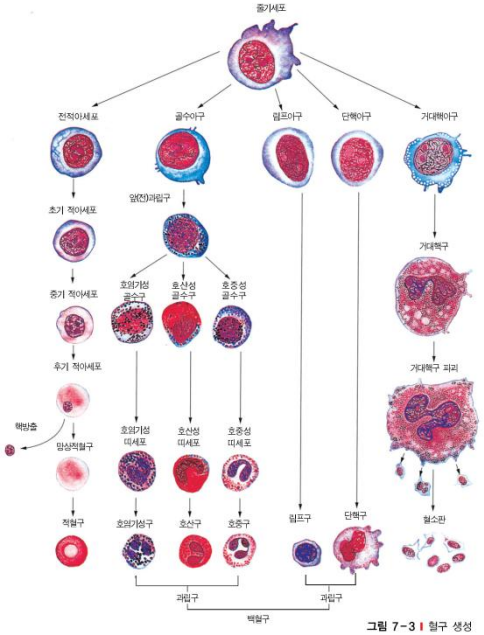

그림 7-3 | 혈구 생성

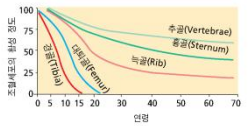

그림 7-4 | 연령에 따른 각 뼈의 상대적 조혈세포의 활성 정도

혈구의 파괴

- RBC 수명 : 약 120일

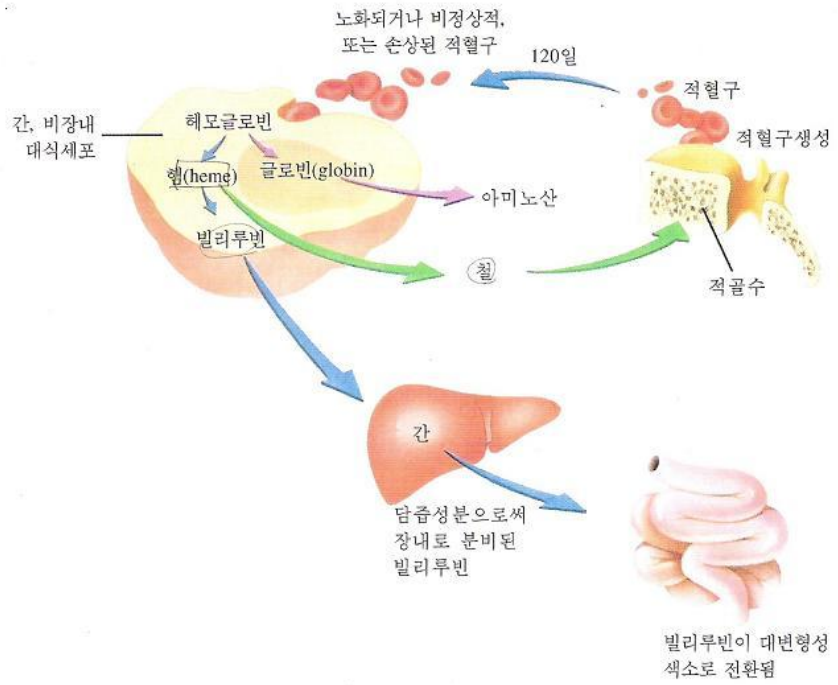

그림 8-7. 적혈구의 파괴

RBC

◆ 적혈구의 형태 및 수

- 형태: 핵이 없고 가운데 오목 들어간 원판
- 수: 성인남자(500만/mm³)
  성인여자(450만/mm³)

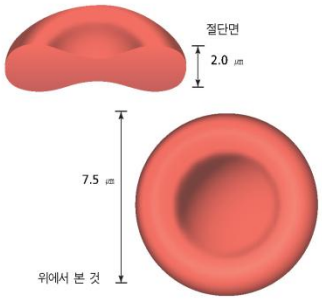

그림 7-8 | 적혈구의 전자현미경 사진

◆ Hemoglobin

- 적혈구 구성성분, 적혈구의 약 1/3을 차지하는 화합물
- heme 4분자와 globin 1분자로 구성
- Hgb 정상치: 15g/100ml.

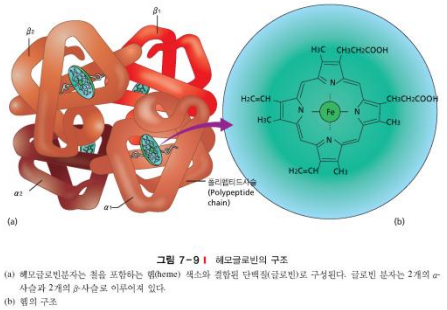

그림 7-9 | 헤모글로빈의 구조

◆ 적혈구 침강속도(ESR): 10mm/hr

-만성염증, 암 등의 질환에서 혈장 단백질이 증가하면 침강속도가 증가함

◆ 용혈(Hemolysis) : Hgb가 세포밖으로 나오는 현상

WBC

◆형태 및 수
- 핵을 가짐(적혈구는 핵을 가지지 않음
- 형성장소: 림프절과 골수
- 정상성인: 혈구정상치=>8000/mm³
- 직경: 8-15um

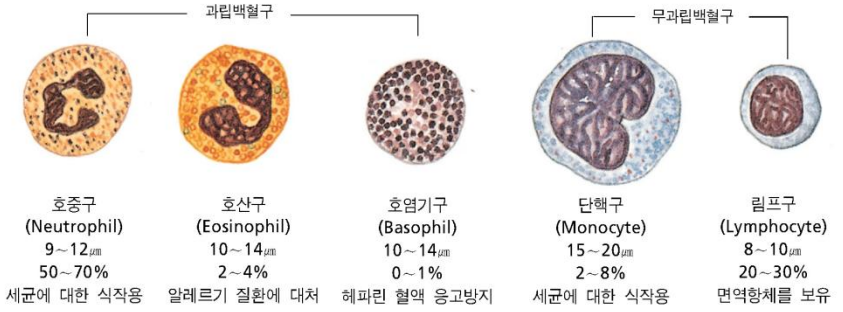

그림 7-12 | 백혈구의 형태

- 과립 백혈구
  - 호중구(50~70%)=> 급성 염증, 세균 식작용
  - 호산구(2~4%)=> 알레르기성 염증, 천식, 기생충 감염 시 증가
  -호염기구(0~1%)=> 알레르기 유발, 헤파린 함유 혈액응고 방지
- 무과립 백혈구
  -단핵구monocyte(2~8%) =>만성 및 급성염증 식작용(대식세포)
  -림프구lymphocyte(20~30%) =>항체생산

◆감별계수(differential count): 백혈구의 총 수에 대한 각 백혈구의 백분율

WBC

◆ 백혈구 기능

- 식작용(phagocytosis): 백혈구는 혈관외유출로 혈관내에서 조직쪽으로 나갈 수 있으며 아메바성 운동으로 매초 30~40um정도 이동할 수 있음. 이동 방향은 양성 화학 주성에 의존
- 면역기능
  체액성면역-B림프구 -간 및 비장에서 형성

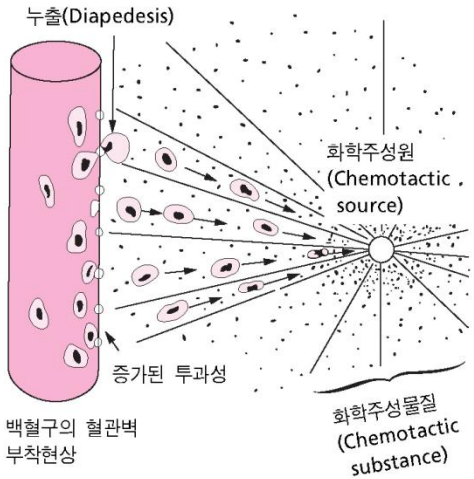

그림 7-13
화학주성의 과정에 의해 호중구가 조직손상부위로 이동한다.

Platelet

◆ 혈소판 기능

- 핵 없음
- 직경이 2~4um의 불규칙한 작은 원판 모양
- 정상 순환 혈액 내에는 $1mm^3$에 15만~40만개
- 평균수명: 약 1주일
- 세로토닌, 히스타민, ATPase, Ca^{2+}, k+ 및 thromboplastin과 같은 혈액응고 인자와 효소 등을 축적

◆ 지혈반응

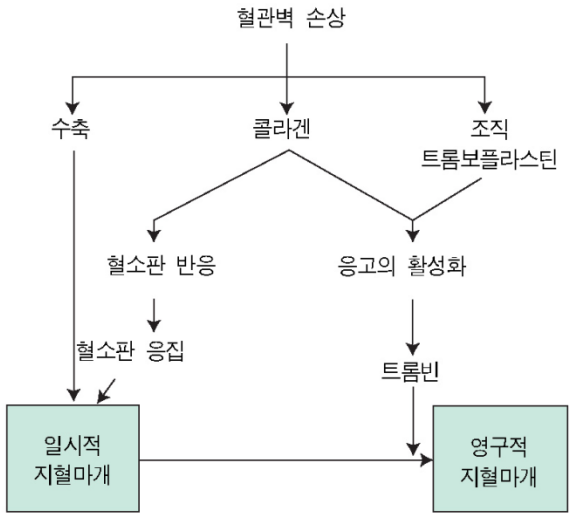

그림 7-15 | 지혈반응의 요약

표 7-1 혈액응고 인자들

인자번호	인자명	생성장소	존재장소	기능	성상
I	Fibrinogen	간	혈장	Fibrin의 전구물질	용해성 단백질
II	Prothrombin	간	혈장	Thrombin의 전구물질	α_2-글로불린
III	Thromboplastin	혈장, 조직, 혈소판에 있는 전구 물질들	일시적 혈액응고 작용	혈중의 여러 응고인자들이 조직과 혈소판에서 유래하는 인지질과 복잡한 반응으로 생성되는 중산물, factor II를 factor IIa로 활성화	
IV	Ca^{2+}		혈장	대부분의 응고인자들이 활성화되거나 전환하는 데 필요한 물질	
V	Proconvertin	간	혈장	Factor II의 factor IIa로의 전환을 촉진, thrombin과 Ca^{2+}에 의해서 활성화	용해성 글로불린
VI	활성화된 factor V				
VII	Proconvertin	간	혈장	Ca^{2+} 존재하에 factor X를 활성화하여 thrombin 형성을 촉진	β_2-글로불린
VIII	Antihemophilic Globulin	간, 신장, 비장	혈장	응고의 초기단계에서 내인성 thromboplastin의 생성에 긴요한 factor IXa와 Ca^{2+}에 의해 활성화됨	β_2-글로불린
IX	Christmas factor	간	혈청	Factor VIII처럼 작용, factor XIa와 Ca^{2+} 존재하에서 활동	
X	Stuart-Prower Factor	간	혈청	Factor III의 촉진물, factor VII, Ca^{2+} 및 Factor VIIIa에 의해서 활성화	
XI	Thromboplastin antecedent		혈청	접촉-감수성 단백분해효소, 응고 초기에 factor VIIa에 의해서 활성화	용해성 글로불린
XII	Hageman factor		혈청	접촉-감수성 단백 분해효소	산성 당단백
XIII	Fibrin-stabilizing factor		혈청	Ca^{2+}존재하에 fibrin을 안정화, thrombin에 의해서 활성화	트랜스펩티다제 (transpeptidase)

혈액응고 기전

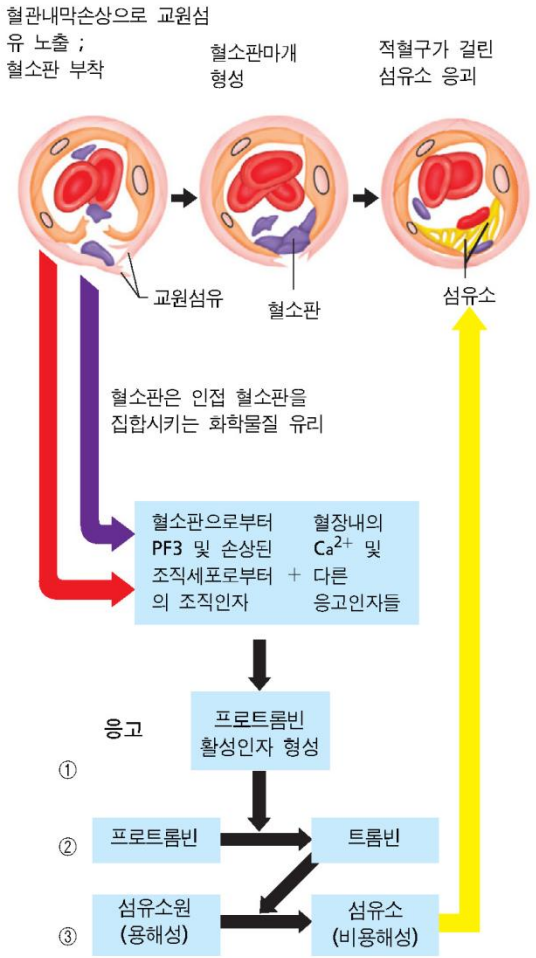

그림 7-16 | 일시적 지혈 및 혈액응고

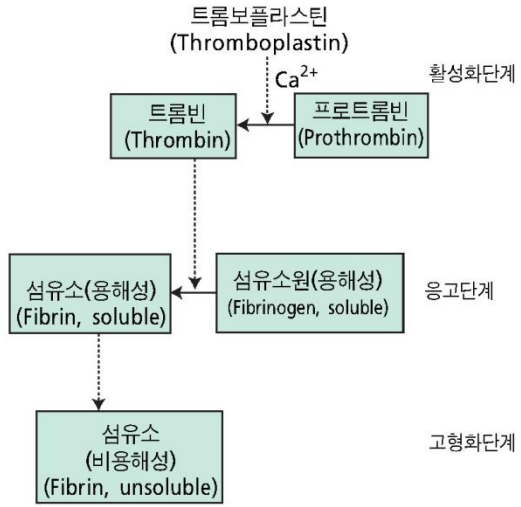

그림 7-17 | 혈액응고 단계

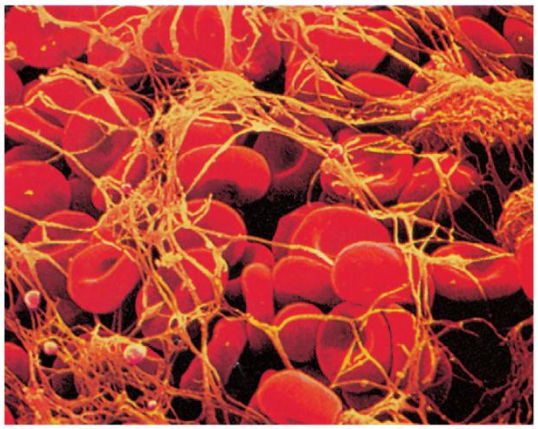

그림 7-18 |
섬유소에 붙잡힌 적혈구의 전자현미경 사진

혈촉진제(procoagulant)와 응고를 방지하는 항응고제

혈액형

1. ABO형

- Landsteiner(1901) : 사람의 적혈구막에 응집원(다당류)의 항원이 다수 있음을 시사

- 혈액형 검사
  - 항-B 에서 응집 => B형
  - 항-A 에서 응집 => A형
  - 항-A and 항-B 응집 => AB형
  - 두 항체 모두 무응집 => O형

표 7-2 혈액형의 분류

혈액형	적혈구의 응집원	혈청의 응집소	민족별 영국인	분포율(%) 한국인
O	없다	항-A(α) 항-B(β)	45	28
A	A	항-B(β)	42	32
B	B	항-A(α)	10	28
AB	AB	없다	3	12

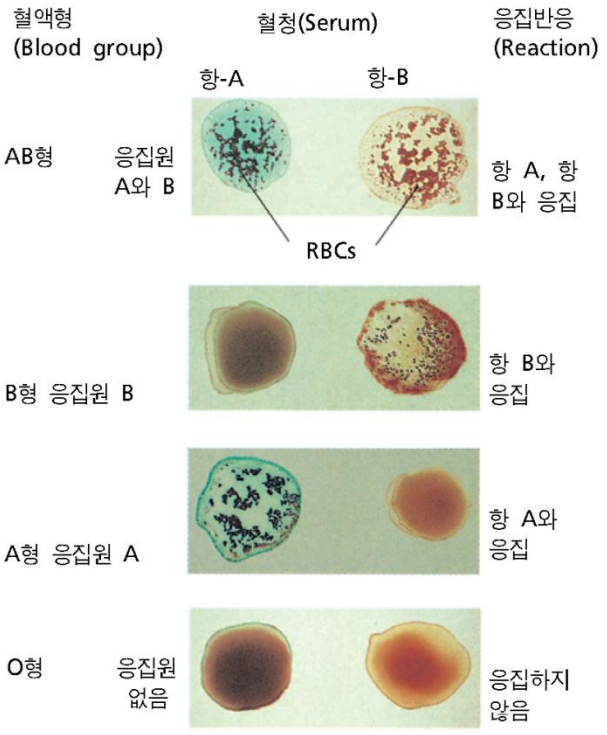

그림 7-19 | 응집반응

혈액형

- 교차시험(cross matching)
  ㄱ.주교차시험:공혈자의 적혈구와 수혈자의 혈청으로 응집반응을 검사
  ㄴ.부교차시험:공혈자의 혈청과 수혈자의 적혈구로 응집반응을 검사
  * 교차시험에서도 이상이 없으면 수혈이 가능

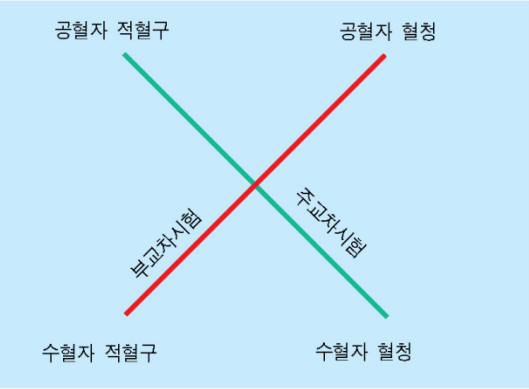

그림 7-20 | 교차시험방법

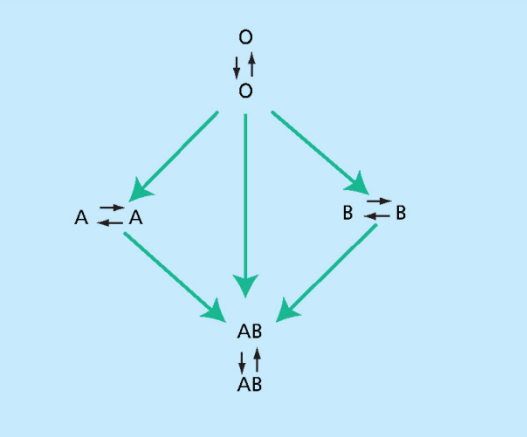

그림 7-21 | 혈액형과 수혈방향

혈액형

2.Rh형

- 응집원 D의 유무에 따라 Rh+, Rh- 로 분류
- Rh-인 사람에게 D응집원이 있는 적혈구 수혈하면 항-D 응집소가 형성

- 태아적 아구증(erythroblastosis fetalis)

Rh+ 부와 Rh- 모 가 임신 시 아기는 우성인 Rh+를 갖게 되므로 모는 항-D응집소가 생김
다시 임신시 태아의 적혈구와 응집 반응 일으켜 유산이나 사산 가능성 커짐
Rh면역글로불린(Rho GAM)투여 함으로써 예방 가능(항-D응집소가 생기지 않음)

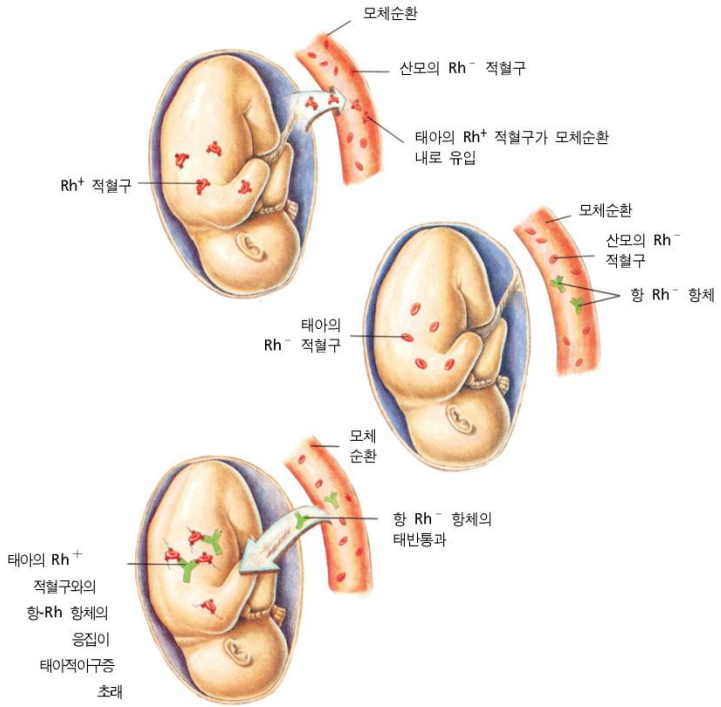

그림 7-22 | 태아적아구증(erythroblastosis fetalis)

A. 분만시기 동안 태아의 Rh^+ 적혈구가 태반을 지나 모체의 Rh^- 혈액내로 들어가 모체를 감작시키고, Rh 항원에 대한 항체를 생
시킨다.

B. 두 번째로 Rh^-인 태아를 임신한 경우에는 태아적혈구가 Rh항원을 운반하지 않기 때문에 모체에 형성된 Rh 항체는 응집을 유발
지 않는다.

C. 그러나 두 번째 태아가 Rh^+인 경우에는, 모체내 형성된 Rh 항체가 태반을 지나 태아적혈구와 응집하면서 용혈현상이 초래되어
아적아구증이 발생한다.