

혈액의 기능

(제공 : 한미음혈액원 최종성 부원장)

정상 성인의 총 혈액량은 약 4~6리터로 체중의 6~8%에 해당하며, 그 중의 42~47%는 혈구 성분인 적혈구, 백혈구, 혈소판으로 구성되어 있고 나머지 53~58%는 액체로 이루어진 혈장이다. 혈액의 중요한 기능은 체내 조직세포 안팎으로 산소를 비롯한 가스, 소화관으로부터 흡수된 영양소, 각 조직세포의 대사로 생성된 대사산물 및 노폐물, 각 내분비기관에서 분비되는 호르몬 등의 운반기능과 체내조직세포 조절기능 및 면역기능으로 대표되는 보호기능이 있다.

다양한 혈액의 기능을 혈액의 구성 성분 별로 나누어 설명하고자 한다.

1. 적혈구(RBC)

1) 가스 운반

적혈구 내의 혈색소(hemoglobin)가 폐에서 산소와 결합하여 조직에 산소를 공급하며 조직세포에서는 이산화탄소를 혈색소에 결합된 산소와 교체하여 폐로 운반한다. 완전히 포화되었을 때 혈색소 1g은 1.34ml의 산소와 결합한다. 성인의 체내 총 적혈구는 약 600g의 혈색소를 포함하고 있으므로 800ml

의 산소와 결합할 수 있다. 혈색소는 2쌍의 polypeptide chain인 globin과 4개의 heme 그룹으로 구성되어 있으며 각 heme은 1개의 ferrous이온과 결합되어 있다. Heme은 가역적으로 1개 분자의 산소 또는 이산화탄소와 결합한다.

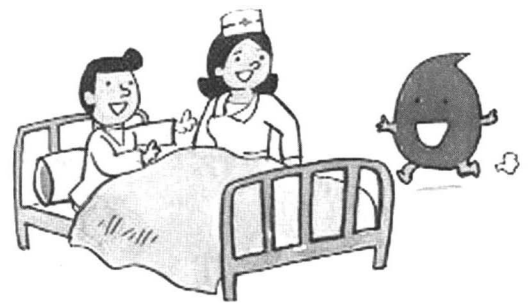
환원혈색소(reduced hemoglobin)는 산소가 해리된 철을 가지고 있는 혈색소이다. 1분자의 산소와 결합되어 있는 heme은 oxyhemoglobin으로 명명한다. 산화 또는 환원된 혈색소의 heme에는 ferrous 상태의 철이 존재한다. 철이 ferric 상태로 산화되면 methemoglobin이 되는데 산소와 이산화탄소의 운반 기능을 상실하게 된다.

2) 산염기 조절

신체에서 일어나는 대사작용은 효소에 의하여 촉매된다. 효소는 적정한 산도(pH)에서 작용하며 체액의 산도는 일반적으로 7.35~7.45의 매우 좁은 범위에서 유지되고 이를 위하여 완충계, 호흡계, 신장이 함께 작용하고 있다. 음식의 섭취 및 대사작용에 의하여 매일 많은 양의 산이 생산되고 이들의 대부분인 탄산(H_2CO_3)은 적혈구 내의 헤모글로빈과 결합하여 폐로 이동되어 배출

된다.

적혈구는 많은 양의 carbonic anhydrase를 함유하고 있는데 이 효소는 이산화탄소와 물 사이의 화학작용을 약 250배 정도 증가시킬 수 있다. 그 결과 혈액은 많은 양의 이산화탄소를 조직으로부터 폐로 운반할 수 있는 것이다.



2. 백혈구(Leukocyte)

1) 과립구(Granulocyte)

(1) 호중구(Neutrophil)

정상인에서 호중구 생산은 하루에 체중 1kg당 약 12억개이다. 골수에서 약 14일간 생성 분화된 다음 말초혈액으로 들어가 6시간 정도 순회하다가 폐, 구강, 위장관, 간, 비장 등 조직으로 침투한다. 여기서 2~4일간 머물다가 방어작용에 참가한 후 파괴되어 조직구에 탐식되거나 점막에서 소실된다. 따라서 호중구는 하루에 1/2회 교체된다. 호중구는 골수, 혈액, 조직의 세부위에 존재한다.

호중구의 주요 기능은 살균작용이다. 순환 호중구는 주화성 물질(chemotactic factor)에 의하여 활성화되어 수용체가 표면에 발현되고, 이를 통하여 혈관내피세포에 부착한 후 내피세포를 통과하여 염증부위로 이동한다. 염증부위에서 opsonization을 받은 세균을 탐식한다. 탐식된 균은 포식소체(phagosome)에 갇히게 되고, 이 포식소체와 호중구 과립이 접합되면서 탈과립(degranulation)이 일어난다. 과립에서 유리된 방어소, 살균/침투작용 단백질, lysosome이 살균작용을 하고, 활성화

화된 호중구에서 생성된 산화물질이 살균작용을 주도한다. 염증부위에서 호중구는 살균작용뿐만 아니라 주화성 물질에 의하여 더욱 활성화된 호중구가 분해됨으로써, 탐식과정에서 유리된 과립 내용물인 단백분해효소와 형성된 산화물이 주위 조직으로 새어나가서, 급성사구체신염, 관절염, 심근경색, 폐실질염 등 조직손상을 일으킬 수 있다. 일반적으로 고름이라고 불리는 농(pus)은 염증부위에서 세균을 탐식하고 죽은 호중구와 단구, 괴사된 조직으로 이루어진 혼합물이다.

또한 호중구는 prekallikrein을 kallikrein으로 변환시키는 물질을 분비하여 혈액응고계를 활성화시키고, 뇌의 시상하부(hypothalamus)에 작용하여 발열반응을 유발하는 pyrogen을 가지고 있어서 발열과도 관련이 있다.

(2) 호산구(Eosinophil)

전체 호산구의 약 1% 이하가 말초혈액에 순환한다. 골수에서 말초혈액으로 방출된지 1시간만에 대부분의 호산구들은 피부, 폐, 소화관 등 조직으로 침투해 들어가서 8~12일을 머무른다. T-림프구에서 유래한 호산구 생성촉진물질(eosinopoietin)이 호산구수를 유지한다.

호산구는 표면에 IgE와 histamine에 대한 수용체를 발현하고 있고, 주화성인자에 의하여 자극되며, 산화물형성능은 호중구보다 강력하나 세포내 살균능은 호중구보다 약하다. 기생충과 표적세포에 부착하여 과립내용물과 이산화수소 등 산화물을 세포 밖으로 분비하여 이들을 죽인다. 또한 과립 내용물(histaminase, catalase 등)을 분비하여 비만세포(mast cell)에 의한 과민성 반응과 비면역성 염증반응을 완화시켜서 조직손상을 방어하는 기능이 있다.

(3) 호염기구(Basophil)

과립구 가운데 가장 적은 수를 차지하여 말초혈액 백혈구의 0.5%에 해당된다. 호염기구와 비만세포는 histamine 등 염증매개체를 생산하여 과립 내에 저장하고 있다. 세포막의 수용체에 결합된 IgE에 특이 항원이 결합하면 아나필락시스형 탈과립이 발생하여 세포 내에 저장되어 있던 histamine 등이 유리되어 즉각적인 과민반응 증상이 나타난다. 또한 비특이성 급성 염증반응을 증가시킨다.

2) 단구(Monocyte)

단구는 탐식능이 있고, 세균 및 암세포의 성장을 억제하거나 죽이며, 분비기능(interferon 등)이 있고, 혈관생성을 자극하고 상처를 치유하며, 림프구에 항원을 제공하는 기능이 있다.

3) 림프구(Lymphocyte)

기능 및 세포 표면항원에 따라 T-림프구, helper T-림프구, cytotoxic T-림프구, B-림프구, natural killer(NK) 세포로 나누어지고, 이들은 말초혈액과 골수, 림프절, 비장 및 조직에 존재한다. 정상인 말초혈액의 평균 백분율은 T-림프구가 약 75%, helper T-림프구가 약 45%, cytotoxic T-림프구가 약 28%, B-림프구가 약 10%이며, NK 세포가 약 15%이다.

면역반응은 크게 세포매개성과 체액성 면역반응으로 크게 나누는데, 세포매개성에는 histocompatible macrophage, T-림프구가 관여하고, 체액성에는 B-림프구가 활성화되어 변환된 형질세포가 관여하는데 형질세포는 각종 항원(바이러스, 세균 등)에 대하여 항체를 생성하여 면역기능을 수행한다. 자연살해세포(NK cell)는 바이러스 감염세포 또는 종양세포와 구조적적합성항원과 관련없이 결합하여 세포를 용해한다.

3. 혈소판(Platelet)

혈소판의 기능은 지혈로서 아래와 같이 나누어 볼 수 있다.

1) 혈소판 부착(platelet adhesion)

혈관이 손상되면 혈소판은 자신의 표면에 존재하는 수용체를 통해 직접 혈관내벽에 부착하여 혈관의 내피간극(endothelial gap)에 작은 플러그(plug)를 생기게 함으로써 혈관통합성(vascular integrity)을 유지한다.

2) 혈소판 분비반응(platelet release reaction)
 혈소판은 collagen이나 외부물질의 표면에 부착함과 동시에 모양이 변하면서 ADP, ATP, thrombin, serotonin 등을 분비한다. 분비된 ADP는 이차적 혈소판응집을 유도하고, 이는 serotonin에 의한 혈관수축작용과 함께 중요한 지혈과정이다. 또한 인지질(membrane phospholipid)로부터 유도되어 생성되는 물질도 강한 혈소판응집 유도물질이다.

3) 혈소판 응집(platelet aggregation)
 ADP 및 thromboxane A2에 의해 혈소판 응집이 유도되는 과정에서 일련의 신호전달 체계를 거쳐 혈소판이 활성화된다. 그 결과 혈장 fibrinogen의 수용체에 구조적 변화가 일어나 fibrinogen을 매개로 하는 혈소판-혈소판 상호작용이 일어난다.

4) 혈소판막 인지질(membrane phospholipid)의 응고 활성(coagulant activity)
 혈소판이 자극을 받으면 혈소판막 인지질층의 변화가 일어나면서 칼슘이온 존재 하에 혈장내 IX, X, II 응고인자를 표면에 흡착시켜 활성화 자리를 제공함으로써 응고작용을 증진시킨다.

4. 혈장(Plasma)

1) 영양분 운반
 위나 장에서 흡수된 탄수화물, 단백질, 지질, 비타민, 전해질 등을 혈관을 통하여 필

요한 조직 혹은 장기로 운반한다.

2) 노폐물 운반
 각 조직에서 생성되는 대사산물인 요소, 요산, 젖산 등을 신장을 통하여 배출한다.

3) 전해질 및 수분조절
 혈장내 단백질(주로 알부민)이나 염분은 혈액 중의 삼투압을 일정하게 유지하여 모세혈관과 조직 사이의 수분의 출입을 조절해 준다.

4) 체온 유지
 전신의 순환을 통하여 조직에서 생긴 열을 흡수하며 폐, 피부 등에서 수분증발 또는 방사로 인하여 소모된 체온차를 균등하게 조절한다. 즉 대사율의 차이, 환경에 노출되는 정도의 차이에 의한 온도의 변화를 막아 체온을 일정하게 조절해 주는 작용을 한다.

5) 산-염기 평형
 세포내의 산-염기 평형 조절에 의한 pH를 일정하게 유지해 주는 작용도 한다.

6) 혈액응고
 상처가 생겨 출혈이 있을 경우 혈액을 응고시켜 출혈을 방지한다.

7) 호르몬 운반
 내분비계에서 분비된 호르몬을 멀리 떨어져 있는 각 기관 혹은 조직으로 운반한다. **▶▶▶**