

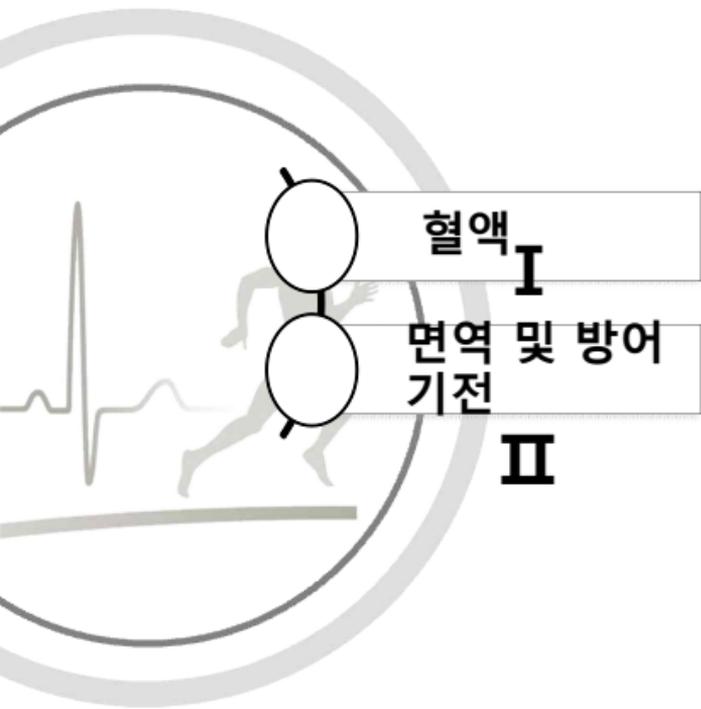


CHAPTER 6

혈액과 면역



목차



혈액 I

면역 및 방어
기전 II

II

II

면역 및 방어기전

- 면역: 병원체 or 독소 or 비정상세포에 대한 방어기능
- 생명체의 모든 구조: 방어작용 수행
- 면역계 구성:
 - 백혈구, 단핵구, 림프구, 림프액, 림프관, 림프기관
 - 림프기관:
 - 1차 림프기관: 골수 (B 림프구 생산), 흉선 (T 림프구 생산)
 - 2차 림프기관: 림프절, 비장, 편도선, 파이어판 (장 점막하조직)
- 방어 (defenses) 유형:
 - 선천성, **비특이적** (innate, nonspecific):
 - 생명체의 구조로써
 - 후천성, **특이적** (adaptive, specific):
 - 병원체의 특정 형질을 인식함으로써

II 면역 및 방어기전

선천성, 비특이적 면역

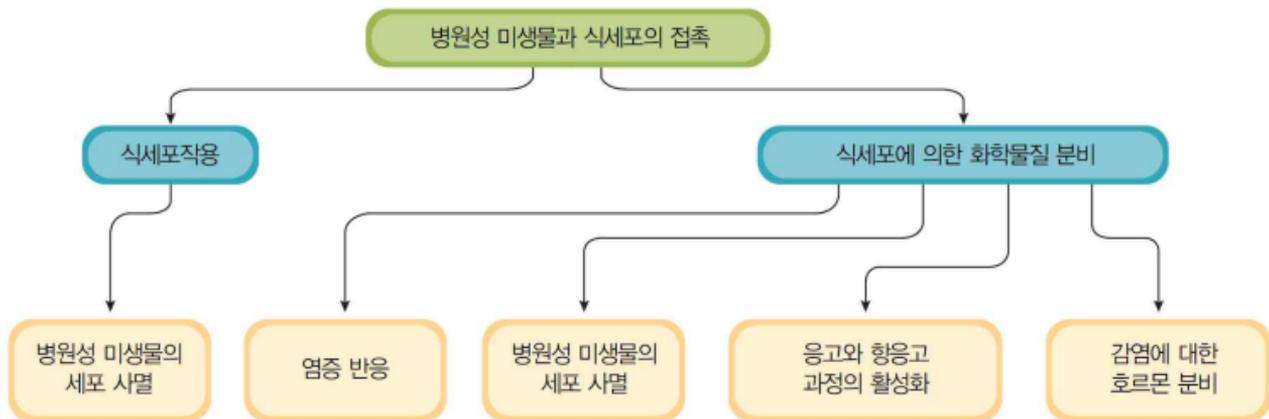
- 감염, 이물질에 대한 폭넓은 방어
- 외부기관 (external): 1차적, 비특이적
 - 피부: 상피조직 장벽, 각질형성, 상피세포 박리
 - 호흡기관 점막: 점액(mucus), 섬모(cilia)
 - 소화관 점막: 위액의 산도, 점액, 장내 미생물 균총, 상피세포 박리
 - 비뇨기관 점막: 소변의 산도
 - 생식기관 점막: 질의 산도
- 내부기관 (internal): 2차적, 비특이적
 - 식세포: 식세포작용 및 화학물질 분비
 - 보체
 - 사이토카인: 인터페론 등
 - 내인성 발열물질

- 피부 자기살균능:
 - 케라틴 단백질
 - 항균성 지방산

- 점액:
 - sIgA
 - 리소자임



그림 6-7 비특이적 면역반응



II 면역 및 방어기전

식세포작용 (phagocytosis)

- 박테리아가 생산하는 탄수화물 (당단백질, 당지질) 인식:
 - 표지 역할
- 주요 탐식세포:
 - 호중구:
 - 감염 부위에 1차로 도착
 - 단핵구 식세포계:
 - 단핵구 (monocytes), 대식세포 (macrophages)
 - 기관-특이 식세포 (organ-specific phagocytes): 고정 대식세포
 - 뇌 소교세포(microglia), 간 성상세포 (Kupffer cells) 등 모든 조직





면역반응에 관여하는 세포

표 6-6 면역반응에 관여하는 세포

세포	생성장소 및 분화	기능	
백혈구	중성 백혈구	골수	식세포작용, 화학주성물질 분비
	호염기성 백혈구	골수	히스타민 분비
	호산성 백혈구	골수	기생충 감염 방어, 급성 과민반응에 관여
	단핵구	골수	조직으로 들어가 대식세포로 변함, 식세포작용
	림프구	골수(B세포, 자연살해세포), 흉선(T세포)	특이적 면역반응에서 인식세포로 작용
		B세포	체액성 면역반응, 항체 분비
		세포독성 T세포 (CD8 ⁺ 세포)	바이러스에 감염된 세포, 암세포, 이식조직의 표적세포, 세포막에 존재하는 항원과 결합하여 직접 세포를 죽임, 세포성 면역반응
보조 T세포(CD4 ⁺ 세포)		사이토카인을 분비하여 B세포, 세포독성 T세포, 자연살해세포, 대식세포 등을 활성화	
	자연살해세포	바이러스에 감염된 세포나 암세포에 비특이적으로 결합 항체 의존성 세포독성에 의한 살생세포로서 작용	
형질세포	B세포로부터 분화	항체 분비	
대식세포	단핵구로부터 분화	식세포작용, 독성물질을 분비, 보조 T세포에게 항원제시 세포로 작용, 염증, 보조 T세포의 활성화, 감염이나 상처에 대한 반응 등에 관여하는 사이토카인 분비	
대식세포-유사세포	모든 조직과 기관, 중추신경	대식세포와 유사, 소교세포	
비만세포	골수세포로부터 분화	히스타민과 염증에 관여하는 화학물질 분비	

II 면역 및 방어기전

화학물질의 작용

- 면역반응을 수행하는 세포: 화학물질 분비
 - 비만세포: 히스타민 분비 → 염증 야기
- 보체 (complements): 20여 종의 혈장 단백질로 구성
 - 연쇄적 작용으로 효과 증폭
 - **옵소닌** (opsonization) 작용
 - 박테리아 세포막에 구멍 형성 → 물과 염류 유입 → 미생물 사멸
- 사이토카인:
 - 식세포 등에서 분비되는 화학물질
 - 식세포와 의사소통, 식세포 증식 유도
 - **인터루킨, 인터페론** 등



표 6-7 사이토카인의 종류

사이토카인	생성세포	표적세포	주요 기능
인터루킨-1 인터루킨-6 종양괴사인자	항원제시세포	보조 T세포, 일부 뇌세포, 조직세포	인터루킨-2의 분비 인터루킨-2 수용체의 발현 자극 염증, 감염 상처에 대한 전신반응의 자극
인터루킨-2	대부분 면역세포	보조 T세포, 독성 T세포, 자연살해세포, B세포	세포 증식 자극 형질세포로의 전환 촉진
인터페론	대부분 세포	대부분 세포	세포로 하여금 항바이러스성 단백질 생성 자극
감마인터페론	자연살해세포, 활성화된 보조 T세포	자연살해세포, 대식세포	세포의 분열 증식 세포독성 물질들의 분비 자극
케모카인	내피세포, 손상된 세포	중성 백혈구, 기타 백혈구	상처와 염증이 있는 부위로 백혈구를 유주
콜로니 형성인자	대식세포	골수	중성 백혈구와 단핵구의 분열 증식 자극

II 면역 및 방어기전

인터페론 (interferon)

- 바이러스에 감염된 세포:
 - 인터페론 분비
 - 인접 세포에 작용해 항바이러스성 단백질 합성 촉진
 - 세포독성세포 (T cell), 자연살해세포 (NK cell) 및 대식세포 활성화
- α -및 β -interferon:
 - 바이러스 증식 억제
 - 세포독성세포 및 자연살해세포 활성화
 - 항체생성 (B cell) 자극
- γ -interferon:
 - 대식세포 활성화

II 면역 및 방어기전

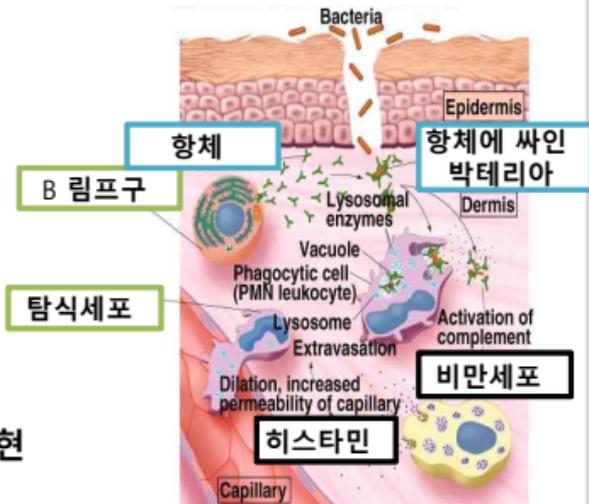
국소 염증 (local inflammation)

- 국소적 감염이나 상처에 대응하는 중요한 방어 기전
- 박테리아의 체내 침입 시
- 선천성 면역:
 - 호중구, 단핵구, T 세포의 식세포작용
 - 대식세포의 식세포작용:
 - 단핵구가 세포외기질단백질 (extracellular matrix proteins)과 결합
 - 대식세포로 변형
 - 보체 활성화
 - 보체 (complement): 식세포 유인 및 식세포작용 촉진
- 후천성 면역:
 - B 림프구가 자극 받아 특정 항원에 대한 항체 생산
 - 항체-항원 결합 → 비특이적 반응 (옵소닌) 증대
 - 중성구, 대식세포, 단핵구의 식세포작용 촉진

II 면역 및 방어기전

비만세포

- 비만세포 (mast cells):
 - 모든 조직에 존재 (특히 피부, 기관지, 장점막)
 - 히스타민 (histamine) 분비:
 - 염증 촉진 사이토카인, TNF 분비
 - 막 투과성 항진
 - 혈관 이완
 - 호중구 유인
 - 이러한 결과, 국소 염증의 특징 발현
 - 발적, 발열, 부종, 고름, 통증



- 염증반응 : 면역수행 반응이나 여러 질병 유발과 관련
알츠하이머, 동맥경화증, 관절염, 천식, 당뇨병 등

II 면역 및 방어기전

후천성, 특이적 면역

- 항원 (antigens): 특정 항체 생산을 자극하는 분자
 - 병원체, 독소 or 이물질 (단백질, 다당류, 핵산 등 거대 분자)
 - 생산된 항체와 특이적 결합
- 면역계: "자기"(self) 분자와 "비자기"(nonself) 항원 식별
- 유형:
 - 체액성 면역: B 림프구 수행
 - 세포성 면역: T 림프구 수행

II 면역 및 방어기전

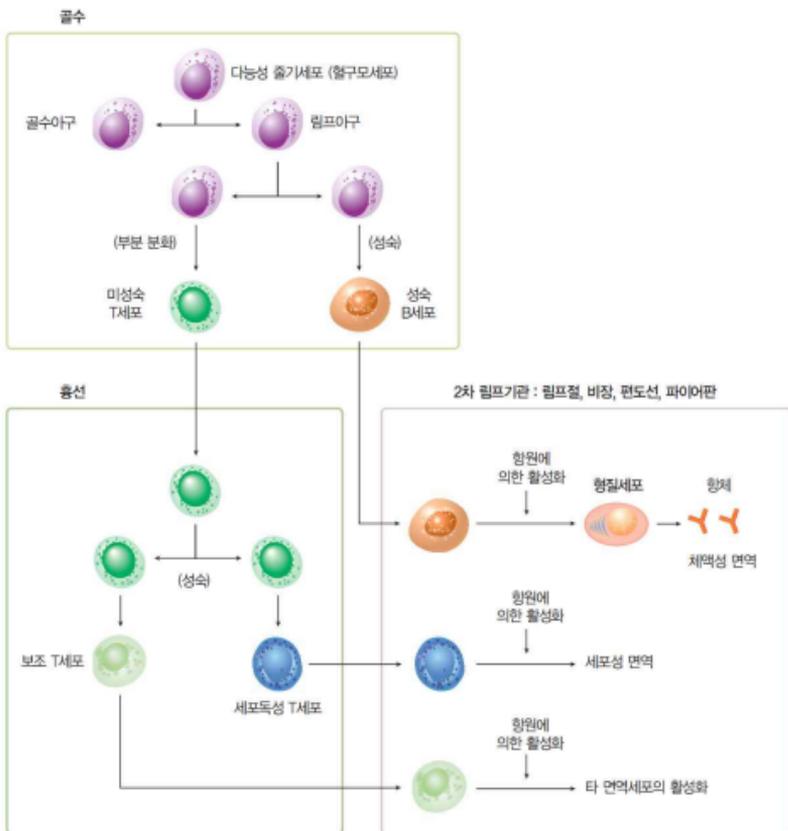
체액성 면역: B 림프구 수행

- 박테리아와 일부 바이러스에 대항
- B 림프구:
 - 골수에서 생성 후 혈액, 림프절, 비장에 존재
 - 항원에 노출되면 세포분열
 - 일부는 **형질세포** (plasma cells)로 변형:
 - 형질세포: **항체** (antibodies) 분비 (2,000 분자/초)
 - 항체: 항원과 결합
 - 일부는 **기억세포** (memory cells)로 변형:
 - 동일한 항원이 다시 들어오면 즉각 증식, 항체 생산
 - 면역 활성화에 중요



B세포와 T세포의 성숙

그림 6-8 B림프구와 T림프구의 성숙과 분화



II 면역 및 방어기전

항체 (antibodies)

- 면역글로불린 (immunoglobulins), g-globulin, 당단백질
- 구조:
 - 4개의 폴리펩티드 사슬이 Y 형으로 연결
 - 2개의 긴 무거운 사슬 (H) + 2개의 짧고 가벼운 사슬 (L)
 - Fc 불변 영역: 모든 항체의 공통 구조
 - 불변 영역에 따라 IgG, IgA, IgE, IgM, IgD
 - Fab 가변 영역: 아미노산 서열이 다양, 항원-결합부위
 - 항원 결합에 특이성 부여
 - 다양성: 각 개인은 10^{20} 의 항체분자를 가지고 있음.
각각 상이한 항원에 대한 특이성을 나타냄



알아두기

면역글로불린

IgG : 혈액 내의 주요 항체, 예방접종 후 증가, 2차 면역반응 중 분비

IgA : 침과 모유 내의 분비 항체

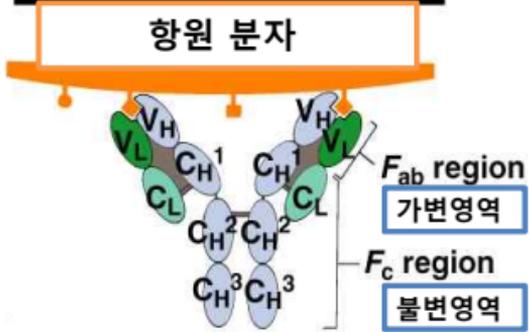
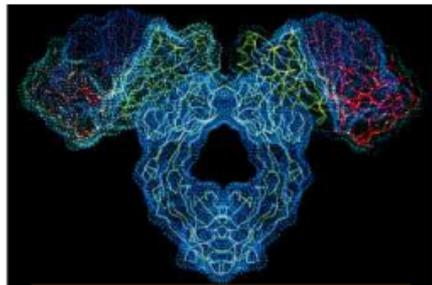
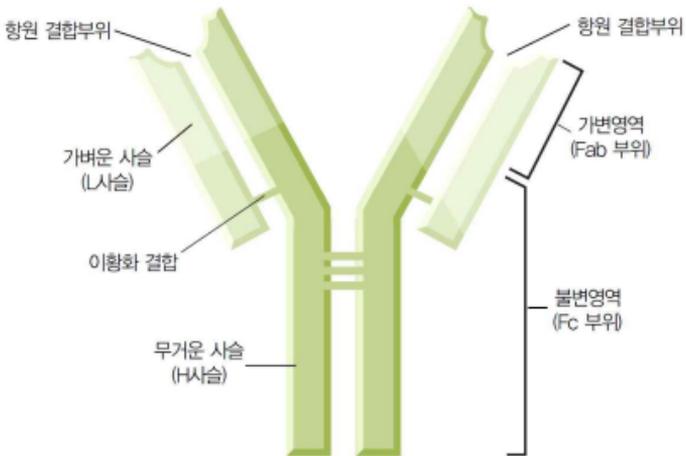
IgE : 즉시 과민반응에서 알레르기 증상 유발

IgM : 미성숙 B 림프구 표면의 항원 수용체로 작용, 1차 면역반응 중 분비

IgD : 미성숙 B 림프구 표면의 항원 수용체로 작용



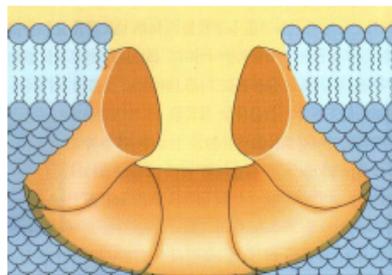
그림 6-9 항체의 구조



II 면역 및 방어기전

보체계 (complement system)

- 비특이적 면역계:
 - 항체와 항원 결합으로는 항원이나 병원체를 파괴하지 못함
 - 항체는 다만 면역적 공격의 표적 제공
 - 보체 활성화: **항체-항원의 결합으로**
 - **옵소닌** 작용 (opsinization): 식세포작용 촉진
- 보체 단백질:
 - 9종: C-1 ~ C-9
 - C1: 감염 세포 인지
 - C4>C2>C3: 활성화
 - C5-C9: **세포막공격복합체** (채널) 형성



▶ 세포막공격복합체

II 면역 및 방어기전

세포성 면역: T 림프구 수행

- 병원체 감염 세포, 암세포, 이식세포 공격
- T 림프구:
 - 골수에서 생성
 - 미성숙 T 세포: 흉선에서 성숙
 - 성숙 T 세포: 혈액, 림프절 및 비장으로 이동
 - 항원 (단백질) 인식 ➔ 활성화
 - 항체를 분비하지 않음
 - 물리적 접촉으로 세포 파괴
 - 종류:

기능적 구분	특정단백질 (공동수용체) 구분
세포독성 (살해) T 세포	CD8+
보조 T 세포	CD4+
억제 T 세포	CD4+

II 면역 및 방어기전

세포독성 T 림프구

- 표면분자: **공동수용체**, **CD8+** 지님
- 항원제시세포 (모든 세포)와 결합:
 - 세포막의 항원 펩티드 조각: **주조직적합성 복합체 I (MHC I)**과 결합
 - **CD8+** : **MHC I**과 결합
- T 림프구: 항원과 결합하면 2종 효소 분비
 - **퍼포린 (perforins)**:
 - 원형질막을 중합해 원통형의 채널 형성
 - 희생세포를 **삼투적**으로 파괴
 - **그랜자임 (granzyme)**:
 - 희생세포에 들어가 카스파아제 (caspases) 활성화
 - 희생세포의 **DNA** 파괴

II 면역 및 방어기전

주조직적합항원 (major histocompatibility complexes; MHC)

- 모든 세포:
 - 성숙 적혈구 제외
 - 유전적으로 주조직적합항원 (MHC)을 세포막 표면에 지님
 - 사람백혈구항원 (human leukocyte antigens; HLAs)이라고도 함
 - 주조직적합항원: 6번 염색체의 유전자로 결정
- MHC 분자 종류:
 - Class-1 (MHC I): 적혈구 외 모든 세포에서 생성
 - Class-2 (MHC II): **대식세포**, **수지상세포**, **B 림프구**에서만 생성
 - 보조 T 세포를 활성화시켜 B 세포의 면역반응 촉진

II 면역 및 방어기전

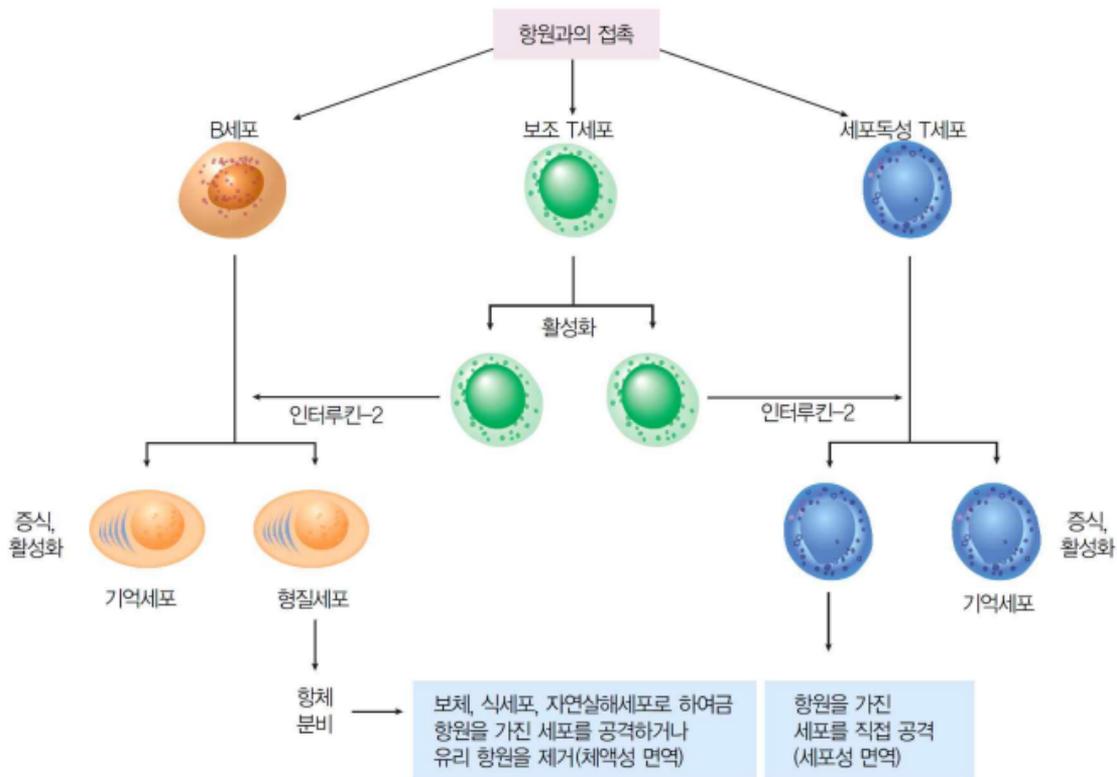
보조 T 세포

- 표면분자: **공동수용체, CD4 +** 지님
- 보조 T 세포의 활성화:
 - **주조직적합성 복합체 II (MHC II) 필요**
 - **대식세포 or 수지상세포: MHC II 존재**
 - **MHC II와 항원 결합 → 항원제시**
 - **보조 T 세포 결합:**
 - **CD4+ 은 MHC II와 결합**
 - **보조 T 세포활성화**
- **보조 T 세포의 기능:**
 - **간접적 면역작용:**
 - T 세포, B 세포, 대식세포, 자연살해세포 조절
 - 살해 작용 및 항체 생산 촉진

- 수지상세포:
 - 골수 유래
 - 전 조직으로 이동
 - 피부, 장, 폐 점막에 농축
 - 항원 표지 기능
 - 단백질 항원 흡입
 - 펩티드로 분해
 - 세포막으로 이동
 - MHC와 펩티드 결합
- **항원 표지**



그림 6-10 보조 T세포의 역할



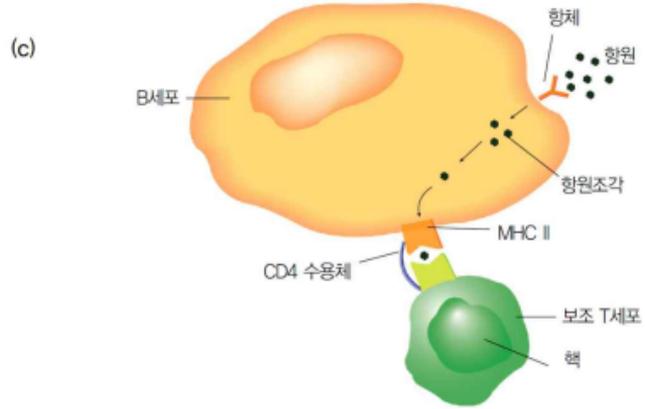
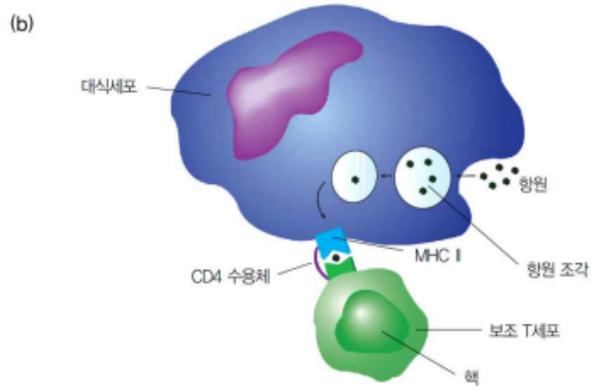
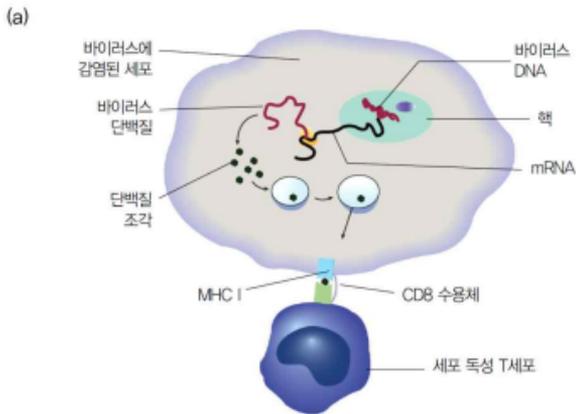
II 면역 및 방어기전

항원제시

- 세포독성 T세포에 항원제시:
 - 모든 유핵세포 (MHC I 함유): 세포독성 T세포에 항원제시
 - 바이러스 감염 숙주세포: 바이러스 단백질 생산
 - 바이러스 단백질: 세포내 단백질가수분해효소에 의해 분해되어 펩티드로 잘림.
 - 펩티드: MHC I 분자와 결합하여 복합체 형성
 - 복합체: 세포 표면으로 이동 → 세포막에 표출
 - 세포독성 T세포: 복합체와 결합 (비특이적)
- 보조 T 세포에 항원제시:
 - 대식세포, 수지상세포, B세포 (MHC II 함유): 보조 T세포에 항원제시
 - 탐식된 미생물 or 이물질: 가수분해로 펩티드 생산
 - 펩티드: MHC II 분자와 결합하여 복합체 형성
 - 복합체: 세포 표면으로 이동 → 세포막에 표출
 - 보조 T세포: 복합체와 결합 (특이적)



그림 6-11 항원제시



II 면역 및 방어기전

자연살해세포 (natural killer cells: NK)

- 림프구 일종
- 세포성 면역반응 수행:
 - 세포독성 T 세포와 근사하나 상이
 - **항원 특이성 없음: 그러므로 항원 노출 불필요**
 - class-1 MHC 항원이 없는 세포 공격
 - 바이러스 감염 세포 or 암세포와 결합 → 퍼포린과 그랜자임 분비
→ 세포막 손상 유발 → 파괴
- **비특이적으로 암세포 파괴**
- **항체 or 사이토카인**에 영향 받음:
 - 보조 T 세포에서 분비되는 물질
 - 인터페론에 의해 촉진

II 면역 및 방어기전

시토카인 (cytokines)

- 주로 면역매개세포가 분비하는 단백질:
 - 세포 간 의사소통
 - 면역반응 조절
- 종류:
 - IL-1: T 세포 증식과 활성화
 - IL-2: 살해 T 세포 증식
 - IL-3: 골수 줄기세포 및 비만세포 증식
 - IL-4: B 세포증식, IgE 항체생산촉진, 살해 T 세포활성증가
 - 기타:

■ 림포카인:
림프구가 분비하는 시토카인

II 면역 및 방어기전

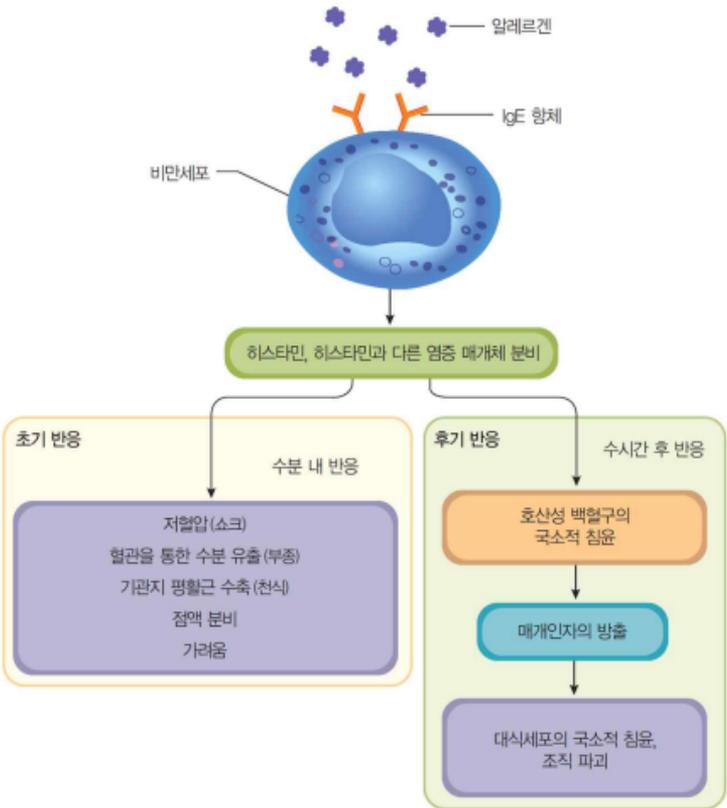
알레르기 (allergy)

- 알레르겐 (allergens)에 대한 부적절한 과민 면역반응
- 유형:
 - 급성 과민반응: **항체** 관련
 - 지연성 과민반응: 항체와 무관
- 급성 과민반응 (immediate hypersensitivity):
 - 항원 노출 시: B 세포 및 혈장 세포가 항체 **IgE** 분비
 - IgE: 비만세포 및 호염구에 부착
 - 재차 동일 알레르겐에 노출 시:
 - 알레르겐이 비만세포 및 호염구에 부착된 항체와 결합
 - 히스타민 (histamine), 류코트리엔 (leukotrienes), 프로스타그란딘 D 등 **염증매개물질** 분비 자극
 - 증상 발현: 대부분 국소적

- 조기반응: 수 분 이내
- 후기반응: 수 시간 이내



그림 6-12 급성 과민반응



II 면역 및 방어기전

알레르기 (allergy)

- 지연형 과민반응 (delayed hypersensitivity):

- 항체 (IgE) 무관: 히스타민 무관

- 항히스타민제: 효과 없음

- 항원 노출 시:

- 보조 T 세포: 사이토카인 (림포카인) 분비

- 염증 매개체 역할

- 증상 발현: 수 시간 or 수 일

▶ 알아두기 : 자가면역

- 아나필락시스 (anaphylaxis):

염증매개물질의 혈중 농도 증가에 따른 **전신반응**
저혈압, 부종, 기관지 수축

II 면역 및 방어기전

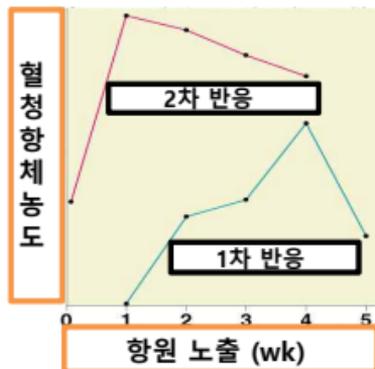
면역결핍 (immunodeficiency)

- 선천성 면역결핍:
 - 유전적 요인으로 특정 항체 생산 기능부전
 - 예: 만성 육아종 질환
 - 치료: 항생제나 항체 투여 or 골수이식
- 후천성 면역결핍:
 - 인간면역결핍 바이러스 감염 (human immunodeficiency virus: HIV)
 - 보조 T세포 과사
 - 세포성 면역기능 저하
 - 에이즈 발현 (acquired immune deficiency syndrome: AIDS)

▶ 알아두기 : 에이즈 면역결핍

능동면역 (active immunity)

- 항원 노출로 면역력 획득
- 1차 반응 (primary response):
 - 병원균에 1차 노출 시
 - 5-10일 후: 특정 항체 출현
 - 느린 면역반응으로는 극복 불충분
- 2차 반응(secondary response):
 - 이후 동일한 항원에 2차 노출 시
 - 상당량의 특정 항체가 2시간 안에 최고 수준에 달함
- 백신 (항원) 접종: 2차 반응유도
 ➔ 능동면역 획득



수동면역 (passive immunity)

- 항원 노출 없이 항체를 전달받아 면역능력 획득
- 자연적 현상:
 - 태아: 모체혈로부터 항체 IgG 받음
 - 신생아: 모유를 통해 항체 IgA 받음
 - 면역적응 현상: 생후 1개월까지 없음
 - 이때 영아는 스스로 림프구를 생산하지 못하므로
 - 수동면역: 생후 1개월에 소실
- 인위적 현상: 질병 치료를 위해 항체 주입
 - 파상풍, 간염, 광견병, 뱀독

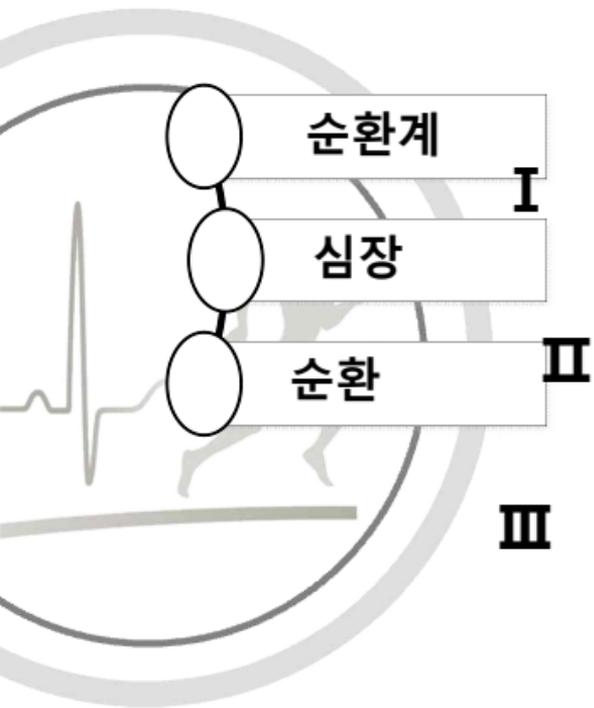


CHAPTER 7

심장과 순환



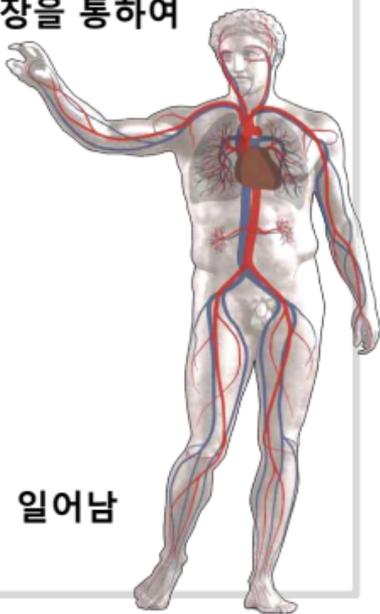
목차



I 순환계 (circulatory system)

순환계의 구성

- 순환계: 일정한 관을 통하여 필요한 영양물질과 산소를 각 기관과 조직에 공급하고 대사산물인 이산화탄소와 노폐물은 폐와 신장을 통하여 체외로 배출(순환계의 관을 통하여 물질이 수송)
- 폐에서 공급받은 산소는 심장에서 대동맥을 거쳐 소·세동맥을 통해 신체의 각 기관으로 이동
- 대사과정에서 생긴 이산화탄소는 조직에서 심장으로 연결되는 정맥에 의해 폐로 운반
- 동맥은 모세혈관에 의해 정맥과 연결되어 있으며
- 모세혈관에서는 호흡가스, 영양물질, 노폐물의 교환이 일어남



I 순환계 (circulatory system)

순환계의 구성

- 순환계는 체순환, 폐순환, 림프순환으로 나누어짐
- 체순환: 심장과 신체의 각 조직 사이를 잇는 순환계
 심장 → 세포 → 심장으로 혈액 흐름
 동맥 → 소·세동맥 → 모세혈관 → 소·세정맥 → 정맥
- 폐순환: 심장에서부터 폐의 공기주머니인 폐포의 모세혈관으로 이어지는 순환
- 림프순환: 온몸에 퍼져있는 림프관으로 이루어지는 순환계
 - 림프관으로 간질액 (interstitial fluid) 수송
 - 림프액: 정맥에 들어가기 전 림프절에서 정화됨

I 순환계 (circulatory system)

순환계의 기능

- 수송
 - 기체물질: 산소와 이산화탄소 운반
 - 영양물질: 소화·흡수된 물질을 간 and 조직으로
 - 배설물질: 대사산물 (metabolic wastes)을 신장으로
 - 호르몬: 호르몬을 표적기관으로
 - 온도: 신체의 심층과 표면 간 온도 전환
- 방어
 - 방어: 혈액응고로 혈액 손실 및 감염 억제
 - 면역: 백혈구, 림프구의 작용

I 순환계 (circulatory system)

폐순환과 체순환

그림 7-1 순환계

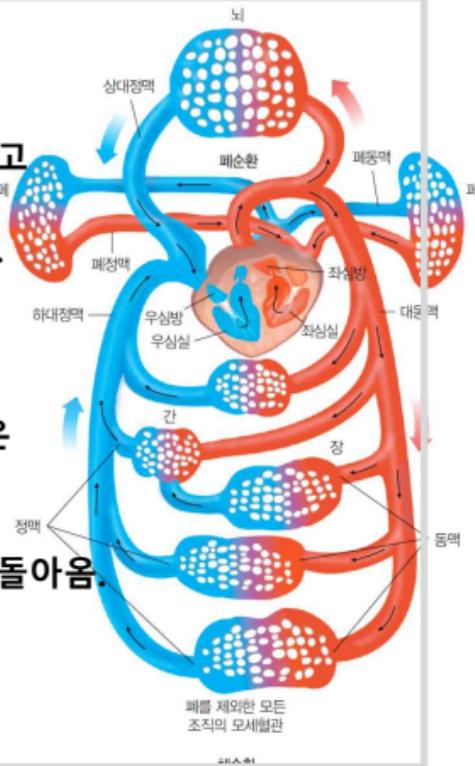
■ 체순환 (systemic circulation):

- 좌심실을 나온 동맥혈이 대동맥과 동맥을 지나 신체조직의 세동맥에 이르러 산소를 주고 이산화탄소를 받아서 정맥혈이 되어 정맥과 대정맥을 거쳐 우심방으로 오는 과정.
- 좌심실 → 전신 → 우심방

■ 폐순환 (pulmonary circulation):

- 우심실에서 시작하여 폐동맥을 통하여 들어온 정맥혈이 폐포로 들어온 산소와 결합하고 이산화탄소를 배출하는 가스교환을 하고 동맥혈이 되어 폐정맥을 통하여 좌심방으로 돌아옴.
- 우심실 → 폐 → 좌심방

■ 체순환 혈류속도 = 폐순환 혈류속도



II 심장 (heart)

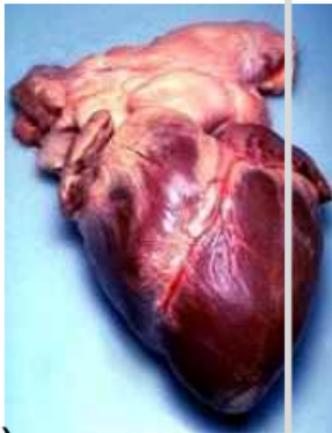
- 신체의 각 부위로 혈액을 이송하는 역할
- 심장에서 나온 혈액은 동맥을 지나 조직 내 모세혈관을 통해 정맥을 통해 심장으로 되돌아오는 순환.
- 끊임없는 수축과 이완으로 신체의 각 부위에 혈액 수송
- 심장은 근육으로 구성되어 있고 혈액이 들어있는 장기.
- 횡격막 위, 기관과 식도 앞쪽 좌우 폐 사이에 위치.
(심장의 2/3정도가 가슴 정중선 좌측으로 치우침)
- 심장은 4개의 방으로 구성.

정맥혈을 받는 2개의 심방:좌심방(폐정맥), 우심방(대정맥)

동맥혈을 내보내는 2개의 심실(좌심실과 우심실)

좌심실은 혈액을 온몸으로 보내고,

우심실은 혈액을 폐로 보내 산소화되도록함.

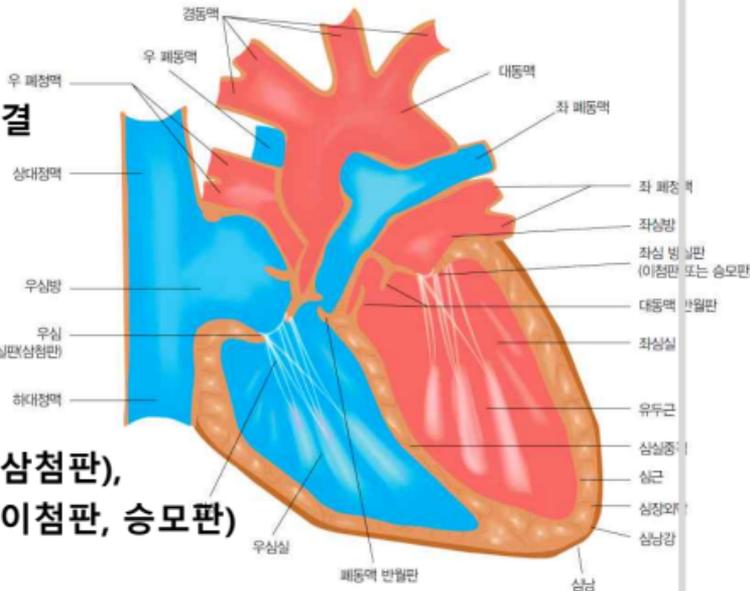


II 심장 (heart)

심장의 구조

그림 7-2 심장의 단면도

- 심장의 상부는 굵은 혈관인
- 대동맥과 폐동맥이 연결.
- 2개 심방 + 2개 심실: 혈관과 연결
 - **대정맥** → **우심방**
 - **폐정맥** → **좌심방**
 - **우심실** → **폐동맥**
 - **좌심실** → **대동맥**
- 판막: 결체조직
 - 방과 실 사이
 - 우심방-우심실 (**방실판**: 삼첨판),
 - 좌심방-좌심실 (**방실판**: 이첨판, 승모판)
 - 방 or 실과 혈관 사이:
 - 우심실- 폐동맥 (**폐동맥 반월판**)
 - 좌심실-대동맥 (**대동맥 반월판**)

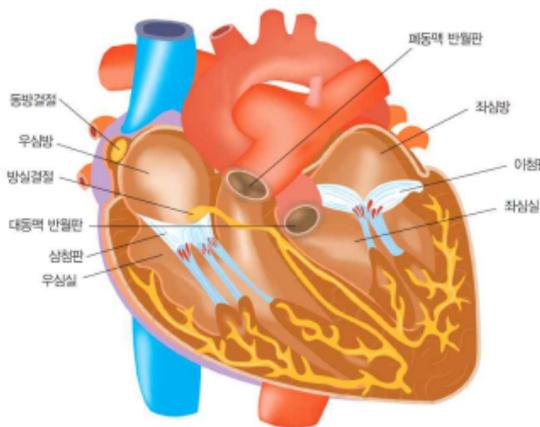


II 심장 (heart)

방실판과 반월판

- 방실판 (atrioventricular valves):
 - 심방과 심실을 구분
 - 혈액 흐름의 일방통행: 심방 → 심실
 - 심방 수축 시 열림
 - 삼첨판 (우), 이첨판 (좌)
- 반월판 (semilunar valves):
 - 폐동맥 or 대동맥 기시부와 심실 구분
 - 혈액 흐름의 일방통행:
 - 좌·우심실 → 대동맥 or 폐동맥
 - 심실 수축 시 열림
- 압력차이로 개폐

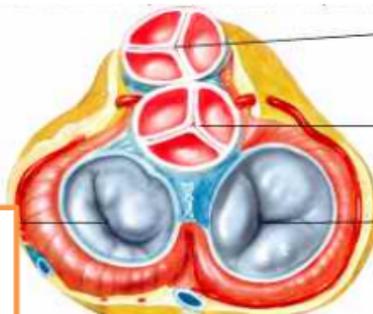
그림 7-3 심장의 판막



II 심장 (heart)

방실판과 반월판의 횡단면

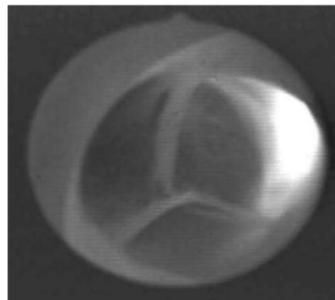
이첨판, 승모판
(좌심실)



폐동맥 반월판

대동맥 반월판

삼첨판
(우심실)

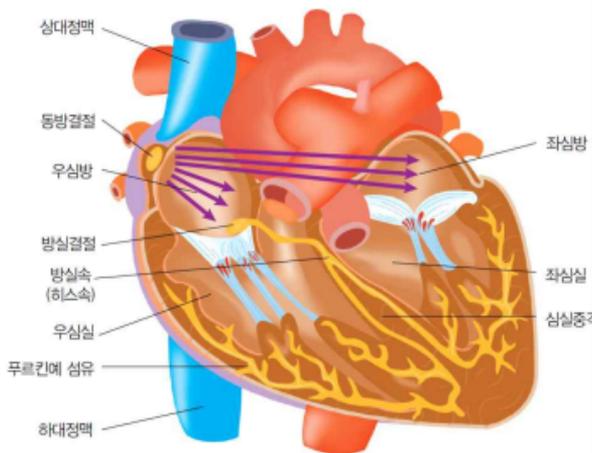


II 심장 (heart)

심장근의 전기적 활동

그림 7-4 심장의 자극전도계

- 심장 박동: 심장의 주기적 수축운동
 - 심장박동의 중추: 연수
 - 자율신경계의 길항작용에 의해 조절
 - 심근은 신경계에 영향을 받지 않고 스스로 심장활동을 조절.
 - 심근: 횡문근이면서 불수의근
 - 흥분성, 수축성, 율동성, 전도성, 자동능(자발적 활동전위 발생)을 가짐.
 - 심장의 자극전도계: 심장에서 일어나는 전기적 자극은 동방결절에서 시작.
 - 동방결절에서 방실결절로 전달 방실속을 지나 푸르킨예섬유를 거쳐 심실근 전체로 흥분이 전달됨(심방근이 수축), 1분에 70회 정도 흥분.



III 순환 (circulation)

체순환

- 혈관은 심장이 펌프작용으로 내보낸 혈액이 통과하는 관으로 그물망을 이루어 몸 전체에 혈액을 공급하고 다시 심장으로 돌아오는 순환계를 구성.
- 혈관계는 동맥, 모세혈관, 정맥으로 구성

심장 (좌심실)



동맥 (arteries)

소·세동맥 (arterioles)

모세혈관 (capillaries)

세·소정맥 (venules)

정맥 (veins)

심장 (우심방)

표 7-2 총혈액량의 분포

심혈관계		혈액량(%)
심장		9%
폐		12%
체순환	소동맥	11%
	정맥	61%
	동맥 및 모세혈관	7%

III 순환 (circulation)

혈관 (blood vessels)의 구조

- 혈관벽: 3개 층으로 구성
 - 외막(tunica externa):
 - 결합섬유와 탄력섬유로 구성,
 - 가장 튼튼, 혈관의 과팽창을 막아줌
 - 맥관벽 혈관(대동맥과 대정맥에 혈액을 공급)이 존재
 - 중(간)막 (tunica media): 탄력섬유가 섞여있는 평활근 섬유로 구성, 탄성
 - 내막 (tunica interna): 3부분으로 구성
 - 내탄력성 막층: 내피세포(모든 혈관의 내강을 덮고 있음)
 - 얇은 섬유성 조직층: 당단백질의 기저막
 - 탄력섬유층을 형성하는 탄력소(엘라스틴, elastin)
- 동맥은 평활근 함량이 높고 탄력섬유가 많아 신축성이 높고, 정맥은 판막이 존재

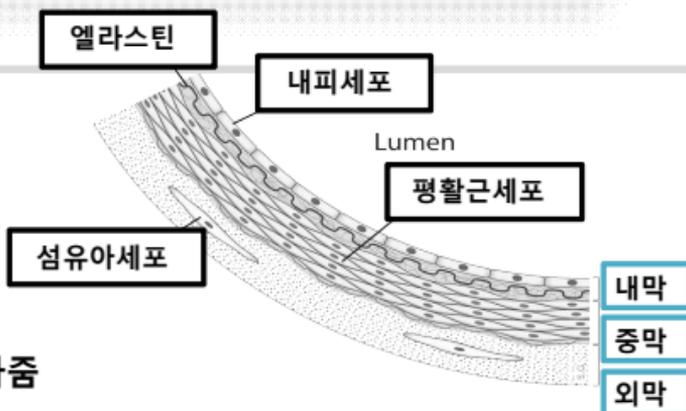
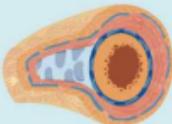
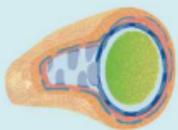




표 7-3 혈관구조

혈관	내막(tunica intima)	중막(tunica media)	외막(tunica adventitia)	판막(valve)
동맥 	내피 얇은 섬유성 조직 탄력성 박층	두터운 평활근 탄력섬유	탄력성 박층 두껍고 느슨한 섬유 결합조직 장막	없음
모세혈관 	내피	없음	없음	없음
정맥 	내피 탄력성 박층	평활근	느슨한 섬유 결합조직	있음

III 순환 (circulation)

혈관의 종류: 동맥

- 탄성 동맥 (elastic arteries):
 - 대동맥 등 큰 동맥: 직경, ~3 cm
 - 평활근 세포 사이에 수많은 탄성 섬유층이 존재
 - 혈압 상승시 확장, 혈압이 떨어질 때(심실 이완 시) 탄성반동으로 수축
- 근육성 동맥 (muscular arteries):
 - 소동맥 등 작은 동맥: 직경, 0.1~10 mm
 - 탄성은 적으나 두꺼운 평활근층
 - 혈압 증감에 따라 직경이 조금만 변화
- 세동맥 (arterioles): 혈액이 지나갈 때 가장 큰 저항을 형성
 - 직경: < 0.1 mm
 - 혈류에 대한 저항은 세동맥의 혈관수축에 의해 증가
 - 이는 모세혈관에서 아래로의 혈액흐름을 감소시킴
 - 세동맥의 혈관확장은 모세혈관으로 혈액의 흐름을 증가.

III 순환 (circulation)

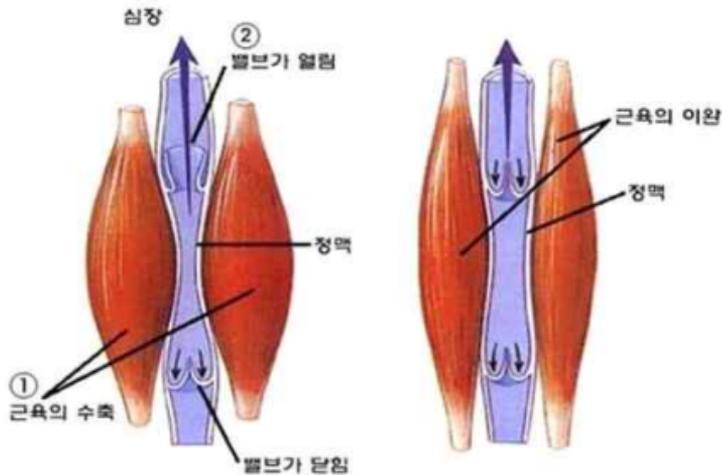
혈관의 종류: 정맥

- **대정맥 (veins):** 약간의 평활근, 탄력섬유 적음, 신축성
- **소정맥 (venules)**
 - **혈액저장고:** 대부분의 혈액은 정맥에 존재: 61%, 정맥은 많은 혈액을 저장하도록 확장이 가능.
- **정맥혈의 환류:** 골격근의 펌프작용과 호흡운동에 의해 수동적으로 이루어짐.
 - 정맥 판막 (대정맥 제외): 역류 방지
 - **횡격막 수축 (contraction of diaphragm):** 호흡운동 시
 - 들숨 시 횡경막이 수축하면서 복강쪽으로 내려가면 복강의 압력을 증가시켜 복강의 정맥을 쥐어짜고 흉강의 압력은 감소.
 - 횡경막의 들숨운동에 의해 정맥 내 압력차이의 발생으로 복강에서 흉강으로 밀려 심장으로 들어가게 됨.

Ⅲ 순환 (circulation)

혈관의 종류: 정맥

- 골격근의 펌프 작용 (skeletal muscle pump):
 - 정맥혈에 대한 골격근의 마사지 효과
 - 골격근이 수축하여 정맥혈관을 압박하면 정맥 내의 판막이 열리면서 심장 쪽으로 진행.
 - 하지 정맥혈이
복강정맥으로 이동



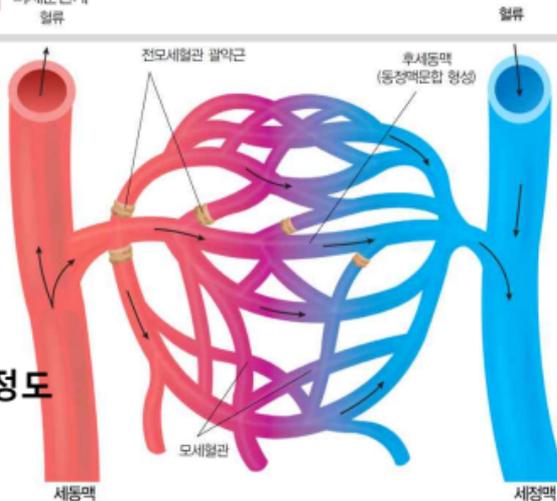
Ⅲ 순환 (circulation)

혈관의 종류: 모세혈관

- 약 100억 개에 달하는 모세혈관
- 혈액과 조직액 사이에 물질 교환장소
- 세동맥과 세정맥을 연결하는 그물망 형태
- 직경: 8-20 μm , 적혈구가 겨우 통과할 정도
- 내피세포로 구성되어 있어 얇으며, 작은분자가 빠르게 통과 가능
- 백혈구는 내피세포의 틈새로 자유로이 출입.
- 전모세혈관 괄약근: 모세혈관의 시작부위에 존재하여 혈류 순환을 조절
 - 수축 시: 안정 시, 동정맥 문합(후세동맥; 동정맥 지름길)으로 순환
 - 이완 시: 조직이 활동할 때에는 모세혈관에 다량의 혈액을 이동.

그림 7-11

미세순환계
혈류



Ⅲ 순환 (circulation)

림프순환 (lymphatic circulation)

- 혈관처럼 전신에 퍼져 있는 보조 순환계: 림프액 순환
 - 모세림프관 → 림프관 → 림프관 총관 → 쇄골하정맥
 - 림프관은 모세혈관 사이사이에 흩어져 하수관의 역할
 - 모세림프관은 세포간의 공간에 그물망을 형성(다공성)
 - 모세림프관은 끝이 막힌 아주 얇은 맹관으로 모세혈관에 비해 단백질과 같은 큰 분자도 통과가 가능
 - 림프액은 판막이 존재하여 역류가 안되고 일방통행만 가능.
 - 림프순환은 쇄골하정맥에서 연결되어 심장으로 들어감.
 - 세정맥의 혈액 대부분은 체순환으로 흘려보내지만,
10%정도는 간질액으로 남아 림프관을 거쳐 정맥혈로 보내짐.



그림 7-12 모세혈관과 모세림프관

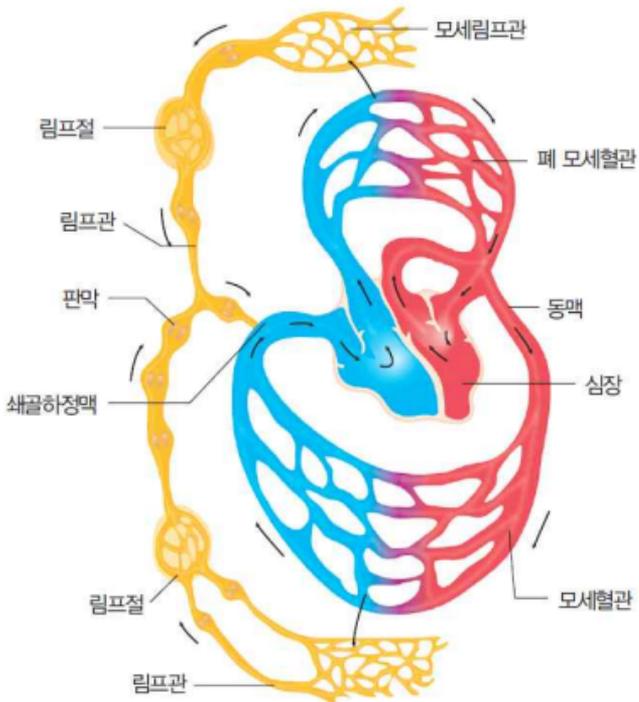
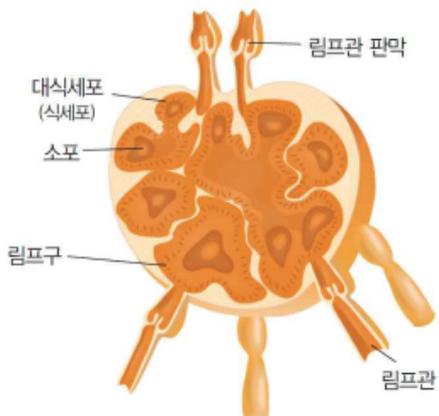


그림 7-13 림프절



Ⅲ 순환 (circulation)

림프순환 (lymphatic circulation)

- 림프순환 기능
 - 죽은 혈구, 병원체, 간질액에 용해된 단백질 등이 림프액에 수집
 - 간질액 (단백질 포함)을 혈액으로 수송: 체액 균형유지
 - 소장에서 흡수한 지방을 혈액으로 수송
 - 면역기능 수행
- 림프절 (lymph node): 림프구를 생성하여 신체방어작용을 함.
 - 림프구로 채워져 있는 작은 결절, 1 mm ~ 3 cm
 - 치밀하고 불규칙한 결합조직의 낭에 싸여 있음
 - 림프액을 걸러내거나 외부물질을 저장, 림프구를 생성하여 외부 세균, 병원체, 이물질, 염증찌꺼기를 여과하여 우리 몸을 보호