

1

항체 생성

① B cell

- 림프구 중 항체 생산하는 세포 → 외부 항원 병원 대항
- 항원제시세포에게 항원 제시받음
- 활성화
- 항체로 분화하여 스스로 공격함.

[항체] 항체의 기본 뼈대

[가변] 동일 항원 결합을 위해 항체 분화 → 항원 리가

② T cell

항원 인식

- 항원제시세포 주위 림프구
- 항원제시세포에 항원 제시받음 → 분화
- Thymus (흉선)

→ cytotoxic T 세포
→ memory T

③ cytotoxic T (Tc / killer T)

- 감염된 세포를 공격하여 파괴
- 세포 수용체 (TCR) 검
- 특정 항원이 펩타이드 인식
- 세포독성 물질 분비

→ 아포토시스: 세포 자살
→ 네크로시스: 세포 파열

④ Helper T (Th)

- 다른 백혈구의 분화 활성화 조절 → 케미컬 면역 촉진
- 표적 CD4 단백질
- 1) B cell의 항체 분화 유도
- 2) 호르몬 호르몬 항 (세포)
- 3) 자연면역 반응

⑤ Natural Killer cell (NK cell)

- 선천면역 담당
- 1) virus에 감염된 세포/종양 세포 인식
- 세포독성 단백질 perforin 세포에 투과
- 세포막 파괴
- 세포 사멸 → 死

→ 가변적 항인 granzyme 세포막 내에 투과

→ 아포토시스: 세포를 해체
→ 네크로시스: 세포 내 물질 분출

- '선천면역'과 '후천면역' 구분, 그중 두면 외곽으로 작용할 수 있다.

→ Ig-2, Ig-12 같은 cytokine 존재에만 활성화된다.

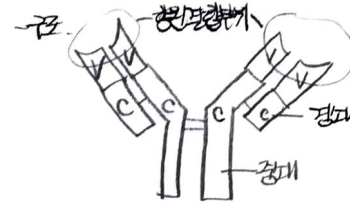
→ 세포독성 기능 (ADCC) 활성화 Antibody dependent cell cytotoxicity

→ NK cell activates!

④ 항체 생성

→ BCR

- 외부 항원의 특이적 결합을 하여 항원-항체 결합을 통해 항원 인식 후 무작위적으로 '면역글로빈' 생성.



- 중쇄 → 항체 중쇄 형성
- 가변영역: 항체 특이적 인식 (중쇄 중쇄 다임)
- 불변영역: C
- 5가지 종류: $\gamma, \delta, \alpha, \mu, \epsilon$
- 경쇄 → 2가지 종류: λ, κ
- 동일하게 1가지 경쇄 종류
- 불변영역-가변영역 연결

⑤ 항체 종류

- IgA: 점막 / 혈액 면역 / 가변적 항원 / 아형
- IgD: BCR → 2차 면역 반응, 항체로 활성화 → 항체 분열
- IgE: allergen과 결합 → 히스타민 분비 촉진
- IgG: 항체 중 유일하게 태반 통과 가능 면역 효소
- IgM: IgG 생성 이전에 항원 제시

- 중화 반응: 병원체 분해 시 항체에 의해 중화되어 무력화
- 응집 반응: 응집이 못하게 해서 덩어리를 만든다.
- 침전 반응: 무서워져 가라앉는다.

→ 대식세포, 자연살해세포 후 분해

→ 보체 단백질 활성화: 항체 감염된 세포를 공격

* Apoptosis & Necrosis

	C3 convertase	C5 convertase
Classic	$C4b2a$	$C4b2a3b$
Alternative	$C3bBb$	$C3bBb$
Lectin	$C4b2a$	

3. 선천적 면역

비특이적 면역

- 정리) 비특이적인 방법으로 숙주가 감염되지 않도록 방어하는 세포-기관.
- 특정 병원체 기억X, 즉각반응

① 선천면역체계 구성

→ 물리적 방어벽, 식세포 작용, 화학방어, 염증반응

물리적 장벽

피부	피부 표피탈각 용출 유괴산
소화관	연동운동 위산 담즙산
기도/폐	가래 타액선
비인두	점액 타액
눈	눈물

- 표피층: 감염원이 통과할 수 없는 물리적 장벽
외부 환경 방어막 최전선
- 자선: 기름이 나와 세균생장 방해하는 화학적 방어선
- 표피층의 탈락(피): 피부 표면의 세균 등 감염원 제거
- 점액: 항원들 가두어 삼포 운동 → 가래-코를 → 방출
- 점막: defensin, lysozyme (항아실균 단백질) → 아실균 공격
- 장내 장상세균총: 독성 물질을 내뿜음 → 유해 세균 제거

2) 화학방어

- 분자수준에서 병원체를 공격하도록 도와주는 화학물질
- peptide → 보체계, 인터페론
- 구성
 - 항아실균 단백질 (lysozyme, defensin)
 - 활성 산소 (신뢰적 → 추가물과 파괴)
 - 항산화물질 (항산화제 생성-독소독성 변화작용 함에)
 - 보체계, interferon

보체계

30여가지 종류의 혈청단백질로 구성된 계

① 일반적 성질

- 보체 단백질 by 간세포
- (활성) 활성화는 전구단백질 (zymogen, 전효소 형태로 존재)
- 대) 활성 형태는,
 - 보체의 전구 단백질이 항원에 의해 단백질로 활성화된 효소 형태
 - 보체 작용
- ① a ↔ b, C1 ~ C9, a, b (보체-1)
- 활성 단백질
 - 대: 세균/숙세포 표면에 결합
 - 소: 확산 → 염증반응 유도
- 서로 모여 복합체/new 가교
- 단백질 분해효소
 - 보체 무력화 분해 → 활성화된 분해 효소
 - 단백질 분해 효소로 나타남
 - 보체활성화의 단계과정

② 보체계 활성화 경로

- 고전 경로 by 항원-항체 복합체
- 대체 경로 by 미생물의 특별한 표면구조
- 렙틴 경로 by LPS

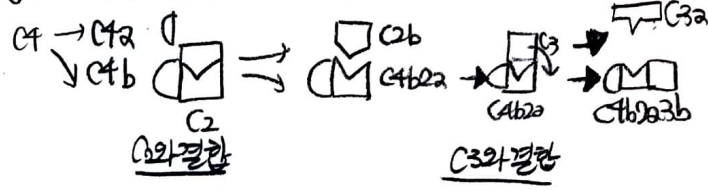
③ 고전 경로 classic pathway

- 체액성 면역반응의 주요 작용기전
- 항체: 항원과 결합 → 항체 (응집/침전/항원: 작용 안함이다)
- 이를 제거하기 위한 '보체 활성화'
- 과정

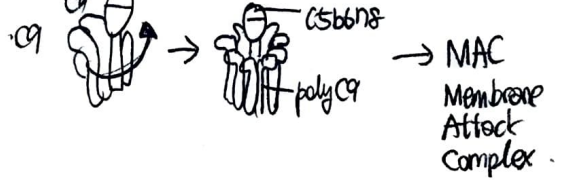
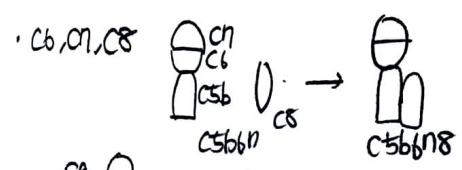
① 항원-항체 결합

② 혈청 속 C1 단백질과 반응 → C1 활성화

③ by C1 → C2, C4, C3 연쇄적 활성화



④ by C3 → C5, C6, C7, C8, C9 활성화 → MAC → 시전사멸

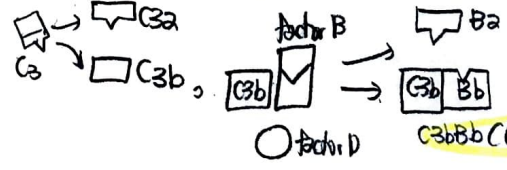


④ 대체 경로 alternative pathway

- 활성화 요인: 미생물이 가진 세균 표면의 당 구조
- 과정

① C3 → C3a, C3b

C3b + factor B → C3bBb + Ba

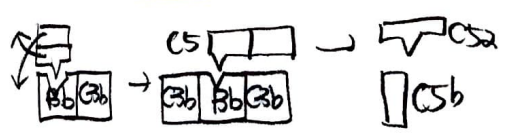


② C3bBb는 C3 전환효소와 같이 많은 C3 전환효소 생성

증폭과정 → 많은 C3 전환효소 생성

③ C3 convertase: C3b 미생물 표면에 결합 → C3bBb3b

④ C5 convertase: C5 → C5a + C5b



⑤ C6 ~ C9 활성화 → MAC

(다) 렉틴 경로

MBL mannose binding lectin

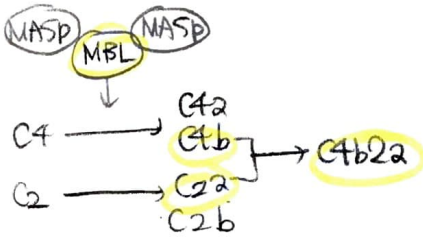
MASP: MBL-associated serine protease

① MBL이 세균외벽 등에 결합 (without C1, 항체 관련)

② MASP-1, MASP-2 활성화

③ C4, C2 분해 → C4b, C2b (C3 convertase)

④ 이루는 고전경로와 동일



MAC: 세균 삼투압 증진 → 붕괴 → 죽음

③ 보체의 선택적 기능

④ 보체 매개성 용해

- 보체가 미생물 표면에 결합 → 세포벽 구멍 → 死
- 보체 활성화 과정 생성물 (C3b, C5b)
 - 세포에 결합
 - MAC 형성 유도
 - 항체와 상반되어 작용 → 미생물 감염에 대한 사멸면역 기능

④ 식균작용 증진

- 대식세포 - 식균작용
- 다형핵 백혈구
- 보체 활성화 과정 중 C3b 생성 → 미생물 표면에 결합 (opsonin)
- opsonization, 식균작용 증진

- 대식세포 다형핵 백혈구 - 보체 매개성에 대한 식균력 증진
 - 미생물 인지 용이
 - 식균작용 ↑

④ 항응고 유도

anaphylatoxin: 작은 보체 분해 산물 (C3a, C4a, C5a)

→ 지방산염 · 호염기에 결합 후 활성화

→ 히스타민과 같은 많은 유도체 생성

→ 항응고

→ 혈관 수축, 혈관 투과성 ↑ → 염증 반응

④ 항원 항체 복합체 청소

- 항체 매개 → 항원 제거 가능
- 다른 세포로 보체 → 항원 제거

⑤ virus 감염 중화

- virus + 항체 → 고전 경로 활성화 or 매개체/렉틴 경로
- 활성화된 C3b
 - virus 표면에 결합
 - virus 응집 (aggregate) → virus 입자 수 ↓
 - virus 감염 방제
- C3b이 포함된 virus에 대한 식균작용 ↑

⑥ 보체 활성화의 조절

- 숙세포 감염 후 활성화 → 숙세포 死
- 보체 활성화 → 염증 반응 유도 → 숙세포 약화
- 또한 방어는 활성화와 방벽 (보체의 선택적 활성화)
- 조절 단백질 < C3a, C4a, C5a의 활성화 방지
- 활성화된 보체 분해 후 → 보체 작용 조절

★2 인터페론 interferon

- 항 virus 단백질
- 종류: interferon-α (백혈구), interferon-β (상피세포), interferon-γ (T세포, lymphocyte)
- virus or 세포종양 세포를 공격 → 세포 표지에서 방어

virus 공격 방벽 & interferon

- ① RNA인 virus는 숙주 효소계를 이용한다
- ① RNA를 숙주 효소에 남긴다 → by interferon
- ② 막에서 용해 → virus DNA 생성 → RNA → amino acid
- ③ 70X

★3 식균작용

- 생체는 숙주의 병원체/세균 인지
- Toll-유사 수용체: 항원 인지
- 일련의 분해와 후 처리 (死, 세포사멸) → 대식세포, 호염구, 대식세포

① 대식세포의 식균 작용

- ① 외부 침입자 인지
- ② 항체 매개 또는 직접에 결합
- ③ 리간드 / 포식 수용체 결합 → 인식, 응집, 섭취
 - 내부에 < 아미노산 반응성 결합 부위 (CAR)

→ 대식세포 활성화 등의 물질 < 대식세포 활성화 반응 유도

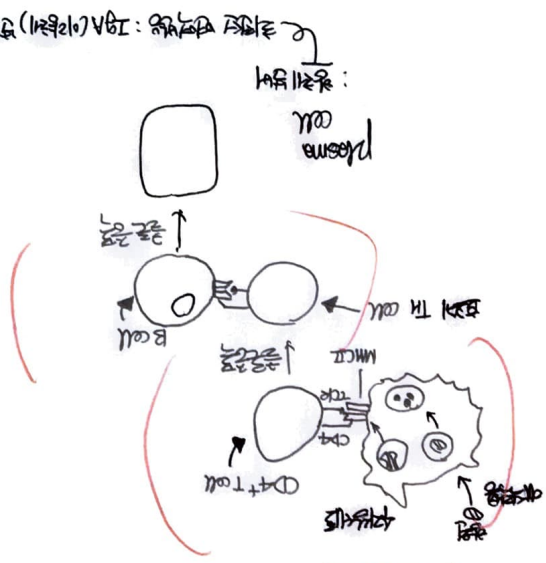
→ 고리 위에 국약과 같은 소염제 생성

→ 말초 조직에서 감염 → 아미노산 유도

5

12/1/23

Antigen presentation



Antigen presentation: APC (Antigen Presenting Cell) to B cell