



# 면역조절

1. 면역 | 2. 기능성평가 | 3. 면역기능증진 기능성원료 | 4. 과민면역반응 완화 기능성원료

# 1. 면역

## ■ 면역 기능의 의의

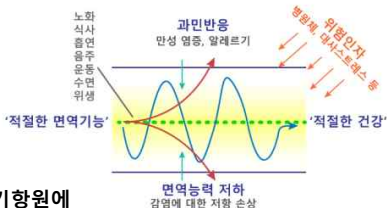
- 면역: 체내에 존재하는 자기 방어체제

인체가 외부로부터 침입해오는 각종 물질이나 생명체를 자기자신에 대한 이물질로 인식하여 제거하고 대사시키는 과정임.

- 외부 자극에 의한 손상이나 병원 미생물의 침입으로부터 자신을 방어 하기도 하지만, 염증반응 등과 같이 자기 자신의 조직에 손상을 줄 수도 있음

- 면역증가: 외부의 이물질이나 병원체로부터 자신을 보호하는 기능

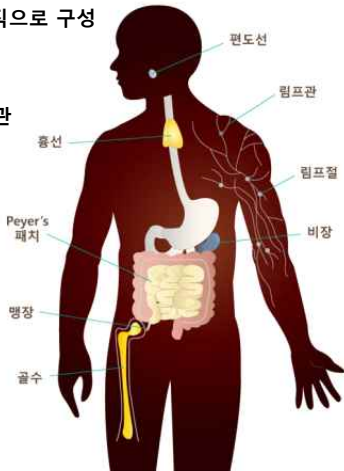
- 면역억제: 외부 물질에 의해 초래되는 알레르기 반응, 자기항원 또는 변형된 자기항원에 대한 반응 등 바람직하지 않게 증가된 면역반응을 억제시키는 것을 의미



# 1. 면역

## ■ 면역계

- 면역계: 흉선, 비장, 골수, 림프절 등의 조직으로 구성
- 골수에서 면역세포가 만들어지고  
흉선과 비장은 면역세포를 성숙시키는 기관
- 림프관은 말초 조직에서 시작하여  
쇄골하정맥과 연결되는 곳에서 끝나며,  
림프액이 림프관내를 순화하여  
림프기관에서 이물질을 제거.
- 림프관으로 연결된 림프기관은 많은 수의  
림프구를 가지고 있음.
- 림프액의 성분은 혈장과 유사  
(단백질 농도는 훨씬 낮음)



# 1. 면역

## ■ 면역계

- 림프기관은 1차, 2차 림프기관으로 구분됨

- 1차 림프기관(중앙 림프기관)

골수와 흉선.

B 림프구는 골수에서

T 림프구는 흉선에 성숙.

- 2차 림프기관(말초 림프기관)

림프절, 비장, 림프조직.

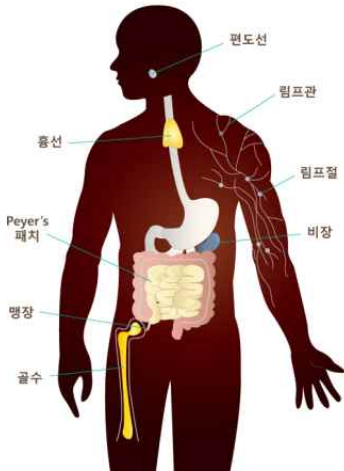
파이에르씨판(peyer's patches)

이라고 하는

림프절은 소화기계에서 부속되어

면역글로블린 A(Ig A)를 분비하고,

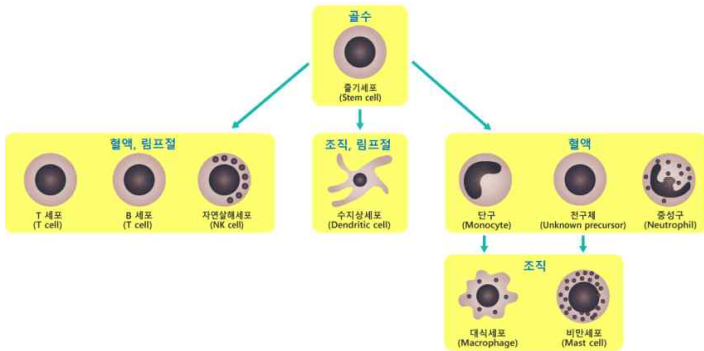
다양한 면역세포를 가지고 있음.



# 1. 면역

## ■ 면역에 관여하는 세포

- 골수계 세포와 림프계 세포



# 1. 면역

## ■ 면역에 관여하는 세포

### 1. 골수계 세포: 과립구, 대식세포, 수지상세포, 비만세포

#### 1) 과립구

- 혈장 중의 백혈구의 종류 중 하나로 호중구, 호산구, 호염구로 구분.
- 혈액 내에 일정한 수를 유지하기 위해 골수로부터 과립구를 공급받음
- 특정 항원에 대한 특이성은 없음
- 주 기능은 탐식 작용이며 미생물이 침입하거나 급성 염증 시 급격히 증가.
- 호중구(neutrophil)는 과립구의 90%를 차지하며, 급성 염증시 급격하게 증가.  
가장 많은 골수계 세포로써 활발한 탐식 작용
- 호산구(eosinophil)는 비알레르기성 사람의 경우 과립구의 2~5%를 차지.  
이물질해독, 혈전 용해효소 분비, 기생충 감염 방어 등의 작용.
- 호염구(basophil)는 0.2% 존재하며, 알레르기 상태일 때 증가.  
염증을 유발하는 히스타민과 혈액 응고를 억제하는 헤파린을 분비.

# 1. 면역

## ■ 면역에 관여하는 세포

1. 골수계 세포: 과립구, 대식세포, 수지상 세포, 비만세포

2) 대식세포: 혈장 중의 백혈구 성분 중 하나인 단핵구가 조직 내에서 분화한 것.

- 탐식작용을 하는 세포로 신체의 각 조직에 광범위하게 분포하여 면역을 담당.
- 간의 동양혈관(시누소이드)에 있는 쿠퍼세포, 뇌의 소교세포, 폐의 폐포 대식세포 등이 있음.
- 항원의 침입에 의해 초기에 반응 (세포계의 물먹는 하마)
- 항원의 탐식, 림프구에 항원제시 및 병원체의 증식억제 등을 담당.

# 1. 면역

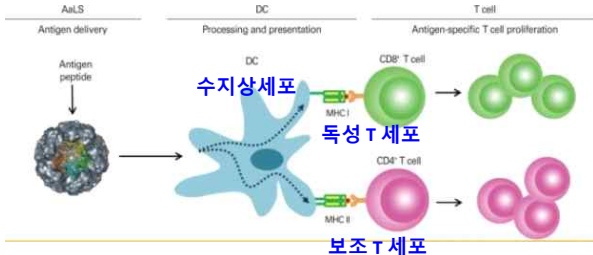
## ■ 면역에 관여하는 세포

1. 골수계 세포: 과립구, 대식세포, 수지상 세포, 비만세포

3) 수지상 세포: 특이한 별모양

- 항원을 획득해 림프구가 쉽게 인지할 수 있도록 제시하는 항원 전달세포.
- 항원을 처리하여 면역세포인 T 세포에 제시

(면역체계를 방어하는 작업을 시작하라는 메시지를 T 세포에 전달)





# 1. 면역

## ■ 면역에 관여하는 세포

1. 골수계 세포: 과립구, 대식세포, 수지상 세포, 비만세포

4) 비만(mast) 세포: 알레르기 반응의 원인이 되는 세포

- 세포 표면에 Ig E 형태의 항체가 강하게 결합할 수 있는 표면인자가 존재
- Ig E에 붙는 물질(알레르겐)이 인체 내로 들어와 Ig E와 결합하면 Ig E와 결합하고 있는 mast 세포가 활성화됨.

활성화 된 mast 세포는 신경전달물질인 히스타민을 분비하여 알레르기 반응을 유발.

# 1. 면역

## ■ 면역에 관여하는 세포

2. 림프계 세포: T 림프구, B 림프구, NK cell(natural killer cell, 자연살해세포)

- 골수의 조혈모세포에서 생성된 림프구는 흉선, 비장 및 림프절에 들어가 분화·성숙되어 림프구 클론 집단을 형성하고 방출됨.
- 흉선에 들어간 림프구는 T 림프구가 된 후 다른 기관에 들어가 분화 성숙
- T 림프구가 아닌 대부분의 림프구를 B 림프구 라고 함.

1) T 림프구(T 세포)

- 세포살해 T 림프구(독성 T 세포): CD8 표면 분자에 의해 확인됨.

외부 이물질에 감염된 체세포를 파괴시킴

- 보조 T 림프구: B 림프구나 대식세포 등 다른 세포의 활성을 도움.

① Th1 림프구: 대식세포의 탐식작용을 증가시키고,

인터페론-감마(IFN- $\gamma$ )와 IL-2를 분비

② Th2 림프구: B 림프구의 활성을 자극해 항체 생산을 증가.

IL-4, IL-5, IL-6, 등을 분비

# 1. 면역

## ■ 면역에 관여하는 세포

2. 림프계 세포: T 림프구, B 림프구, NK cell(natural killer cell, 자연살해세포)

### 2) B 림프구(B 세포)

- 사이토카인에 의해 성숙 증식 분화하여 항체를 생성하는세포.
- 항원과 결합하는 면역글로불린(immunoglobulin, Ig)을 생성하여 분비.

외부 이물질에 감염된 체세포를 파괴시킴

- 5종류의 면역글로불린(Ig A, Ig D, Ig E, Ig G, Ig M)이 존재
- Ig G는 혈청 속의 대부분 항체로서 식세포(phagocyte)와 결합하여  
병원체를 탐식·파괴하는 역할
- Ig A는 타액과 유즙 같은 분비물에 존재하며, 점막의 국소 방어에 기여
- Ig E는 알레르기 반응(allergic reaction)에 관여
- IgM은 초기 항원 접촉 시 첫 번째로 분비되며,  
항원의 중화 및 응집 반응을 촉진하고 보체의 활성화에 관여

# 1. 면역

## ■ 면역에 관여하는 세포

2. 림프계 세포: T 림프구, B 림프구, NK cell(natural killer cell, 자연살해세포)

### 3) 자연살해세포(NK cell)

- 척추 동물에서 병든 세포를 인식하여 제거
- 적혈구를 제외한 모든 세포는 표면에 MHC I 분자라는 단백질을 가지고 있는데, 바이러스에 감염되거나 암세포가 되면 MHC I의 발현이 정지됨.  
NK세포는 이러한 변이를 보이는 세포에 달라붙어 화학물질을 분비하여 그 세포를 죽임.
- 항원특이 수용체가 없으며  
독성 과립을 가진 큰 림프구의 형태로 혈액 내를 순환
- 독성인자인 단백질을 방출하여 표적 세포나 바이러스 감염세포 또는 병원성 미생물을 공격

# 1. 면역

## ■ 면역에 관여하는 주요조직

### 1. 림프절

- 림프절은 림프계의 혈관들이 합류하는 곳에 위치한 고도로 조직화된 림프구조물로서
- 조직으로부터 세포외 체액(림프)을 모아서 다시 혈액으로 돌려주는 기능
- 세포외 체액은 림프관으로 들어가서 체내에서 한 방향으로 순환
- 림프는 외부 항원을 보유하고 있으며,  
조직에서 항원을 포식한 대식세포나 수지상세포가  
유입림프관을 통해 림프절로 유입되고,  
림프절에 있는 T 세포에게 모두 항원제시세포로서의 역할을 함.

# 1. 면역

## ■ 면역 반응

외부 이물질에 대한 면역반응은

### 1) 선천 면역반응(innate immune response)

특정 항원에 노출된 경험이 없는데도 직접적으로 반응하여 외부 이물질을 파괴하는 면역반응

### 2) 적응 면역반응(adaptive immune response)

특정 침입자에 특이적으로 대응하는 체계로써 후천적 면역으로 나누어짐.

# 1. 면역

## 1) 선천 면역반응(innate immune response)

- 선천성 면역은 감염이 발견되면 즉시 활성화되며, 특이성이 없는 면역반응이기에 같은 침입자를 경험한 유무와 관계없이 모든 침입자에 대해서 동일하게 발생.

### (1) 외부방어

- 인간을 포함하는 포유류에서는 피부 및 구강, 소장, 호흡기의 점막을 통해 외부 미생물에 대한 1차적인 선천성 면역 장벽을 형성
  - ① 신체의 상피 표면: 병원체의 부착을 막고, 항균효소(라이소자임)와 펩타이드를 분비하여 이물질(병원체)이 체내로 들어오는 것을 막는 물리적인 장벽 역할
  - ② 소화기계: 위의 위산(강산), 결장에서는 유익균에 의해 제거
  - ③ 호흡기계: 점액 분비, 폐포 내의 대식세포에 의해 이물질을 제거
  - ④ 비뇨 생식기계: 소변의 산성, 질의 젖산

# 1. 면역

## 1) 선천 면역반응(innate immune response)

### (2) 내부 세포에 의한 방어

- 외부적인 장벽을 뚫고 체내로 들어온 세균, 바이러스, 그리고 기생충들은 즉각적으로 여러 종류의 탐식 작용을 할 수 있는 단핵구, 호중구, 대식세포 등과 작용.
- 이 세포들은 일반적으로 공격대상 세포의 종류에 상관없이 직접적이고 즉각적으로 반응
- 대식세포와 호중구는
  - ① 자신들 표면에 존재하는 수용체에 의해 병원성 미생물 표면의 다당류를 인식
  - ② 이들을 포획하여 소화
- NK 세포와 호산구는 독성인자인 단백질을 방출
- 수지상 세포는 식세포 작용과 림프구의 증식과 분화를 유도.



# 1. 면역

## 1) 선천 면역반응(innate immune response)

- (3) 화학물질에 의한 방어: 면역반응에 관여하는 세포는 용해성 화학물질을 분비
- 비만세포: 히스타민 분비.

피부에 염증을 일으켜 빨갛게 부풀어 오르는 현상을 초래

- 보체 단백질(20여종의 혈장 단백질)에 의한 옵소닌 작용
  - 혈액에서는 대식세포가 활성화 되지 않은 단핵구로 존재하므로 식작용이 일어나기 어려움.
  - 보체라는 물질이 존재하여 감염된 세균을 효과적으로 제거하는 역할.
  - 보체가 연속적으로 작용하면서 박테리아에 옵소닌(opsonin: 혈액내에 침투한 세균을 세포와 부착시키는 물질) 작용을 발휘하여
  - 박테리아 세포막에 구멍을 뚫어 물과 염류가 세포 내로 들어가 이온균형을 깨뜨려 생물을 죽게 함.

# 1. 면역

## 1) 선천 면역반응(innate immune response)

- (3) 화학물질에 의한 방어: 면역반응에 관여하는 세포는 용해성 화학물질을 분비
- 인터페론(바이러스의 증식을 비특이적으로 억제하는 단백질)

사이토카인의 한 종류로 바이러스의 침입에 저항하도록 세포를 자극하는 물질,  
대부분의 세포는 바이러스의 감염에 반응하여 인터페론을 생산해 분비함.

방출된 인터페론은 다른 세포의 세포막에 결합하여 항바이러스 단백질 합성을  
촉진하고, NK 세포와 대식세포를 유도해 바이러스의 복제를 억제

# 1. 면역

## 2) 적응 면역반응(adaptive immune response)

- 특정 항원에 대하여 특정 림프구가 작용하는 특이적 면역.
- 적응 면역은 이전에 노출된 특정 항원을 기억하고 있다가

동일 항원이 다음에 들어오면 더 증폭된 면역반응을 진행

- 적응 면역은 선천성 면역보다 반응 시간이 오래 걸리지만, 특정 병원체에 대해서 강력한 방어작용을 보여줌
- 적응 면역반응은 두가지로 구분.

### (1) 체액성(humoral)면역반응: B 림프구가 관여

세균이나 바이러스의 침입에 대해 특이적인 항체를 생성하여  
혈액이나 림프에 방출함으로써 면역을 발휘

### (2) 세포성(cell-mediated) 면역반응: T 림프구가 관여

세균이나 바이러스에 감염된 세포나 변형된 세포 또는 암세포 등을  
직접 공격하여 파괴하는 작용

## (1) 체액성 면역 반응 (humoral immune response)

- B 림프구가 체내에 침입한 항원에 대해 항체 형성을 유도함으로 수행됨.
- 항체는 체액(혈액과 림프)을 통해 순환하기 때문에 체액성 면역반응이라 함.
- 전형적인 체액성 면역은 박테리아의 파괴.
- 생체가 병원체에 감염되거나 또는 병원체가 생산하는 독소 또는 효소에 노출되면 이러한 이물질에 대한 특이한 항체가 생성됨.
- B 림프구의 활성화를 위해서는
  - ① 항원(병원체, 독소 등 이물질)
  - ② 항원을 접해본 T 세포에서 분비하는 사이토카인의 도움이 필요함.
- 활성화된 B 세포는
  - ① 형질세포로 분화되어 항체를 형성
  - ② 기억세포로도 분화하여 2차 면역반응에도 관여.

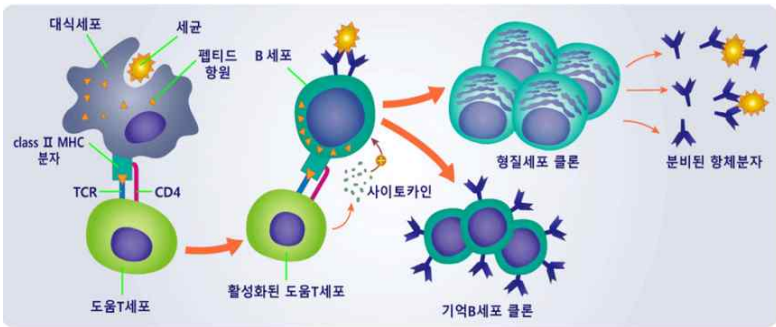
## (1) 체액성 면역 반응 (humoral immune response)

### ➤ 체액성 면역반응의 과정

- ① 항원제시세포(대식세포)가 세균을 섭취하여 분해(포식작용, 음세포작용)
- ② MHC II는 세포안으로 들어온 단백질에서 유래된 펩티드 항원 조각을 세포 표면에 올려놓음
- ③ 항원 조각과 MHC II를 인식하는 도움 T 세포는 항원제시세포에서 분비하는 사이토카인의 도움을 받아 활성화되어 증식
- ④ B 세포의 활성화를 유도
- ⑤ 활성화된 B 세포는 증식과 분화의 과정을 거쳐 기억세포와 항체를 분비하는 형질세포로 됨.
- ⑥ 분비된 항체는 면역반응을 유도한 동일 항원에만 특이적으로 작용

- 예방접종: 병원체가 가지고 있는 항원인 백신을 미리 주사하여 기억 B세포를 만들고 동일한 병원체가 침입한 경우, 즉시 항체를 만들어 면역작용을 하게 함.

## (1) 체액성 면역 반응 (humoral immune response)



## (2) 세포성 면역 반응 (cellular immune response)

- 세포가 직접 항원을 제거하는 반응으로 세포독성 T 세포가 관여

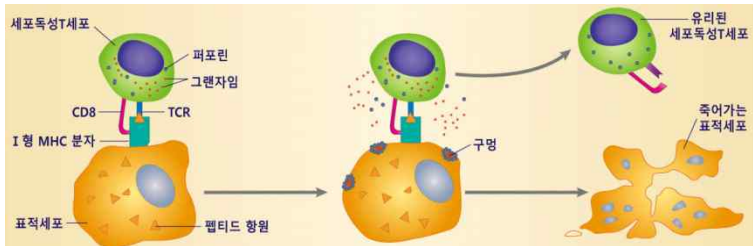
① 세포독성 T 세포는 항원제시세포 표면에 있는 MHC I 과

세포독성 T 림프구의 표면수용체(TCR)가 결합하여 활성화

(이때 CD8 표면 단백질이 결합을 용이하게 도와 줌)

② 퍼포린 분자(Perforin; 천공 단백질)와 가수분해효소인 그랜자임(granzyme)을  
분비하여 감염된 세포를 사멸

(항체를 분비하지 않고 세포에 가까이 접근하거나 물리적 접촉으로 세포를 제거)

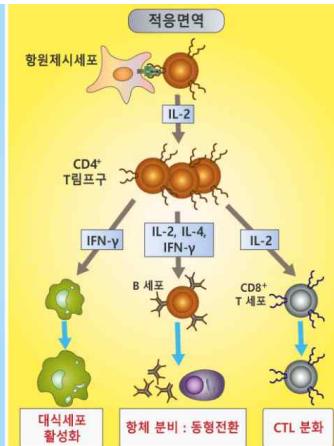
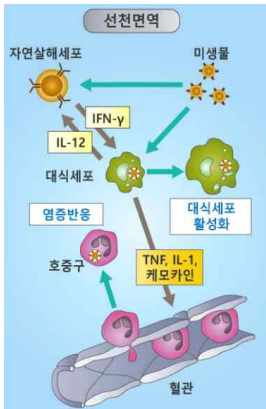


# 1. 면역

## 3) 사이토카인

- 선천 면역과 적응 면역에 관여하는 세포에서 분비되는 수용성 신호 전달 단백질

- 선천 면역과 적응 면역의 다양한 면역 세포에서 분비 및 인식하여 세포들을 활성화시켜 미생물과 항원을 제거하는 세포의 기능을 조절





# 1. 면역

## (1) 선천 면역 주요 사이토카인

### ① 종양괴사인자- $\alpha$ (Tumor necrosis factor- $\alpha$ , TNF- $\alpha$ )

- TNF- $\alpha$ 는 항원에 자극된 T 림프구, 자연살해세포, 비만세포, 활성화된 대식세포에서 생성
- TNF- $\alpha$ 는 미성숙 면역세포를 성숙된 형태의 세포로 전환시켜 항원에 노출된 세포의 살해 능력을 증진시켜 초기 면역반응에 중요한 역할.

### ② 인터페론- $\alpha$ , $\beta$ (Interferon, IFN, IFN- $\alpha$ /IFN- $\beta$ )

- 바이러스 감염에 대해 방어하고 세포 내 미생물에 대한 세포매개면역을 증진.
- IFN- $\alpha$ 는 대식세포에서 IFN- $\beta$ 는 섬유모세포에서 분비

### ③ 케모카인 (Chemokine)

- 케모카인은 숙주 방어 세포를 감염 부위로 이동시키는 역할과 림프구 및 다른 백혈구의 말초 림프조직을 통한 이동을 조절
- 대식세포, 내피세포, T 림프구 등에서 생성

# 1. 면역

## (1) 선천 면역 주요 사이토카인

### ④ 인터루킨-1(Interleukin-1, IL-1)

- IL-1은 TNF와 비슷하게 감염 및 다른 자극에 대한 숙주의 염증반응 매개자로 작용
- 대식세포, 호중구, 상피세포 등에서 생산

### ⑤ 인터루킨-6 (Interleukin-6, IL-6)

- 선천 면역과 적응 면역에서 모두 기능을 하는 사이토카인
- 선천 면역에서 골수 전구 세포로부터 호중구의 생산을 유도
- 적응면역에서는 항체 생산자로 분화된 B 림프구의 성장을 자극
- 항염증성 사이토카인의 생산을 자극하고 조절 T 림프구의 생성과 작용을 억제하여 세포매개 면역반응을 촉진
- 대식세포와 내피세포, T 림프구에서 생성

# 1. 면역

(1) 선천 면역 주요 사이토카인

⑥ 인터루킨-10 (Interleukin-10, IL-10)

- 활성화된 대식세포를 억제하여 면역계를 휴지기 상태로 되돌림.
- 대식세포, T 림프구에서 생성

⑦ 인터루킨-12 (Interleukin-12, IL-12)

- 대식세포, 자연살해세포, T 림프구가 관련된 일련의 반응을 시작하는 데 중요한 역할을 함.
- 대식세포, 수지상세포에서 생성

# 1. 면역

## (2) 적응 면역 주요 사이토카인

### ① 인터루킨-2 (interleukin-2, IL-2): T 림프구에서 생성

- T 림프구, B 림프구, 자연살해세포의 증식과 분화를 자극

### ② 인터루킨-4 (interleukin-4, IL-4): Th2 세포와 비만세포에서 생성

- Ig E 항체 생성과 미감작 CD4+ 보조 T 세포로부터의 Th2 세포 발달을 위한 주된 자극 인자
- B 림프구 증식분화 촉진, 대식세포 탐식작용 항진, T 림프구 증식 항진 등의 작용

### ③ 인터페론- $\gamma$ (interferon- $\gamma$ , IFN- $\gamma$ ): T 림프구와 자연살해세포에서 생성

- 대식세포를 활성화시켜 병원균을 탐식
- 미감작 CD4+ 보조 T 세포의 Th1 세포로의 분화를 촉진시키며, Th2 세포로의 분화를 억제.

## 4) 면역기능 조절

### (1) 면역기능 저하

- 면역기능은

- ① 외부에서 침입한 박테리아, 바이러스, 기생충, 독소 등으로부터 신체를 방어
- ② 암세포와 같이 내부에서 발생한 비정상적인 세포에 대해서도 인지하고 제거하는 역할을 수행하여,

항상성 유지와 질병으로부터의 예방기능을 수행 준다.

- 면역기능 저하는 다양한 질병의 발병 확률을 높이며

면역기능 증진을 통해 감염성질환 및 만성질환에 대한 저항성을 높일 수 있음.

## 4) 면역기능 조절

### (2) 과민면역반응 및 알레르기

- 면역반응은 외부의 항원에 대한 방어작용을 비롯하여 다양한 항상성 유지에 필요한 역할을 수행하며 이에는 면역세포들 간의 적절한 조절작용이 필요.
- 면역 과민반응(hypersensitivity reaction)은 정상적인 면역 체계에서는 항원이 되지 않는 음식, 꽃가루, 먼지 등의 이물질이 체내에서 항원으로 작용하여 항원항체 반응이 일어나는 증상.
- 식품 알레르기, 천식, 비염, 아토피 피부염 등의 질환에 의해 눈물, 콧물, 눈이 가려움, 재채기, 피부 발진 등의 증상이 발생.

## (2) 과민면역반응 및 알레르기

- 알레르기 유발 항원에 노출되면 많은 양의 B 림프구에 의해

알레르겐 특이 항체 Ig E가 생성

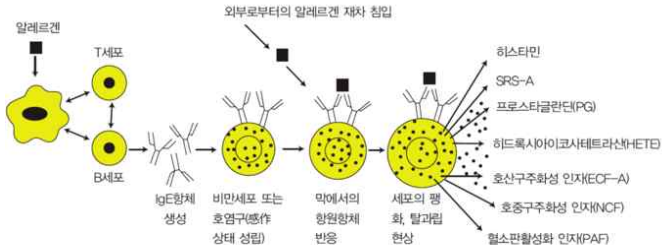
➡ Ig E는 비만세포나 호염구의 Ig E 수용기에 결합

➡ 추후 동일한 알레르겐에 노출되면 Ig E에 알레르겐이 결합

➡ 비만세포나 호염기성 면역세포가

다량의 히스타민, 프로스타글란딘, 류트트리엔, 사이토카인 등을 분비

➡ 혈관확장, 염증, 기도 수축, 가려움 등의 증상이 발생.



## 4) 면역기능 조절

### (3) 자가면역반응

- 체내에서 자신의 기관이나 조직, 세포를 외부에서 유래한 항원으로 인식하여 면역반응을 일으키는 증상.
- 자가면역으로 인해 면역체계가 스스로의 기관이나 조직을 공격하여 질병 유발
- 류머티즘관절염, 전신성 경피증, 홍반성 낭창, 다발성 경화증 등





## 2. 기능성평가

### 1) 면역기능 증진

표 8-1 면역기능증진 기능성평가를 위한 바이오마커 및 측정 가능한 시험 유형

바이오마커	시험관	동물	인체적용
사이토카인(IFN- $\alpha$ , IFN- $\beta$ , IFN- $\gamma$ , TNF- $\alpha$ , IL-1, IL-2, IL-6, IL-12 등)	○	○	○
식세포작용(phagocytosis)	○		
산화질소(NO)	○	○	
자연살해세포(NK 세포)	○	○	○
면역글로불린(immunoglobulin)	○	○	○
보체 시스템(complement system)		○	○
면역세포 증식/생존율	○		
비장세포 증식		○	
조직무게(비장, 흉선)		○	
림프구 아집단 비율	○	○	○

## 2. 기능성평가

### 1) 면역기능 증진

#### (1) 비장세포 증식능력

- 비장은 림프구를 만들고 노쇠한 적혈구를 파괴하는 조직이다.
- 시험물질을 섭취한 실험동물에서 분리한 비장세포의 증식능력이 증가할수록 면역기능이 개선됨을 의미.
- 비장세포에 T 림프구를 활성화하는 자극원[concanavalin A(ConA),  
PHA(phytohemagglutinin)]과,  
B 림프구를 활성화하는 자극원[PWM(pokeweed mitogen)]을  
처리하여 림프구의 활성 정도를 구별하여 측정

## 2. 기능성평가

### 1) 면역기능 증진

#### (2) 조직 무게

- 면역기능과 관련된 조직으로 비장, 흉선 등이 있다.
- 비장은 림프구 생성과 성숙,  
흉선은 림프구 중 특히 T림프구의 분화 및 성숙에 관여
- 동물실험의 경우 시험물질 섭취 후 흉선과 비장의 무게 증가는 면역세포의 적절한 생성 및 성숙이 일어날 수 있는 생리적 상태를 반영하여 면역기능에 우호적인 작용을 한다고 판단할 수 있다

## 2. 기능성평가

### 1) 면역기능 증진

#### (3) 대식세포 활성화

##### ① 탐식 능력

- 탐식 능력은 식균작용(phagocytosis)이라고도 하며, 병원균이나 이물질을 제거하기 위한 대식세포의 면역반응이다.
- 대식세포는 다양한 분자물질에 대한 수용체를 가지고 있으며, 이 수용체는 병원균이나 이물질 등과 만났을 때 상호반응을 일으켜 탐식 능력을 증가시킨다.

그러므로 시험물질에 의해 대식세포의 탐식 능력이 증가한다는 것은  
면역능력이 증가한 것으로 볼 수 있다

## 2. 기능성평가

### 1) 면역기능 증진

#### (3) 대식세포 활성화

##### ② 산화질소(nitric oxide, NO)

- NO는 대식세포나 호중구로부터 생성된다.
- 생성된 NO는 포식된 병원체의 구성분자 변형과 Fe-S를 함유하는 효소의 작용을 억제시켜 **탐식작용 및 병원균의 증식 억제 활성화**를 가진다.
- 과량의 NO는 정상세포를 공격하고 염증을 유도하여 염증 질환의 매개인자로 알려져 있으나  
활성화된 면역세포에서 분비되는 적절한 양의 NO는 면역신호전달자로서 면역세포를 활성화 시켜, 외부 병원체로부터의 보호작용을 한다.

## 2. 기능성평가

### 1) 면역기능 증진

#### (4) 자연살해세포(natural killer cell, NK cell) 활성화

- NK 세포는 선천면역을 담당하는 혈액 속 백혈구
- 바이러스에 감염된 세포 또는 스트레스 받은 세포를 인식하여 직접 죽이거나 염증성 사이토카인을 분비하여 죽이는 세포
- NK 세포 활성화 변화를 통해 면역기능 증진 여부를 판단할 수 있다

## 2. 기능성평가

### 1) 면역기능 증진

#### (5) 면역글로불린

- 면역기능 증진 기능으로 주로 측정되는 면역글로불린은 Ig A, Ig G, Ig M.
- Ig A은 혈청 중 면역글로불린의 약 20%를 차지하고,  
타액, 상기도 분비액 등 점액에 존재하여 점막의 감염 방어에 관여
- Ig G는 독소나 바이러스의 중화, 침강, 응집반응 등에 관여
- Ig M은 보체결합성이 있으며, 응집 반응성이 높음.
- 면역글로불린(Ig A, Ig G, Ig M)의 증가는 면역기능 증진을 의미

## 2. 기능성평가

### 1) 면역기능 증진

#### (6) 보체시스템

- 보체는 혈액, 림프액 속에 함유된 단백질로,  
면역학적 특이성이 없고,  
항원과 항체의 복합체에 결합하여 용혈, 용균작용을 하여  
물리적 장벽을 통과한 세균과 항원들을 제거.
- 보체는 20개 이상의 단백질로 구성되어 있으며,  
보체의 양이 증가한다는 것은 면역능력의 증진을 의미함.



## 2. 기능성평가

### 1) 면역기능 증진

#### (7) 사이토카인

- 사이토카인은 세포 사이의 신호전달을 매개하는 단백질로 면역세포들이 면역반응을 촉진하고 증폭할 때 사용됨.
- 인터루킨(interleukin, IL), 인터페론(interferon, IFN), 종양괴사인자(tumor necrosis factors, TNF), 케모카인(chemokine) 등이 있음
- 세포가 병원체에 의해 감염되면 인터페론을 분비하여 주변 세포들의 감염에 대한 저항성을 증가시키고 다른 면역세포들을 끌어들이며 면역반응을 촉진.
- 종양괴사인자들은 대상세포를 공격하기도 하고 다른 면역세포들을 활성화
- 인터루킨은 면역세포의 종류와 상황에 따라 다양한 인터루킨이 만들어지며 면역기능을 증진 또는 억제시킬 수 있음.

## 2) 과민면역반응 완화

표 8-2 과민면역반응 완화 기능성평가를 위한 바이오마커 및 측정 가능한 시험 유형

바이오마커	시험관	동물	인체적용
사이토카인(TNF- $\alpha$ , IL-1, IL-2, IL-3, IL-4, IL-5, IL-6, IL-12, IL-17, IL-23 등)	○	○	○
면역글로불린 E	○	○	○
프로스타글란딘	○	○	○
루코트리엔	○	○	○
히스타민	○	○	○
COX-2	○	○	
iNOS	○	○	
산화질소	○		
비만세포 수		○	
비만세포 탈과립률		○	
아나필락시스 쇼크반응시험		○	
호산구양이온단백질(Eosinophil cationic protein, ECP)		○	○
$\beta$ -헥소사미니데이스	○	○	

### 3. 면역기능증진 기능성원료

#### 1) 고시형 원료

- (1) 인삼 : 강장, 면역 증강 기능, 피로회복의 기능성
- (2) 홍삼 : 면역력 증진 및 피로 회복
- (3) 클로렐라 : 면역력 증진, 피부건강, 항산화, 혈중 콜레스테롤 개선
- (4) 알로에 겔 : 면역력 증진, 피부 건강, 항염증 효능, 장건강
- (5) 알록시글리세롤 함유 상어간유 : 면역 증강



그림 8-3 클로렐라

#### 표 7-4 면역 증진 개선 관련 고시형 건강기능식품의 분류

구 분	기능성 원료명	함유 식품
터핀류	인삼	인삼
	홍삼	홍삼
당 및 탄수화물	알로에 겔	알로에 베라
지방산 및 지질류	알록시글리세롤 함유 상어간유	상어간유

### 3. 면역기능증진 기능성원료

#### 2) 개별인정형 원료

- (1) 금사상황버섯 : 인터페론 감마와 림프구 수 증가, 면역기능 개선
- (2) 게란티 바이오-Ge 효모 : 면역글로블린, 항체 형성 효능
- (3) L-글루타민 : 림프구 양 증가, 감염 발생 감소
- (4) HemoHIM 당귀 등 혼합추출물 : 림프구의 활성화 증가,  
NK 세포활성, 사이토카인 증가



그림 7-3 상황버섯  
사진자료: 국립농산물품질관리원



그림 7-4 당귀  
사진자료: 국립농산물품질관리원

## 4. 과민면역반응 완화 기능성원료

### 1) 개별인정형 원료

엔테로코커스 패칼리스 가열처리건조분말, 다래 추출물 등이 있다.

표 8-3 면역기능조절에 도움을 주는 기능성원료 현황(2018년 12월 기준)

구분	고시형	개별인정형
면역력 증진	인삼, 홍삼, 클로렐라, 알록시글리세롤 함유 상어간유, 알로에겔, 상황버섯 추출물	L-글루타민, 게르마늄효모, 금사상황버섯, 엔테로코커스 패칼리스 가열처리 건조분말, 당귀혼합 추출물, 동충하초 주정 추출물, 스피루리나, 표고버섯균사체, 청국장균배양정제물(폴리감마글루탐산칼륨), 효모베타글루칸, 인삼다당체 추출물
과민면역반응 완화	-	엔테로코커스 패칼리스 가열처리 건조분말, 구아바잎 추출물 등 복합물, 다래 추출물, 소엽 추출물, 피카오프레토분말 등 복합물, 합성 FLAG