

Abul Abbas |
Andrew H. Lichtman |
Shiv Pillai

Abul Abbas
MBBS

Affiliations and Expertise
Professor and Chair, Department of Pathology,
University of California San Francisco School of
Medicine, San Francisco, CA

Basic Immunology, **4th Edition**

1. Introduction to the Immune System
 2. Innate Immunity
 3. Antigen Capture and Presentations to Lymphocytes
 4. Antigen Recognition in the Adaptive Immune System
 5. Cell-Mediated Immune Responses
 6. Effector Mechanisms of Cell-Mediated Immunity
 7. Humoral Immune Responses
 8. Effector Mechanisms of Humoral Immunity
 9. Immunologic Tolerance and Autoimmunity
 10. Immune Responses Against Tumors and Transplants
 11. Hypersensitivity Diseases
 12. Congenital and Acquired Immunodeficiencies
- Suggested Readings
- Appendix I: Principal Features of CD Molecules
- Appendix II: Glossary
- Appendix III: Clinical Cases
- Index

1장

면역체계의 개요

명명법, 일반적 특성, 구성요소

1장

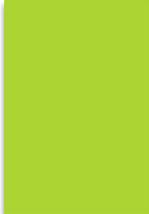
차례

- ▶ 선천면역과 적응면역
- ▶ 적응면역의 종류
- ▶ 적응면역반응의 특성
 - ▶ 특이성과 다양성
 - ▶ 기억
 - ▶ 적응면역의 다른 특징들
- ▶ 면역체계의 세포
 - ▶ 림프구 (Lymphocytes)
 - ▶ 항원제시세포 (Antigen-Presenting Cell)
 - ▶ 작동세포 (Effector Cells)
- ▶ 면역체계의 조직)
 - ▶ 말초림프기관 (Peripheral Lymphoid Organs)
 - ▶ 림프구 재순환과 조직으로의 이동
- ▶ 미생물에 대한 면역반응의 개요
 - ▶ 미생물에 대한 초기 선천면역반응
 - ▶ 적응면역반응
 - ▶ 면역반응의 쇠퇴와 면역기억

면역체계의 개요

명명법, 일반적 특성, 구성요소

- ▶ **면역 (immunity)**의 정의: 전염병과 같은 질병에 대한 저항
- ▶ **면역반응 (immune response)**
- ▶ **면역학 (Immunology)**
- ▶ **면역체계의 가장 중요한 생리학적 기능은 사전에 감염을 방지하는 것과 기존의 감염을 제거하는 것이다.**
- ▶ **면역체계의 중요성 → 그림 1-1**



면역체계의 역할	시사점
감염에 대한 방어	결핍된 면역은 감염에 대한 감수성을 증가시키는 결과를 가져온다, 예를 들어 AIDS. 백신접종은 면역방어를 증진시키고 감염으로부터 보호한다.
종양에 대한 방어	종양 면역치료에 대한 잠재성
면역체계는 조직이식편과 새로 유입된 분자를 인지하고 반응한다	면역반응은 이식과 유전자 치료에 장벽이 된다
면역체계는 세포를 손상시키고 병리성 염증을 유도한다	면역반응은 알레르기, 자가면역 등 염증반응의 원인이 된다

그림 1-1 건강과 병에 대한 면역체계의 중요성

▶ 백신

- ▶ 미생물에 대한 면역 반응을 활성화하는 방법은 사람들을 감염으로부터 보호하는 가장 효과적인 방법

→ 그림 1-2

질환	최대 발병자 수 (년)	2009년의 발병자 수	퍼센트 변화
디프테리아	206,939 (1921)	0	-99.99
홍역	894,134 (1941)	61	-99.99
유행성이하선염	152,209 (1968)	982	-99.35
백일해	265,269 (1934)	13,506	-94.72
소아마비	21,269 (1952)	0	-100.0
풍진	57,686 (1969)	4	-99.99
파상풍	1,560 (1923)	14	-99.10
수막구균 B 유형	~20,000 (1984)	25	-99.88
B형 간염	26,611 (1985)	3,020	-87.66

그림 1-2 흔히 일어나는 감염병에 대한 백신의 효능

이 단원의 핵심 질문

- 감염으로부터 사람을 보호하는 면역반응에는 어떤 종류가 있는가?
- 면역의 중요한 특성들, 그리고 그 특성들이 어떤 기작으로 이뤄지는가?
- 면역체계의 세포와 조직들이 어떻게 조직화되어 병원체를 인지하고 반응하여 제거하는가?

선천면역과 적응면역 (INNATE AND ADAPTIVE IMMUNITY)

- ▶ 숙주의 방어 기작은
- ▶ 감염에 대항하는 초기반응을 담당하는 **선천면역 (innate immunity)**과
- ▶ 반응이 천천히 진행되면서 보다 특이적이고 효율적으로 감염에 대항하는 **적응면역 (adaptive immunity)**으로 이뤄진다

→ 그림 1-3.

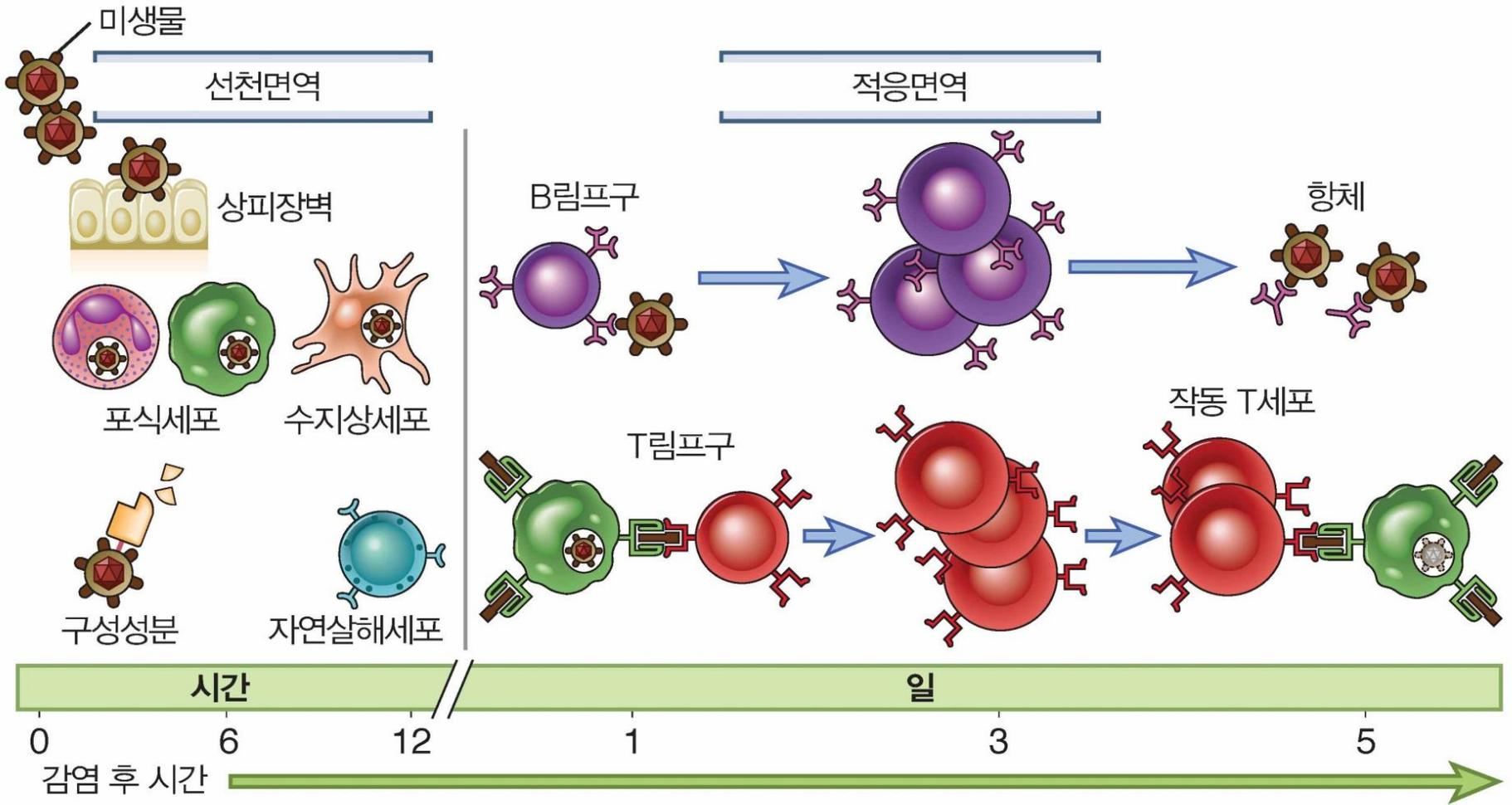


그림 1-3 선천면역과 적응면역의 주요 기작

항원 (antigen)의 정의?

수용기로 인지될 수 있는 물질

적응면역의 종류

- ▶ **체액면역** (humoral immunity): 주로 세포외미생물 (extracellular microbes)을 담당
- ▶ **세포-매개면역** (cell-mediated immunity): 주로 세포 내미생물 (intracellular microbes)을 담당

→ 그림 1-4.

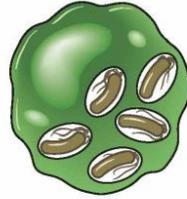
체액면역

세포매개면역

미생물



세포외기생
미생물

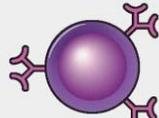


큰포식세포에
포식된 미생물

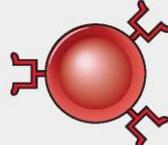


감염된
세포내에서 증식하
는 세포내미생물
(예, 바이러스)

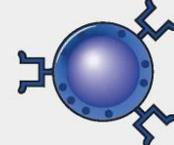
반응하는 림프구



B림프구



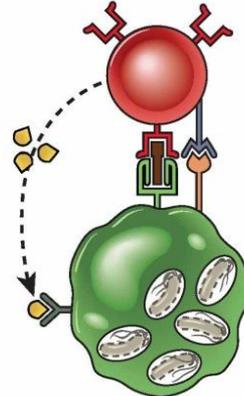
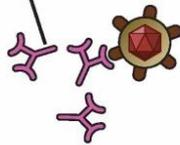
보조 T림프구



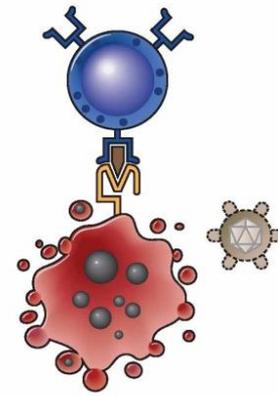
세포독성 T림프구

작동기작

분비된 항체



활성화된
큰포식세포



죽은 감염세포

기능

감염을 막고
세포외미생물을
제거

포식작용한
미생물을 제거

감염된 세포를 죽이고
감염 잠복소를
제거

그림 1-4
적응면역의 유형



면역은 감염이나 백신접종을 통해 유도될 수 있다 (**능동면역**).

또는

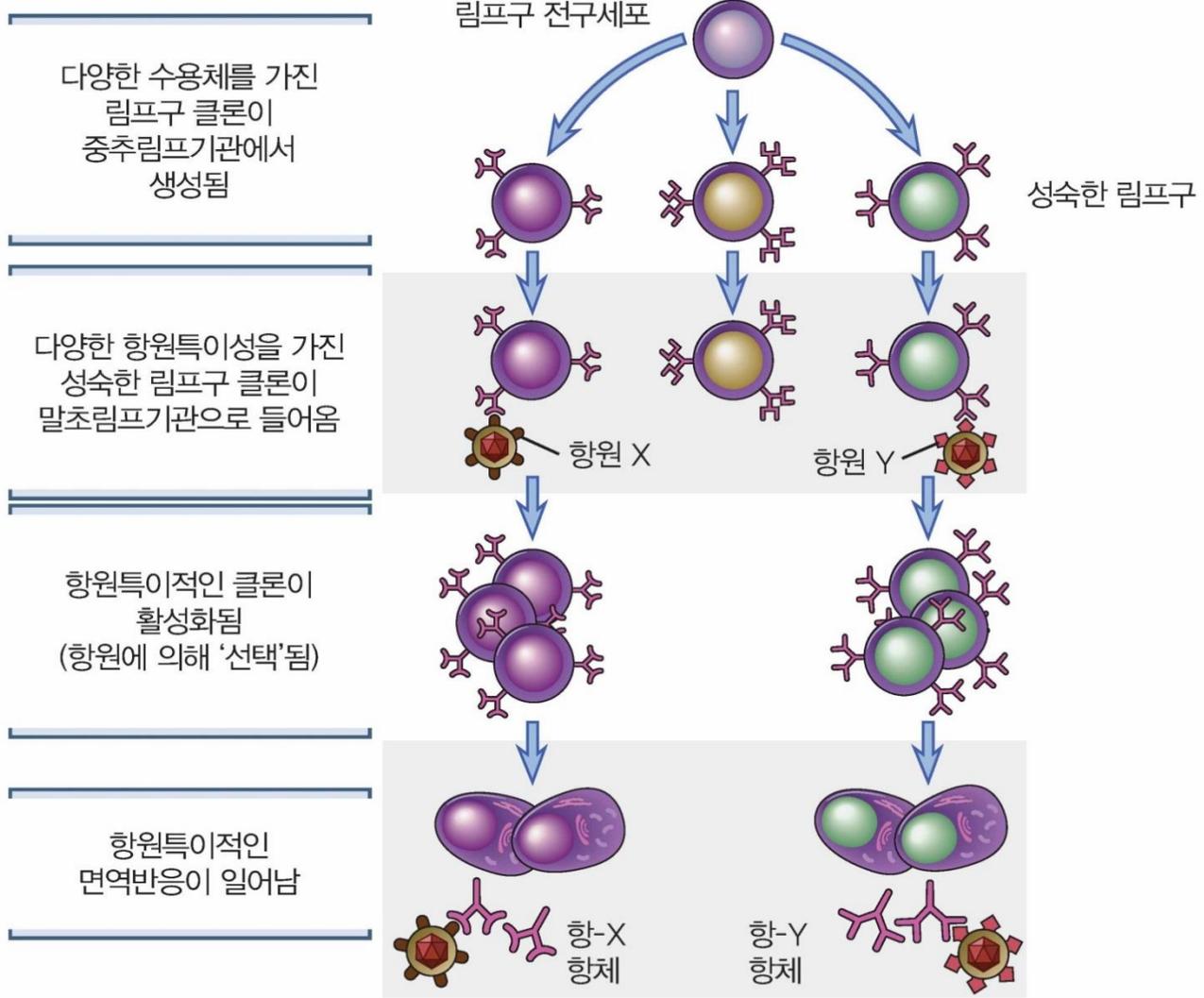
이미 면역이 이루어진 개인으로부터 항체나 림프구를 제공받아도 가능하다 (**수동면역**).

적응면역반응의 특성 (그림 1-5)

특징	기능의 중요성
특이성	표적이 되는 항원에 대해서만 확실히 반응이 일어나도록 함
다양성	무수한 종류의 항원에 대해 면역 반응이 일어나도록 함
기억	동일 항원의 반복 노출에 신속하고 강하게 반응이 일어나도록 함
클론팽창	미생물의 번식 속도를 따라잡기 위해 항원특이적인 림프구를 증가 시킴
특수화	특정 미생물에 대해 최적의 방어를 위한 반응을 가동시킴
쇠퇴와 항상성	면역체계가 새로운 항원에 반응할 수 있도록 함
자기에 대한 무반응성	외래 항원에 대한 반응이 일어나는 동안 자신에 대한 손상을 막음

그림 1-5

특이성과 다양성



다양한 수용체를 가진
림프구 클론이
중추림프기관에서
생성됨

다양한 항원특이성을 가진
성숙한 림프구 클론이
말초림프기관으로 들어옴

항원특이적인 클론이
활성화됨
(항원에 의해 '선택'됨)

항원특이적인
면역반응이 일어남

**그림 1-6.
클론선택설
(clonal selection)**

기억

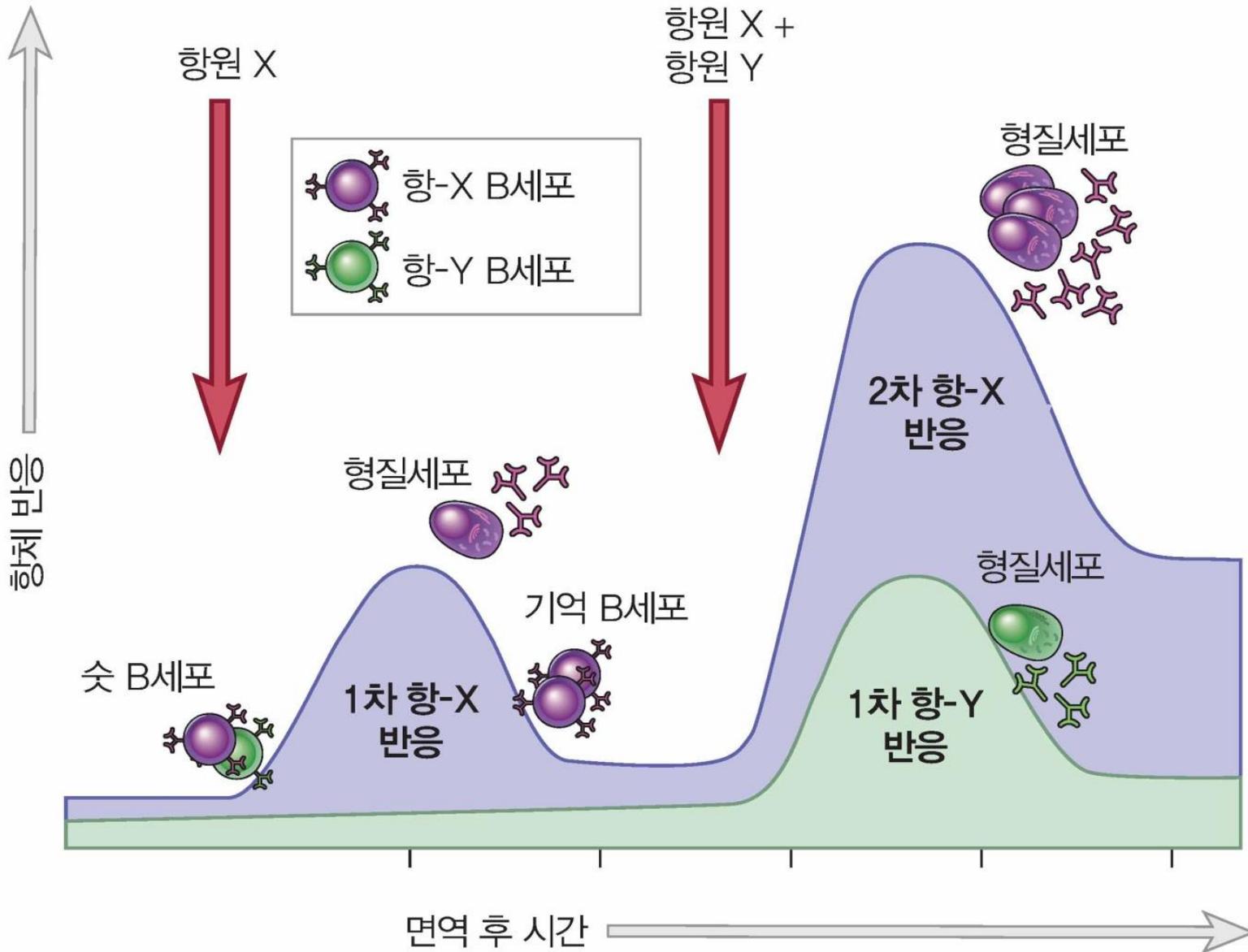
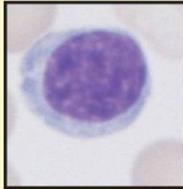
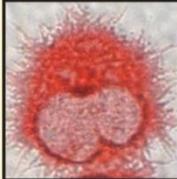
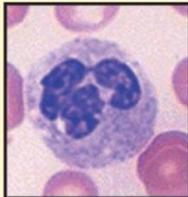


그림 1-7 1차 및 2차 면역반응

면역체계의 세포

(CELLS OF THE IMMUNE SYSTEM)

그림 1-8

세포 유형	주요 기능
림프구: B림프구; T림프구; 자연살해세포  혈중 림프구	항원의 특이적인 인지: B림프구: 체액면역 담당 T림프구: 세포매개면역 담당 자연살해세포: 선천면역 담당
항원제시세포: 수지상세포; 큰포식세포; 소포수지상세포  수지상세포  혈중 단핵구	림프구에 항원을 제시하기 위해 항원을 포획: 수지상세포: T세포 반응을 시작하게 함 큰포식세포: 세포매개면역의 작동 단계 소포수지상세포: 체액면역에서 B림프구에 항원을 제시
작동세포: T림프구; 큰포식세포; 과립구  호중구	항원의 제거: T림프구: 보조 T세포와 세포독성 T림프구 큰포식세포와 단핵구: 단핵구성 포식세포계 세포 과립구: 호중구, 호산구

림프계구 (Lymphocytes)의 종류

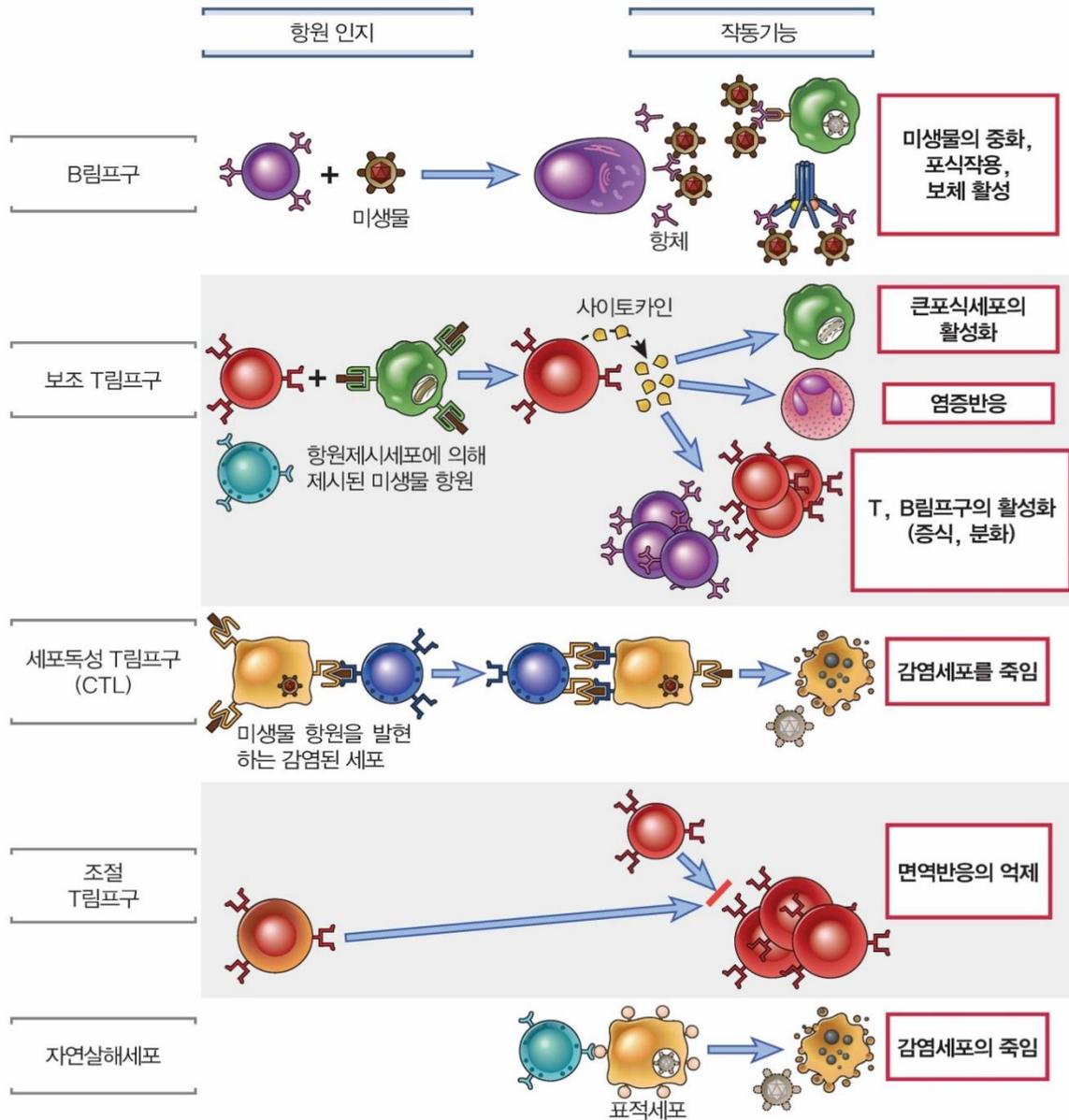


그림 1-9

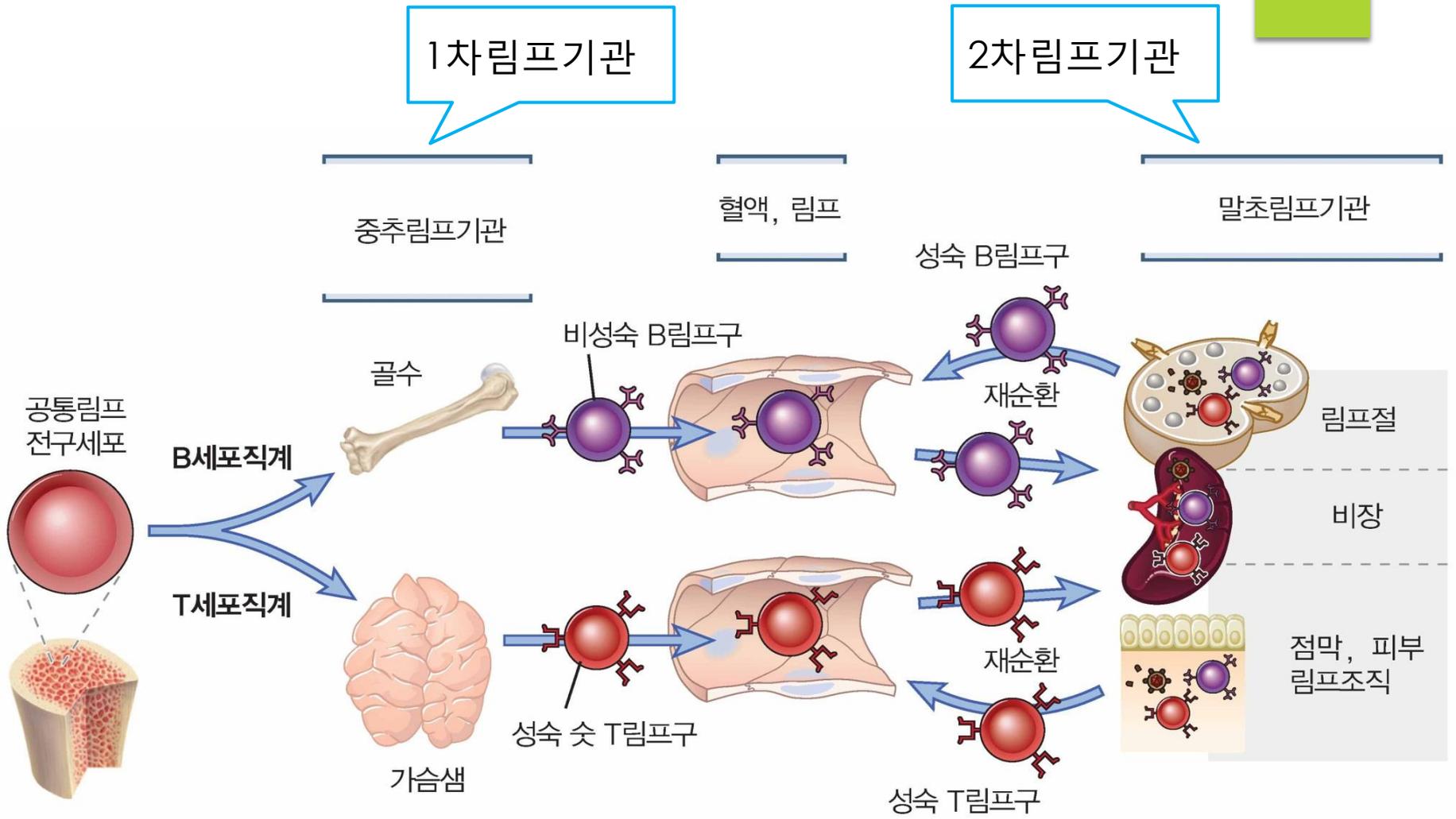


그림 1-10 림프구의 성숙. 림프구는 중추림프기관(골수와 가슴샘)에서 전구세포로부터 발생한다. 성숙 림프구는 말초림프기관으로 들어가며, 그곳에서 외래 항원과 반응하고 혈액과 림프를 재순환한다.

Ⓐ

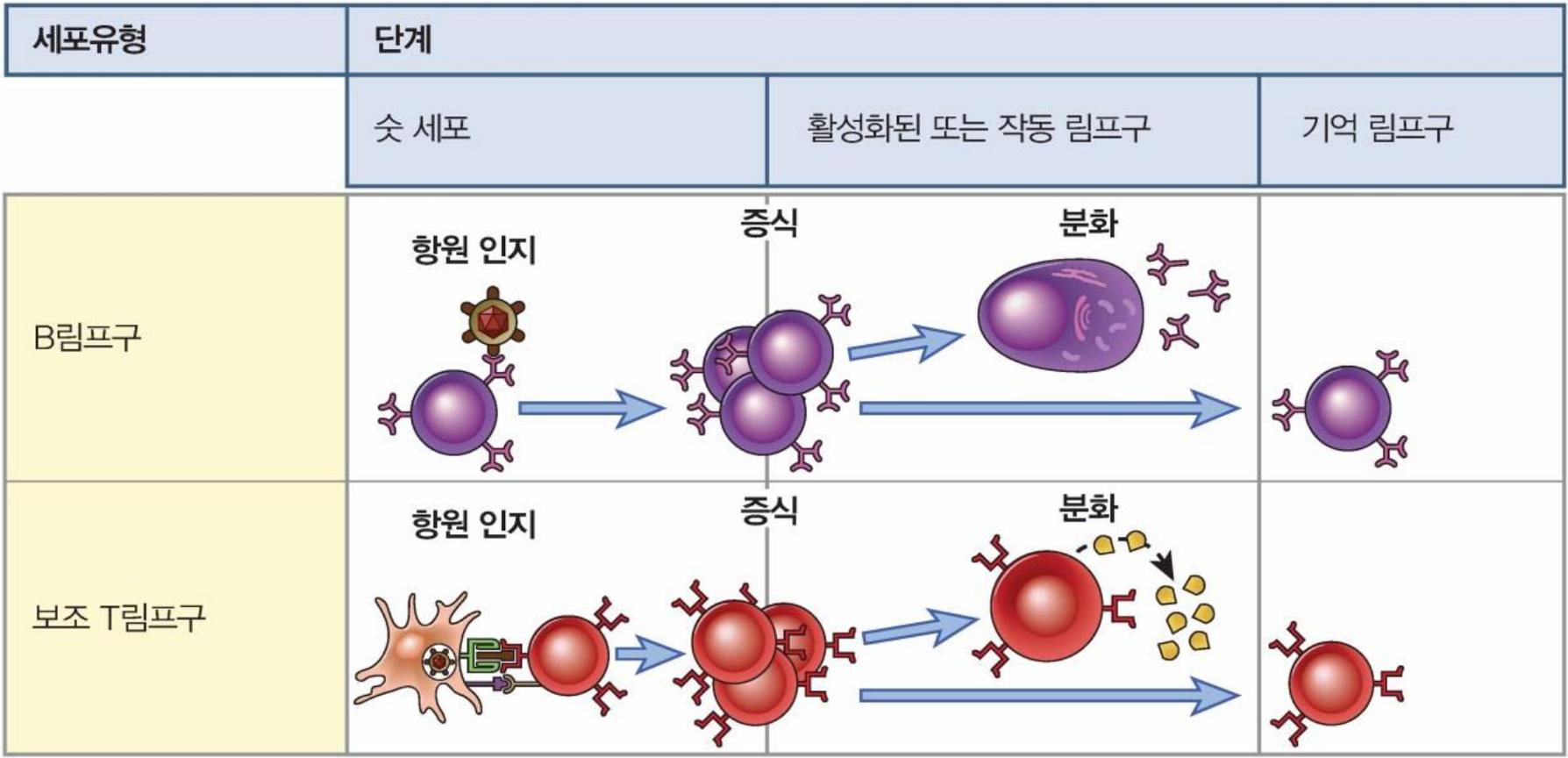


그림 1-11 림프구 일생의 각 단계의 특징 (계속)

ⓑ

	숫 세포	활성화된 또는 작동 림프구	기억 림프구
T림프구			
이주	말초림프기관으로 우선적으로 이주	염증부위로 우선적으로 이주	이질적임: 일부는 림프절로, 다른 일부는 점막과 염증부위로 이주
특정 항원에 반응하는 세포의 빈도	매우 낮음	높음	낮음
작동기능	없음	사이토카인 분비 세포독성 작용	없음
B림프구			
세포막형 Ig 동형	IgM와 IgD	전형적으로 IgG, IgA, 또는 IgE	전형적으로 IgG, IgA, 또는 IgE
생성된 Ig의 친화력	상대적으로 낮음	면역반응 중에 증가	상대적으로 높음
작동기능	없음	항체분비	없음

그림 1-11 림프구 일생의 각 단계의 특징

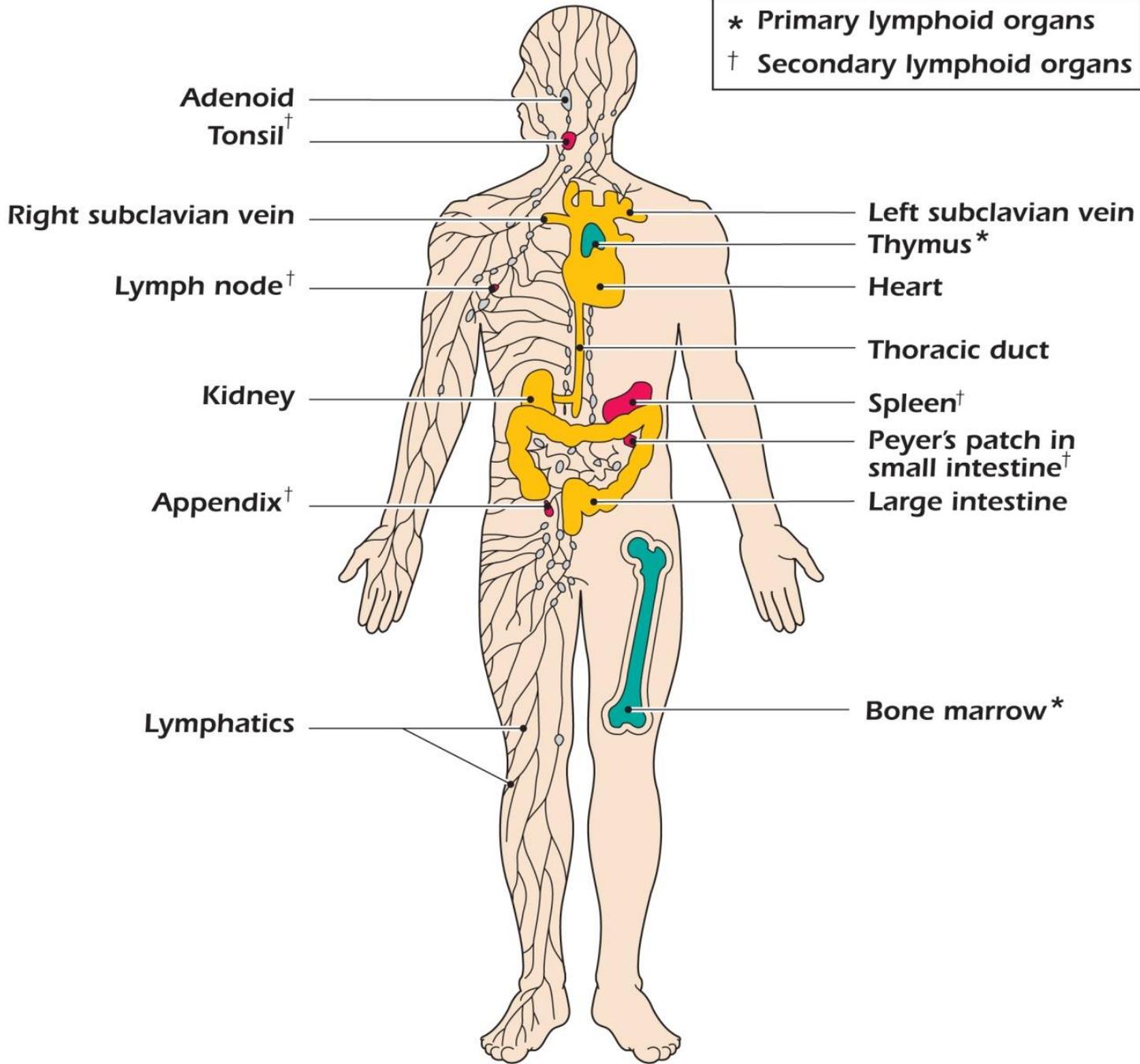
면역체계의 조직 (Tissues of the Immune system)

▶ 면역체계의 조직은

- ▶ B, T 림프구가 성숙되고 항원에 반응할 수 있는 능력을 갖추는 **중추림프기관(generative lymphoid organs)**,
- ▶ 미생물에 대한 적응면역반응이 시작되는 **말초림프기관(periphery lymphoid organs)**으로 이루어져 있다

→ 그림 1-10

* Primary lymphoid organs
† Secondary lymphoid organs



말초림프기관 (Peripheral Lymphoid Organs)

- 림프절, 비장, 점막 및 피부 면역체계 (mucosal and cutaneous immune systems)로 구성되어 있음
- **림프절 (Lymph nodes)**은 림프관을 따라 전신에 걸쳐 분포하는 결절 (encapsulated nodule) 모양으로 뭉쳐진 림프조직이다 (그림 1-12)

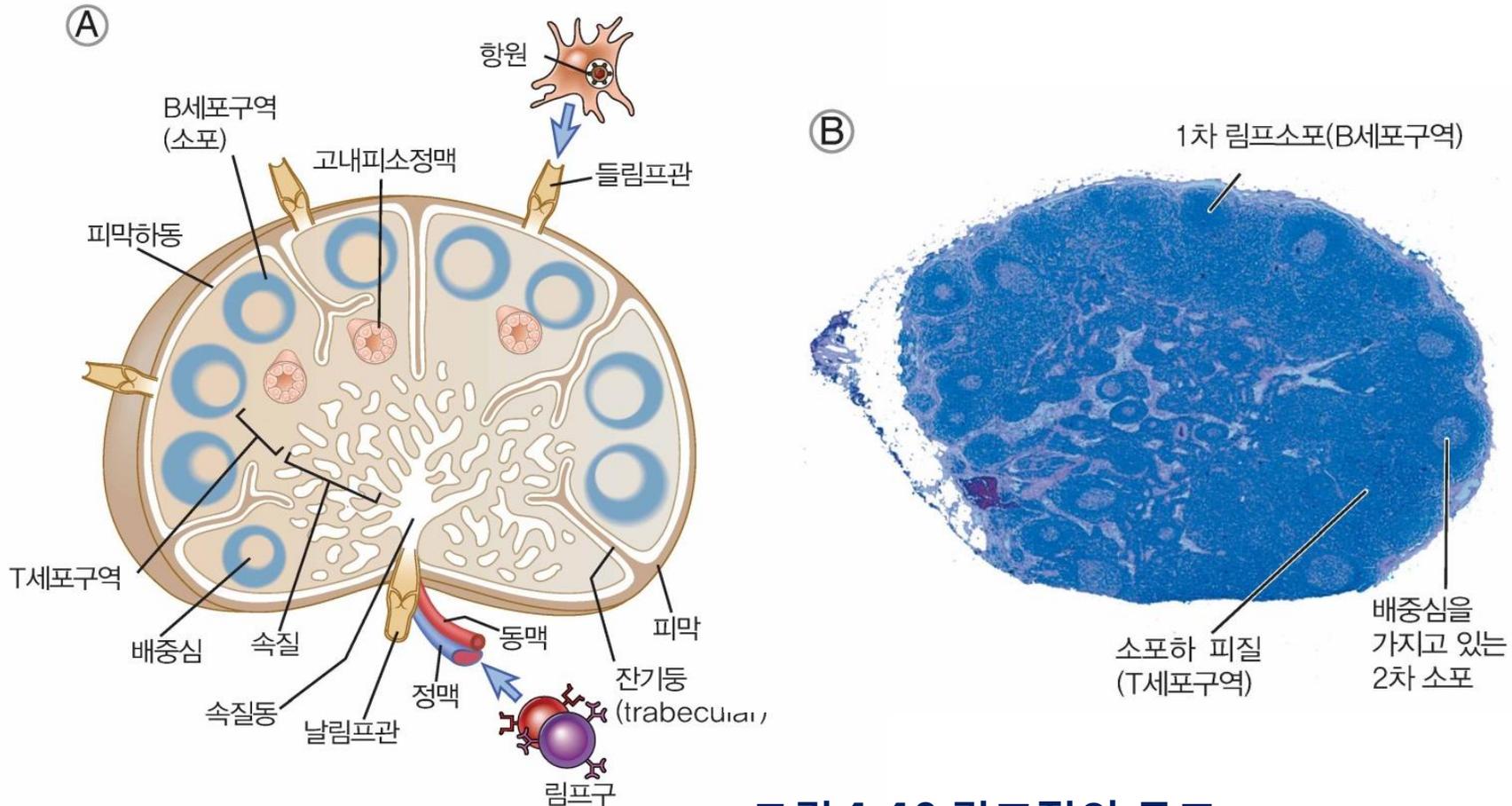


그림 1-12 림프절의 구조

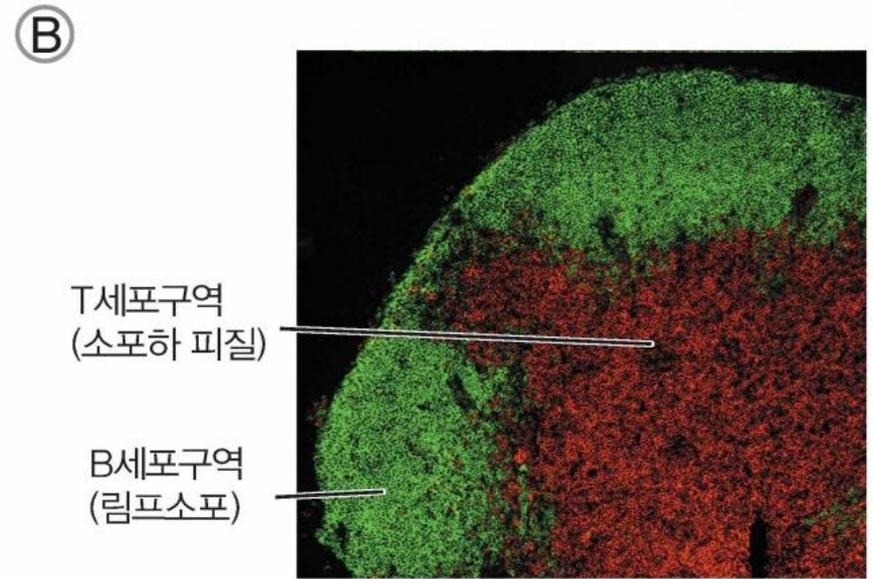
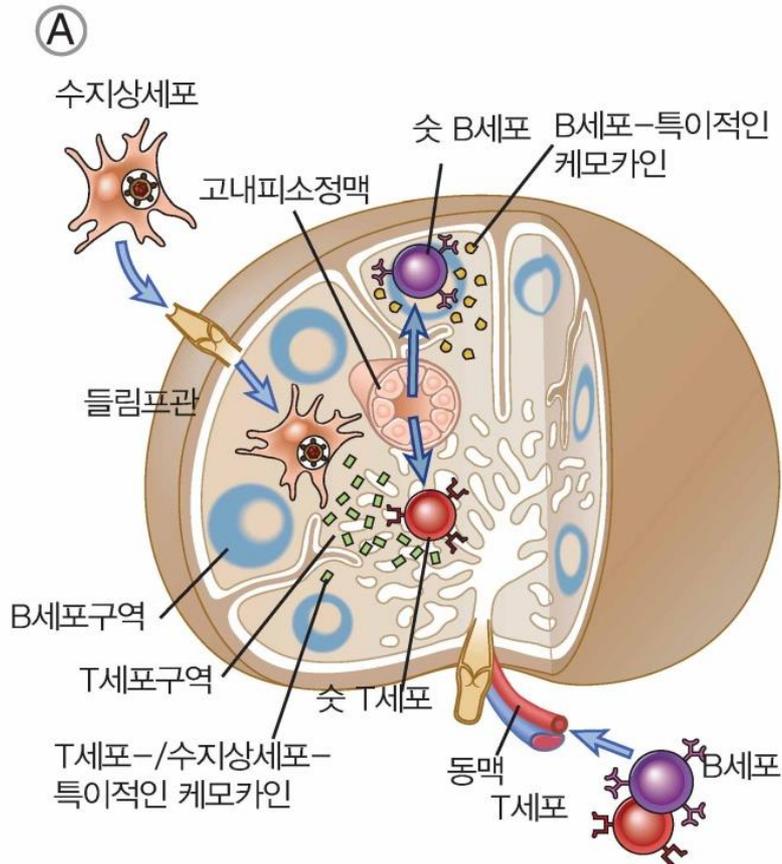


그림 1-15 림프절에서 T, B 림프구는 서로 분리되어 있음

비장 (spleen)

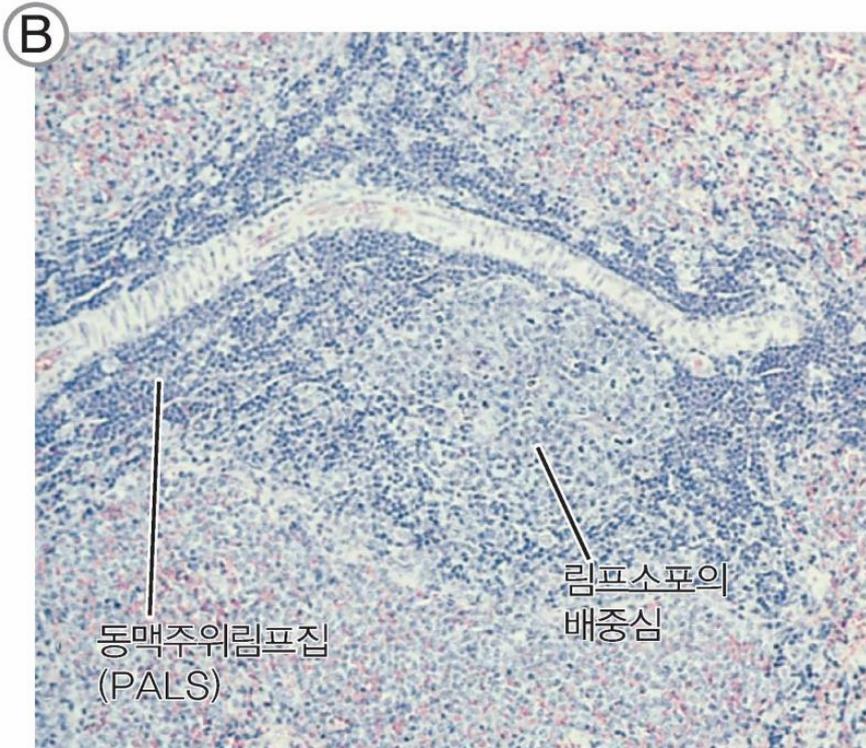
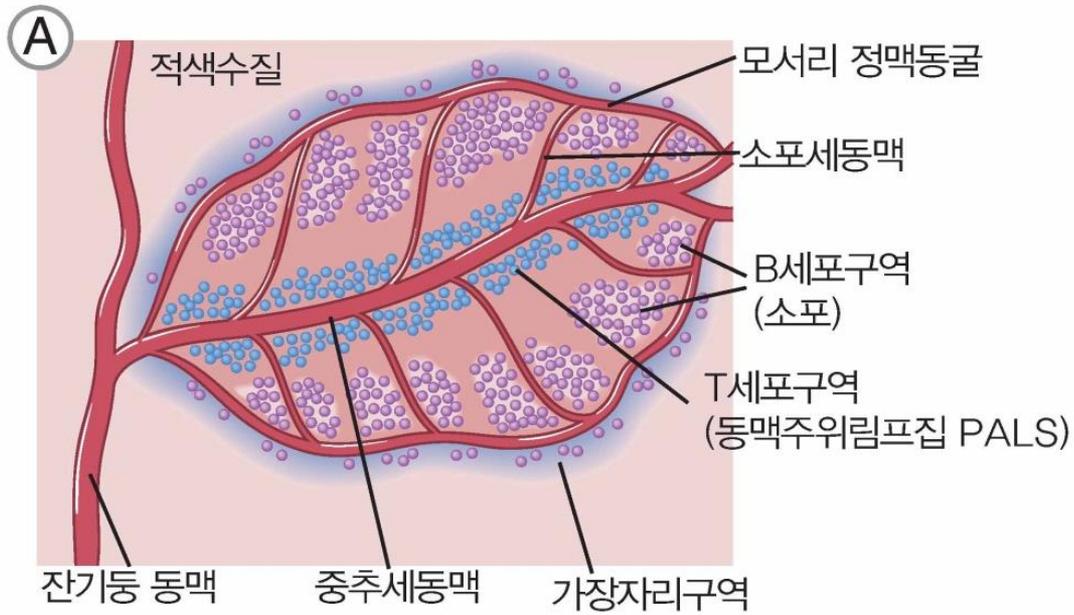


그림 1-13
비장(spleen)의 형태

점막면역체계

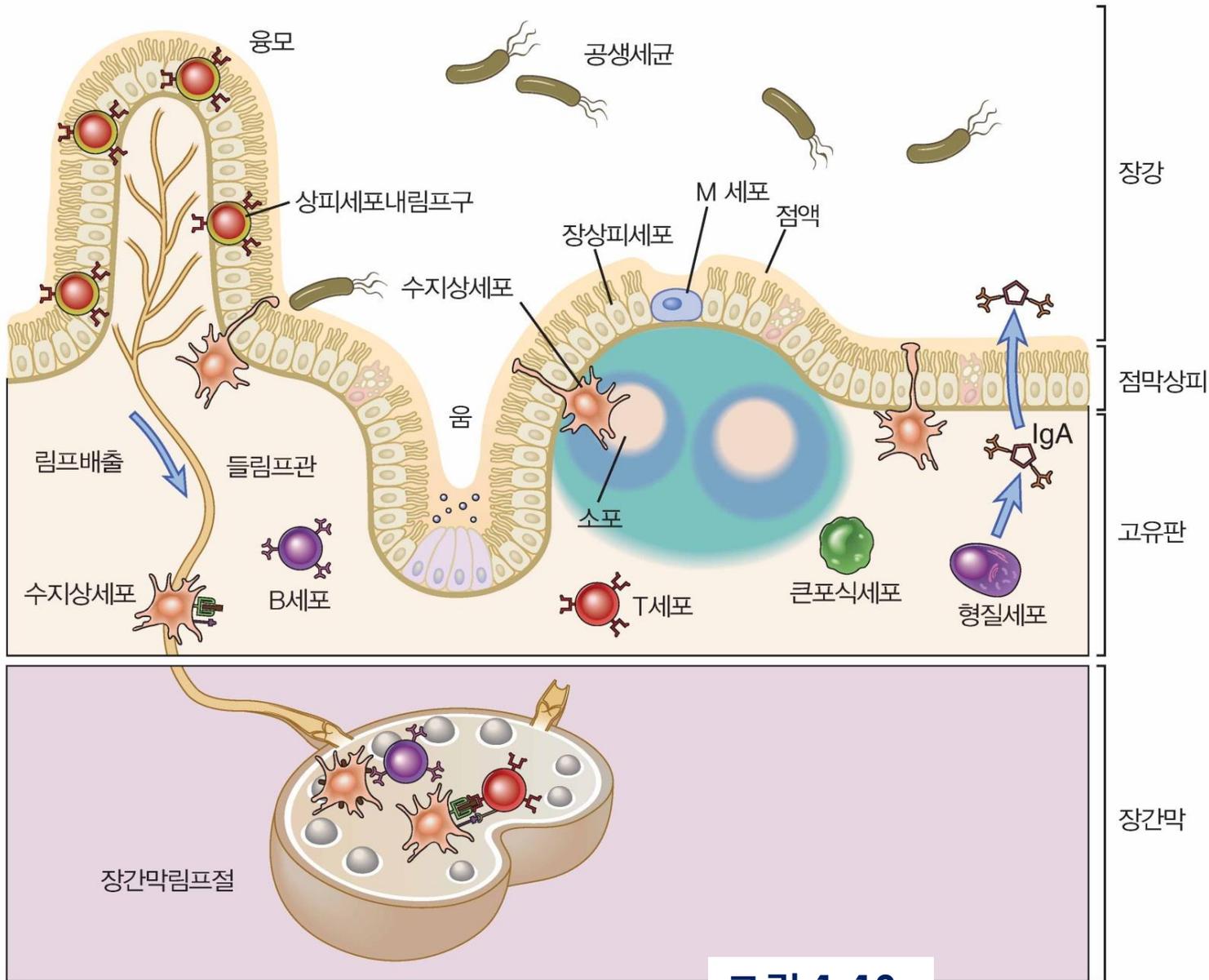


그림 1-13

림프구 재순환과 조직으로의 이동 (Lymphocyte Recirculation and Migration into Tissues)

- ▶ **숙 림프구**는 지속적으로 항원을 만나 활성화되어 작동세포로 분화될 가능성이 있는 **말초림프기관과 혈액을 재순환**한다.
- ▶ 반면 **작동림프구**는 림프조직으로부터 미생물의 제거가 필요한 **감염 부위로 이동**한다 (그림 1-16).

* high endothelial venules (HEVs)

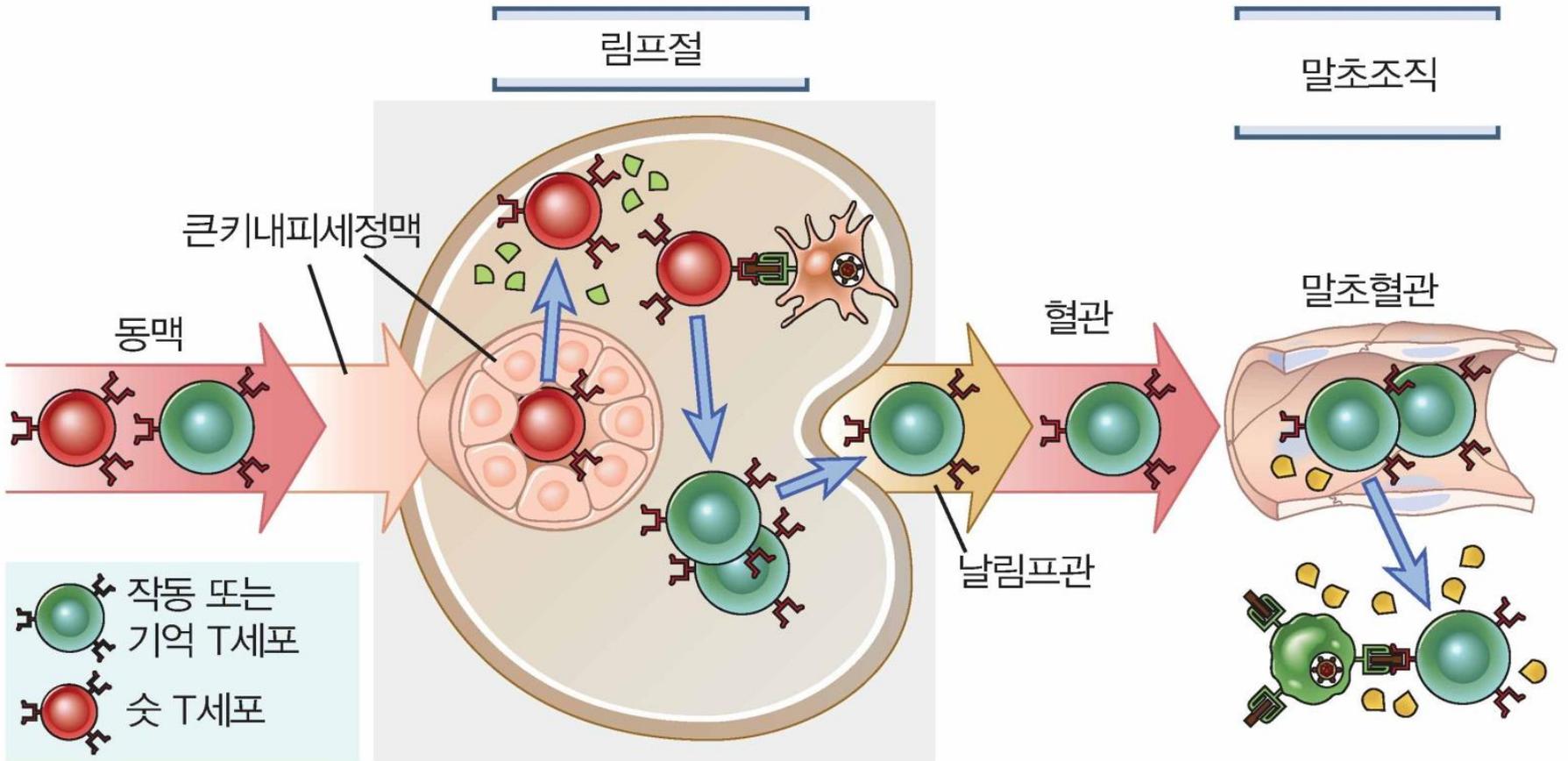


그림 1-16 T림프구의 이동

미생물에 대한 면역반응의 개요

(Overview of Immune responses to microbes)

- ▶ **미생물에 대한 초기 선천면역반응 (Early Innate Immune Response to Microbes)**
 - ▶ **염증 (Inflammation)**
 - ▶ **항바이러스 방어기재 (Antiviral defense)**
- ▶ **적응면역반응 (Adaptive Immune Response)**
 - ▶ 항체는 미생물의 세포 외부에 부착하여 숙주세포를 감염시키는 능력을 차단하며, 식세포로 하여금 미생물을 쉽게 섭취하여 제거할 수 있도록 돕는다.
 - ▶ 식세포는 미생물을 섭취하여 죽이며, 도움 T 세포들은 이러한 식세포의 항미생물 기능을 강화한다.
 - ▶ 세포독성 T 림프구들은 항체가 접근하기 어려운 미생물이 감염된 세포를 제거한다.

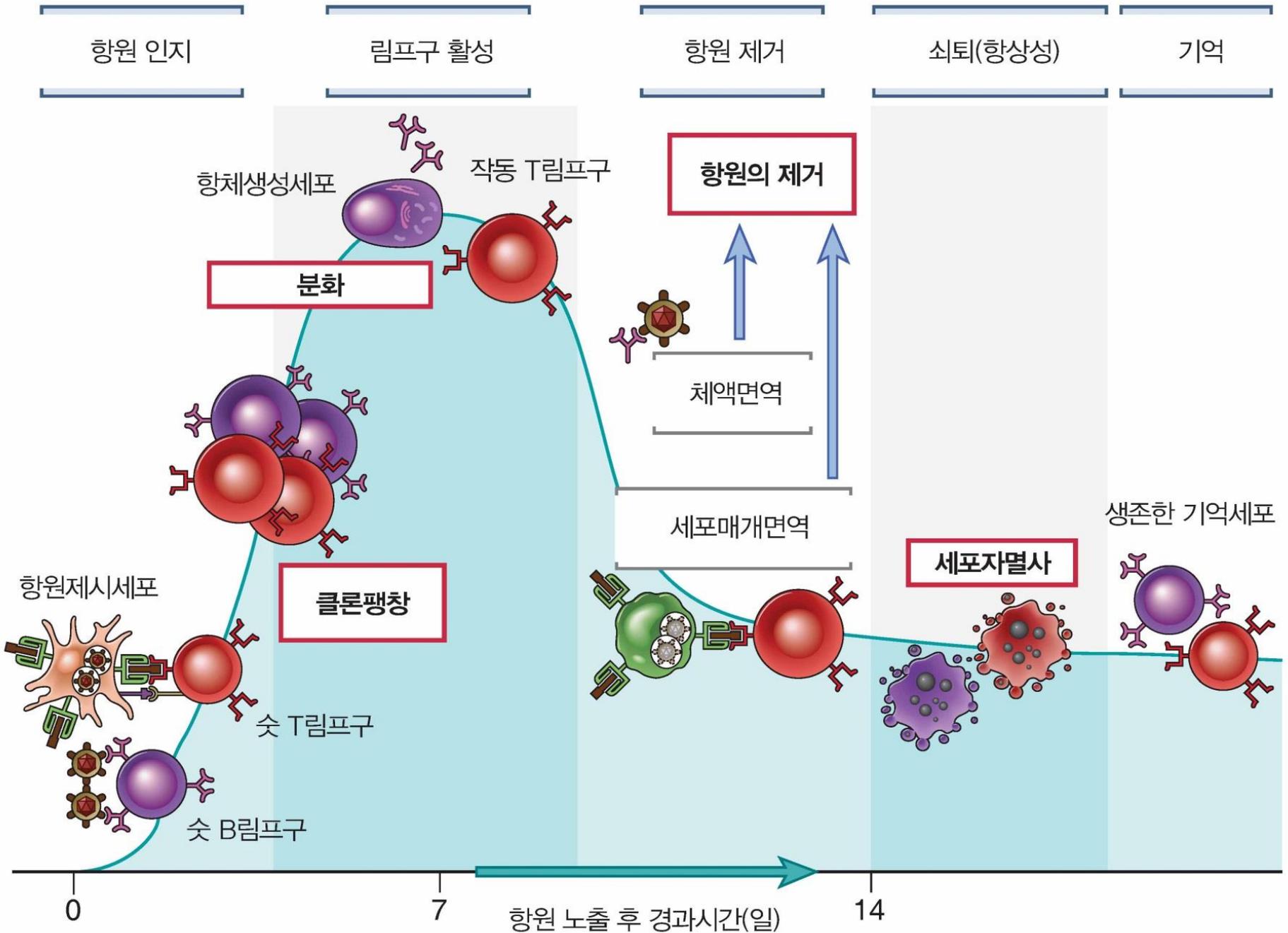


그림 1-17 적응면역반응의 단계