

B 혈액의 응집반응과 혈액형

1. 혈액의 응집반응 적혈구 세포막에 있는 응집원(항원)과 ①혈장에 있는 응집소(항체) 사이에 항원항체반응이 일어나면 적혈구가 서로 엉겨 붙어 응집반응이 일어난다. ➡ 특정 응집원과 특정 응집소가 결합하면 응집반응이 일어나므로, 이를 통해 혈액형을 판정한다.

2. ABO식 혈액형 응집원의 종류에 따라 A형, B형, AB형, O형으로 구분한다.

(1) 응집원과 응집소: 응집원 A에 결합하는 항체를 응집소 α , 응집원 B에 결합하는 항체를 응집소 β 라고 한다.

구분	A형	B형	AB형	O형
응집원 (적혈구)	응집원 A 적혈구	응집원 B	응집원 A 응집원 B	응집원 없음
응집소 (혈장)	응집소 β	응집소 α	응집소 없음	응집소 α 응집소 β

(2) 혈액형 판별: 항A 혈청과 항B 혈청을 이용한 응집반응으로 판별한다.

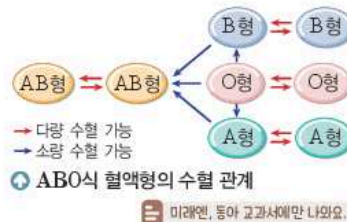
대표자료 1 / 207쪽

- 항A 혈청(응집소 α 포함)에서 응집반응이 일어나면 응집원 A가 있는 것이다.
- 항B 혈청(응집소 β 포함)에서 응집반응이 일어나면 응집원 B가 있는 것이다.

구분	A형(응집원 A)	B형(응집원 B)	AB형(응집원 A, B)	O형(응집원 없음)
항A 혈청 (응집소 α)	응집원 A 응집소 α 응집됨	응집원 B 응집소 α 응집 안 됨	응집원 A 응집소 α 응집됨	응집소 α 응집 안 됨
항B 혈청 (응집소 β)	응집원 A 응집소 β 응집 안 됨	응집원 B 응집소 β 응집됨	응집원 B 응집소 β 응집됨	응집소 β 응집 안 됨

(3) 수혈 관계: 같은 혈액형끼리 수혈하는 것이 가장 안전하지만, 혈액을 제공하는 사람의 응집원과 혈액을 제공받는 사람의 응집소가 응집반응을 일으키지 않는 경우 소량 수혈이 가능하다.

↳ 소량의 혈액에는 응집소가 매우 적어 수혈을 받는 사람의 혈액에 희석되어 영향이 거의 없기 때문이다.



3. Rh식 혈액형 Rh 응집원의 유무에 따라 Rh⁺형과 Rh⁻형으로 구분한다.

(1) 응집원과 응집소 → 동아 교과서에서는 Rh 응집원을 Rh 항원으로, Rh 응집소를 Rh 항체라고 표현하였다.

- Rh⁺형: Rh 응집원은 있지만 Rh 응집소는 없다.
- Rh⁻형: Rh 응집원과 Rh 응집소 모두 없다. → Rh 응집원에 노출되면 Rh 응집소가 생길 수 있다.

(2) 혈액형 판별: 항Rh 혈청(Rh 응집소 포함)을 이용한 응집반응으로 판별한다. ➡ 응집반응이 일어나면 Rh⁺형이고, 응집반응이 일어나지 않으면 Rh⁻형이다.

(3) 수혈 관계: Rh⁺형은 Rh⁻형에게서 수혈을 받을 수 있지만, Rh⁻형은 Rh⁺형에게서 수혈을 받을 수 없다. → Rh⁻형인 사람이 Rh⁺형 혈액을 처음 수혈받으면 Rh 응집소가 만들어진다. 이후 다시 Rh⁺형 혈액을 수혈받으면 이 Rh 응집소가 Rh 응집원과 반응하여 응집반응이 일어나기 때문이다.

주요해

혈액 응고와 응집의 차이

혈액 응고는 혈액 속 효소의 작용으로 혈관의 섬유소가 혈구와 엉겨 덩어리가 생기는 현상이다. 반면, 혈액 응집은 항원인 응집원과 응집소가 반응하여 적혈구가 엉기는 현상이다.

◆ 혈청

혈청은 혈장에서 혈액 응고 성분을 제거한 액체 성분으로, 항체, 호르몬, 단백질 등이 포함되어 있다.

알기해

ABO식 혈액형 판별

구분	항A 혈청	항B 혈청
A형	+	-
B형	-	+
AB형	+	+
O형	-	-

(+: 응집됨, -: 응집 안 됨)

동아 교과서에만 나와요.

* 태아적혈모구증

Rh⁺형인 어머니가 Rh⁻형인 첫째 아이를 임신하고 출산하면 Rh 응집원에 노출되어 Rh 응집소가 생성된다. 이후 Rh⁺형인 둘째 아이를 임신하면, 어머니의 Rh 응집소가 태반을 따라 태아에게 전달되어 태아의 적혈구가 파괴되는 증상이 나타난다.

용어

① 혈장(血 漿, 將 즙) 혈액에서 적혈구, 백혈구, 혈소판과 같은 혈구를 제외한 액체 성분이다.

탐구 자료창

혈액형 판별하기

과정 ▶



① 혈액 반응판에 항A 혈청, 항B 혈청, 항Rh 혈청을 떨어뜨린다.



② 손가락 끝을 알코올 솜으로 소독한 다음, 채혈기로 살짝 찔러 혈액이 나오게 한다.



③ 혈액을 각 혈청에 떨어뜨리고, 이쑤시개로 잘 섞은 후 응집반응 여부를 관찰한다.

결과 ▶

항A 혈청 반응 결과	응집됨	응집 안 됨	응집됨	응집 안 됨
항B 혈청 반응 결과	응집 안 됨	응집됨	응집됨	응집 안 됨
혈액형 판별 결과	A형	B형	AB형	O형

항Rh 혈청 반응 결과	응집됨	응집 안 됨
혈액형 판별 결과	Rh ⁺ 형	Rh ⁻ 형

해석 ▶

- ① 혈청으로 혈액형을 판별할 수 있는 까닭: 혈액형마다 적혈구 세포막에 있는 응집원(항원)의 종류가 다르고, 혈청에는 특정 응집원과 반응하는 응집소(항체)가 들어 있다. 따라서 떨어뜨리는 혈청의 종류에 따라 응집반응의 유무가 달라지기 때문이다.
- ② 각 응집소가 특정 응집원과만 결합하는 까닭: 응집소(항체)의 종류에 따라 항원 결합 부위의 구조가 달라, 맞는 구조를 가진 특정 응집원(항원)과만 결합할 수 있기 때문이다. → 항원항체반응의 특이성

개념 확인 문제



정답친해 89쪽

핵심 체크

- ▶ 항원항체반응의 (①) : 항체는 항원 결합 부위와 구조가 맞는 특정 항원과만 결합한다.
- ▶ ABO식 혈액형 판별: 항A 혈청에만 응집하면 (②), 항B 혈청에만 응집하면 (③), 두 혈청에 모두 응집하면 AB형, 두 혈청에 모두 응집하지 않으면 O형이다.
- ▶ Rh식 혈액형 판별: 항Rh 혈청에 응집하면 (④), 응집하지 않으면 (⑤)이다.

1 항체는 종류에 따라 항원 결합 부위의 구조가 다르며, 이 결합 부위와 구조가 맞는 특정 항원과만 결합한다. 이러한 특성을 무엇이라고 하는지 쓰시오.

2 표는 네 사람의 혈액형 판별 실험 결과를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 각각 항A 혈청과 항B 혈청 중 어느 것인지 쓰시오.

혈청 \ 혈액형	AB형	A형	O형	B형
㉠	+	+	-	-
㉡	+	-	-	+

(+: 응집됨, -: 응집 안 됨)

3 ABO식 혈액형과 Rh식 혈액형에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

- (1) AB형인 사람은 다른 모든 ABO식 혈액형의 혈액을 소량 수혈받을 수 있다. ()
- (2) Rh⁺형인 사람의 혈액에는 Rh 응집원은 있고 Rh 응집소는 없다. ()
- (3) Rh⁻형인 사람의 혈액을 항Rh 혈청과 섞으면 응집반응이 일어난다. ()
- (4) 혈액을 제공하는 사람의 응집소와 혈액을 제공받는 사람의 응집원 사이에 응집반응이 일어나지 않으면 소량 수혈이 가능하다. ()

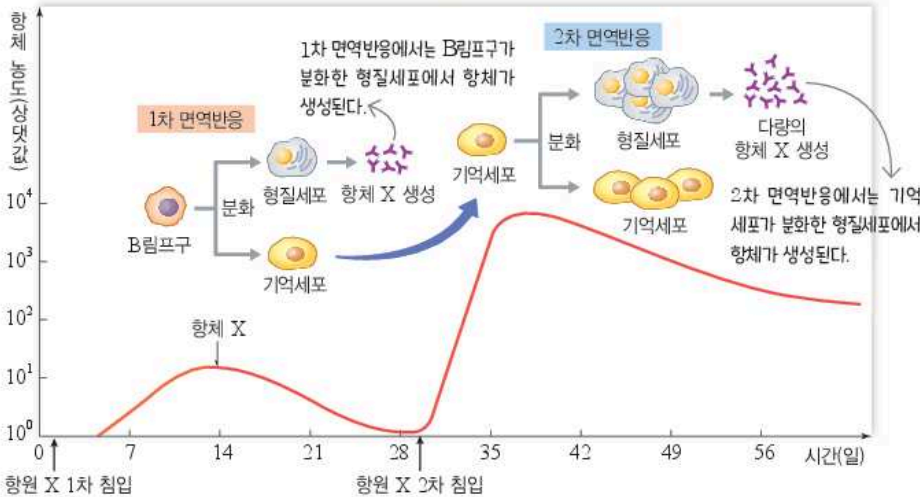
C 백신의 작용 원리와 종류

- ★ 1. 1차 면역반응과 2차 면역반응 항원에 노출된 경험에 따라 면역반응은 1차 면역반응과 2차 면역반응으로 구분된다. — 원자핵 배법 특강 / 206쪽

1차 면역반응과 2차 면역반응은 모두 체액성면역에 해당한다.

대표 자료 2 / 208쪽

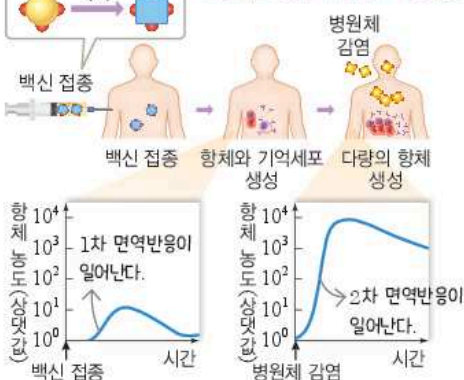
1차 면역반응	2차 면역반응
- 특정 항원이 처음 침입하면 B림프구가 활성화되어 형질세포와 기억세포로 분화하고, 형질세포에서 분비된 항체가 항원을 제거한다. - 항원에 대한 정보를 기억하고 체내에 남는다. - 항체 생성까지 약 5일~7일의 시간이 걸린다.	- 같은 항원이 재침입하면 기억세포가 빠르게 증식하고 형질세포로 분화하여 항체를 생성한다. 1차 면역반응에서보다 다량의 항체가 빠르게 생성되어 항원이 효과적으로 제거된다.



2. 백신

- (1) 백신: 인위적으로 1차 면역반응을 일으키기 위해 체내에 주입하는 물질이다.
- (2) 백신의 작용 원리: 백신을 접종하면 1차 면역반응이 일어나 특정 항원에 대한 기억세포가 생성된다. 이후 특정 항원이 체내에 침입하면 2차 면역반응이 일어나 다량의 항체가 빠르게 만들어져 병원체를 효과적으로 제거함으로써 질병을 예방한다.

★ 백신의 작용 원리 — 백신은 병원성이 약화된 항원이나 항원의 정보를 포함하고 있어 기억세포의 생성을 유도한다.



- 백신을 접종했을 때: 항체 농도가 높아지기까지 시간이 걸린다. → 선천성면역이 일어나 항원을 제시한 후, 후천성면역이 일어나 B림프구가 형질세포로 분화하고 항체를 생성하기까지 시간이 필요하기 때문이다.
- 백신 접종 후 병원체에 감염되었을 때: 항체 농도가 1차 침입 때보다 빠르게 증가한다. → 백신 접종으로 생성된 기억세포가 빠르게 증식하고 형질세포로 분화하여 다량의 항체를 생성하기 때문이다.

궁금해

한 번 걸렸던 질병은 왜 다시 잘 걸리지 않을까?

병원체가 몸에 처음 침입했을 때 생성된 기억세포가 체내에 남아 있다가, 같은 병원체가 다시 침입하면 빠르게 형질세포로 분화하여 다량의 항체를 빠르게 생성한다. 그 결과 병원체가 처음 침입했을 때보다 효과적으로 병원체를 제거할 수 있어 한 번 걸렸던 질병에는 다시 잘 걸리지 않게 된다.

★ 백신과 면역혈청의 차이

백신은 항원이 들어 있어 1차 면역반응을 유도하며, 질병의 예방을 목적으로 한다. 반면 면역혈청은 항원을 주입한 동물의 혈액으로부터 분리한 항체가 들어 있어 치료나 진단을 목적으로 한다.

교과서마다 제시된 백신의
분류 기준과 양상이 다르니 우리
교과서를 확인하고 공부해요.



☞ 동아 교과서에만 나와요.

★ 바이러스를 이용한 백신

- 바이러스 벡터 백신: 항원의 핵산을 다른 무해한 바이러스 벡터(유전물질을 세포나 몸속으로 주입할 때 사용하는 바이러스)에 주입하여 만든 백신이다. 체내에 주입되면 항원이 되는 단백질이 만들어지고, 이를 항원으로 인식하여 면역반응이 일어난다.
- 바이러스 유사 입자 백신: 바이러스의 표면 항원 단백질만을 조합하여 바이러스와 비슷한 구조를 갖게 만든 백신이다. 실제 유전물질은 없지만, 면역계가 실제 바이러스처럼 인식한다.

◆ 집단 면역

집단 내의 많은 사람들이 백신을 접종받았거나 병원체에 감염된 적이 있어, 특정 감염성질환에 대한 면역력을 가지게 된 상태이다. 집단 내에서 면역력을 가진 사람이 많아지면 질병이 전파될 가능성이 줄어 감염성질환의 확산이 느려지거나 억제된다.

(3) 백신의 종류: 백신의 종류에 따라 제조 방법, 보관 방법, 효과가 다르다.

생백신 (약독화 백신, 약독화 생백신)	• 병원성을 약화시킨 병원체로 만든 백신이다. • 백신의 효과가 비교적 확실하다. • 병원체가 몸속에서 증식하여 면역반응을 일으키기 때문에 면역력이 약한 사람의 경우 질병을 앓을 수도 있다. • 예방할 수 있는 질병: 홍역, 수두, 결핵, 볼거리 등
사백신 (비활성화 백신, 불활성화 백신)	• 열이나 화학 약품을 처리하여 불활성 상태로 바꾼 병원체로 만든 백신이다. • 백신의 효과가 약해 여러 번 접종해야 한다. • 병원체가 몸속에서 증식할 수 없어 면역력이 약한 사람에게도 안전하다.
전 세포 불활성화 백신	• 병원체 전체를 사용하여 만든 백신이다. • 예방할 수 있는 질병: 독감, 소아마비, A형 간염 등
단백 백신	• 병원체에서 따로 뽑아낸 항원으로 만든 아단위 백신(소단위 백신)과 병원체가 생성한 독소로 만든 독소이드 백신(변성 독소 백신)이 있다. • 예방할 수 있는 질병: 백일해, 파상풍, 디프테리아 등
다당 백신	• 병원체를 이루는 긴 사슬의 다당으로 만든 백신이다. • 예방할 수 있는 질병: 수막염 등
재조합 백신	• 생명공학기술을 이용하여 생산한 항원이나 항원결정부위를 사용하여 만든 백신이다. • 예방할 수 있는 질병: 장티푸스, 자궁경부암 등
핵산 백신 (핵산 기반 백신)	• 항원의 유전정보가 담긴 핵산(DNA, RNA)으로 만든 백신이다. • 백신에 담긴 유전정보에 따라 체내에서 단백질이 생성되고, 이를 항원으로 인식하여 면역반응이 일어난다. • 짧은 시간에 많은 양을 생산할 수 있으나 접종을 위한 기술이나 장치가 필요하다. • 예방할 수 있는 질병: 코로나바이러스감염증-19(COVID-19) 등

(4) 백신의 한계: 백신으로 많은 질병을 예방할 수 있지만, 모든 질병의 백신이 개발된 것은 아니다.

① 고혈압이나 당뇨병과 같이 비감염성질환은 백신으로 예방하기 어렵다.

② 감기나 독감과 같이 병원체의 유전정보가 계속 바뀌는 질병은 새로운 백신을 계속 개발해야 한다.

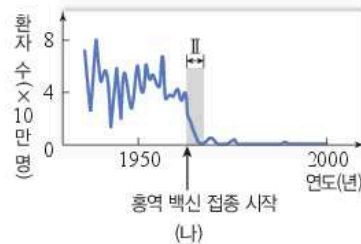
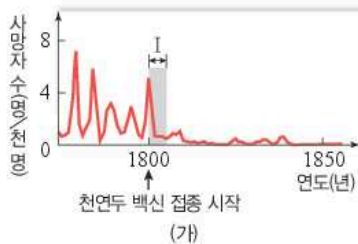
(5) 백신의 필요성: 백신은 감염성질환을 예방하고 *집단 면역을 형성하여 질병의 전파를 차단할 수 있으므로 백신 개발에 대한 지속적인 연구와 노력이 필요하다.

탐구 자료창

백신의 필요성

☞ 미래엔 교과서에만 나와요.

그림 (가)는 스웨덴에서 천연두 백신 접종 전후로 인구 1000 명당 천연두로 사망한 사람 수의 변화를, (나)는 미국에서 홍역 백신 접종 전후로 홍역에 걸린 사람 수의 변화를 나타낸 것이다.



1. 구간 I 과 II 에서 각각 천연두로 사망한 사람의 수와 홍역 환자의 수가 급격히 감소한 까닭: 백신 접종 이후 집단 면역이 형성되어 천연두와 홍역의 확산이 줄어들었기 때문이다.

2. 감염성질환을 예방하기 위해 백신이 필요한 까닭: 백신을 접종하면 감염성질환으로 인한 사망자 수를 줄이거나 감염성질환에 걸리는 것을 막을 수 있으며, 집단 면역을 형성하여 감염성질환의 확산을 늦추기 때문이다.

면역 관련 질환

1. 알러지(알레르기)

음식물, 먼지, 꽃가루, 동물의 털 등과 같이 대부분의 사람에게 반응을 일으키지 않는 물질에 면역계가 과민하게 반응하여 두드러기, 가려움, 콧물 등의 증상이 나타나는 질환이다. [예] 아토피성피부염, 기관지천식, 알러지비염 등

2. 자가 면역 질환

면역계가 자기 몸을 구성하는 세포나 조직을 항원으로 인식하고 공격하여 발생하는 질환이다. [예] 류머티즘성관절염, 제1형 당뇨병, 전신 홍반 루푸스, 세그렌 증후군 등

↳ 면역세포가 이자의 β 세포를 공격하여 생긴다.

↳ 면역세포가 연골을 파괴하여 생긴다.



④ 류머티즘성관절염으로 변형된 손

개념 확인 문제



정답친해 89쪽

핵심 체크

- ▶ (①) 면역반응: 항원이 처음 침입했을 때 일어나며, 항체가 생성되기까지 시간이 걸린다.
- ▶ (②) 면역반응: 같은 항원이 재침입했을 때 일어난다. 이전에 생성된 (③)가 빠르게 기억세포와 형질세포로 분화하여 다량의 항체가 빠르게 생성된다.
- ▶ 백신의 작용 원리: 인위적으로 (④) 면역반응을 일으켜 기억세포를 생성하도록 하여 질병을 예방한다.
- ▶ 백신의 종류: 생백신, 사백신, 재조합 백신, 핵산 백신 등이 있다.

1 1차 면역반응과 2차 면역반응에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하십시오.

- (1) 1차 면역반응에서는 B림프구가 분화한 형질세포에서 항체가 생성된다. ()
- (2) 동일한 항원이 재침입했을 때 기억세포가 빠르게 형질세포와 기억세포로 분화한다. ()
- (3) 1차 면역반응은 2차 면역반응에 비해 다량의 항체가 빠르게 생성된다. ()

2 백신의 작용 원리에 대한 설명 중 () 안에 알맞은 말을 고르시오.

백신을 접종하면 ㉠(1차 면역반응, 2차 면역반응)이 일어나 특정 항원에 대한 기억세포가 생성된다. 이후 같은 항원이 체내에 들어오면 ㉡(1차 면역반응, 2차 면역반응)이 일어나 많은 양의 항체가 빠르게 만들어져 병원체를 효과적으로 제거한다.

3 백신에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고르시오.

보기

- ㄱ. 생백신은 병원성을 약화시킨 병원체로 만든 백신이다.
- ㄴ. 사백신은 열이나 화학 약품을 처리하여 비활성 상태로 바꾼 병원체로 만든 백신이다.
- ㄷ. 핵산 백신은 생명공학기술을 이용하여 생산한 항원을 사용하여 만든 백신이다.

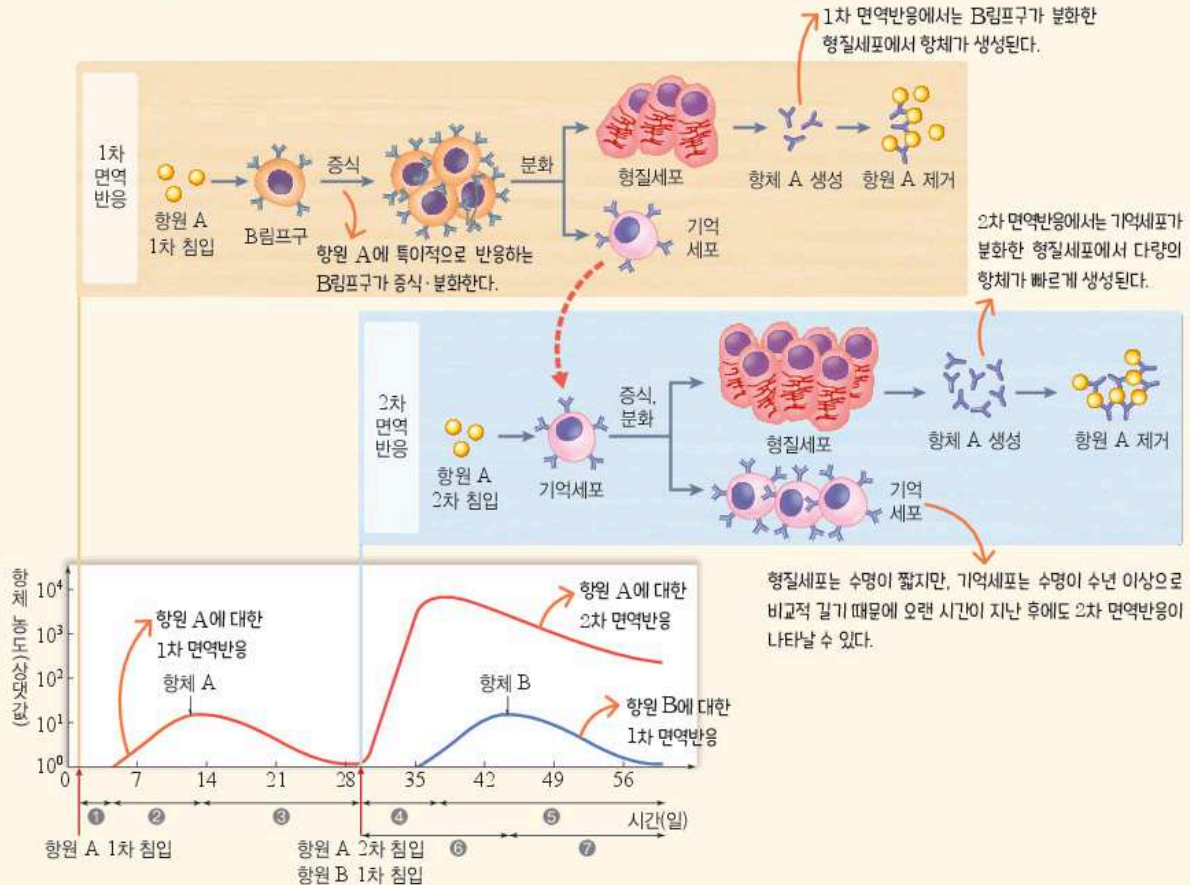
4 집단 내의 많은 사람들이 백신을 접종받아 특정 감염성질환에 대한 면역력을 가지게 되면 감염성질환의 확산이 느려지거나 억제된다. 이러한 상태를 무엇이라고 하는지 쓰시오.

완자쌤

비법 특강

1차 면역반응과 2차 면역반응

특정 항원이 처음 침입했을 때보다 같은 항원이 다시 침입했을 때 효과적으로 항원을 제거할 수 있어요. 1차 면역반응이 일어날 때와 2차 면역반응이 일어날 때의 항체 농도 변화를 비교해 보면 그 까닭을 알 수 있지요. 그럼 1차 면역반응과 2차 면역반응을 정리해 볼까요?



항원 A에 대한 1차 면역반응	① 항원 A가 1차 침입하면, 항원제시세포가 항원 조각을 제시하고, 이를 인식하여 활성화된 보조 T림프구가 B림프구의 활성화를 돕는다. → B림프구가 형질세포로 분화하여 항체를 생성하기까지 시간이 걸린다. — 항원이 침입하였으나 항체가 만들어지지 않았으므로 질병에 걸릴 수 있다. ② 활성화된 B림프구는 형질세포와 기억세포로 분화하고, 형질세포는 항원 A에 결합하는 항체 A를 생성한다. → 항체 생성 속도가 느리고 양이 적어 항체 농도가 크게 높아지지 않는다. ③ 생성된 항체 A는 항원 A와 결합하며, 항체와 결합한 항원은 식세포작용으로 제거된다. → 항원이 제거되면서 형질세포의 수가 줄어들기 때문에 항체 농도가 낮아진다. — 항원이 제거된 뒤, 시간이 지나도 기억세포는 사라지지 않고 체내에 남는다.
항원 A에 대한 2차 면역반응	④ 항원 A가 다시 침입하면 체내에 남아 있던 <u>기억세포</u>가 빠르게 증식하고 형질세포와 기억세포로 분화하여, 형질세포가 다량의 항체를 빠르게 생성한다. → 항체 A의 농도가 급격히 증가한다. — 항원 A에 대한 정보를 가지고 있다. ⑤ 빠르게 생성된 다량의 항체가 항원을 효과적으로 제거하므로 질병에 잘 걸리지 않는다. → 항체 농도가 1차 면역반응에서 보다 오랫동안 높게 유지된다. — 시간이 지나도 항원 A에 대한 기억세포는 체내에 남는다.
항원 B에 대한 1차 면역반응	⑥ 항원 B는 처음 침입한 것이므로 1차 면역반응이 일어나 항체 B를 생성하기까지 시간이 걸리고 항체 농도가 낮다. → T림프구와 B림프구는 특정 항원에 대해서만 선택적으로 반응하기 때문에, 항원 A와 항원 B가 동시에 침입하더라도 항체 A와 항체 B의 생성은 서로 영향을 주고받지 않고 독립적으로 일어난다. ⑦ 항원 B가 제거되면 항체 B를 생성하던 형질세포의 수가 줄어들어 항체 B의 농도가 낮아진다. — 시간이 지나도 항원 B에 대한 기억세포는 체내에 남는다.

Q1. 항원이 1차 침입했을 때보다 2차 침입했을 때 항체가 더 빠르게 많이 생성되는 까닭을 서술하시오.



대표 자료 분석 1

혈액의 응집반응과 혈액형 판별

표는 사람 (가)~(라) 사이의 ABO식 혈액형에 대한 응집반응 결과를 나타낸 것이다. (가)~(라)의 ABO식 혈액형은 각각 서로 다르며, (가)의 혈액에는 응집원 B가 있다. (단, ABO식 혈액형만 고려한다.)

적혈구 \ 혈장	(가)의 혈장	(나)의 혈장	(다)의 혈장	(라)의 혈장
(가)의 적혈구	—	+	+	—
(나)의 적혈구	⊖	—	—	—
(다)의 적혈구	+	+	—	—
(라)의 적혈구	+	⊕	+	—

(+: 응집됨, -: 응집 안 됨)

기출 Point

- ABO식 혈액형별 응집원과 응집소 구분하기
- 혈액형 판별 원리 알기
- 수혈 관계 파악하기

출제 의도

혈액의 응집반응 원리를 알고 혈액형 판별 결과를 해석하여 각 혈액에 존재하는 응집원과 응집소를 이해하고 수혈 관계를 파악할 수 있는지를 묻는 문제이다.

유사 문항

- 내신 만점 문제 06번, 07번
- 실력 UP 문제 02번

1 () 안에 알맞은 말을 고르시오.

- (가)의 ABO식 혈액형은 (B형, AB형)이다.
- (다)의 혈장에는 응집소 (α , β)가 있다.
- ⊖은 (+, -)이고, ⊕은 (+, -)이다.

2 (가)~(라) 중 적혈구 세포막에 응집원 A가 있는 사람을 모두 쓰시오.

3 (가)~(라) 중 적혈구 세포막에 응집원 B가 있는 사람을 모두 쓰시오.

4 빈칸 선택지로 완벽 정리

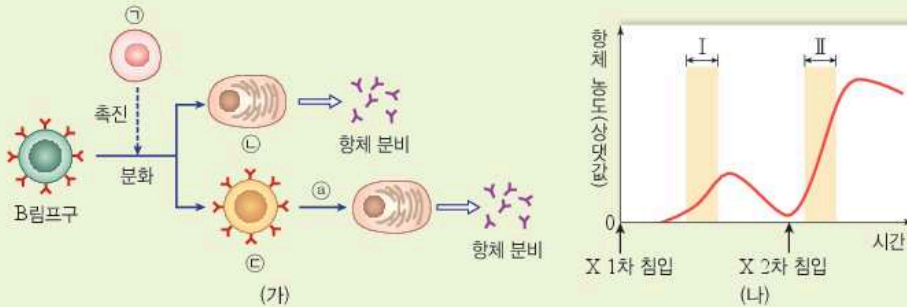
- (가)와 (다)의 혈장에는 동일한 종류의 응집소가 있다. (○ / ×)
- (나)의 혈액에는 응집소 α 와 응집소 β 가 모두 있다. (○ / ×)
- (다)의 혈액과 (라)의 혈장을 섞으면 응집반응이 일어난다. (○ / ×)
- (라)의 혈액을 (가)에게 소량 수혈할 수 있다. (○ / ×)
- (나)의 혈액을 (다)에게 소량 수혈할 수 있다. (○ / ×)



대표 자료 분석 2

1차 면역반응과 2차 면역반응

그림 (가)는 어떤 사람이 병원체 X에 감염되었을 때 일어나는 방어작용의 일부를, (나)는 이 사람에서 X의 침입으로 생성되는 X에 대한 혈중 항체 농도 변화를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 기억세포, 형질세포, 보조 T림프구를 순서 없이 나타낸 것이다.



기출 Point

- 형질세포와 기억세포의 기능 구분하기
- 1차 면역반응과 2차 면역반응이 일어나는 과정 이해하기

출제 의도

형질세포와 기억세포의 기능을 구분하고, 1차 면역반응과 2차 면역반응이 일어나는 과정의 차이를 이해하고 있는지를 묻는 문제이다.

유사 문항

- 내신 만점 문제 09번, 14번
- 실력 UP 문제 03번

1 ㉠~㉣은 각각 무엇인지 쓰시오.

2 (나)의 구간 I 과 II 중 2차 면역반응이 일어나는 구간을 쓰시오.

3 () 안에 알맞은 말을 고르시오.

- (1) ㉠은 (골수, 가슴샘)에서 생성된 후 (골수, 가슴샘)에서 성숙한다.
- (2) ㉡에서 분비된 항체에 의한 방어작용은 (세포성면역, 체액성면역)에 해당한다.
- (3) (나)의 구간 I에서는 B림프구가 분화한 (기억세포, 형질세포)에서 항체가 생성된다.
- (4) 항체 생성 속도는 (나)의 구간 I에서 구간 II에서보다 (빠르다, 느리다).

4 빈칸 선택지로 완벽 정리

- (1) ㉠의 도움으로 B림프구는 ㉡과 ㉢으로 분화한다. (○ / ×)
- (2) ㉢은 식세포작용으로 X를 직접 제거한다. (○ / ×)
- (3) (나)의 구간 I에서 과정 ㉣가 일어난다. (○ / ×)
- (4) (나)의 구간 I에서 X에 대한 체액성면역이 일어났다. (○ / ×)
- (5) (나)의 구간 II에는 X에 대한 기억세포가 있다. (○ / ×)



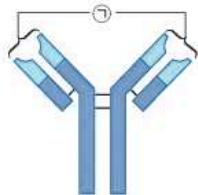
내신 만점 문제

A 항원항체반응

중요 01 항원항체반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 항원은 체내에 침입하여 면역반응을 일으킨다.
- ② 항원이 체내에 침입하면 이에 대항하는 항체가 생성된다.
- ③ 항체에는 항원과 결합하는 항원 결합 부위가 2개 있다.
- ④ 항체의 종류와 관계없이 항원 결합 부위의 구조는 동일하다.
- ⑤ 항체와 항원이 연쇄적으로 결합하며 형성한 덩어리는 항원의 이동을 저해한다.

02 그림은 항체 (가)의 구조를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

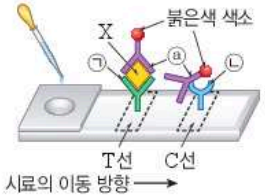
보기

- ㄱ. ①은 항원이 결합하는 부위이다.
- ㄴ. (가)의 주성분은 단백질이다.
- ㄷ. (가)는 형질세포에서 생성된다.
- ㄹ. (가)는 여러 종류의 항원과 결합한다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄷ, ㄹ ③ ㄱ, ㄴ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

[03-04] 다음은 자가진단 키트를 이용하여 병원체 X의 감염 여부를 확인하는 실험이다.

- 사람으로부터 얻은 시료를 자가진단 키트에 떨어뜨리면 시료는 항체 ⑧와 함께 이동한다. ⑧는 X와 ㉑에 각각 결합할 수 있고, 붉은 색 색소가 있다.
- 자가진단 키트의 T 선에는 ㉑이, C 선에는 ㉒이 각각 부착되어 있다. ㉑과 ㉒은 'X에 대한 항체'와 '⑧에 대한 항체'를 순서 없이 나타낸 것이다.
- ㉑과 ㉒에 X나 ⑧가 결합하면, ⑧의 색소에 의해 붉은 색 선이 나타난다.



[실험 과정 및 결과]

(가) 사람 A와 B의 시료를 자가진단 키트에 각각 떨어뜨리고, 일정 시간이 지난 후 확인한 결과는 표와 같다.

사람	A	B
검사 결과		?

(나) A와 B 중 한 사람만 X에 감염되었고, 나머지 한 사람은 감염되지 않았다.

중요 03 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. ㉑은 ⑧에 대한 항체이다.
- ㄴ. X에 감염된 사람은 A이다.
- ㄷ. B의 진단 키트에서는 T 선에만 붉은색 선이 나타난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

서술형

04 위 A의 결과에서 T선에 붉은색 선이 나타난 까닭을 항원항체반응의 특이성과 관련지어 서술하시오.

B 혈액의 응집반응과 혈액형

05 표는 사람 (가)~(라)의 혈액에서 응집원 A와 B, 응집소 α 와 β 의 유무를 나타낸 것이다. (가)~(라)의 AB0식 혈액형은 각각 서로 다르다.

구분	응집원 A	응집원 B	응집소 α	응집소 β
(가)	?	?	×	×
(나)	○	×	?	?
(다)	?	?	?	?
(라)	×	×	?	?

(○: 있음, ×: 없음)

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, AB0식 혈액형만 고려한다.)

- ① (가)의 적혈구에는 응집원 A와 B가 모두 있다.
- ② (나)의 혈액에는 응집소 α 는 있지만 응집소 β 는 없다.
- ③ (다)는 B형이다.
- ④ (나)의 혈구와 (다)의 혈장을 섞으면 응집반응이 일어난다.
- ⑤ 혈장에 응집소 α 가 있는 사람은 (다)와 (라)이다.

06 그림은 사람 I과 II의 혈액형 판별 실험 결과를 나타낸 것이다. I과 II의 Rh식 혈액형은 서로 다르다.



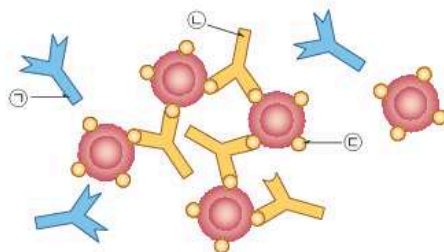
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, I과 II 중 Rh⁻형인 사람의 혈장에는 Rh 응집소가 없다.)

보기

- ㄱ. 항A 혈청에는 응집소 α 가 있다.
- ㄴ. I의 혈액을 II에게 소량 수혈할 수 있다.
- ㄷ. II의 적혈구에는 Rh 응집원이 있다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

07 그림은 AB0식 혈액형이 A형인 사람 I의 적혈구와 O형인 사람 II의 혈장을 섞었을 때 일어나는 응집반응 결과를 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 응집원 A, 응집소 α , 응집소 β 를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, AB0식 혈액형만 고려한다.)

보기

- ㄱ. ㉠은 응집소 β 이다.
- ㄴ. I의 혈장에는 ㉠이 있다.
- ㄷ. B형과 AB형의 혈액에는 모두 ㉣이 있다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 표는 200명의 학생 집단을 대상으로 AB0식 혈액형에 대한 응집원 ㉠과 응집소 ㉡의 유무를 조사한 결과를 나타낸 것이다. 이 집단에는 A형, B형, AB형, O형이 모두 있다.

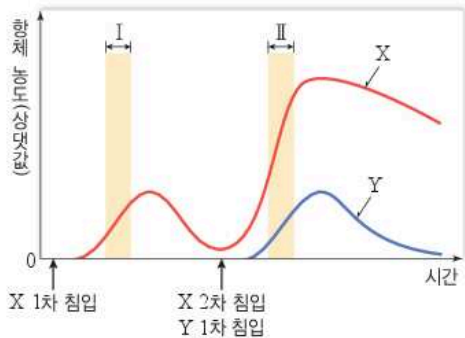
구분	학생 수
응집원 ㉠이 있는 사람	79
응집소 ㉡이 있는 사람	111
응집원 ㉠과 응집소 ㉡이 모두 있는 사람	57

이 학생 집단에서 응집원 A와 B를 모두 갖는 학생의 수는?

- ① 22
- ② 36
- ③ 54
- ④ 57
- ⑤ 67

C 백신의 작용 원리와 종류

09 그림은 어떤 사람의 체내에 병원체 X와 Y가 침입하였을 때 X와 Y의 침입에 의해 생성되는 X와 Y에 대한 혈중 항체 농도의 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 구간 I에서 X에 대한 형질세포가 기억세포로 분화하였다.
- ㄴ. 구간 II에서 Y에 대한 2차 면역반응이 일어났다.
- ㄷ. 구간 II에서 X에 대한 특이적 방어작용이 일어났다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

10 백신에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 감염성질환을 예방하기 위해 접종한다.
- ② 병원성을 약화시킨 병원체로 만들기도 한다.
- ③ 체내에서 특정 병원체에 대한 기억세포를 생성하게 한다.
- ④ 백신을 접종하여 집단 면역이 형성되면 질병의 확산이 촉진된다.
- ⑤ 감기와 같이 병원체의 유전정보가 계속 바뀌는 질병은 새로운 백신을 계속 개발해야 하는 어려움이 있다.

서술형

11 백신으로 질병을 예방할 수 있는 원리를 면역반응과 관련지어 서술하시오.

12 다음은 병원체 X에 대한 백신을 개발하기 위한 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) ㉠ X의 병원성을 약화시켜 만든 백신 후보 물질을 생쥐 I에게 주사하고, 2주 후 I에서 ㉡ X에 대한 기억세포와 ㉢ X에 대한 항체를 분리하여 얻는다.
- (나) 표와 같이 주사액을 생쥐 II~IV에게 주사하고, 일정 시간 후 생쥐의 생존 여부를 확인한다. 생쥐 I~IV는 모두 유전적으로 동일하고, X에 노출된 적이 없다.

생쥐	주사액	생존 여부
II	X	죽는다.
III	X+㉡	산다.
IV	X+㉢	산다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

보기

- ㄱ. (가)의 I에서 X에 대한 1차 면역반응이 일어났다.
- ㄴ. (나)의 III에서 X에 대한 항원항체반응이 일어났다.
- ㄷ. (나)의 IV에서 X에 대한 2차 면역반응이 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13 다음 설명에 해당하는 백신의 종류는?

- 항원의 유전정보가 담긴 DNA나 RNA로 만든다.
- 백신에 담긴 유전정보에 따라 체내에서 만들어진 단백질이 항원으로 작용해 면역반응이 일어나게 한다.
- 코로나바이러스감염증-19(COVID-19) 백신은 이 종류의 백신에 해당한다.

- ① 핵산 백신 ② 다당 백신
- ③ 생백신 ④ 사백신
- ⑤ 독소이드 백신



실력UP 문제

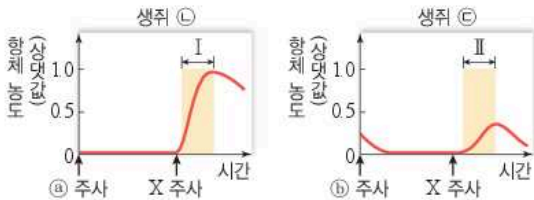
중요 14 다음은 항원 X에 대한 생쥐의 방어작용 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 유전적으로 동일하고 X에 노출된 적이 없는 생쥐 ㉠, ㉡, ㉢을 준비한다.
 (나) ㉠에게 X를 2회에 걸쳐 주사한다.
 (다) 1주 후, (나)의 ㉠에서 ㉢과 ㉡를 각각 분리한다. ㉢과 ㉡는 혈청과 X에 대한 기억세포를 순서 없이 나타낸 것이다.
 (라) ㉡에게 ㉢를, ㉢에게 ㉡를 각각 주사한다.

[실험 결과]

㉡과 ㉢에서 X에 대한 혈중 항체 농도의 변화는 그림과 같다.



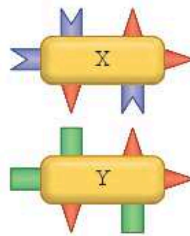
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. ㉢는 혈청이다.
 ㄴ. 구간 I에서 X에 대한 기억세포가 형질세포로 분화하였다.
 ㄷ. 구간 II에서 X에 대한 항체가 형질세포로부터 생성되었다.
 ㄹ. 구간 I과 II에서 모두 X에 대한 체액성면역이 일어났다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄷ, ㄹ
 ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

01 그림은 병원체 X와 Y에 있는 항원을 나타낸 것이고, 표는 항체 (가)~(다)의 X와 Y에 대한 결합 여부를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 ㉠~㉢ 중 서로 다른 하나에만 결합한다.



구분	X	Y
(가)	?	○
(나)	×	㉠
(다)	○	?

(○: 결합함, ×: 결합 못함)

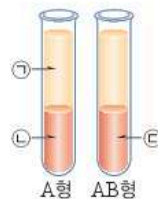
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. ㉠은 '○'이다.
 ㄴ. (다)는 X와 Y에 모두 결합한다.
 ㄷ. (가)~(다)는 하나의 형질세포에서 생성된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02 그림은 A형과 AB형의 혈액을 원심분리한 결과를, 표는 ㉠~㉢을 I~III과 각각 섞었을 때의 응집반응 결과를 나타낸 것이다. I~III은 항A 혈청, 항B 혈청, B형의 혈액을 순서 없이 나타낸 것이다.



구분	㉠	㉡	㉢
I	?	-	+
II	+	㉢	+
III	-	+	㉢

(+: 응집됨, -: 응집 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

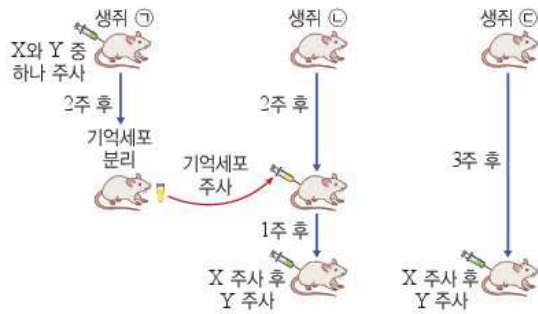
- ㄱ. ㉠에는 응집원 A는 없고 응집소 β가 있다.
 ㄴ. ㉢와 ㉡는 모두 '+'이다.
 ㄷ. I은 항B 혈청이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 다음은 항원 X와 Y에 대한 생쥐의 방어작용 실험이다.

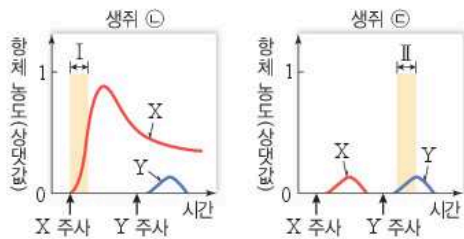
[실험 과정]

- (가) 유전적으로 동일하고, X와 Y에 노출된 적이 없는 생쥐 ㉠~㉢을 준비한다.
 (나) ㉠에게 X와 Y 중 하나를 주사한다.
 (다) 2주 후, ㉠에게 주사한 항원에 대한 기억세포를 분리하여 ㉡에게 주사한다.
 (라) 1주 후, ㉡과 ㉢에게 일정 시간 간격으로 X와 Y를 주사한다.



[실험 결과]

㉡과 ㉢에서 X와 Y에 대한 혈중 항체 농도의 변화는 그림과 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. (나)에서 ㉠에게 주사한 항원은 Y이다.
 ㄴ. 구간 I에서 기억세포로부터 분화된 형질세포에서 X에 대한 항체가 생성되었다.
 ㄷ. 구간 II에서 체액성면역이 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 다음은 병원체 A에 대한 백신을 개발하기 위한 실험이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) A로부터 백신 후보 물질 ㉠과 ㉡을 얻는다.
 (나) A, ㉠, ㉡에 노출된 적이 없고, 유전적으로 동일한 생쥐 I~V를 준비한다.
 (다) 표와 같이 주사액을 I~IV에게 주사하고 일정 시간이 지난 후, 생쥐의 생존 여부를 확인한다.

생쥐	주사액의 조성	생존 여부
I	㉠	산다.
II	㉡	산다.
III	㉡	산다.
IV	A	죽는다.

- (라) (다)의 III에서 혈청 ㉢을 분리하여 V에게 주사한다.
 (마) (다)의 I과 II, (라)의 V에게 각각 A를 주사하고 일정 시간이 지난 후, 생쥐의 생존 여부를 확인한다.

생쥐	생존 여부
I	죽는다.
II	산다.
V	산다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.)

[보기]

- ㄱ. A에 대한 백신으로 ㉠보다 ㉡이 적합하다.
 ㄴ. (다)의 II에서 ㉡에 대한 1차 면역반응이 일어났다.
 ㄷ. ㉢에는 A에 대한 형질세포가 들어 있다.
 ㄹ. (마)의 V에서 A에 대한 항원항체반응이 일어났다.

- ① ㄱ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄷ, ㄹ
 ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ