

[27~30] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

우리 몸에는 외부의 환경이나 미생물로부터 스스로를 지키기 위한 자기 방어 시스템이 있는데, 이를 자연치유력이라고 한다. 우리 몸은 이상이 생겼을 때 자기 진단과 자기 수정을 통해 이를 정상적으로 회복하기 위해 노력한다. 인체의 자연치유력 중 하나인 ㉠ ‘오토파지’는 세포 안에 쌓인 불필요한 단백질과 망가진 세포 소기관*을 분해해 세포의 에너지원으로 사용하는 현상이다.

평소에는 우리 몸이 항상성*을 유지할 정도로 오토파지가 최소한으로 일어나는데, 인체가 오랫동안 영양소를 섭취하지 못하거나 해로운 균에 감염되는 등 스트레스를 받으면 활성화된다. 예를 들어 밥을 제때에 먹지 않아 영양분이 충분히 공급되지 않으면 우리 몸은 오토파지를 통해 생존에 필요한 아미노산과 에너지를 얻는다. 이외에도 몸속에 침투한 세균이나 바이러스를 오토파지를 통해 제거하기도 한다.

그렇다면 오토파지는 어떤 과정을 거쳐 일어날까? 세포 안에 불필요한 단백질과 망가진 세포 소기관이 쌓이면 세포는 세포막을 이루는 구성 성분을 이용해 이를 이중막으로 둘러싸 작은 주머니를 만든다. 이 주머니를 ‘오토파고솜’이라고 ㉡ 부른다. 오토파고솜은 세포 안을 뒹군다다다 리소솜을 만나서 합쳐진다. ‘리소솜’은 단일막으로 둘러싸인 구형의 구조물로 그 속에 가수분해효소를 가지고 있어 오토파지 현상을 주도하는 역할을 한다. 오토파고솜과 리소솜이 합쳐지면 ‘오토파고리소솜’이 되는데 리소솜 안에 있는 가수분해효소가 오토파고솜 안에 있던 쓰레기들을 잘게 부수기 시작한다. 분해가 끝나면 막이 터지면서 막 안에 들어 있던 잘린 조각들이 쏟아져 나온다. 그리고 이 조각들은 에너지원으로 쓰이거나 다른 세포 소기관을 만드는 재료로 재활용된다.

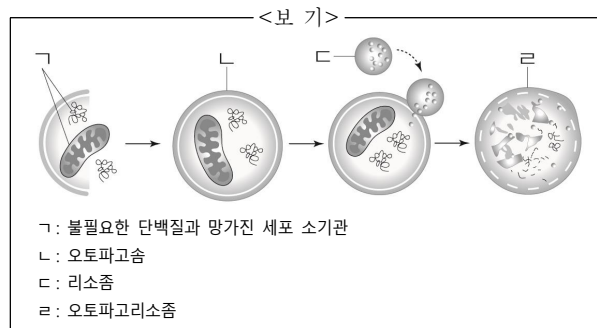
이러한 오토파지가 정상적으로 작동하지 않으면 불필요한 단백질과 망가진 세포 소기관이 세포 안에 쌓이면서 세포 내 항상성이 무너져 노화나 질병을 초래한다. 그래서 과학자들은 여러 가지 실험을 통해 오토파지를 활성화시키는 방법을 연구하거나 오토파지를 이용해 병을 치료하는 방법을 찾고 있다. 자연치유력에는 오토파지 이외에도 ‘면역력’, ‘아포토시스’ 등이 있다. ‘면역력’은 질병으로부터 우리 몸을 지키는 방어 시스템이다. ㉢ ‘아포토시스’는 개체를 보호하기 위해 비정상 세포, 손상된 세포, 노화된 세포가 스스로 사멸하는 과정으로 우리 몸을 건강한 상태로 유지하게 한다. 이러한 현상들을 통해 우리는 우리 몸을 지킬 수 있는 것이다.

* 세포 소기관: 세포핵, 골지체, 소포체, 리보솜, 리소솜 등의 세포 안에 들어 있는 작은 기관들.
* 항상성: 생체가 여러 가지 환경 변화에 대응하여 생명 현상이 제대로 일어날 수 있도록 일정한 상태를 유지하는 성질. 또는 그런 현상.

27. 밑줄의 표제와 부제로 가장 적절한 것은?

- ① 세포의 재생 능력
- 리소솜의 구조와 기능을 중심으로
- ② 인체의 자연치유력
- 오토파지의 원리를 중심으로
- ③ 질병을 예방하는 방법
- 세포의 면역력을 중심으로
- ④ 노화를 막기 위한 방법
- 아포토시스의 원리를 중심으로
- ⑤ 우리 몸의 자기 면역 방어
- 오토파지를 활성화시키는 방법을 중심으로

28. 밑글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① 세포 안에 ㄱ이 쌓이면 오토파지가 일어났겠군.
- ② ㄴ은 ㄱ을 이중막으로 둘러싸 작은 주머니로 만든 것이겠군.
- ③ ㄴ이 ㄷ과 결합하면 ㄴ 안의 가수분해효소가 ㄱ을 잘게 분해하겠군.
- ④ 분해가 끝나면 막이 터지면서 ㄹ 안의 잘린 조각들이 쏟아져 나오겠군.
- ⑤ ㄹ에서 나온 조각들은 에너지원으로 쓰이거나 재활용되었겠군.

29. ㉠과 ㉡에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① ㉠은 ㉡과 달리 세포 소기관보다는 개체를 보호하기 위해 일어난다.
- ② ㉡은 ㉠과 달리 손상된 세포가 스스로 사멸함으로써 우리 몸의 항상성을 유지한다.
- ③ ㉡은 ㉠과 달리 우리 몸에 영양 공급이 부족하거나 바이러스가 침투했을 때 발생한다.
- ④ ㉠과 ㉡은 모두 생존에 필요한 아미노산과 에너지를 다량으로 얻기 위해 작동한다.
- ⑤ ㉠과 ㉡은 모두 작동 과정에서 세포가 분해되어 다른 세포 소기관을 만드는 데 활용된다.

30. 문맥상 의미가 ㉠와 가장 가까운 것은?

- ① 그는 속으로 쾌재를 불렀다.
- ② 푸른 바다가 우리를 부른다.
- ③ 그 가게에서는 값을 비싸게 불렀다.
- ④ 도덕 기준이 없는 혼돈 상태를 아노미라고 부른다.
- ⑤ 그녀는 학교 앞을 지나가는 친구를 큰 소리로 불렀다.

[27 ~ 30] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

우리 몸에 상처가 났을 때 피가 멈춘 후에도 다친 부위가 빨갛게 부어오르고 열과 통증이 동반되기도 하며, 고름이 생기기도 하는데 이를 ‘염증 반응’이라고 한다. 우리 몸에서 염증 반응은 왜 일어나며 어떻게 진행되는 것일까?

염증 반응은 우리 몸에 침입한 바이러스나 박테리아 등의 병원체를 제거하여 병원체가 몸 전체로 퍼져나가는 것을 방지하고, 손상된 세포나 조직을 제거하여 수리를 시작하기 위한 면역 반응의 하나이다. 면역 반응에서는 병원체에 대하여 신체를 보호하는 역할을 하는 혈액 속 백혈구가 주로 관여하게 되는데 염증 반응도 예외는 아니다. 그러나 체내로 들어오는 특정 병원체를 표적으로 하는 다른 면역 반응과 달리 염증 반응은 병원체의 종류를 가리지 않고 나타난다는 특징이 있다.

그렇다면 염증 반응은 어떻게 일어날까? 가령 뾰루지나 찰과상 같은 찢긴 피부에 병원체가 침입해 감염을 일으키는 상태가 되면, 병원체들은 우리 몸의 여러 조직에 상주하고 있는, 세포 섭취 능력을 가진 ‘대식 세포’에 의해 포식되어 파괴되기 시작한다. 대식 세포 표면에는 병원체의 고유한 특징을 인식하는 수용체가 있어서 이것이 병원체 표면의 특징적인 분자들을 인식해 병원체와 결합하면 대식 세포가 활성화되어 병원체를 삼키게 되는 것이다. 이러한 반응과 더불어 피부나 내장 기관을 둘러싸고 있는 조직의 일부에 분포하는 ‘비만 세포’가 화학 물질인 히스타민을 분비한다. 분비된 히스타민은 화학적 경보 신호로 작용하여, 더 많은 백혈구가 감염 부위로 올 수 있도록 혈관을 확장시킨다. 혈관이 확장되면 혈관 벽을 싸고 있는 내피세포들의 사이가 벌어져 혈장 단백질, 백혈구 등의 혈액 성분들이 혈관에서 쉽게 빠져나올 수 있게 된다.

이때 백혈구의 일종인 단핵구가 혈관 벽을 통과하여 병원체가 있는 감염 부위로 들어오게 된다. 혈관 속에 있을 때 세포 섭취 능력이 없던 단핵구는 혈관 벽을 통과한 후 대식 세포로 ‘분화’하여 병원체를 포식하게 된다. 이러한 대식 세포는 사이토카인과 케모카인이라는 단백질을 분비해 병원체를 제거할 다른 방어 체제를 유도한다. 사이토카인은 혈관 내피세포에 작용하여 혈관을 확장시키고, 또 다른 백혈구의 일종인 호중구가 혈관 벽에 잘 달라붙을 수 있게 한다. 그리고 케모카인은 혈관 벽에 붙은 호중구가 혈관 벽 내피세포 사이로 빠져나와 감염 부위로 이동할 수 있도록 유도하는 역할을 한다. 감염 부위로 이동한 호중구는 대식 세포와 같은 방법으로 병원체를 삼킨다.

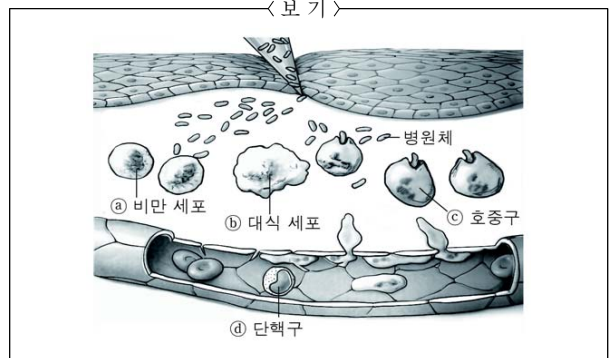
한편 세포들이 병원체를 포식하여 파괴하는 과정에서 병원체와 함께 죽는 경우도 있는데, 이렇게 죽거나 죽어 가는 세포나 병원체 등은 고름의 주성분이 된다. 고름은 대식 세포에 의해 점차적으로 제거되기도 하고 압력에 의해 밖으로 나오기도 한다. 또한 히스타민에 의해 혈관이 확장되면서 상처 부위가 혈장으로 채워지기 때문에 빨갛게 부어오르고, 상처 부위가 부어올라 신경을 물리적으로 누르면 통증이 나타나기도 한다.

* 분화: 생물체나 세포의 구조와 기능 따위가 특수화되는 현상.

27. 윗글을 통해 답을 찾을 수 없는 질문은?

- ① 대식 세포 표면의 수용체는 어떤 역할을 하는가?
- ② 상처 부위에서 통증이 나타나는 이유는 무엇인가?
- ③ 염증 반응에 관여하는 백혈구에는 어떤 것들이 있는가?
- ④ 병원체는 우리 몸에서 어떤 과정으로 빠져 나가는가?
- ⑤ 다른 면역 반응과 구분되는 염증 반응의 특징은 무엇인가?

28. <보기>는 감염 부위의 일부를 그림으로 나타낸 것이다. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① ④가 히스타민을 분비하면 ④가 감염 부위로 이동할 수 있을 것이다.
- ② ③가 혈관을 빠져나와 감염 부위로 이동했다면 특정 단백질이 관여했다고 할 수 있을 것이다.
- ③ ③가 케모카인을 분비하면 ④가 혈관 확장을 도와 혈액 성분들이 혈관 밖으로 빠져나갈 수 있을 것이다.
- ④ ③가 병원체를 파괴하고 자신도 죽게 된다면 ⑥에 의해 제거될 수 있을 것이다.
- ⑤ ④가 분화하여 ⑥가 되면 다른 방어 체제를 유도할 수 있을 것이다.

29. 윗글을 읽은 학생이 <보기>에 대해 보인 반응으로 가장 적절한 것은?

< 보 기 >

우리 몸의 염증 반응은 정상적인 치유 과정의 일부이지만 과도하거나 지속적으로 일어나게 되면, 결국 질병으로 이어진다. 이를 치료하기 위한 다양한 방법 중 하나는 확장된 혈관을 ‘약물’을 통해 수축시켜 과도한 염증 반응을 가라앉히는 것이다.

- ① ‘약물’을 사용하기 전에는 혈액 속의 호중구가 혈관 벽에 달라붙지 않아 염증 반응이 과도하게 일어났겠군.
- ② ‘약물’을 사용하기 전에는 혈액 속의 단핵구가 혈관 벽을 통과할 수 없어 염증 반응이 지속적으로 일어났겠군.
- ③ ‘약물’을 사용한 후에는 이전보다 염증 반응에 관여하는 백혈구가 감염 부위로 더 많이 이동하겠군.
- ④ ‘약물’을 사용한 후에는 이전보다 혈관의 내피세포들의 사이가 더욱 벌어지게 되어 염증 반응이 진정되었겠군.
- ⑤ ‘약물’을 사용한 후에는 히스타민이나 사이토카인의 작용이 이전보다 원활하지 않게 되어 염증 반응이 진정되었겠군.

30. <보기>는 윗글을 읽고 학생이 정리한 메모의 일부이다. ㉠과 ㉡에 들어갈 말로 적절한 것은?

< 보 기 >

상처 부위에 염증 반응이 일어날 때 빨갛게 부어오르게 되는 것은 상처 부위가 ㉠ (으)로 채워지기 때문이다. 그리고 염증 반응으로 인해 생성된 고름은 세포나 ㉡ 들이 죽어서 생긴 것이라고 할 수 있다.

- | | | | |
|-------|-----|-------|-----|
| ㉠ | ㉡ | ㉠ | ㉡ |
| ① 수용체 | 혈장 | ② 혈장 | 병원체 |
| ③ 수용체 | 병원체 | ④ 병원체 | 수용체 |
| ⑤ 병원체 | 혈장 | | |

[45 ~ 47] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

우리 몸은 ‘자연적 치유’의 기능을 가지고 있다. 여기서 ‘자연적 치유’라는 것은 무슨 의미일까? ‘자연적 치유’라는 것은 우리 몸에 바이러스(항원)가 침투하더라도 외부의 도움 없이 이겨낼 수 있는 면역 시스템을 가지고 있다는 것을 의미한다. 이를 보다 정확하게 말하자면, 면역 시스템은 여러 가지 방법으로 바이러스에 감염된 세포를 찾아 바이러스를 제거한다. 그런데 이러한 면역 시스템에 관여하는 세포 중에서 매우 중요한 역할을 하는 세포가 있다. 그것은 바로 바이러스에 감염된 세포를 직접 찾아내 제거하는 ‘킬러 T세포’(killer T cells)이다. 킬러 T세포는 우리 몸을 지키는 파수꾼인 셈이다.

킬러 T세포는 혈액이나 림프액을 타고 몸속 곳곳을 순찰하는 일을 담당하는 림프세포의 일종이다. 림프세포에는 킬러 T세포 말고도 헬퍼 T세포와 B세포가 더 있다. 헬퍼 T세포는 바이러스가 침투하면, B세포를 활성화시켜 항체를 생산하게 하고 이로 하여금 바이러스를 파괴하게 한다. 반면 킬러 T세포는 감염된 세포를 직접 공격한다. 한편 킬러 T세포는 도로에서 모든 운전자를 대상으로 음주 단속을 하는 경찰처럼 세포 하나하나를 점검하여 바이러스에 감염된 세포를 찾아낸다. 이 과정에서 바이러스에 감염된 세포가 킬러 T세포에게 발각이 되면 죽게 된다. 그렇다면 킬러 T세포는 어떤 방법으로 바이러스에 감염된 세포를 파괴할까?

면역 시스템에서 먼저 활동을 시작하는 것은 세포 표면에 있는 ‘MHC(주요 조직 적합성 유전자 복합체)’이다. MHC는 꽃게 집게발 모양의 단백질 분자로 세포 안에 있는 단백질 조각을 세포 표면으로 끌고 나오는 역할을 한다. 이 과정을 조금 더 자세히 살펴보자. 본래 세포 속에는 자기 단백질이 대부분이지만, 일단 바이러스에 감염되면 원래 없던 바이러스 단백질이 세포 안에 만들어진다. 이렇게 만들어진 자기 단백질과 바이러스 단백질은 단백질 분해효소에 의해 펩티드* 조각으로 분해되어 세포 속을 떠돌아다니다가 MHC와 결합해 세포 표면으로 배달되는 것이다.

이번에는 킬러 T세포가 활동한다. 킬러 T세포는 자기 표면에 있는 ‘TCR(T세포 수용체)’을 통해 세포의 밖으로 나온 MHC와 펩티드 조각이 결합해 이루어진 구조를 인식함으로써 바이러스 감염 여부를 판단한다. 만약 MHC와 결합된 펩티드가 자기 단백질의 것이라면 T세포는 자신이 만난 세포를 정상 세포로 인식하고 그냥 지나친다. 하지만 MHC와 결합된 펩티드가 바이러스 단백질의 것이라면 T세포는 활성화되면서 세포를 공격하는 단백질을 감염된 세포 속으로 보낸다. 이렇게 T세포의 공격을 받은 세포는 곧 죽게 되며 그 안의 바이러스 역시 죽음을 맞이하게 된다.

지금도 우리 몸의 이곳저곳에서는 비정상적인 세포분열이나 바이러스 감염이 계속되고 있다. 하지만 우리 몸에 있는 킬러 T세포가 병든 세포를 찾아내 파괴하는 메커니즘이 정상적으로 작동하고 있는 한 건강한 상태를 유지할 수 있다. 이렇듯 면역 시스템은 우리 몸을 지켜주는 수호신이다. 또한 우리 몸이 유기적으로 잘 짜인 구조임을 보여주는 좋은 예라고 할 수 있다.

* 펩티드 : 단백질 분자와 구조적으로 비슷하면서 보다 작은 유기물질

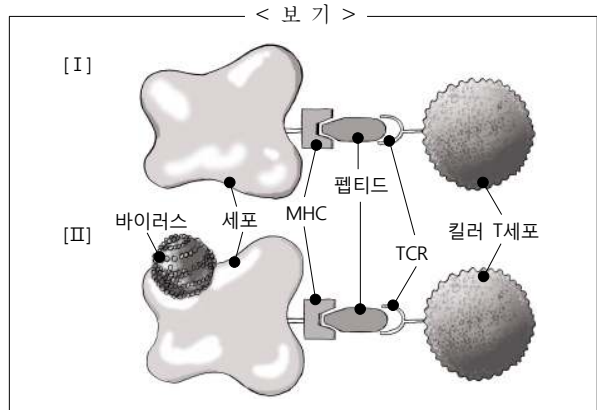
45. 위 글의 설명 방식으로 적절하지 않은 것은?

- ① 기존 이론을 보완한 새 이론을 소개하고 있다.
- ② 대상이 역할을 수행하는 과정을 소개하고 있다.
- ③ 비유적 표현을 사용하여 독자의 이해를 돕고 있다.
- ④ 유사한 기능을 하는 두 대상을 서로 비교하고 있다.
- ⑤ 질문을 던지는 방식을 통해 독자의 관심을 유도하고 있다.

46. 위 글을 과학 잡지에 기고하고자 할 때, 내용을 가장 잘 반영한 표제와 부제는? [1점]

- ① 면역 시스템을 가진 우리 몸
- 바이러스 퇴치의 첩병, 킬러 T세포
- ② 생체 신비의 현장인 우리 몸
- 신기한 생체 현상을 만드는 마술가, 킬러 T세포
- ③ 힘센 바이러스들의 각축장인 우리 몸
- 바이러스들 간의 충돌을 막는 중재자, 킬러 T세포
- ④ 세포들의 삶과 죽음의 공간인 우리 몸
- 세포들의 삶과 죽음을 관장하는 관리인, 킬러 T세포
- ⑤ 자립적 유기체인 우리 몸
- 외부의 도움 없이 세포를 생산하는 활동가, 킬러 T세포

47. 위 글을 읽은 독자가 <보기>를 접한 후 보인 반응으로 적절하지 않은 것은?



- ① [I]의 ‘킬러 T세포’는 세포에 대해 특별한 반응을 보이지 않겠군.
- ② [I]의 ‘MHC’가 이동시킨 ‘펩티드’는 세포 안의 자기 단백질이 분해된 것이겠군.
- ③ [II]의 세포는 ‘킬러 T세포’의 활동이 성공적으로 끝나고 나면 소멸하겠군.
- ④ [II]의 ‘펩티드’는 세포 속 바이러스가 그대로 세포 표면으로 이동한 것이겠군.
- ⑤ [I], [II]의 ‘TCR’은 ‘MHC’와 ‘펩티드’의 결합 구조를 점검하는 역할을 수행하겠군.

[32~35] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

중국에서는 2,500년 전에 뽕루지나 중기의 치료제로 곰팡이가 핀 두부를 이용한 기록이 남아 있다. 우리나라에서도 민간 요법으로 상처에 된장을 사용했던 것으로 보아 된장에 들어 있던 항생 물질의 효력을 우리 조상들이 이미 알고 있었던 셈이다. 서양에서도 플레밍이 페니실린을 발견하기 이전에 ‘한 미생물이 다른 미생물을 죽일 수 있다’는 ‘항생’이라는 개념을 이미 알고 있었지만, 그에 대한 연구와 적극적인 응용은 부족했다.

지금까지 개발된 수백 중에 이르는 항미생물제제 중에는 실제로 자연계에 살고 있는 세균, 곰팡이 등과 같은 미생물에서 분리된 것과 이와 달리 화학적으로 합성된 것도 있다. 이 중에서 결핵 치료제인 이소니아지드(isoniazid)나 에탐부톨(ethambutol)과 같은 약은 합성된 것으로, 살아 있는 미생물에 의하여 생성되지 않았기 때문에 엄밀하게 말하면 항생제로 보지 않는다.

[A] 인간이 최초로 발견한 항생제인 페니실린이 세균에 작용하는 원리는 다음과 같다. 일반적으로 세균의 세포벽에는 펩티도글리칸(peptidoglycan)이라고 불리는 층이 있고, 그것을 생합성하는 마지막 단계에서는 세포벽 바깥에 있는 당단백질을 트랜스펩티데이즈(transpeptidase)라는 효소가 연결해 주는데, 이 효소의 작용을 페니실린이 억제하여 인체에 감염한 세균의 성장과 분화를 막음으로써 세균이 멸종되도록 하는 것이다. 세균의 용해에는 자가분해효소라는 세균의 효소가 관여하는데, 페니실린이 세균 속에 존재하는 자가분해효소 저해제를 감소시키도록 하여 그 세포가 신속하게 부서지도록 한다. 이러한 사실은 페니실린이 작용하여 세균의 성장이 억제되어도 용해가 일어나지 않는 돌연변이 세균이 분리됨으로써 알려지게 되었다. 반면에 페니실린에 저항성을 가진 세균이 출현하여 페니실린 분해 효소로 페니실린이 활성화되지 못하도록 하기도 한다. 그런 세균을 페니실린에 대하여 내성(耐性)이 있다고 하는데, 이렇게 내성을 가진 세균에는 전혀 다른 작용 메커니즘을 가진 항생제를 선택하여 치료하면 해결된다.

우리가 몸에 항생제를 직접 투여하게 되는 경우는 감기에 심하게 걸렸을 경우이다. 감기 초기에는 감기에 걸리게 한 인플루엔자 바이러스는 그냥 두고 두통, 콧물, 고열 등과 같은 증상을 호전시키기 위하여 진통제, 비충혈제거제, 해열제 등을 쓰게 된다. 하지만 말기에 이르러 목 주변에 2차 감염이 일어나게 되면 의사는 항생제를 환자에게 처방하곤 한다. 그런데도 증상이 호전되지 않으면 항생제의 양을 조금 더 늘리거나 다른 항생제를 처방하기도 한다.

항생제의 내성 극복을 위해서는 지금까지 사용해 왔던 것과는 전혀 다른 종류의 항생제가 끊임없이 요구되고 있는 실정이다. 이런 이유로 아직도 수많은 연구자와 제약 회사들은 새로운 종류의 항생제를 찾기 위하여 지구 구석구석을 뒤지면서 연구와 개발을 계속하고 있다. 세균과의 전쟁에서 인간이 이제까지 확보해 온 우세를 계속적으로 지키고 싶기 때문이다. 세균이 죽느냐, 인간이 죽느냐, 조물주조차 자신이 애정을 가지고 만든 인간이 이 지상에서 사라지길 원하지 않을 것이다. 이 지구에서 푸른곰팡이가 생산한 페니실린 미사일을 병균의 퇴치에 사용하는 지혜는 인간만이 가지고 있다.

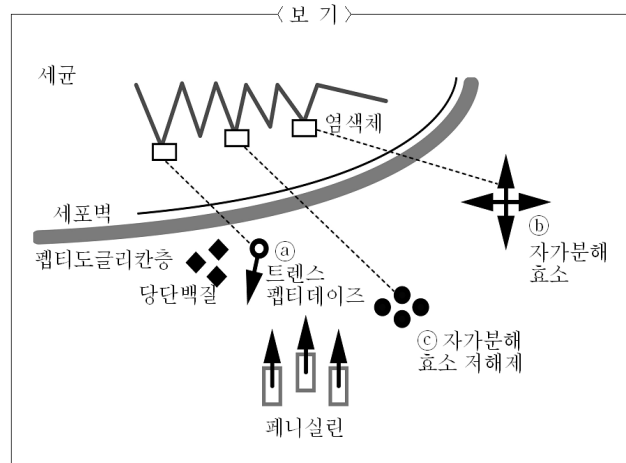
32. 위 글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 인간은 오래 전부터 항생 물질의 효력을 알고 있었다.
- ② 감기에 걸리면 바이러스 치료부터 시작하는 것이 일반적이다.
- ③ 항생제는 미생물에서 분리된 것과 화학적으로 합성한 것이 있다.
- ④ 인간은 새로운 항생제 개발을 위해 꾸준한 연구 노력을 하고 있다.
- ⑤ 살아 있는 미생물에 의해서 생성되지 않은 것은 항생제로 보기 어렵다.

33. 위 글의 서술상 특징으로 가장 적절한 것은?

- ① 다양한 관점으로 대상의 속성을 드러내고 있다.
- ② 상반된 이론을 절충하여 대안을 제시하고 있다.
- ③ 특수한 현상에 대한 다양한 이론을 소개하고 있다.
- ④ 다른 대상과의 비교를 통해 가설을 검증하고 있다.
- ⑤ 대상의 작용 과정을 규명하여 독자의 이해를 돕고 있다.

34. [A]를 <보기>와 같이 구조화했을 때, ㉠~㉢를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① ㉠은 세포벽에 있는 펩티도글리칸층과 당단백질을 연결해 주는 기능을 한다.
- ② 페니실린이 ㉡의 작용을 억제하여 인체에 감염한 세균의 성장과 분화를 막는다.
- ③ 페니실린은 내성을 지닌 세균에 대해서는 ㉠의 작용을 억제하는 기능을 하지 못한다.
- ④ 페니실린은 돌연변이 세균이 출현하면 ㉢로 인해 활성화되지 못한다.
- ⑤ 페니실린이 세균 속에 존재하는 ㉢를 감소시켜 세균이 용해되도록 한다.

35. 위 글을 <보기>의 내용과 관련하여 이해한 학생의 반응으로 적절하지 않은 것은?

〈 보 기 〉

일반적인 국내 항생제 처방률은 어느 정도인가? 외국의 두 배에 이르고 항생제 내성균 비율이 세계 최고 수준이라고 한다. △△의대 연구팀이 축농증과 폐렴, 중이염 등을 앓고 있는 어린이 환자 156명을 대상으로 항생제인 페니실린 내성 실험을 한 결과, 외국은 내성률이 0~5.5%에 불과한데 비해 우리나라에서는 80% 정도에서도 약효가 나타나지 않았다고 한다.

- ○○일보 -

- ① 페니실린 사용 방법 외에는 속수무책(束手無策)이겠군.
- ② 새로운 치료제가 나오기를 학수고대(鶴首苦待)해야겠군.
- ③ 페니실린의 효과를 과대평가(過大評價)하면 낭패를 보겠군.
- ④ 과유불급(過猶不及)이라더니, 페니실린을 적절하게 써야겠군.
- ⑤ 아무리 좋은 항생제라도 병균을 발본색원(拔本塞源)하긴 어렵겠군.

[26 ~ 30] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

인체는 끊임없이 세균과 바이러스, 기생충과 같은 외부 물질의 공격을 받는다. 이들은 주로 감염이나 질병의 원인이 되므로 인체는 이와 같은 외부 물질의 침입에 저항하고 방어하는 작용을 하게 되는데, 이를 면역 반응이라 한다. 따라서 건강하다는 것은 면역 반응이 활발하여 외부 물질들을 완벽하게 제거하는 상태를 의미하는 것으로 이해하기 쉽다.

그러나 면역 반응이 과도해지면 오히려 인체에 해를 끼치기도 한다. 최근 급증하는 알레르기나 천식, 자가면역질환은 불필요한 면역 반응으로 인해 발생한다. 면역계가 일반적으로 해가 되지 않는 물질들인 꽃가루나 먼지뿐만 아니라 자신의 조직까지 제거해야 할 대상으로 인식하여 공격하는 것이다. 그런데 이와 같은 면역계 과민 반응으로 인한 질병들은 의료 환경이 발달한 선진국에서 점점 더 증가하는 추세이다. 그렇다면 이와 같은 면역계 과민 반응이 나타나는 이유는 무엇일까?

과학자들은 그 이유를 인체가 수백만 년 동안 진화해 온 환경에서 찾았다. 인체는 무균 지대나 청정 지대가 아니라 세균과 바이러스, 기생충 등과 함께 진화해 왔다. 즉 이들 침입자는 인체의 면역계로부터 자신을 보호하기 위해 면역 반응을 억제하도록 진화했고, 인체는 면역 반응을 억제하는 외부 물질의 침입에 대비하여 면역 반응을 일으키도록 진화했다. 그런데 현대 의학의 발달과 환경 개선으로 바이러스 등이 줄어들게 되자 면역 반응이 지나치게 된 것이다. 이를 위생가설이라고 한다. 위생가설에 따르면 바이러스에 접촉 기회가 줄어든 깨끗한 환경이 오히려 질병의 원인이 된다.

위생가설은 인체가 외부 물질과의 공존 속에서 면역 반응의 균형을 찾는다는 시사점을 주었다. 모든 외부 물질들이 배척되지만 한다면 면역 반응에 제동을 걸어줄 존재가 사라지므로 균형이 깨어지는 것이다. 그렇다면 면역계는 어떻게 외부 물질과 공존할 수 있을까? 장(腸)에 존재하는 미생물을 통해 이를 설명할 수 있다. 우리 장 안에는 몸 전체의 세포 수보다 10여 배나 더 많은 장내미생물이 살고 있는데, 이는 면역계가 이들의 존재를 인정하고 받아들였기 때문이다.

면역계를 구성하는 면역세포들은 인체에 유입된 외부 물질을 인지하고 이를 제거하는 면역 반응을 일으킨다. 중추적 역할을 하는 면역세포는 수지상세포와 T세포이다. 수지상세포는 말 그대로 세포막이 나뭇가지처럼 기다랗게 뻗어 나와 있는 모양의 세포이다. 수지상세포는 인체에 침입한 외부 물질을 인지하고, 소장과 대장 주변에 분포한 림프절에서 미성숙T세포를 조절T세포와 세포독성T세포로 분화시킨다. 이 두 종류의 T세포가 몸 안에 침입한 이물질을 없애는 역할을 한다.

그런데 장내미생물은 조절T세포나 세포독성T세포의 공격을 피하기 위해 수지상세포에 영향을 미쳐 그 성격을 바꿔놓는다. 즉 수지상세포가 면역 반응을 일으키지 못하게 만드는 것이다. 이렇게 성격이 변한 수지상세포를 조절수지상세포라고 부른다. 조절수지상세포는 림프절에서 미성숙T세포를 조절T세포로 성숙시키는데, 조절T세포는 조절T세포나 세포독성T세포와는 달리 면역 반응을 억제하는 역할을 한다. 그 결과 장내미생물은 외부 물질이면서도 면역계와 공존할 수 있게 된 것이다.

장내미생물은 조절T세포를 통해 자신의 생존을 피하지만 그 결과 인체의 면역계는 면역 반응의 강약을 조절하게 된다. 조

절T세포가 면역계 과민 반응으로 인한 질병을 치료하는 역할을 담당하게 된 것이다. 실제로 알레르기 환자의 몸에 조절T세포가 작용하면 과민 면역 반응으로 인해 발생한 염증이 억제되면서 증상이 완화된다. 이처럼 조절T세포를 만들게 하는 데 외부 물질인 장내미생물이 중요한 역할을 한다는 사실이 밝혀지면서 면역계와 공존하는 외부 물질에 대한 인식의 전환이 일어나게 되었다.

26. 밑글에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 면역 반응이 일어나는 과정을 분석하여 가설의 수정이 필요함을 제안하고 있다.
- ② 면역계 과민 반응의 원인을 설명하여 면역 반응에 대한 통념에 변화를 주고 있다.
- ③ 면역 반응에 대한 상반된 관점을 소개하고 각각의 관점이 지닌 한계를 설명하고 있다.
- ④ 면역계 과민 반응의 해결 방안을 제시하고 예상되는 반론을 반박하면서 주장을 강화하고 있다.
- ⑤ 면역 반응에 주도적 역할을 하는 면역세포를 생성 위치에 따라 분류한 뒤 각각의 역할을 구체화하고 있다.

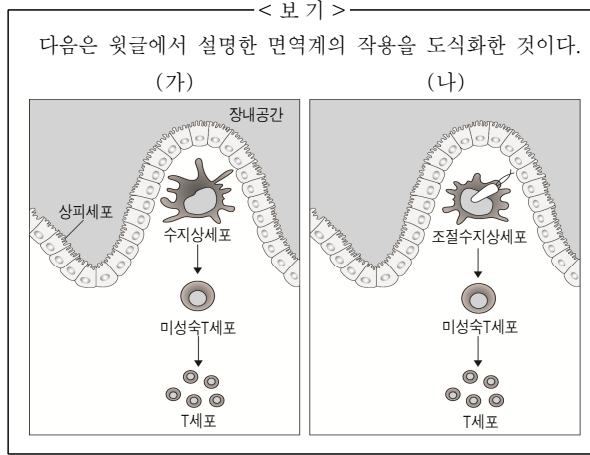
27. 밑글을 통해 답을 확인할 수 없는 질문은?

- ① 장내미생물이 인체에서 어떻게 생존할 수 있을까?
- ② 인체가 바이러스를 접할 기회가 줄어든 이유는 무엇일까?
- ③ 면역계 과민 반응으로 인해 일어나는 질병에는 어떤 것이 있을까?
- ④ 위생가설에 따른 때 깨끗한 환경이 인체에 미치는 긍정적 변화는 무엇일까?
- ⑤ 인체가 외부 물질을 제거하지 않고 공존할 때 어떤 이익을 얻을 수 있을까?

28. 밑글을 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 인체의 면역계는 과도한 면역 반응을 스스로 조절하는 능력이 있다.
- ② 인체가 건강하다는 것은 면역 반응의 강약이 조절되는 것을 의미한다.
- ③ 외부 물질이 인체에 유해한 경우도 있지만 유해하지 않은 경우도 있다.
- ④ 현대 의학의 발달과 환경 개선은 면역 반응이 지나치게 된 원인에 해당한다.
- ⑤ 장내미생물은 자신을 공격 대상으로 인식하지 못하도록 면역계에 영향을 미친다.

29. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?



- ① (가)의 수지상세포는 (나)의 조절수지상세포와 달리 외부 물질을 제거해야 할 대상으로 인지한다.
- ② (가)의 T세포는 (나)의 T세포와 달리 몸 안에 침입한 이물질을 없애는 역할을 한다.
- ③ (나)의 미성숙T세포는 (가)의 미성숙T세포와 달리 두 종류의 면역세포로 분화되지 않는다.
- ④ (나)의 T세포는 (가)의 T세포와 달리 과민 면역 반응으로 발생한 염증을 억제하는 역할을 한다.
- ⑤ (가)와 (나)의 작용은 모두 외부 물질의 유입을 막음으로써 인체를 보호하기 위해 일어난다.

30. <보기>를 활용하여 윗글을 보충하고자 할 때, 그 구체적인 방안으로 가장 적절한 것은? [3점]

— < 보 기 > —

최근 기생충이 특정한 질병의 치료에 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 해당 질병을 가진 환자의 뇌 조직을 관찰한 결과, 그 질병 역시 면역계 과민 반응과 연관이 있다는 것이 알려지면서 기생충을 이용한 치료가 시도되었고, 이것이 성과를 거두고 있다.

- ① 외부 물질과 공존하여 면역 반응이 균형을 이루게 됨을 보여 주는 사례로 활용한다.
- ② 외부 물질이 면역 반응을 활발하게 하는 역할을 함을 뒷받침하는 사례로 활용한다.
- ③ 인체가 무균 지대나 청정 지대에서 진화를 거듭해 왔음을 드러내는 사례로 활용한다.
- ④ 면역계가 환경의 발전에 따라 지속적으로 적응하며 변화하고 있음을 설명하는 사례로 활용한다.
- ⑤ 인체에 침입한 유해한 외부 물질들을 제거하는 면역계의 중요성을 설명하는 사례로 활용한다.

◆ 08 MDEET 언어추론 14~16번

[14~16] 다음을 읽고 물음에 답하시오.

면역의 메커니즘은 몇몇 중요한 역사적 관찰과 실험을 통해 정립되었다. 예컨대 특정한 질병을 앓고 있는 환자를 돌본 사람 또는 그 시신을 처리하던 사람이 그 질병에 대한 저항성이 높다는 사실은 일찍부터 밝혀져 있었다. 하지만 19세기 중엽까지는 면역의 특성과 메커니즘 이해에 필요한 효과적인 실험 방법이 마련되지 못한 상태였다. 무엇보다도 병원성 균주나 인위적으로 면역을 유발하는 실험적 방법이 알려지지 않았다. 19세기 말 병원성 균주의 발견과 파스퇴르의 면역화 방법의 발견은 면역학의 새로운 장을 열었다.

파스퇴르는 ㉠ 오랜 기간 배양액 속에 방치되어 병원성이 약화된 조류 콜레라균을 수탉들에 주사하였다. 그러자 닭들은 콜레라 증상을 보였지만 대부분 죽지 않았으며, 회복한 후에는 병원성이 강한 콜레라균을 주입하여도 질환을 앓지 않아 콜레라균에 대한 면역성을 보였다. 파스퇴르의 실험은 개체 내에서 면역 반응을 유발하는 것이 병원균이라는 것을 밝혔지만, 이 면역 반응이 어떠한 메커니즘으로 일어나는지에 대한 의문을 남겼다.

개체 내에 들어온 병원균에 대한 면역에서는 각각의 병원균이 표현하는 특정한 항원에 대한 항체 생성과 그것의 작용이 중요한 역할을 한다. 베링은 디프테리아나 파상풍 같은 병에 대한 개체의 면역은 병원균이 생성하는 독소를 중화하는 물질, 즉 항체에 의한다는 사실을 밝혔다. 이러한 항체와 면역 반응을 그는 각각 항독소와 항독소 면역이라 명명하였고, 항독소가 그 기능을 유지한 채 다른 동물로 접종될 수 있다는 사실도 밝혔다. 이에 따라 19세기 말에는 ㉡ 말의 혈액으로부터 추출한 항디프테리아 혈청을 주사하여 디프테리아 환자의 치료와 예방에 사용하게 되었다.

항체는 독소를 중화하는 역할만을 하는 것은 아니다. 파이퍼는 ㉢ 약화된 비브리오 콜레라균을 접종하여 면역화된 쥐의 복강에 콜레라균을 주입하면 균이 완전히 죽는다는 것을 밝혔다. 또한 면역성이 없는 쥐의 복강에 콜레라균을 주입할 경우 그 쥐는 감염되어 죽지만, ㉣ 면역화된 쥐의 혈액에서 추출한 면역 혈청과 함께 주입하면 콜레라균이 죽는다는 사실도 관찰하였다. 파이퍼의 실험에서 면역 혈청은 콜레라균이 생성한 독소에 대해서는 효과가 없었다. 그는 이러한 항체와 면역을 각각 용균성(bacteriolytic) 항체와 용균성 면역이라고 명명하였다. 그러나 그의 실험에서 용균성 면역 반응은 체외에서는 일어나지 않았다.

용균성 면역 반응에 항체와 연관되어 작용하는 또 다른 물질이 필요하다는 것은 보르데에 의하여 실험적으로 밝혀졌다. 보르데는 파이퍼의 실험과 달리 콜레라균에 대한 신선한 면역 혈청은 체외에서도 용균성 면역 반응이 있음을 증명하였다. 또 장기간 보존된 혈청 또는 짧은 시간 동안 56℃에 노출된 면역 혈청은 그 기능을 잃어버리지만, 이때에도 콜레라균에 대한 면역성이 없는 정상 동물의 신선한 혈청을 소량만 첨가하면 면역 반응을 회복하는 것을 보여 주었다. 이와 같은 실험을 통해 보르데는 콜레라균에 대한 용균성 면역 반응에는 두 가지 물질의 조화로운 작용이 필요함을 밝혔다. 하나는 내열성을 지니고, 면역성을 가진 동물에서 생성되며, 혈청 내에 존재하는 항체이다. 다른 하나는 열이나 장기간 보존에 견디지 못하고, 정상 동물에 이미 존재하며, 면역 반응을 통해 양이 증가하지 않는 물질이다. 후자는 현재 보체(complement)란 이름으로 잘 알려져 있다.

14. 위 글의 관찰 및 실험에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 특정한 질병으로 사망한 시신을 처리하던 사람의 경우에 그 질병의 원인균에 대한 감염이 일어났을 것이다.
- ② 파스퇴르의 실험으로는 수탉이 보인 면역 반응이 항독소 면역인지 용균성 면역인지 알 수 없다.
- ③ 베링은 디프테리아 항체가 독소를 중화하여 개체가 병에 대한 저항성을 얻는다는 것을 증명하였다.
- ④ 파이퍼의 실험에서 면역이 없는 쥐에 면역 혈청과 함께 주입된 균은 주입된 혈청 속의 항체에 의하여 면역 반응을 유발하였다.
- ⑤ 보르데의 실험에서 56℃에 노출된 혈청은 항체가 파괴되어, 면역 반응을 위해서는 신선한 혈청의 항체가 필요하였다.

15. 위 글을 바탕으로 <보기 1>에 대해 <보기 2>와 같이 설명할 때, <보기 2>에서 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기 1>

태아적아구증은 Rh⁻ 혈액형의 임아가 Rh⁺ 혈액형의 아이를 임신한 경우에 생길 수 있다. 혈구에 Rh 인자가 없는 임아가 Rh 인자를 가진 아이를 임신하면 임아의 혈액 속에 Rh 인자에 대한 항체가 생기는데, 이 항체가 태반을 통하여 태아에게 들어가면 태아의 혈구가 파괴된다.

Rh⁻ 혈액형의 임아가 Rh⁺ 혈액형의 아이를 처음 임신한 경우에는 태아적아구증이 생기지 않지만, 두 번째 임신한 경우에는 3%, 세 번째 임신한 경우에는 10%의 확률로 질병이 발생한다.

<보기 2>

- ㄱ. 임아의 혈액으로부터 태아로 전해진 항체는 일종의 용균성 면역 반응을 보였다.
- ㄴ. 반복된 임신으로 인한 질병의 발생률 증가는 태아의 보체 형성의 증가가 원인이다.
- ㄷ. 파스퇴르의 실험에서 사용된 조류 콜레라균처럼, 태아 혈구의 Rh 인자는 임아에게 항원으로 인식되었다.
- ㄹ. Rh⁻ 혈액형의 임아가 임신 전에 Rh⁺ 혈액에 노출이 된 경험이 있다면 첫 번째 임신의 경우에도 질병이 발생할 수 있다.

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

16. <보기>의 내용을 참조하여, ㉠~㉣에서 '수동 면역'에 해당하는 것을 모두 고른 것은?

<보 기>

획득 면역은 면역화 방법에 따라 개체 내의 면역 세포가 항원을 인식하여 면역을 유발하는 능동 면역과, 다른 개체에서 생성된 항체를 주입하여 면역을 유발하는 수동 면역으로 나뉜다.

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

◆ 16-9평 B형 25~26번

[25~26] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

암 치료에 사용되는 항암제는 세포 독성 항암제와 표적 항암제로 나뉜다. ㉠ 파클리탁셀과 같은 세포 독성 항암제는 세포 분열을 방해하여 세포가 증식하지 못하고 사멸에 이르게 한다. 그러므로 세포 독성 항암제는 암세포뿐 아니라 정상 세포 중 빈번하게 세포 분열하는 종류의 세포도 손상시킨다. 이러한 세포 독성 항암제의 부작용은 이 약제의 사용을 꺼리게 하는 주된 이유이다. 반면에 표적 항암제는 암세포에 선택적으로 작용하도록 고안된 것이다.

암세포에서는 변형된 유전자가 만들어 낸 비정상적인 단백질이 세포 분열을 위한 신호 전달 과정을 왜곡하여 과도한 세포 증식을 일으킨다. 암세포가 종양으로 자라려면 종양 속으로 연결되는 새로운 혈관의 생성이 필수적이다. 표적 항암제는 암세포가 증식하고 종양이 자라는 과정에서 어느 단계에 개입하느냐에 따라 신호 전달 억제제와 신생 혈관 억제제로 나뉜다.

신호 전달 억제제는 암세포의 증식을 유도하는 신호 전달 과정 중 특정 단계의 진행을 방해한다. 신호 전달 경로는 암의 종류에 따라 다르므로 신호 전달 억제제는 특정한 암에만 치료 효과를 나타낸다. 만성골수성백혈병(CML)의 치료제인 ㉡ 이마티닙이 그 예이다. 만성골수성백혈병은 골수의 조혈 모세포가 혈구로 분화하는 과정에서 발생하는 혈액암이다. 만성골수성백혈병 환자의 95% 정도는 조혈 모세포의 염색체에서

돌연변이 유전자가 형성되어 변형된 형태의 효소인 Bcr-Abl 단백질을 만들어 낸다. 이 효소는 암세포 증식을 유도하는 신호 전달 경로를 활성화하여 암세포를 증식시킨다. 이러한 원리에 착안하여 Bcr-Abl 단백질에 달라붙어 그것의 작용을 방해하는 이마티닙이 개발되었다.

신생 혈관 억제제는 암세포가 새로운 혈관을 생성하는 것을 방해한다. 암세포가 증식하여 종양이 되고 그 종양이 자라려면 산소와 영양분이 계속 공급되어야 한다. 종양이 계속 자라려면 종양에 인접한 정상 조직과 종양이 혈관으로 연결되고, 종양 속으로 혈관이 뻗어 들어와야 한다. 대부분의 암세포들은 혈관 내피 성장인자(VEGF)를 분비하여 암세포 주변의 조직에서 혈관내피세포를 증식시킴으로써 새로운 혈관을 형성한다. 이러한 원리에 착안하여 종양의 혈관 생성을 저지할 수 있는 약제인 ㉢ 베바시주맙이 개발되었다. 이 약제는 인공적인 항체로서 혈관내피 성장인자를 항원으로 인식하여 결합함으로써 혈관 생성을 방해한다. 베바시주맙은 대장암의 치료제로 개발되었지만 다른 여러 종류의 암에도 효과가 있다.

25. ㉠~㉢에 대한 이해로 가장 적절한 것은?

- ① ㉠과 ㉢은 모두 암세포만 선택적으로 공격한다.
- ② ㉠은 ㉢과 달리 세포의 증식을 방해한다.
- ③ ㉠과 ㉢은 모두 변형된 유전자를 정상 유전자로 복원한다.
- ④ ㉢은 ㉠과 달리 한 가지 종류의 암에만 효능을 보인다.
- ⑤ ㉢은 ㉠과 달리 암세포가 분비하는 성장인자에 작용한다.

26. 밑줄을 바탕으로 <보기>의 ㉠, ㉡를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

<보 기>

어떤 암세포를 시험관 속의 액체에 넣었다. 액체 속에는 산소와 영양분이 충분함에도 불구하고, ㉠ 액체 속의 암세포는 세포 분열을 하여 1~2mm의 작은 암 덩이로 자란 후 더 이상 증식하지 않았다.

같은 종류의 암세포를 실험동물에게 주입하였다. ㉡ 주입된 암세포는 커다란 종양으로 계속 자라났고, 종양의 일부 조직을 조사해 보니 조직 내부에 혈관이 들어차 있었다.

- ① ㉠에서는 혈관내피 성장인자 분비를 통한 혈관 생성이 이루어지지 못했겠군.
- ② ㉠과 함께 Bcr-Abl 단백질을 액체에 넣는다면 암세포가 큰 종양으로 계속 자라겠군.
- ③ ㉡와 함께 세포 독성 항암제를 주입한다면 암세포의 분열이 억제되겠군.
- ④ ㉡가 종양으로 자랄 수 있었던 것은 산소와 영양분이 계속 공급되었기 때문이겠군.
- ⑤ ㉡가 종양으로 자라는 과정에서 암세포의 증식을 유도하는 신호 전달 경로에 비정상적인 단백질의 개입이 있었겠군.

[33~37] 다음을 읽고 물음에 답하시오.

약은 생체의 작용에 영향을 미쳐 생물학적 효과를 내기 위한 목적으로 이용하는 의약품을 말한다. 약은 생체에서 수용체와 결합하여 유익 작용 및 유해 작용을 나타내는 방식을 취하기도 한다. 이 경우 약은 생체의 리간드와 유사한 화학적 분자 구조를 가진 성분을 포함하는데, 이러한 성분으로 인해 약은 생체 내에서 리간드로 기능한다. 여기서 리간드란 수용체와 결합하여 신경 자극이나 화학 반응과 같은 생물학적 반응을 촉발할 수 있는 물질이다. 생체 내에서 수 [A]용체와 친화성이 높은 리간드가 결합하면, 리간드와 결합한 수용체의 작용에 의해 생체의 변화가 일어나기도 하고, 수용체에 의해 리간드의 구조 변화가 일어남으로써 이후의 생물학적 반응이 유도되기도 한다. 이러한 점에서 약은 특정 수용체와 결합할 수 있는 리간드를 인위적으로 생체에 증가 시킴으로써 리간드와 결합한 수용체의 수가 일정 시간 동안 일정 수준 이상이 되게 하여 효과를 낸다고 할 수 있다.

대체로 약은 병원체에 작용하거나 생체에 직접 작용하는 방식으로 생물학적 효과를 낸다. 박테리아나 바이러스에 의한 질병의 치료에 활용되는 항생제나 항바이러스제 등은 전자의 방식에 해당하는 경우가 많다. 가령 박테리아에 의한 질병 치료에 사용되는 ㉠ 설파제는, 인간과 박테리아가 모두 대사 과정에서 엽산이라는 물질을 필요로 하는데 엽산을 섭취하여 사용할 수 있는 인간과 달리 박테리아는 엽산을 스스로 만들어야만 한다는 점을 이용한다. 박테리아는 엽산을 만들기 위한 수용체를 가지고 있는데, 파라아미노벤조산(PABA)이 그 수용체와 결합하여 최종적으로 엽산이 된다. 박테리아에 감염된 환자가 설파제를 복용하면 설파제는 체내에서 화학적 변화를 거쳐 PABA와 분자 구조가 매우 유사한 설파닐아마이드가 되어 PABA가 결합할 수용체와 먼저 결합한다. 이로 인해 박테리아는 엽산을 만들지 못하고 결국 죽게 된다.

항바이러스제는, 스스로는 증식하지 못하고 다른 세포에 기생하여 DNA 복제 과정을 거치며 증식하는 바이러스의 특성을 활용하여, 바이러스에 감염된 세포의 증식을 막는 방식으로 바이러스 확산을 억제하기도 한다. ㉡ 뉴클레오사이드 유도체를 포함한 항바이러스제가 이러한 방식의 약에 해당한다. 뉴클레오사이드 유도체는 뉴클레오타이드와 유사하지만, 뉴클레오사이드 유도체가 세포의 DNA나 RNA의 수용체와 결합하면 결과적으로 DNA 복제 과정이 이루어지지 않는다. 또한 뉴클레오사이드 유도체는 바이러스에 감염된 세포와는 쉽게 결합하지만 감염되지 않은 세포와는 잘 결합하지 않는 특성이 있다. 이 때문에 뉴클레오사이드 유도체는 바이러스에 감염된 세포들이 더 이상 증식하지 못하게 할 수 있으며, 이를 통해 바이러스 확산을 억제한다.

한편 신경작용제는 신경전달물질의 작용에 관여하는 방식으로 사람의 정신이나 행동에 영향을 주는 생물학적 효과를 내는 약이다. 하나의 뉴런에서 발생한 전기 신호는 뉴런 말단에 도달하여 신경전달물질을 분비하게 하고, 이러한 신경전달물질은 연결한 다른 뉴런에 존재하는 수용체에 화학 신호를 전달함으로써 연결한 뉴런 간에 신호를 전달하는 매개체의 역할을 한다. 우울증과 관련된 것으로 알려진 신경전달물질인 세로토닌이나 노르에피네프린은, 보통 후(後)연접 뉴런 수용체에서 기능을 다하고 전(前)연접 뉴런에 재흡수되는 과정을 거치는데, 이 과정에서 뉴런 간 연결 틈새에서 세로토닌이나 노르에피네프린의 농도가 낮아지면 우울증이 나타나는 것으로 알려

저 있다. [항우울제]는 연접 틈새에서 이들 신경전달물질의 부족을 해소하는 방식으로 약효를 낸다. TCA 항우울제는 전연접 뉴런의 수용체와 결합하여 신경전달물질의 재흡수가 일어나지 않도록 하는 방식으로, SNRI 항우울제는 신경전달물질의 재흡수를 억제하거나 후연접 뉴런의 수용체와 결합하는 방식으로, 연접 틈새에서 신경전달물질의 농도가 높아진 것과 같은 효과를 낸다.

대부분의 약들은 약효가 여러 가지인 경우가 많기 때문에 두 가지 약을 함께 복용하면 이들 약의 일차적인 약효는 서로 다를지라도 이차적인 약효는 같을 수 있어, 공통되는 이차적인 약효가 한층 커질 수 있다. 이와 같이 약들이 서로 도와 약효를 높이는 효과를 상승효과라고 한다. 한편 약을 장기간 남용하게 되면 수용체의 민감도가 떨어지게 되어, 결과적으로 기존과 동일한 효과를 내기 위해서 더 많은 약을 필요로 하게 되는 내성이 생길 수 있다.

33. 밑글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 약을 두 종류 이상 함께 복용하면 상승효과가 나타날 수 있다.
- ② 약은 생체의 신경 자극이나 화학 반응을 조절하는 효과를 낼 수 있다.
- ③ 약은 생체에서 수용체와 결합하여 유익 작용과 유해 작용을 나타낼 수 있다.
- ④ 약은 생체의 리간드와 유사한 물질을 포함하여 생체의 생물학적 반응을 조절할 수 있다.
- ⑤ 약은 생체의 대사 작용에 관여하는 물질을 제거함으로써 병원체를 직접적으로 죽게 할 수 있다.

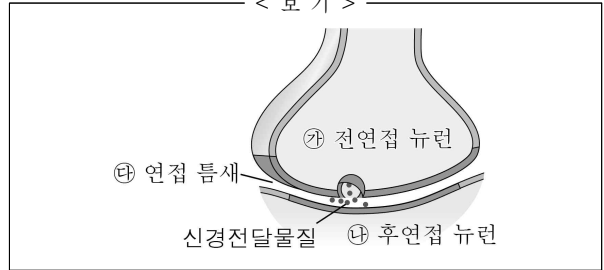
34. [A]를 이해한 내용으로 가장 적절한 것은?

- ① 생체에서 리간드에 의해 수용체의 구조에 변화가 일어나면 세포의 기능에 변화가 일어난다.
- ② 생체에서 생물학적 반응이 일어나면 수용체와 리간드는 동일한 화학적 분자 구조로 변화된다.
- ③ 약을 복용하면 리간드와 결합된 수용체의 수가 일정 시간 동안 복용 전보다 많은 정도가 유지된다.
- ④ 약의 효과를 높이기 위해서는 약이 생체의 리간드와 친화성이 높은 리간드를 많이 포함하고 있어야 한다.
- ⑤ 수용체와 동일한 화학적 분자 구조를 가진 물질을 포함한 약은 생체에서 생물학적 효과를 더 크게 일으킨다.

35. ㉠, ㉡에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠은 생체 내에서 화학적 변화를 거친 후 약효를 발휘한다.
- ② ㉠은 병원체가 대사 과정에서 필요로 하는 물질의 생성을 방해하여 병원체의 사멸을 유도한다.
- ③ ㉡은 바이러스에 감염된 세포의 DNA 복제 과정에 개입하여 바이러스의 확산을 억제한다.
- ④ ㉠과 ㉡ 모두 병원체와 병원체에 감염될 수 있는 생체의 차이를 활용하여 생물학적 효과를 낸다.
- ⑤ ㉠과 ㉡ 모두 병원체와 생체가 공통적으로 필요로 하는 물질을 사용하여 병원체의 확산을 억제한다.

36. <보기>는 [항우울제]의 작용을 이해하기 위한 그림이다. <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① 보통 ㉡에서 분비된 세로토닌이나 노르에피네프린은 ㉣에 작용한 후 다시 ㉢로 재흡수된다.
- ② SNRI 항우울제는 ㉣에 지속적으로 흡수됨으로써 ㉣에서 신경전달물질의 농도가 높아지는 효과를 낸다.
- ③ 우울증의 치료를 위해 ㉣에서 세로토닌이나 노르에피네프린의 농도가 높아지도록 하는 방식을 활용한다.
- ④ ㉣에서 신경전달물질의 농도가 높은 상태로 장기간 유지되면 수용체의 민감도가 떨어지게 된다.
- ⑤ 항우울제는 ㉢나 ㉣의 수용체와 결합하여 우울증이 발현되는 원인을 완화하는 효과를 낸다.

37. 밑글을 바탕으로 <보기>에 대해 보인 반응으로 적절하지 않은 것은?

< 보 기 >

생체의 리간드인 히스타민은 알레르기 및 염증의 발생, 위산 분비 등에 모두 관여하는 것으로 알려져 있다. 항히스타민약으로 개발된 메피라민은 알레르기 및 염증에는 효과가 있지만 위산 분비 조절에는 거의 효과가 없었다. 이에 연구자들은 히스타민과 친화성을 갖는 두 종류 이상의 수용체가 있을 것으로 가정하고, 위산 분비를 조절하는 새 항히스타민약을 개발하였다.

- ① 새 항히스타민약을 개발한 연구자들은 히스타민이 알레르기 및 염증 발생에 관여하는 수용체 및 위산 분비에 관여하는 수용체 모두와 친화성을 갖는다고 가정했을 것이다.
- ② 메피라민은 위산 분비에 관여하는 수용체보다 알레르기 및 염증 발생에 관여하는 수용체와 친화성이 높을 것이다.
- ③ 메피라민과 새 항히스타민약은 모두 히스타민과 유사한 화학적 분자 구조를 가진 성분을 포함할 것이다.
- ④ 메피라민과 새 항히스타민약은 모두 생체에서의 위산 분비 조절을 일차적인 약효로 가질 것이다.
- ⑤ 새 항히스타민약은 메피라민보다 위산 분비에 관여하는 수용체와 더 높은 친화성을 가질 것이다.

[16~20] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

세포핵 속 DNA에 저장된 생물체의 유전 정보는 mRNA로 전사되어 세포질로 내보내진 후 리보솜을 통해 단백질로 합성된다. 바이러스는 단백질로 둘러싸인 DNA나 RNA를 유전 물질로 갖는 기생체로, 생물체에 침입하여 자신의 유전 물질을 mRNA로 바꾼 뒤 숙주 세포가 스스로 바이러스 단백질을 합성하게 한다. 이에 대항해 생물체는 바이러스 단백질을 항원으로 인식하고 항체를 만들어 대항하거나 기억 세포를 생성해 같은 바이러스가 침입할 경우를 대비한다. 따라서 바이러스를 인공적으로 흉내 낸 물질인 백신을 접종하여 면역 반응을 일으키면 바이러스 감염에 미리 대비할 수 있다.

[mRNA 백신]은 바이러스 단백질의 유전 정보를 암호화한 mRNA를 접종하는 것으로, 주입된 mRNA를 통해 바이러스 단백질을 합성하여 면역 반응을 유도한다. 바이러스를 배양하여 접종하는 기존의 백신과 달리 mRNA 백신은 바이러스가 아니기 때문에 인체가 바이러스에 감염될 위험이 없으며 체내 효소에 의해 쉽게 분해된다. 반면 이처럼 체내에서 불안정할 뿐 아니라 분자의 크기가 크고 음전하를 띠고 있어 세포에 거의 흡수되지 않는 문제가 있다. 따라서 mRNA를 보호하여 세포 내로 진입시키기 위해 지질 나노 입자를 이용한다.

지질 분자는 지방산으로 이루어져 있기 때문에 물 분자와 섞이지 않는 소수성을 갖는다. 물은 분자 내 전하가 양극으로 분리된 상태인 극성을 띠거나 분자가 전하를 띠는 물질, 즉 친수성 물질과만 섞이고 소수성 물질은 소수성 물질과만 섞이기 때문이다. 한편 ㉠ 생물체의 세포막은 인지질로 구성되는데, 인지질은 지방산으로 이루어진 소수성 꼬리와 음전하를 띤 ㉡ 인산기 머리를 갖고 있다. 따라서 인지질은 친수성 용매나 소수성 용매 모두와 섞이는 양친매성 물질이다. 이에 따라 인지질의 친수성 머리는 세포 외부나 세포질의 수용액에 접하고 소수성 꼬리는 소수성 분자 간의 인력으로 인해 서로 몰려 있는 상태로 세포막이 구성된다. 세포막의 이러한 특징으로 인해 친수성 물질이 세포막을 투과하는 것이 차단된다.

양이온성 지질을 지질 나노 입자로 사용하면 mRNA와 세포막 사이에 전기적 반발력이 발생하는 것을 막을 수 있다. 음전하를 띤 mRNA가 양이온성 지질로 둘러싸이면 음전하를 띤 세포막의 인산기 머리와 서로 반발하지 않기 때문이다. 그런데 양이온성 지질은 실험실 환경에서는 mRNA를 세포 내로 진입시키는 데 도움이 되지만 체내에서는 양이온성 지질에 ㉢ 혈장 단백질이 흡착되어 mRNA의 세포막 투과가 제한된다.

따라서 용액의 pH에 따라 양이온성이 달라지는 ㉣ 이온화 지질을 지질 나노 입자의 재료로 사용한다. pH가 낮은 용액에서는 수소 이온 농도가 높으므로 이온화 지질이 양이온화된다. 반면 pH가 높은 용액에서는 수소 이온을 적게 받아들여 이온화 지질이 전기적으로 중성이 되므로 이온화 지질에 혈장 단백질이 흡착되지 않는다. 즉 낮은 pH에서 mRNA와 이온화 지질을 결합시킨 뒤 pH를 높이면 중성의 'mRNA - 지질 나노 입자 복합체'를 만들 수 있고, 이 복합체는 세포막의 수용체에 결합하여 내포 작용에 의해 세포 내부로 진입할 수 있다. 내포 작용이란 일종의 생화학적 싱크홀 현상으로, 세포막의 일부가 수용체에 결합한 외부 물질과 함께 세포질로 함입되는 현상이다. 내포 작용이 일어나면 세포질 안에 엔도솜 구조체가 형성된다. 세포질에서 엔도솜 내부는 산성화되는데, 이에 따라 ㉤ 세포막에서 유래한 엔도솜 막이 불안정해져 mRNA가 세포질로 방출된다. 그리고 방출된 mRNA가 리보솜과 결합하

여 바이러스 단백질을 합성하고 기억 세포를 생성함으로써 인체가 바이러스 감염에 대비할 수 있게 된다.

* pH: 수용액의 수소 이온 농도를 나타내는 지표. 중성 수용액의 pH는 7이며, 산성 용액에서는 7보다 낮다.

16. mRNA 백신에 대해 이해한 내용으로 적절한 것은?

- ① 바이러스 대신 인체 내에서 합성된 바이러스 단백질을 항체로 이용하여 면역 반응을 유도한다.
- ② 바이러스에 감염되는 경우와 마찬가지로 유전 물질을 통한 세포의 단백질 합성 과정이 수반된다.
- ③ 기억 세포의 유전 정보를 암호화한 유전 물질을 이용하기 때문에 바이러스 감염으로부터 안전하다.
- ④ 세포핵 안에서 유전 정보가 전사되는 과정을 조절하여 리보솜의 단백질 합성 작용에 영향을 미친다.
- ⑤ 바이러스를 배양해서 접종하는 경우와 달리 유전 정보가 제거된 바이러스 단백질을 백신으로 주입한다.

17. ㉠을 설명한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 인산기가 세포 바깥쪽에, 지방산이 세포질에 접하는 형태로 구성된다.
- ② 수용체를 통해 특성의 세포 외부 물질을 세포 내부로 진입시킬 수 있다.
- ③ 내포 작용이 발생하면 일부가 세포질로 합입되어 엔도솜 구조체를 형성한다.
- ④ 친수성 물질 및 소수성 물질 모두와 섞일 수 있는 양친매성의 인지질로 이루어진다.
- ⑤ 인지질의 소수성 꼬리로 인해 세포 내외의 친수성 물질이 세포막을 투과하는 것을 제한한다.

18. ㉠~㉣에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

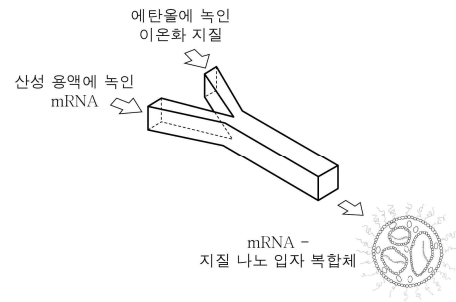
- ① ㉣는 ㉠가 체내 효소에 의해 분해되는 것을 방지하는 인공 외막으로 기능한다.
- ② ㉠와 ㉢는 모두 음전하를 띠기 때문에 둘 사이에 서로를 밀어내는 힘이 작용한다.
- ③ ㉠가 리보솜에 전달하려면 세포 밖에서 ㉣와 결합한 후 세포 안에서 ㉣와 분리되어야 한다.
- ④ ㉢는 음전하를 띠는 반면 ㉣는 주변에 분포하는 수소 이온의 양에 따라 이온화의 정도가 변화한다.
- ⑤ ㉠와 결합하면서 ㉣가 전기적으로 중성이 되기 때문에 체내에서 ㉢가 흡착되는 현상이 억제된다.

19. <보기>는 'mRNA - 지질 나노 입자 복합체'의 형성 과정을 나타낸 것이다. 윗글을 참고하여 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

< 보 기 >

산성 용액에 녹인 mRNA와 에탄올에 녹인 이온화 지질을 Y자 형태의 미세관에 일정한 속도로 흘려보낸다. 이렇게 혼합된 용액을 수용성 완충 용액으로 투석 처리하여 pH를 높인다. 그리고 에탄올을 제거하여 균일한 상태의 mRNA - 지질 나노 입자 복합체를 얻어낸다.

(단, 이때 에탄올의 pH는 7임.)



- ① 이온화 지질이 에탄올에 녹을 수 있는 것은 에탄올이 지질과 섞일 수 있는 소수성을 가진 물질이기 때문이겠군.
- ② mRNA와 이온화 지질이 녹은 각 용액의 투입 속도를 조절해 투입량을 조절하면 mRNA - 지질 나노 입자 복합체의 균일도가 유지되겠군.
- ③ mRNA가 녹은 산성 용액과 이온화 지질이 녹은 에탄올이 혼합되면 이온화 지질이 양전하를 띠면서 이온화 지질과 mRNA가 결합하는 현상이 나타나겠군.
- ④ 수용성 완충 용액으로 산성 용액을 투석 처리하면 수소 이온의 농도가 낮아져 이온화 지질이 전기적으로 중성이 되겠군.
- ⑤ pH가 높아지면 이온화 지질의 소수성이 약해져 소수성 분자 간의 인력이 감소하므로 더욱 미세한 크기의 mRNA - 지질 나노 입자 복합체가 형성되겠군.

20. ㉠의 이유를 추론한 내용으로 가장 적절한 것은?

- ① 엔도솜 내부의 pH가 낮아짐에 따라 mRNA와 지질 나노 입자 사이에 전기적인 반발력이 발생하기 때문이다.
- ② 엔도솜 막의 인산기와 양이온화된 지질이 서로 결합함으로써 mRNA를 둘러싼 엔도솜 막이 붕괴하기 때문이다.
- ③ 내포 작용으로 세포질에 합입된 세포막이 엔도솜 내부의 산성화에 따라 다시 세포 표면으로 방출되기 때문이다.
- ④ 엔도솜 내부가 산성화됨에 따라 mRNA가 음이온화되면서 mRNA와 리보솜 사이에 결합력이 발생하기 때문이다.
- ⑤ 엔도솜 내부의 pH 변화로 인해 엔도솜 막이 산성화되면서 체내 효소에 의한 엔도솜 분해 작용이 나타나기 때문이다.

◆ 10 MDEET 언어추론 14~16번

[14~16] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

1899년 독일의 제약 회사가 출시한 해열 진통제 아스피린은 세포 내 효소인 사이클로옥시게네이스(COX)의 억제제이다. 아스피린은 COX에 비가역적으로 결합하여 COX가 세포막의 물질을 분해함으로써 프로스타글란딘과 트롬복산을 생성하는 것을 억제한다. COX는 세 가지 형태로 존재한다. 거의 모든 세포에 늘 존재하는 COX-1, 평상시에는 존재하지 않지만 면역 세포와 혈관 내피 세포에서 적절한 자극에 의하여 발현이 유도되는 COX-2, 그리고 중추 신경계에서만 발현되는 COX-3이 그것이다. COX가 활성화되면 각각의 세포는 고유의 기질과 관련 효소들에 의하여 자기 다른 물질을 생성하게 된다. 예를 들어 위 점막 세포, 면역 세포, 중추 신경의 시상 하부 세포 등은 각각 점막 보호, 통증, 발열 등에 중요한 역할을 하는 프로스타글란딘 E_2 를 주로 생성한다. 그리고 혈관 내피 세포는 혈액 응고 억제 작용을 보이는 프로스타글란딘 I_2 를, 혈소판은 혈액 응고 유도 작용을 보이는 트롬복산 A_2 를 주로 생성한다.

아스피린의 임상적인 작용은 크게 두 가지로 설명된다. 첫째, 염증이 진행될 때 면역 세포에서 발현되는 COX-2의 활성화를 억제하여 진통 효과를, 시상 하부 COX-3의 활성화를 억제하여 해열 효과를 나타낸다. 둘째, 출혈이 발생하였을 때 활성화되는 혈소판의 COX-1을 억제하여 혈액의 응고를 억제한다. 그런데 아스피린은 비가역적으로 효소를 억제하기 때문에, 특히 DNA를 가지고 있지 않아 억제된 효소를 새로 생성하지 못하는 혈소판에서는 지혈 장애가 지속된다. 그러나 하루 75~350 mg 정도의 적은 용량을 투여하면 혈소판의 COX-1 활성 최고치를 줄일 뿐, 가벼운 출혈 시에는 지혈에 큰 영향을 끼치지 않는다. 또한 1970년대 시행된 임상 시험들은 심혈관계 환자에게 적은 용량의 아스피린을 장기간 투여하면 혈전에 의한 심장 발작이나 뇌졸중의 발생을 줄일 수 있다는 것을 증명하였다. 이에 아스피린은 이들 환자에게 예방 차원에서 널리 사용되기 시작했다.

아스피린은 부작용도 가지고 있다. 위장에서 생성되는 프로스타글란딘은 위 점막을 위산으로부터 보호하는 역할을 한다. 아스피린은 이러한 보호 기능을 줄일 뿐 아니라 그 자체로도 산성이기 때문에 위장에 자극을 주어 위산 과다와 관련된 질환을 가진 경우에 사용하기 어려웠다. 또한 류머티즘 환자와 같이 약을 장기간 지속적으로 복용해야 하는 경우에도 그러하다. 아스피린의 혈액 응고 억제 작용 역시 수술을 받는 환자와 혈우병 환자에게는 오히려 부작용이 될 수 있다. 이와 같은 부작용을 줄이기 위하여, 아스피린과 통증 억제 메커니즘은 동일하지만, 가역적으로 COX에 결합하는 이브프로펜이나 COX-2에만 선택적으로 결합하는 셀레콕시브, 로페콕시브 같은 진통제들이 개발되어 시판되었다.

앞에서 말한 바와 같이 과거에 아스피린은 진통, 해열 작용을 위하여 사용되었지만, 현재는 심혈관 계통 관련 환자에게 혈전에 의한 위험을 예방하기 위하여 주로 사용되고 있다. 그런데 요즘 아스피린의 또 다른 작용 메커니즘들이 속속 밝혀지고 있다. 예를 들어 몇몇 암세포들이 성장할 때 증가되는 COX를 억제하여 암세포 성장을 억제하는 작용, 산화질소(NO)를 생성하여 염증을 억제하는 작용, DNA 조절 인자 NF- κ B를 억제하여 면역력을 조절하는 작용 등이 그것이다. 이는 앞으로 아스피린이 적용될 수 있는 임상 질환이 더 확장될 수 있음을 암시한다.

14. 아스피린의 작용 메커니즘을 바르게 정리한 것은?

- ① 혈소판의 COX-1 억제 $\Rightarrow$ 트롬복산의 생성 억제 $\Rightarrow$ 통증 완화
- ② 면역 세포의 COX-2 억제 $\Rightarrow$ 트롬복산의 생성 억제 $\Rightarrow$ 염증 완화
- ③ 중추 신경계의 COX-2 억제 $\Rightarrow$ 프로스타글란딘의 생성 억제 $\Rightarrow$ 발열 감소
- ④ 혈관 내피 세포의 COX-2 억제 $\Rightarrow$ 프로스타글란딘의 생성 억제 $\Rightarrow$ 통증 완화
- ⑤ 위 점막 세포의 COX-1 억제 $\Rightarrow$ 프로스타글란딘의 생성 억제 $\Rightarrow$ 위 점막 보호 작용 약화

15. 위 글의 내용을 잘못 이해한 것은?

- ① 셀레콕시브는 아스피린과 통증 억제 메커니즘은 같지만, 작용 범위는 제한적이다.
- ② 이브프로펜의 임상 작용은 아스피린의 경우와 같이 세포의 종류에 따라 다르게 나타난다.
- ③ 이브프로펜은 가역적으로 작용하기 때문에 아스피린보다 위 점막 손상과 혈액 응고 억제 작용이 작다.
- ④ 아스피린은 저용량에서는 진통 작용과 혈액 응고 억제 작용을 보이지만 고용량에서는 혈액 응고 억제 작용만 보인다.
- ⑤ 로페콕시브는 트롬복산에 의한 혈액 응고 작용에는 영향이 없고, 프로스타글란딘에 의한 혈액 응고 억제 작용만을 차단하여 혈액 응고를 촉진한다.

16. 위 글을 고려할 때, 다음 진료 기록부의 환자에 대한 의사의 조치로 적절하지 않은 것은?

진료 기록부	
성명	○○○ (남/40세)
진단/의증	뇌하수체 종양(양성 선종)
과거 병력	5년 전 동맥 경화와 고혈압 진단 2년 전 류머티즘성 관절염 진단 - 현재 5년째 아스피린, 아테노롤(고혈압 치료제), 2년째 셀레콕시브 복용 중
주 증상	양안 외측 시야 결손
치료 계획	수술에 의한 종양 적출

- ① COX 억제제가 중복 처방되었으니 수술 후 처방에서 셀레콕시브를 뺀다.
- ② 동맥 경화의 합병증을 예방하기 위하여 수술 후 아스피린을 다시 처방한다.
- ③ 오랜 기간 아스피린을 복용하였으니 위장 계통 검사의 필요성을 알려 준다.
- ④ 혈액 검사 결과, 지혈 작용이 회복되지 않으면 수술 전 혈소판 수혈도 고려한다.
- ⑤ 수술 시 출혈에 의한 합병증을 줄이기 위해 수술 전 아스피린 복용을 중지시킨다.

◆ 11 PEET(예비) 언어추론 10~12번

[10~12] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

세균은 염색체에 유전 물질인 DNA의 형태로 자신의 유전 정보를 대부분 보관한다. 효소 등 생명 활동에 필요한 단백질은 DNA로부터 해당 정보를 넘겨받는 곳이자 세포 내 유일한 단백질 합성 기관인 리보솜에서 생성된다. 생명 유지에 필수적인 단백질들은 일정량씩 항상 유지되는 반면 긴급 상황에 대처하는 데 필요한 단백질은 신속하게 다량 합성되기도 한다.

세균성 질병에 효과적인 치료약인 항생 물질은 곰팡이, 토양 세균 등에서 발견되면서부터 본격적으로 개발되었다. 항생 물질은 세균의 세포막, 세포벽 또는 세포 내 여러 물질과 결합함으로써 DNA 복제나 각종 효소의 활성을 저해하는 등 다양한 작용을 통해 세균을 죽이거나 발육을 저지한다. 그런데 항생 물질들이 널리 사용되면서 항생 물질에 내성을 가진 세균들이 나타나기 시작했다. 그리고 내성 세균의 비율이 크게 높아진 것은 인간의 항생 물질 오남용에 따라 내성 세균이 선택된 결과이다.

내성이 발현되는 방법에는 여러 가지가 있다. 세균은 세포막을

통해 각종 물질들을 흡수하고 불필요한 물질들은 배출하는 생체 활동을 하는데, 항생 물질은 세포막에 있는 특정 수송체를 이용해 세균 내부로 침투하여 작용한다. 어떤 내성 세균은 해당 수송체의 작동을 부분적으로 방해하여 항생 물질이 쉽게 흡수되지 못하도록 함으로써 생존력을 증가시킨다. 그러나 이런 능력은 고용량의 항생 물질 사용으로 무력화된다. 침투한 항생 물질을 에너지를 사용하여 세포 밖으로 빠르게 배출하는 내성 세균도 있는데, 이런 내성 세균은 고용량의 항생 물질에 노출되어도 살아남을 수 있다.

한편 항생 물질을 화학적으로 변형하거나 파괴하는 효소를 생성하여 내성을 보이는 세균도 있다. 이런 효소들은 특정 항생 물질에 대해 선택적으로 작용한다. 그런데 이런 방식의 내성은 유인 물질의 동시 사용에 의해 무력화될 수 있다. 즉, 내성 세균의 효소가 유인 물질을 항생 물질로 오인하여 그것을 주로 상대하는 사이에 진짜 항생 물질의 작용에 노출된 세균은 사멸되는 것이다.

또 다른 내성의 형태는 세균이 항생 물질의 표적이 되는 자신의 효소나 세포의 여러 부위를 변화시켜 항생 물질의 작용을 무력화하는 것이다. 표적이 되는 효소의 구조 일부를 변화시켜 항생 물질에 대한 반응성을 없애거나, 리보솜의 일부 구조를 변형함으로써 단백질 생산 능력은 그대로 유지하면서도 항생 물질과 결합하는 부위만 없애 생명 활동을 지속하는 것이 이런 예가 된다. 한편 세균은 표적 효소를 변형하는 대신 그 유사 단백질을 다량으로 만들어 내어 항생 물질과 대신 결합하게 함으로써 고용량의 항생 물질에 노출되어도 생존에 중요한 효소들을 보호하기도 한다.

세균들 사이에서 내성과 관련된 유전자가 전달됨으로써 내성이 전파되기도 한다. 세균은 염색체와는 별도로 플라스미드라는 작은 고리형 DNA에 유전자를 추가로 가지기도 한다. 이 플라스미드를 복제하여 전달하는 것이 내성 유전자 전달의 주요 방법이다. 페니실린 내성 세균 B1과 세팔로스포린 내성 세균 B2를 예로 들어 이 과정을 살펴보도록 한다. 우선 B1은 내성 유전자가 포함된 플라스미드 전달을 위하여 ㉠ 플라스미드 복제본을 만들고, 접합용 ㉡ ‘선모(線毛)’를 구성하는 단백질을 다량 합성한다. 선모가 완성되면 B2와 ㉢ 접합부를 형성하여 B1이 준비한 플라스미드 복제본이 B2 내부로 전달된다. 이 경우, B2는 두 항생 물질에 대한 내성 유전자가 포함된 플라스미드를 둘 다 가지게 되는데, 이 두 플라스미드가 하나로 결합되기도 한다. 즉, 둘 중 하나에서 내성 유전자에 해당되는 ㉣ DNA 조각이 분리되고, 다른 쪽 플라스미드의 적절한 부분에서도 고리가 열려, 열린 한쪽 부분에 미리 준비된 ㉤ DNA 조각이 연결된다. 다른 쪽 끝도 연결되어 다시 고리 모양이 되면 두 항생 물질에 대한 ㉥ 복합 내성을 지닌 플라스미드가 완성된다. 이 플라스미드는 다시 복제되어 또 다른 세균에게 전달될 수 있다.

내성 전파에 환경이 중요한 역할을 할 수 있다. 사용된 항생 물질 일부는 분해되어 제거되기 전까지는 그 활성을 유지한 채로 주위 환경에 잔류하며, 이 잔류 약물은 내성 세균들을 선별하는 역할을 한다. 항생 물질이 오남용되는 환경, 실험실 환경, 감염 조직 등에서는 플라스미드 교환이 비교적 쉽게 이루어지기 때문에, 항생 물질 내성 정보가 세균들 사이에 쉽게 퍼지게 된다. 이러한 현상이 지속될 경우 여러 항생 물질에 모두 저항하는 복합 약물 내성 세균이 출현할 가능성은 더욱 커질 것이다.

10. 세균이 항생 물질에 저항하는 방법이 아닌 것은?

- ① 항생 물질이 작용하는 세포 부위의 구조를 변경한다.
- ② 항생 물질의 화학 구조에 변화를 가져오는 효소를 발현한다.
- ③ 항생 물질이 결합되는 효소 단백질의 일부 구조를 변화시킨다.
- ④ 항생 물질의 유입량보다 배출량이 더 큰 세포막 수송계를 이용한다.
- ⑤ 항생 물질이 결합되는 리보솜을 변형하여 그 항생 물질을 분해한다.

11. 리보솜의 기능을 억제하는 어떤 항생 물질이 있다고 할 때, ㉠의 형성 과정 중 이 항생 물질이 직접 차단하는 단계를 ㉡~㉤에서 고른 것은?

- ① ㉡ ② ㉢ ③ ㉣ ④ ㉤ ⑤ ㉥

12. 다음의 상황에서 X의 증식을 억제하는 방법으로 가장 적절한 것은?

세균 X는 효소 E1과 E2를 순서대로 사용하여 생명 활동에 필수적인 물질을 생성하는 것으로 알려져 있다. 항생 물질 A1~A3을 시험관의 X에 시험하였을 때 아래와 같이 관찰되었다.

- A1 { X에서 분리된 E1을 A1과 혼합하면 서로 강하게 결합함.
X는 에너지를 사용하여 A1을 세포 밖으로 빠르게 배출함.
- A2 { X에서 분리된 E2와 A2를 혼합하면 서로 강하게 결합함.
X는 E2와 유사한 구조의 단백질 P를 다량 생성하며 A2와 P는 서로 강하게 결합함.
- A3 { X의 세포 내부에 A3을 주입하면 리보솜과 A3은 서로 강하게 결합함.
X는 A3이 자신의 세포막을 통해서 쉽게 흡수되지 않도록 함.

- ① 고용량의 A1과 일반 용량의 A2를 함께 사용
- ② 일반 용량의 A1과 고용량의 A2를 함께 사용
- ③ 고용량의 A1과 일반 용량의 A3을 함께 사용
- ④ 고용량의 A2와 일반 용량의 A3을 함께 사용
- ⑤ 일반 용량의 A2와 고용량의 A3을 함께 사용