

[8~11] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

세포가 분열하는 동안 ㉠진행되는 여러 단계를 세포 주기라고 한다. 생명체는 하나의 세포에서 분열을 거듭하여 성장하지만 세포가 정상적인 분열 주기에서 벗어나면 종양이 생성될 수 있다. 대부분의 종양은 세포 내의 유전자 변이에 의해 생성된다.

세포 분열을 ㉡유도하는 단백질을 형성하는, 세포 분열 촉진 유전자에서 돌연변이가 발생하면 종양이 유발되므로 이 유전자를 ㉢종양 유전자라고 한다. 세포 분열을 유도하는 Ras 단백질은 G 단백질과 결합하면 활성화되지 않은 상태로 존재한다. 세포 외부에서 세포 분열의 신호가 전달되면 G 단백질에 인산화가 일어나는데, 이로 인해 Ras 단백질은 G 단백질과 분리되어 활성화 상태가 된다. 활성화된 Ras 단백질은 세포핵으로 신호를 전달하여 세포 분열을 유도한다. 하지만 Ras 단백질을 형성하는 유전자에 돌연변이가 일어나면 Ras 단백질이 항상 활성화 상태가 되어 종양이 생성된다.

또한 어떤 단백질은 종양의 생성을 억제하는 기능을 하는데, 이러한 단백질을 형성하는 유전자에 돌연변이가 발생해도 종양이 생성된다. 가령 세포 분열 촉진 유전자는 종양 생성을 억제하는 기능을 지닌 Rb 단백질로부터 통제를 받는다. Rb 단백질이 전사 인자인 E2F와 결합되어 있으면 E2F의 활성화를 막아 세포 분열 촉진 유전자의 발현이 억제된다. 하지만 조절 단백질인 CDK 효소에 의해 Rb 단백질이 인산화되면 E2F가 분리되는데, 그 결과 E2F가 활성화되어 세포 분열 촉진 유전자가 발현된다. 따라서 세포가 비정상적인 분열을 할 경우 Rb 단백질이 세포 분열 촉진 유전자의 발현을 막아야 한다. Rb 단백질을 형성하는 Rb 유전자는 ㉣종양 억제 유전자라고 불리는데, 이 유전자에 돌연변이가 생기면 통제 기능이 마비되어 세포 분열 촉진 유전자가 무한정 발현된다. 한편, 또 다른 종양 억제 유전자인 p53 유전자는 CDK 효소의 비정상적 기능을 유발하는 p21 유전자를 억제하여 세포의 과도한 분열을 막는다.

생명체는 같은 기능을 하는 유전자를 두 벌씩 갖고 있는 세포인 이배체 세포로 ㉤구성되어 있는데, 종양 유전자의 경우에는 두 벌 중 한 벌의 돌연변이만으로도 세포가 정상적인 기능을 ㉥상실하는 우성형 돌연변이가 일어난다. 반면 종양 억제 유전자의 경우에는 유전자 두 벌 중 하나에 돌연변이가 생기더라도 나머지 하나가 정상이면 여전히 세포는 정상적으로 기능하므로 열성형 돌연변이가 일어난다. 이와 관련하여 망막모세포종 환자의 경우에 대부분 어린 나이에 종양이 발생하고, 어른이 되고 나서 발병한 경우는 드물다는 점이 주목되었다. 어린 종양 환자는 태어나기 전에 이미 유전자 한 벌에 돌연변이가 일어났으며 다른 한 벌도 불안정한 상태로 태어나 이른 시기에 추가로 돌연변이가 일어났기 때문으로 해석되었다. 반면 어른 종양 환자가 적은 것은 같은 위치의 유전자 두 벌 모두에서 돌연변이가 일어날 확률이 매우 ㉦희박하기 때문인 것으로 해석되었다.

8. 밑줄에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

- ① p53 유전자와 p21 유전자는 세포 분열에 상반된 작용을 한다.
- ② Ras 단백질이 항상 활성화 상태이면 비정상적 세포 분열이 나타난다.
- ③ 망막모세포종은 종양 유전자에 돌연변이가 생긴 것이다.
- ④ G 단백질이 인산화되면 Ras 단백질이 활성화 상태가 된다.
- ⑤ 이배체 세포는 동일한 기능의 유전자를 두 벌씩 갖고 있다.

9. ㉠, ㉡에 대한 이해로 가장 적절한 것은?

- ① ㉠에는 Ras 단백질을 형성하는 유전자가 있으며, ㉡에는 p53 유전자를 억제하는 단백질을 형성하는 유전자가 있다.
- ② ㉠은 ㉡과 달리, 특정 유전자의 한 벌에만 돌연변이가 일어나는 경우에는 정상적으로 관련 단백질을 형성한다.
- ③ ㉡은 ㉠과 달리, 세포 분열 촉진 유전자의 발현을 통제하는 단백질을 형성하는 기능을 한다.
- ④ ㉡은 ㉠과 달리, 돌연변이가 발생할 경우에 세포가 정상적인 세포 주기에서 벗어나 지속적으로 분열되는 상태에 있게 한다.
- ⑤ ㉠과 ㉡은 모두, 세포 분열을 유도하는 단백질을 형성하는 유전자에 해당한다.

10. 밑글을 바탕으로 <보기>를 이해할 때 ㉦, ㉧에 들어갈 말로 가장 적절한 것은? [3점]

<보 기>

인간 유두종 바이러스(HPV)는 수천 개의 염기로 구성된 DNA를 유전 물질로 가지며, 그중 E6 유전자와 E7 유전자는 종양 생성을 유도할 수 있다. E6 유전자는 p53 유전자와 결합하여 기능을 저해시키고, E7 유전자는 Rb 유전자가 형성한 단백질과 결합하여 그 활성을 방해한다. 따라서 HPV의 (㉦) 유전자로 인해 (㉧) 종양이 발생한다고 할 수 있다.

	㉦	㉧
①	E6	세포 분열 유도 단백질이 항상 인산화되어
②	E6	조절 단백질이 비정상적으로 작동하여
③	E7	E2F의 비활성 상태가 오래 지속되어
④	E7	전사 인자와 Rb 단백질의 결합이 유지되어
⑤	E7	세포 분열 촉진 유전자가 발현되지 못해

11. 문맥상 ㉠~㉥와 바꾸어 쓰기에 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠: 거치는 ② ㉡: 갖추는
- ③ ㉢: 이루어져 ④ ㉣: 잃는
- ⑤ ㉤: 드물기