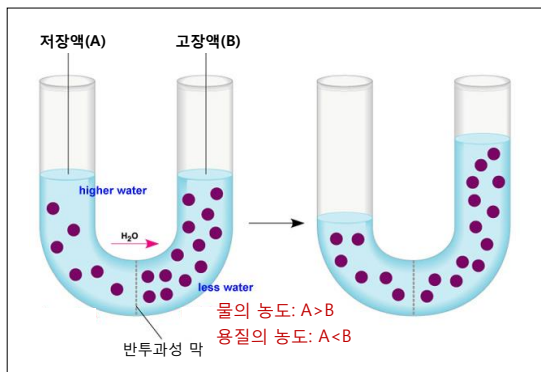


확산과 삼투의 차이점을 말하고, 생명체에서 확산과 삼투의 현상을 예를 들어 설명하시오.

확산: 자연계에서 물질은 고농도에서 저농도로 이동한다. 즉 농도차에 순응하여, 어떠한 에너지원의 도움 없이 물질이 자발적으로 이동하는데 이를 확산이라 정의한다. 인체 내에서 체액을 통한 물질의 이동이나, 세포막을 경계로 용질이 농도차에 순응하여 이동하는 현상이 이러한 예에 해당한다. 확산의 결과, 물질의 농도차가 없어지고 두 지점의 농도가 같아지는 **평형 상태**에 도달한다.

삼투: 반투과성막(예: 세포막)을 사이에 두고 용매(물)에 녹아있는 용질의 농도차가 있을 경우, 양쪽 용질의 농도가 같아질 때까지 용매인 물이 이동하는 현상을 삼투라고 정의한다. 이러한 현상은 세포와 주변환경 사이 물 분자 이동에서 쉽게 발견할 수 있다. 예를 들어 동물세포가 저장액 환경에 놓일 때, 물 분자가 세포 내로 이동하여 세포가 팽창하거나, 심할 경우 용혈 현상이 일어나며 반대로 고장액에 있을 때에는 세포가 수축하는 현상이 나타난다.

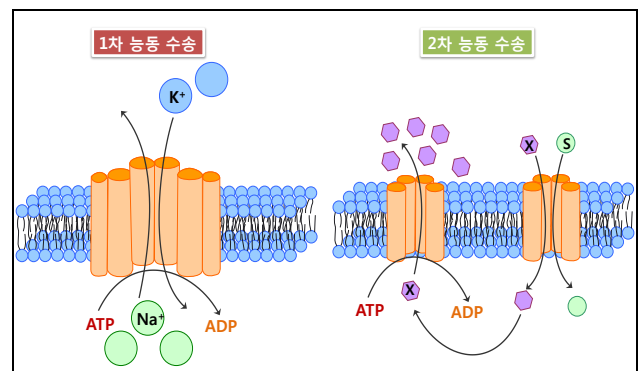


능동 수송이란 무엇이며, 생물체에서 일어나는 능동 수송의 구체적인 예를 들어 설명하시오.

능동 수송(active transport)은 능동 운반이라고도 하며 세포가 물질의 농도차를 극복하여(농도차를 역행하여) 물질을 운반하는 과정이다. 즉, 세포막을 경계로 물질을 저농도(세포 외부 환경)에서 고농도(세포 내)로 이동하게 한다. 또한, 능동 수송은 세포가 생명 현상을 유지하는데 필요한 물질들(예: 이온, 당, 아미노산 등)의 농도를 일정하게 유지(항상성)하기 위한 현상이라 할 수 있다. 예를 들어 사람의 소장에서 포도당을 체내로 흡수하는 경우나, 식물이 뿌리털에서 무기염류를 흡수하는 활동 등이다. 해당 물질의 능동수송에는 특정한 세포막 단백질에 의해 이루어지며 확산에 역행하는 현상이므로 에너지를 필요로 한다. 세포는 주로 ATP나 수소 이온(H^+), Na^+ 등의 농도차를 에너지원으로 사용한다. 능동 수송은 에너지원이 사용되는 형태에 따라 1차 능동수송과 2차 능동 수송으로 나눌 수 있다.

1차 능동 수송: ATP를 가수분해하여 얻은 에너지를 직접 사용하여 물질을 농도차에 역행, 이동시키는 방식이며 세포에서 Na^+-K^+ 펌프에 의한 이온교환이 대표적인 예에 해당한다.

2차 능동 수송: ATP 에너지를 이용하여 특정 물질(X)의 농도차를 만든 다음, 세포막을 사이에 두고 X의 농도차가 해소될 때, 즉 농도차가 같아지려는 힘을 이용하여 원하는 물질(S)을 이동시키는 방식이다.



식물과 동물은 세포→조직→(조직계, 식물)→기관→(기관계, 동물)→개체 등의 구성 단계로 이루어진다. 이들 단계를 각각 구체적 예를 들어 설명하시오.

구성 단계	동물	식물
세포	세포막, 핵, 미토콘드리아, 소포체, 골지체 등	세포벽, 세포막, 핵, 미토콘드리아, 소포체, 골지체, 엽록체, 액포 등
조직	상피조직, 근육조직, 신경조직, 결합조직 등	분열조직: 성장점, 형성층 영구조직: 표피조직, 유조직, 기계조직, 통도조직
조직계 (식물)		표피조직계: 표피조직, 공변세포 기본조직계: 유조직, 기계조직 관다발조직계: 물관, 체관, 형성층
기관	위, 장, 간, 심장, 콩팥 등	영양기관: 잎, 줄기, 뿌리 생식기관: 꽃, 열매
기관계 (동물)	소화기, 호흡기, 순환기, 배설기, 생식기 등	
개체	인간	식물

단백질의 1차, 2차, 3차, 4차 구조 각각의 정의와 특징, 구체적 예에 대하여 서술하시오.

단백질은 20여종의 서로 다른 아미노산이 사슬 형태로 연결된 고분자(폴리펩타이드, polypeptide)를 의미하며 사슬을 만들 때, 하나의 아미노산에 있는 카복시기가 다른 아미노산의 아민기와 공유결합을 이뤄 펩타이드 결합(peptide bond, -CONH-)을 만든다. 단백질은 세포 내에서 만들어진 후, 접힘 과정을 거쳐 특정 구조를 갖게 되고 각각의 역할을 수행하는데 이러한 구조는 단계에 따라 1, 2, 3, 4차 구조로 나눌 수 있다.

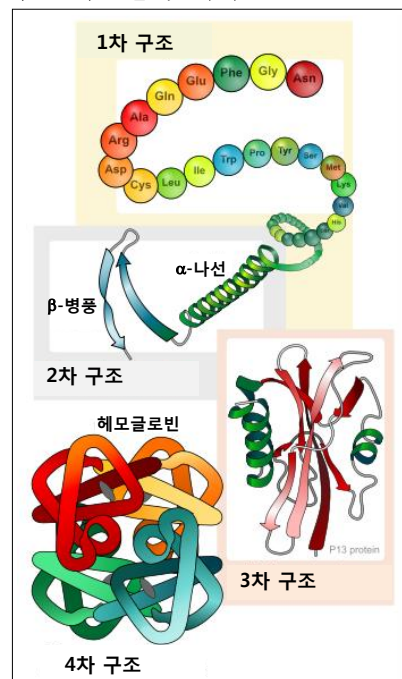
1차 구조: 단백질의 1차 구조는 아미노산이 길게 늘어선 직선구조, 즉 아미노산의 단순한 서열을 의미한다.

2차 구조: 2차 구조는 단백질의 3차원적 구조

내부에 존재하는 단백질의 부분적 접힘이라 할 수 있다. 2차 구조의 대표적인 예는 α -나선 구조, β -병풍 구조 등이 있다. α -나선 구조는 아미노산 서열이 나선 형태로 꼬인 구조를 의미하며 β -병풍 구조는 평판 형태의 병풍 구조를 나타낸다. α -나선이나 β -병풍 등의 특정 구조를 갖지 않을 경우, 부정형 구조로 분류하며 이 또한 2차 구조에 해당한다.

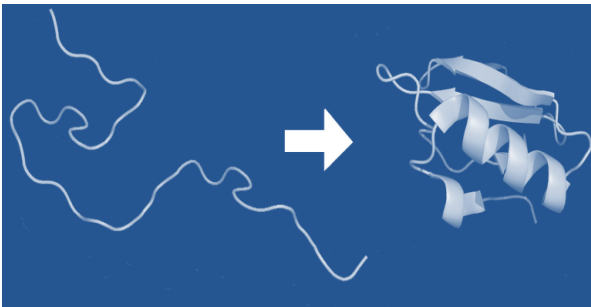
3차 구조: 전체 폴리펩타이드의 3차원적인 입체 구조를 의미하며 2차 구조의 단위들이 모여 만들어진다. 3차 구조부터 단백질의 고유 기능이 나타난다.

4차 구조: 두 개 이상의 폴리펩타이드들이 모여서 이루는 복합체(complex)로서의 구조를 의미하며 4개의 폴리펩타이드가 연합한 헤모글로빈을 예로 들 수 있다. 만일 하나의 폴리펩타이드가 단백질로서 역할을 수행할 경우, 4차 구조를 이루지 않기도 한다. 그림은 1, 2, 3, 4차 구조를 서로 비교한 것이다.



단백질이 합성된 후, 3차원적인 입체 구조로 접히는 이유는 무엇인가?

단백질은 3차원적 입체 구조를 갖춘 후에야 비로소 고유의 기능을 나타낼 수 있다. 단백질의 기능은 대부분 세포 내 다른 분자들과의 상호작용에 의해 나타나는데, 단백질과 단백질, 단백질과 핵산, 단백질과 지질, 단백질과 리간드(ligand), 또는 단백질로 구성된 효소의 경우, 효소와 기질과의 상호작용(interaction, 또는 결합)을 예로 들 수 있다. 이러한 결합을 통해 정보 교환과 신호 전달, 물질 이동과 화학 반응, 물질대사 등이 일어날 수 있다. 단백질과 분자와의 상호작용이 가능하기 위해서는 생체 분자와의 결합에 필요한 단백질 내 특정 영역(부위)의 정교한 입체 구조가 필요하며 이 결합 부위 구조를 유지하기 위해 나머지 단백질 영역의 3차 구조 또한 필요하다.



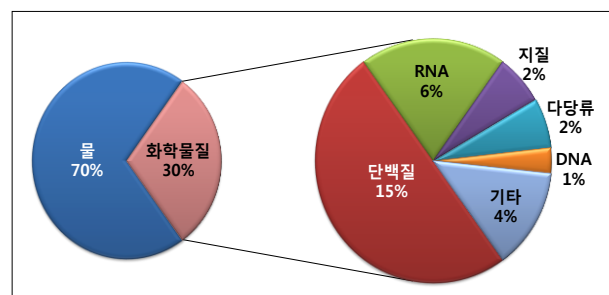
단백질은 다른 영양소보다도 생명체의 생명 활동 유지에 훨씬 중요한 의미를 가진다. 그 이유는 무엇인가?

영양소: 생명을 유지하는데 필요한 물질을 합성하거나 에너지를 얻기 위해 원료가 되는 물질을 흡수하는데, 이러한 물질을 영양소라 한다. 인체에 있어서 탄수화물, 지방, 단백질이 가장 중요한 원료물질이며 이를 3대 영양소라고 한다.

탄수화물: 에너지를 만드는데 쓰이는 대표적인 영양소이다. 소화과정을 통해 포도당과 같은 단당류로 분해되고 호흡 과정을 거쳐 에너지(4 kcal/g)를 생산한다. 인체를 구성하는 재료로서의 역할은 미미하며 여분의 탄수화물은 글리코젠이나 지방의 형태로 저장된다.

지방: 1g 당 가장 많은 에너지(약 9 kcal)를 만들어낸다. 피부 아래층에 쌓여 체온을 유지하기도 하고 인지질, 스펡고리피드, 콜레스테롤, 지방산 등은 세포막을 구성하거나 호르몬 전구체로 사용된다.

단백질: 1g 당 4 kcal의 에너지를 생산할 수 있다. 체내로 들어온 단백질은 소화 기관을 거치면서 아미노산으로 분해되는데, 아미노산은 다시 산화되어 에너지를 만들거나 체내 필요한 다른 단백질 합성의 재료로 쓰인다. 그러나 단백질은 에너지원보다는 인체의 구성 성분으로 많이 사용된다. 예로서 단백질성 호르몬, 항체, 효소, 머리카락, 손톱, 근육 등은 모두 단백질 성분으로 구성되어 있으며 인체의 구성 성분 중 약 15%를 무게비로 차지한다. 기능적으로 생명체 내에서 일어나는 거의 모든 물질대사와 화학 반응 등이 단백질에 의해 일어나기 때문에 대부분의 생명 활동은 단백질에 전적으로 의존한다고 할 수 있다.



면역에서 체액성 면역과 세포성 면역에 대하여 설명하시오.

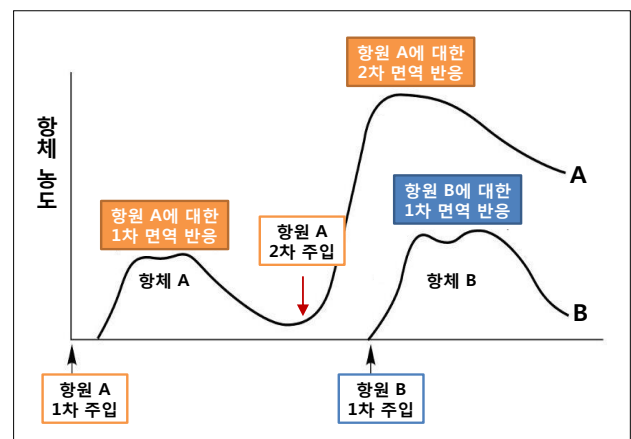
면역 반응은 크게 B 세포(또는 B 림프구)에 의한 체액성 면역과 T 세포(T 림프구)에 의한 세포성(세포 매개성) 면역으로 나눌 수 있다.

체액성 면역(humoral immune response): 이것은 B 세포가 체내에 들어온 항원에 특이적인 항체를 만들어내는 면역 과정이다. 항체에 의해 항원-항체 결합체가 만들어져 항원을 무력화시키거나 보체 단백질의 도움을 받아 항원을 제거한다. 이 과정은 먼저 체내에 들어온 항원을 **대식 세포**와 같은 **항원 제공 세포**가 그 항원을 가공하여 보조 T 세포에 제공한다. 이를 통해 활성화된 보조 T 세포는 인터루킨 등의 수용성 신호 전달 물질(사이토카인, cytokine)을 분비하여 B 세포를 활성화한다. 활성화된 B 세포는 형질 세포로 전환되며 항원에 특이적으로 결합할 수 있는 항체를 다량 생성, 분비한다. 이 면역 반응의 특징은 항원에 대한 기억력이 있다는 점이다. 즉, 항원에 대한 항체가 일단 만들어진 후, 같은 항원이 체내에 다시 들어오면 기억 B 세포가 처음보다 훨씬 빠르게 항체를 만들어 강력한 면역 반응을 나타낸다.

세포성 면역(cellular immune response): 주로 T 세포에 의해 수행되며 세포 독성 T 세포가 대표적이다. 이 반응은 체액성 면역 반응과 달리, 항체를 만들지 않고 직접 세포 독성 T 세포가 항원에 감염된 세포를 죽임으로써 항원을 무력화시킨다. 체액성 면역 반응은 항원이 세포 외부에 노출되어 여러 면역세포들과 직접 접촉해 항체 생성이 가능한데 반해, 세포성 면역 반응은 항원이 세포 내부로 침투하여(예: 세균이나 바이러스) 면역 세포에 노출될 수 없는 경우에 대한 방어 수단이다. 예를 들어 바이러스는 살아있는 세포를 숙주로 하여 세포 내부에 침투, 증식하는데 체액성 면역 반응에 의해서는 이러한 바이러스를 제거할 수 없기 때문에 세포성 면역에 의해 감염된 세포를 죽임으로써 그 속의 바이러스도 함께 무력화할 수 있다.

예방 주사의 원리는 무엇인가?

예방 주사는 백신(vaccine)의 원리를 이용한 것이다. 백신이란 균, 바이러스 등 체내에서 질병을 일으킬 수 있는 원인 물질(병원체)을 약독화(병원체의 독성을 약화, 생백신이라 함) 또는 사멸화(열이나 화학 약품으로 비활성화시킨 것, 비활성화 백신 또는 사백신이라 함)한 것을 말한다. 약독화 생백신이나 비활성화 백신을 주입하면 체내에서 체액성 면역 반응이 일어난다. 즉, 백신이 항원으로 작용하여 B 세포를 활성화시켜 백신에 대한 항체가 만들어진다. 이러한 과정을 항원(병원체)의 1차 침입이라 하며 체내에서 항체가 생성되기까지는 약 2주 이상의 시간이 필요하다(이를 잠복기라고 함). 이렇게 활성화된 B 세포 중, 일부는 **기억 B 세포(memory B cell)**로 분화되어 1차 침입 항원에 대한 정보를 기억하게 된다. 만일 동일한 항원이 다시 체내에 들어오면(2차 침입) 기억 B 세포가 항체를 생성하는 형질 세포로 빠르게 분화하여 침입한 항원에 대한 항체를 다량 생성하여 항원을 제거할 수 있으며 이러한 원리 때문에 병원체로 인한 질병을 예방할 수 있다. 즉, 백신(예방 주사)은 항원에 대한 면역 세포의 기억 원리를 이용한 것이다.



콩팥에 의한 삼투압 조절 작용에 관하여 서술하시오.

콩팥과 체액: 인체 내 수분의 함량은 체중의 50~70%로 가장 많은 부분을 차지하며 각종 전해질 및 유기물들로 구성되어 체액을 이루고 있다. 체액을 다시 세포 내액과 세포 외액으로 나누는데 세포 내액은 세포막을 경계로 세포 내 존재하는 액체이며 세포 외액은 세포를 둘러싸고 있는 액체로서 간질액과 혈장으로 구분된다. 간질액(또는 조직액)은 세포와 세포 사이에서 세포를 직접 둘러 싸고 있는 액체이며 혈장은 혈액 내 혈구를 제외한 혈액성분이다. 원활한 생명 활동을 유지하기 위해서는 체액의 삼투압이 정교하게 유지, 조절되어야 하는데 이러한 조절 작용에는 콩팥이 중요한 역할을 담당하며 작용원리는 다음과 같다.

1) **삼투압이 높을 경우(수분 부족, 염분 과다)**

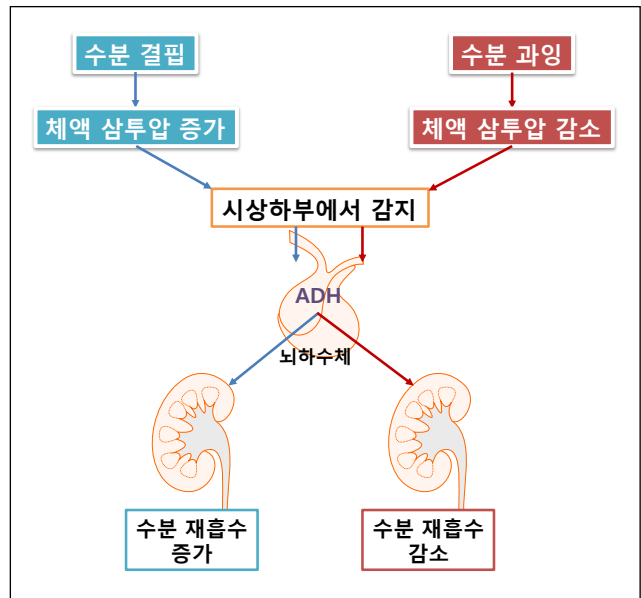
- ① 시상하부 자극→(뇌하수체 후엽)항이뇨 호르몬(ADH) 분비→신장에서 수분 재흡수 촉진→체액의 수분량 증가, 오줌으로 배설되는 물의 양 감소→체액 수분량 증가
- ② 시상하부 자극→(뇌하수체 전엽)부신 피질 호르몬(ACTH) 분비 억제→부신 피질에서 무기질 코르티코이드 분비 감소→신장 세뇨관의 Na^+ 재흡수 감소→혈액의 Na^+ 농도 감소→체액의 염분량 감소

2) **삼투압이 낮을 경우(수분 과다, 염분 부족)**

- ① 시상하부 자극→(뇌하수체 후엽)항이뇨 호르몬(ADH) 분비 감소→신장에서 수분 재흡수 억제→체액의 수분량 감소, 오줌의 양 증가→체액 수분량 감소
- ② 시상하부 자극→(뇌하수체 전엽)부신피질 호르몬 분비 촉진→부신 피질에서 무기질 코르티코이드 분비 증가→신장 세뇨관의 Na^+ 흡수 촉진→혈액의 Na^+ 농도 증가→체액의 염분량 증가

우리가 물을 많이 마시거나 적게 마셔도 체액의 농도는 일정하게 유지된다. 그 이유를 호르몬 작용으로 설명하시오.

항이뇨 호르몬(ADH: antidiuretic hormone 또는 바소프레신이라고 함)은 뇌하수체 후엽에서 분비되는 호르몬으로 콩팥에서 물의 재흡수를 촉진하여 오줌량을 줄이고 모세 혈관벽의 근육을 수축시켜 혈압을 높이는 작용을 한다. ADH는 체액 중의 수분량을 조절하여 전체적으로 삼투압을 조절하는데, 체액의 삼투압이 높을 때는 뇌하수체에서 ADH 분비가 증가하여 신장에서 물의 재흡수가 촉진되고 반대로 체액의 삼투압이 낮을 때는 뇌하수체에서 ADH 분비가 감소하여 콩팥에서 물의 재흡수가 억제된다. 그 결과 오줌으로 배출되는 물의 양이 증가하여 체내 수분량이 줄어들고 삼투압이 증가한다.

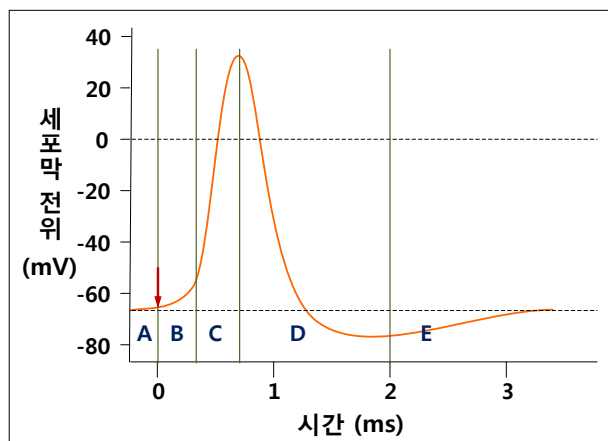


신경에 자극을 주었을 때 활동 전위가 발생하는 과정과 흥분의 전도에 대하여 설명하시오.

휴지 전위: 감각 기관과 중추 신경계, 중추 신경계와 운동 기관 사이의 자극 전달은 신경 섬유의 전기 화학적 전도에 의해 이루어진다. 자극이 없는 휴지 상태일 때 신경 섬유의 내부는 세포 외액에 대해 전기적으로 음(-)으로 하전되어 있으며 세포막을 경계로 휴지 상태의 전위차(휴지 전위)는 약 -70mV 이다. 이러한 상태를 분극(polarization)이라고 하며 세포막 전위차를 유지하기 위해서는 세포막 단백질인 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프, Na^+ -통로, K^+ -통로 등이 중요한 역할을 담당한다. 휴지기 상태에서는 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프가 작동하여 3개의 Na^+ 이온을 세포 밖으로, 2개의 K^+ 이온을 세포 안으로 이동시키며 Na^+ -통로 단백질, K^+ -통로 단백질 등은 닫혀있게 된다.

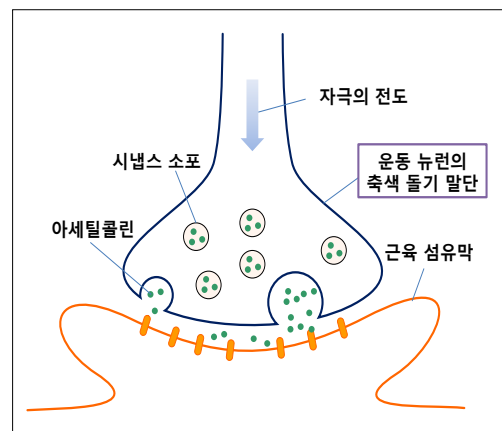
활동 전위: 신경 세포에 자극이 전달되면 Na^+ -통로가 열려 세포 밖의 Na^+ 이온이 세포 안으로 들어와 막전위가 증가하는데 이러한 현상을 탈분극(depolarization)이라 한다. 자극의 크기가 작으면 휴지막 전위는 -70mV 로 회복되나 막전위가 -55mV 에 도달하는 역치 이상의 자극에서는 막전위는 순간적으로 $+35\text{mV}$ 가 되는 역전위 현상을 보인다. 역전위는 이웃한 이온 통로 등에 같은 현상을 일으켜 연속적으로 신경 줄기를 따라 자극이 전달된다. 이와 같이 자극에 의한 신경 세포의 전위 변화를 **활동 전위**라 한다.

재분극: 활동 전위 생성 이후, 자극에 적응하여 이전의 휴지막 전위로 회복되는데 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프가 계속적으로 작동하는 상태에서 Na^+ -통로가 닫히고 K^+ -통로가 열려 K^+ 이온이 세포 밖으로 유출되기 때문이다. 그러나 다시 모은 이온 통로가 닫히고 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프에 의해 자극 이전의 휴지기 상태로 돌아간다.



시냅스에서 흥분의 전달 과정을 설명하고, 자극의 전달이 한 쪽 방향으로만 가는 이유를 설명하시오.

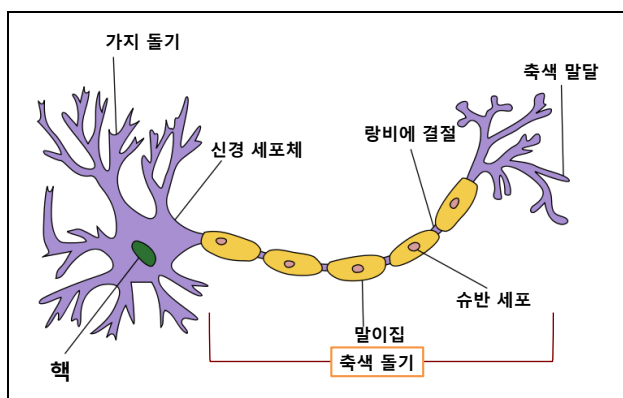
시냅스(synapse)는 하나의 신경 세포에서 생성된 신경 자극이 다른 신경 세포로 전달될 수 있도록 특수하게 분화된 구조를 말한다. 시냅스에는 전기적 시냅스와 화학적 시냅스, 두 종류가 있는데 포유류의 신경계에 있는 대부분은 화학적 시냅스이다. 화학적 시냅스는 **신경 전달 물질**이라는 화학적 물질(예: 아세틸콜린)을 통해 신경 자극을 신경 세포 사이에 전달하는 구조이다. 신경 세포 사이에는 약 $20\sim 30\text{ nm}$ 의 간격이 있으며 이를 시냅스 간극이라고 한다. 신경 전달 물질은 시냅스 소포(synaptic vesicle)에 둘러싸여 있다가 전기적 신호 자극에 의해 신경 세포 말단으로 이동하고 세포막과 융합하여 유리(방출)된다. 따라서 시냅스를 통한 자극의 전달이 한쪽 방향으로만 이루어지는 것이다. 간극으로 분비된 신경 전달 물질은 다음 신경 세포의 세포막에 있는 수용체와 결합한다. 이 수용체-신경 전달 물질 복합체에 의해 시냅스 이후 신경 세포의 이온 통로가 열리며 탈분극 현상이 일어나 신경 자극이 연속적으로 전달된다.



말이집 신경(유수 신경)이 민말이집 신경(무수 신경)보다 자극의 전도 속도가 빠른 이유는 무엇인가?

신경 세포의 구조: 신경 세포는 신경 세포체, 가지 돌기, 축삭 돌기(또는, 축삭 돌기), 축삭 말단 등으로 구성되어 있다. 수상 돌기는 수많은 가지로 뻗어나가 있는 형태이며 주로 세포가 신호를 받아들이는 부분이다. 축삭(축삭)은 세포체로부터 길게 뻗어나가는 부분으로 가지 돌기와 세포체를 거쳐 전달된 신호를 다른 신경 세포나 일반 세포에 전달하는 부분이다.

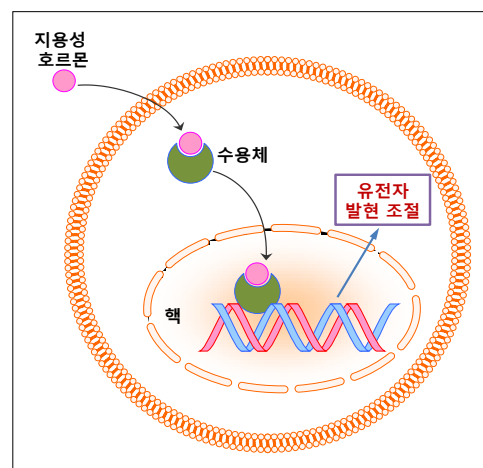
말이집 신경(유수 신경)과 민말이집 신경(무수 신경): 어떤 신경 세포에서는 축삭 돌기 부분을 슈반(Schwann) 세포의 세포막이 여러 겹 감싸고 있는 것을 볼 수 있는데 이를 **말이집(myelin sheet, 수초라고도 함)**이라고 하며 지질의 일종인 미엘린이 주성분이다. 슈반(쉬반) 세포들 사이에는 말이집이 없이 노출된 부분이 있는데 이를 **랑비에 결절**이라고 부른다. 이러한 말이집이 축삭 돌기를 감싸고 있는 신경 세포를 말이집 신경(또는 유수 신경, 척추 동물의 대부분 신경)이라 하고, 말이집 없이 슈반 세포로만 싸여 있으면 무수 신경(예: 척추 동물의 교감 신경과 무척추 동물의 신경)이라 한다. 말이집은 자극에 의해 만들어진 활동 전위가 축삭 돌기를 따라 이동할 때, 전기적으로 절연체의 역할을 담당한다. 자극으로 인한 신경의 흥분(탈분극)은 랑비에 결절에서만 일어나게 되므로 말이집 신경에서는 한 결절에서 다음 결절로 자극이 전달되는 **도약 전도**가 발생한다. 따라서 말이집 신경에서는 축삭 돌기막을 따라 활동 전위가 계속 이동하는 민말이집 신경에 비해 훨씬 빠른 속도로 자극이 전달되는 것이다.



호르몬에 의한 유전자 활성화를 설명하시오.

호르몬의 정의: 호르몬(hormone)은 일반적으로 신체의 내분비 기관에서 생성되는 화학 물질을 통틀어 말하여 세포 분화, 대사 조절, 신호 전달, 유전자 발현 조절 등 매우 다양한 정보를 가지고 있다. 호르몬은 합성, 분비 후, 인접한 세포에 작용하거나 혈액에 의해 온몸으로 운반되며 특정 세포나 기관(표적 세포 또는 표적 기관이라고 함)에 작용한다.

호르몬의 작용 방식: 호르몬이 효과적으로 세포에 작용하기 위해서는 호르몬과 특이적으로 결합하는 **수용체(receptor)** 단백질이 세포에 있어야 하는데 수용체가 존재하는 위치에 따라 수용성 호르몬(예: 단백질, 펩타이드, 아민계 호르몬)과 지용성 호르몬(예: 스테로이드, 갑상선 호르몬)으로 나눌 수 있다. 수용성 호르몬의 수용체는 세포막 표면에 위치하며 호르몬-수용체 복합체가 만들어지면 세포 내부로 2차 신호 전달 물질이 만들어지거나 이온 통로의 개폐(open-close), 세포 내 효소 활성의 변화 등이 일어난다. 지용성 호르몬은 세포막을 직접 통과하여 세포 내부에 존재하는 수용체와 붙은 후, 다시 핵 내부의 DNA에 복합체가 결합한다. 이러한 결합을 통해 유전자의 전사 과정이 변화(대부분 전사를 촉진)하고 결과적으로 유전자의 발현을 조절하게 된다.



당뇨병 환자는 일반적으로 식욕이 왕성하여 식사량이 많으며 다량의 물을 섭취한다. 그 이유는 무엇인지 설명하시오.

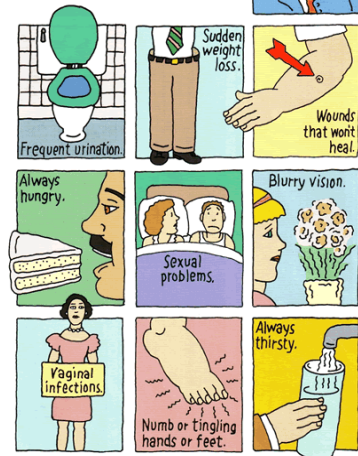
당뇨병의 정의: 당뇨병이란 말 그대로 '소변 속에 당이 나온다는 뜻'이며, 인슐린 분비 부족이나 인슐린에 대한 세포 반응성 저하로 인해 음식물이 소화되어 생성되는 포도당이 우리 몸에서 적절하게 사용되지 못하고 혈액 내에 축적되는 질병으로 정의한다. 따라서 당뇨병 상태에서는 혈중 포도당의 농도가 높아지고 그로 인하여 체내 여러 부위에서 합병증이 나타날 수 있다. 당뇨병은 제1형과 제2형 당뇨병으로 나눌 수 있다.

제1형 당뇨: 인슐린 의존형 당뇨라고도 하며 바이러스 감염 등에 의해 체내 이자 세포(랑게르한스섬 세포)가 파괴되어 인슐린을 합성, 분비하지 못해 발생한다. 전체 당뇨병환자의 약 10% 미만을 차지한다.

제2형 당뇨: 인슐린 비의존형 당뇨라고 하며 가장 흔한 형태이다. 이자에서 정상적으로 인슐린을 분비하나 운동 부족, 비만, 과식, 스트레스 등으로 인하여 근육이나 지방 조직 등 말초 조직에서 인슐린에 대한 감수성이 둔화(인슐린 수용체 감소, 수용체에 인슐린의 불완전 결합 등)되어 발병한다.

당뇨의 증상: 당뇨가 발병하면 혈액 내 포도당의 농도가 정상 수치보다 높게 유지되며 소변으로도 당이 배출된다. 이때 포도당이 다량의 물과 함께 배출되기 때문에 당뇨 증상이 나타나며 체내 수분 부족으로 인해 갈증을 느끼게 된다. 또한, 정상적으로 혈액 내 포도당이 세포 안으로 흡수되지 못하기 때문에 세포는 에너지 부족 상태에 놓여 허기를 느끼고 많은 양의 식사를 하게 된다(다식). 이외에 세포의 에너지 부족으로 인한 체중 감소, 피로감, 혈액의 산성화 등이 초래된다.

DIABETES KNOW THE SYMPTOMS



If you have any of these symptoms, see your doctor. For more information about diabetes call Eli Lilly and Company at 1-800-545-5979 or Boehringer Mannheim Corporation at 1-800-858-8072.

Provided as an educational service by Eli Lilly and Company and Boehringer Mannheim Corporation. 80-40-2027-2 11011017000 © 1998, Eli Lilly and Company, All Rights Reserved. Printed in USA. 233-0813-0008 © 1998 Boehringer Mannheim Corporation

출처: www.diabetesandrelatedhealthissues.com

체세포 분열과 감수분열의 중요한 차이점은 무엇인가?

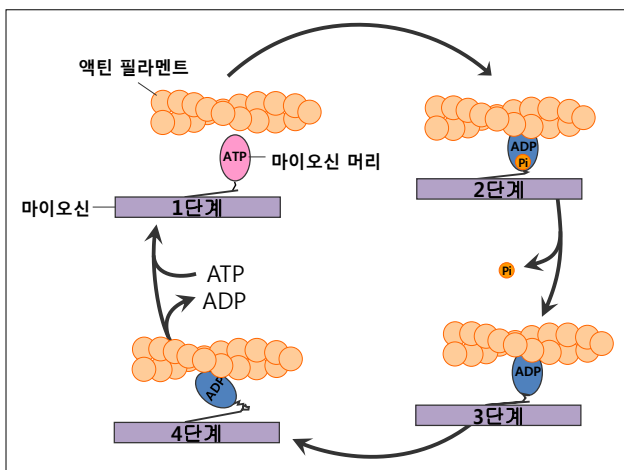
차이점	체세포 분열	감수 분열
분열 장소	식물: 생장점, 형성층 동물: 몸 전체	식물: 꽃밥, 밑씨 동물: 정소, 난소
분열 횟수	1회	연속 2회 (이형 분열과 동형 분열)
염색체수	$2n \rightarrow 2n$	$2n \rightarrow n$
분열 결과	생장	생식
딸세포수	2개	4개
분열 시기	생장할 때	생식 세포를 만들 때

근육이 수축되는 과정을 설명하여라.

근수축: 근육의 근원섬유들을 이루는 마이오신(myosin) 단백질의 결합체인 굵은 필라멘트와 액틴(actin) 단백질로 구성된 가는 필라멘트 간 교차 결합으로 이루어진다. 이때 마이오신이나 액틴 필라멘트 자체가 수축하는 것이 아니라 액틴과 마이오신 분자들간 끌어당김에 의해 활주가 일어난다.

근수축 과정:

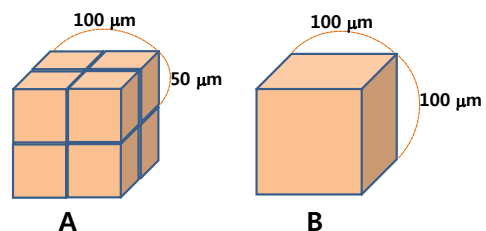
- 1) 운동 뉴런의 말단에서 분비된 아세틸콜린에 의하여 근세포막이 탈분극된다.
- 2) 세포막을 따라 온 활동 전위는 근섬유로 전도된다.
- 3) 근소포체에 저장되어 있던 칼슘 이온(Ca^{2+})이 방출된다.
- 4) 방출된 칼슘 이온이 액틴과 결합하면 마이오신과 결합할 수 있는 부위가 노출된다.
- 5) 마이오신 머리에 결합한 ATP가 분해되면서 마이오신은 액틴과 교차 결합을 형성한다.
- 6) 마이오신 머리가 액틴 필라멘트를 안쪽으로 잡아당긴다.
- 7) 근원 섬유에서의 수축이 모여 근육의 수축이 유발된다.



세포는 자신의 크기를 증가시키지 않고 계속 분열을 한다. 어떤 이로운 점이 있을까?

세포 분열의 이유

- 1) 세포가 살아가기 위해서는 외부와 계속 물질 교환을 해야 한다. 영양분과 산소는 받아들이고 노폐물과 이산화탄소는 내보내야 한다. 이러한 물질 교환은 세포막 표면을 통해 이루어진다. 만일 세포가 분열하지 않고 크기가 계속 커지면 부피에 비해 표면적이 상대적으로 작아져서 세포가 필요한 물질을 충분히 흡수하지 못하거나 노폐물을 방출하지 못할 것이다. 즉, 효과적인 물질 교환을 위해서 세포 분열은 필수적이다.
- 2) 세포는 모든 부위에서 생명 활동이 일어나며 이를 대사(metabolism)라 한다. 이러한 대사 과정에서 물질 이동이 필요한데, 세포의 크기가 클수록 물질들이 이동하는데 시간이 많이 걸린다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 가장 좋은 방법은 세포 분열이다.
- 3) 생물체의 조직이나 기관의 일부가 손상되거나 손실되었을 때 기능이 저하될 수 있다. 이것을 보완할 수 있는 방법은 세포 분열을 통해 손상된 부분의 조직이나 기관을 다시 만드는 재생 과정이다. 만일 조직이나 기관이 세포의 성장(크기 증가)만으로 만들어진다면 손상되거나 손실되었을 때 회복시킬 방법이 없을 것이다.
- 4) 세포 분열은 단세포 생명체에 있어서는 증식(자손 번식)의 수단이다.

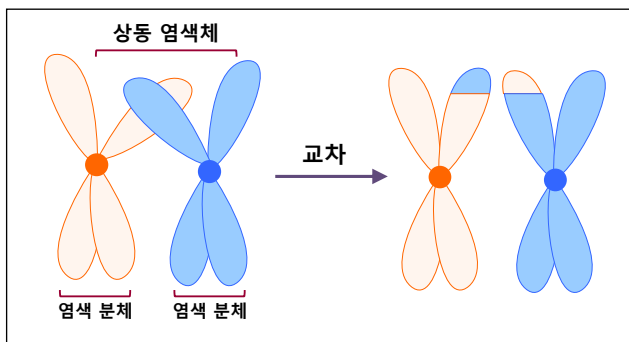


(그림에서 A와 B의 부피는 동일하나 A의 표면적이 B보다 훨씬 크다.)

상동 염색체와 염색 분체의 차이점은 무엇인가?

상동 염색체: 사람의 체세포는 모두 46개의 염색체를 가진다. 46개의 염색체는 모양과 크기가 같은 염색체가 두 개씩 있는 것을 관찰할 수 있는데, 이와 같이 체세포 속에 들어 있는 모양이나 크기가 같은 염색체를 **상동 염색체(homologous chromosome)**라 한다. 따라서 사람은 23쌍의 상동 염색체를 가진다. 상동 염색체는 모양이나 크기만 같은 것이 아니라 같은 유전적 특성에 대한 정보를 가지고 있다.

염색 분체: DNA는 이중나선 구조로 되어 있으며 세포 분열 간기에 이 이중 나선이 풀리면서 각각의 가닥이 복제되는데, 원래 있었던 DNA 가닥과 복제된 DNA 가닥은 합쳐져서 다시 이중 나선을 형성한다. 이러한 각각의 이중 나선이 응축되어 염색체를 형성하므로 염색체는 두 부분으로 나뉘는데, 각 부분을 **염색 분체(chromatid)**라고 한다. 세포 분열 전기의 전반부에서 염색체는 하나의 막대 모양으로 관찰되다가 후반부가 되어야 염색 분체 사이가 벌어지면서 그 존재를 확인할 수 있다.



무성 생식이 개체의 증가 면에서 유성 생식보다 유리하다. 그러면 유성 생식이 유리한 점은 무엇인가?

무성생식: 암, 수 생식 세포(예: 정자와 난자)의 결합 없이 자손을 만들어 내는 생식 방법을 말하여 이분법(체세포 분열을 통해 개체를 나누는 방식), 출아법(몸의 일부에서 혹과 같은 돌기가 자라나 분리되는 방식), 포자법(몸의 일부에서 생식 세포 분열을 통해 형성된 포자가 다른 포자와 수정하지 않고 혼자 분열하여 개체를 만들어 내는 방식), 영양 생식(식물의 영양 기관을 이루는 세포가 분열) 등이 있다.

유성 생식: 암, 수 생식 세포의 결합에 의해 새로운 개체를 만드는 번식 방법. 생식 세포(n)를 수정시켜 새로운 개체($2n$)를 형성한다.

유성 생식의 장점: 유전자가 매 세대마다 뒤섞임으로써 **유전적 다양성**을 확보할 수 있다. 유전적 다양성이 커지면 한 가지 유전자만을 가지고 있는 무성 생식 번식에 비해 수많은 유전자를 동시에 가져서, 환경 변화에 따른 적응이 수월해 진다. 또한, 진화의 가능성을 크게 열어 놓을 수 있다는 장점도 있다. 이러한 이유 때문에 대부분의 생물이 생활사 도중에 유성 생식을 갖고 있다.

유성 생식의 단점: 번식 과정이 복잡하고 적절한 짝이 없으면 생식을 할 수 없다. 또한, 번식에 많은 시간과 에너지가 필요하다.

원핵 세포와 진핵 세포의 차이점을 설명하시오.

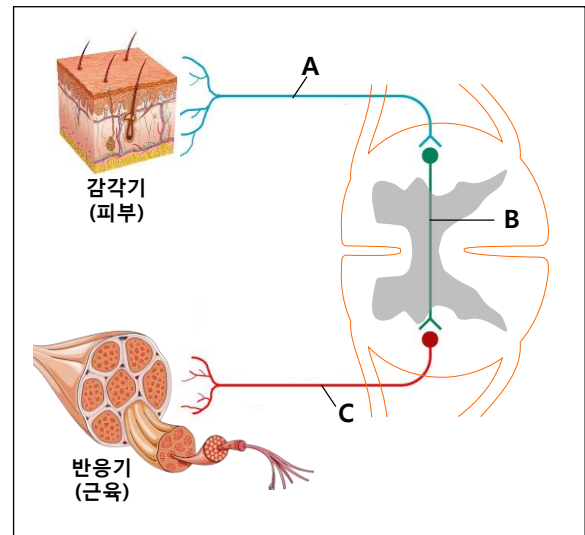
세포는 핵막의 유무에 따라 크게 원핵 세포(prokaryotes)와 진핵 세포(eukaryotes)로 나뉜다. 진핵 세포는 핵막뿐만 아니라 미토콘드리아, 소포체, 골지체, 엽록체 등과 같이 세포막으로 둘러싸인 세포 내 소기관을 가지고 있다. 그러나 원핵 세포는 이러한 구조가 없어 호흡, 광합성, 물질대사에 관여하는 효소나 단백질들이 세포막과 세포질에 존재한다. 이외에도 많은 차이점이 있는데 이를 정리하면 다음과 같다.

특징	원핵 세포	진핵 세포
핵막(염색체)	염색체가 세포질에 노출	핵막에 의해 세포질과 격리
히스톤	없음	있음
세포 소기관	없음	존재함(미토콘드리아, 골지체 등)
염색체 모양	단일, 환상	복수, 대부분 직선형태
세포 분열	이분법, 증식 수단	유사 분열, 감수 분열, 증식과 생식 수단
생물체	대부분의 박테리아와 고세균 (단세포 생물)	동물 세포, 식물 세포 (다세포 생물)
전사와 번역	동시에 일어남	전사는 핵 내에서, 번역은 세포질에서 독립적으로 일어남
세포벽	존재함	동물 세포에는 없음
세포 크기	0.1~10 μm	10~100 μm

인체에서 자극을 받아 반응이 일어나기까지 과정을 간략히 설명하시오.

자극(예: 시각)에 대한 근육의 반응이 일어나기까지는 크게 세 종류의 뉴런(신경계)이 관여한다.

- 1) 감각 뉴런(sensory neuron): 감각 신경을 구성하며 감각기(예: 피부)에서 받은 자극을 뇌와 척수(중추 신경계)로 전달한다. (그림 A)
- 2) 연합 뉴런(interneuron): 뇌와 척수를 구성하며 자극에 대하여 판단하여 명령을 내린다. 감각 뉴런으로부터 전달된 정보를 통합하여 신호를 중계하는 역할을 한다. (그림 B)
- 3) 운동 뉴런(motor neuron): 운동 신경을 구성하며 뇌와 척수의 명령을 반응기(근육)로 전달한다. (그림 C)



감수분열 과정과 유성 생식을 하는 생명체에서 감수분열의 의미를 설명하시오.

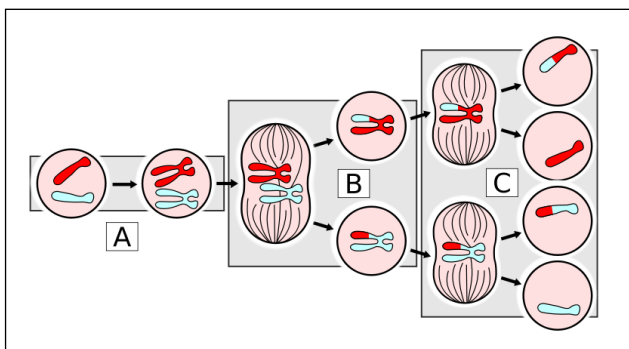
감수 분열(생식 세포 분열): 감수 분열(meiosis)은 진핵 생물에서 생식 세포를 만들기 위한 세포 분열 형태 중 하나이다. 난세포가 정자와 합체하여 만든 새로운 개체인 수정란은 염색체수가 생식세포 염색체수의 두 배가 된다. 그런데 생물의 염색체는 종류에 따라 일정하며, 어미와 자식 사이에 차이가 없다. 이것은 어미의 몸에 생식세포가 생길 때(정자 또는 난자) 미리 염색체수가 반감하는 분열이 일어나기 때문이다. 식물의 감수 분열은 종자 식물의 꽃가루와 배낭 세포가 생길 때, 포자 식물의 배우자 형성 때, 그리고 포자 형성 등의 시기에 일어나고 동물은 난자와 정자가 형성될 때 일어난다. 만일 생식 세포를 만들 때 감수 분열이 일어나지 않는다면(즉 난자와 정자가 체세포와 동일한 염색체수를 갖는다면) 세대가 거듭될수록 모든 세포의 염색체수가 2배씩 증가할 것이다.

감수분열과정: 감수 분열은 두 번의 연속적인 분열을 통해 일어나며 이것을 제1분열(이형 분열)과 제2분열(동형 분열)이라고 한다.

제1분열: 염색체수가 반으로 줄어든다($2n \rightarrow n$).

- 1) 전기: 상동염색체가 접합하여 2개의 염색체를 형성 (그림의 A)
- 2) 중기: 2개 염색체가 중앙으로 이동하여 적도에 배열 (그림의 B)
- 3) 후기: 방추사에 의해 각각의 상동염색체가 양극으로 이동 (그림의 B)
- 4) 말기: 2개의 딸핵이 만들어짐 (그림의 B)

제2분열: 체세포 분열과 동일하며 4개의 딸세포가 만들어진다.

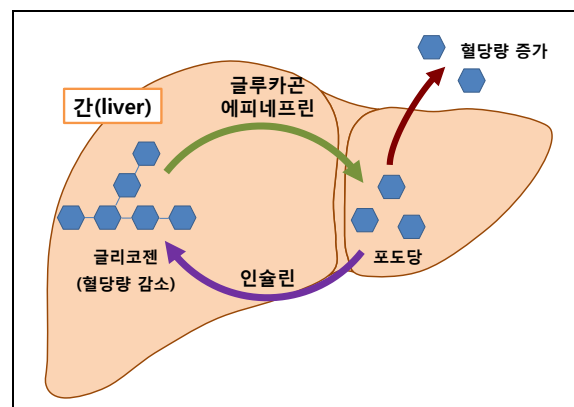


호르몬에 의한 항상성 유지를 혈당량(0.1% 포도당) 조절로 설명하시오.

혈당량: 포도당은 인체 내에서 에너지원으로 작용하는데 혈액 중 포도당의 농도가 항상 일정하게 유지되어야 안정된 생명 활동이 가능하다. 이러한 혈액 중 포도당의 양을 혈당량이라 하며 정상인의 경우 0.1%(100 mg/100 mL)이다. 혈당량은 호르몬 작용에 의해 정교하게 조절되며 조절 중추는 간뇌와 시상하부이다. 혈당량의 조절을 피드백 작용을 통해서 이루어지며 관련 호르몬으로는 인슐린, 글루카곤, 당질코르티코이드 등이 있다.

혈당량이 높은 경우(식사 후): 시상하부에서 높은 혈당량을 감지→이자(췌장)로 신호 전달→췌장의 베타 세포에서 인슐린 합성, 분비→혈액으로 인슐린 이동→표적 세포에서 포도당 흡수를 자극 또는 간세포에서 포도당을 글리코젠으로 전환시켜 저장→혈당량 감소

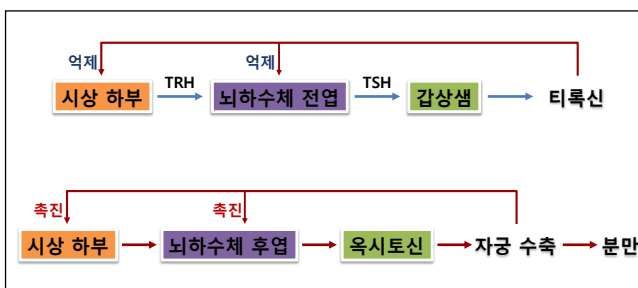
혈당량이 낮은 경우(공복 상태): 시상하부에서 낮은 혈당량을 감지→이자로 신호 전달→이자의 알파 세포에서 글루카곤을 합성, 분비→간에 저장되어 있던 글리코젠을 포도당으로 전환→혈당량 상승



티록신 호르몬 조절을 피드백의 원리로 설명하고 어떻게 항상성이 유지될 수 있는가?

티록신(thyroxine) 호르몬: 갑상선에서 분비되는 주요 호르몬 중 하나로서 주요 기능은 산소의 소비를 자극하여 체내의 모든 세포와 조직의 대사를 촉진하는 것이다. 티록신은 티로글로불린이라는 단백질에 있는 아미노산의 일종인 티로신(tyrosine)에 요오드 분자가 붙어서 형성된다. 체내에서 티록신이 과다하게 분비되는 것을 갑상선 기능 항진증이라고 하며, 너무 적게 분비되는 것을 갑상선 기능 저하증이라고 한다.

피드백 조절(feedback regulation): 피드백은 어떤 원인에 의해 나타난 결과가 다시 원인에 작용해 그 결과를 줄이거나 늘리는 자동 조절 원리를 말하며 이러한 피드백 과정을 통해 호르몬의 양이 조절되며 결과적으로 생명체의 항상성이 유지된다. 티록신 호르몬도 피드백 작용에 의해 그 양이 조절되는데 체내 티록신이 부족하면 시상하부(hypothalamus)가 자극되어 갑상선 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)이 분비되고 이것은 다시 뇌하수체 전엽을 자극하여 갑상선 자극 호르몬(TSH)이 분비된다. TSH는 최종적으로 갑상선에서 티록신 분비를 자극하여 티록신의 양이 증가한다. 또는 뇌하수체가 직접 티록신의 부족을 감지하여 TSH를 분비하기도 한다. 만일 티록신의 양이 많으면 이와는 반대로 티록신 자체가 시상하부나 뇌하수체에서 **억제**자로 작용하여 TRH, TSH의 분비를 억제한다.



뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬의 종류와 그 기능을 간략히 설명하시오.

뇌하수체 전엽(anterior pituitary)에서는 갑상선 자극 호르몬, 부신피질 자극 호르몬, 여포 자극 호르몬, 황체형성 호르몬, 성장 호르몬, 프로락틴 등 6종의 호르몬을 분비한다.

1) **갑상선 자극 호르몬(thyroid-stimulating hormone, TSH):** 갑상선호르몬 T3, T4의 합성과 분비를 자극한다.

2) **부신피질 자극 호르몬(adrenocorticotrophic hormone: ACTH):** 코르티코트로핀이라고도 한다. 부신의 바깥부분인 피질의 활동을 조절하는 단백질성 호르몬이다. 부신에서 부신피질 호르몬인 코티솔, 알도스테론, 안드로겐 등의 스테로이드 호르몬의 분비를 증가시킨다.

3) **여포 자극 호르몬(follicle-stimulating hormone: FSH):** 난포 자극 호르몬이라고도 하며 난소 안의 여포(난자를 둘러싸고 있는 소포)를 자극시켜 여포 호르몬의 분비를 촉진하는 작용을 한다.

4) **황체형성 호르몬(luteinizing hormone: LH):** 여포 자극 호르몬과 함께 생식선 자극 호르몬에 해당한다. 난소 안의 여포가 프로게스테론을 분비하는 내분비선인 황체(노란색의 호르몬 분비체)로 변하도록 촉진한다. 수컷의 경우 LH는 남성호르몬인 테스토스테론을 분비하는 고환 속 간질세포들의 발달을 자극한다. 화학적으로 당단백질에 속한다.

5) **성장 호르몬(growth hormone: GH):** 단백질성 호르몬으로서 뼈와 연골 등의 성장뿐만 아니라 지방 분해나 단백질 합성 등을 촉진시키는 작용을 한다.

6) **프로락틴(prolactin):** 유즙분비 자극 호르몬, 유선 자극 호르몬, 황체 자극 호르몬이라고도 하며 포유류에서 유선의 발육, 유즙분비, 황체자극, 전립선과 정낭의 발육을 촉진하는 작용을 하며 단백질성 호르몬이다.

보통 항상성의 유지는 호르몬 상호간의 작용에 의해 되기도 하지만 신경계와 내분비계(호르몬)의 상호 협조로 이루어지는 경우가 많다. 그 이유는 무엇인가?

항상성(homeostasis)은 외부의 환경 변화에 대응하여 체내 환경을 항상 일정하게 유지하려는 성질을 말한다. 체내 환경에서 혈액의 수소이온농도, 체온, 혈당량, 삼투압 등 세포가 생명현상을 유지하는데 필요한 모든 조건들이 해당된다. 이러한 항상성은 신체의 자율신경계와 내분비계의 상호협조에 의해 조절된다. 자율신경계는 외부 환경 변화가 일어났을 때, 신속하게 전신의 기능을 조절하는 역할을 하며 내분비계는 지속적으로 특정한 기관의 기능을 조절한다. 예를 들어 체온은 자율신경계의 작용에 의해 의식과 관계없이 자동적으로 조절되는데 이러한 체온 조절에 의해 내분비계는 기능의 변화 없이 최적의 상태를 유지할 수 있다. 또한 항상성이 효율적으로 유지되기 위해서는 항상성에 관여하는 기관으로부터 오는 피드백이 반드시 필요한데 이러한 피드백의 정보는 신경계의 감각 신경에 의해 전달되므로 신경계와 내분비계의 상호협조가 항상성에 중요하다.

1) 자율신경계의 조절 작용에 의한 내분비계의 최적 활동

2) 내분비계 피드백 정보의 전달을 위한 신경계의 필요

염색체 이상과 유전자 이상의 특징은 무엇이고 이로 인한 유전병을 설명하시오.

유전자 이상: 유전자(특정 단백질을 만드는 DNA 염기서열)의 DNA 염기서열에 이상이 생기는 돌연변이로 대규모 돌연변이를 의미하는 염색체 돌연변이와 달리 소규모 돌연변이라 할 수 있다. 점 돌연변이, 불현성 돌연변이, 미스센스(missense) 돌연변이, 넌센스(nonsense) 돌연변이, 삽입(insertion) 돌연변이, 결실(deletion) 돌연변이 등이 있다. 유전자 돌연변이에 의한 유전병의 예로는 낫 모양 적혈구 빈혈증, 알비노증(백색증), 페닐케톤뇨증 등이 있다.

염색체 돌연변이: 대규모 돌연변이를 의미하며 염색체의 수나 모양, 구조의 변화에 의해 나타난다. 염색체 구조 상의 돌연변이의 경우 염색체의 일부가 없어진 **결실**(예: 묘성 증후군), 염색체의 일부가 끊어진 뒤 거꾸로 연결된 **역위**, 상동 염색체의 동일한 부분이 삽입되어 동일한 부분이 반복되는 **중복**, 염색체의 일부가 끊어진 뒤 상동 염색체가 아닌 다른 염색체에 연결되는 **전좌** 등이 있다. 또한, 염색체 수와 관련된 경우 생식 세포 형성 시 염색체 비분리 현상에 의해 이수성 돌연변이가 있다.

이수성 돌연변이의 종류

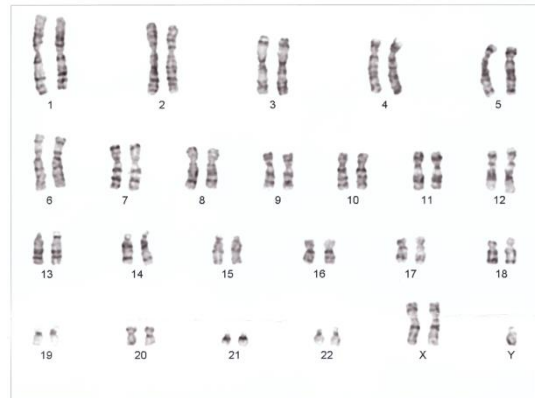
- 1) 상염색체 돌연변이: 다운 증후군(21번 염색체), 에드워드 증후군(18번 염색체)
- 2) 성염색체 돌연변이: 터너 증후군(XX대신 하나의 X염색체), 클라인펠터 증후군(XXY, XXYY, XXXXY 등의 비정상적인 성염색체)

염색체 돌연변이와 유전자 돌연변이의 차이점

1) 발생 원인: 염색체 돌연변이는 오직 발생 단계에서 생기며 신체 내에서만 일어날 수 있는 원인들로 체외의 환경에 의해 생길 수 없다. 반면 유전자 돌연변이는 체내 원인 이외에 X선이나 방사선, 중금속, 화학물질과 같은 체외 환경적 요인에 의해서도 발생할 수 있다.

2) 유전병의 양상: 염색체 돌연변이는 발생 단계에서 일어나므로 생명을 위협하거나 신체 구조의 이상, 정신 발달에 심각한 영향을 미친다. 반면 유전자 돌연변이는 정신 발달과는 상관없으며 생존에 치명적으로 작용하지 않는 경우가 더 많다. 즉 일반적인 병리 증상이 나타난다. 다만, 페닐케톤뇨증이나 헌팅턴 무도병 등의 경우 지능에도 이상이 생긴다. 그러나 발생

단계에서 생긴 돌연변이가 아니므로 치료제나 음식조절 등으로 증상을 완화시킬 수 있다.



생물의 종이 많을수록 생태계가 안정되는 이유는 무엇인가?

생물 다양성(biodiversity): 생물 다양성은 생태계 다양성(생물종이 살아가는 서식지의 다양성), 종 다양성(생태계에 서식하는 생물종류의 다양성), 유전자 다양성(하나의 생물종을 구성하고 있는 개체들 사이에 존재하는 유전적 변이) 등을 총체적으로 지칭하는 용어이다.

생태계 평형: 생태계를 구성하는 생물 군집과 무생물 환경이 먹이연쇄, 물질 순환 등에 의해 균형이 유지되는 상태를 의미한다. 생태계 평형과 생물 다양성은 밀접한 관계가 있는데 평형이 파괴되는 요인은 다음과 같다.

- 1) **생태계 다양성 감소:** 생물들이 살아가는 서식지가 줄어들거나 파괴되면 그 속에서 살아가는 생물종도 감소하거나 멸종된다.
- 2) **종 다양성 감소:** 생태계 평형은 주로 먹이사슬에 의해 이루어지는데 먹이사슬이 복잡할수록 평형이 잘 이루어진다. 따라서 종 다양성 감소로 먹이사슬의 균형이 깨지면 생태계 평형도 유지될 수 없다.
- 3) **유전자 다양성 감소:** 유전자 다양성은 하나의 생물종이 다양한 외부 환경변화에 적응하여 생존할 수 있는 힘을 제공한다. 즉, 풍부한 유전자 다양성은 외부 환경변화에 순응하여 종이 여러 세대에 걸쳐 유지되고 보존될 수 있는 일종의 '완충제' 역할을 한다. 따라서 유전자 다양성이 감소하면 환경변화에 따라 특정 생물종이 소멸될 가능성이 높아지고 생태계 평형도 파괴될 수 있다.