

2020학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 자연계열1 (생명과학, 오전)

모집단위		수험번호		성명	
------	--	------	--	----	--

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

- [가] 세포막은 약 7~8 nm 두께의 매우 얇고 섬세한 구조로 지질, 단백질, 탄수화물 등을 포함하고 있다. 인지질은 세포막의 주된 성분이며, 지질을 이루는 글리세롤과 지방산 3분자 중에서 지방산 1분자 대신 인산기가 붙어서 만들어진 분자이다. 인지질은 인산기를 포함하는 친수성인 머리와 지방산을 포함하는 소수성인 꼬리를 가지고 있어, 물로 둘러싸인 세포 내외의 환경에서 이중층을 형성한다. 즉, 꼬리는 이중층의 안 쪽, 머리는 바깥 쪽을 향하도록 인지질 분자들이 배열된다.
- [나] 세포막에서 확산이 일어날 때 소수성 물질이나 크기가 작은 물 분자 등은 인지질 이중층을 직접 통과한다. 이를 단순확산이라 한다. 그러나 세포막은 반투과성으로 크기가 큰 설탕 분자 등은 통과시키지 않는다. 이 반투과성 막 사이에 둔 U자관에 농도가 다른 두 설탕 용액을 각각 넣으면 시간이 지남에 따라 고농도의 설탕 용액이 있는 쪽의 높이는 높아지고 저농도의 설탕 용액이 있는 쪽의 높이는 낮아진다. 이처럼 반투과성 막 사이에 두고 농도 기울기에 따라 물이 이동하는 현상을 삼투라고 한다.
- [다] 세포막의 구조는 유동 모자이크 모델로 설명할 수 있다. 이 모델에 따르면 세포막은 유동성을 가지며 모자이크처럼 인지질 분자들 사이에 단백질들이 존재한다. 이 막단백질들은 여러 가지 기능을 담당하는데 일부는 촉진확산을 담당한다. 촉진확산은 막단백질을 통해 단순확산으로 이동하지 못하는 물질이 농도가 높은 곳에서 낮은 곳을 확산되는 현상이다. 촉진확산에는 두 가지 형태의 수송 단백질이 관여한다. 즉, 특정 분자나 이온이 세포막을 통과할 수 있도록 통로 역할을 하는 통로 단백질과 단백질의 모양을 변형시켜 특정 물질을 운반시키는 운반체 단백질이 있다.
- [라] 세포에서는 필요에 따라 물질을 얻거나 노폐물을 배출하기 위해 세포막을 통한 물질의 출입이 일어난다. 이러한 출입에는 확산처럼 에너지를 소비하지 않고 농도에 순응하여 수동적으로 일어나는 경우와, 농도 기울기를 거슬러 물질을 이동시키는 능동수송의 경우가 있다. 능동수송을 위해서는 에너지를 사용해야 하며 세포막에 존재하는 특정한 운반체 단백질을 필요로 한다. 능동수송을 담당하는 단백질을 펌프라고도 한다. 이는 물펌프가 중력을 거슬러서 물을 이동시키는 것처럼 이 단백질이 에너지를 소모하여 농도 기울기를 거슬러서 물질을 이동시키기 때문이다.
- [마] 우리가 섭취한 음식물 속의 영양소는 소화 작용을 거쳐 흡수된다. 흡수된 영양소는 혈액에 의해 각 세포에 공급된다. 세포는 영양소를 이용하여 세포를 구성하는 물질을 합성하거나 영양소를 분해하여 살아가는데 필요한 에너지를 얻는다. 세포 호흡은 세포에서 영양소를 산화시켜 에너지를 얻는 반응이다. 산소를 이용하는 세포 호흡은 미토콘드리아에서 일어난다. 미토콘드리아는 외막과 내막의 이중막으로 둘러싸여 있는데 이 중 내막은 굴곡이 심한 형태이다. 이러한 내막 구조가 생긴 이유는 전자전달계가 작용하기 위한 넓은 면적의 막이 필요하기 때문이다.

- [문제 1] 신약을 개발하는 과정에서 제약회사는 약의 체내 흡수를 돕기 위해 세포막 특성을 고려하여 여러 방법을 모색한다. 위 제시문에 근거하여 이 방법에 대해 간략하게 논하시오. [10점]
- [문제 2] 산소를 이용하는 세포호흡은 미토콘드리아에서 일어나는데 그 결과, 에너지인 ATP가 합성된다. 미토콘드리아의 전자전달계는 ATP 합성의 대부분을 담당하는데 이와 관련하여 화학적 삼투가 주요한 원리로 작용한다. 수소이온의 이동에 관련한 화학적 삼투의 원리를 위 제시문에 근거하여 논하시오. [15점]
- [문제 3] 식물은 영하의 날씨에 노출되면 세포막 안쪽보다 세포막 바깥인 세포벽에 얼음이 더 빨리 형성된다. 이 상태가 일정 기간 동안 지속되면 식물은 말라 죽는다. 그 이유를 제시문에 근거하여 간략하게 논하시오. [15점]



2020학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 자연계열2 (생명과학, 오후)

모집단위		수험번호		성명	
------	--	------	--	----	--

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하십시오.

[가] 어떤 동물 Q는 하나의 수정란이 세포분열을 거듭하여 개체로 발생한다. 발생은 수정란이 체세포분열을 통해 세포수를 늘리는 과정과 세포 구조와 기능이 다양한 세포가 만들어지는 세포 분화 과정, 그리고 분화된 조직과 기관이 특수한 구조로 체계화하는 과정을 통해 진행된다. 배아 시기를 거쳐 성체로 발생하는 과정에서는 세포 분화와 기관 형성에 필요한 특정 유전자의 발현이 일어난다. 동물 Q의 눈은 수백 개의 홑눈으로 구성되며, 홑눈이란 기관은 초기 배아의 눈을 형성하는 전구세포 (또는 모세포)로부터 분화되어 만들어진다. 이와 유사하게 다리나 날개도 초기 배아의 전구세포로부터 세포 분화 과정을 거쳐 형성된다.

[나] 동물 Q에서 유전자 y , z , w 의 전사 조절에 대한 자료이다. 유전자 y 는 DNA에 결합하는 전사 인자 Y를, 유전자 z 는 DNA에 결합하는 전사 인자 Z를, 유전자 w 는 DNA에 결합하는 전사 인자 W를, 그리고 유전자 r 은 DNA에 결합하는 전사 인자 R을 암호화한다. 유전자 y , z , w 의 프로모터와 전사 인자 결합 부위인 A, B, C, D는 아래 그림과 같다.



y , z , w 의 전사에 관여하는 전사 인자는 R, Y, W이다. R은 A에만, Y는 B에만, W는 C에만 붙는다. y 의 전사는 R이 A에 결합하면 억제되고, z 의 전사는 B, C에 전사 인자가 동시에 결합해야 촉진된다. w 의 전사는 전사 인자가 B와 D중 하나에만 결합해도 촉진된다. 하지만 프로모터나 전사 인자 결합 부위에 돌연변이가 일어난 DNA는 전사되지 않는다.

[다] 발생 과정과 유전자 발현의 연관성에 대한 실험적 증거는 여러 가지가 있다. 초파리 연구에서는 발생 중인 배아의 눈 형성 부위가 아닌 다른 부위에서 초파리 아이(Ey) 유전자가 발현되면 그 부위에 눈이 형성되었다. 생쥐 연구에서는 피부세포의 전구세포에 마이오디(MyoD) 유전자를 인위적으로 발현시키면 피부세포가 아닌 근육세포로 분화가 진행되었다. 이런 실험 결과와 유사하게 동물 Q의 배아에 인위적으로 y 만을 더듬이 형성 전구세포에 발현시켜 성체로 키웠을 때 더듬이가 아닌 다리가 형성되었다. y 와 마찬가지로 z 만을 더듬이 형성 전구세포에 인위적으로 발현시키면 성체에서 더듬이 대신 다리가 형성되었지만, w 만의 인위적 발현의 경우 성체에서 다리가 생기지 않았다. C나 프로모터에 돌연변이가 생긴 z 를 초기 배아의 더듬이 형성 전구세포에서 인위적으로 발현시키면 성체에서 다리가 생기지 않았다. 초기 배아에서 다리 형성 전구세포는 세포 분화가 진행되면서 y , z , w 가 발현됨을 실험적으로 확인하였다.

[라] 제시문 [가]~[다]에 근거하여 자연 상태에서 개체 발생 동안 눈과 다리가 생기는 과정에 대해 오연세 학생이 정리한 결론 중 6 가지는 다음과 같다(단, 돌연변이는 고려하지 않는다).

- (1) 기본적으로 수정란과 초기 배아의 전구세포 그리고 분화된 세포에는 필요한 유전자만 발현된다.
- (2) 성체의 다리에서 발견되는 분화된 세포에 포함된 y , z , w 의 염기 서열은 수정란이나 초기 배아의 눈 형성 전구세포에 포함된 y , z , w 의 염기 서열과는 동일하지 않다.
- (3) z 의 전사발현에는 C와 프로모터가 반드시 필요하다.
- (4) 성체의 정상적인 다리가 형성되려면 초기 배아의 다리 형성 전구세포에서 분화가 진행되면서 y , z , w 가 모두 발현되어야 한다.
- (5) 동물 Q의 다리 형성에 필요한 전사 인자의 작용 순서는 $Y \rightarrow Z \rightarrow W$ 로 추정된다.
- (6) 초기 배아에서 다리 형성 전구세포가 분화되기 위해서 r 의 발현은 억제될 것으로 예상된다.

[문제 1] 제시문 [가]~[다]에 근거하여 유전자 z 만의 인위적 발현으로 더듬이 형성 부위에 다리가 형성된 이유에 대해 간략하게 논하십시오. [10점]

[문제 2] 제시문 [라]에 언급된 결론 중 적절하지 않은 것만을 있는 대로 고르고, 그 이유를 간략하게 논하십시오. [15점]

[문제 3] 우리가 생명과학 교과서에서 배우는 생명현상에 대한 대부분의 지식은 실험 결과와 증거를 해석하여 도달한 결론에 근거한 것이다. 제시문 [가]~[라]의 정보를 활용하여 내릴 수 있는 최종 결론에 대해 간략하게 논하십시오. [15점]

