

2024학년도 연세대학교 수시모집 자연계열 논술시험 문제(생명과학)

0회차(제한시간 50분)

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.¹⁾

- [가] 생체막 중 한 종류인 세포막은 생명 활동이 일어나고 있는 세포질 바깥쪽을 둘러싸고 있는 막을 의미한다. 세포막은 세포와 세포 외부 환경 사이의 물질 출입을 선택적으로 조절하고, 세포 밖의 환경에서 오는 신호를 세포 안으로 전달하는 역할을 수행한다. 또한, 세포의 형태를 유지하고, 세포를 보호하는 기능도 수행한다.
- [나] 미토콘드리아는 진핵세포에 존재하는 막성 세포소기관으로 에너지 생산에 관련된 대사과정을 수행한다. 미토콘드리아는 여러 단계를 거치며 에너지인 ATP를 생산하는데, 크게 기질수준 인산화와 산화적 인산화로 나눌 수 있다.
산화적 인산화는 전자 전달과 화학 삼투를 통한 ATP 합성 과정이다. 미토콘드리아의 내막에는 전자전달계가 존재하는데, NADH와 FADH₂에서 나온 전자가 일련의 과정을 거치며 최종전자수용체인 산소(O₂)로 도달한다. 이때 전자전달계의 막단백질이 H⁺이온을 미토콘드리아 막 사이 공간으로 능동수송하여 H⁺ 농도기울기를 형성하고, 미토콘드리아 내막을 경계로 형성된 H⁺ 농도 기울기에 의해 H⁺가 ATP 합성 효소를 통해 막 사이 공간(높은 H⁺ 농도)에서 미토콘드리아 기질(낮은 H⁺ 농도)로 확산(화학 삼투)될 때 미토콘드리아 기질 쪽에서 ATP가 합성된다
- [다] 신경계에서의 자극의 전달은 뉴런을 통하여 이루어진다. 뉴런의 특정 부위에 탈분극이 일어나 활동 전위가 발생하면 일정 시간 뒤 인접한 부위에서도 탈분극이 일어나 활동 전위가 발생한다. 이를 통해 흥분이 축삭 돌기를 따라 뉴런의 말단 부위까지 전도된다.
자극을 받지 않아 휴지 상태인 뉴런은 세포막을 경계로 안쪽이 상대적으로 음(-)전하를 띠고, 바깥쪽이 상대적으로 양(+)전하를 띤다. 이러한 상태를 양극으로 나누어진 상태라고 하여 분극이라고 하며, 이때 형성되는 막전위를 휴지 전위라고 한다. 뉴런의 자극 전달은 탈분극과 재분극이 반복되며 일어나는데, 역치 이상의 자극이 가해진 뉴런의 부위에서 안정적으로 유지되던 막전위가 상승하는 현상을 탈분극이라고 하고, 상승한 막전위가 다시 휴지 전위로 하강하는 현상을 재분극이라고 한다. 또한 재분극이 일어나면서 막전위가 휴지 전위(-70mV)보다 더 낮은 -80mV까지 하강하였다가 휴지 전위로 회복되는데 이처럼 뉴런의 막전위가 휴지 전위보다 낮아지는 현상을 과분극이라고 한다.

1) 제작자 : 박준서 (서울대학교 산림과학부) / 무단배포 및 상업적 활용을 금지합니다.
자작 문항 및 서울대학교 구술면접 기출문항 변형으로 구성

[문제1] 생체막을 통해 다양한 물질들이 이동한다. 생체막이 생체 물질들에 대해 선택적 투과성을 가지는 이유를 생체막의 구조와 성분으로 설명하고, 생체를 구성하는 물질 중 가장 흔한 물 분자가 생체막을 통해 자유롭게 이동할 수 있는지 여부를 생체막의 물리/화학적 특성에 기반하여 설명하시오. [10점]

[문제2]

2-1 저해제 DNP(Dinitrophenyl)는 짝폴림제 중 하나로, 미토콘드리아 내막의 수소이온 투과성을 증가시키는 역할을 한다. 세포호흡 과정에서 미토콘드리아의 전자전달계의 역할에 대하여 설명하고, 정상상태의 세포호흡과 대조하여, 진핵생물의 미토콘드리아가 저해제 DNP에 노출되었을시 나타나는 현상에 대해 서술하시오. [10점]

2-2 신경세포의 세포막에 존재하는 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프에 의한 이온의 수송 과정에서 ATP가 어떻게 쓰이는지 설명하고, DNP를 신경세포에 처리한다면, 세포막의 휴지 전위에 어떤 변화가 생길지 설명하시오. [10점]

[문제3] 뉴런이 자극을 받아 분극 상태에서 탈분극 상태로 바뀔 때 Na^+ 이온 통로가 중요한 역할을 한다. 이 Na^+ 이온 통로 단백질의 유전자에 돌연변이가 있으면 신경 활동에 심각한 문제가 생길 수 있는데, 예를 들어 뇌전증의 경우 특정 뉴런들이 동시에 과흥분되어 발작 증상을 보일 수 있다. Na^+ 이온 통로 유전자에 어떤 돌연변이가 있을 때 이러한 증상을 일으킬 수 있는지 설명하시오. [10점]

박준서

대구일과학고 졸
서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부 재학 중
KAIST CCE 교육 / 운영
서울대학교 인공지능반도체공학 인턴

대성 히든카이스 모의고사 콘텐츠팀 검토위원
지인선 N제 및 사설 콘텐츠 검토진
대성학력개발연구소 자연계 논술 첨삭위원

과학고등학교 생물/화학 전공
(교내 생물학, 연구교과 1등 다수)
(우등졸업 / 구청장 표창)

서울대학교 정시 일반전형 최초합격
(고려대 생명 최초합 / 과기원 전체 합격 / 동국대 의예과 최초예비 44)
2023학년도 한양대학교 모의논술 전국 19등 (95/100)
2023학년도 대학수학능력시험 언어와 매체 99 / 생명과학2 100

대구광역시 2023학년도 수능 성적 장학생
마더텅 / 한수모의고사 성적 장학생 (언어와 매체 / 생명과학2)

연세대학교 파이널
수학 / 과학 모의고사
문의 : 카카오톡 unjsp