

생물학

담당교수 : 김혁재

성명

수험 번호

※ 모든 문제의 정답은 2개입니다.

1. 다음 중 생명체를 구성하는 유기분자들에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 아밀로오스와 셀룰로오스는 포도당 사이의 결합 차이 때문에 생체 내 구조와 기능이 달라지며, 반추 동물의 혹위와 별집위나 말의 맹장과 대장에 서식하는 세균들은 셀룰라아제를 분비하여 셀룰로오스를 분해할 수 있다.
- ② GAG의 일종인 황산 헤파란은 트롬빈의 입체 구조를 변화시켜 트롬빈이 혈액 응고 인자들과 결합할 확률을 높이므로 혈액 응고 과정을 활성화시킨다.
- ③ 스테롤 중 원핵 생물은 호파노이드, 동물은 간에서 콜레스테롤, 식물은 피토스테롤, 균류는 에르고스테롤을 합성할 수 있다.
- ④ 간에서 소비되고 남은 과잉의 지질은 VLDL로 재조립되어 혈액으로 방출되는데 VLDL에서 유리된 콜레스테롤은 Apo B-100 수용체를 지닌 여러 조직세포들에 흡수되어 사용된다.
- ⑤ 필수 아미노산은 인체가 직접 합성할 수 없어 반드시 섭취해야만 하는 아미노산으로 Ile, Val, Met, Thr, Phe, Leu, Trp, Lys, His 등이 있다. 이 중 극성을 띠는 비전하성 R기를 갖는 아미노산은 Thr뿐이다.

2. 유전 정보의 중심 원리가 성립되기 이전에는 RNA가 유전 물질과 생체 촉매의 역할을 모두 수행했을 것으로 추정하고 있다.

다음 중 RNA world에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 포름알데히드를 넣고 원시 대기 조건에서 실험하면 리보오스는 생성되지만 디옥시리보오스는 생성되지 않는다.
- ② 진화는 일반적으로 불안정한 구조에서 안정한 구조를 이루는 방향으로 진행되는데 DNA가 RNA보다 안정한 이유는 우라실 대신 티민 염기를 사용하고, 이중가닥이며, 리보오스 대신 디옥시리보오스를 사용하기 때문이다.
- ③ RNA가 유전 정보의 기능을 할 수 있는데 실제로 RNA를 유전 정보로 이용하는 RNA 바이러스들이 존재한다. 그러나 RNA는 DNA와 마찬가지로 자가 복제 능력은 없기 때문에 복제를 위해서는 반드시 효소가 필요하다.
- ④ 리보솜은 단백질 합성의 핵심 기구이기 때문에 갑작스런 변이가 일어날 경우 생물체에 치명적일 수 있으므로 리보솜 내 중요 기능 부위들은 여전히 rRNA로 남아 촉매 기능을 수행하고 있다.
- ⑤ 리보솜위치란 리보솜의 rRNA 구조가 상황에 따라 변하면서 단백질 번역의 조절자 역할을 할 수 있는 것을 말한다.

3. 다음 중 세포막의 구조와 물질 수송에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① 지질 뿔뿔은 긴 포화 지방산을 가진 스프고지질과 콜레스테롤이 밀집된 구조로 세포막의 다른 부위보다 두껍고 안정한 구조를 이룬다. 특정 단백질들이 밀집되어 있어 단백질들끼리 상호작용이나 신호 전달 등에 유리하다.
- ② F type pump는 H^+ 이 농도 기울기에 따라 이동하는 힘에 의해 F_0 가 회전하면 F_1 의 구조가 변하면서 ATP가 합성되는 ATP synthase 활성을 갖고 있는데 미토콘드리아 내막이나 엽록체 틸라코이드 내막의 F_0F_1 복합체가 이에 해당한다.
- ③ 아쿠아포린은 비개폐성 채널로 채널의 Asn이 필터 역할을 해서 물 분자만 선택적으로 수송한다. 혈장 삼투압 상승 시 바소프레신이 분비되면 원위세뇨관과 집합관의 기저면에 발현되어 있는 아쿠아포린을 통해 물이 재흡수된다.
- ④ 소장 상피세포의 포도당 흡수 기작에서 정단면의 Na^+-K^+ 펌프가 Na^+ 의 기울기를 형성하면 기저면의 SGLT가 2차 능동수송으로 포도당을 세포질로 유입하고, 정단면의 GLUT를 통해 세포질의 포도당을 간질액으로 수송한다.
- ⑤ 위 벽세포의 위산 분비 기작에서 정단면의 H^+-K^+ 펌프가 H^+ 기울기를 형성하고, 혈액에서 단순확산으로 유입된 CO_2 가 세포질의 탄산무수화효소에 의해 HCO_3^- 와 H^+ 가 생성되면 기저면에서 세포질의 HCO_3^- 기울기를 이용해 Cl^- 를 혈액으로부터 symport 한다.

4. 현미경 관찰을 위한 시료의 준비와 염색 과정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 샘플링, 고정, 탈수, 투명화, 경화, 박편 제작, 염색 순서로 진행된다.
- ② 고정은 세포 내외부 구조를 보존하는 과정으로 열고정과 화학적 고정이 있다. 열고정은 세포벽이 단단한 식물 세포 관찰 시에 사용하고, 화학적 고정에는 툴루엔, 벤젠, 클로로포름, 자일렌 등의 유기 용매를 사용한다.
- ③ 경화는 파라핀 용액, 플라스틱 수지, 급속 냉동 처리 등의 방법으로 시료를 단단하게 만드는 과정이다.
- ④ 염기성 염료는 양전하를 가진 염색약으로 핵산이나 세균의 표면 등을 염색할 수 있는데 메틸렌블루, 에오신, 크리스탈바이올렛 등이 있다.
- ⑤ 파라핀 박편은 이후 조직 염색을 할 때 파라핀을 제거하는 별도 처리가 필요하며, 플라스틱 박편은 이후 별도의 조정이 불가능하며, 냉동 박편은 이후 별도의 전처리를 할 필요가 없다.

5. 다음 중 미토콘드리아 전자전달계에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 복합체 I은 NADH에서 H^+ 과 전자를 받아 유비퀴논에 전달하는데 전자 전달 과정에서 2개의 H^+ 이 막사이 공간으로 배출되어 H^+ 기울기를 형성한다. 유비퀴논은 내막의 기질 쪽 표면에 붙어 있는 수용성 단백질로 복합체 I이나 II로부터 받은 H^+ 과 전자를 복합체 III에게 전달한다.
- ② 복합체 II는 TCA 회로의 효소인 숙신산 디하이드로제네이스로 숙신산을 산화해서 $FADH_2$ 를 생성한 후에 $FADH_2$ 의 H^+ 과 전자를 복합체 III에게 전달한다.
- ③ 시토크롬 c는 내막의 바깥쪽에 느슨하게 붙어 있는 수용성 단백질로 복합체 III으로부터 받은 전자만을 복합체 IV에게 전달한다. 또한 DNA damage로 apoptosis가 일어날 때 시토크롬 c는 세포질로 방출되고 이후 caspase를 활성화시켜 cascade를 일으킨다.
- ④ 복합체 IV는 시토크롬 c 산화 효소로, 시토크롬 c로부터 전자를 받아 O_2 로 전달하여 H_2O 가 생성되며, 이 과정에서 2개의 H^+ 기울기가 형성된다.
- ⑤ 수소 이온의 농도 기울기는 미토콘드리아 기질로 피루브산을 공동 수송할 때, 씨모제닌 등의 짝폴립 단백질로 열을 발생시킬 때, 세균 편모의 회전 운동 시, 소장 상피세포에서 과당을 공동 수송할 때 사용된다.

6. 다음 중 식물의 기공 개폐에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 아침에 청색광에 의해 공변 세포의 trans-제아크산틴이 cis-제아크산틴으로 바뀌고 포토트로핀이 활성화되며, H^+ 펌프가 활성화되어 세포 밖으로 H^+ 를 방출하여 세포질의 pH가 높아지고 내향성 K^+ 채널을 통해 K^+ 가 세포질로 유입된다.
- ② 오후가 되면 광합성이 계속 일어나면서 공변 세포 내 녹말 함량이 증가하므로 녹말이 공변세포 내 삼투압을 높여 기공은 계속 열려 있게 된다.
- ③ 밤이 되면 광합성은 멈추고 공변 세포 내 설탕이 체관으로 이동하여 삼투압이 감소한다. 그러나 호흡은 계속 일어나므로 이산화탄소가 축적되어 세포질의 pH는 감소하며 기공이 닫힌다.
- ④ 증산 과다로 수분이 부족하면 엽육세포나 뿌리에서 합성한 앱시스산이 체관을 통해 이동하여 공변세포의 수용체에 결합한다. 세포 신호 전달과정을 통해 세포질에 증가한 Ca^{2+} 에 의해 내향성 K^+ 채널은 닫히고 외향성 K^+ 채널은 열려 기공이 닫히게 된다.
- ⑤ 고등 식물은 건조한 육상에서 수분 증발을 막기 위해 방수층인 큐티클층으로 표피를 덮고 있는데 큐티클층은 큐틴이 침착된 2차 세포벽을 구성한다.

7. 다음 중 암세포(악성 종양)에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 인테그린, 카드헤린 등의 발현이 감소해 부착 비의존적으로 변하고 세포 골격이 느슨해진다. 스스로 성장인자를 방출해 증식하므로 분열 조절이 되지 않고, 탈분화된 미성숙 상태로 바뀌며 밀도의존적 억제가 되지 않는다.
- ② 유전자 파괴로 암이 유발될 수 있는데, 암 억제 유전자의 파괴는 세포 사멸 유전자나 세포 분열 조절 유전자가 파괴된 것으로 p53이나 BRCA 유전자가 이에 해당한다.
- ③ 원암 유전자(proto-oncogene)는 정상 유전자에 돌연변이가 일어나서 암을 일으킬 수 있는 상태로 바뀐 유전자로, 원암 유전자가 발현되면 세포는 죽지 않고 계속 분열하여 암화된다.
- ④ DNA 바이러스인 인간 유두종 바이러스(HPV)는 자궁암의 원인이 되는 바이러스로, 자궁 상피세포막의 헤파린을 수용체로 결합하여 엔도시토시스된다. 바이러스의 DNA가 우연히 숙주 염색체에 삽입되면 세포를 파괴하고 방출될 수 없기 때문에 양성종양이 된다.
- ⑤ p53 유전자는 평소에는 소량 발현되지만 저산소증, 미세소관 파괴, DNA 손상, 텔로미어 소실 등의 상황에서 반감기가 길어지면서 세포 주기를 억제하고 DNA를 수선하거나 세포사멸을 유도한다.

8. 다음 중 멘델 법칙의 예외에 해당하는 유전 현상들에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 종성 유전은 유전자가 성염색체에 존재하며, 대머리의 경우 성 호르몬에 의해 우열 관계가 달라지는 현상이다. 남성은 DHT의 영향으로 대머리 유전자가 우성이 되지만, 여성은 에스트로겐이 대머리의 진행을 방해하여 대머리 유전자가 열성이 된다.
- ② 반성 유전은 유전자가 성염색체에 위치하며, 성별에 따라 표현형의 분리비가 달라지는 현상이다. 중증 근무력증은 X 염색체 열성 유전 질환으로 디스트로핀 단백질의 이상으로 근세포가 사멸하는 질환이다.
- ③ 모계 유전은 핵 속의 유전자가 아닌 난자 세포질에 있는 미토콘드리아 유전자가 형질을 결정하는 경우로, 모계 효과는 초기 발생 과정 중 나타나는 형질이 자손의 유전형이 아닌 모계의 유전형에 의해 결정되는 현상이다.
- ④ 속씨 식물은 중복수정을 하는데 정핵이 난세포와 수정하면 2n의 배가 되고, 정핵이 극핵과 수정하면 3n의 배젖이 된다.
- ⑤ 다인자 유전은 유전자 상호 작용이 없는 여러 좌위의 유전자들이 같은 형질에 대해 상가 효과(additive effect)를 나타내어 표현형이 다양하게 나오는 경우를 말한다.

9. 다음 중 번역 과정에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① tRNA의 안티코돈과 mRNA의 코돈의 염기 한 개가 느슨한 결합을 하면 tRNA가 mRNA로부터 신속하게 분리되어 빠르게 단백질 합성을 진행하는데 도움이 되는데 안티코돈의 3' 쪽 염기 한 개가 코돈의 세 번째 염기 여러 개와 염기쌍을 형성할 수 있다.
- ② 자유 리보솜에서 합성되어 핵으로 이동하는 폴리펩티드는 핵으로 들어가면 N 말단의 신호서열이 절단되고, 미토콘드리아 기질로 이동하는 폴리펩티드는 중간에 신호서열이 존재하여 절단되지 않는다.
- ③ 조면 소포체에서 가공이 끝난 폴리펩티드가 골지체로 이동하면 폴리펩티드에 붙어 있던 일부 당을 제거하고, Ser, Thr에 새로 당을 결합시켜 단백질을 표적화한다. 세포 밖으로 분비되는 단백질 중 조절 분비하는 경우는 Ca^{2+} 신호가 필요하다.
- ④ 진핵 생물은 40S 소단위체가 Met-tRNA^{Met}과 결합한 채로 코작 서열에 결합 후 mRNA 위를 이동하다가 AUG가 나타나면 60S 소단위체가 결합하여 80S 리보솜을 형성한다.
- ⑤ 아미노아실-tRNA synthetase가 tRNA의 3' 말단에 아미노산을 에스테르 결합으로 연결할 때는 ATP가 사용되고, 번역의 개시, 진행 과정에서는 GTP가 에너지원으로 사용된다.

10. 다음 중 HIV에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 동일한 정보를 갖고 있는 두 가닥의 (+) RNA를 가진 복합체로 바이러스로, 상당 기간의 잠복기가 있는 렌티바이러스 속에 속한다. 핵공을 통과할 수 있기 때문에 G₀기 세포에서도 증식할 수 있다.
- ② 바이러스 외피의 gp120이 T_H 세포막의 CD4에 부착하면 gp41이 바이러스의 외피와 T_H 세포막을 융합시켜 수용체 매개 엔도시토시스로 바이러스가 유입된다.
- ③ 캡시드 안에서 역전사가 일어나 이중가닥의 cDNA가 합성되면 핵공을 통과하여 핵 안에서 삽입효소가 cDNA 양끝의 LTR 서열을 인식하여 숙주 DNA에 무작위로 삽입한다.
- ④ 숙주 염색체에 삽입된 프로바이러스의 프로모터에서 전사가 일어나는데 숙주의 효소를 이용하여 전사되더라도 HIV의 (+) RNA는 5' -cap, 3' -polyA tail이 불가능하다.
- ⑤ AZT는 티미딘 유사체로 역전사 과정 중에 끼어들면 3' -OH가 없는 물질이므로 cDNA의 신장이 중지된다.

11. 다음 중 세균의 유전자 발현 조절 기작인 오페론에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① Lac 오페론에서 포도당이 고갈되면 세포질에 cAMP의 농도가 높아지면서 cAMP가 억제자에 결합함으로써 억제자는 작동자 서열에서 떨어지게 된다. 그러면 CAP이 프로모터 앞의 결합서열에 붙어 RNA 합성 효소의 전사 활성을 높인다.
- ② β-갈락토시다아제가 락토오스를 대사해서 알로락토오스를 생성하는데 알로락토오스는 inducer로 작용하고, 락토오스 투과 효소는 세포막 단백질로 Na⁺ 농도 기울기를 이용하여 젖당을 symport 한다.
- ③ Trp 오페론은 전구체인 코리스믹산염을 트립토판으로 대사하는 과정에 필요한 다섯 가지 폴리펩티드의 유전자를 가지고 있다.
- ④ 배지에 트립토판이 부족하더라도 억제자 단백질은 합성되지만 작동자 서열에 결합하지 못하기 때문에 RNA 합성효소가 구조 유전자들을 전사할 수 있다.
- ⑤ 감쇠자는 배지에 트립토판이 풍부할 때 불필요한 구조 유전자의 전사를 막는 메커니즘으로, 리더 mRNA의 서열 3과 서열 4 부분이 줄기-고리 구조를 형성하면 ρ-비의존적 종결 신호로 작용해서 전사를 멈추기 때문에 리더 mRNA로부터 합성되는 펩타이드는 없다.

12. 다음 중 Western blotting에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 샘플 내에 특정 단백질의 존재 여부, 양, 크기 등을 확인하는 실험법이다.
- ② 세포 파쇄 후 단백질을 얻어 SDS-PAGE를 진행하고, 모세관 현상을 이용하여 NC 필터로 단백질을 전이시킨 후 UV를 쬌어 단백질과 NC 필터 사이에 교차 결합을 형성한다.
- ③ NC 필터를 BSA 용액에 넣어 단백질이 전이되지 않은 NC 필터 부분들을 모두 BSA로 코팅하는데, 탐침이 단백질과 비특이적 결합을 하는 것을 막기 위해서이다.
- ④ 2차 항체는 1차 항체의 F_c 부분에 대한 항체로, 2차 항체의 F_c 부분에 발색 반응을 일으키는 효소나 형광 물질을 부착하여 처리하면 밴드를 확인할 수 있다.
- ⑤ 2차 항체를 쓰는 이유는 매번 실험할 때마다 1차 항체의 F_c 부분에 효소를 결합하는 것이 번거롭고, 1차 항체만 쓰는 것보다 2차 항체를 함께 쓸 때 효과가 증폭되어 밴드 확인이 용이하기 때문이다. 따라서 1차 항체와 2차 항체는 서로 다른 동물로부터 얻어야 한다.

13. 유전자 요법은 인간 세포에 정상 유전자를 넣어 발현시켜 원래 세포가 가지고 있던 비정상 유전자를 대체하는 치료법으로 주로 바이러스 벡터를 사용한다.

다음 중 유전자 요법과 유전자 조작에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 아데노 바이러스 벡터는 외피가 없는 선형의 이중가닥 DNA 바이러스로, 벡터에 삽입된 정상 유전자가 표적 세포의 염색체로 끼어들지는 않기 때문에 금방 분해되어 정상 유전자의 발현이 지속적으로 유지되지 않는 단점이 있다.
- ② 레트로바이러스 벡터는 표적 세포의 염색체에 외래 유전자가 끼어들기 때문에 지속적으로 발현이 유지될 수 있고, 분열을 멈춘 세포에도 감염이 가능하다.
- ③ 비바이러스 벡터는 DNA를 그대로 주입하거나 리포솜에 넣어 주입하는데 주입할 수 있는 DNA 크기에 제한이 있고, 체내에서 면역 반응을 일으키는 단점이 있다.
- ④ 맞춤형 아기는 생식 세포 복제 과정에서 핵치환을 할 때 특정 유전병 인자를 제거하거나 원하는 형질의 유전자를 선별하는 등 유전자 조작을 가한 배아가 자라서 태어난 아기를 말한다.
- ⑤ 체세포 복제로 태어난 남자 아기의 체세포를 Southern blotting하면 핵 DNA 밴드 중 친모와 일치하는 밴드가 나타나고, 미토콘드리아 DNA는 대리모와 일치하는 밴드가 나타난다.

14. 다음 중 세포 신호 전달계 수용체에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 인접 세포의 세포질에 증가한 Ca^{2+} 이 칼모둘린과 복합체를 형성하여 NO synthase를 활성화시키면 아르기닌이 시트룰린으로 바뀌면서 NO가 생성되어 NO-활성 구아닐릴 고리화효소에 결합하여 신호 전달 경로가 활성화된다.
- ② 인슐린 수용체는 G-단백질 연결 수용체로, G_s 신호 전달 경로가 활성화되어 아데닐릴 고리화 효소에 의해 생성된 이차 전달자인 cAMP가 PKA를 활성화시킨다.
- ③ 티로신 카이네이스 수용체와 G-단백질 연결 수용체 모두 신호 전달이 끝나면 GAP이 phosphodiesterase의 활성을 높여 이차 전달자들을 분해한다.
- ④ G_q 신호 전달에서 PLC가 PIP_2 를 이차 전달자인 IP_3 와 DAG로 가수분해하는데, DAG는 원래 구조가 불안정하여 쉽게 분해될 수 있으나 DAG 유사체인 phorbol ester는 안정하여 PLC를 통한 신호 전달을 지속시키는 돌연변이 유발원이 되어 암을 유발할 수 있다.
- ⑤ 백일해 독소는 *Bordetella pertussis*가 합성해서 분비하는 A-B 외독소로, 수용체 매개 엔도시토시스된 후 G_i 단백질의 α_i 소단위체를 ADP-ribosylation으로 불활성화시키면 아데닐릴 고리화효소의 활성이 억제되지 않아 cAMP를 과다 합성하여 신호 전달계에 문제를 일으킨다.

15. 다음 중 양서류의 발생 과정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 정자가 난자의 동물 반구에 침입하면 정자 유래 중심체가 생기면서 미세소관이 재배열되고 세포질의 피층이 약 30도 회전하면서 정자 침입 지점의 반대쪽에 회색선원환이 생긴다.
- ② Dsh 단백질이 담긴 소낭이 식물극 끝에 위치하다가 피층 회전 시 함께 이동하여 세포질로 분비되면 β -카테닌의 불균등한 농도 기울기가 사라지고, 반대쪽은 β -카테닌의 농도 기울기가 형성되어 배아의 등배축이 확립된다.
- ③ 뉴클 센터는 포배 배아의 등쪽 식물 반구의 세포로, 자신의 위쪽 세포층을 형성체가 포함된 등쪽 중배엽으로 유도한다. TGF- β 계열의 단백질들인 액티빈, 노달 등이 발현되어 배아의 위쪽으로 확산되면서 농도 기울기에 따라 내배엽, 중배엽, 외배엽이 유도된다.
- ④ β -카테닌 발현이 높은 뉴클 센터 부근에서 Xnr 단백질이 더 안정화되어 뉴클 센터를 따라 Xnr의 농도 기울기가 형성되면서 배아의 위쪽으로 확산되면 Xnr에 많이 노출된 뉴클 센터 아래쪽 세포층이 형성체로 유도된다.
- ⑤ 형성체로 유도된 세포들에서 특이 유전자들이 발현되면 BMP4의 전사를 억제하고, 배쪽 중배엽에서 확산되는 BMP 단백질들의 활성을 억제한다. 따라서 BMP 농도가 높은 쪽이 배쪽이 되고, BMP 농도가 낮은 쪽이 등쪽이 된다.

16. 다음 중 포유류의 발생 과정에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 난할 과정에서 8세포기가 되면 분화가 시작되어 세포들의 위치 정보에 따라 두 종류의 세포로 분화되는데, 상대적으로 안쪽 세포들은 ICM이 되어 배아로 발달하고, 바깥쪽 세포들은 영양막이 되어 용모막을 형성한다.
- ② 낭배기가 진행될 때 ICM은 상배엽과 하배엽의 두 층으로 분리되는데 상배엽에서 외배엽이, 하배엽에서 중배엽과 내배엽이 발생하여 낭배기의 배아를 형성한다.
- ③ 용모막은 중배엽과 외배엽 기원으로 자궁벽과 합쳐져 태반을 구성하게 되는데 가장 바깥쪽의 막으로 배아와 다른 배외막들을 보호한다.
- ④ 양막은 중배엽과 외배엽 기원이며 발생 초기에 혈구를 생성하고, 난황막은 중배엽과 내배엽 기원이며 배아에 양분을 공급하는데 인간을 비롯한 포유류는 난황액 대신 난황을 가지고 있다.
- ⑤ pluripotent cell은 포배의 ICM에서 유래한 배아 줄기세포로서 태반을 제외한 배아의 모든 세포로 분화가 가능하고, multipotent cell의 예로는 조혈 줄기세포가 있으며 백혈구, 적혈구, 혈소판 등을 형성할 수 있다.

17. 다음 중 여성의 난소 주기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 출생 시 제1 감수분열 중기에 멈춘 1차 난모세포를 포함한 1차 여포가 약 200만개 존재한다. 사춘기가 될 때까지 감수분열은 이 상태로 정지해있지만 1차 여포는 약 40만개만 남고 나머지는 퇴화된다.
- ② FSH 신호로 여포가 발달하여 에스트로겐의 분비가 증가하면 여포의 FSH 수용체 발현이 증가하여 FSH 신호를 더 많이 받는 양성 피드백이 일어나고 또한 LH 수용체 발현도 증가하여 여포의 폭발적 성장이 일어나는데 에스트로겐과 인히빈의 분비를 늘려 GnRH와 FSH 분비를 억제하여 가장 크게 자란 한 개의 여포만 최종 성숙시킨다.
- ③ 가장 크게 자란 한 개의 여포에서 고농도의 에스트로겐을 분비하면 GnRH와 LH의 분비를 자극하여 LH 급등 현상이 일어나 배란이 된다. 배란된 세포는 제2 감수분열 중기에서 분열을 멈춘 2차 난모세포이다.
- ④ 황체가 형성되면 황체에서 고농도의 에스트로겐과 중간농도의 프로게스테론을 분비하는데 고농도의 에스트로겐은 FSH와 LH의 분비를 억제하여 새로운 여포의 성숙을 막고, 혈관을 발달시키며, 자궁근의 수축을 억제하여 태아가 성장할 수 있는 환경을 조성한다.
- ⑤ 수정이 되면 감수분열이 완료되고, 난할이 진행되면서 영양막이 생기면 hCG가 분비되는데 LH 유사체로 작용해서 황체의 퇴화를 막아 황체에서 에스트로겐과 프로게스테론을 분비해 임신을 지속시킨다.

18. 다음 중 화학적 시냅스에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 흥분성 신경전달 물질은 시냅스 후 세포에서 Na^+ 의 투과도를 높여 막전위를 상승시키며 중추 신경계에서 글리신이에 해당한다. 억제성 신경전달 물질은 시냅스 후 세포에서 K^+ 나 Cl^- 의 투과도를 높여 막전위를 하강시키며 글루탐산, GABA 등이 있다.
- ② 수용기 전위(발생기 전위)는 채널 각각의 리간드에 의한 효과로 발생하며, 흥분성 또는 억제성 자극들의 합산에 의한 순전위이다. 따라서 차등 전위의 성격을 가진다.
- ③ 수용기 전위의 발생 장소는 신경 세포체 또는 수상돌기이고, 수용기 전위 발생은 ligand-gated 채널에 의해서만 가능하며, 탈분극 또는 과분극 모두 신호 형태가 될 수 있고, 시간합과 공간합이 모두 적용되며, 불응기가 존재한다.
- ④ 신경 전달물질을 회수할 때는 주변 세포인 시냅스 전 신경이나 교세포가 재흡수하는데 방출된 신경전달 물질을 Na^+ 과 공동수송으로 세포질로 재흡수 후, Ca^{2+} 과 역방향 수송으로 분비 소낭에 다시 적재한다.
- ⑤ 대사성 수용체는 G-단백질 연결 수용체로, 신경 전달 물질이 결합하면 시냅스 후 신경의 신호 전달 경로를 활성화해서 gated-채널들을 열어 활동 전위가 발생한다.

19. 다음 중 중추 신경계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 기저핵은 대뇌 수질 속에 신경세포체가 밀집된 회백질 덩어리로, 대뇌 피질에서 시작된 운동 경로에 억제 신호를 줘서 불필요한 운동을 제거한다. 또한 기저핵에서 도파민 분비가 부족하면 파킨슨병이 나타난다.
- ② 변연계는 해마, 편도, 기저핵, 시상, 시상하부 등으로 구성되며 감정, 생존, 동기 부여, 학습 등에 관여한다. 해마는 측두엽에 위치하여 단기 기억을 장기 기억으로 전환하는데 관여하고, 편도는 측두엽에 위치하여 공포에 대한 학습 및 기억에 중요한 역할을 한다.
- ③ 시상은 항상성의 중추로 내분비계와 자율 신경계를 조절한다. 체온 조절, 갈증과 소변 배출 등을 통한 삼투압 조절, 식욕 조절, 임신과 분만 등의 과정에 관여한다.
- ④ 장기 기억 강화 작용에서 반복적인 자극에 의해 AMPA 수용체 채널이 열려 발생한 시냅스 후 전위가 증첩되어 큰 수용기 전위가 발생하면 NMDA 수용체 채널의 Mg^{2+} 플러그가 빠지면서 더 많은 Na^+ 이 유입된다.
- ⑤ 망상 형성은 뇌간에 넓게 퍼진 신경망 조직으로, 통증 조절이나 혈압과 호흡의 조절, 근육의 긴장, 수면과 각성 등에 관여한다.

20. 다음 중 갑상선에서 분비되는 호르몬에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 소포 세포들이 타이로글로불린을 합성하여 콜로이드 공간으로 분비하고, 혈액에서 콜로이드로 요오드를 수송해서 타이로글로불린의 티로신 잔기에 붙여 티록신(T_4)과 삼요오드티로닌(T_3)이 합성된다.
- ② 갑상선은 주로 T_4 로 분비하지만 표적 세포 내에서 대부분 T_3 로 바뀌어 핵수용체에 결합한다. T_4 와 T_3 는 지용성 호르몬이기 때문에 혈장 단백질에 결합하여 표적 세포로 운반되며, 약물 투여 시 경구 투여가 가능하다.
- ③ 기초 대사율을 높여 열을 발생시키며, 해당 과정과 지방 분해, 단백질 분해를 촉진한다. 또한 골격 성장과 카테콜아민 계열 물질의 작용에 허용 효과를 나타내며, 양서류에서는 변태를 유도한다.
- ④ 그레이브스 병은 자가면역 질환으로 갑상선 세포가 파괴되어 보상성 비대가 나타나고, 혈중 TSH의 농도가 감소한다. 갑상선 기능 저하증에서는 체중 감소, 무기력증, 추위 민감 등의 증상이 발생한다.
- ⑤ 칼시토닌은 갑상선의 C 세포에서 합성되는 지용성 호르몬으로, 혈중 Ca^{2+} 의 농도 증가를 시상하부가 인식하여 칼시토닌의 분비를 조절한다.

21. 다음 중 피부의 감각 수용기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 피부의 기계적 수용기는 A β 섬유로서, 감각 신경이 직접 자극을 인식하는 1차 수용기이다. 메르켈 소체와 루피니 소체는 각각 피부 표면과 깊은 층의 압력을 인식하고, 마이스너 소체와 파치니 소체는 각각 피부 표면과 깊은 층의 진동을 인식한다.
- ② 온도 수용기는 A δ 또는 C 섬유로 특정 온도에서 열리는 온도-개폐성 채널들이 존재하는데, 신경 경로가 연수에서 교차한 뒤 두정엽의 체성 감각피질로 들어간다. 냉각 수용기는 20~35°C 또는 45°C 이상의 온도를 자극으로 인식한다.
- ③ 자극을 받은 통각 수용기의 C 섬유는 신경 전달 물질로 substance P를 분비하는데, 억제성 뉴런이 통각 수용기에 엔돌핀이나 엔케팔린 등의 신경 전달 물질을 분비하면 substance P에 대한 경쟁적 저해제로 작용하여 뇌로 전달되는 통증 자극이 감소한다.
- ④ 2점 접촉 역치란 두 자극을 구별해서 인식할 수 있는 최소 거리로, 수용기의 밀도가 높을수록 수용 범위의 크기는 작아지고, 2점 접촉 역치 값이 작을수록 예민도와 구별 능력이 커진다.
- ⑤ 측부 억제란 자극에 의해 가장 크게 활성화된 신경 경로가 주변부의 약하게 활성화된 신경 경로를 억제해서 활성화되는 신경 경로를 국소화하는 것으로, 측부 억제 결과 감각의 예민도가 높아진다.

22. 다음 중 골격근에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 등력성(등장성) 수축은 근육 길이의 변화 없이 물체를 들어 올리는 수축을 말하며, 등척성 수축은 근육의 길이가 짧아지면서 너무 무거운 물체를 들어 올리는 수축을 의미한다.
- ② 가벼운 운동 시 코르티솔, 성장 호르몬, 글루카곤이 분비되어 운동하는 동안 혈당을 유지하며, 부교감 신경의 활성이 낮아져서 인슐린의 분비가 감소하는데 운동으로 세포 내 Ca^{2+} 농도가 높게 유지되므로 근육은 포도당을 이용할 수 있다.
- ③ 격한 운동으로 산소 공급이 원활하지 않은 상황에서는 글리코젠을 분해하여 젖산 발효를 진행하는데, 특히 골격근 중 적색근은 저장된 글리코젠이 풍부하여 혐기성 해당 작용을 활발히 일으킬 수 있다.
- ④ 한 개의 체성 신경에 연결되어 함께 수축하는 근섬유들의 단위를 운동단위라 하는데, 동원되는 운동단위의 수가 늘어나면 수축 강도는 커진다. 여러 개의 근섬유가 연결된 큰 운동단위일수록 더 강한 수축을 할 수 있는 대신 정교한 조절이 어렵다.
- ⑤ 백색근은 속근으로 직경이 크며, 미토콘드리아가 풍부하여 산화적 인산화를 활발히 진행하여 빠르게 수축할 수 있는 대신 피로 저항력이 낮다.

23. 다음 중 심박출량 조절에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 심박출량은 분당 박동수 \times 1회 박출량으로, 미주 신경이 작용하면 동방결절의 니코틴 수용체를 자극하여 탈분극 속도가 느려지고, 교감 신경이 작용하면 동방결절의 β_1 수용체를 자극하여 탈분극 속도가 빨라진다.
- ② 심장의 프랭크-스탈링 법칙은 1회 박출량의 내인성 조절에 관한 것으로, 정맥 환류량이 증가하면 이완말기 용적이 증가하고 심근 섬유의 수축력이 증가하여 1회 박출량이 증가하게 된다.
- ③ 외인성 조절에서 교감 신경은 이완기말 용적과 관계없이 심근 세포의 수축력을 증가시키고, 정맥을 수축하여 정맥 환류량을 증가시킨다.
- ④ 심부전증 약물인 Digitalis, Ouabain 등은 심근의 Na^+-K^+ 펌프 저해제로, Na^+ 의 농도 기울기가 형성되지 않아 Na^+-Ca^{2+} antiporter를 저해하여 세포 내 Ca^{2+} 가 고농도로 유지되면 더 강한 수축으로 1회 박출량을 회복할 수 있다.
- ⑤ 정맥 환류량의 증가 요인은 여러 가지가 있는데, 호기 시 폐에 음압이 발생하여 혈액을 끌어올리고, 심실이 이완할 때도 음압이 발생하여 혈액을 끌어올리게 된다. 정맥 환류량이 증가하면 심박출량이 증가하여 혈압이 상승하게 된다.

24. 다음 중 심장 주기에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① P파가 발생하면 심방이 수축하고, PR 구간에서 방실결절 지연이 나타나다가 QRS파가 발생하면 심방이 이완되고 심실이 수축하면서 압력이 역전되기 때문에 혈액 역류를 방지하기 위해 방실판막이 닫히면서 1심음이 발생한다.
- ② 등용적성 수축 구간에서는 방실판막과 반월판막 모두가 닫힌 상태에서 수축하기 때문에 심방과 심실 내부 혈액의 부피 변화가 없는 상태에서 심방과 심실의 압력은 모두 상승한다.
- ③ 심실의 압력이 동맥압보다 높아지면 반월판막이 열려 혈액이 동맥으로 방출되고 이후 T파가 발생하면 심실이 이완되고 심실압이 동맥압보다 낮아지면 혈액의 역류를 방지하기 위해 반월판이 닫히면서 2심음이 발생한다.
- ④ 우심실은 좌심실에 비해 심실벽이 얇아서 압력 변화가 좌심실보다 작기 때문에 뿜어내는 혈액의 양은 우심실이 좌심실보다 적다.
- ⑤ 심전도의 ST 분절은 등용적성 심실 수축 구간과 일치하며, TP 분절은 등용적성 심실 이완 구간과 일치한다.

25. 다음 중 B 세포의 성숙 과정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 골수에서 계속해서 다양한 B 세포들이 생성되는데, 미성숙 B 세포는 세포막에 IgM을 발현하고 골수에서 자기항원과 결합하면 클론 사멸로 제거된다.
- ② 미성숙 B 세포가 혈액으로 방출되면 세포막에 IgM과 IgD를 발현하는 미경험 B 세포가 되는데, 온몸을 순환하면서 혈액의 자기항원과 결합하면 무반응 상태인 클론 무감작이 일어난다.
- ③ 미경험 B 세포들이 여러 2차 림프 기관을 순환하다가 항원이 유입되면 APC가 섭취해서 MHC II에 펩티드 절편을 제시하여 T_H 가 T_H2 로 분화되고, 항원 특이적 BCR을 가진 B 세포도 MHC II에 동일한 펩티드 절편을 제시하면 T_H2 가 B 세포를 활성화시킨다.
- ④ 활성화된 B 세포가 분열하여 형질 세포가 되면 IgG를 분비하게 되고, T_H2 가 B 세포에 IL 신호를 주면 개별형 전환과 체성 과변이가 일어나 일부는 기억 세포가 되고 일부는 형질 세포가 되어 IgM을 분비하게 된다.
- ⑤ 2차 면역 반응 시 기억 B 세포와 기억 T_H2 세포들 여러 개가 존재하여 항원을 더 빠르게 인지할 수 있고, T_H 가 T_H2 로 분화되는 단계와 IgM을 분비하는 B 세포가 IgG를 분비하는 B 세포로 개별형 전환되는 단계가 1차 면역 반응 때보다 더 빠르게 일어나기 때문에 더 강력한 면역 반응을 일으킬 수 있다.

26. 다음 중 조직 이식 거부와 골수 이식 거부에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 조직 이식 거부 반응은 주로 T 세포가 매개하는 세포성 면역 반응에 의해 일어나는데 수여자에 없는 다른 MHC에 대해 거부 반응을 나타낸다. 따라서 congenic mice의 경우에도 다른 유전자들은 모두 같더라도 MHC가 다르면 거부 반응이 나타난다.
- ② 공여자의 '자기 MHC+비자기 항원'을, 수여자의 T 세포의 TCR이 '비자기 MHC+자기 항원'으로 인식하여 활성화되어 공여자 조직을 공격해 파괴한다.
- ③ $MHC^{a \times b}$ 를 가진 공여자의 조직을 MHC^a 를 가진 수여자에게 이식하면 거부 반응이 나타나지 않지만, MHC^a 를 가진 공여자의 조직을 $MHC^{a \times b}$ 를 가진 수여자에게 이식하면 거부 반응이 나타난다.
- ④ 수여자에게 골수를 이식할 때 함께 이식된 일부 T 세포들이 수여자의 조직을 비자기 세포로 인식하여 공격하는 거부 반응이 나타나는데 이것을 이식편 대 숙주 반응이라고 한다.
- ⑤ $MHC^{a \times b}$ 를 가진 공여자의 골수를 MHC^a 를 가진 수여자에게 이식하면 거부 반응이 나타나고, MHC^a 를 가진 공여자의 골수를 $MHC^{a \times b}$ 를 가진 수여자에게 이식해도 거부 반응이 나타난다.

27. 다음 중 산소와 이산화탄소의 수송에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 산소 포화도 곡선에서 S/V ratio가 높은 동물일수록 그래프가 오른쪽 아래 방향으로 이동하고, 고산 지대에 적응한 동물일수록 그래프가 왼쪽 위 방향으로 이동한다.
- ② 모체의 $\alpha_2\beta_2$ 보다 태아의 $\alpha_2\gamma_2$ 가 산소 결합력이 더 크지만 2,3-BPG 결합력은 동일하여 모체로부터 태아로 산소 공급이 가능하다.
- ③ 조직에서 세포 호흡으로 생성된 이산화탄소 중 약 30%는 적혈구 내에서 헤모글로빈의 N-말단에 결합하여 카르바미노 헤모글로빈 형태로 운반된다.
- ④ 할데인 효과는 H^+ 가 헤모글로빈의 CO_2 결합력에 미치는 효과를 말하며, 높은 농도의 H^+ 는 헤모글로빈의 CO_2 결합력을 높이지만 낮은 농도의 H^+ 는 헤모글로빈의 CO_2 결합력을 낮춘다.
- ⑤ 조직에서 세포 호흡으로 생성된 이산화탄소 중 약 60%는 단순확산으로 적혈구로 유입되어 적혈구 내에 존재하는 탄산무수화효소에 의해 탄산이 생성되고 이어서 HCO_3^- 가 해리된 후 적혈구 세포막의 exchanger 단백질을 통해 Cl^- 과 함께 antiport되어 혈장으로 방출된다.

28. 다음 중 위에서 일어나는 각종 소화 과정에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 위의 미즙이 십이지장으로 배출되면서 지방, 산, 고장성, 팽창 등의 자극이 가해지면 신경계와 호르몬의 작용으로 위산 분비가 촉진된다.
- ② 위의 상피 세포는 단순확산으로 지용성 분자를 흡수할 수 있는데 알코올은 대부분 소장에서 흡수되지만 위벽으로 소량 흡수되고, 아스피린도 소량 흡수되어 위에서 프로스타글란딘의 분비를 억제하기 때문에 위장관 질환이 있는 사람들에게 해로운 영향을 끼친다.
- ③ 내인성 신경인 근층간 신경총과 점막하 신경총은, 음식물이 소화관 내벽에 닿는 정보를 감각 신경으로 인식하여 소화관 운동, 소화액 분비, 위장관 호르몬 분비 등을 자가조절한다.
- ④ 그렐린은 위에서 분비되는 호르몬으로 시상하부의 식욕 억제 중추를 자극해 식욕을 억제한다. 반면 렙틴은 지방 조직에서 분비되는 호르몬으로 시상하부의 식욕 유발 중추를 자극해 식욕을 촉진한다.
- ⑤ 위에서 내려온 지방이나 단백질 등의 음식물 자극에 의해 십이지장에서 분비되는 세크레틴은 엔테로가스트론으로 콜레시스토키닌과 함께 위의 음식을 배출과 위산 분비를 억제한다.

29. 다음 중 동물의 신장과 인간의 배설계에 대한 내용으로 옳지 않은 것은?

- ① 원구류는 사구체로 구성된 전신을 갖고, 어류와 양서류는 사구체와 보우먼 주머니로 구성된 중신을 갖고며, 파충류와 조류, 포유류는 사구체, 보우먼 주머니, 세뇨관으로 구성된 후신을 갖는다.
- ② 사구체 옆장치는 원위 세뇨관이 수입세동맥과 수출세동맥의 가지 사이로 빠져나가는 부위에 위치한 구조로, 원위세뇨관의 세포인 치밀반과 변형된 혈관 평활근인 과립세포로 구성되어 있는데, 원위세뇨관의 여과액이 감소하거나 NaCl의 농도가 감소하면 수입세동맥을 확장시킨다.
- ③ 대동맥궁과 경동맥동의 압력 수용체가 몸 전체의 혈압 변화를 감지하면 소변 배출량을 조절하여 총 체액량을 일정하게 유지하는데, 몸 전체 혈압이 증가하면 부교감 신경이 흥분하여 수입세동맥이 확장되면 GFR이 증가하고 소변량이 늘어 혈압이 회복된다.
- ④ 헨레고리의 두꺼운 상행지에서는 염만 재흡수되고, 하행지에서는 물만 재흡수되어 수질부 간질액의 농도 기울기가 형성되는데, 직립 혈관이 헨레고리와 가까이 위치하여 반대 방향으로 흐르면서 간질액의 삼투 기울기를 유지시키는 반류 증폭계가 존재하여 농축된 오줌을 배설하게 된다.
- ⑤ 헨레고리의 두꺼운 상행지에서는 기저면의 Na^+-K^+ 펌프와 정단면의 NKCC transporter가 염의 재흡수에 관여하는데, tight 밀착연접을 통해 Na^+ , K^+ , Cl^- 는 재흡수할 수 있지만 물은 재흡수할 수 없다.

30. 다음 중 척추동물의 체온 조절에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① Q_{10} 의 법칙은 온도가 약 10°C 증가할 때마다 내온 동물의 대사율이 2~3배 증가하는 성질이 있음을 말하는데, 내온 동물은 물질대사로 얻은 열을 이용하여 안정적인 체온을 유지하므로 에너지 소모적이기 때문에 S/V ratio가 작은 구조를 가진다.
- ② 큰 동물은 작은 동물보다 더 많은 에너지를 소모하지만 단위 부피당 더 낮은 대사율을 보이는데, 내온 동물은 덩치가 커질수록 S/V ratio가 작아지고, 외온 동물은 덩치가 커질수록 기관들이 더 효율적으로 발달하기 때문이다.
- ③ 피부의 말단 수용기와 시상하부에는 설정점이 존재하는데, 시상하부 수용기를 통해 몸의 온도를 감지하여 몸의 온도가 낮으면 골격근 떨림, 교감신경, 호르몬의 작용으로 설정점을 상승시킨다.
- ④ 피부의 말단 수용기를 통해 주변 환경 온도를 감지하여 감지된 피부 온도가 높으면 시상하부의 설정점 온도를 낮추고, 피부 온도가 낮으면 시상하부의 설정점 온도를 높인다.
- ⑤ 그람 음성균이 침입하면 대식세포가 섭취하는데 내독소인 LPS는 대식세포를 활성화하여 IL-1이 방출되고, IL-1은 시상하부에서 PG를 방출시켜 시상하부의 설정점을 낮추면 추위를 느껴 오한이 발생한다.

* 확인 사항

- 답안지의 해당란에 필요한 내용을 정확히 기입(표기)했는지 확인하시오.