

Ⅲ. 항상성과 몸의 조절

1. 신경계

01. 흥분의 전도와 전달

- 뉴런 : 신경계를 구성하는 세포로서 신경 세포체, 가지 돌기, 축삭돌기로 구분되며 자극을 받아 들여 다른 세포로 전달한다.
- 말이집 뉴런, 민말이집 뉴런으로 구분.
- 기능에 따라 구심성 뉴런, 원심성 뉴런, 연합 뉴런으로 구분.
- 흥분 : 자극을 받은 뉴런의 세포막에서 일어나는 막전위의 변화.
- 흥분의 전도 : 자극을 받아 발생한 흥분이 축삭돌기를 따라 이동하는 것.
- Na^+ - K^+ 펌프 : 뉴런의 세포막에는 Na^+ 과 K^+ 를 능동 수송하는 Na^+ - K^+ 펌프가 존재한다. Na^+ - K^+ 펌프는 ATP를 이용해 1회 작동할 때 3분자의 Na^+ 를 세포 안에서 밖으로, 2분자의 K^+ 를 세포 밖에서 안으로 수송한다.
- 이온 통로 : 뉴런의 세포막에 Na^+ 과 K^+ 이 확산되어 이동하는 이온 통로가 존재하고, 이온 통로를 통해 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이온이 확산되며, 이 과정에는 ATP와 같은 외부 에너지 지원이 사용되지 않는다.
- 휴지 전위 : 세포막에 존재하는 Na^+ - K^+ 펌프와 여러 이온 통로로 세포 안은 음(-)전하를 띠고 세포 밖은 양(+)전하를 띤다. → 세포막을 경계로 세포 안팎이 서로 다른 극으로 나누어져 있는 상태를 분극이라고 하고, 이 때의 막전위를 휴지 전위라고 하며 약 -70 mV이다.
- 활동 전위 : 휴지 전위 상태의 뉴런에 역치 이상의 자극이 주어지면, Na^+ 와 K^+ 의 막 투과도가 변하여 막전위의 급격한 변화가 일어나는데, 이러한 막전위의 변화를 활동 전위라고 한다.
- 활동 전위는 분극→ 탈분극→ 재분극의 순서로 일어난다.
- 흥분의 전도 : 뉴런의 한 지점에서 활동 전위가 발생하면, 그 지점의 세포 내 Na^+ 농도가 증가하고, 이는 주변 세포막의 막전위와 막 투과도를 변화시켜 새로운 활동 전위를 발생시키는데, 이를 흥분의 전도라고 한다. 뉴런에서 흥분의 전도는 축삭돌기 말단까지 이루어진다.
- 흥분의 전달 : 뉴런과 뉴런 사이는 시냅스 틈을 두고 있으므로 전도의 방식이 아닌, 신경 전달 물질의 분비와 수용으로 이루어지는데 이를 흥분의 전달이라고 한다.
- 흥분의 전달 과정 : 축삭돌기 말단까지 흥분이 전도 → 신경 전달 물질을 갖고 있는 시냅스 소포가 세포막과 융합 → 아세틸콜린과같은 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 분비 → 다음 뉴런에서 활동 전위 발생
- 신경계에 영향을 주는 약물의 종류 : 각성제, 환각제, 진정제 등
 - 각성제 : 신경 흥분을 촉진하여 각성을 일으키며, 우울증과 같은 질병을 치료하는 데 쓰임.
 - 환각제 : 환각을 유발하는 약물로, 과거 정신과 치료에 쓰였음.
 - 진정제 : 신경 흥분을 억제하여, 긴장과 통증을 완화하거나 수면을 유도하는 데 쓰임.

02. 신경계

- 감각 기관에서 보낸 정보를 받아들이고 이를 분석하여 반응하도록 적절한 명령을 내보내는 역할을 하는 기관계, 중추 신경계와 말초 신경계로 구분된다.
- 중추 신경계 : 뇌와 척수로 구성되며 많은 뉴런이 밀집해 있다. → 체내 외에서 수용한 정보를 통합하여 적절한 반응이 일어나도록 조절한다.
 - 뇌 : 두개골 속에 들어 있으며, 대뇌, 소뇌, 간뇌, 중간뇌, 뇌교, 연수로 구분된다. 약 1000억 개의 뉴런으로 이루어지고 무게가 약 1.3kg ~1.5kg으로 몸무게의 2% 정도를 차지한다. 전체 산소 소모량의 20%를 소비하고 심장에서 나오는 혈액의 20%가 흐른다.
 - 대뇌 : 대뇌의 겉질은 감각 기관으로부터 오는 정보를 받는 영역, 골격근의 수축으로 일어나는 수의 운동을 조절하는 영역, 감각 정보를 종합, 분석, 판단하거나 학습, 언어, 기억 등 고도의 정신 활동이 일어나는 영역 등으로 구분한다. 대뇌 겉질은 위치에 따라 전두엽, 두정엽, 측두엽, 후두엽으로 구분한다.
 - 소뇌 : 대뇌와 함께 수의 운동을 조절하고, 평형 감각기로부터 받아들인 정보에 따라 몸의 평형을 유지한다.

- 간뇌 : 시상과 시상 하부로 구성되며, 시상은 대부분의 감각 신호를 받아 대뇌 겉질에 전달한다. 시상 하부는 체온, 삼투압 등을 조절하여 체내 생리 기능을 일정하게 유지하는 데 중요한 역할을 한다.
- 중간뇌 : 소뇌와 함께 몸의 평형을 조절하며, 안구 운동과 흥채 운동을 조절한다.
- 연수 : 뇌와 척수 사이를 연결하는 대부분의 신경이 좌우 교차하여 통과하는 부위로, 심장 박동, 호흡 운동, 소화 운동과 소화액 분비 등을 조절하며 기침, 재채기, 하품, 눈물 분비 등의 반사를 담당한다.
- 척수 : 연수 아래쪽으로부터 이어져 척추 속으로 뻗어 있으며 뇌와 말초 신경 사이에서 정보를 전달한다. 온몸의 각 부분에서 나온 신호를 뇌로 전달하고 뇌의 명령을 몸의 각 부위로 전달한다.
- 척수 반사 : 척수는 회피 반사, 무릎 반사, 배변, 배뇨 등의 반사를 담당하고, 자극이 대뇌에 이르기 전에 무의식적으로 일어나는데, 이렇게 대뇌를 거치지 않고 무의식적으로 일어나는 반응을 무조건 반사라고 한다.
- 말초 신경계 : 온몸에 뻗어 있어 중추 신경계와 몸의 각 부분 사이를 연결한다. 뇌와 각 기관을 연결하는 12쌍의 뇌 신경과 척수와 각 기관을 연결하는 31쌍의 척수 신경으로 구성된다.
- 감각 기관에서 중추 신경계로 흥분을 전달하는 구심성신경(감각 신경)과 중추 신경계의 명령을 반응 기관으로 전달하는 원심성 신경(운동 신경)으로 구성되며, 원심성 신경은 다시 체성신경계와 자율 신경계로 구분된다.
- 체성 신경계 : 대뇌의 지배를 받는 신경으로, 골격근을 움직이는 의식적인 반응을 담당한다.
- 자율 신경계 : 대뇌의 직접적인 영향을 받지 않으며 뇌줄기와 척수에 연결되어 있다. 각종 내장 기관에 분포하여 주로 소화, 순환, 호흡, 호르몬 분비 등 생명 유지에 필수적인 기능을 조절하며, 원심성 신경만으로 구성되어 있다. 교감 신경과 부교감 신경으로 구성된다.
- 교감 신경과 부교감 신경은 같은 내장 기관에 분포하여 한쪽이 작용을 촉진하면 다른 쪽은 작용을 억제하는 길항 작용으로 몸의 작용을 조절한다.

03. 근육 수축의 원리

- 골격근 : 뼈에 붙어 있는 근육으로, 골격의 움직임을 만들어 낸다.
- 몸을 움직이는 근육의 수축과 이완은 골격근에 분포한 원심성 신경의 작용으로 조절 → 대뇌를 비롯한 여러 기관이 원심성 신경을 자극하면, 자극을 받은 원심성 신경의 축삭돌기 말단에서 아세틸콜린을 분비 → 아세틸콜린이 골격근에 작용하면 골격근의 수축이 시작된다.
- 골격근은 여러 개의 근육 섬유 다발로 이루어져 있고, 각각의 근육 섬유 다발은 수많은 근육 섬유(근육 세포)로 이루어져 있다.
- 하나의 근육 세포는 근육 원섬유 다발이 존재하며, 근육 원섬유는 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트로 이루어진다.
- 명대(I대) : 액틴필라멘트만 있어 밝게 보이는 부분
- 암대(A대) : 굵은 마이오신 필라멘트가 있어 어둡게 보이는 부분
- H대 : 암대중에서 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치지 않아 겹친 부분보다 약간 밝게 보이는 부분으로 마이오신 필라멘트만 있는 부분
- Z선 : 명대 중앙에 수직으로 나타나는 선으로, Z선을 기준으로 나뉘는 각각의 단위를 근육 원섬유 마디라고 하며, 이는 근육 수축의 기본 단위이다.
- 근육 수축의 과정 : 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어간다. → 서로 겹치는 부분이 늘어난다. → 근육 원섬유마디가 짧아지면서 수축이 일어난다.
- 활주 : 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트로 들어가는 과정 → ATP가 사용된다.

2. 호르몬과 항상성

01. 내분비계와 호르몬

- 내분비계 : 호르몬을 생산하고 분비하는 내분비샘으로구성→ 사람의 내분비샘에는 간뇌의 시상하부, 뇌하수체, 갑상샘, 부신, 이자, 난소, 정소 등이 있다.

- 호르몬 : 특정 조직이나 기관의 생리 작용을 조절하는 화학 물질로 내분비샘에서 합성된 후 혈액이나 조직액으로 직접 분비된다. 혈액을 따라 이동하며, 특정 세포나 기관(표적 세포, 표적 기관)만이 특정 호르몬에 반응한다.
- 호르몬의 특징
 - 표적 기관에만 영향을 주며, 표적 세포의 대사 활동에 변화를 일으킨다.
 - 매우 적은 양으로도 효과가 크고, 효과가 나타나는 시간은 다양하다.
 - 과다증과 결핍증이 나타난다.
 - 호르몬 분비의 중추는 간뇌의 시상 하부이고, 뇌하수체는 다른 내분비샘의 기능을 조절한다.
- 내분비계 질환

질환	호르몬	기능	내분비샘
거인증	생장호르몬 과다	몸의 성장	뇌하수체 전엽
소인증	생장호르몬 감소	몸의 성장	뇌하수체 전엽
요붕증	항이뇨호르몬 부족	세뇨관에서의 수분 재흡수	뇌하수체 후엽
성조숙증	성호르몬 조기 분비	2차 성징 발현	생식샘
갑상샘 기능 항진증	티록신 과잉	물질대사 조절	갑상샘
갑상샘 기능 저하증	티록신 부족	물질대사 조절	갑상샘
크롬 친화성 세포종	에피네프린 과다	혈당량 조절	부신속질
당뇨병	인슐린 부족, 반응성 감소	혈당량 조절	이자

02. 항상성 유지

- 항상성 : 외부 환경이 변하더라도 생물의 몸 내부 환경 조건을 일정한 범위에서 유지하는 것
- 항상성의 예 : 체온, 혈당량, 삼투압 유지 등
- 항상성 조절의 중추 : 간뇌의 시상 하부이며, 체내 환경이나 외부 환경의 정보를 받아들이고, 자율 신경과 호르몬으로 반응을 조절하여 내부 환경을 일정하게 유지한다.
- 체온 조절 : 우리 몸은 외부 온도에 관계 없이 체내 온도를 36.5 °C로 유지한다. 물질대사를 조절하는 효소의 활성은 온도에 따라 변하므로 체온 유지는 생명 유지에 필수적이다.
 - 체온이 내려갈 때 : 간뇌의 시상 하부가 감지하고 골격근을 수축하여 몸을 떨리게 하여(열 발생량 증가) 체온 상승
 - 체온이 올라갈 때 : 간뇌의 시상 하부가 감지하고 피부 근처 혈관 확장, 땀 분비 촉진으로 열 발산량이 증가하여 체온 하강
- 혈당량 조절 : 혈액 속 포도당의 농도, 정상인의 혈당은 자율 신경과 이자에서 분비되는 호르몬인 인슐린과 글루카곤의 길항 작용으로 0.1 %로 유지된다.
 - 혈당량이 높을 때 : 이자의 β 세포에서 인슐린을 분비해 간에서 포도당을 글리코젠으로 전환 촉진, 세포의 포도당 흡수 촉진하여 혈당량을 감소한다.
 - 혈당량이 낮을 때 : 이자의 α 세포에서 글루카곤을 분비해 간에서 글리코젠을 포도당으로 분해 촉진하여 혈당량을 상승시킨다.
- 삼투압 조절
 - 사람은 음식물과 식수로 물을 섭취하고 땀과 오줌으로 물을 배출하여 체액의 삼투압을 일정하게 유지한다.
 - 체액의 농도가 변하면 세포의 구조와 기능에 이상이 생길 수 있다. 물과 무기 염류의 배출량을 조절하여 체액의 농도를 일정하게 유지한다.
 - 삼투압이 높을 때 : 간뇌의 시상 하부가 자극을 감지하고 뇌하수체 후엽에서 항이뇨호르몬(ADH) 분비를 증가시켜 콩팥에서 물의 재흡수량 증가로 삼투압 감소
 - 삼투압이 낮을 때 : 간뇌의 시상하부가 자극을 감지하고 항이뇨호르몬의 분비를 감소시켜 콩팥에서 물의 재흡수량 감소로 삼투압 증가

3. 방어 작용

01. 질병과 병원체

- 비감염성 질병 : 병원체에 감염되지 않아도 발병하는 질병으로 고혈압, 당뇨병 등이 있다. 환경, 유전, 생활 방식 등 여러 가지 원인이 복합적으로 작용하여 발병

- 감염성 질병 : 세균, 바이러스, 원생생물, 곰팡이와 같은 병원체에 감염되어 발병하는 질병으로 결핵, 후천성 면역 결핍증(AIDS), 독감 등이 있다.
- 병원체 : 감염성 질병을 일으킬 수 있는 것
 - **세균** : 핵막과 막으로 둘러싸인 세포 소기관이없는 단세포 생물. 세포막은 세포벽으로 둘러싸여 있다. 대부분 분열법으로 번식하며, 모양에 따라 구균, 간균, 나선균으로 분류할 수 있다.
 - 세균중 일부는 체내로 침입하여 빠르게 증식하거나 독소를 생산하여 질병을 일으킨다.
 - 항생제 : 세균을 죽이거나 세균의 성장을 억제하는 물질로 사람의 몸에도 영향을 줄 수 있으므로 사용법을 지켜 안전하게 사용해야 한다.
 - **바이러스** : 세균보다 크기가 훨씬 작다. 세포의 구조를 갖추지 않고, 핵산과 그것을 둘러싼 단백질 껍질의 형태로 존재한다. 스스로 물질대사를 할 수 없어 반드시 숙주 세포 안으로 침입하여 기생해야 하므로 세포에 손상을 입히거나 세포를 파괴한다. 숙주의 종류에 따라 동물 바이러스, 식물 바이러스, 세균 바이러스로 구분할 수 있다. 핵산의 종류를 기준으로 DNA 바이러스와 RNA 바이러스로 구분하기도 한다.
 - **진핵생물 병원체** : 원생생물이나 곰팡이가 대표적이고, 대부분 열대 지역에서 매개 곤충 때문에 발생하며, 예로는 말라리아가 있다. 말라리아를 일으키는 말라리아 원충은 모기를 매개로 사람에게 전파된다.
- 병원체의 감염 경로와 예방
 - 독감은 주로 호흡기로 감염된다.
 - 콜레라는 오염된 물을 마시거나 오염된 음식을 먹는 과정에서 감염된다.
 - 후천성 면역 결핍증은 성 접촉이나 수혈로 감염된다.
 - 파상풍은 피부 상처로 감염된다.
 - 말라리아는 모기와 같은 매개 곤충으로 감염된다.
 - 마스크는 호흡기로 감염되는 질병을 예방할 수 있다.
 - 손 씻기는 피부 접촉으로 감염되는 질병을 예방할 수 있다.
 - 물을 끓이거나 정수하면 수인성 질병을 예방할 수 있다.

02. 우리 몸의 방어 작용

- 우리 몸에 병원체가 침입하면 이에 대항하는 방어 작용이 일어나며, 이는 비특이적 방어 작용과 특이적 방어 작용으로 나뉜다.
- 비특이적 방어 작용
 - 피부 : 병원체가 침입하기 어려운 단단한 방어벽 형성
 - 점막 : 호흡기, 소화기, 배설기 등을 덮고 있는 층으로, 표면에 라이소자임이라는 항균 물질이 있어 병원체 감염을 방지한다.
 - 염증 반응 : 피부나 점막이 손상되어 병원체가 체내로 들어왔을 때 열, 부어오름, 통증 등의 증상이 나타나는 방어 작용의 일종으로, 침입한 병원체를 제거하기 위한 우리 몸의 반응이다.
 - 염증 반응의 과정 : 상처 부위로 병원체 침입 → 감염 부위에서 병원체를 감지하여 화학 물질 분비 → 상처 부위의 모세 혈관 확장, 혈류량증가 → 주변의 백혈구가 이동하여 식세포작용으로 병원체 제거
 - 식세포 작용 : 백혈구가 손상된 세포나 세균을 세포 안으로 들여와 제거하는 작용으로, 병원체를 제거하면서 침입한 병원체의 정보를 알 수 있는 중요한 작용이다.
- 특이적 방어 작용 : 백혈구의 일종인 림프구가 중요한 역할을 하는데, 림프구는 성숙하는 장소에 따라 골수에서 성장하는 B림프구와, 가슴샘에서 성장하는 T 림프구로 크게 나뉜다.
 - 항원 : 외부에서 침입한 물질 중 면역 반응을 일으키는 물질
 - 항체 : 항원을 제거하기 위해 체내에서 만들어진 단백질
 - **세포성 면역과 체액성면역**
 - 세포성 면역 : 백혈구의 도움으로 항원을 인식하는 세포독성 T 림프구가 활성화되고 증식, 분화하여 일어나는 방어 작용. 세포독성 T 림프구는 바이러스 등에 감염된 세포와 암세포를 직접 공격한다.

- 체액성 면역 : B 림프구가 항체를 생성하여 일어나는 방어 작용이다. 백혈구의 도움으로 항원을 인식하여 활성화된 보조 T 림프구가 B 림프구와 결합하면 B 림프구가 활발히 증식하면서 형질 세포와 기억 세포로 분화한다. 형질 세포는 항체를 생성하고, 기억 세포는 항원의 특성을 기억한다.
- 형질 세포 : 항체를 생성하여 항원을 제거한다. 처음 감염 시 항원을 제거하는 과정을 1차 면역 반응이라고 한다.
- 기억 세포 : 항원의 특성을 기억하고 있다가 같은 항원이 재침입하면 빠르게 형질 세포로 분화하여 항원을 제거하는 과정으로 2차 면역 반응이라고 한다.
- 백신의 원리
 - 백신에는 약화하거나 죽인 병원체 또는 병원체의 일부분이 담겨 있다.
 - 백신을 투여하면 우리 몸의 면역 체계는 백신에 포함된 항원을 공격하고, 항원의 특성을 기억하는 기억 세포를 형성한다.
 - 병원체에 감염되면 기억 세포가 빠르게 형질 세포로 분화하여 다량의 항체를 생성하여 병원체를 효과적으로 제거할 수 있다.
- 항원 항체 반응의 특이성 : 항체(항원에 결합하는 Y자 모양의 단백질)에는 항원과 결합할 수 있는 부위가 있어 이 결합 부위와 맞는 특정 항원에만 작용하고 다른 항원에는 작용하지 않는다.
 - 응집 반응 : 혈액형이 서로 다른 두 혈액이 섞이면 적혈구가 서로 엉켜 덩어리가 형성되는 현상인데, 사람의 적혈구 세포막에 항원으로 작용하는 응집원이 있고, 혈장에는 항체인 응집소가 있어 항원 항체 반응이 일어나기 때문이다.
 - 알레르기 : 외부로부터 들어온 항원에 대항하는 과정에서 인체에 해로운 과민성 반응을 일으키는 현상. 알레르기를 일으키는 항원으로는 먼지, 집먼지진드기, 꽃가루, 식품, 화학 물질 등이 있다. 알레르기성 비염, 아토피 피부염, 천식 등
 - 자가 면역 질병 : 면역 세포들이 자기 조직 성분을 항원으로 인식하여 항체를 생성함으로써 발생하는 질병으로 자기 조직을 공격하는 항체를 자가 항체라고 한다. 류머티즘 관절염은 관절에 염증이 생겨서 심하게 붓고 연골이 파괴된다.
 - 면역 결핍 : 면역을 담당하는 세포나 기관에 이상이 생겨 면역 기능이 현저히 저하되는 질병으로, 바이러스 감염, 림프구 장애, 골수 세포 장애 등의 원인으로 발생할 수 있다. 바이러스에 감염되어 발생하는 후천성 면역 결핍증(AIDS)이 대표적이다.

※ 그림은 교과서를 참고하세요.