



인체의 구분과 조직, 뼈대, 관절, 근육, 신경계통

제1편 인체의 구성과 세포

제1장 인체의 개요

1. 인체의 구분과 체강

인체는 기능과 구조에 따라 여러 공간으로 나뉘며 이를 체강이라 한다. 체강은 크게 등쪽체강과 배쪽체강으로 구분된다.

1) 등쪽체강 (Dorsal Body Cavity)

등쪽체강은 중추신경계통을 보호하는 공간으로 머리안과 척주안으로 구성된다.

- **척주안 (Vertebral cavity):** 척주관이라고도 불리며 머리안 아래쪽으로 길게 이어져 있다. 이곳에는 척수가 들어있다.
- **머리안 (Cranial cavity):** 머리뼈 내부의 공간으로 뇌와 이를 감싸는 뇌막으로 채워져 있다.

2) 배쪽체강 (Ventral Body Cavity)

배쪽체강은 내장기관을 수용하는 공간으로 가로막(횡격막)을 경계로 하여 위쪽의 가슴안과 아래쪽의 배골반안으로 나뉜다.

- **가슴안 (Thoracic cavity):** 위쪽은 첫째 갈비뼈를 지나는 평면을 경계로 목과 연결되고 아래쪽은 가로막에 의해 배안과 분리된다. 가슴안에는 심장막안, 가슴세로칸, 가슴막안 등의 공간이 있다.
 - **가슴세로칸 (Mediastinum):** 양쪽 허파 사이의 공간을 의미하며 식도, 심장, 기관 등이 위치한다.
 - **내용물:** 가슴샘, 식도, 허파, 기관, 심장 등이 포함된다.
- **배골반안 (Abdominopelvic cavity):** 가로막 아래쪽의 몸통 전체 공간을 말하며 위골반문을 기준으로 배안과 골반안으로 구분된다.
 - **배안 (Abdominal cavity):** 배골반안의 상부로 골반안과 연결되어 있다. 복막안이라 불리는 앞쪽의 큰 공간에는 주로 소화계통 기관이 위치한다. 콩팥, 쓸개, 지라, 작은창자, 이자, 위, 요관, 간, 큰창자 일부 등이 포함된다.
 - **골반안 (Pelvic cavity):** 작은골반의 내부 공간으로 배안의 아래쪽에 위치한다. 여성의 경우 골반안 장기의 배열 순서는 앞에서 뒤로 방광, 자궁, 곧창자, 엉치뼈 순이다. 주요 장기로는 난소, 자궁, 곧창자, 전립샘, 방광, 구불쥘룩창자 등이 있다.

2. 인체의 면과 방향

인체를 해부학적으로 구분할 때 다음과 같은 가상의 면을 사용한다.

- **이마면 (Frontal plane):** 인체를 앞뒤로 나누는 면으로 벌림과 모음 운동이 일어나는 기준이 된다.
- **시상면 (Sagittal plane):** 인체를 좌우로 나누는 면으로 펴고 굽힘 운동이 발생한다.
- **수평면 (Transverse plane):** 인체를 위아래로 나누는 면으로 가쪽돌림과 안쪽돌림 운동의 기준이 된다.



제2장 세포와 생리

1. 세포의 개요

세포는 인체의 기능적, 구조적, 유전적 기본 단위이다. 인체는 유기체, 계통, 기관, 조직, 세포의 순서로 구성된다. 세포는 그 기능에 따라 다양한 형태를 띤다. 예를 들어 지방세포는 지방 저장을 위해 크고 빈 공간을 가지며, 신경세포는 흥분 전달을 위해 섬유성 확장 구조를 가진다. 근육세포는 수축과 이완을 돕는 섬유를 포함하여 가늘고 길며, 상피세포는 보호 기능을 위해 납작하거나 정사각형 형태를 띤다.

2. 세포막 (Cell Membrane)

세포막은 세포 내부의 물질을 외부와 격리하며 보호하는 막이다.

- **구조:** 인지질 이중층 구조로 되어 있으며, 지질 분자 사이사이에 다양한 단백질 분자가 끼어 있다. 소량의 탄수화물도 포함된다.
- **선택적 투과성:** 산소, 스테로이드 호르몬, 알코올, 이산화탄소 같은 지용성 물질은 쉽게 통과하지만 단백질, 이온, 당, 핵산, 아미노산 등 수용성 물질은 통과하기 어렵다. 이를 통해 세포 내외의 물질 이동을 조절한다.
- **기능:** 항상성 유지, 세포 형태 유지, 흡수 및 배설 작용, Na^+ - K^+ 펌프 작용 등을 수행한다. 막에 존재하는 당단백질은 세포 간 인식과 결합, 항원 면역 반응에 중요한 역할을 한다.



3. 세포질과 소기관

세포막과 핵막 사이의 공간인 세포질에는 다양한 세포소기관이 존재한다.

소기관	주요 기능 및 특징
핵 (Nucleus)	세포 활동 조절, 신진대사 및 생식 관여. 적혈구와 혈소판을 제외한 대부분의 세포에 존재한다. 핵막은 이중막 구조로 핵구멍이 있어 물질 이동을 조절한다. 핵 속의 염색질은 세포 분열 시 염색체를 형성한다.
사립체 (Mitochondria)	산소를 이용하여 ATP를 합성하고 에너지를 생산한다. 활동적인 세포(간, 근육 등)에 많으며 모체로부터만 유전된다.
리보솜 (Ribosome)	단백질 합성을 담당한다. 세포질 내에 유리되어 있거나 과립성 세포질 그물에 부착되어 있다.
세포질 그물 (Endoplasmic Reticulum)	세포 내 물질 이동 통로. 거친세포질그물(과립)은 단백질 합성에, 매끈세포질그물(무과립)은 지질 합성, 해독 작용, 칼슘 저장(근육세포)에 관여한다.
골지체 (Golgi Apparatus)	합성된 단백질을 운반하고 배출한다. 주로 분비성 세포에 발달해 있으며 리보솜에서 합성된 단백질을 운반소포 형태로 내보낸다.
용해소체 (Lysosome)	세포 내 소화 및 방어 작용을 한다. 소화효소를 함유하여 이물질이나 손상된 소기관을 분해하는 '세포 내 청소부' 역할을 한다.
중심소체 (Centriole)	세포 분열 시 방추사를 형성하여 염색체 이동에 관여한다.



4. 물질 이동 기전

세포막을 통한 물질 이동은 에너지 소모 여부에 따라 수동적 운반과 능동적 운반으로 나뉜다.

1) 수동적 운반 (Passive Transport)

에너지(ATP) 소모 없이 물리적 현상에 의해 물질이 이동한다.

- **확산 (Diffusion):** 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 분자가 이동하는 현상이다. 분자 지름이 작을수록, 지질 용해성이 클수록, 온도가 높을수록, 농도 경사가 클수록 잘 일어난다. 폐포의 가스 교환이 이에 해당한다.
- **삼투 (Osmosis):** 반투과성 막을 사이에 두고 농도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 물(용매)이 이동하는 현상이다. 저장성 용액에서는 세포가 부풀어 오르고(용혈), 고장성 용액에서는 세포가 쪼그러진다. 생리식염수와 같은 등장성 용액에서는 변화가 없다.
- **여과 (Filtration):** 압력 차이에 의해 높은 곳에서 낮은 곳으로 액체가 이동하는 현상이다. 모세혈관의 물질 이동이나 신장의 사구체 여과가 대표적이다.
- **촉진 확산:** 운반체나 통로를 이용해 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동한다.

2) 능동적 운반 (Active Transport)

ATP를 소모하여 농도 경사나 전기적 경사를 역행해 물질을 이동시킨다.

- **나트륨-칼륨 펌프 (Na⁺-K⁺ Pump):** 세포 안의 Na⁺를 밖으로 내보내고, 세포 밖의 K⁺를 안으로 들여와 세포 내외의 이온 농도 차를 유지한다. 이는 세포막 전압 유지와 세포 종창 방지에 필수적이다.

3) 대량 이동

- **세포내 이입 (Endocytosis):** 식세포 작용(고체 섭취)과 음세포 작용(액체 섭취)이 있다. 백혈구의 식균 작용이 대표적이다.
- **세포외 유출 (Exocytosis):** 신경전달물질 분비와 같이 세포 내 물질을 외부로 방출하는 과정이다.

5. 세포 분열

체세포 분열은 간기(G1, S, G2)와 분열기(전기, 중기, 후기, 말기)로 진행된다.

- **간기:** DNA 복제와 세포 성장이 일어나는 준비기이다.
 - **분열기:** 전기에 핵막이 소실되고, 중기에 염색체가 적도면에 배열되어 관찰하기 가장 좋다. 후기에 염색체가 양극으로 이동하며, 말기에 세포질 분열이 완료된다.
-



제3장 조직학

인체를 구성하는 기본 조직은 상피조직, 결합조직, 근육조직, 신경조직의 4가지로 분류된다.

1. 상피조직 (Epithelial Tissue)

신체 표면이나 내장기관의 내부를 덮고 있는 조직으로 세포가 밀집되어 있다. 기능에 따라 흡수, 분비, 감각, 보호 등으로 나뉜다.

- **편평상피:** 납작한 형태로 식도, 구강, 흉막, 복막 등에 분포하며 보호 기능을 한다.
- **입방상피:** 정사각형 모양으로 요세관, 갑상선, 호흡세기관지 등에 분포한다.
- **원주상피:** 위장관(소화관)에 분포하며 흡수와 분비를 담당한다.
- **이행상피:** 방광의 점막상피처럼 수축과 이완에 따라 형태가 변한다.
- **섬모상피:** 기도의 점막 등에서 이물질을 운반한다.

2. 결합조직 (Connective Tissue)

조직과 기관을 연결하고 지지하는 역할을 하며, 세포성분보다 세포외 기질이 많다.

1) 고유 결합조직

- **성긴 결합조직 (Loose):** 지방조직(영양 저장, 체온 유지), 성긴조직(피부밑, 근육 사이) 등이 포함된다. 지방조직은 장간막이나 피부 밑에 분포한다.
- **치밀 결합조직 (Dense):** 섬유가 뻣뻣하게 배열된 조직이다. 규칙성 치밀결합조직은 인대, 힘줄, 근막 등을 구성하고, 불규칙성 치밀결합조직은 뼈막, 진피, 장기의 피막, 신경집 등을 구성한다.
- **탄력 조직:** 탄력섬유가 불규칙하게 배열된 조직으로 동맥벽이나 하부호흡기도, 황색인대 등에 분포한다.

2) 특수 결합조직

- **연골조직 (Cartilage):** 혈관과 신경이 없으며 탄력성이 있다.
 - **유리연골 (Hyaline cartilage):** 인체에 가장 널리 분포하며 관절연골, 갈비연골, 후두연골, 기관연골을 형성한다. 운동 시 마찰을 줄여준다.
 - **탄력연골 (Elastic cartilage):** 탄력성이 강하며 귀관, 후두덮개연골, 귓바퀴 등에 존재한다.
 - **섬유연골 (Fibrocartilage):** 가장 질긴 연골로 척추사이원반(디스크), 관절반달, 두덩결합, 관절테두리 등을 구성한다.
 - **뼈조직 (Bone):** 몸을 지지하고 기관을 보호하며 아교섬유와 칼슘염으로 구성된다.
 - **혈액과 림프:** 액체 상태의 결합조직이다.
-



제2편 골격계통 (뼈대계통)

제1장 뼈의 개요

1. 뼈의 기능

뼈는 인체의 외형을 결정하고 지지하는 역할을 한다. 뇌와 척수 등 주요 장기를 보호하며, 근육 작용의 지렛대 역할을 하여 운동을 가능하게 한다. 또한 골수 공간의 적색골수에서 혈소판, 백혈구, 적혈구 등 혈액 세포를 생성하는 조혈 작용을 수행한다. 뼈는 칼슘과 인 같은 무기질의 저장소 역할도 가진다.

2. 뼈의 분류

뼈는 모양과 구조에 따라 다음과 같이 분류된다.

분류	특징	인체 예시
긴뼈 (Long bone)	뼈몸통과 뼈끝으로 구성되며 원통 모양으로 길고 굽다. 내부에 골수공간이 있다.	넙다리뼈, 위팔뼈, 정강뼈, 자뼈, 종아리뼈, 노뼈
짧은뼈 (Short bone)	폭, 높이, 길이가 서로 비슷하며 골수공간이 없다.	손목뼈, 발목뼈
납작뼈 (Flat bone)	얇고 납작하며 신체 부위를 덮어 보호한다. 내외면은 치밀뼈, 사이는 해면뼈로 되어 있다.	어깨뼈, 머리뼈, 갈비뼈, 엉덩뼈, 복장뼈
불규칙뼈 (Irregular bone)	모양이 일정하지 않고 복잡하다.	머리뼈 일부, 볼기뼈, 척추뼈, 광대뼈
종자뼈 (Sesamoid bone)	힘줄이나 관절주머니 속에 위치하며 도르래 역할을 하여 근육 효율을 높인다.	무릎뼈
공기뼈 (Pneumatic bone)	내부에 공기가 차 있는 공간(굴)이 있다.	위턱뼈, 이마뼈, 관자뼈, 나비뼈, 벌집뼈



3. 뼈의 구조 및 조직

1) 뼈의 육안적 구조

- **뼈끝 (Epiphysis):** 긴뼈의 양 끝부분으로 관절면은 유리연골로 덮여 있다. 뼈끝판(성장판)이 존재하여 길이 성장을 담당한다. 내부는 해면뼈로 되어 있다.
- **뼈몸통 (Diaphysis):** 뼈의 중간 부분으로 두꺼운 치밀뼈로 둘러싸여 있다.
- **뼈막 (Periosteum):** 관절면을 제외한 뼈 표면을 감싸는 2겹의 결합조직막이다. 바깥의 섬유층과 안쪽의 뼈발생층으로 구성된다. 뼈의 보호, 성장(부피 성장), 영양 공급, 재생에 관여하며 혈관과 신경이 풍부하다. 뼈막의 아교섬유다발(Sharpey fiber)이 뼈 속으로 뚫고 들어가 고정시킨다.
- **골수 (Bone marrow):** 뼈 내부 공간을 채우는 조직이다. 적색골수는 조혈 작용을 하며, 성인의 경우 머리뼈, 척추뼈, 복장뼈, 엉덩뼈, 갈비뼈 등에 존재한다. 황색골수는 지방으로 대체되어 조혈 기능이 떨어진 상태이다.

2) 뼈의 현미경적 구조

- **치밀뼈 (Compact bone):** 뼈의 바깥쪽을 형성하는 단단한 조직이다. 뼈단위(Osteon)라는 구조적 단위를 가지며, 혈관과 신경이 지나가는 세로 통로인 하버스관(중심관)과 이를 연결하는 가로 통로인 볼크만관이 있다.
- **해면뼈 (Spongy bone):** 치밀뼈 내부에 위치하며 뼈잔기둥(Trabecula)이 엉성하게 얹혀 있는 구조이다. 이 배열은 압력과 장력에 저항할 수 있도록 돕는다.

3) 뼈 세포

- **뼈모세포 (Osteoblast):** 뼈바탕질과 아교섬유를 생성하여 뼈를 형성하는 세포이다. 뼈의 표면에 위치한다.
- **뼈파괴세포 (Osteoclast):** 다핵세포로 뼈바탕질을 용해하여 뼈를 흡수하고 혈중 칼슘 농도를 조절한다.
- **뼈세포 (Osteocyte):** 뼈모세포가 성숙하여 뼈바탕질 속에 갇힌 상태로 뼈의 대사를 유지한다.



4. 뼈의 성장

뼈의 발생은 막속뼈되기과 연골뼈되기로 나뉜다.

- **막속뼈되기 (Intramembranous ossification):** 결합조직막이 직접 뼈로 변하는 방식으로 납작뼈(머리뼈, 빗장뼈 등)의 성장에 해당한다.
 - **연골뼈되기 (Endochondral ossification):** 유리연골 모형이 형성된 후 뼈로 대체되는 방식이다. 긴뼈의 길이 성장은 뼈끝판 연골세포의 증식과 골화에 의해 일어난다.
 - **부피 성장:** 뼈막의 뼈모세포가 뼈 표면에 새로운 뼈를 덧붙이는 덧붙이성장에 의해 두께가 굵어진다.
-



제2장 머리뼈 (Skull)

머리뼈는 뇌머리뼈 6종 8개와 얼굴뼈 8종 14개, 그리고 귓속뼈 등으로 구성된다.

1. 뇌머리뼈 (Cranial Bones)

뇌를 감싸 보호하는 뼈들이다.

- **이마뼈 (Frontal bone):** 이마와 눈확의 지붕을 형성한다. 내부에 이마굴이 있다.
- **마루뼈 (Parietal bone):** 머리의 윗면과 옆면을 형성한다. 시상봉합을 통해 양쪽 마루뼈가 만나고, 관상봉합을 통해 이마뼈와 만난다.
- **뒤통수뼈 (Occipital bone):** 머리 뒤쪽 바닥을 형성한다. 척수가 지나가는 큰구멍(Foramen magnum)이 있으며, 첫째 목뼈와 관절하는 뒤통수뼈관절융기가 있다.
- **관자뼈 (Temporal bone):** 머리 양옆을 형성하며 청각 및 평형감각 기관을 포함한다. 붓돌기, 꼭지돌기, 광대돌기가 있으며 턱관절을 이루는 턱관절오목이 있다.
- **나비뼈 (Sphenoid bone):** 머리뼈 바닥의 중앙에 위치하며 나비 모양이다. 뇌하수체가 놓이는 안장(Sella turcica)이 있고, 시각신경관, 뇌막동맥구멍, 원형구멍, 타원구멍 등 중요한 구멍들이 있다.
- **벌집뼈 (Ethmoid bone):** 코안의 천장과 눈확의 안쪽 벽을 형성한다. 후각신경이 지나가는 체판구멍과 뇌막이 부착되는 벚돌기가 있다.



2. 얼굴뼈 (Facial Bones)

얼굴의 형태를 이룬다.

- **위턱뼈 (Maxilla):** 위턱을 형성하며 위턱굴이 있다. 눈확아래구멍이 관찰된다.
- **아래턱뼈 (Mandible):** 얼굴뼈 중 유일하게 관절운동이 가능하다(턱관절). 관절돌기, 근육돌기, 턱뼈각 등의 구조물이 있다.
- **광대뼈 (Zygomatic bone):** 뺨의 돌출부를 형성하며 관자뼈의 광대돌기와 만나 광대활을 이룬다.
- 기타: 코뼈, 눈물뼈, 입천장뼈, 아래코선반, 보습뼈 등이 있다. 보습뼈는 벌집뼈 수직판과 함께 코중격을 형성한다.

3. 머리뼈의 주요 봉합 및 천문

- **봉합 (Suture):** 관상봉합(이마-마루), 시상봉합(마루-마루), 시옷봉합(마루-뒤통수), 비늘봉합(관자-마루)이 있다.
- **숫구멍 (Fontanelle):** 신생아의 머리뼈 사이 막으로 된 공간이다. 앞숫구멍(대천문)은 가장 크며 생후 2년경에, 뒤숫구멍(소천문)은 생후 3개월경에 폐쇄된다.

4. 귓속뼈 (Auditory Ossicles)

관자뼈의 고실(고막 안쪽 공간) 내부에 위치하며 소리의 진동을 증폭하여 속귀로 전달하는 역할을 한다. 인체에서 가장 작은 뼈들로 구성되어 있다.

- **망치뼈 (Malleus):** 고막과 직접 연결되어 있다.
- **모루뼈 (Incus):** 망치뼈와 등자뼈 사이에 위치한다.
- **등자뼈 (Stapes):** 속귀의 난원창에 연결되며 인체에서 가장 작은 뼈이다.



5. 신생아 머리뼈의 특징

신생아의 머리뼈는 성인과 달리 뼈 사이가 완전히 유합되지 않아 막으로 된 공간인 솟구멍(Fontanelle, 천문)이 존재한다. 이는 출산 시 머리 크기를 줄여 산도를 쉽게 빠져나오게 하고, 출생 후 뇌의 급격한 성장에 맞추어 머리뼈가 커질 수 있게 한다.

- **앞솟구멍 (Anterior fontanelle):** 대천문이라고도 하며 이마뼈와 마루뼈 사이에 위치한다. 가장 늦게 닫히는 솟구멍으로 생후~24개월경에 폐쇄된다.
- **뒤솟구멍 (Posterior fontanelle):** 소천문이라고도 하며 마루뼈와 뒤통수뼈 사이에 위치한다. 생후 3개월경에 폐쇄된다.
- 기타: 앞가쪽솟구멍(전측두천문)과 뒤가쪽솟구멍(후측두천문)이 있다.



제3장 척주 (Vertebral Column)

1. 척주의 개요

척주는 몸통의 축을 이루며 척수를 보호하고 머리를 지지한다. 성인은 총 26개의 뼈로 구성된다. (목뼈 7개, 등뼈 12개, 허리뼈 5개, 엉치뼈 1개, 꼬리뼈 1개). 엉치뼈와 꼬리뼈는 여러 개의 뼈가 융합되어 형성된다.

2. 척주의 굽이 (Curvature)

척주는 옆에서 보았을 때 S자 모양의 굽이를 형성하여 신체의 균형을 유지하고 충격을 흡수한다.

- **1차 굽이 (Primary curvature):** 태아 때부터 존재하는 굽이로 뒤쪽으로 볼록한 형태(Kyphosis, 후만)를 띤다. 등굽이(Thoracic curvature)와 엉치굽이(Sacral curvature)가 이에 해당한다.
- **2차 굽이 (Secondary curvature):** 출생 후 직립 보행과 머리를 가누는 과정에서 형성되는 앞으로 볼록한 형태(Lordosis, 전만)이다. 목굽이(Cervical curvature)는 목을 가눌 때, 허리굽이(Lumbar curvature)는 걷기 시작할 때 형성된다.

3. 척추뼈의 기본 구조

- **척추뼈몸통 (Vertebral body):** 척추뼈의 앞쪽 부분으로 체중을 지탱하는 두꺼운 원판형 구조이다.
- **척추뼈구멍 (Vertebral foramen):** 몸통과 고리판 사이의 공간으로, 이들이 이어져 척주관을 형성하고 척수가 지나간다.
- **척추뼈고리 (Vertebral arch):** 몸통 뒤쪽에 붙어 있으며 고리뿌리(Pedicle)와 고리판(Lamina)으로 구성된다.
 - **고리뿌리 (Pedicle):** 몸통과 고리판을 연결하는 부분으로 위아래에 패임이 있어 척추사이구멍(Intervertebral foramen)을 형성한다. 이곳으로 척수신경이 빠져나간다.
 - **고리판 (Lamina):** 가시돌기와 가로돌기 사이의 판판한 부분이다.
- **돌기 (Process):** 근육 부착과 관절 형성을 위해 7개의 돌기가 있다.
 - **가시돌기 (Spinous process):** 뒤쪽으로 튀어나온 1개의 돌기로 등에서 만져진다.
 - **가로돌기 (Transverse process):** 양옆으로 뻗은 2개의 돌기이다.
 - **관절돌기 (Articular process):** 위, 아래 각각 2개씩 총 4개가 있어 인접한 척추뼈와 관절한다.



4. 부위별 척추뼈의 특징

- **목뼈 (Cervical vertebrae, C1-C7):** 가로돌기에 가로돌기구멍(Transverse foramen)이 있어 척추동맥이 지나간다. 가시돌기 끝이 갈라져 있는 경우가 많다.
 - **제1목뼈 (Atlas, 고리뼈):** 몸통과 가시돌기가 없으며, 뒤통수뼈와 관절하여 머리의 끄덕임 운동(Yes movement)을 담당한다.
 - **제2목뼈 (Axis, 중쇠뼈):** 치아돌기(Dens)가 있어 고리뼈의 회전축 역할을 하며 머리의 좌우 회전 운동(No movement)을 담당한다.
 - **등뼈 (Thoracic vertebrae, T1-T12):** 갈비뼈와 관절하기 위한 갈비오목(Costal facet)이 몸통과 가로돌기에 존재한다. 가시돌기는 길고 아래쪽을 향한다.
 - **허리뼈 (Lumbar vertebrae, L1-L5):** 척추뼈 중 몸통이 가장 크고 두껍다. 가시돌기는 짧고 넓으며 수평으로 뻗어 있다.
 - **엉치뼈 (Sacrum):** 5개의 뼈가 융합된 역삼각형 모양이다. 위쪽의 굽(Promontory)은 분만 시 중요한 기준점이 된다.
 - **꼬리뼈 (Coccyx):** ~5개의 뼈가 융합된 흔적 기관이다.
-



제4장 팔다리뼈대 (Appendicular Skeleton)

1. 팔이음뼈 (Pectoral Girdle)

팔을 몸통에 연결하는 뼈로 빗장뼈와 어깨뼈로 구성된다.

- **빗장뼈 (Clavicle):** S자 모양의 긴 뼈로 복장뼈 및 어깨뼈와 관절한다. 피부 바로 아래에 있어 골절이 흔하다.
- **어깨뼈 (Scapula):** 등 위쪽에 있는 역삼각형의 납작뼈이다.
 - **주요 구조:** 어깨뼈가시, 봉우리(Acromion), 부리돌기(Coracoid process), 관절오목(Glenoid cavity, 위팔뼈 머리와 관절), 가시위오목, 가시아래오목, 어깨뼈밑오목 등이 있다.

2. 팔뼈 (Upper Limb Bones)

자유로운 움직임이 가능한 뼈들이다.

- **위팔뼈 (Humerus):** 위팔을 구성하는 가장 긴 뼈이다. 위쪽 끝에는 위팔뼈머리, 큰결절, 작은결절이 있고, 아래쪽 끝에는 도르래, 작은머리, 안쪽/가쪽위관절융기(Epicondyle)가 있다. 자뼈 신경이 지나가는 자신경고랑이 있다.
- **자뼈 (Ulna):** 아래팔 안쪽(새끼손가락 쪽)에 위치한다. 위쪽의 팔꿈치머리(Olecranon)는 팔꿈치의 튀어나온 부분을 형성하며, 갈고리돌기와 도르래패임이 있어 위팔뼈와 견고하게 관절한다.
- **노뼈 (Radius):** 아래팔 가쪽(엄지손가락 쪽)에 위치한다. 손목 관절 형성에 주로 기여하며 위쪽의 노뼈머리는 자뼈와 관절하여 회전 운동을 한다.
- **손뼈 (Bones of the Hand):**
 - **손목뼈 (Carpal bones):** 8개의 짧은뼈가 2열로 배열된다. (손배뼈, 반달뼈, 세모뼈, 콩알뼈, 큰마름뼈, 작은마름뼈, 알머리뼈, 갈고리뼈).
 - **손허리뼈 (Metacarpals):** 손바닥을 이루는 5개의 뼈.
 - **손가락뼈 (Phalanges):** 엄지는 2개, 나머지는 3개의 마디뼈로 구성된다.

3. 다리이음뼈 (Pelvic Girdle)

두 개의 볼기뼈와 엉치뼈, 꼬리뼈가 합쳐져 골반(Pelvis)을 형성한다.

- **볼기뼈 (Hip bone):** 엉덩뼈, 궁둥뼈, 두덩뼈 세 개의 뼈가 융합되어 형성된다. 이 세 뼈가 만나는 곳에 깊은 오목인 절구(Acetabulum)가 있어 넓다리뼈 머리와 관절한다.
 - **엉덩뼈 (Ilium):** 볼기뼈의 위쪽 넓은 부분. 엉덩뼈능선(Iliac crest)은 허리띠가 걸리는 부위이다.
 - **궁둥뼈 (Ischium):** 앉을 때 바닥에 닿는 부분으로 궁둥뼈거친면(Ischial tuberosity)이 있다.
 - **두덩뼈 (Pubis):** 앞쪽에서 두덩결합을 형성한다. 폐쇄구멍(Obturator foramen)이라는 큰 구멍이 있다.
- **골반의 구분:** 엉치뼈의 곳과 두덩결합 위모서리를 잇는 분계선(Linea terminalis)을 기준으로 위쪽을 거짓골반(큰골반, 복부 장기 수용), 아래쪽을 참골반(작은골반, 생식기 및 방광 수용)이라 한다.



4. 다리뼈 (Lower Limb Bones)

체중을 지탱하고 보행을 돕는다.

- **넙다리뼈 (Femur):** 인체에서 가장 길고 무거운 뼈이다.
 - **몸쪽 끝:** 넙다리뼈머리, 넙다리뼈목, 큰돌기(Greater trochanter), 작은돌기(Lesser trochanter)가 있다. 목 부분은 골절이 잘 일어난다.
 - **먼쪽 끝:** 안쪽관절융기(Medial condyle)와 가쪽관절융기(Lateral condyle)가 정강뼈와 관절한다. 모음근결절(Adductor tubercle)이 있다.
 - **무릎뼈 (Patella):** 넙다리네갈래근 힘줄 속에 있는 인체 최대의 종자뼈로 무릎 관절을 보호하고 근육의 지렛대 효율을 높인다.
 - **정강뼈 (Tibia):** 종아리 안쪽에 위치하며 체중을 지탱한다. 위쪽 관절융기는 넙다리뼈와 만나고, 아래쪽 안쪽복사(Medial malleolus)는 발목 안쪽의 튀어나온 뼈를 형성한다. 거친면(Tuberosity)에 무릎인대가 부착된다.
 - **종아리뼈 (Fibula):** 종아리 가쪽에 위치하며 체중 지지보다는 근육 부착과 발목 안정성에 기여한다. 아래쪽 가쪽복사(Lateral malleolus)는 발목 가쪽의 튀어나온 뼈이다.
 - **발뼈 (Bones of the Foot):**
 - **발목뼈 (Tarsal bones):** 7개의 뼈로 구성된다. 목말뼈(Talus, 정강뼈와 관절), 발꿈치뼈(Calcaneus, 가장 크며 발뒤꿈치 형성), 입방뼈, 발배뼈, 3개의 썩기뼈.
 - **발허리뼈 (Metatarsals):** 발등을 이루는 5개의 뼈.
 - **발가락뼈 (Phalanges):** 손가락뼈와 구조가 유사하다.
-



제3편 관절계통 (Articular System)

제1장 관절의 분류

1. 섬유관절 (Fibrous Joint)

뼈 사이가 섬유성 결합조직으로 단단히 연결되어 움직임이 거의 없거나 없다.

- **봉합 (Suture):** 머리뼈 사이의 결합. (관상봉합, 시상봉합 등)
- **인대결합 (Syndesmosis):** 뼈 사이가 인대나 뼈사이막으로 연결된 형태. (정강종아리관절, 노자관절의 뼈사이막)
- **못박이관절 (Gomphosis):** 치아와 턱뼈의 이빨 사이의 결합. 치아주위인대가 고정한다.

2. 연골관절 (Cartilaginous Joint)

뼈 사이가 연골로 연결된 관절이다.

- **유리연골결합 (Synchondrosis):** 유리연골로 연결되며 성장판이 대표적이다. 일시적인 관절로 성장이 끝나면 뼈가 된다.
- **섬유연골결합 (Symphysis):** 섬유연골 원반이 뼈 사이에 존재하여 충격을 흡수한다. (두덩결합, 척추사이원반)

3. 윤활관절 (Synovial Joint)

가장 일반적인 관절 형태로, 뼈 사이에 관절강(Joint cavity)이 있고 윤활액이 들어있어 자유로운 운동이 가능하다.

- **구조:** 관절주머니(Articular capsule)로 싸여 있으며 안쪽은 윤활막(Synovial membrane), 바깥쪽은 섬유막으로 되어 있다. 관절면은 유리연골인 관절연골로 덮여 있다. 인대, 관절원반, 관절반달, 윤활주머니(Bursa) 등의 부속 구조물이 있다.
 - **형태에 따른 분류:**
 - **평면관절 (Plane):** 미끄러짐 운동 (손목뼈 사이).
 - **경첩관절 (Hinge):** 굽힘과 펴짐 (팔꿈치, 무릎, 손가락뼈 사이).
 - **중쇠관절 (Pivot):** 회전 운동 (고리중쇠관절, 목쪽노자관절).
 - **타원관절 (Ellipsoidal/Condylloid):** 두 축 운동 (손목관절).
 - **안장관절 (Saddle):** 엄지손가락의 손목손허리관절.
 - **절구관절 (Ball and Socket):** 다축성 운동, 가장 자유로움 (어깨관절, 엉덩관절).
-



제2장 부위별 주요 관절

1. 척주의 관절

- **척추사이원반 (Intervertebral Disc):** 속질핵(Nucleus pulposus, 젤라틴 상태, 충격 흡수)과 섬유륜(Anulus fibrosus, 층판 구조, 속질핵 보호)으로 구성된다. 탈출 시 디스크 질환을 유발한다.
- **주요 인대:**
 - **앞세로인대 (Anterior Longitudinal Ligament, ALL):** 척주 앞면을 지지하며 척추의 지나친 펴름을 방지한다.
 - **뒤세로인대 (Posterior Longitudinal Ligament, PLL):** 척주관 앞벽(몸통 뒤쪽)에 위치하며 척추의 굽힘을 제한하고 디스크 탈출을 막아준다.
 - **황색인대 (Ligamentum Flavum):** 고리판 사이를 연결하는 탄력섬유가 풍부한 인대. 척추를 펴 때 도움을 준다.
 - **가시사이인대 & 가시끝인대:** 가시돌기 사이와 끝을 연결한다. 목 부위에서는 목덜미인대(Ligamentum Nuchae)로 발달한다.

2. 상지의 관절

- **복장빗장관절 (Sternoclavicular Joint):** 팔과 몸통을 연결하는 유일한 관절이다. 관절원반이 있다.
- **어깨관절 (Shoulder Joint, Glenohumeral Joint):** 위팔뼈머리와 어깨뼈 관절오목 사이의 절구관절이다. 운동 범위가 넓지만 불안정하여 탈구가 쉽다. 관절테두리(Labrum)가 오목을 깊게 하여 안정성을 돕고, 회전근개 근육들이 보강한다.
- **팔꿈치관절 (Elbow Joint):** 위팔뼈, 자뼈, 노뼈가 만나는 복합 관절이다. 주로 경첩관절 기능을 한다.
- **손목관절 (Wrist Joint):** 노뼈와 손목뼈(손배뼈, 반달뼈, 세모뼈) 사이의 관절이다. 자뼈는 직접 관절하지 않고 관절원반이 개입한다.

3. 하지의 관절

- **엉덩관절 (Hip Joint):** 볼기뼈의 절구와 넓다리뼈 머리 사이의 절구관절이다. 어깨관절보다 깊어 안정성이 높다.
- **무릎관절 (Knee Joint):** 인체에서 가장 크고 복잡한 관절이다.
 - **반달 (Meniscus):** 안쪽반달(C자형)과 가쪽반달(O자형)이 있어 충격을 흡수하고 관절 적합성을 높인다.
 - **십자인대 (Cruciate Ligament):** 관절 내부에 위치한다. 앞십자인대(ACL)는 정강뼈가 앞으로 미끄러지는 것을, 뒤십자인대(PCL)는 뒤로 미끄러지는 것을 방지한다.
 - **결인대 (Collateral Ligament):** 안쪽결인대(MCL)와 가쪽결인대(LCL)가 좌우 안정성을 제공한다. 안쪽결인대는 안쪽반달과 붙어 있어 동반 손상이 잦다.
- **발목관절 (Ankle Joint, Talocrural Joint):** 정강뼈, 종아리뼈, 목말뼈가 이루는 경첩관절이다.
 - **안쪽인대 (Deltoid ligament, 세모인대):** 매우 튼튼하며 정강발배인대, 정강발꿈치인대, 앞/뒤정강목말인대로 구성된다.
 - **가쪽인대:** 발목 뺨(Inversion sprain) 시 가장 흔하게 손상된다. 앞목말종아리인대(Anterior talofibular lig), 뒤목말종아리인대, 발꿈치종아리인대(Calcaneofibular lig)가 있다.



제4편 근육계통 (Muscular System)

제1장 근육학 개요 및 생리

1. 근육의 분류와 특성

근육은 구조와 기능에 따라 뼈대근육, 심장근육, 민무늬근육으로 분류된다.

구분	뼈대근육 (Skeletal Muscle)	심장근육 (Cardiac Muscle)	민무늬근육 (Smooth Muscle)
형태	긴 원통형, 다핵세포	짧은 분지형, 사이원반(Intercalated disc) 존재	방추형, 단핵세포
무늬	가로무늬 (Striated)	가로무늬 (Striated)	민무늬 (Non-striated)
제어	수의근 (Voluntary)	불수의근 (Involuntary)	불수의근 (Involuntary)
기능	운동, 자세 유지, 열 생산	심장 박동, 혈액 순환	내장 운동 (소화관, 혈관 등)
특징	신경 자극에 의해 수축	자동능(Automaticity) 있음, 사이원반을 통한 흥분 전달	트로포닌 대신 칼모듈린(Calmodulin)이 칼슘과 결합



2. 뼈대근육의 미세 구조

- **근육의 계층 구조:** 근육(Muscle) → 근육다발(Fascicle) → 근육섬유(Muscle Fiber, 근육세포) → 근육원섬유(Myofibril) → 근육잔섬유(Myofilament) 순으로 구성된다.
- **결합조직막:**
 - **근육바깥막(Epimysium):** 근육 전체를 감싸는 막.
 - **근육다발막(Perimysium):** 근육다발을 감싸며 혈관과 신경이 통과한다.
 - **근육속막(Endomysium):** 개별 근육섬유를 감싸며, 이온 교환이 일어나는 조직액과 접한다.
- **근육원섬유마디 (Sarcomere):** 근수축의 기능적 기본 단위로 Z선과 Z선 사이를 말한다.
 - **A대 (A band, 어두운띠):** 마이오신과 액틴이 겹쳐 있는 부위로, 근수축 시 길이에 변화가 없다.
 - **I대 (I band, 밝은띠):** 액틴만 존재하는 부위로 Z선이 중앙에 있다. 수축 시 짧아진다.
 - **H대 (H zone):** A대 중앙의 마이오신만 있는 밝은 부분으로 수축 시 짧아지거나 사라진다.
 - **M선 (M line):** H대 중앙에서 마이오신을 지지하는 선이다.
- **근육잔섬유 (Myofilament):**
 - **굵은섬유 (Thick filament):** 마이오신(Myosin) 단백질로 구성되며, 머리 부분에 ATP 분해효소(ATPase)가 있다.
 - **가는섬유 (Thin filament):** 액틴(Actin), 트로포마이오신(Tropomyosin), 트로포닌(Troponin) 복합체로 구성된다. 트로포닌 C는 칼슘과 결합하여 근수축을 유발한다.



3. 근수축 기전 (활주설)

근육 수축은 액틴 섬유가 마이오신 섬유 사이로 미끄러져 들어가면서 근육원섬유마디가 짧아지는 현상이다.

- **흥분 전달:** 운동신경 말단에서 아세틸콜린이 분비되어 근육세포막을 탈분극시킨다.
- **칼슘 방출:** 활동전위가 가로세관(T-tubule)을 타고 전달되면 근육세포질그물(Sarcoplasmic Reticulum)의 종말수조에서 칼슘 이온(Ca^{+})이 방출된다.
- **교차다리 형성:** 방출된 칼슘이 트로포닌 C와 결합하면, 트로포마이오신의 위치가 변하여 액틴의 결합 부위가 노출된다. 마이오신 머리가 액틴과 결합한다.
- **수축 (Power Stroke):** ATP 분해 에너지를 이용하여 마이오신 머리가 젖혀지며 액틴을 M선 쪽으로 당긴다.
- **이완:** ATP가 다시 마이오신 머리에 결합하면 액틴과 분리되고, 칼슘이 근육세포질그물로 재흡수되면 수축이 멈춘다.

4. 에너지 대사 및 근섬유 유형

- **에너지원:** 근수축의 직접적인 에너지원은 ATP이다.
 - **ATP-PC 시스템:** 크레아틴인산(PC)을 분해하여 즉각적으로 ATP를 재합성한다 (단시간 고강도 운동, ~15초). (※참고: 원본 파일 텍스트 흐름상 유추)
- **근섬유 유형:**
 - **적색근 (Type I, 지근):** 미토콘드리아와 마이오글로빈이 많아 붉게 보이며, 피로에 강하고 유산소 대사를 주로 한다 (자세 유지근 등).
 - **백색근 (Type IIb, 속근):** 수축 속도가 빠르고 힘이 세지만 피로에 약하며, 무산소 대사를 주로 한다.

5. 근감각 수용기

- **근방추 (Muscle Spindle):** 근육의 길이 변화와 속도를 감지하여 신장 반사(무릎 반사 등)를 유발한다.
- **골지힘줄기관 (Golgi Tendon Organ, GTO):** 힘줄에 위치하여 근육의 장력 변화를 감지하며, 과도한 수축 시 근육을 이완시켜 보호한다.



제2장 인체의 주요 근육 (부위별)

1. 머리 및 목 근육

1) 얼굴근육 (표정근)

대부분 피부 밑에 위치하며 얼굴신경(CN VII)의 지배를 받는다.

- **눈둘레근 (Orbicularis oculi):** 눈을 감는 근육.
- **입둘레근 (Orbicularis oris):** 입술을 오므리거나 닫는 근육 (휘파람 근육).
- **볼근 (Buccinator):** 뺨을 압박하여 트럼펫을 불거나 음식을 씹을 때 돕는다.
- **큰광대근 (Zygomaticus major):** 입꼬리를 당겨 웃는 표정을 만든다.
- **넓은목근 (Platysma):** 목 피부의 긴장을 유지하고 입꼬리를 아래로 당겨 슬픈 표정을 짓는다.
- 기타: 눈썹주름근(미간 주름), 눈살근, 입꼬리당김근(보조개 형성), 턱끝근 등.

2) 씹기근육 (저작근)

아래턱신경(CN V3)의 지배를 받으며 음식물을 씹는 작용을 한다.

- **깨물근 (Masseter):** 광대뼈에서 아래턱뼈가지에 붙어 턱을 위로 당긴다(입 다물기).
- **관자근 (Temporalis):** 관자뼈에서 아래턱 근육돌기에 붙어 턱을 위, 뒤로 당긴다.
- **가쪽날개근 (Lateral pterygoid):** 턱을 앞으로 내밀거나(내뱉) 좌우로 움직여 음식물을 연마한다.
- **안쪽날개근 (Medial pterygoid):** 깨물근과 함께 턱을 닫고 연마 운동을 돕는다.

3) 목 근육

- **목빗근 (Sternocleidomastoid, SCM):** 복장뼈와 빗장뼈에서 시작해 꼭지돌기에 닿는다. 한쪽 수축 시 얼굴을 반대쪽으로 돌리고, 양쪽 수축 시 목을 굽힌다.
- **목갈비근 (Scalene):** 목뼈 가로돌기에서 갈비뼈(1, 2번)로 붙어 목을 굽히거나 숨을 들이쉴 때 갈비뼈를 들어 올린다.



2. 몸통 근육

1) 가슴 및 배 근육

- **큰가슴근 (Pectoralis major):** 빗장뼈, 복장뼈, 갈비연골에서 위팔뼈로 붙으며, 팔의 모음, 안쪽돌림, 굽힘에 작용한다.
- **작은가슴근 (Pectoralis minor):** 갈비뼈 3~5번에서 어깨뼈 부리돌기에 붙어 어깨뼈를 내린다.
- **앞톱니근 (Serratus anterior):** 갈비뼈에서 어깨뼈 안쪽 모서리로 붙어 어깨뼈를 앞으로 당기며(내밀), 손상 시 날개어깨뼈(Winged scapula)가 발생한다.
- **가로막 (Diaphragm):** 가슴안과 배안을 나누는 근육으로, 수축 시 아래로 내려가 흉강을 넓혀 들숨(흡기)을 주도한다. 가로막신경의 지배를 받는다.
- **배곧은근 (Rectus abdominis):** 두덩뼈에서 갈비연골/칼돌기로 이어지는 세로 근육으로 몸통 굽힘과 복압 상승에 관여한다. 나뉠힘줄에 의해 '왕(王)'자가 형성된다.
- **배바깥빗근/배속빗근/배가로근:** 복부의 가쪽 벽을 형성하며 몸통 비틀기, 굽힘, 복압 유지에 기여한다.

2) 등 근육

- **등세모근 (Trapezius):** 뒤통수뼈와 척추 가시돌기에서 빗장뼈/어깨뼈로 넓게 퍼진 근육. 어깨뼈의 올림, 내림, 뒤당김(모음), 위쪽돌림을 담당한다.
- **넓은등근 (Latissimus dorsi):** 등 하부에서 위팔뼈로 붙어 팔의 펴, 모음, 안쪽돌림을 강력하게 수행한다 (수영, 턱걸이 동작).
- **척주세움근 (Erector spinae):** 척추 양옆을 따라 길게 뻗어 척추를 펴고 자세를 유지한다. (가시근, 가장긴근, 엉덩갈비근).



3. 팔과 다리 근육 (상하지)

1) 팔 근육 (Upper Limb)

- **어깨 근육:**
 - **어깨세모근 (Deltoid):** 어깨 곡선을 만드는 근육으로 팔의 벌림(Abduction)을 주도한다.
 - **회전근개 (Rotator Cuff):** 어깨관절을 안정시키는 4개의 근육(가시위근, 가시아래근, 작은원근, 어깨밑근)이다. 어깨밑근은 위팔뼈 작은결절에, 나머지는 큰결절에 닿는다.
- **위팔 근육:**
 - **위팔두갈래근 (Biceps brachii):** 팔꿈치 굽힘과 뒤침(Supination) 작용을 한다.
 - **위팔세갈래근 (Triceps brachii):** 팔꿈치를 펴는 주동근이다.
- **아래팔 근육:**
 - **위팔노근 (Brachioradialis):** 노신경 지배를 받으며 팔꿈치 굽힘을 돕는다.
 - **손목굽힘근/펴근:** 손목과 손가락의 움직임을 담당하며, 굽힘근은 주로 정중신경/자신경, 펴근은 노신경의 지배를 받는다.

2) 다리 근육 (Lower Limb)

- **볼기 근육:**
 - **큰볼기근 (Gluteus maximus):** 엉덩관절의 강력한 펴 작용 (계단 오르기 등).
 - **중간볼기근 (Gluteus medius):** 엉덩관절 벌림을 담당하며 보행 시 골반 수평을 유지한다 (주사 부위).
 - **넙다리 근육:**
 - **넙다리네갈래근 (Quadriceps femoris):** 넙다리곧은근, 안쪽/가쪽/중간넓은근으로 구성되어 무릎을 편다. 넙다리곧은근은 엉덩관절 굽힘에도 관여한다.
 - **넙다리빗근 (Sartorius):** 인체에서 가장 긴 근육으로 엉덩관절 굽힘, 벌림, 가쪽돌림 및 무릎 굽힘(제기차기 자세)에 작용한다.
 - **뒤넙다리근 (Hamstrings):** 넙다리두갈래근, 반힘줄근, 반막근으로 구성되며 엉덩관절 펴와 무릎 굽힘을 담당한다.
 - **종아리 근육:**
 - **장딴지근 (Gastrocnemius) & 가자미근 (Soleus):** 아킬레스힘줄을 통해 발꿈치뼈에 붙어 발바닥 굽힘(Plantar flexion)을 일으킨다.
 - **앞정강근 (Tibialis anterior):** 발등 굽힘(Dorsiflexion)과 안쪽번짐(Inversion)을 담당한다.
-



제4편 신경계통 (Nervous System)

제1장. 신경계통의 개요 및 발생

1. 신경계통의 분류와 구성

신경계통은 구조적, 기능적 특성에 따라 중추신경계통(CNS)과 말초신경계통(PNS)으로 대별된다.

- **중추신경계통 (Central Nervous System, CNS):** 뇌(Brain)와 척수(Spinal Cord)로 구성되며, 신호의 통합과 명령, 사고의 중추적 역할을 수행한다. 뇌는 다시 대뇌, 소뇌, 사이뇌(간뇌), 중간뇌, 숨뇌(연수), 다리뇌(교뇌) 등으로 세분화된다.
- **말초신경계통 (Peripheral Nervous System, PNS):** 중추신경계와 신체 각 부위를 연결하는 신경망이다. 12쌍의 뇌신경과 31쌍의 척수신경으로 구성되며, 기능적으로는 몸신경계(SNS)와 자율신경계(ANS)로 나뉜다. 자율신경계는 다시 교감신경과 부교감신경으로 구분되어 길항 작용을 통해 신체 항상성을 유지한다.

2. 신경계통의 발생 (Embryology)

신경계는 배아기 외배엽에서 기원하며, 신경판의 형성으로부터 시작되어 복잡한 관 구조로 발달한다.

- **신경배 형성 (Neurulation)**
 - **초기 단계:** 발생 약 14일경 외배엽의 등쪽 정중선이 두꺼워져 신경판(neural plate)을 형성한다.
 - **신경고랑 및 주름 형성:** 발생 18일경이 되면 신경판의 중앙이 함몰되어 신경고랑(neural groove)이 되고, 그 가장자리는 융기하여 신경주름(neural fold)을 만든다.
 - **신경관 형성:** 발생 21일경 양쪽 신경주름이 융합하여 신경관(neural tube)을 형성하며, 이는 향후 중추신경계(뇌, 척수)의 기원이 된다. 신경관의 내강은 이후 뇌실과 척수 중심관으로 발달한다.
 - **신경능선 (Neural crest):** 신경관이 융합될 때 떨어져 나온 세포 집단으로, 척수신경절, 뇌신경의 감각신경절, 자율신경절 등 말초신경계의 주요 구조물로 분화한다.



- **뇌의 분화 (Brain Vesicles)**

신경관의 머리 쪽 부분은 팽창하여 일차 뇌포를 형성하고, 이후 이차뇌포로 세분화되어 성숙한 뇌 구조물을 이룬다.

구분	일차뇌포	이차뇌포	성인 뇌 유래물	뇌실 공간
앞뇌	앞뇌포	끝뇌	대뇌반구, 후각뇌, 줄무늬체	가쪽뇌실
		사이뇌	시상하부, 시상, 시상상부, 시상밑부	셋째뇌실
중간뇌	중간뇌포	중간뇌	중간뇌 (뿔개, 뒤판, 대뇌다리)	중간뇌수도관
마름뇌	마름뇌포	뒤뇌	소뇌, 다리뇌	넷째뇌실
		숨뇌	숨뇌 (연수)	넷째뇌실



제2장. 신경조직의 구조와 기능

1. 신경세포 (Neuron)

신경세포는 신경계의 기능적 단위로, 자극을 수용하고 통합하여 신호를 전달한다.

- **세포체 (Cell body):** 핵과 세포소기관을 포함하며 대사 활동의 중심이다. 단백질 합성이 활발한 니슬소체(Nissl body)인 과립세포질그물과 무리리보솜이 특징적으로 관찰된다. 미세관은 세포의 구조적 지지를 담당한다.
- **가지돌기 (Dendrite):** 세포체에서 뻗어 나온 짧고 많은 돌기로, 외부로부터 정보를 받아들여 세포체로 전달하는 수용기 역할을 한다.
- **축삭 (Axon):** 세포체에서 뻗어 나온 긴 돌기로 활동전위를 다른 신경세포나 효과기로 전달한다. 축삭 종말에는 신경전달물질이 저장된 연접주머니(synaptic vesicle)가 존재한다. 말이집(myelin sheath)의 유무에 따라 도약 전도를 하는 말이집신경섬유와 연속 전도를 하는 민말이집신경섬유로 나뉜다.

[신경세포의 분류]

- **구조적 분류:**
 - **극극신경세포 (Multipolar):** 다수의 가지돌기와 하나의 축삭을 가짐. 뇌, 척수의 운동신경세포 및 자율신경세포의 대부분.
 - **두극신경세포 (Bipolar):** 축삭과 가지돌기가 각각 하나씩 존재. 망막 두극세포, 후각상피, 안뜰신경절 등 특수감각기관에 분포.
 - **홀극신경세포 (Unipolar):** 세포체에서 나온 돌기가 T자형으로 갈라짐. 척수신경 뒤뿌리신경절(일반감각)에 존재.
- **기능적 분류:**
 - **감각신경세포 (Sensory, Afferent):** 말초의 자극을 중추로 전달 (들신경).
 - **운동신경세포 (Motor, Efferent):** 중추의 명령을 근육이나 샘으로 전달 (날신경).
 - **사이신경세포 (Interneuron):** 신경세포 사이를 연결하며 정보 통합 및 소통 담당.

2. 신경아교세포 (Neuroglia)

신경세포를 지지하고 보호하며 대사를 돕는 비흥분성 세포이다.

- **중추신경계 아교세포:**
 - **별아교세포 (Astrocyte):** 가장 크고 돌기가 많으며, 혈관과 신경세포 사이에서 물질대사에 관여하고 혈액-뇌 장벽(BBB)을 형성하여 유해 물질로부터 뇌를 보호한다.
 - **희소돌기아교세포 (Oligodendrocyte):** 중추신경계 내에서 여러 축삭을 감싸 말이집을 형성한다.
 - **미세아교세포 (Microglia):** 크기가 작고, 파킨슨병이나 알츠하이머병, 외상, 허혈 시 수가 증가하며, 이물질이나 병든 세포를 처리하는 포식작용을 수행한다.
 - **뇌실막세포 (Ependymal cell):** 뇌실과 척수 중심관의 내면을 덮으며, 뇌척수액(CSF)의 분비 및 순환에 기여한다.
- **말초신경계 아교세포:**
 - **신경집세포 (Schwann cell):** 말초신경 축삭의 말이집을 형성하고 신경 재생을 돕는다.
 - **위성세포 (Satellite cell):** 신경절 내 세포체를 감싸 보호한다.



제3장. 신경생리

1. 막전위와 활동전위

- **안정막전위 (Resting Membrane Potential):** 세포막 안팎의 이온 농도 차이(세포 내 K^+ , 세포 외 Na^+ 고농도)와 Na^+-K^+ 펌프의 작용으로 약 $-70mV$ 의 전위를 유지한다.
- **탈분극 (Depolarization):** 역치 이상의 자극이 가해지면 Na^+ 통로가 열려 Na^+ 가 급격히 유입되면서 막전위가 상승한다.
- **재분극 (Repolarization):** Na^+ 통로는 닫히고 K^+ 통로가 열려 K^+ 가 유출되면서 다시 음전위로 돌아간다.
- **실무율 (All-or-None Law):** 자극이 역치에 도달하면 활동전위가 발생하고, 그 크기는 자극의 세기와 무관하게 일정하다.

2. 시냅스 전도 (Synaptic Transmission)

- **화학적 시냅스:** 축삭 종말의 연접세포에서 아세틸콜린, 노르에피네프린, 도파민, 글루타메이트, GABA, 세로토닌 등의 신경전달물질이 방출되어 시냅스 틈새를 건너 다음 세포를 흥분시키거나 억제한다.
 - **전도의 특성:**
 - **가중 (Summation):** 시간적 가중(반복 자극)과 공간적 가중(동시 다발 자극)을 통해 역치에 도달한다.
 - **지연 (Delay):** 시냅스를 통과할 때 시간이 소요된다.
 - **일방향성:** 축삭에서 가지돌기 방향으로만 전달된다.
-



제4장. 중추신경계통: 뇌 (Brain)

1. 대뇌 (Cerebrum)

좌우 대뇌반구로 나뉘고 뇌들보(corpus callosum)에 의해 연결된다. 표면은 주름이 저 있으며 솟아오른 이랑(gyrus)과 움푹 파인 고랑(sulcus)으로 구분된다.

- **대뇌의 엽 (Lobe) 및 기능:**

- **이마엽 (Frontal lobe):** 운동 계획, 고차원적 인지, 판단, 성격 등을 담당한다. 중심앞이랑에는 일차운동영역(Brodmann)이 있어 수의적 운동을 조절하며, 우세반구에는 운동성 언어 중추인 브로카 영역(Broca's area)이 위치한다.
- **마루엽 (Parietal lobe):** 중심뒤이랑에 일차몸감각영역이 있어 통각, 온도각, 압각, 촉각 등을 처리한다. 공간 지각과 연관된다.
- **관자엽 (Temporal lobe):** 청각 정보(일차청각영역)와 후각 정보를 처리하며, 기억 및 감정과 관련된 해마와 인접한다. 감각성 언어 중추인 베르니케 영역(Wernicke's area)이 있어 언어의 이해를 담당한다.
- **뒤통수엽 (Occipital lobe):** 시각 정보를 받아들이고 해석하는 일차시각영역과 시각연합영역이 존재한다.
- **뇌섬엽 (Insula):** 가쪽고랑 깊숙이 위치하며 내장 감각, 통증, 정서, 미각 등을 통합한다.

- **대뇌겉질의 주요 고랑:**

- **중심고랑 (Central sulcus):** 이마엽과 마루엽을 경계 짓는다.
- **가쪽고랑 (Lateral sulcus):** 관자엽과 이마엽/마루엽 사이를 구분한다.
- **마루뒤통수고랑 (Parieto-occipital sulcus):** 마루엽과 뒤통수엽의 안쪽 경계이다.

- **바닥핵 (Basal Ganglia):**

대뇌 백색질 내 깊숙이 위치한 회색질 덩어리로 **꼬리핵(caudate nucleus)**, **조가비핵(putamen)**, **창백핵(globus pallidus)** 등으로 구성된다. 운동의 시작과 정지, 근육 긴장도 조절, 무의식적 운동 조절에 핵심적인 역할을 수행한다.



2. 사이뇌 (Diencephalon)

대뇌와 중간뇌 사이에 위치하며 셋째뇌실을 감싸고 있다.

- **시상 (Thalamus):** 후각을 제외한 모든 감각 정보가 대뇌겉질로 가기 전 거쳐가는 중계소이다.
- **시상하부 (Hypothalamus):** 자율신경계와 내분비계의 최고 중추로 체온 조절, 섭식 및 섭수 조절(배고픔, 목마름), 성행동, 감정 표현, 생체 리듬 등을 조절하며 뇌하수체를 지배한다.
- **시상상부 (Epithalamus):** 솔방울샘(pineal gland)이 있어 멜라토닌을 분비하여 수면-각성 주기를 조절한다.
- **시상밑부 (Subthalamus):** 바닥핵과 연결되어 운동 조절에 관여하며 손상 시 반도리깨질증(hemiballism)이 나타날 수 있다.

3. 뇌줄기 (Brainstem)

생명 유지에 필수적인 기능을 담당하며 뇌신경의 핵들이 다수 분포한다.

- **중간뇌 (Midbrain):** 시각 반사(위둔덕)와 청각 반사(아래둔덕)의 중추가 있다. 흑색질(substantia nigra)은 도파민을 생성하며 운동 조절에 관여한다. 뇌신경, 4번의 핵이 위치한다.
- **다리뇌 (Pons):** 대뇌와 소뇌를 연결하는 다리 역할을 하며 호흡 조절 중추가 일부 존재한다. 뇌신경 8번의 핵이 위치한다.
- **숨뇌 (Medulla Oblongata):** 척수와 연결되는 부위로 심장 박동, 호흡, 혈관 운동, 구토, 연하, 재채기 등 생명 유지와 직결된 반사 중추가 있다. 뇌신경 12번의 핵이 위치하며 피라미드교차가 일어난다.

4. 소뇌 (Cerebellum)

평형 감각 유지, 근육 긴장도 조절, 정밀한 수의 운동의 협응(coordination)을 담당한다. 손상 시 운동실조, 떨림, 평형 장애 등이 발생한다.



제5장. 중추신경계통: 보호 구조

1. 뇌척수막 (Meninges)

뇌와 척수를 감싸 보호하는 세 겹의 막이다.

- **경질막 (Dura mater):** 가장 바깥쪽의 단단한 막으로 뼈막층과 뇌막층으로 구성된다. 대뇌뒀, 소뇌천막 등의 격막을 형성하여 뇌의 움직임을 제한한다.
- **거미막 (Arachnoid mater):** 중간층의 얇은 막으로 혈관이 없다. 아래의 거미막밑공간(subarachnoid space)에는 뇌척수액이 흐르며, 거미막과립을 통해 뇌척수액을 정맥동으로 배출한다.
- **연질막 (Pia mater):** 뇌와 척수 표면에 밀착된 얇은 막으로 혈관이 풍부하여 신경 조직에 영양을 공급한다.

2. 뇌실과 뇌척수액 (Ventricles & CSF)

- **뇌실:** 뇌 내부의 빈 공간으로 **가쪽뇌실**(좌우), **셋째뇌실**(사이뇌), **넷째뇌실**(다리뇌/숨뇌와 소뇌 사이)이 있으며 서로 연결되어 있다.
 - **뇌척수액:** 맥락얼기(choroid plexus)에서 생성되어 뇌실과 거미막밑공간을 순환한다. 뇌를 충격으로부터 보호(쿠션 역할)하고, 노폐물을 제거하며, 두개강 내압을 조절한다. 하루 약 500mL가 생성되어 순환한다.
-



제6장. 중추신경계통: 척수 (Spinal Cord)

1. 척수의 구조 및 기능

척수는 뇌와 신체 사이의 정보 전달 통로이자 반사 활동의 중추이다. 척주관(spinal canal) 내에 위치하며, 뇌와 마찬가지로 경질막, 거미막, 연질막의 세 층으로 된 뇌척수막에 의해 보호받는다.

1) 외부 구조

척수는 척추의 마디에 따라 경수(목 분절), 흉수(가슴 분절), 요수(허리 분절), 천수(엉치 분절)로 구분된다. 성인의 척수는 요추 1번(L1)과 2번(L2) 사이에서 끝나며, 그 아래로는 신경근들의 다발인 말총(cauda equina)이 형성된다. 척수의 끝부분은 원뿔 모양의 척수원뿔(conus medullaris)을 이루고, 여기서 연질막이 연장된 종말끈(filum terminale)이 꼬리뼈까지 이어져 척수를 고정한다.

2) 내부 구조: 회색질과 백색질

척수의 단면을 살펴보면 중앙에 나비 날개 또는 H자 모양의 회색질이 있고, 그 주변을 백색질이 감싸고 있다.

- **회색질 (Gray Matter):** 신경세포체가 밀집한 곳으로, 등쪽의 후각(posterior horn)과 배쪽의 전각(anterior horn)으로 나뉜다. 후각은 감각 정보를 받아들이는 곳이며, 전각은 운동 명령을 내보내는 운동신경세포가 위치한다. 흉수와 요수 분절에는 자율신경세포가 있는 측각(lateral horn)이 존재한다.
- **백색질 (White Matter):** 신경섬유 다발(축삭)로 구성되며, 전섬유단, 측섬유단, 후섬유단으로 구분된다. 이곳을 통해 상행성 감각신경로와 하행성 운동신경로가 지나간다.

2. 척수신경의 연결 및 성분

척수신경은 척수에서 나오는 전근(anterior root)과 들어가는 후근(posterior root)이 합쳐져 형성된다.

- **전근 (Ventral Root):** 척수 전각의 운동신경세포에서 뻗어 나온 축삭으로 구성되며, 근육과 샘으로 운동 명령을 전달한다(원심성).
 - **후근 (Dorsal Root):** 감각수용기에서 오는 정보를 척수로 전달하는 감각신경섬유로 구성된다(구심성). 후근에는 감각신경세포체가 모여 있는 척수신경절(spinal ganglion)이 팽대부로 존재한다.
 - **신경 성분의 분류:** 척수를 드나드는 신경은 기능에 따라 **일반체성구심성(GSA)**, **일반내장구심성(GVA)**, **일반내장원심성(GVE)**, **일반체성원심성(GSE)**의 4가지 성분으로 구분된다.
-



제6장. 말초신경계통: 뇌신경 (Cranial Nerves)

뇌신경은 뇌에서 직접 분지하여 머리, 목, 흉부, 복부의 장기에 분포하는 12쌍의 말초신경이다. 기능에 따라 감각신경, 운동신경, 또는 두 가지가 혼합된 혼합신경으로 분류된다.

1. 뇌신경의 구성 및 핵의 위치

뇌신경핵은 중뇌, 다리뇌, 숨뇌 등 뇌줄기에 주로 위치한다.

- **중뇌 (Midbrain):** 눈돌림신경(III), 도르래신경(IV)의 핵이 위치한다.
- **다리뇌 (Pons):** 삼차신경(V), 갯돌림신경(VI), 얼굴신경(VII), 속귀신경(VIII)의 핵이 분포한다.
- **숨뇌 (Medulla Oblongata):** 혀인두신경(IX), 미주신경(X), 더부신경(XI), 혀밑신경(XII)의 핵이 위치한다.

2. 각 뇌신경의 기능

- **제1뇌신경 (후각신경, Olfactory n.):** 냄새를 맡는 특수감각 신경이다.
 - **제2뇌신경 (시각신경, Optic n.):** 시각 정보를 전달하는 특수감각 신경이다.
 - **제3뇌신경 (눈돌림신경, Oculomotor n.):** 눈을 움직이는 4개의 외안근(위곧은근, 아래곧은근, 안쪽곧은근, 아래빗근)과 눈꺼풀올림근을 지배한다. 부교감신경 성분은 동공조임근과 섬모체근을 수축시켜 동공 축소 및 조절 작용을 한다.
 - **제4뇌신경 (도르래신경, Trochlear n.):** 위빗근(superior oblique m.)을 지배하여 안구를 아래바깥쪽으로 움직인다.
 - **제5뇌신경 (삼차신경, Trigeminal n.):** 얼굴의 일반 감각(통각, 온도각, 촉각)과 씹기근육(저작근)의 운동을 담당하는 혼합신경이다.
 - **제6뇌신경 (갯돌림신경, Abducens n.):** 가쪽곧은근(lateral rectus m.)을 지배하여 안구를 바깥쪽으로 돌린다.
 - **제7뇌신경 (얼굴신경, Facial n.):** 얼굴의 표정 근육을 지배하고, 혀 앞 2/3의 미각을 담당한다. 부교감신경 성분은 눈물샘, 턱밑샘, 혀밑샘의 분비를 조절한다.
 - **제8뇌신경 (속귀신경, Vestibulocochlear n.):** 청각(달팽이신경)과 평형감각(안뜰신경)을 담당한다.
 - **제9뇌신경 (혀인두신경, Glossopharyngeal n.):** 혀 뒤 1/3의 미각과 감각, 인두의 감각 및 운동을 담당한다. 귀밑샘의 분비를 조절하는 부교감신경 섬유를 포함한다.
 - **제10뇌신경 (미주신경, Vagus n.):** 인두와 후두의 근육을 지배하여 삼킴과 발성을 돕고, 흉부 및 복부 내장기관(심장, 폐, 위, 장 등)에 광범위하게 분포하여 부교감신경 기능을 수행한다.
 - **제11뇌신경 (더부신경, Accessory n.):** 목빗근과 등세모근을 지배하여 목과 어깨의 운동을 돕는다.
 - **제12뇌신경 (혀밑신경, Hypoglossal n.):** 혀의 근육을 지배하여 혀의 운동을 담당한다.
-



제7장. 말초신경계통: 척수신경 (Spinal Nerves)

척수신경은 척수에서 분지하여 신체의 근육, 피부, 내장기관 등에 분포하는 **31쌍**의 신경이다.

1. 척수신경의 분류

- **목신경 (Cervical nerves):** 8쌍 (C1-C8)
- **가슴신경 (Thoracic nerves):** 12쌍 (T1-T12)
- **허리신경 (Lumbar nerves):** 5쌍 (L1-L5)
- **엉치신경 (Sacral nerves):** 5쌍 (S1-S5)
- **꼬리신경 (Coccygeal nerve):** 1쌍 (Co1)

2. 신경얼기 (Nerve Plexus)

척수신경의 앞가지들은 서로 복잡하게 얽혀 신경얼기를 형성하고, 여기서 다시 말초신경들이 갈라져 나온다. (단, 가슴신경은 신경얼기를 형성하지 않고 갈비사이신경이 된다.)

- **팔신경얼기 (Brachial Plexus):** C5~T1에서 기원하며, 겨드랑신경, 근육피부신경, 정중신경, 자신경, 노신경 등을 분지하여 팔의 감각과 운동을 지배한다.
 - **허리신경얼기 (Lumbar Plexus):** L1~L4에서 기원하며, 넙다리신경(femoral n.), 폐쇄신경(obturator n.) 등이 나와 다리 앞쪽과 안쪽을 지배한다.
 - **엉치신경얼기 (Sacral Plexus):** L4~S4에서 기원하며, 인체에서 가장 굵고 긴 신경인 궁둥신경(sciatic n.)을 형성한다. 궁둥신경은 정강신경(tibial n.)과 온종아리신경(common peroneal n.)으로 갈라져 다리 뒤쪽과 아래쪽을 지배한다.
-



제8장. 자율신경계통 (Autonomic Nervous System)

자율신경계는 내장기관, 혈관, 분비샘 등에 분포하여 우리 의지와 무관하게 신체 내부 환경의 항상성을 유지한다. **교감신경**과 **부교감신경**으로 구분되며, 대부분의 장기는 이 두 신경의 이중 지배를 받아 서로 **길항적인 작용**을 한다.

1. 교감신경 (Sympathetic Nervous System)

- **기원:** 흉수 1번부터 요수 2번(T1~L2) 사이 척수의 가쪽뿔에서 기원하므로 **흉요부분**(thoracolumbar division)이라고도 한다.
- **구조:** 척수에서 나온 절전섬유는 척수 양옆에 수직으로 연결된 교감신경기둥(sympathetic trunk)의 신경절 또는 복강신경절, 장간막신경절 등 척추앞신경절에서 시냅스한다. 백색교통가지는 절전섬유가 지나가는 통로이고, 회색교통가지는 절후섬유가 척수신경으로 합류하는 통로이다.
- **기능:** 위급 상황 시 신체를 긴장 상태로 만들어 대처하게 한다(Fight or Flight). 동공 확대, 심박수 증가, 기관지 확장, 소화관 운동 억제, 혈관 수축 등의 반응을 유발한다.

2. 부교감신경 (Parasympathetic Nervous System)

- **기원:** 뇌줄기의 뇌신경(III, VII, IX, X)과 척수의 천수~4번(S2~S4)에서 기원하므로 **뇌천수부분**(craniosacral division)이라고도 한다.
- **구조:** 절전섬유가 길고 절후섬유가 짧으며, 신경절이 지배하는 장기 내부나 근처에 위치한다. 대표적인 신경절로는 눈돌림신경의 섬모체신경절, 얼굴신경의 날개입천장신경절 및 턱밑신경절, 혀인두신경의 귀신경절 등이 있다.
- **기능:** 에너지를 보존하고 회복하는 기능을 한다(Rest and Digest). 동공 축소, 심박수 감소, 기관지 수축, 소화관 운동 촉진, 소화효소 분비 증가, 배뇨 및 배변 촉진 등의 반응을 유발한다.