

# 제12장 소화계(Digestive system)

## 1절 먹이획득(Procuring food)

✓ 원상동물과 갑피류의 조상은 **여과 섭식자**(멍게, 창고기, 용상어, 작은 청어류, 몇몇 용상어, 수염고래)

✓ 먹이 섭식 방법

1. **상어**는 물고, 찢고, 삼키는 방식

2. 일부 경골어류는 작은 생물체에 다가가 **돌출 가능한 턱**을 내밀어 흡입

3. **칠성장어**는 **각질로된 치아**로 숙주 조직을 갈아 먹음

4. **끈끈한 혀**(양서류, 파충류, 조류, 포유류)

5. 상악의 **치아로 먹이 고정**(뱀)

6. 곤충의 유충, 씨앗, 곡물 등의 섭취를 위한 **부리**(조류)

7. 흡혈성 박쥐(침 속에 **혈액 응고방지제** 포함)

8. 유제류는 꿀을 뜯고 육식성 포유류는 **검상 견치**

9. 설치류(앞발로 음식물을 잡고 조금씩 물어 뜯음)

✓ 먹이 찾는 방식

1. **후각과 시각, 화학 수용기 이용**

2. **촉선**(어류와 양서류)

3. **구목간와**(loreal pit; 온도 수용기, 뱀)

4. **주둥이의 피낭**에 촉각, 시각, 전기 수용기가 분포(돼지)

## 2절 소화관 개요(Digestive tract : an overview)

- ✓ 소화관은 직선이 아니면 꼬인 관으로 입에서 시작하여 복부의 총배설강과 항문으로 이어짐
- ✓ 음식물을 소화하고 흡수하며 소화되지 않은 음식물의 배설
- ✓ 음식물은 관 내벽의 평활근에 의해서 인두에서 배설공이 항문으로 이동(연동운동, peristalsis)

✓ 주요 부분

1. 구강, 인두, 식도, 위, 장

2. 사지동물은 소장과 대장으로 나누어지며 소화관과 연결된 부속기관으로  
철회장, 간, 담낭이 있음. 맹장이 분포

✓ 배아의 소화관은 3부분으로 구성 : 중장(midgut, 난황이 붙어 있는 부분). 전장  
(foregut, 중장의 앞쪽. 구강의 후부, 인두, 식도, 위, 소장 대부분). 후장(hindgut,  
꼬리 쪽에 분포. 대장과 총배설강). 성체는 중장이 거의 존재하지 않음

## 3절 입과 구강(Mouth and oral cavity)

- ✓ 입은 소화관 **입구**
- ✓ 사지동물에서 입은 **치아와 혀가 들어 있는 구강**(oral cavity, buccal cavity)으로 열려 있음
- ✓ 구강은 **인두**로 이어짐

### 3.1 혀(Tongue)

- ✓ 육상 유미류와 무미류의 혀는 **일차설**(배아 선역(glandular field, 샘부위)으로부터 발생)과 입의 바깥쪽에 닿을 수 있는 **신근**으로 구성

✓ 선역은 혀의 부위에서 **끈끈한 점액을 분비**하고 이로 인해 먹이를 잡고 구강 내로 끌어 들이며 식충 양서류의 혀 끝은 넓고 끈적 끈적하며 육질이 확장되어 있음

✓ 파충류와 포유류의 혀 특징(3가지 형태)

1. 악궁의 간충직에 의해 형성된 1쌍의 **외측설융기**(lateral lingual swelling, 가쪽혀융기)
2. **설골궁에서 유래**되며 선역으로 발달하는 일차 요소
3. 두 번째 인두궁 간충조직(간엽조직) 앞쪽으로 신장하는 **세 번째 인두궁**으로 부터 발생하는 **간충조직(간엽조직)** 등이 있음

4. 혀의 **감각상피(감각과 미각)**는 제 1, 2, 3 인두궁에서 오는 간충직으로 형성되며 3개의 각기 다른 뇌신경인 제 5, 7, 9 뇌신경이 분포
5. **조류**에서 **외측설융기**는 퇴화되었고 **맹금류**의 경우는 혀에 **내재근이 없음**.
6. 혀의 운동은 혀에 부착되어 있는 **설골격의 근육동작**에 의함
7. 혀의 점막은 **미각 수용기**일 뿐 아니라 양막류의 경우 **입체인지능** (stereognosis, 형태와 무게를 인지)과 같은 다른 수용기도 있음
8. 혀는 먹이를 **잡거나 모으고 삼키**는 일에 관여
9. 포유류는 과열된 **몸을 식힐 때** 이용
10. 도마뱀은 혀로 **안구를 깨끗이 청소**하는데 사용되며 육식류는 표면의 **극유두로 뼈를 갈아내**며 많은 포유류는 몸을 치장하는데 사용

## 3.2 구강선(Oral glands, 입안샘)

- ✓ 육상 사지동물은 액체와 점액질을 구강 내에 분비하는 **다양한 다세포적인 선**을 갖음
- ✓ **점액질**은 먹이에 **수분을 공급**해 주며 혀로 인해 **먹이가 덩어리**로 만들어지며 인두와 식도를 통과 할 수 있도록 **윤활 작용**을 함
- ✓ 수분은 **미뢰가 기능**을 수행할 수 있도록 함
- ✓ 구강선에서 **장액, 독액, 독소, 전분을 분해하는 소화효소** 등이 분비되기도 함
- ✓ **구강선의 명칭** : 하악선(입술에 분포). 구치선(구치(어금니) 근처에 있음). 안와하선(안와의 기저부). 구개선(구개 위로 열려 있음). 설하선과 하악하선(혀 밑에 열려 있음). 내비선(코사이샘, 전악골 근처에 위치). 이하선(귀밑샘). 독사의 독선은 구개선 임
- ✓ 배상세포(goblet cell)은 점액을 생산하며 **메기의 수컷**은 점액질 내에서 **수정란을 보호**하며 **칠성장어**는 **항응고제**가 포함되어 있음

### 3.3 치아(Teeth)

- ✓ 골성 치아는 악구어류, 양서류, 파충류, 포유류, 초기 조류 등에서 나타남
- ✓ 치아의 뼈는 변이체로 enamel로 된 치관으로 둘러싸인 상아질(dentin)로 구성
- ✓ 단생치아(acrodont dentition) : 경골어류에서 턱니로 턱의 바깥쪽이나 정상에 붙어 있음

- ✓ 측생치아(pleurodont) : 무미류, 유미류, 도마뱀 등에서 턱의 내측에 붙어 있음
- ✓ 조생치아(thecodont dentition) 이틀을 가지고 있음
- ✓ 이틀은 포유류에서 가장 깊음
- ✓ 다환성 치아(polyphyodont dentition) : 파충류와 포유류에서 연속적인 치아를 가지며 치환을 하며 치환수는 종에 따라 다름
- ✓ 포유류는 동일 종 내에서 치아의 수가 한정되어 있으며 탈락치(deciduous teeth), 유치(milk teeth, 젓니), 영구치(이환성치아, diphyodont dentition) 등을 발생시킴
- ✓ 사람의 영구치는 앞에서 뒤쪽으로 1-8번까지 번호를 붙이며 빠지는 순서는 6-1-2-4-5-3-7-8

### 3.3 2 포유류의 형태적 변형(Morphologic variants in mammals)

- ✓ 대부분의 포유류는 이형치아(herodont dentition, 그림 12.14) : 문치 (incisors, 앞니, 수평의 절단면과 단일 치근, 포식성 포유류에서 가장 발달, 잡거나 베거나 갉는데 이용), 견치(canines, 송곳니, 육식동물에서 창처럼 날카롭고 고기를 꺾는데 사용, 토끼류에서는 없음), 전구치 (premolars, 작은어금니, 하나 혹은 2개의 치근이 있음), 구치(molars, 큰어금니, 3개 또는 그 이상의 첨단이 있으며 삼첨단치아, 3개 이상의 치근이 있음)

- ✓ 협치 : 전구치와 구치를 말하며 초식동물인 유제류는 식물을 저작하도록 발달되었고(월상치, selenodont teeth, 표면이 초승달 모양, 되새김질 하는데 이용) 육식동물은 고기를 찢고 부수도록 발달
- ✓ 둔두치(bunodont teeth) : 인간을 포함한 영장류에서 낮고 둥근 모양의 뾰족한 끝을 형성
- ✓ 포유류 치식 : 3-1-4-3 / 3-1-4-3 (= 44, 기본형)  
사람 치식 : 2-1-2-3 / 2-1-2-3 (= 32, 전치(앞니), 견치(송곳니), 전구치(소구치, 앞어금니), 구치(대구치, 뒷어금니))

## 4절 인두(Pharynx)

- ✓ 소화관의 기능적인 일부로 식도로 열려 있음
- ✓ 사지동물 인두의 특징 : 성문(glottis, 성대문, 후두 내로 열려 있음). 이관(auditory tube, 귀인두관, 중이강으로 이어지는 1쌍의 관). 개구(opening into the esophagus, 식도 내로 열려 있음)
- ✓ 포유류의 인두는 부가적으로 비인두(nasal pharynx, 연개구(물렁입천장) 위에 있음), 구인두(oral pharynx, 입인두, 식도와과 성대문 사이에 있음)와 후인두(laryngeal pharynx, 인두의 등(dorsal)에 있음)가 있음

- ✓ 후두개(epiglottis, 후두덮개) : 포유류에 있어 섬유질성 연골판.  
 설골이 부착. 삼키는 작용에 관여하며 **음식물의 입자들이 폐로 가는 경로를 방지함**
- ✓ 상새기관(supranchial organ) : 경골 어류에서 한 쌍의 길어진 **근육성 관**.  
 식도근처 양쪽의 인두기부로부터 팽출. 맹낭을 형성. **플랑크톤을 걸러 놓**  
**축시킨 후 삼킴**. 일부 종은 이 부분이 공기로 채워지며 관상 상피층이 **부**  
**수적인 호흡막의 기능을 함**

## 제5절 소화관 벽의 형태(Morphology of the gut wall)

- ✓ 장 벽의 구조는 본질적으로 같으나 조직학적으로 4개층 형성 : **점막층**  
 (mucosa), **점막하층**(submucosa, 점막밑조직), **외측근육층**  
 (muscularis), **장막층**(serosa)

- ✓ 점막층 : 내배엽에서 기원된 **샘상피** 내막. 조밀하지 않은 결합조직 하층. **림프절, 모세혈관과 림프모세관 분포**. 평활근의 얇은 섬유층
- ✓ 점막하층 : 두꺼운 결합 조직층. 탄력성이 풍부한 **모세동맥, 정맥, 모세림프관 등이 있으며** 영양물질, 산소, 선분비물의 합성에 필요한 **물질 공급**. 대사 노폐물 처리. 소화된 물질 흡수
- ✓ 외측근육층 : 평활근 조직. 장을 압축하는 **내부환층**(inner circular layer)과 수축하는 **외부종축**(outer longitudinal layer)으로 구성. **연동운동. 자율신경 위치**
- ✓ 장막층 : 약한 결합조직(외막)으로 구성. **내장복막으로 덮여 있음**. 소량의 장액 분비로 내장강의 **표면 윤활 작용**

## 6절 식도(Esophagus)

- ✓ 신축성 있는 **근육질의 관**
- ✓ 위로 **음식물**이 이동할 수 있게 함
- ✓ 총상 **편평상피**가 덮고 있으며 육상거북, 조류, 일부 포유류 등은 중층편평상피로 덮혀있어(내각 각질화) 거친 음식물에 의해 생기는 상처를 방지

## 7절 위(Stomach)

- ✓ 섭취된 음식물을 받아들이는 **근육질의 방**
- ✓ 소화효소와 점액으로 된 **윤활제를 분비**하여 위액과 음식물이 섞여 부드럽게 함
- ✓ 소장으로 가는 고체 **음식을 액체화** 함
- ✓ 배아시기에 처음으로 분화할 당시 **직선형**이며 성체로 분화된 후 일부 하등척추동물은 직선으로 남아 있고 **대부분은 J자 또는 U자형으로 형**

- ✓ **악어와 조류**의 위는 **전위**(proventriculus, 앞위, 소화효소 분비)와 **사낭**(gizzard, 모래주머니, 각질의 막으로 싸여 있고 음식물을 **소화효소와 섞고** **멧돌 분쇄 작용**)의 두 부분으로 구분
- ✓ **분문부**(cardiac portion) : 인간의 경우 **식도기부**로 심장과 가까이 위치
- ✓ **유문부**(pyloric canal) : 위의 **개구부**로 **십이지장과 연결**. 유문괄약근 (pyloric sphincter)에 의해 둘러 싸여 있음

- ✓ 위선의 상피세포(주세포)에서 펩시노겐(pepsinogen)을 합성분비, 벽세포에서 염산을 분비하여 펩시노겐을 펩신으로 활성화(단백질 소화)
- ✓ 반추동물 위 : 혹위(tumen, 음식물과 점액질, cellulase(박테리아에 의해 분비)이 혼합. 벌집위(recticulum, 망위, 벽이 융기와 깊은 골이 벌집 모양. 박테리아에 의해 cellulose 발효과정 지속. 게워짐(되새김 질), 겹주름위(omasum, 주름위로 가기 전에 일시적으로 음식물 저장), 주름위(abomasum, 위의 분비효소가 첨가)
- ✓ 척추동물은 위에서 물과 음식 중에서 일부 성분을 흡수 함

## 8절 장(Intestine)

장은 유문괄약근에서 총배설강이나 항문에서 끝남

### 8.2 사지동물 : 소장(Tetrapods: The small intestine)

- ✓ 포유류의 장은 손가락 혹은 잎 모양의 융모(villi)가 존재하며 이는 장에서 흡수면적을 크게 증가시킴
- ✓ 소화와 흡수가 일어나는 장소
- ✓ 소화된 지질은 유미관(lacteals)으로 흡수 이후 대정맥으로 운반된 이후 혈류를 타고 간으로 감
- ✓ 포유류의 경우 소장의 융모 모양, 상피벽의 특성, 점막 내 림프절의 크기 등으로 공장(Jejunum)과 회장(ileum)으로 구분
- ✓ 소화의 마지막 단계로 장액(intestine, 유문 근처에서 분비, 아미노산 과 단당류로 분해)과 췌장액(pancreatic juices, amylase가 탄수화물에 작용, lipase로 지방산과 글리세롤로 분해, 단백질 분해효소로 단백질이 계속 분해되도록 함)이 분비

### 8.3 대장(The large intestine)

- ✓ 대장은 거의 꼬여 있지 않으며 맹장(막창자)이 일반적임
- ✓ 포유류와 일부 파충류, 조류에서는 결장(colom, 회결장괄약근에서 시작. 일부 포유류의 경우 상행, 횡행, 하행 부위가 있음)과 직장(rectum, 골반강에서 직선형 말단 부위).
- ✓ 양막류에서 맹낭은 회결장괄약근 바로 뒤에 회결장맹낭(ileocolic ceca)이 일반적임
- ✓ 조직학적으로 맹낭과 동일한 충수(vermiform appendix)는 유인원류, 설치류, 포유류 등 존재
- ✓ 모든 사지동물의 결장에서는 소장의 배설물에서 수분을 흡수함

## 9절 간과 담낭(Liver and gallbladder)

- ✓ 간은 중장의 중앙 복부에서 속이 빈 맹낭 같은 **맹관인 간원기** (liver bud)에서 발생
- ✓ 담낭은 **담낭관(cystic duct)**으로 열려 있음
- ✓ 간관과 담낭관이 모이는 부위에서 십이지장으로 개구되는 **총담즙관** (common bile duct)이 시작
- ✓ 뱀장어와 같은 체형을 갖는 동물은 간이 신장되어 있고 사람과 같이 짧은 몸통을 가진 경우 간은 짧고 넓은 모양

- ✓ 간은 담즙(소장에서 지질 유화, 알카리성분 부여)을 생산
- ✓ 노화된 적혈구 탐식(철은 분리. 적색 색소와 녹색색소(biliverdin, bilirubin)로 전환)
- ✓ 포도당을 글리코겐으로 합성하여 간에 저장
- ✓ 아미노산을 제거하여 탈아민화 시킴(탈아미노 과정에서 암모니아, 요산, 요소가 생성)
- ✓ 피브리노겐(fibrinogen)과 프로트롬빈(prothrombin)을 합성하여 혈액응고에 작용

## 10절 외분비 췌장(Exocrine pancreas)

- ✓ 췌장은 조직학 적으로 다르고 기능적으로 독립된 두 성분으로 구성
- ✓ 외분비 부위 : 소화효소를 포상(alveoli, 선방 acini)에서 생산. 이들 효소는 췌장관을 통하여 십이지장으로 운반
- ✓ 내분비 부위 : 췌장소도(pancreatic islets, 랑게르한스섬, islands of Langerhans)로 구성. 관이 없으며 호르몬 산물인 인슐린과 글루카곤을 혈류 내로 분비

## 11절 총배설강(Cloaca)

- ✓ 태반 포유류를 제외한 대부분의 어류와 사지동물의 소화관은 공통의 장소인 총배설강으로 끝남(비뇨관과 생식관도 열로 있음)
- ✓ 태반포유류는 총배설강이 배아발생 동안 2~3개로 분리 됨