

3강

호흡과 폐의 작용

김유용 교수

목차

- ① 호흡계
- ② 호흡 운동
- ③ 기체 교환



01

호흡계

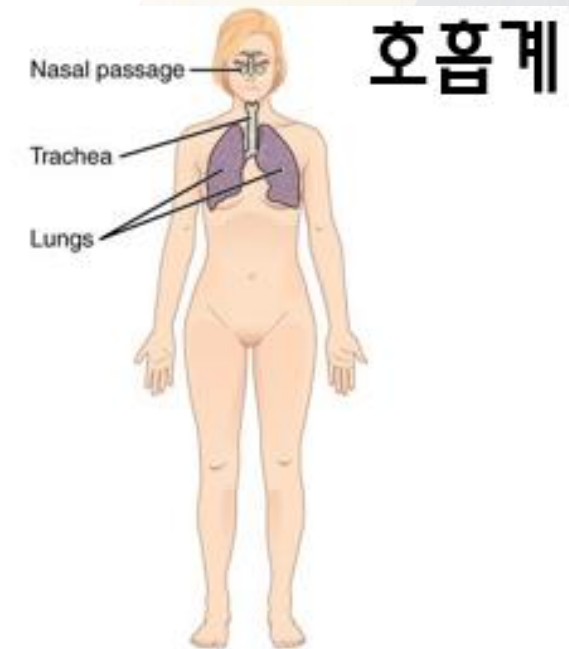
➤ 호흡

- **대부분의 동물은 생존을 위해 호기성 대사가 필요**
 - 이를 위해 세포에 지속적인 산소 공급 필요
- **2가지 유형(내호흡, 외호흡)의 호흡 존재**
 - 내호흡 : 미토콘드리아에서 일어나는 세포내 대사과정 (세포호흡)
 - 외호흡 : 외부환경과 폐의 폐포에서 혈액내 Hb의 산소와 이산화탄소 교환
 - ➔ 이번 장에서 다루는 호흡은 외호흡을 의미



➤ 호흡계

- 숨을 들이쉬면서 산소 흡수, 내쉬면서 이산화탄소 배출
 - 산소 : 들숨 > 날숨
 - 이산화탄소 : 들숨 < 날숨
- 코, 기관, 기관지, 폐, 횡격막 등으로 구성
- 코 → 기관 → 기관지 → 폐 순으로 공기 이동



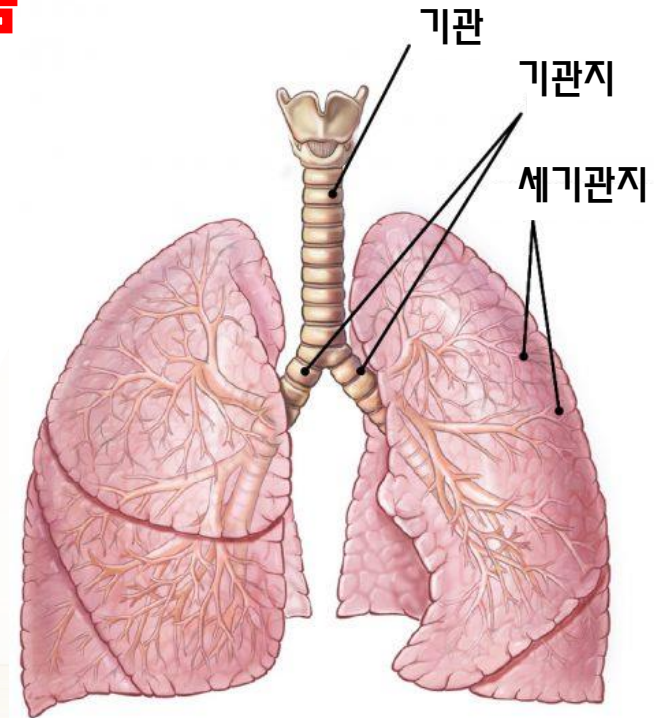
(LibreTexts Medicine, 2020)

➤ 코

- 차고 건조한 공기를 따뜻하고 축축하게 만듦
- **가는 털과 끈끈한 액체가 있어 먼지, 세균 등을 거름**

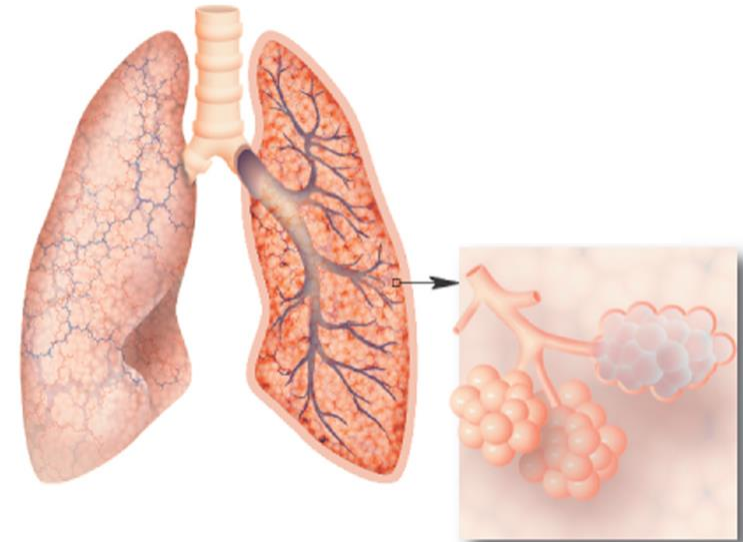
➤ 기관, 기관지

- **기관의 섬모가 먼지, 세균 등을 거름**
- 기관은 2개의 기관지로 갈라져 좌우 폐와 연결
 - 이후 기관지는 세기관지로 갈라져 폐포와 연결



▶ 폐

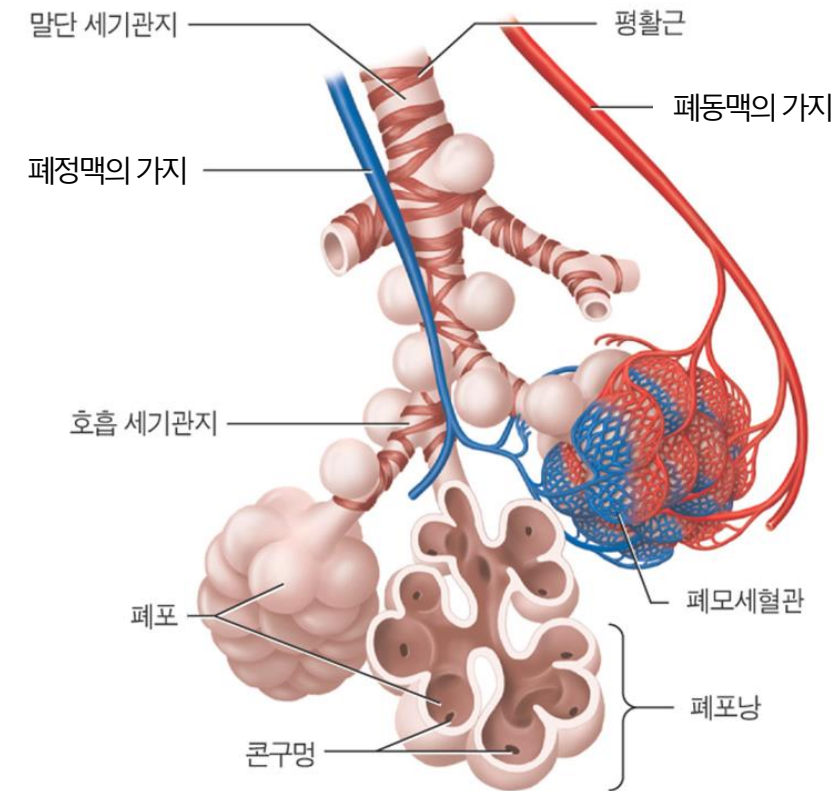
- 가슴 속에 좌우 한 개씩 존재
- 갈비뼈와 가로막으로 둘러싸인 흉강에 존재
 - 폐는 근육이 없어 스스로 수축, 이완 X
- 수많은 폐포로 구성
 - 공기와 닿는 표면적이 매우 넓음 (소장의 용모과 유사한 기능)
 - ➔ 효율적인 기체 교환 가능
 - ➔ 축사에 먼지가 많을 때 가축들이 기관지에 염증발생
 - *홍막폐렴 – 가축의 성장이 정체되고 심하면 폐사



(라이프사이언스, 2009)

▶ 폐포

- 폐를 구성하는 작은 공기주머니
 - 3억 개의 폐포로 구성
- 대부분 말단 세기관지의 끝에 존재
 - 포도처럼 송이를 이룸
- 한 층의 얇은 세포층으로 구성됨
- 표면이 모세혈관으로 둘러 쌓임
 - 폐포와 모세혈관 사이에서 산소와 이산화탄소 교환



(라이프사이언스, 2009)

➤ 폐포

■ 제1형 폐포세포

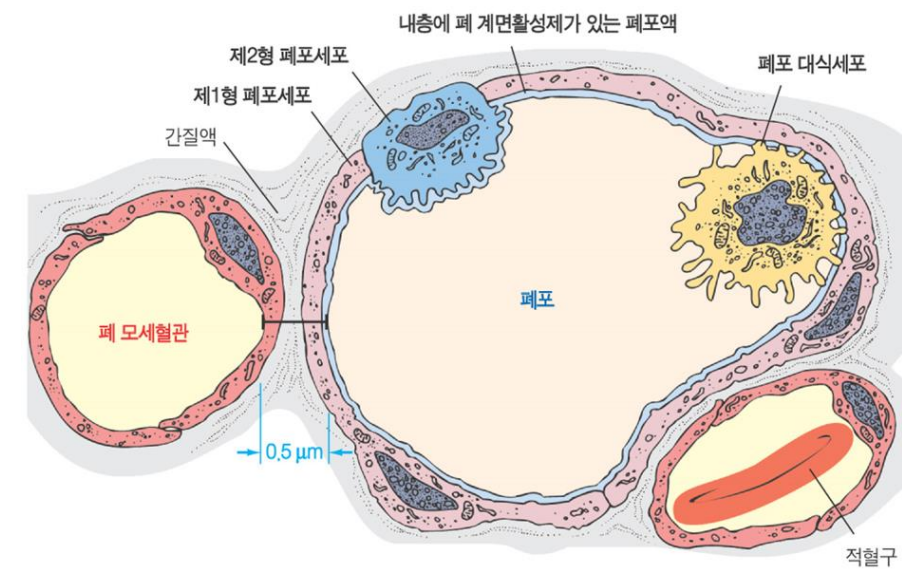
- **납작한 제1형 폐포세포의 단일층이 폐포벽을 형성**

■ 제2형 폐포세포

- 폐포벽 내에 존재
- **폐 계면활성제** (폐의 확장을 돕는 인지질 단백질) **분비**

■ 폐포 대식세포

- 폐포강 내에 존재
- 항상성, 숙주 방어, 조직 리모델링에 중요한 역할 수행



(라이프사이언스, 2009)

➤ 횡격막

- 폐의 아랫부분에 있는 근육으로 된 점막

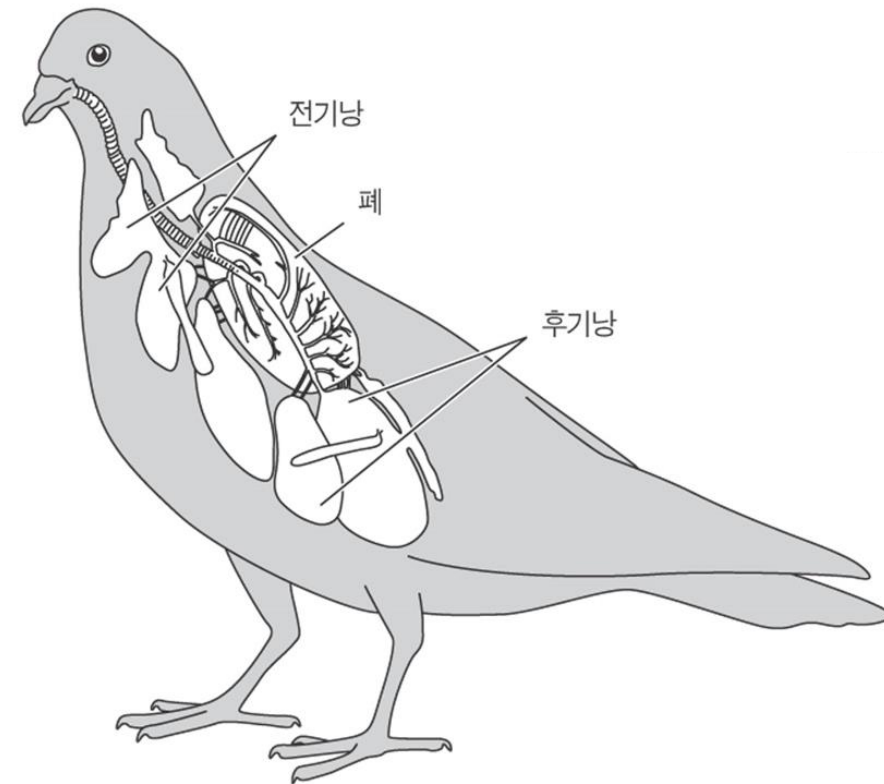
➤ 갈비뼈

- 폐를 보호
- 횡격막과 함께 위아래로 움직여 호흡운동이 일어남



▶ 조류의 호흡계

- 높은 대사를 → 높은 호흡률 요구
- 폐의 크기가 작고 신축성이 떨어짐
- 호흡주기 중, 폐의 용적 변화 X
- 폐포 X
 - 모세혈관에서 가스교환 수행
- 기낭
 - 조류만 갖는 기관
 - 흡입한 산소를 저장하는 공기주머니



(라이프사이언스, 2009)

▶ 조류의 호흡계

- 코 → 기관지 → 2차기관지 → 기낭 순으로 공기 이동
- 들숨과 날숨 모두 호흡가스가 한 방향으로 흐름
 - 후기낭 → 폐 → 전기낭
 - 1번째 들숨 : 공기가 후기낭을 채움
 - 1번째 날숨 : 후기낭이 수축하며 폐로 공기 이동
 - 2번째 들숨 : 폐를 빠져나와 전기낭으로 공기 이동
 - 2번째 날숨 : 앞쪽 폐가 수축하며 들어왔던 공기 내보냄



02

호흡 운동

➤ 공기의 이동 원리

- **압력이 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동**

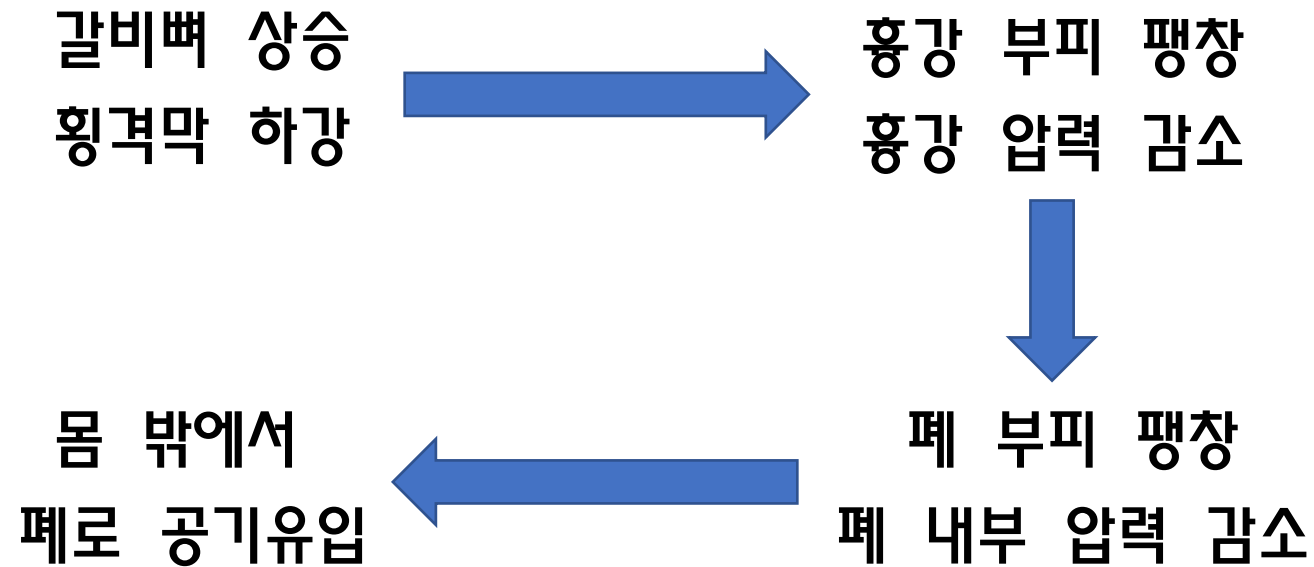
- 들숨 : 폐 내부 < 대기압
→ 공기 이동 : 몸 밖 → 폐
- 날숨 : 폐 내부 > 대기압
→ 공기 이동 : 폐 → 몸 밖

➤ 호흡 운동의 원리

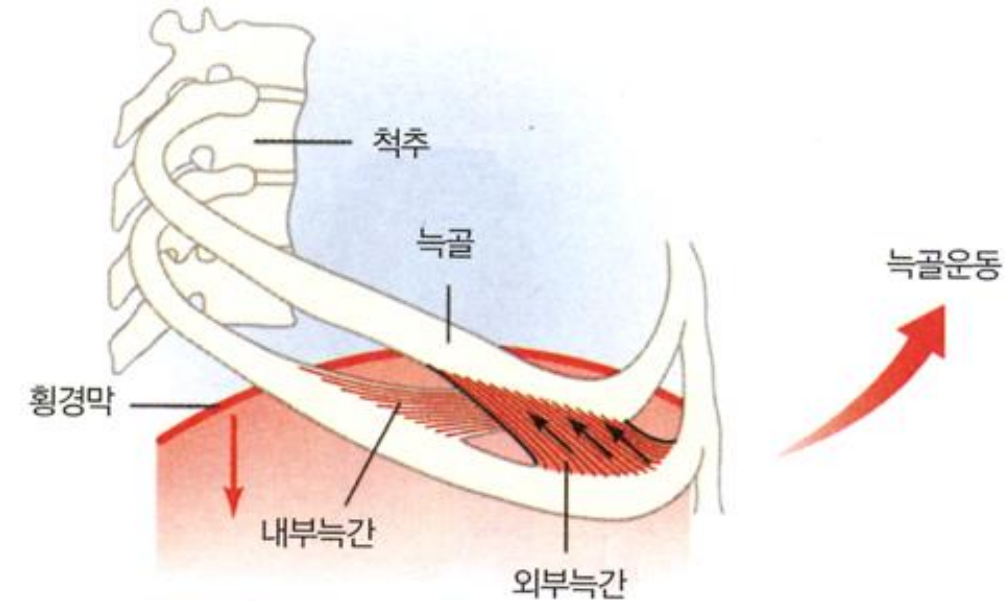
- **흉강을 둘러싼 갈비뼈와 횡격막의 움직임에 의해 발생**



▶ 들숨

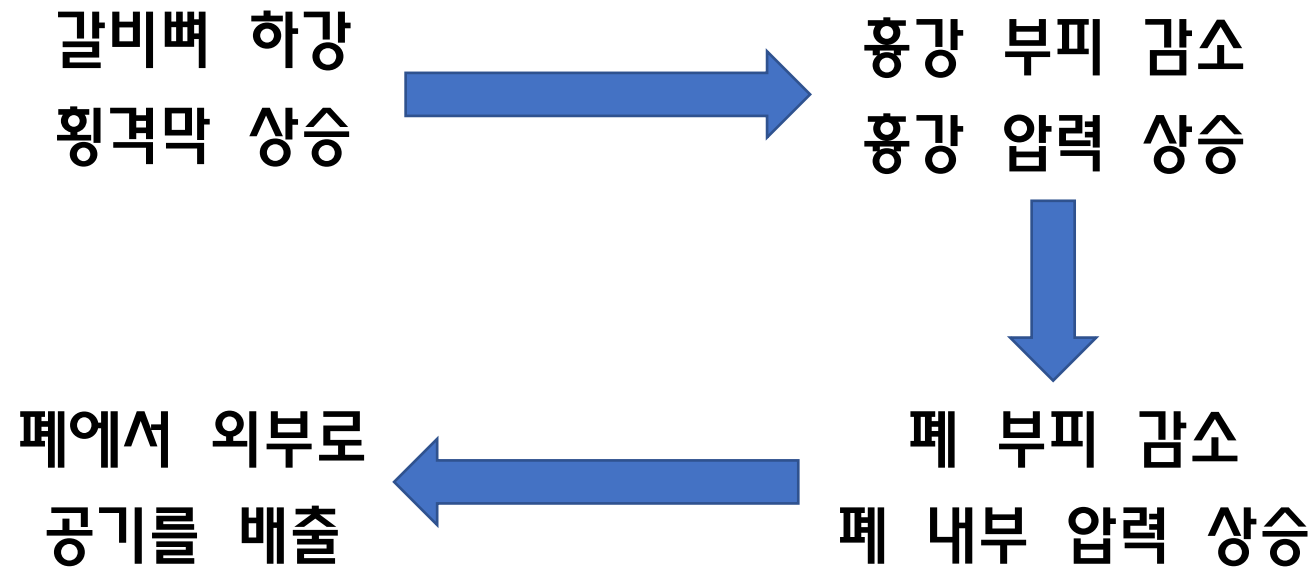


흉기(들숨)

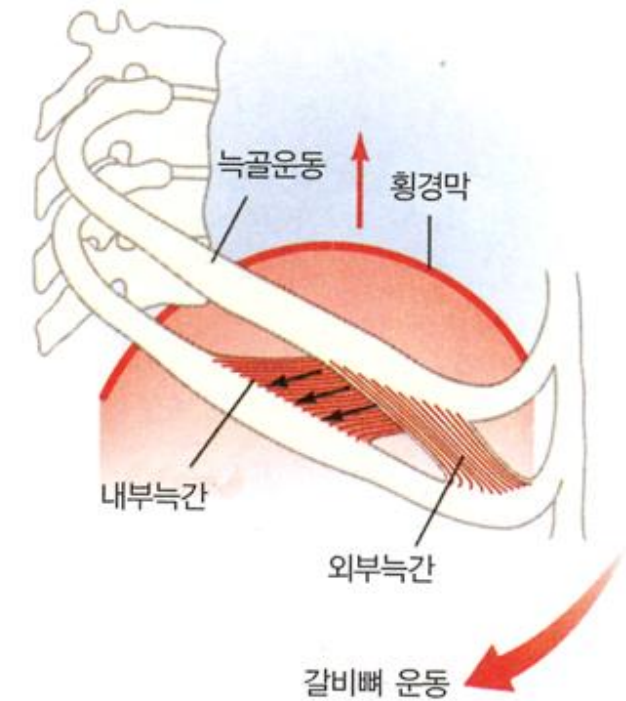


(에커트, 2004)

▶ 날숨



호기(날숨)



(에커트, 2004)

03


기체 교환

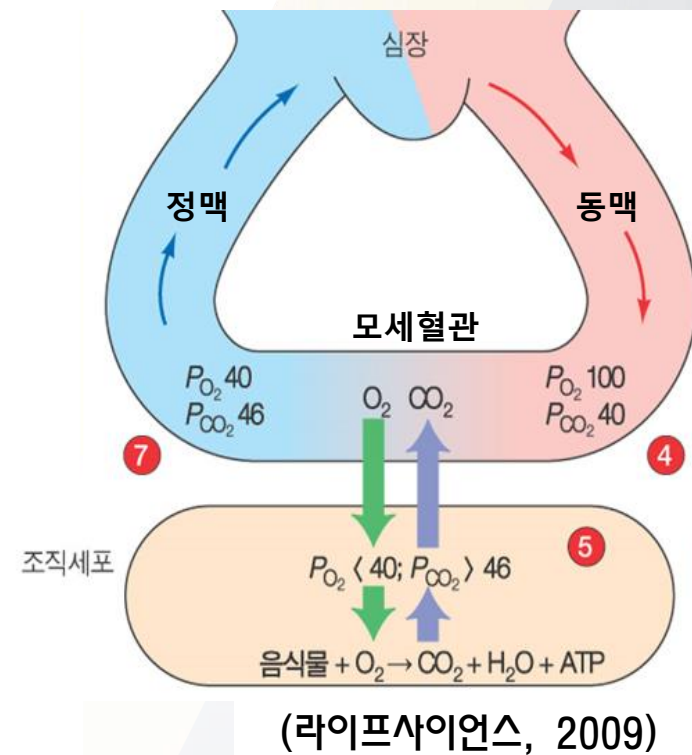
➤ 기체 교환

- 원리: 기체 분압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동
 - 분압 기울기에 따라, 단순 확산으로 이동
- 발생 장소: 폐, 조직 세포
- 최종 목적: 혈액에 산소 공급, 이산화탄소 제거
 - 혈액이 폐와 조직 사이에서 산소, 이산화탄소 운반



➤ 조직 세포에서의 기체교환

- 장소: 조직세포와 모세혈관 사이
- 기체 분압
 - 산소: 세포 < 모세혈관 / 이산화탄소 : 세포 > 모세혈관
- 기체 교환
 
- 기체 교환 결과: 동맥혈 → 정맥혈
 - 혈액 내 산소 ↓, 이산화탄소 ↑



➤ 폐에서의 기체교환

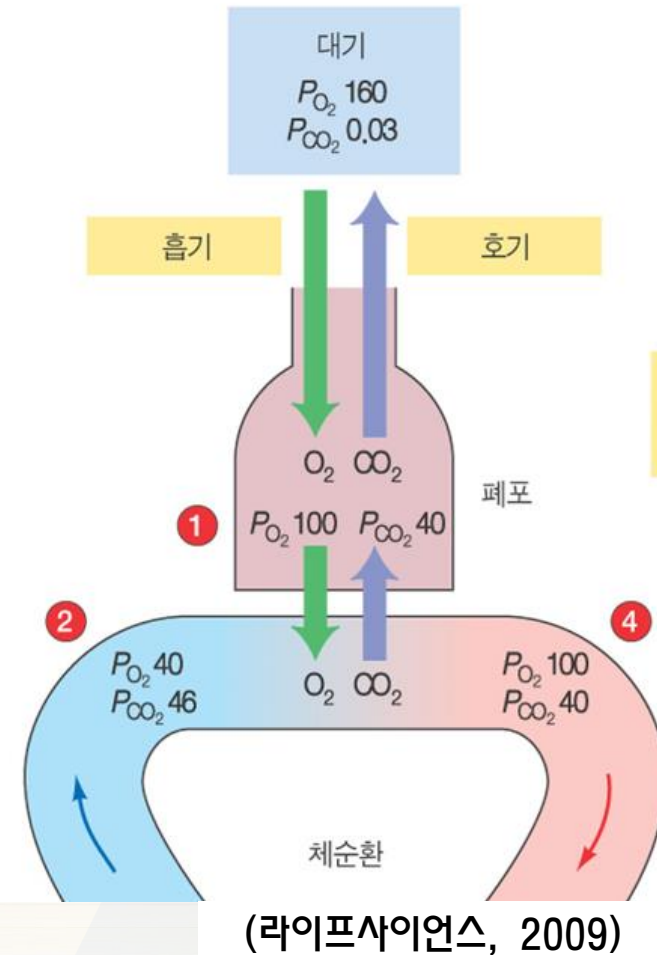
- 장소 : 폐포와 모세 혈관 사이
- 기체분압
 - 산소 : 폐포 > 모세혈관 / 이산화탄소 : 폐포 < 모세혈관
- 기체교환

모세
혈관

→ 이산화탄소, 노폐물

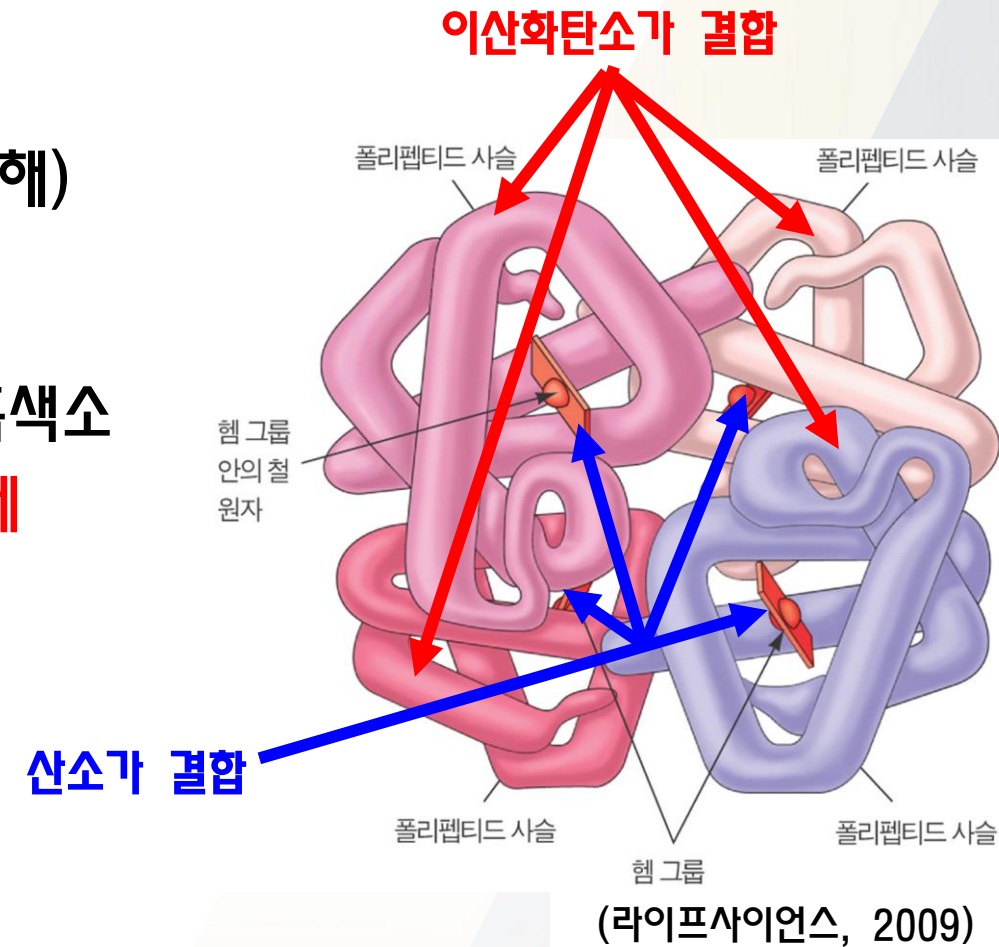
← 산소, 영양소

폐포
- 기체교환 결과 : 정맥혈 → 동맥혈
 - 혈액 내 산소 ↑, 이산화탄소 ↓



▶ 산소 운반

- 산소는 혈액에 대한 용해도 낮음(1.5%만 용해)
- 주로 헤모글로빈을 통해 운반됨
 - **헤모글로빈**: 대부분의 척추, 무척추 동물의 호흡색소
 - **4개의 헴 그룹으로 구성된 복합체**
 - 산소는 헴그룹의 철 원자와 결합
 - 산소 분압이 높을수록 높은 포화도를 가짐
 - 폐에서 산소와 결합하여 100% 포화됨
 - 조직말단에서 산소 30~40% 해리



➤ 이산화탄소 운반

- **중탄산염(HCO_3^-) 형태로 이동(전체의 60~70%)**
 - 적혈구 내에서 아래 반응식을 통해 HCO_3^- 로 전환(by 탄산무수화효소)
 - $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$
 - HCO_3^- 는 Cl^- 와 1:1로 맞교환 되어 혈장으로 이동
- **헤모글로빈과 결합해 이동(전체의 25~30%)**
 - 이산화탄소는 4곳의 폴리펩티드 부분에 결합
- **혈액에 용해되어 이동(전체의 5~10%)**
 - 산소보다 혈액에 대한 용해도 높음



산소, 이산화탄소 운반

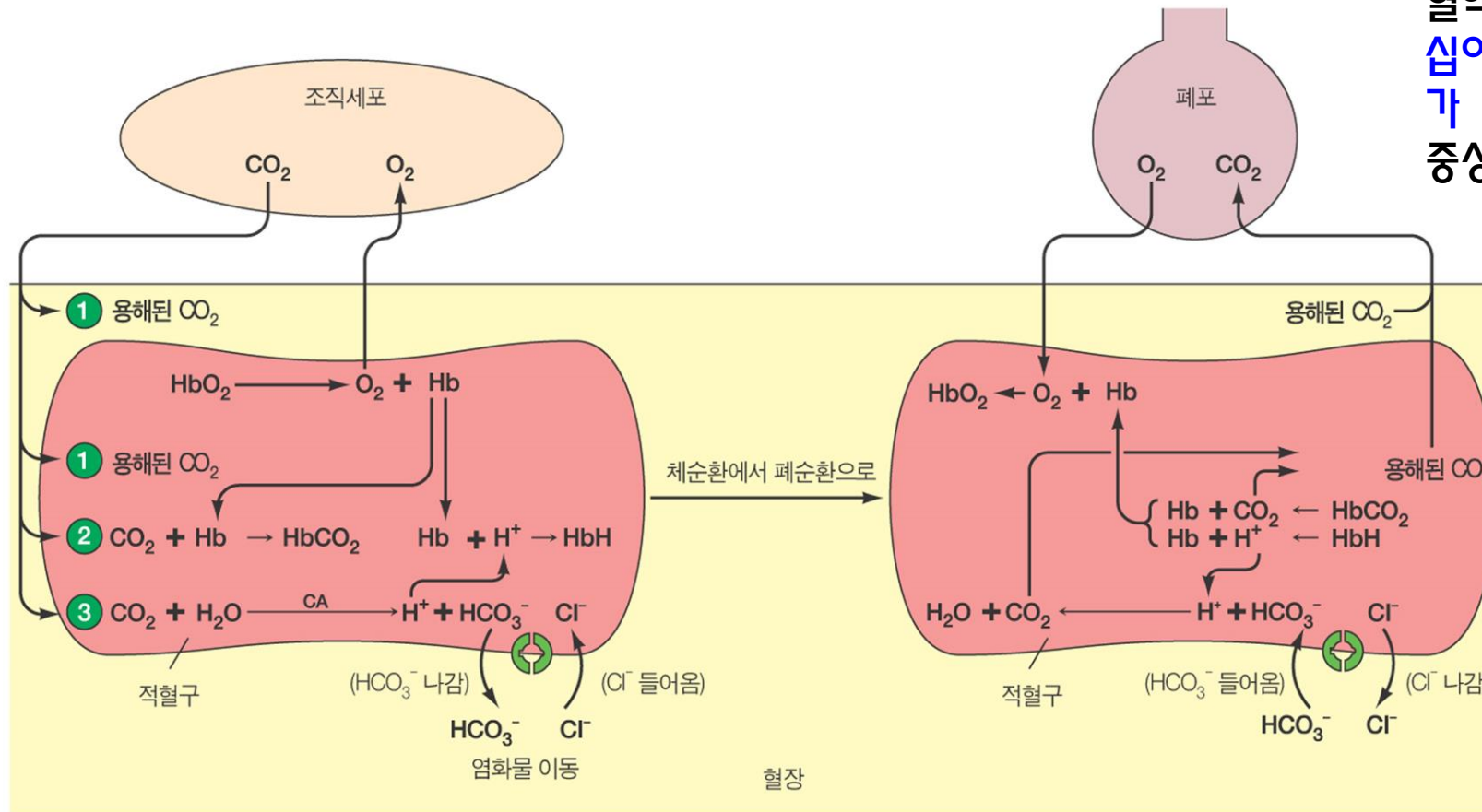
3. 기체 교환

▶ 이산화탄소 운반

Cl⁻ 소금 (NaCl)이 해리되어 생성됨,
나중에 위산의 합성에 사용
 $H^+ + Cl^- \rightarrow HCl$

HCO₃⁻ 혈액내에서 H₂CO₃로 만들어져
혈액내에서 완충제 역할.

심이지장에서 NaHCO₃ (중탄산나트륨)
가 분비되어 심이자장내 소화물들의 pH가
중성이 되도록 함



CA = 탄산무수화효소

(라이프사이언스, 2009)



정리하기

- 호흡의 특징
 - 들숨을 통하여 산소가 체내로 유입
 - **날숨을 통해 이산화탄소를 체외로 배출**
- 조류의 호흡은 특이성이 있음
 - 후기낭 → 폐 → 전기낭 순으로
 - **가스교환이 폐포가 아닌 모세혈관에서 이루어짐**
- 이산화탄소와 산소의 교환
 - 조직세포에서는 CO_2 가 적혈구로 이동, 적혈구속 Hb에 의해 이동된 O_2 는 조직세포로 유입
 - 폐포에서는 O_2 체내유입, CO_2 체외방출
 - **HCO_3^- 의 중요성 (4강에서 설명)**

4강

가축별 소화기관의 특징