28 호흡계

호흡의 종류

- 외호흡 : O2 (공기 → 폐), CO2 (폐 → 공기)
- 내호흡 : O2 (모세혈관 → 조직) , CO2(조직 → 모세혈관)
- Fick's law : Q=DA(ΔC/L)
  - D : 확산 계수↑(매질, 확산물질 성질)
  - A : 표면적 ↑
  - ΔC : 기체 농도 기울기
  - L : 단층 편평 상피 → 얇은 호흡 경계면
  - 확산속도↑
- 종류
  - 피부 호흡 : 젖은 상태 → O2, CO2녹아서 확산 (편형, 환형, 양서류)
  - 아가미 : 얇고 넓은 호흡표면 , 역류교환
  - 곤충 : 기관
    - 호흡계, 순환계 별도로발달 → 공기 유입시 기관이 내부로 공기 확산
    - 기낭(공기 주머니) : 근육이 기낭 수축 → 공기 배출
  - 폐 (파충류, 조류, 포유류)
    - 건조한 육상환경 적응 : 수분 증발 최소화
    - 주변 근육이 폐를 팽창 → 음압 → 공기 유입

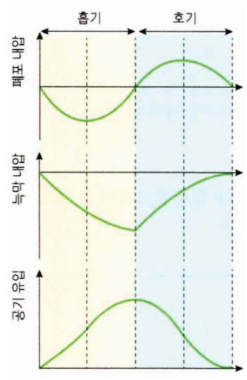
사람의 호흡계 1

호흡기의 구조

- 기도
  - 상기도
    - 비강
      - 콧구멍 ~ 인두
      - 공기중 불순물 제거, 공기 가온/가습
    - 인두
      - 소화, 호흡 공통 경로 → 식도 / 후두 연결
      - 음식 삼킴 → 후두개 close (기도 음식물 차단)
      - 호흡 → 식도 close (식도 공기 차단)
    - 후두
      - 기관 입구(연골 多)
      - 음식 섭취시 후두개를 닫음
  - 하기도
    - 기관, 기관지, 세기관지
      - 기관 → 기관지 → 세기관지
      - 기관, 기관지 : 연골로 "반경직 관" 형성
      - 세기관지
        - 평활근 : 자율신경, 흐로몬 영향 O
        - 폐 출입 공기양 조절
          - 부교감 신경 : 세기관지 수축 → 기도 저항↑
          - 교감 신경 : 세기관지 확장 → 기도 저항↓
    - 폐포
      - 주머니 모양
      - 제 1형 폐포 세포 : 매우 얇다 → 공기-혈액 기체교환 good
      - 근육 X → 흉강 압력에 의해 확장, 수축
        - 수축
          - 엘라스틴 多 → 신축성 大
          - 물층으로 덮임 → 표면장력↑ → 원래 크기로 잘 오므라듦
        - 확장
          - 제 2형 폐포 세포 : 레시틴(=PC, 계면활성제) 분비 → 표면장력↓ → 쉽게 오므라들지 X
          - 이웃한 폐포 연결 : 1개 폐포 오그라들면 주변 폐포가 잡아당김 → 오그라듦 방지
      - **신생아 호흡장애 증후군 (RDS)**
        - 임신 말기 : 태아 폐는 계면활성제 합성
        - 미숙아-계면 활성제 부족한 채 태어남 → 호흡 곤란
        - 치료 : 계면활성제, 세포 성숙 촉진 약물 투여
- 점액층 → 섬모운동 : 불순물 제거
- 공기를 가온 가습

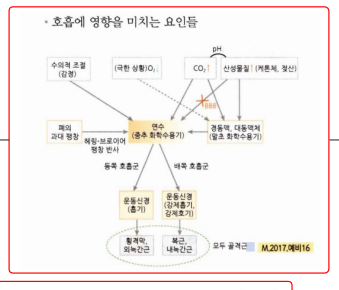
호흡 운동

- 구조
  - 흉곽의 구조
    - 가슴뼈, 등뼈 → 12쌍의 갈비뼈가 연결
    - 내늑간근, 외늑간근 : 갈비뼈 사이 연결
    - 흉쇄유돌근, 사각근 : 목근육
    - 횡격막 : 기저 형성 → 복강/흉강 분리
  - 폐의 구조 : **늑막낭(Pleura)**으로 둘러싸여있음 → 늑막액이 채워져있어 호흡운동시 마찰↓
- 흡기
  - 횡격막, 외늑간근 수축 → 흉강 확장 → 음압 → 폐포 확장(공기 유입)
- 강제 흡기
  - 횡격막, 외늑간근 더 수축 + 목 근육 수축 → 흉강 더 확장
- 호기
  - 횡격막, 외늑간근 이완 → 흉강 원래 크기 복귀 → 폐포 수축(공기 유출)
- 강제 호기
  - 복근 수축 + 내늑간근 수축 → 흉강 더 수축
- **호흡 주기**
  - 흡기
    - 늑막 내압↓→ 폐포 내압↓
    - 늑막 내압↓→ 폐포 내압↑: 음압으로 대기의 공기 in
  - 호기
    - 늑막 내압↑ → 폐포 내압↑
    - 늑막 내압↑ → 폐포 내압↓: 대기 out
  - 흡기/호기 관계X → 폐포 내압 > 늑막 내압
  - 호흡률과 1회 환기량
    - 호흡률↓→ 1회 환기량↑
    - 호흡률↑→ 1회 환기량↓



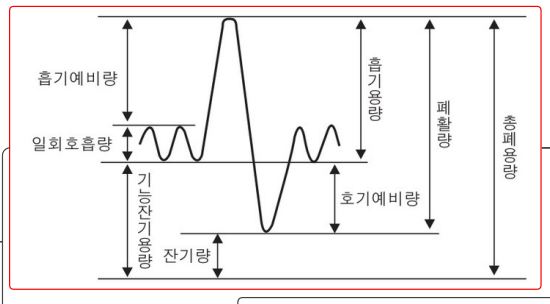
호흡 운동 조절

- 호흡 조절 중추
  - 연수 : 자동적 활동전위 생성 → 흡기신경 주기적 흥분
  - 뇌교 : 연수의 호흡조절 미세조정
- 호흡 영향 요인
  - 중추 화학 수용기
    - 연수에 위치
    - CO2 분압에 의해 발생한 [H+]변화 인식
  - 말초 화학 수용기
    - 경동맥체, 대동맥체 위치
    - O2분압, CO2분압, 산성물질 → [H+]변화 인식
- **호흡 운동 조절 모식도**



Tip) CO2 변화량이 호흡에 크게 영향을 줌
- 중추 화학 수용기 : CO2만 인식
- 말초 화학 수용기 : CO2, O2, 산성물질 모두 인식

호흡량의 측정



- 흡기용량 = 1호흡용적 + 흡기 예비용적
- 기능적 잔기용량 = 호기 예비 용적 + 잔기 용적
- 폐활량 = 흡기용량 + 호기 예비 용적 = 흡기 예비용적 + 1호흡용적 + 호기 예비 용적

- 폐 환기 vs 폐포 환기
  - 폐 환기량 = 1호흡 용적 x 호흡 속도
  - 폐포 환기량 = (1호흡용적 - 무효공간부피) x 호흡속도 → 진짜 공기가 교환되는 양

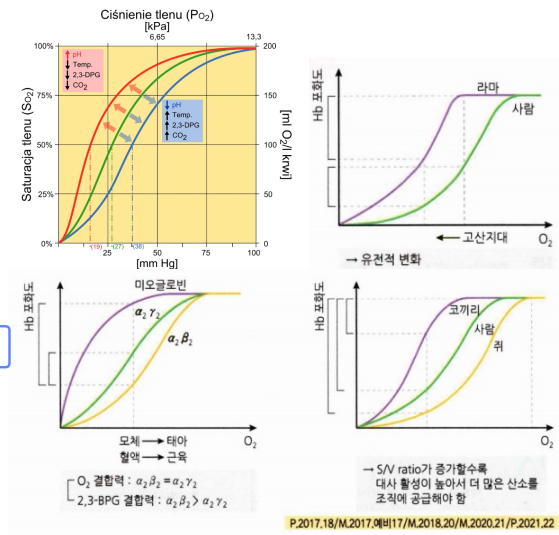
사람의 호흡계2

폐의 가스 교환

- 폐포 환기량, 모세혈관 혈류량 비율 조절
- 폐 환기량/혈류 비율
  - 서있으면 중력작용 → 공기, 혈류 : 폐 꼭대기 < 폐 바닥
  - 폐 부위별 V/Q (=환기량/혈류량) 값 일정X
- 국부적 조절
  - 세기관지의 Pco2변화, 폐소동맥 주변 간질액의 Po2 변화 감지
    - 폐포의 CO2↑ → 기도 열어서 신선한 공기 유입하자 ∴ 세기관지(기도) 확장 → 폐포로 들어오려는 정맥혈은 차단하자 ∴ 폐소동맥(정맥혈) 수축
      - 몸 말단부에 CO2↑→ 말단부로 동맥혈 유입하자 ∴ 체소동맥(동맥혈) 확장
    - 폐포의 CO2↓→ 세기관지(기도) 수축 , 폐소동맥(정맥혈) 확장
      - 몸 말단부의 CO2↓→ 체소동맥(동맥혈) 수축
    - 폐포의 O2↑ → 기도확장 필요 X ∴ 세기관지(기도) 수축 → 이제 산소 부족한 혈액 들어와서 받아가 ∴ 폐소동맥(정맥혈) 확장
      - 몸 말단부의 O2↑→ 체소동맥(동맥혈) 수축
    - O2↓→ 세기관지(기도) 확장, 폐소동맥(정맥혈) 수축
      - 몸 말단부의 O2 ↓→ 체소동맥(동맥혈) 확장
  - 세기관지 폐쇄 → 공기교환X (CO2↑,O2↓) → 폐소동맥(정맥혈) 수축 → 정상 폐포 주변 폐소동맥 이용
- 가스 교환 이상 (Ficsk's law생각)
  - 폐기종 : 폐포 파괴 → 표면적↓
  - 폐부종 : 간질액 → 기체 확산 거리↑
  - 섬유증 폐질환 : 두꺼워진 폐포막 → D↓(매질 성질)
  - 천식 : 기도 저항 증가 → ΔC↓
  - 저산소증 유형별 원인
    - 산소 부족 : 고지대, 폐포 호흡 감소
    - 빈혈성 저산소증 : 혈액손실, 빈혈, CO중독
    - 허혈성 저산소증 : 심장마비, 쇼크, 혈전증
    - 독성에 의한 저산소증 : 시안화물

가스의 수송 to 조직

- **산소의 수송**
  - 2% 혈장에 녹음
  - 98% Hb결합
  - 협동성 : O2
  - 음성 알로스테리
    - O2↓→ 2,3-BPG 합성
    - CO2↑or 젖산,케톤체↑→ H+↑
    - 온도↑→ O2와 Hb결합력↓
    - 혈액 O2포화도 감소 → 조직 O2공급↑
  - **O2-Hb포화도 상황별 그래프**
    - 생리적 변화 : 온도↑, pH↓, 2,3-BPG↑ → Hb결합력↓
    - 유전적 변화 : 고산지대 적응 vs 평지 적응
    - α2β2 vs α2γ2 vs 미오글로빈
      - O2 결합력 : α2β2 = α2γ2
      - 2,3-BPG 결합력 : α2β2 > α2γ2 → 모체의 Hb포화도가 태아보다 낮음
    - S/V 클수록 대사활성↑ O2공급↑



- **일산화탄소**
  - 산소보다 헴과의 결합력 ↑↑↑
  - CO중독
    - 조직에 O2공급 X → 사망
    - Hb 자리중 일부만 CO결합해도 나머지 O2 이탈 방해 → 일반 빈혈보다 O2공급량↓
  - 고압산소 치료법
    - 100% O2 고압 공급 → 혈장 용해 O2↑
    - 혈장에 용해된 산소를 뇌에 공급
      - Hb에 붙은 CO도 시간지나면 O2로 치환
- **이산화탄소의 수송**
  - **CO2 수송 방식**
    - 10% : 혈장에 용해
    - 30% : 헤모글로빈 N말단 결합 → **카바미노 Hb**
    - 60% : 탄산무수화효소(CA) +H2O → H2CO3
      - H+ : 보어효과
      - HCO3- : 교환체로 유출 → 혈장pH조절
      - Cl- 교환체로 유입 (HCO3-와 역방향)
      - 교환체 : 양방향 고 → 저 농도기울기 거스르지X
  - 보어 vs 할덴 효과
    - 보어 효과
      - [H+] ↑→ Hb의 산소 결합력을 낮춘다
    - 할덴 효과
      - [O2]↑ → Hb의 CO2 결합력을 낮춘다
      - 보어의 역반응
- **기체 운반 수치 암기**
  - 건조한 공기 : Po2 = 160mmHg, Pco2 = 0.25mmHg
  - 동맥혈 : Po2 = 100mmHg, Pco2 =40mmHg
  - 정맥혈 : Po2 = 40mmHg, Pco2 = 46mmHg

호흡계 관련 질환

- **폐쇄성 폐질환**
  - 기도가 막힘 → 흡기보다 호기가 더 어렵다 (못 내뱉어)
  - 기능적 잔기용량, 잔기용적↑
  - COPD, 천식
- **제한성 폐질환**
  - 폐의 신전성↓→폐가 확장X
  - 총 폐용량, 흡기용량, 폐활량↓
  - 폐섬유증, 신생아 호흡장애 증후군
- 감압병
  - 깊은 곳 잠수 → 압력↑ → 혈장 용해도↑(N2 : 심해황홀증, O2: 활성산소)
  - 갑자기 수면으로 up → 압력↓→ 용해된 기체 팽창(기포 형성) → 혈류 방해 =공기 색전증
  - 공기색전증 예방
    - 산소통에는 질소 대신 용해도가 낮은 He사용
    - 천천히 올라오면서 감압
- 저기압
  - 고산지대
    - 고지대 폐부종
      - 저산소증 → 폐동맥 수축 → 심장 후부하↑(더 세게 뿜어냄) → 고혈압 → 과도한 체액유출
    - 고지대 뇌부종
      - BBB세포에 산소공급↓→ 국소혈압↑ → 과도한 체액 유출
  - **높은 고도의 적응**
    - 초기 : 호흡속도↑→심박출량↑
    - 후기
      - Po2↓ → 신장 EPO분비↑→ 적혈구↑→ 조직 O2공급↑
      - 모세혈관 수↑
      - 미토콘드리아 수↑ (O2와 더 잘 결합하기 위함.)
      - 신장의 산 배설↓ (과호흡 → Pco2↓ → 호흡알칼리증 → 보상작용)
- 기흉
  - 늑강에 구멍 → 늑막 내압 = 폐포 내압 = 대기압
  - 음압 형성 X → 폐포 확장X → 오그라듦