

호흡의 생리

생체세포(生體細胞)는 물질대사(物質代謝)에 의하여 끊임없이 생명활동을 영위(營爲)하고 있다. 이를 위해 세포(細胞)나 조직(組織)은 산소(酸素)를 필요로 하고, 또 세포 속에서는 물질의 산화작용의 결과 탄산가스가 생산된다. 생체가 생명을 유지하기 위해서는 필요한 산소를 흡수하고 물질대사 결과 생긴 탄산가스를 배출하는 기능을 모두 호흡이라 한다.

식물, 단세포동물 기타의 하등동물에서는, 체표면과 외계와의 사이에서 가스교환이 이루어지지만 고등동물의 가스교환, 즉 호흡은 다음 단계를 거쳐 이루어진다.

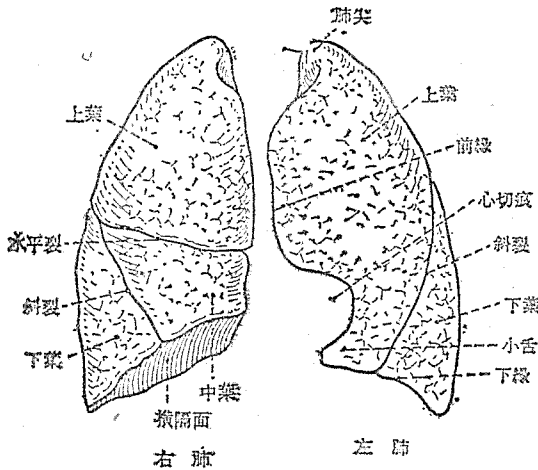
먼저 호흡기내에서 외기와 혈액 사이의 가스교환이 되고(폐호흡 외호흡 external respiration), 혈액에 의하여 산소는 조직으로 운반되어, 여기서 혈액과 조직 사이의 가스교환(조직호흡 tissue respiration, 내호흡 internal

respiration)이 이루어진다. 폐포와 외기 사이의 가스 교환(환기)은 호흡근의 수축과 이완의 반복, 즉 호흡운동에 따르는데, 호흡운동은 연수에 있는 호흡중추에 의하여 자동적으로 조절되고 있다.

(가) 호흡운동

폐는 탄력성 있는 조직으로 이루어졌으므로, 흉곽의 확대와 축소에 따라서 수동적으로 확장되고 또 축소된다. 안정호흡에 있어서의 흉곽의 운동은, 확장만이 근의 수축에 의한 능동적 운동이며 이완 축소는 수동적으로 이루어진다.

늑골거근(肋骨擧筋)이 수축되면 늑골이 배주(背柱)와의 사이의 관절을 축(軸)으로 하여 윗쪽으로 치켜올려져, 흉골은 앞쪽으로, 하위의 늑골은 옆쪽으로 내밀기 때문에, 흉곽의 전후와 좌우의 경(徑)이 증가 황격막의 수축으로는, 그 정부(頂部)가 처지고



<폐의 구조>

흉곽의 상하의 경(徑)이 증가된다.

이렇게 되어 흉곽내의 용적이 증가하고, 흉곽의 내공이 음압으로 되어, 폐가 넓어져서, 밖에서 공기가 흘러든다. 심호흡이나 호흡곤란시는 보조 호흡식근(息筋)이 수축에 의하여 심한 흡식을 한다.

안정호흡의 경우는, 호흡(呼吸) expiration을 위해서는 굳이 작용하지 않고, 흡식근이 이완되면 흉곽이나 폐는 탄성에 의하여, 또 횡격막(橫隔膜)은 복강내의 압력도 가해져서 폐가 축소된다. 그러나 강한 호흡일 때는, 외늑간근과 길항하는 내늑간근이나 복벽근의 작용에 의해, 적극적으로 흉강을 좁힌다. 호흡운동에 관여

하는 근의 차이에 따라, 호흡형을 구별할 수 있다. 주로 외늑간근과 늑골거근의 작용에 의한 호흡을 흉식호흡이라 하며, 횡격막을 주로 하는 것을 복식호흡이라 한다. 사람은 보통, 복식호흡인데 여자는 임신이나 의복의 관계로 흉식으로 되는 수가 많다.

(나) 폐의 환기

흡기가 기도를 통할 때, 콧털이나 점액에 의하여 먼지는 제거되고, 습기가 주어지며, 또 온도(溫度)도 높아져서 폐에 도달한다. 상기도에 있는 섬모는 이물을 배출하는 데 유용하다. 성인의 1회 호흡기량은 400~500ml이며, 호흡수는 매분 16~20회(신생아 40~60, 학동기 20~30)이므로, 일분

간에 6~8l의 공기가 교환되는 셈이다. 그러나 흡기의 전부가 폐포에 도달되는 것은 아니고 약 150ml의 공기는 폐포까지 가지 않고 기도(氣道)을 채울 뿐이다. 이 공간을 사강(死腔)이라 한다. 되도록 깊이 흡식한 다음에 최대한으로 흡식하는 공기량을 폐활량 Vital capacity이라 하며 한국인의 성인남자는 3.5~4.5l, 여자는 2.5~3.5l이다.

폐활량은 운동등의 심한 근작업에 의하여 산소의 필요량이 증가하는 경우 폐의 환기능력(換氣能力)의 지표로 되기 때문에 중요하다. 폐활량(肺活量)을 측정할때 최대한으로 강 흡식에 이어서 되도록 흡식을 하여 내릴 수 있는 공기의 양을, 상비호기량(豫備呼氣量 약 2.4l)이라한다. 보통의 호흡에 의하여 출입하는 공기량 즉 안정흡기량(安靜吸氣量), 상비호기량, 상비호기량(豫備呼氣量), 잔기량(殘氣量)의 양적관계(量的關係)는 상관성이 있다.

다 혈액가스 blood gass

1. 폐포(肺胞)에서의 가스 교환

감압용기(減壓容器)에 혈액을 넣으면 기체(氣體)가 나온다. 이를 혈액 가스라 하며, O₂, CO₂, N₂기타 소량의

아르곤이 함유 되어 있다. 이 가운데 중요한 것은 O₂와 CO₂이다. 공기는 O₂ 21%, CO₂, 0.04%, N₂ 79%의 조성(組成)을 가지고 있는데, 폐포내의 공기의 조성은 이와는 약간 다르다.

폐포에서는 폐포 상피(肺胞上皮)와 모세혈관벽을 통하여, 폐포공기와 혈액 사이에 가스교환이 이루어진다.

폐포내(肺胞內)의 가스교환의 기전(機轉)은 물리적인 확산이며, 폐포상피와 모세관벽으로 이루어진 경계면의 양측(兩側)의 가스분압의 차에 의하여, 가스가 확산하는 방향과 속도가 정해진다. 따라서 가스교환에 관여하는 가스분압(分壓)을, 혈액중과 폐포내에서, 비교하면 O₂, CO₂가 어떻게 이동하는가를 알 수 있다.

다음표는 이들 가스의 분압을 표시한다.

가스분압(分壓)

	O ₂	CO ₂
폐포기	100mmHg	40mmHg
정맥혈	40	46
	N ₂	H ₂ O
폐포기	575mmHg	45mmHg
정맥혈	575	47

이 표에서 알 수 있는 바와 같이 O₂는 폐포중에서는 100mmHg 그 주위

에 있는 모세관의 정맥혈중에서는 40 mmHg의 분압을 나타내므로, O₂는 폐포에서 혈액을 향하여 확산하게 된다. 한편 CO₂에 있어서는 반대의 관계(關係)로 되어, 혈액에서 폐포내로 이행한다.

2. 혈액에 의한 O₂의 수용과 운반
 혈액중에 N₂나 희유(稀有)가스는 혈장중에 물리적으로 용해(溶解)되어 있다. 그러나 O₂의 대부분은 적혈구내(赤血球內)의 헤모그로빈과 결합(結合)되어 있어서, 겨우 1%가량이 물리적으로 용해(溶解)되고 있는 데 불과하다. O₂와 결합하는 헤모그로빈의 양은 O₂의 분압에 의해 정해지며 폐포내와 같이 100mmHg나 분압이 있으면, 대개(98%)의 헤모그로빈은 O₂와 결합해 버리는데, 조직중에서와 같이 O₂ 분압이 낮으면, 헤모그로빈은 O₂를 유리한다.

또 O₂의 방출(放出)은 CO₂의 분압이 높을수록 심하여 결국(結局) 헤모그로빈이 O₂와 결합(또는 O₂의 유리)하는 비율은, O₂ 외의 양쪽의 분압에 의해 정해진다. 이 관계를 표시(表示)한 것을 헤모그로빈의 산소해이곡선이라 한다.

3. 혈액에 의한 CO₂의 수용과 운반

O₂와 마찬가지로 CO₂도 물리적으로 용해되어 있는 것은 약간(약 5%)이며, 대부분의 것은 적혈구내의 헤모그로빈 및 혈장(血漿)과 결합되어 운반된다. 헤모그로빈과 결합하는 것은 전체의 25%이며, O₂를 유리한 헤모그로빈 쪽이 O₂와 결합되어 있는 것(酸化 헤모그로빈)보다 CO₂와 결합하기 쉽다.

헤모그로빈은 CO₂ 분압이 높으면 O₂를 유리하여 환원 헤모그로빈으로 되는 것이므로, CO₂ 분압이 높은 조직중으로 O₂를 반입하여, 거기에서 CO₂를 방출하는 데는, 헤모그로빈이 호적한 성질을 가진 것으로 된다. 나머지 CO₂(70%)는 NaHCO₃(重碳酸鹽)으로서 혈장에 용해되어 운반된다. 폐포까지 운반된 NaHCO₃는 탄산탈수효소의 작용에 의하여 CO₂를 방출한다.

4. 조직액(組織液)과 혈액 사이의 가스교환(交換)

혈액이 조직중의 모세관을 흐를 때는 혈액중에서 O₂를 조직적으로 주고, 조직액에서 CO₂를 수용한다. 즉 조직 호흡을 한다. 이 경우도 조직액과 혈액사이의 O₂ 및 CO₂ 분압의 차에 의해 정해지는 것은 폐포에 있었어의 가스교환과 같은 원리이다.

(라) 호흡운동의 조절(呼吸運動의調節)

호흡운동은 연수(延髓)에 있는 호흡중추(呼吸中樞)에 의해 조절되고 이 중추의 조절작용에 의해 규칙바른 호흡과 흡식이 되풀이 된다. 호흡중추는 연수(延髓)에서 교뇌에 걸친 넓은 부분을 걸하고 있으며 흡식중추(呼吸中樞) 호식중추(呼吸中樞) 호흡조절중추(呼吸調節中樞)의 세가지로 이루어진다.

레링 브로이에르반사(反射)라는 것은, 호흡운동에 율동성을 주고 있는 하나의 기구이다. 즉 흡식(吸息)에 의하여 폐가 확장(擴張)되면, 기관지 말초나 폐포벽에 있는 장력수용기(張力受容器)가 자극되어, 지각신경(迷走神經 미주신경)에 자극이 생기며, 이는 연수(延髓)에 이르러 흡식중추(吸息中樞)의 흥분을 억제하여 흡식을 멎게 하고, 호식으로 이행시킨다.

호식에 의해 폐가 축소되면 흡식중추에 대한 억제성인 자극은 소멸되므로, 다시 흡식이 시작된다. 이와 같이 흡식 중추는 주기적인 흥분을 되풀이 하게 된다. 내 외의 경동맥(頸動脈)의 분기점에 있는 경동맥소체(頸動脈少體) 연수(延髓)의 호흡중추

자체는, 혈중의 CO₂의 농도에 민감하여, CO₂ 농도가 높아지면, 경동맥소체에서 자극이 호흡중추로 가서 흥분성을 높이고 호흡운동을 활발하게 한다. 호흡중추는 직접 CO₂에 의해서도 흥분성이 높아진다.

(마) 이상호흡(異常呼吸)

1. 호흡곤란(呼吸困難)

노력(努力)하지 않으면 호흡운동을 할 수 없는 상태(狀態)로서, 숨이 가쁘게 느껴지는 것이다. 심한 근작업에 의하여 대사가 증가되는 경우, CO₂가 많은 공기, 또는 폐가 적은 공기의 흡입, 호흡기 기도의 장애, 호흡운동의 장애(障礙)등으로 생긴다.

2. 질식

질식이란 혈액가스교환이 몹시 장애되어, 체내의 O₂ 부족과 CO₂ 과잉이 생겼을때 나타나는 것이며, 다음과 같은 증상을 나타낸다. 처음에는 호흡운동이 증강되고, 호흡곤란이 생겨서 고민상태가 있는 다음 의식을 잃는다. 전신의 근의 경련에 이어서, 중추신경의 마비로 인해 근이 이완되고 동공산대 혈압하강이 생기며, 발작성인 호흡후에 호흡이 정지된다.

3. Cheyne-stokes형의 호흡

일정간격을 두고 약한 호흡 또는

무호흡과 큰호흡이 교대로 나타나는 상태를 말한다. 호흡중추의 흥분성의 저하에 의한 것이며, 호흡의 시기가 길게 계속되어 혈중의 CO_2 농도가 높아지면 비로소 호흡중추가 활동하여 호흡이 생긴다. 그 결과 CO_2 의 농도가 저하되면 다시 호흡중추는 흥분을 멈추고 무호흡으로 된다.

(바) 이상환결과 호흡

1. 산소부족

대기중의 O_2 는 21%인데, 이것이 총 10%이하로 되면 구기(驅氣), cyanosis 두통 등이 있는 다음에 의식장애가 생긴다.

2. CO_2 과잉

대기중의 CO_2 는 0.03~0.04%인데 이것이 1%를 넘으면 호흡이 깊어지고, 5%이상에서는 호흡곤란을 일으킨다.

3. CO중독

CO의 헤모그로빈에 대한 친화력은

O_2 의 300배이상이나 되며, CO와 결합된 헤모그로빈은 매우 해이되기 어려우므로, 헤모그로빈이 O_2 와 결합되는 것을 방해한다. 따라서 O_2 결핍과 같은 증상이 나타난다.

4. 잠함병과 고산병

잠함병은 잠수부가 깊은 수중에서 갑자기 수면으로 올라올 때 생기는 것이다. 수중에서는 기압이 높아지므로 혈중에 다량의 공기가 물리적으로 용해되는데, 지상에 올라와서 기압이 감소되면 용해 되었던 공기가 혈관내에서 기포로 된다. 이 사이에 O_2 는 헤모그로빈과 결합되지만, N_2 는 기포로 남아서 혈관의 전환를 일으킨다. 고산(高山)에 오르거나, 항공기로 고공(高空)에 오르면, O_2 분압이 낮기 때문에 O_2 부족상태로 된다. 그러나 장기간 고지에서 생활 하고 있으면 혈액양과 적혈구수의 증가로 인하여 증상은 없어진다.

