

## 만성폐쇄성 폐질환 환자에 대한 호흡근 지구력 훈련

김 수 민  
물리치료과

### < 요 약 >

호흡근 기능장애를 나타내는 기전을 이해하는 것은 물리치료사가 이러한 환자에게 가장 적합한 훈련 프로그램을 설계하는데 도움이 될 것이다. 본 연구의 목적은 호흡에 관계하는 근육, 호흡근의 기능장애를 유발하는 기전과 이 근육들의 각기 다른 특성이 호흡기계 환자의 평가와 훈련 프로토콜을 설계할 때 고려되어야 하는 사항들을 설명하는데 있다. 만성 폐쇄성 폐질환(COPD)을 가진 환자를 위한 호흡근 훈련기술과 이 훈련의 유용성을 설명하였다. 이 연구는 호흡기계 환자의 재활을 위한 과학적 근거에 기초한 지침서로서 물리치료사에게 제공될 것이다.

## Respiratory muscle endurance training for patients with chronic obstructive pulmonary disease, COPD

Kim, Soo Min  
Dept. of physical therapy

### < Abstract >

Understanding of the mechanisms contributing to respiratory muscle dysfunction will assist physical therapists in designing the most appropriate training programs.

The propose of this review is to describe the muscles of respiration, mechanisms that lead to their dysfunction, and unique features of the respiratory muscles that should be considered when designing testing and training protocols for patient with respiratory compromise.

This article is to describe respiratory muscle training techniques and the effectiveness of this training in patient with chronic obstructive pulmonary disease(COPD).

In conclusion, this article will provide therapist with scientifically based guidelines for rehabilitation of patients with impaired respiratory muscle function.

**Key words** : chronic obstructive pulmonary disease, respiratory dysfunction, exercise tolerance, endurance training

## I. 서 론

만성폐쇄성 폐질환(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)은 가장 흔한 만성 폐질환이며 흡연, 대기공해, 직업적인 노출과 반복적인 기관지 감염이 원인이다.

이 중에서 흡연은 가장 중요한 요인이 된다(Hammon, 1987). 이 질환의 특성은 기도 폐쇄 및 폐포의 구조와 기능 변화로 호흡근 약증과 호흡률의 증가로 인해 만성적인 환기 제한을 나타낸다(Bach, 1995, Thurlbeck, 1976). COPD는 만성기관지염(chronic bronchitis), 폐기종(emphysema)을 나타내는 용어지만 천식(asthma), 기관지확장증(bronchiectasis)과 섬유성 낭포증(cystic fibrosis)과 같은 질환도 포함된다. 이 질환들은 기도의 공기흐름과 폐에서의 환기 및 가스교환에 지장을 초래하는 특성을 가진 만성적인 호흡기계 질환을 의미하는 용어로 사용되며 만성적 폐질환(chronic lung disease)이라고도 한다.

만성적 기도 흐름의 제한을 가진 COPD 환자는 호흡근 약증과 폐기능 부전으로 호흡에 과도한 노력이 소모되며 이러한 증상들은 기도를 압박하고 과상승시킴으로 기도폐쇄를 초래한다. 흡기근 작용 시에 기도과상승은 정상길이보다 더 짧아지므로 횡격막이 가장 영향을 받게 된다(Reid 등, 1995). 흡기근 기능장애는 호흡부전과 호흡양상을 변화시키게 된다. 전통적으로 만성 폐질환 환자의 이러한 증상에 대해 휴식을 처방했지만 최근 여러 연구에서 COPD 환자의 호흡근 약증과 운동내성 부족에 대해 호흡근도 사지 골격근처럼 호흡기에 부하운동과 운동을 증가시키면 호흡근 근력 뿐만 아니라 지구력 향상에 유용한 것으로 보고되었다(Pierce 등, 1964 ; Clanton 등, 1995 ; Mccool 등, 1995) 이러한 호흡기계 질환에 대한 흉부 물리치료는 폐질환을 앓는 모든 연령

층의 환자를 대상으로 평가와 치료를 위한 전문분야이며, 호흡기능은 환자의 생명과 직결된다는 의미에서 중요하다. 그러므로 호흡기계 장애를 가진 환자를 효율적으로 평가하고 이에 따른 특별한 치료적 관리와 운동을 적용하는 물리치료사의 역할이 강조된다.

이 글에서는 COPD의 호흡기능에 대한 적절한 평가방법과 호흡근 훈련 방법에 대해 논하고자 한다

## II. 호흡의 기전

### 1. 호흡기능

가. 호흡근과 흉곽의 운동성

호흡을 하기 위해서는 호흡근의 협응운동이 필요하다. 횡격막의 하강운동이 일어나는 피스톤 운동과 늑골이 외측방향과 바깥으로 팽창하는 움직임으로 인해서 흉강의 용적이 증가하고 흉강내압의 음압이 유지되어 폐 안으로 공기가 유입되는 과정인 흡기(inspiration)가 일어나고, 근육이 이완을 하면 수동적으로 공기가 밖으로 배출되는 호기(expiration)가 이루어진다. 호흡기계 환자는 휴식상태 또는 운동시 호흡에 더 많은 환기를 필요로 하므로 환기작용에 과도한 노력이 요구된다. 이에 흡기 보조근과 호기근 동원을 요구하게 되므로 호흡기계의 변화를 초래한다(Mead, 1979 ; Reid 등, 1995). 흡기근(inspiratory muscle)은 흡기의 주동근인 횡격막(diaphragm), 사각근(scalene)과 늑간근(parasternal intercostal)으로 구성되고 이 중에서 횡격막이 흡기에 주동근으로서 중요한 역할을 한다. 횡격막이 수축하면 길이가 짧아져서 복부를 하강시키고 압박하게되므로 복부내압을 상승시킨다 이는 흉곽(rib cage)을 외측으로 확장시키므로 흡기 동안에 흉내압은 감소된다

복부근의 휴식시 장력은 횡격막 수축동안 복부내압을 증가시키므로 흡기시 횡격막 작용을 촉진시켜 흡기를 완성하게 한다. 사각근과 흉골 주위 늑간근은 흡기시 상흉부에 작용하여 늑곽을 들어올리고 확장시키는데 주동적인 역할을 한다. 흡기 동안에는 흉골과 상부늑골이 전방과 상방으로 움직이는 펌프핸들운동(pump-handle motion), 상위늑골이 외측으로 팽창하는 부켓핸들운동(bucket-handle motion), 하부늑골이 외측으로 벌어져서 늑골 하각이 증가하는 칼리퍼운동(caliper motion)이 나타나는데 이는 횡격막의 피스톤 운동(piston motion)을 포함한 흉곽의 운동성에 의해 이루어진다(Mead, 1968 ; Shaffer 등, 1981).

호기(expiration)는 보통 수동적 그리고 폐의 탄성적 반동으로 이루어지는데 복직근, 내·외복사근, 횡복부근 등의 호기근(expiratory muscle)은 호기를 보조하고 횡격막 수축을 촉진하게 된다(그림 1). 모든

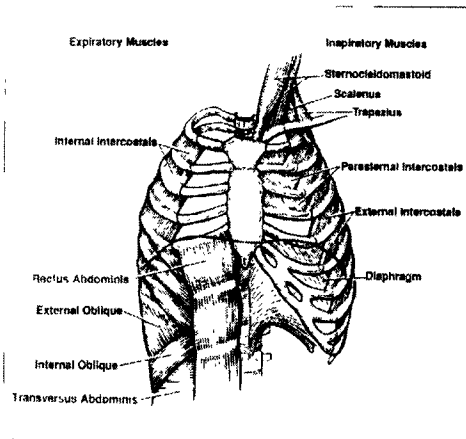


그림 1. 흡기와 호기에 관계하는 근육

복부근은 하부늑골에 부착되어 호기시 늑곽의 크기를 감소시키고 복부내압을 증가시킨다. 흡기시에는 횡격막 수축에 대해

지주역할뿐만 아니라 복부를 상방으로 밀게 되어 호기 말기에 폐용적과 횡격막 길이를 감소시킨다. 복부근의 작용을 증가시키면 폐용적과 호기의 증가를 요구하는 운동시에 횡격막 길이를 감소시키게 된다. 외늑간근은 강제성 호기 동안에 늑골을 아래로 내리는 작용으로 호기를 보조한다(Bach, 1995)(그림 2).

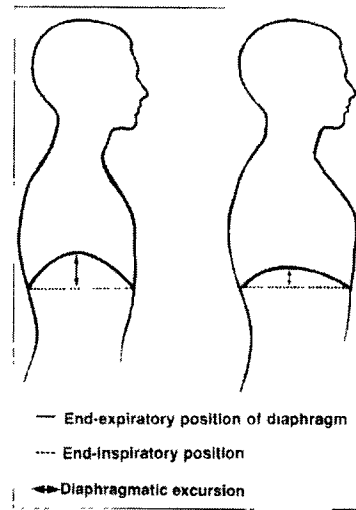


그림 2. 호흡시 횡격막의 진폭

## 2. 호흡의 생리

### 가. 외호흡과 내호흡

폐의 가장 중요한 기능은 폐의 모세혈관들을 통과하는 혈액으로부터 이산화탄소를 제거하고 또 그 혈액에 산소를 제공하는 것이다. 이 기능은 복잡한 과정을 거치면서 이루어진다.

외호흡은 폐포막과 폐모세혈관에서 이루어지는 가스교환을 말한다. 숨을 들이 마시게 되면 공기는 기관지 분지를 거쳐 폐포에 도달하게 되는데 이때 폐포벽과 세포간질 공간을 지나면서 산소의 확산이 일어나며 최종적으로 폐의 모세혈관 벽을 통해

혈액속으로 산소가 들어가게 되고 이산화탄소의 이동은 역순으로 나타난다.

내호흡은 폐모세혈관과 주위 조직세포 사이에 이루어지는 가스교환을 말하며 동맥내에 확산되어 있던 산소가 기능에 필요한 산소를 적혈구에서 조직으로 이동시킬 때 일어난다(Brannon, 1993 ; Bach, 1995)(그림 3).

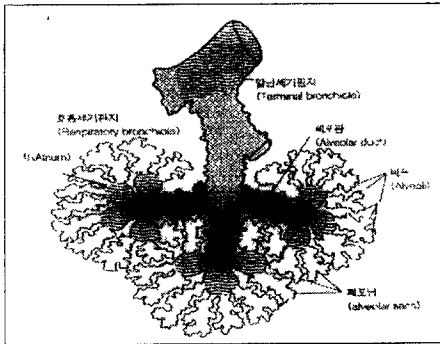


그림 3. 기관지 폐구역(bronchopulmonary segment) : 종말 세기관지, 호흡 세기관지, 폐포낭, 폐포관

나. 폐의 용적(volume)과 폐용량(capacity)

폐의 용적과 용량을 측정하는 폐기능 검사는 폐의 역학적인 기능상태를 평가하기 위하여 수행되어진다. 이러한 폐 용적과 용량은 검사 대상자의 나이, 성별, 체중, 자세에 따라 달라지게 됨으로, 치료사들이 폐

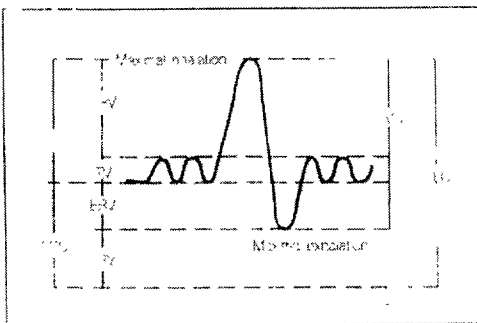


그림 4. 폐용적과 용량

기능장애 환자를 효과적으로 치료하기 위해서는 폐 검사에 대한 기본적인 이해가 필요하다(그림 4).

(1) 총폐활량(total lung capacity : TLC)

총폐활량은 최대 흡기 후 폐속에 들어 있는 최대 공기량을 의미한다. 총폐활량의 용적들은 정상호흡 용적(TV), 흡기 예비용적(IRV), 호기 예비용적(ERV), 잔기용적(RV)으로 나뉜다. 용량은 2개 이상의 폐 용적을 기술하고 폐활량과 잔기용적의 합은 총폐활량과 같다. 총폐활량은 건강한 성인에게서 약 6,000ml가 된다.

(2) 정상호흡용적(tidal volumes : TV)

정상호흡용적은 한번의 안정된 호기에 이어 안정된 흡기과정에서 교환되는 공기의 양이다. 건강한 성인의 1회 호흡량은 매 흡기시 약 500ml로서, 1회 호흡량 중 약 350ml가 폐포에 도달하여 가스교환에 참여하고 나머지 150ml는 기도에 남아 있게 된다.

(3) 흡기 예비용적(inspiratory reserve volume : IRV)

흡기 예비용적은 안정시 흡기 후에 환자가 더 노력해서 들여마실 수 있는 공기의 양(약 3,000ml)이다.

(4) 호기 예비용적(expiratory reserve volume : ERV)

호기 예비용적은 안정시 호기 후에 환자가 더 노력해서 내릴 수 있는 공기의 양(약 1,000ml)이다.

(5) 잔기용적(residual volume . RV)

최대 호기 후에 폐속에 남은 공기의 양(dead air)이 잔기용적(약 1,500ml)이다.

(6) 흡기량(inspiratory capacity : IC)

흡기량은 안정시 호기 후에 환자가 들러 마실 수 있는 최대 공기량(약 3,500ml)이다.

(7) 기능적 잔기용량(functional residual capacity : FRC)

기능적 잔기용량은 정상적인 호기 후에 계속에 남아 있는 공기의 양(약 2,500ml)이다.

(8) 폐활량(vital capacity)

흡기예비용적, 평상호흡 용적 그리고 호기예비용적의 합이 폐활량(vital capacity, VC)이다. 이것이 인간이 수의적으로 할 수 있는 최대공기용적이다. 최대 흡기 후에 호기예비용적(ERV)이 바닥날 때까지 가능한 힘껏 공기를 내보내는 것으로 이것은 노력성 호기방법이기 때문에 노력성 폐활량(forced vital capacity)이라고 한다.

3. COPD 환자의 호흡양상

COPD는 호흡근 약증, 폐의 변성으로 인한 호흡작용의 과도한 노력과 흡기근의 과상승으로 인한 호흡근의 기능부전을 나타낸다. 기도의 점액과 기도벽의 염증, 기관지 경련과 폐포의 손상으로 인해서 기도가 압박되는 폐쇄현상이 일어나게 된다. 과도한 호흡시의 기능부전은 호흡곤란(dyspnea)과 운동 내성 부족(exercise intolerance)으로 나타난다(Clanton 등, 1995 ; Gallagher, 1994). 호흡기의 부하와 운동의 증가는 대부분의 환자들에게 운동을 수행하는 호흡근 능력에 크게 해를 끼칠 수 있다. 이러한 현상은 대사적 이상이나 장기간 안정, 스테로이드 사용, 영양부족과 같은 원인으로 인해서 나타난다(Goldstein, 1993 ; Preusser 1994).

환기율이 증가되는 운동시에는 흡기근의 기능이 더 악화되어서 나타나고 흡기와 호

기 시간이 짧아지는 빈호흡과 기도 폐쇄와 폐포 손상으로 인해서 기도가 좁아지는 구조적 불안정성은 호기시간을 더 짧게 만들고 호기를 힘들게 한다(Bach, 1995 그림 5).

호흡기계의 병리적 변화는 기도의 염증, 폐포와 기관지벽의 손상, 점액 생산의 증가와 폐기능 검사상에서의 폐활량(vital capacity)과 안정 호기후 더 내릴 수 있는 호기 예비용적의 감소, 잔기용적의 증가, 호기 호흡율의 감소 등으로 나타난다. 그 외에 만성적인 기침과 빈번한 호흡기계 감염 등을 일으킬 수 있다(O'Sullivan, 1994).

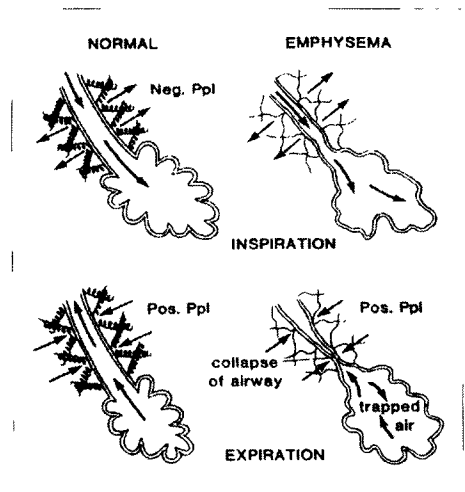


그림 5. 정상과 COPD(폐기증) 환자의 기도폐쇄와 폐포손상 후 흡기와 호기의 변화

4. COPD환자의 폐 용적과 용량의 변화

기관지의 만성적 염증소견과 폐조직의 파괴는 정상적인 폐탄력성을 상실시키고 기도 폐쇄는 전체 폐기능 부전을 초래한다. 이로 인해서 호기예비용적은 감소하고 잔기용적은 점차 증가하게 되어 폐활량이 줄게되는 전체 폐능력 상실은 흥부변형과 호흡부전을 초래하게 된다(Kisner, 1996)(그림 6).

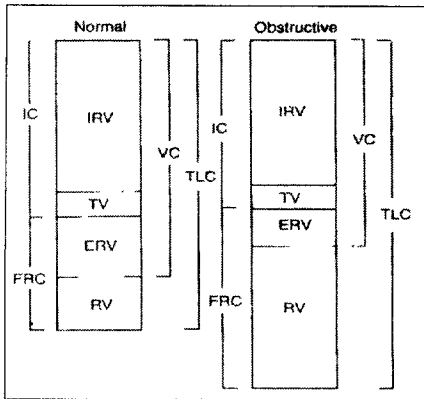


그림 6. 정상과 폐쇄성 폐질환 환자의 폐 용적과 용량 비교

### III. 폐질환 환자에 대한 평가항목 및 평가방법

COPD 환자의 흉부 물리치료를 위한 기능평가는 환자의 신체적, 기능적 상태에 대한 정보를 통해서 치료적 재활프로그램 수행의 적절함을 결정하고 각 환자에 맞는 개별화된 치료 프로그램을 개발하여 환자의 예후와 치료효과를 측정하기 위한 기초적 자료를 설정하는데 중요성을 가진다(Frownfelter, 1987 ; Clanton 등, 1995).

#### 1. 환자의 전신적 특성

일반적으로 환자의 관찰에서 생체징후(vital signs)인 심박동수, 호흡수, 혈압 등을 측정하고, 의식상태의 명료성, 반응성, 혼수상태 여부, 협조성, 적응성, 판단력 등을 파악한다. 만일 환자가 과탄소증이나 저산소증 상태라면 의식 수준에 변화가 있을 수 있다. 피부색, 입술, 발톱, 손톱의 청색증(cyanosis) 유무 등을 추가해서 관찰할 수 있는데 청색증은 환자가 저산소 상태일 때 나타난다. 호흡시 피로감이나 횡격막의 약증은 호흡 보조근을 과사용하기 때문에 경

부 근육이 비대해진다. 만성 폐쇄성 폐질환 환자의 호흡상태를 관찰할때는 특히 호기시 호흡부전으로 인해서 입술을 오므리고 내쉬는지를 확인해야 한다.

#### 2. 자세 및 흉부변형에 대한 평가

- 가. 가슴과 체간의 대칭성
- 나. 체간의 가동성
- 다. 가슴의 형태와 직경
- 라. 일반적인 흉부변형
- 마. 자세

#### 3. 호흡 양상(breathing pattern)

휴식시와 활동에 따른 호흡수, 호흡의 규칙성, 호흡의 양상 변화에 주목한다. 정상적인 흡기 대 호기의 비율은 휴식시에 2 : 1, 활동시에 1 : 1이다. 만성 폐질환자는 휴식시의 비율이 1 : 4가 되어 호기의 어려움을 초래하게 된다.

흡기가 정상적일 때는 횡경막이 수축하여 하강하게 되면 상복부는 전방으로 상승하고 이어서 늑골이 상방과 외측으로 움직이면서 흉곽이 확장되고 상흉부가 올라간다. 건강한 사람은 심호흡시에만 흡기 보조근을 사용한다.

비정상적인 호흡양상에는 호흡이 짧고 힘든 상태인 호흡곤란증(dyspnea), 빠르고 얇으며 평상호흡용적이 감소하는 빈호흡(tachypnea), 얇고 느린 호흡인 완서호흡(bradypnea), 깊고 빠른 호흡으로 평상호흡용적과 호흡수가 증가하는 과호흡(hyperventilation), 자세에 따라 호흡양상이 변하게 되는 좌위호흡(orthopnea), 흡기가 이루어지지 않는 무호흡(apnea), 호기를 수반하지 않는 지속적 흡기상태로 평상호흡 시간이 길게 나타나는 지속성 흡식(apneusis)과 평상호흡용적이 불규칙하게 변하고 순간적 무호흡이 나타나는 체인-스톡(cheyne-stockes)등이 있다

**4. 촉진(palpation)**

- 가. 흉부운동의 대칭성
- 나. 호흡시 진폭의 깊이
- 다. 진탕음(fremitus)
- 라. 흉벽통(chest wall pain)
- 마. 종격(mediastinus)

**5. 간접 타진(mediate percussion)**

간접 타진법은 폐속의 고형질 비율(기체 : 액체의 비율)을 평가하기 위해 고안된 검사기법이다. 중지를 늑간 방향에 따라 환자의 가슴에 대고 다른 손의 중지끝으로 강하게 두드리는데 이때, 흉벽의 전·후, 좌·우로 이동하면서 아래 손의 손가락관절 부위를 반복하여 두드린다. 이것은 공명음(resonance)을 유지시키는 검사로서 피하조직의 치밀도에 따라 음의 높낮이가 달라지는 성질을 이용한 것이다.

속이 텅빈 공명음이 들리면 정상이지만 폐속의 공기량에 비해 고형질(종양, 분비물)이 정상보다 많으면 그 소리는 둔탁하고 저음으로 들린다. 만일 공기량이 정상보다 많으면 폐기종 환자에서와 같이 심한 공명음(tympanic sound)을 듣게 된다.

**6. 청진(auscultation)**

신체 내부의 소리, 특별히 폐검사에서 호흡음을 듣는 기법으로 청진기를 사용하면 흡기과 호기시 기도내의 공기의 움직임으로 발생하는 호흡음을 들을 수 있다.

호흡음은 체위배당(postural drainage)이 행해져야 할 폐의 울혈부위를 확인하고 체위배당 치료의 효과를 측정하며 폐가 깨끗한지 또는 체위배당을 끝내야 하는지를 결정하기 위하여 평가한다.

청진은 환자를 편안하고 이완된 자세로 앉게 한 후 청진기를 환자의 피부에 직접 올려놓고 흉부의 체계적인 분절 패턴에 따

라 흉벽의 전·후·좌·우를 청진한다. 특별히 대칭이 되는 부분을 비교하면서 호흡음의 높이, 강도, 질 등을 기록한다. 정상 호흡음의 형태로 기관음(tracheal)은 크고 거칠고 매우 높은 소리로 기관에서만 들리며, 호기나 흡기시 비슷하다. 기관지음(bronchial)은 크고 텅빈 듯한 파이프를 부는 듯한 높은 소리로 쇄골과 흉골병 사이, 그리고 양견갑골 후면 사이에서 들리고 흡기보다 호기에서 더 길게 들린다. 폐포와 폐포낭음은 부드럽고 바람이 부는 듯한 소리로 기관과 기관지를 제외한 흉부와 견갑골 사이에서 들리고 호기보다 흡기시 더 오래 들을 수 있다.

호흡 청진법과 정상 호흡음의 식별 능력은 흉부 물리치료에서 매우 중요하므로 비정상적인 호흡음과 구별된다. 호흡음이 전혀 들리지 않거나 감소되는 경우에는 기도폐쇄나 통기부족을 의미하게 된다. 이것은 기관지 경련(천식)과 기도파괴(폐기종, 확장부전증)나 분비물에 의한 기도의 폐쇄(폐렴)에 의해 발생한다.

부식음(crackles)은 흡기시에 들리는 바지락거리는 소리(crackling sound)로서 숨을 들이 마실 때에 기도말단 부위에서 분비물이 이동하거나 폐쇄된 기도가 다시 열릴 때 들을 수 있고, 천식음(wheezes)은 흡기와 호기시 일정하게 높고 낮은 음조의 구름거리는 소리로서 기도의 원위부에 울혈이 있음을 의미한다.

**7. 기침과 객담(cough and sputum)**

효율적인 기침은 날카롭고 깊다. 호흡기 질환자의 기침은 깊지 않고 부드러우며 선목소리의 얇고 건조하거나 습한 소리를 낸다. 객담을 검사할 때는 객담의 색깔, 농도, 양을 평가한다.

### 8. 호흡근의 평가

호흡근 기능의 비정상적 결과를 초래하는 만성 호흡기계 질환은 호흡근의 근력과 근지구력이 감소되어 나타나는데 이는 특히 운동시에 폐의 충분한 환기 부족이나 폐질환 상태를 악화시키는 결과를 나타낸다. 호흡근 기능은 생명유지에 필수이고 호흡근도 모든 골격근처럼 훈련을 통해 기능을 향상시킬 수 있다(Reid 등, 1995).

호흡근은 생명유지를 위해서 사지 근육과는 다르게 하루에도 분당 12~20번까지 수축을 반복한다. 이처럼 흡기근을 자주 사용하면 휴식할 기회가 없어지므로 흡기근계의 과부하로 인해 피로해지거나 손상받을 수 있다. 평가에는 흡기근 지구력 검사, 운동내성검사(12분동안 걷기, 트리드밀 검사), 호흡곤란, 기능적 활동을 측정한다(Bergner 등, 1981).

물리치료사는 호흡근 기능부전에 대한 피로를 예방하고 피로나 손상으로부터 회복을 촉진하는 훈련을 적절하게 조절하는데 주된 역할을 한다.

문제가 있는 호흡근의 생체기능은 특히 운동을 증진시킬 때 주의해야 하는데 이는 피로가 호흡부전을 악화시킬 수 있기 때문이다. 호흡근과 호흡보조근은 호흡부전시에 연합되어 사용되어 호흡양상을 변화시키므로 호흡장애 환자의 흡기근에 대한 평가와 훈련이 고려되어진다(Clanton 등, 1995).

## IV. 재활적 관리

### 1. 호흡근 훈련에 대한 임상적 지침

Reid 등(1991)은 적절한 호흡근 훈련프로그램에 관한 구체적인 지침서가 없을지라도 이러한 훈련에 참여한 많은 COPD 환자들이 흡기근 훈련을 통해 전체적으로 호흡기능이 향상되었다고 보고하였다.

환자가 숨을 내쉴 때는 힘을 주어 강제적으로 하지 않도록 해야 한다. 호기는 편안하고 수동적이어야 한다. 강제적인 호기는 기도 교란(turbulence)을 증가시켜 기관지 경련과 기도 제한(airway restriction)을 일으킬 수 있다. 환자에게 너무 오래 숨을 내쉬지 않도록 해야 한다. 장시간의 호기는 환자가 다음의 흡기시 숨이 차게 되면 이렇게 되면 환자의 호흡 양상이 불규칙해지고 비능률적이 된다. 호흡시에 환자의 가슴 상부를 상대적으로 편안하게 하려면 흡기 보조근과 상흉부로 흡기를 시작하게 하면 안된다. 과환기(hyperventilation)를 피하기 위해서는 3~4번의 호기와 흡기후에 한번의 심호흡을 연습하도록 한다.

### 2. 발작성 숨가쁜 호흡의 예방과 관리

COPD 환자(폐기종, 천식)들은 신체적 활동이나 알레르기 물질 등과 접촉되었을 때에 주기적인 호흡발작이 일어날 수 있다. 호흡 곤란을 유발하는 원인을 파악하고 조



그림 7. 호흡부전에 대한 이완자세 : 앉은자세



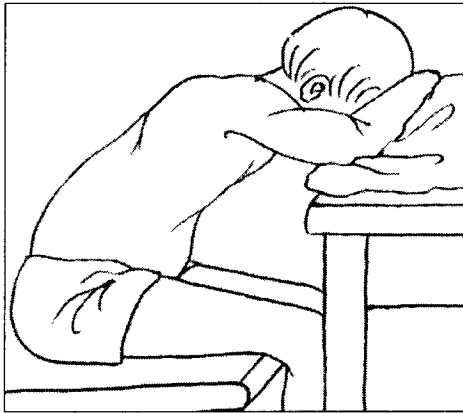


그림 8. 호흡부전에 대한 이완자세 취하기  
: 엎드린 자세

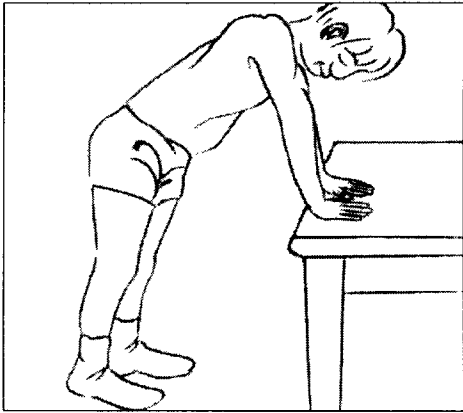


그림 9. 호흡부전에 대한 이완자세 취하기  
: 지지된 선 자세

절된 호흡으로써 이러한 증상을 예방할 뿐만 아니라 일상생활 동작 수행중에 유발되는 호흡곤란의 조기징후를 빨리 인식하도록 환자에게 교육시켜야 한다.

훈련 방법으로 환자는 이완해서 앞으로 구부린 자세를 취하면 내장기가 앞으로 내려가서 횡격막을 더 쉽게 하강시키므로 횡격막 호흡을 쉽게 자극하게 되는데 필요하다면 기관지 확장기(bronchodilator)를 사용할 수도 있다.

환자로 하여금 자신의 호흡을 조절하면서 호기동안 입술 오므려 호흡하게 하여 호흡수를 줄이도록 한다. 환자에게 호흡의 호기단계를 강조하고 강제적인 호기를 하지 않도록 주의시킨다. 오므린 입술로 숨을 내쉬 후에 흡기 보조근을 사용하지 않으면서 횡격막으로 흡기하도록 한다. 환자로 하여금 이 자세를 유지시키고 가능한 한 이완된 자세로 계속 흡기하도록 유도한다(그림 7, 8, 9).

### 3. 호흡운동(Breathing Exercise)

급성 및 만성 폐질환 환자에게는 호흡의 효율성을 높이고 호흡 에너지를 감소시키기 위하여 조절된 호흡운동을 가르쳐야 한다. 호흡운동은 환자의 호흡근을 재훈련시키고 환기(ventilation), 산화(oxygenation)와 가스교환의 효율성을 향상시키기 위해 실시한다(Reid 등, 1995; McCool 등, 1995). 호흡운동은 어깨와 체간, 흉부의 확장, 심호흡의 촉진과 기침반사의 자극에 유용하다. 여러 선행연구에서 호흡운동이 호흡의 수와 깊이에 어떠한 변화와 영향을 미치는 것은 사실이지만 항상 내호흡(폐포 환기와 산화)에까지 어떠한 효과를 가져온다고는 단정할 수 없다(Brannon, 1993). 그러므로 호흡운동은 단지 환자의 폐질환 상태를 증진시키고 일상생활에서 신체 전반의 지구력과 기능을 향상시키기 위하여 설계된 운동치료 프로그램의 한 부분으로 평가된다(Bach, 1995). 환자의 임상적 상태에 따라 호흡운동은 약물치료, 체위배당법, 호흡보조 장치의 사용 및 단계별 운동치료 프로그램을 함께 적용하도록 한다. 대부분의 COPD 환자는 호흡근 피로가 나타나는 것으로 연구되었고 근육의 약증과 피로는 서로 상관관계를 가지고 있다. 호흡근 약증은 호흡공간이나 운동내성의 감소 등의 결과로 나타나지만 적절

한 운동프로그램에 따른 훈련으로 호흡근 기능이 향상되면, 호흡곤란 감소 호흡근 기능이 향상되면 호흡곤란 감소, 운동내성 증가, 일상생활동작 기능 증가 등이 나타난다(Reid 등, 1995). 호흡근 훈련은 호흡곤란 등의 합병증을 감소시키고 운동내성을 향상시킨다. 심혈관계 고위험 인자인 환자에 대한 흡기근 훈련은 심혈관계의 스트레스를 감소시켜 호흡곤란 감소와 운동내성 증가를 보고하였다(Reid 등, 1983).

안정적 기도 제한을 가진 환자에게 신경과 근육에 과부하를 주는 원리로 호흡근 훈련의 적용은 신경근 동원 패턴을 향상시키는 것으로 일상적 활동에 부하를 증가시키는 방법이다. 훈련의 횟수, 기간, 강도를 증가시켜 적용하고 훈련프로그램을 설계하기 전에 환자의 요구와 능력이 고려되어야 한다. 여러 연구에서 COPD 환자에 대한 호흡근 훈련이 유용한 것으로 보고되고 있지만 어떠한 방법이 가장 적절한가에 대해서는 아직도 논란의 여지가 있다.

#### 가. 호흡근 강화운동

##### (Respiratory muscle strength training)

호흡근 훈련 방법에는 호흡근의 근력강화와 근지구력 훈련이 있다. 근력강화 훈련은 최대흡기 또는 호기 방법으로 1회 실시에 5~20번 반복하여 실시하도록 적용한다. 근력강화 훈련은 신경근 약증을 동반한 환자를 제외하고는 임상적으로 중요하지 않고 오히려 효과적인 기침을 할 수 있도록 호기근을 훈련하는 것이 더욱 중요하다(McCool 등, 1995).

횡격막 호흡(diaphragmatic breathing)에서 횡격막은 호흡을 불수의적으로 조절하지만 환자는 횡격막의 올바른 이용과 호흡 보조근의 이완에 의해서 호흡조절 방법을 배울수 있다. 횡격막 호흡운동은 환기, 산

소공급, 횡격막의 상승과 하강운동을 증진시키기 위해서 설계되었고, 체위배담 중에 분비물을 이동시키는데 이용된다. 방법으로 먼저 환자에게 편안한 자세를 취하게 한 후에 호흡양상을 평가하고 올바른 횡격막 호흡운동 방법을 시범해 보인다. 치료사의 손을 전방 늑골연 바로 아래인 복직근에 올려 놓고, 환자에게 어깨를 이완시킨 상태에서 상흉부를 움직이지 않고, 단지 복부만이 부풀어 오르게 천천히 깊이 숨을 쉬도록 유도한다. 그런 다음 천천히 모든 공기를 내뱉도록 환자에게 요구한다. 이러한 방법으로 3~4번 호흡한 후 쉬도록 하는데 이때 환자가 과호흡하지 않도록 주의해야 한다. 환자는 자신의 손을 전방 늑골연 가장자리에 올려놓고 복부근의 수축을 느끼게 함으로써 호기와 기침을 조절하게 한다.

#### 나. 호흡근 지구력 훈련

##### (Respiratory muscle endurance training)

호흡근의 분당 10~20회씩 저장도 수축을 수행하는 주기능 때문에 COPD환자에 대한 흡기근의 지구력 훈련은 근력강화 훈련보다 더 중요하다(Reid, 1995) 호흡근의 지구력 훈련은 반복과 짧은 수축으로 호흡 패턴의 협응이 잘 이루어지도록 한다.

호흡근의 지구력을 증진시키는 환기근 훈련법(ventilatory muscle training, VMT)은 주로 흡기근 훈련에 초점이 맞추어져 있다. 이 훈련법에서는 흡기근의 효율성, 특히 횡격막과 외늑간근의 약화나 위축을 수반한 폐질환자의 치료에 널리 사용된다 즉, 흡기 보조근의 의존도 감소를 반영하는 횡격막 피로도 감소와 최대 환기량 측정에 의하여 호흡근의 지구력 증감을 구할 수 있다. 또한 호흡근력 강화 정도는 폐활량계를 이용하여 흡기압과 흡기용량을 측정함으로써 평가가 가능하다. 지구력 훈련에는 최대 지속된 수의적 환기

(Maximum sustained voluntary ventilation), 흡기 저항 호흡(inspiratory resistive breathing), 역치 부하(threshold loading) 등의 방법(Leith 등, 1976 ; Larson 등, 1988)에 폐활량 촉진법이 포함되어 있다.

(1) 최대 지속된 수의적 환기(Maximum sustained voluntary ventilation)

훈련방법은 15~25분 동안 과환기 하도록 요구한다. 과환기는 동맥혈 탄소분압 농도를 감소시키므로 동맥혈의 가스분압 범위 유지가 필요하고, 흡기에 산소와 탄소의 농도를 조절하는 장비가 필요하다. Leith 등(1976)은 호흡부전의 COPD 환자에게 1회에 15~30분간, 4~6주간 매주 3~6회 실시한 결과로 환기용량 증가에 따른 운동내성과 흡기근 지구력 향상을 보고하였지만 다른 연구자들은 흡기근 지구력 증가에는 유용하지만 운동내성에 대한 결과는 효과적이지 않은 것으로 보고하였다(Belman, 1988).

(2) 흡기 저항 훈련(inspiratory resistive training)

흡기저항 훈련은 오늘날 가장 많이 사용되는 호흡근 훈련방법이다. 흡기저항 훈련은 환기를 증진시키고 흡기근의 피로를 감소시키기 위해서 특별히 고안된 흡기 저항기(resistors)를 이용하여 흡기 근력과 지구력을 향상시키는 방법이다. 환자는 자신의 입에 위치시킨 저항 훈련장비를 통해 숨을 들이 마신다. 흡기저항 훈련장비는 흡기시 공기의 흐름에 저항을 가하는 다양한 직경의 좁은 관의 구조로 되어 있어서 주로 흡기근육의 근력강화를 유도한다. 관의 직경이 좁을수록 저항력은 커진다. 환자는 매일 특정한 시간동안 여러번 관을 통해 숨을 들이 마신다. 흡기근의 지구력을 향상시키기 위해서 훈련단위마다 20~30분씩 훈련시간을 증가시키고 환자의 근력과 지구력

이 향상됨에 따라 잡는 관의 직경을 줄여나간다. 상업용 흡기저항 장비는 환자에 따라 적당한 저항력 수준을 제공할 수 있는 6개의 크기가 다른 직경으로 제작되어 있다.

흡기저항 훈련의 효율성은 계속 연구되고 있다. 몇몇 연구에서는 이러한 형태의 훈련 결과로 호흡근육의 근력과 지구력이 향상되었다고 보고하였다. 또 다른 연구에 의하면 훈련시간 경과에 따라서 환자의 호흡율이 감소하고 운동지구력이 증가되었다고 제시하였다.

흡기저항 훈련의 효율성은 계속 연구되고 있다. 몇몇 연구에서는 COPD와 섬유성 낭포증 환자에게 흡기저항 훈련을 4~6주 동안 주당 5회 또는 매일 30분간 적용하여 그 결과로 호흡근육의 근력과 지구력이 향상되었다고 보고하였다(Reid 등, 1983 ; Belman 등, 1986). 또 다른 연구에 의하면 훈련시간 경과에 따라서 환자의 호흡률은 감소하고 운동지구력이 증가되었음을 제시하고 있다(Richardson 등, 1989).

호흡지구력 훈련은 인공호흡기 착용을 제거하도록 돕는데 사용할 수 있다. 인공호흡기 사용자를 훈련하기 위해서 흡기저항훈련 등을 사용하고 있지만 여기에 좋은 결과를 비교한 연구는 매우 드문편이다. Aldrich 등(1989)은 지구력 훈련을 통해 10~46일 후 대부분 환자들이 인공호흡기를 밤에만 착용하거나 완전히 제거할 수 있었다고 보고하였다.

(3) 폐활량 촉진 호흡법 (incentive respiratory spirometry)

촉진호흡법(incentive spirometry)은 지속적인 최대 흡기를 강조하는 얇은 호흡저항 훈련의 한 형태이다. 시각적·청각적 되먹임 효과(feedback)를 제공할 수 있는 폐활량기를 이용하여 환자로 하여금 가능한 한 깊게 숨을 들이 마시게 한다. 이러한 폐활

량을 활용한 호흡훈련은 들며 마시는 공기의 양을 증가시키고, 수술 후 폐포의 약화를 방지하며 신경근 환자의 약해진 흡기근을 강화시키는데 주로 이용된다.

훈련 방법은 환자에게 편안한 자세(바로 누운 자세, 기대어 누운 자세)를 취하게 해서 환자에게 3~4번의 느리고 쉬운 호흡을 하게 하면 되는데 4번째 호흡시에는 최대한으로 숨을 내쉬게 한다. 그 다음 폐활량계(spirometer)를 입에 위치시키고 이를 통해 최대 흡기하도록 하고 흡기한 채로 몇 초 동안 정지한다. 이러한 일련의 동작을 5~10번 반복하고 하루에 3~4회 반복시킨다. 단, 사지 근육과는 달리 횡격막은 저항훈련시 회복이 더디기 때문에 흡기근에 대한 오랜 저항훈련은 삼가해야 한다. 흡기 보조근을 사용하는 호흡의 형태는 이미 횡격막이 피로하기 시작하였다는 신호이다.

#### (4) 사지운동을 포함한 지구력 훈련

Keens 등(1977)은 호흡근 지구력을 위한 달리기, 수영 또는 고정자전거와 같은 사지운동을 동반한 지구력에 유효과적인 것으로 보고하였고, Robinson 등(1982)은 젊은 낭포성섬유증 환자에게 호흡근 훈련으로 달리기, 수영 또는 자전거 타기 등 사지운동을 동반하여 실시한 결과 이러한 운동들이 유효한 것으로 보고하였지만, Belman 등(1986)은 나이든 COPD 환자에게는 유효하지 않다고 하였다. 호흡근 지구력 향상을 위해서는 구체적인 호흡근 훈련이 요구되어진다. COPD 환자에게는 전신운동프로그램에 최대 부하량을 증가시킨 훈련을 적용하는 것이 최대산소소모량을 증가시키고 객담배출을 촉진시키게 되므로 구체적인 흡기근 훈련보다 사지 운동이 포함된 지구력 운동 적용이 더 유용하다고 한 것으로 보고하였다(Reid 등, 1995).

#### (5) 입술 오므려 호흡하기 (pursed-lip breathing)

환자에게 입술을 오므려 호흡하기 훈련이 적절한지는 아직 논란의 여지가 있다. 대부분의 치료사들은 부드럽게 입술을 오므리고 숨을 쉬게 하는 수동적인 호기방법이 기도내에 후압(backpressure)을 일으킴으로서 기도를 열리게 하는 좋은 방법이라고 생각하고 있다. 이 방법은 만성 폐쇄성 폐질환(COPD)자의 발작성 숨가쁜 호흡(SOBA ; shortness of breath attacks)을 조절하기 위해서 가르친다. 연구에 의하면 입술 오므려 호흡하기가 환자의 호흡수를 감소시키고, 안정시 1회 흡기용적을 증가시키며 운동 지구력을 향상시킨다고 보고되고 있다. 일부 환자들은 자연 발생적으로 이러한 형태의 호흡으로 진행하게 된다.

입술을 오므리고 하는 호흡 과정에서 강제적인 호기는 피해야 한다. 입술을 오므린 동안 힘을 주거나 깊은 호기는 기도내 교란을 증가시키고 세기관지의 활동을 제한시키게 된다. 이러한 이유 때문에 치료사는 환자가 부적절하게 입술을 오므려서 호흡할 가능성이 있다면, 이 호흡방법을 가르치지 않도록 해야한다. 수동적인 호기 방법으로는 입술 오므려 호흡하기가 숨가쁜 호흡 조절에 유용한 수단이므로 COPD 환자에게 가르쳐야 한다.

훈련 방법은 환자로 하여금 가능한 한 편안하고 이완된 자세를 취하도록 한다. 호기는 수동적으로 해서 복부근의 수축이 발생하지 않도록 환자에게 설명한다. 이러한 복부의 수축감을 느끼기 위해서는 환자의 복근 위에 치료사의 손을 올려놓고 환자에게 천천히 깊게 숨을 들며 마시도록 지시한다. 그 다음 환자가 편안하게 입술을 오므려 숨을 내쉬면 된다.

**V. 결 론**

만성적 폐질환 환자는 호흡근 약증과 지구력 감소로 충분한 폐의 환기를 할 수 없고 호흡양상의 변화는 결국 호흡곤란에 이르게 된다. 그러므로 폐기능 장애를 개선시키고 기능적 활동과 운동지구력 향상을 위한 호흡근 훈련은 호흡기 재활에 필수적이다. 최근 연구에서는 폐질환 환자에 대한 적절한 호흡근 훈련 프로그램에 관한 구체적인 지침서를 제시하였다. 이러한 연구들을 기초로 만성적 폐쇄성 폐질환(COPD) 환자의 폐 합병증 예방과 호흡근 기능 부전을 향상시키는 기술들을 구체적으로 설명하였다. 이러한 지침서를 통한 임상적 적용으로 다양한 결과에 대한 추후조사 및 연구가 이루어져야 하겠다.

**참 고 문 헌**

1. Aldrich TK, Karpel JP, Uhrlass RM, Weaning from mechanical ventilation, Adjunctive use of inspiratory resistive training, *crit care Med*, 17:143-147, (1989)
2. Bach, JR, Pulmonary Rehabilitation, 85-95:123-132, Philadelphia, Hanley & Belfus, INC. (1995)
3. Belman MJ, Shadmehr R, Targeted resistive ventilatory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease, *J Appl physiol*, 65:2726-2735, (1988)
4. Belman MJ, Thomas SG, Lewis MI. Resistive breathing training in patients with obstructive pulmonary disease, *Chest*, 90:662-669, (1986)
5. Bergner M, Bobbitt RA, Carter WB, Gilson BS, The sickness impact profile. a development and final revision of a health status measure, *Med Care*, 19:787-805, (1981)
6. Brannon FJ, Cardiopulmonary Rehabilitation, Basic Theory and Application, ed 2. FA Davis,

Philadelphia, (1993)

7. Clanton, TL, Clinical Assessment of the Respiratory Muscles, *Physical Therapy*, Volume 75, 983-993, (1995)
8. Frownfelter, DL, Chest Physical Therapy and Pulmonary Rehabilitation, ed 2, Year Book Medical Publisher, Chicago, (1987)
9. Gallagher CG, Exercise limitation and clinical exercise testing in chronic obstructive pulmonary disease, *Clin Chest Med*, 15:305-306, (1994)
10. Gallagher CG, Respiratory steroid myopathy, *Am J Respir Crit Care Med*, 4-6:150, (1994)
11. Goldstein RS, Pulmonary rehabilitation in chronic respiratory insufficiency, 3rd ed, ventilatory muscle training, *Thorax*, 48:1025-1033, (1993)
12. Hammon, W, Pathophysiology of chronic pulmonary disease, *chicago*, 91, (1987)
13. Keens TG, Krastins IRB, Ventilatory muscle endurance training in normal subjects and patients with cystic fibrosis, *Am Rev Respir Dis*, 116:853-860, (1977)
14. Kisner C, Colby LA, Therapeutic Exercise, 3rd ed, 649-709, F. A Davis Company, (1996)
15. Larson JL, Kim MJ, Sharp JI, Larson DA, Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease, *Am Rev Respir Dis*, 138:689-696, (1988)
16. Leith DE, Bradley M, Ventilatory muscle strength and endurance training, *J Apply physiol*, 41:508-516, (1976)
17. McCool FD, Tzelepis GE, Inspiratory muscle training in the patient with neuromuscular disease, *Physical Therapy*, Volume 75, 1006-1014, (1995)
18. Mead J, and Martin, H, Principles of respiratory mechanics, *Physical Therapy*, 48:478, (1968)
19. Mead J, Functional significance of the area of apposition of diaphragm to rib cage, *Am Rev*

- Respir Dis, 119:31-32, (1979)
20. O'sullivan SB, Schmitz TJ, Physical Rehabilitation Assessment and Treatment, 3rd ed, 277-292, Philadelphia, F. A Davis, (1994)
  21. Preusser BA, Winningham ML, Clanton TL, High-vs low-intensity inspiratory muscle interval training in patients with COPD, Chest. 106:110-117, (1994)
  22. Pierce, A, Responses to exercise training in patients with emphysema, Arch Intern Med, 114:28, (1964)
  23. Reid WD, Dechman G, Loveridge BM, Ventilatory muscle endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease, Physiotherapy Canada, 35:197-205, (1983)
  24. Reid WD, Considerations When Testing and Training the Respiratory Muscles, Physical Therapy, Volume 75, 971-981, (1995)
  25. Reid WD, Samrai B, Respiratory Muscle Training for Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Physical Therapy, Volume 75, 996-1004, (1995)
  26. Richardson J, Dunn L, Pardy R, Inspiratory resistive endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease, a pilot study, Physiotherapy Canada, 41:85-92, (1989)
  27. Robinson EP, Kjeldgaard JM, Improvement in ventilatory muscle function with running, J Appl Physiol, 52:1400-1406, (1982)
  28. Shaffer T, Wolfson M, and Bhutoni VK, Respiratory muscle function, Assessment and training, Physical Therapy, 61:1711, (1981)
  29. Thurlbeck, IW, Chronic airflow obstruction in lung disease, In major problems in pathology, Volume 5, WB Saunders, Philadelphia, (1976)