

흉추 후만증에 관한 임상적 중요성과 측정법

김선엽, 장현정¹⁾

대전대학교 자연과학대학 물리치료학과, 대전대학교 대학원 물리치료학과¹⁾

Clinical Importance and Measurement in Thoracic Kyphosis

Suhn-yeop Kim, Hyun-jeong Jang¹⁾

Dept. of Physical Therapy, College of Natural Science, Daejeon University

Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Daejeon University¹⁾

Key Words:

Hyperkyphosis,
Cause,
Thoracic,
Measurement

Thoracic kyphosis is occasionally used to describe someone with accentuated thoracic curvature, hyperkyphosis is preferred since kyphosis itself refers to the normal sagittal angle of thoracic curvature. The angle of thoracic kyphosis tends to increase with age resulting in hyperkyphosis in some individuals. The persons who suffer from hyperkyphosis are at increased risk for a variety of adverse health outcomes that include musculoskeletal alteration, physical functional limitations, poor quality of life, falls, and even earlier mortality. Hyperkyphosis may develop from vertebral fractures, degenerative disc disease, either muscle weakness, decreased mobility and sensory deficits. The gold-standard orthopaedic technique for assessment of thoracic kyphosis is standing lateral spine radiographs. Other clinical measures are Debrunner kyphometer, inclinometer, flexicurve ruler, arcometer, flexible electrogoniometer and spinal mouse.

I. 서론

흉추(thoracic spine)는 경추와 요추 사이에 위치하는 척추분절로 12개의 척추로 구성되어 있으며 늑골과 연결되어 상당히 견고한 구조로 이루어져 있다. 흉추는 척추체, 추간판과 늑골에 부착된 방사인대(radiate ligament)와 같은 복합적 인대와 강력한 늑골간 근막(intercostal fascia)의 부착으로 안정적 구조를 띄고 있으며(Jiang 등, 1994), 형태학적 안정적 구조로 인하여 추간판 탈출 및 신경근 충돌(nerve root impingement)의 발생 빈도가 적은 편이다. 그러나 이러한 견고함이 잘못된 자세에서 지속될 경우 흉추 주변 근육의 경직과 약화로 인한 구조적 불균형을 초래하여 척추의 역학적 기능장애를 유발할 수 있다.

흉추의 생리학적(physiological) 움직임은 척추간관절(intervertebral joint)과 늑골관절에서 나타나는 짝운동(couple motion)에 의해 일어나며, 이 관절들의 퇴행성

변화나 척추 만곡의 변화와 같은 구조적 변화는 흉추의 움직임을 제한시키며 움직임 패턴을 변화시킨다(Edmondston과 Singer, 1997).

흉추는 각각의 척추체가 후방에서 전방으로 3.8도의 골 경사(bony slope)를 이루며 평균 약 20~40도의 자연적 흉추 후만각(thoracic kyphosis)을 형성하고 있다(Panjabi 등, 1991). 이러한 흉추 후만각(thoracic kyphosis)은 연령의 증가에 따라 증가하며 남성보다 여성에게서 더 증가한다고 보고되고 있다(Fon 등, 1980; Nishiwaki 등, 2007).

흉추 후만증(Hyper kyphosis)은 흉추 부위의 굴곡이 후방으로 심하게 굽은 상태를 말하며, 이는 슈이에르만병(Scheuermann disease)과 같은 척추질환 보다는 잘못된 자세습관으로 인한 흉추 자체의 구조적 변형이나 관절 움직임의 감소로 인해 나타난다. 최근 20여 년간 흉추에 대한 연구들은 흉추 후만각의 정상 범위에 관한 것들이 대부분이었으며, 석세일 등(1989)은 정상 흉부 측방사진을 계측한 결과 나이에 상관없이 한국인의 정상 흉추 후만각의 정상 범위가 남자는 17-33도, 여자가 17-34도라고 하였다. 또한 흉부 후만이 상위요추까지

교신저자: 장현정(대전대학교, jjang5223@naver.com)

논문접수일: 2012.06.18, 논문수정일: 2012.06.22,

게재확정일: 2012.06.25

연속된다고 하였으며, 김동수 등(2008)도 정상인의 흉부 후만이 요추부 상부까지 영향을 미쳐 실제로 제 3 요추체에서 전만 형태로 이행된다고 하였다. 이는 척추의 흉부 후만이 요부 전만으로 이행되는 분절이 일반적으로 알려져 있는 T12~L1보다 좀 더 하부인 L2~3분절에서 일어난다고 볼 수 있다.

흉추 후만증으로 인한 척추 전체의 형태학적 변화는 척추의 자세 균형을 깨뜨리는 동시에 척추에 가해지는 생리학적 부하를 변화시켜 척추 분절 내로 가해지는 전단력(shear force)과 압박력(compression force)을 증가시킨다(Fig 1). 또한 흉추의 형태학적 곡선의 변화는 운동 패턴에 영향을 미치게 되어 경추와 요추에 보상적 움직임을 만들어내고, 이차적으로 척추부 통증과 기능 장애로 발전될 수 있으므로, 임상에서 흉추 후만각의 중요성과 평가 및 분석에 필요성이 증대되고 있다. 따라서 본 연구는 현재까지 연구되어지고 있는 흉추 후만각과 관련된 연구들을 근거로 하여 흉추 후만각의 임상적 중요성과 인체에 미치는 영향 그리고 임상에서 사용될 수 있는 적합한 흉추 후만각의 측정 방법들을 제시함으로써 적절한 흉추부 관리방법을 결정하는데 도움을 주고자 시도하였다.

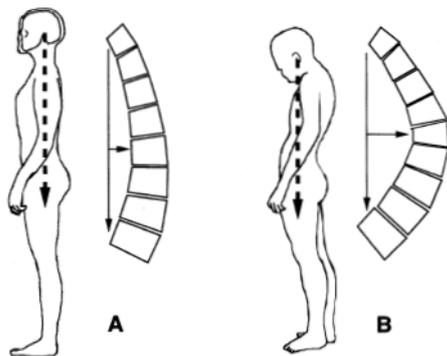


Fig 1. The structural and biomechanical influence on thoracic curvature. A. normal thoracic kyphosis, B. hyperkyphosis

II. 흉추 후만증의 임상적 특성과 위험 요인

1. 흉추 후만증의 임상적 특성

1) 근골격계 변화(musculoskeletal alteration)

인체의 한 관절 부위에 운동성이 소실되면 이에 대한 보상작용으로 주위 관절에 과도한 스트레스가 가해지거나 과운동성(hypermobility)이 나타나게 된다. 흉추 후만증으로 인한 시상면상의 척추곡선의 변화는 견관절

과 골반대, 경추부 그리고 요추부의 기능장애와 통증을 유발할 수 있다. 또한 흉추 후만증을 지닌 사람의 경우 전방머리자세와 견갑골 후인, 요추전만각 감소, 그리고 신장의 감소와 같은 비정상적인 자세를 특징적으로 보인다(Balzini 등, 2003). 자세의 변화는 정상적인 관절역학과 움직임 패턴을 변화시키며 특히 고관절과 견관절 주변의 굴곡 패턴을 증가시킨다. Schneider 등(2004)은 흉추 후만증이 척추와 하지의 골절 발생률을 증가시키고, 흉추 후만증을 지닌 노인 여성의 경우 흉추 후만증을 지니지 않은 여성과 비교하여 골절을 경험할 확률이 1.7배 높은 것으로 보고하였다.

a. 흉추 후만증과 상지 기능간에 관련성

팔을 거상할 때 견관절에서의 움직임은 운동면(plane of motion)에 상관없이 견갑대와 흉추에 중요한 영향을 미치고, 상완골과 견갑골, 흉추 분절에서 서로 연속적이고 동시적인 상호작용이 나타나게 된다. 이는 흉추의 움직임이 감소되거나 흉추 후만각이 증가되어 있는 경우 팔이 최대한의 범위로 거상되는 동안 견관절 생체역학과 가동범위에 직접적인 영향을 줄 수 있다는 것을 의미한다(Fig 2). 실제 연령에 상관없이 팔을 거상할 때 흉추에서는 신전의 움직임이 나타나며 한 손을 완전히 거상 시 약 9도의 흉추부 신전이, 양 팔을 완전히 신전할 때는 약 15도의 흉추부 신전이 요구된다(Crawford와 Jull, 1993; Stewart 등, 1995). 따라서 견관절 문제에 대한 임상적 평가 시에 흉추부의 가동성 검사를 포함시켜 흉추부 신전 제한으로 인한 견관절 기능장애가 유발되지 않았는지 반드시 확인하여야 한다(Crosbie 등, 2008).

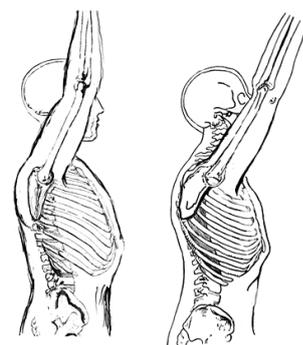


Fig 2. Normal scapular and thoracic spine motion allows optimal mechanics for shoulder motions

b. 흉추 후만증이 하지 기능에 미치는 영향

흉추 후만증은 체간의 중심을 전방으로 이동시키고 이에 대한 보상 작용으로 고관절과 슬관절의 굴곡 현상

이 나타나게 된다. 이러한 자세가 장기화되는 경우 고관절 굴곡근의 단축으로 인해 고관절 신전에 대한 움직임 제한이 발생되어 자세균형 조절 시에 고관절이 잘 작용하지 못해 슬관절에 과도한 스트레스가 발생된다고 하였다(Kerrigan 등, 2003).

2) 신체의 기능적 제한(physical functional limitations)

과도한 흉추 후만각은 신체 수행능력, 일상생활활동 능력과 전체적인 삶의 질에 부정적인 영향을 미친다(Ryan와 Fried, 1997; Takahashi 등, 2005). 흉추 후만증을 지닌 여성은 팔을 사용하지 않고 반복적으로 의자에서 일어나는 동작 수행에 어려움을 호소하고, 정적 균형감각의 소실이 나타난다. 또한 보행에 있어서도 정상군과 비교하여 보행속도가 감소하게 되고, 일어서서 걷을 동안 지지면이 넓은 지지면을 보이며, 계단 오르고 내리기 시에도 속도가 감소하게 된다(Kado 등, 2005). 이러한 신체적 기능 제한은 결국 낙상의 위험 요인을 증가시킨다. 흉추 후만증을 지닌 골다공증 여성을 정상 자세를 지닌 사람과 비교하였을 때 자세 동요(postural sway)가 더 증가하는 것으로 보고되고 있다(Lynn 등, 1997). 또한 흉추 후만증을 지닌 여성의 경우 물건들기와 과중한 집안일 수행에 더 큰 어려움이 있는 것으로 보고되고 있으며, 기본적 일상생활수행 척도 점수도 더 낮은 것으로 보고되고 있다(Takahashi 등, 2005; Ryan와 Fried, 1997).

3) 삶의 질(quality of life)

흉추 후만증을 대상으로 한 연구들의 대부분이 흉추 후만증으로 인한 건강상의 부정적 영향을 기술하고 있다. 이러한 건강상의 다양한 문제들은 삶의 질을 감소시키게 된다. 흉추 후만증을 지닌 여성의 경우 흉추 후만증이 없는 여성보다 신체적 움직임에 더 많은 어려움을 호소하고 현재 상태를 개선하기 보다는 그 생활에 적응하는 경향이 있으며 삶에 대한 일반적 두려움이 더 높은 것으로 보고되고 있다(Martin 등, 2002). 또한 65세 이상의 흉추 후만증을 지닌 노인들의 주관적인 건강 수준이나 가족 또는 사회적 관계 그리고 일반적인 자신의 삶에 대한 만족 수준이 후만증이 없는 노인들에 비해 더 낮았다(Takahashi 등, 2005). Martin 등(2002)도 흉추 후만각을 지닌 295명의 일본인들의 주관적인 건강에 대한 인식이 대조군과 비교하여 낮은 것으로 보고하였다.

4) 낙상(falls)

과도하게 증가된 흉추 후만각은 정상 기립자세 유지

에 부정적인 영향을 미치며, 균형감각의 소실로 인한 낙상의 위험도를 증가하는 것으로 알려져 있다. 그러나 연구에 따라 흉추후만증과 낙상위험도의 상관성에 관한 의견은 일치하고 있지 않으며, 아직 관련 연구가 부족한 실정이다. Huang 등(2007) 연구에서는 흉추의 Cobb 각이 53.1도 이상인 여성의 경우 대조군과 비교하여 3.8년을 추적 관찰한 결과, 낙상으로 인한 손상 경험이 1.6배 더 높은 것으로 보고되었다.

5) 사망률(mortality)

과거 연구에서 흉추 후만각과 조기 사망률의 위험성 간의 상관관계가 설득력 있게 보고되고 있다(Milne와 Williamson, 1983; Kado 등, 2004). 최근의 흉추 후만증에 관한 연구에서는 흉추후만증이 단순히 척추체 골절로 인한 이차적 증상으로서의 문제뿐 아니라 건강한 삶을 영위함에 있어 중요한 영향을 미칠 수 있는 요인으로 보고되고 있다. Kado 등(2004)는 심각한 흉추 후만증을 지닌 사람의 경우 높은 사망률을 보인다고 보고하였으며 이는 흉추 후만증이 사망률을 증가시키는 하나의 요인이 될 수 있다는 것을 시사한다.

실제 흉추 후만증은 심폐 활동의 정상적 기능을 감소시켜 심폐문제에 의한 사망률을 증가시키는 것으로 분석되고 있다(Kado 등, 1999). 두 개의 코호트 연구에서도 척추체 골절과 골밀도 감소로 인해 나타난 흉추 후만증은 건강에 해로운 영향을 끼쳐 조기사망률을 증가시키는 주요 인자로 제시하고 있다(Kado 등, 2003; Kado 등, 2004).

2. 흉추 후만증의 위험 요인

1) 척추 골절(vertebral fractures)

흉추 골절의 빈도는 요추에 비해 더 빈번하게 발생하며, 이는 퇴화와 자세성 문제로 인해 흉추체의 전방 췌기에 과도한 부하가 지속적으로 가해짐으로 인해 나타난다고 보고되고 있다(Ensrud 등, 1997). 특히 흉추 전방에 다분절 췌기골절(multiple thoracic anterior wedge fractures)이 발생된 여성의 경우 흉추 후만증이 가장 두드러지게 나타난다(Huang 등, 2006). 척추에 가해지는 압박력에 관한 생체역학적 모델에서 골다공증이 있는 척추의 경우 일상생활에서 척추췌기골절과 압박골절이 유발될 수 있다고 보고하였다(Keller 등, 2003).

2) 퇴행성 추간판 질환(degenerative disc disease)

노인을 대상으로 한 연구에서 심각한 흉추후만을 지닌 여성과 남성은 전체의 약 40%에 불과하다고 보고

되고 있지만 많은 사람들은 나이와 함께 증가하는 흉추 후만증으로 인해 척추골절이 유발된다고 여기고 있다 (Schneider 등, 2004). 실제 흉추후만을 지닌 노인에게서 방사선 영상촬영 시 퇴행성 추간판 질환이 특징적으로 나타난다(Goh 등, 1999).

39세에서 91세의 건강한 노인을 대상으로 한 연구에서 추간판의 전방부 높이가 감소할수록 후만각이 증가하며 추간판 전방부 높이와 흉추 후만각 사이에 유의한 상관관계($r = -.34, p < .001$)가 있었다(Manns 등, 1996).

또한 또 다른 연구에서는 흉추 후만증을 가진 50세~96세 노인들에서 척추골절이나 골다공증 증상없이 퇴행성 추간판 질환을 가지고 있었으며, 척추골절과 골다공증에 관련성이 있다는 근거는 없었다고 하였다 (Schneider 등, 2004). 그러나 척추체의 전후방의 높이 비(ratio)와 흉추 후만각 간에 상관관계가 있는 것으로 여겨지며 이는 퇴행성 추간판 질환과 척추 전방부변형이 복합적으로 영향을 미쳐 흉추 후만증으로 변형된 것으로 여겨진다.

3) 근육 약화(muscle weakness)

여러 연구에서 흉추 후만증은 척추신전근의 약화와 관련이 있는 것으로 밝혀졌다(Itoi와 Sinaki 등, 1994; Sinaki 등, 2002). 건강한 폐경기 여성을 대상으로 흉추 후만각과 척추 신전근의 근력의 상관관계를 알아본 결과 흉추 후만각이 증가할수록 척추 신전근이 약화되는 역상관관계($r = -.30, p = .019$)를 보고하였다(Sinaki 등, 1998). 실제 근육 약화로 인한 근길이-장력과 변화는 힘을 전달시키는 능력을 감소시키고 움직임 팔 길이를 증가시키고 척추의 곡선을 변화시킬 수 있을 것으로 여겨진다. 또한 흉추 후만 각도 각도가 증가함에 따라 손의 파악력이 감소하고 발목 근력이 감소하는 역상관관계가 보고되고 있다(Balzini 등, 2003).

4) 운동성의 감소(decreased mobility)

연령의 증가에 따른 척추 신전 움직임의 감소는 기립자세 능력과 정상적인 자세 정렬을 방해한다 (Hinman, 2004). 사체 연구에서도 흉추부 전종(anterior longitudinal)인대의 골화와 석회화(calcification) 현상으로 인해 흉추 후만 Cobb 각에 영향을 줄 수 있다고 하였다(Birnbaum 등, 2001). 또한 어깨와 고관절의 전방부에 있는 근육들의 단축이 흉추 후만 자세의 원인 요인인지 아니면 결과 요인인가에 관해서는 아직 밝혀지지 않았지만 흉근과 고관절 굴곡근의 단축은 흉추 후만증을 일으키는 기여 요인으로 여겨지고 있다(Balzini

등, 2003). 그 외에도 근육과 인대, 결합조직, 관절의 손상들도 그 근거가 분명하진 않지만 흉추 후만증을 일으키는 원인으로 여겨지고 있다.

5) 감각 결손(sensory deficits)

체성감각계, 시각과 전정계는 나이가 증가할수록 기능이 퇴화되고 결손으로 인한 문제를 일으킬 수 있으며 이는 직립자세에서의 조절 능력을 감소시킨다. 젊은 성인에 비하여 노인들은 하지 관절에 입력되는 고유수용성감각과 진동감각이 퇴화로 인하여 소실되고 직립자세에 대한 인지능력이 손상된다고 보고하였다(Ferrucci 등, 2004).

또한 젊은 성인에 비교하여 정상 노인의 경우 보행시에 머리를 움직이지 않고 고정하는 자세가 특징적으로 나타난다고 하였다(Hamel, 2001). 나이와 연관되어 나타나는 전정기관의 기능 저하는 이미 감소된 시력과 체성감각의 문제와 함께 직립자세 정렬에 더 큰 영향을 줄 수 있을 것으로 여겨지며 이는 척추자세정렬이 영향을 줄 것으로 사료된다.

III. 흉추 후만각의 측정방법

1. 흉추 후만각의 측정 도구와 방법

최근 임상적으로 경부통과 견부통, 요통 등과 같은 근골격계 장애와 관련된 요인인 흉추부의 후만증은 국내에서도 점차 그 관심이 커지고 있다. 여기에서는 임상에서 흉추 후만각의 정도를 정량적으로 평가 하기 위해 이용되고 있는 다양한 측정 방법들을 소개하고 이를 이용한 연구와 측정방법 간에 관련성에 대해 제시하고자 한다.

흉추 후만증에 대한 측정 방법은 일반적으로 Cobb 각 측정법과 데브르너(Debrunner) 각도 측정법이 일반적으로 이용되어지고 있으나(Greendale 등, 2011), 최근 유연성 전자측각기(flexible electrogoniometer)나 경사각도기(inclinometer), 유연성 만곡기(flexible curve) 등을 이용한 평가 방법이 이용되어지고 있다.

1) Cobb 각 측정법

Cobb 각도 측정법은 흉추 후만각 측정 시 임상에서 가장 일반적으로 사용되고 있는 측정방법을 흉추 후만각을 측정하는 새로운 여러 측정방법들의 측정 신뢰도 연구에 있어 표준 기준(gold standard)으로 이용되는 측정방법이다. Cobb 각도는 방사선 촬영 사진을 이용하여 휘어짐이 시작된 위쪽 척추의 척추체 윗면과 가장

아래 척추의 척추체 아랫면의 각 수평선에 수직선을 그려 서로 교차하라는 각을 측정한다. Gstoettner 등(2007)은 Cobb 각 측정법의 측정자내 신뢰도가 .96, 측정자간 신뢰도는 .93으로 보고하였다.

Fon 등(1980)은 316명의 정상인들을 대상으로 Cobb 방법을 이용해 흉추의 후만각을 측정한 연구에서 나이가 들어갈수록 후만각의 크기가 증가하였고, 남자보다 여자에서 그 증가율이 유의하게 더 크다고 하였다. 또한 전체 조사 연령층에서 후만각은 20~40도의 범위를 보였다고 하였다(Fig 3).

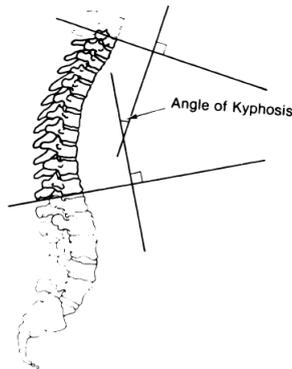


Fig 3. Cobb's angle of kyphosis calculated from a lateral radiograph

2) 데브르너(Debrunner) 각도 측정법

데브르너 각도기의 구성은 두 개의 팔(arms)에 달려 있는 각도기(protractor)에 각 끝을 특정 척추의 부위(C7과 T12)에 위치시키고 그 때 두 각도기에 나타난 각을 이용하여 척추의 각도를 계산하는 기구(Fig 4)로, 일정 수준의 정확성과 재현성을 얻을 수 있도록 익숙해지는데 시간이 걸린다는 단점이 제기되는 방법이다(Ensrud 등, 1997; Pawlowsky 등, 2009). Korovessis 등(2001) T4~T12까지의 흉추 후만각을 방사선 사진을 이용한 Cobb 각과 데브르너 각도 측정법간에 상관관계를 연구하여 두 측정법이 매우 높은 상관관계를 보였다고 하였다. Greendale 등(2011)도 Cobb 각과 데브르너 각도기, 플렉시커브 기구간에 흉추 후만각 측정값들간에 상관성을 회귀 분석을 이용해 연구하여, T4~T12의 Cobb 각에 대해 두 측정법의 설명력이 57~58%였다고 하였다.

3) 경사 각도기(inclinometer)

Lewis와 Valentine(2010)은 중력을 이용한 경사 각도계를 이용하여 흉추 후만각을 측정하고 이 방법의 측정자내 신뢰도를 연구하였다. 각도의 측정 방법은 두 개

의 경사 각도기를 이용하여, 하나는 흉추 1번과 2번의 극돌기 위에, 다른 하나는 흉추 12번과 요추 1번의 극돌기 위에 위치하여, 각 각도기에 나타난 각도를 합산하는 방법으로 흉추 후만각을 계산하였다(Fig 5). 이 연구는 견관절부 통증이 있는 사람과 통증이 없는 사람들 간에 흉추 후만각을 비교하는 연구로, 즉각적인 검사-재검사를 통해 분석한 경사 각도기에 측정자내 신뢰도는 매우 우수(excellent)하였다.



Fig 4. Debrunner kyphometer measurement of kyphosis (출처 : Greendale 등, 2011)

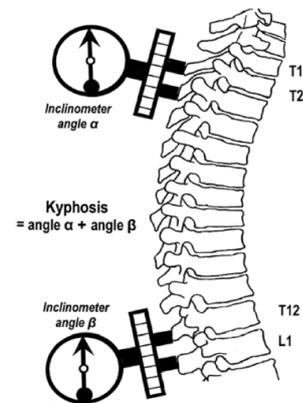


Fig 5. Inclinometer measurement of kyphosis (출처: Lewis와 Valentine, 2010)

4) 유연성 측정자(flexible ruler)

흉추 후만각을 측정하기 위해 이용되는 유연성 자는 일반적으로 플렉시커브(flexicurve)가 이용되고 있다. 이 기구는 대개 50~60cm의 납 성분의 유연한 금속을 부드러운 고무나 플라스틱으로 감싸 시상면에서 척추의 윤곽을 따라 덮어 각도를 잴 수 있게 만든 장비이다(Fig 6). 이 기구의 장점은 저렴하고 비침습적이며, 매우 빠르고 자세를 측정할 수 있어 임상이나 지역 사회 시설에서 편리하게 이용할 수 있다는 점이다.

플렉시커브의 사용법은 Milne과 Williamson(1983)이 제시한 방법을 이용하는 것이 일반적이다. 먼저 검사자는 경추 7번(C7)과 천추 1번(S1)의 극돌기를 촉진하여 그 위에 표식을 한 다음, 흉추와 요추 극돌기 위에 플렉시커브를 대고 척추의 만곡 모양에 맞게 변형시킨다. 조심스럽게 몸에서 떼어내 적절한 크기의 평편한 종이 위에 대고 만곡 모양대로 그림을 그린다. C7과 S1의 표식을 서로 연결하는 직선을 그린다. 흉추부 만곡의 전체 길이와 가장 너비가 큰 부위의 길이를 측정하여 흉추 지수(index of kyphosis; IK)를 다음과 같은 공식으로 계산한다. "IK=(흉추부 너비/흉추 길이) x 100". 이 지수의 값이 클수록 흉추 전만각이 큰 것을 의미하면 작으면 그 반대이다. Hinman(2004)은 3명의 검사자가 이 플렉시커브 기구를 이용해 측정한 IK 값의 측정자내 신뢰도는 이완자세에서는 .94(ICC)이었고, 곧게 선 자세에서는 .93이었다.

플렉시커브의 신뢰도와 타당도는 많은 선행 연구에서 입증된 바 있는데, 척추 방사선 사진을 이용해 측정한 후만각과의 비교, 또한 관절각도기(goniometer)와 후만각도기(kyphometer), 경사각도기(inclinometer)간 상관관계 연구가 있었다(Burton, 1986; Hart와 Rose, 1986; Milne와 Williamson, 1983). 플렉시커브 기구의 흉추 후만각 측정에 대한 신뢰도 연구들에서 보고된 결과는 .88 이상으로 보고되었다(Caine 등, 1996; Yanagawa 등, 2000, Arnold 등, 2000).

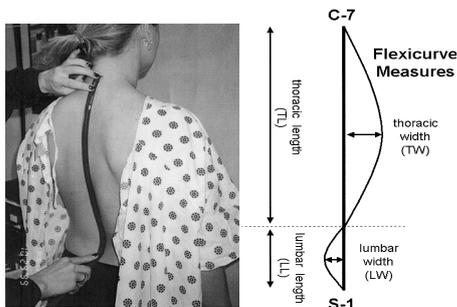


Fig 6. Flexicurve measurement of kyphosis and index of kyphosis; IK) calculation method. (IK=(TW/TL) x 100)

Hinman(2004)은 플렉시커브 기구를 이용하여 건강한 26명의 노인(66~88세)과 25명의 장년(21~51세)의 흉추 후만각과 자세 경직(postural stiffness) 정도를 측정 비교하였다. 측정 변수는 후만 지수(index of kyphosis)와 이완 자세와 곧게 선 자세 시에 후만 지수 비(ratio)를 측정하였다. 노인과 장년층간에 이완 자세나 곧게 선

자세 시 각각 유의한 차이가 있었고, 안정 시와 곧게 선 자세 간에 후만 지수를 비교한 후만 지수 비는 노인 (1.11±.10)보다 장년층(1.45±.29)이 유의하게 큰 차이를 보였다.

Dunleavy 등(2010)은 건강한 사람들을 대상으로 플렉시커브의 측정 신뢰도와 측정 오차, 95% 신뢰구간에서의 최소감지변화(minimal detectable change; %MDC95)를 연구하였다. TL, TW, LL, LW의 측정자내 신뢰도는 .61~.80으로 중등도(moderate)에서 우수(good)의 수준을 보였고, 측정자간 신뢰도는 .58~.72 준으로 나타났다. 측정 오차는 TW와 TL, LW가 15~35%로 중등도에서 높은(high) 수준을, TL은 낮은 수준(1~6%)을 보였으며, %MDC95는 TL, LL, LW에서 높은 수준(40% 이상)을 나타내었다. 결론적으로 플렉시커브 기구는 우수한 측정자내 신뢰도와 낮은 측정 오차 그리고 낮은 MDC95를 보이는 임상에서 사용하기에 유용한 기구라고 하였다.

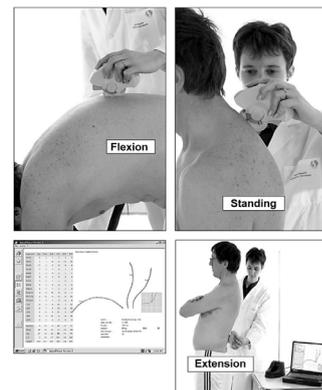


Fig 7. Spinal mouse measurement of kyphosis and index of kyphosis. (출처: Mannion 등, 2004)

5) 스파이날 마우스(spinal mouse)

스파이날 마우스는 요추와 흉추 그리고 천추의 만곡과 관절가동범위를 측정할 수 있도록 고안된 장비로, 경추 7번부터 천추 3번까지 척추 극돌기의 피부 위를 긁어내리는(drag) 방법으로 측정하고 무선으로 그 정보가 컴퓨터로 전달되어 각 척추분절별 굴곡과 신전 각도 그리고 골반의 경사, 척추의 경사각과 전체 길이를 평가할 수 있는 기구이다(Fig 7).

이 장비를 이용한 연구로는 요추부 안정화 운동 후 척추 분절의 움직임을 평가한 연구(김선엽과 백인협, 2003)와 스파이날 마우스 장비의 신뢰도는 성인을 대상으로 한 연구에서 신뢰도가 높다고 알려져 있고 (Mannion 등, 2004; Post와 Leferink, 2004), 건강한 청

소년을 대상으로 한 연구에서도 측정자내 신뢰도 (ICC=.61~.96)와 측정자간 신뢰도(ICC=.70~.93)가 양호에서 높은 수준을 보이고 있다(Kellis 등, 2008). Guermazi 등(2006)도 건강한 사람들을 대상으로 요추의 굴곡 동작 시 스파이날 마우스와 방사선 사진을 이용한 관절 각도 측정 결과를 비교하는 타당성과 신뢰성 연구에서 요추의 분절성 움직임과 전체적인 운동성 (L1~S1)은 모두 높은 신뢰도를 보였으나, L5~S1의 운동성을 평가는 낮은 신뢰도를 보였다고 하였다.

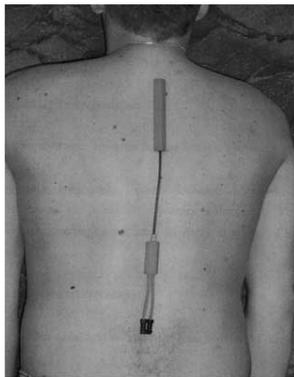


Fig 8. Flexible electrogoniometer measurement of kyphosis

6) 유연성 전자각도기(flexible electrogoniometer)

이 전자각도기는 동작분석 장비의 일종으로 두 개의 플라스틱 앤드 블록과 그 사이에 유연한 스프링으로 구성되어 있는 장비이다. 각도 측정은 두 개의 플라스틱 앤드 블록에서 나타나는 세로축의 각도변화에 따라 기록되는 전기 저항의 신호를 컴퓨터가 인식하여 각도를 계산해 내는 방식으로 측정을 하는 장비이다. Perriman 등(2010)은 흉추 후만각 측정에 대한 유연성 전자각도기의 타당성을 연구를 위해 7가지 기능적 자세 시에 각각 흉추 만곡을 측정하고 일주일 후에 재검사를 하였고, 구성 타당도를 평가하기 위해 곧게 선 자세와 구부정한 자세에서 측정하고, Cobb 각을 평가하여 비교하였다(Fig 8). 측정의 정확도를 평가하기 위해 함께 측정한 경사 각도기(plurimeter)의 측정값과는 매우 우수한 상관성을 나타내었고($r=.099$), 검사-재검사의 신뢰도도 매우 높았다(ICC=.92). Cobb 각 측정값과 매우 근접한 결과를 보였다고 하였다.

7) 알코미터(arcometer)

알코미터는 척추의 만곡 측정 장비로 1m 길이의 기본 막대에 위치를 조정할 수 있는 세 개의 50cm 수직 막대를 장착하여 세 막대의 길이를 기초로 하여 흉추의

만곡 각도를 분석한다(Fig 9). 만곡각도의 측정 방법은 그림 9에서 제시된 FA, FB, f, h1과 h2의 수치를 기초로 하여 다소 복잡한 공식에 따라 각도를 측정한다(Chaise 등, 2011).

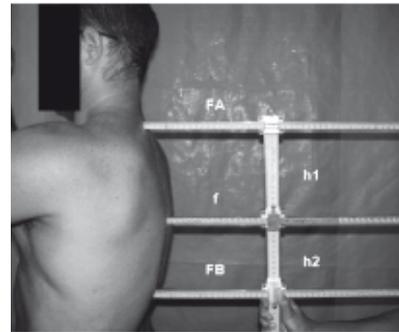


Fig 9. Arcometer measurement of kyphosis

D’Oswaldo 등(1997)은 154명을 대상으로 이 장비의 타당도에 대한 연구에서, 방사선 사진 분석 결과와 비교해 2.9도의 차이가 있었고, 측정간내 측정 오차는 1.1도, 측정자내 측정 오차는 .1도였다고 하면서 이 장비의 임상적으로 간편하게 사용할 수 있는 신뢰성 있고 타당도 높은 장비라고 하였다. Chaise 등(2011)도 Cobb 각과 알코미터를 이용해 측정한 흉추 후만각을 비교하여 그 정확도가 서로 유사하다고 하였고, 측정자간과 측정자내 신뢰도 그리고 타당도가 모두 우수한 척추 만곡 측정방법이라 보고하였다.

현재 임상에서 경부통과 요통 등의 체간부 기능장애와 견부와 고관절 통증과 같은 지절부의 장애와 흉추 후만각의 영향과 연관성에 대한 연구들이 국제적으로 지속적으로 이루어지고 있고, 국내에서 점차 그 관심이 커지고 있다. 이와 발맞추어 적절한 평가와 측정방법이 연구되어야 하며, 우리나라 사람들을 대상으로 한 연구들이 함께 진행되어야 할 것이다. 이 연구를 기초로 하여 다음에는 흉추 후만각을 줄이기 위한 중재방법과 후만각과 관련 인체 부위 간에 상호 연관성에 대한 연구들이 이루어지길 기대한다.

IV. 결론

흉추 후만각은 연령의 증가에 따라 자연스럽게 증가하며 특히 한국인은 좌식생활의 생활형태와 컴퓨터를 주로 사용하는 작업 특성으로의 변화와 그로 인한 부적절한 자세 습관으로 흉추 후만증의 발생이 증가할 것으

로 예상된다. 따라서 흉추 후만증을 단순히 골다공증의 합병증으로 나타나는 질환으로만 볼 것이 아니라 건강을 저해하는 임상적으로 중요한 요인으로 인식해야만 할 것이다. 또한 임상에서 흉추 후만각을 정확히 평가하고 증가된 흉추 후만각을 감소시킬 수 있는 적절한 치료기법의 개발과 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 효과적인 치료와 예방을 통하여 증가하는 노인 인구의 건강 향상을 목표로 하는 임상연구가 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 김선엽, 백인협. 복횡근 강화운동이 체간 신전-굴곡 시 척추 분절 운동에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2003;10(1):63-76.
- 석세일, 이춘성, 노민, 등. 한국 성인의 하부 흉추 및 요추추부 분절. 대한정형외과학회지. 1989;24(1):237-244.
- 김동수, 김용민, 최의성, 등. 정상 한국인의 요추부 각 분절의 형태 및 운동범위. 대한정형외과학회지. 2008;43(5):595-600.
- Arnold CM, Beatty B, Harrison EL, et al. The reliability of five clinical postural alignment measures for women with osteoporosis. *Physiother Can.* 2000;52(4):286-294.
- Balzini L, Vannucchi L, Benvenuti F, et al. Clinical characteristics of flexed posture in elderly women. *J Am Geriatr Soc.* 2003;51:1419-1426.
- Birnbaum K, Siebert CH, Hinkelmann J, et al. Correction of kyphotic deformity before and after transection of the anterior longitudinal ligament-a cadaver study. *Arch Orthop. Trauma Surg.* 2001;121:142-147.
- Bot SD, Caspers M, Van Royen BJ, et al. Biomechanical analysis of posture in patients with spinal kyphosis due to ankylosing spondylitis: A pilot study. *Rheumatol (Oxford, England).* 1999;38(5):441-443.
- Burton AK. Regional lumbar sagittal mobility; measurement by flexicurves. *Clin Biomech* 1986;1:20-26.
- Caine MP, McConnell AK, Taylor D. Assessment of spinal curvature: An evaluation of the flexicurve and associated means of analysis. *Int J Rehabil Res.* 1996;19:271-278.
- Chaise FO, Candotti CT, Torre ML, et al. Validation, repeatability and reproducibility of a non-invasive instrument for measuring thoracic and lumbar curvature of the spine in the sagittal plane. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(6):511-517.
- Crawford HJ, Jull GA. The influence of thoracic posture and movement. On range of arm elevation. *Physiother Theory Pract.* 1993;9:143-148.
- Crosbie J, Kilbreath SL, Hollmann L, et al. Scapulohumeral rhythm and associated spinal motion. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2008;23(2):184-192.
- D'Osualdo F, Schierano S, Iannis M. Validation of clinical measurement of kyphosis with a simple instrument, the arcometer. *Spine (Phila Pa 1976).* 1997;22(4):408-413.
- Dunleavy K, Mariano H, Wiater T, et al. Reliability and minimal detectable change of spinal length and width measurements using the Flexicurve for usual standing posture in healthy young adults. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2010;23(4):209-214.
- Edmondston SJ, Singer KP. Thoracic spine: anatomical and biomechanical considerations for manual therapy. *Man Ther.* 1997;2(3):132-143.
- Ensrud KE, Black DM, Harris F, et al. Correlates of kyphosis in older women. *J Am Geriatr Soc.* 1997;45:682-687.
- Ferrucci L, Bandinelli S, Cavazzini C, et al. Neurological examination findings to predict limitations in mobility and falls in older persons without a history of neurological disease. *Am J Med.* 2004;116:807-815.
- Fon GT, Pitt MJ, Thies AC. Thoracic kyphosis: Range in normal subjects. *AJR* 1980;134:979-983.
- Goh S, Price RI, Leedman PJ, et al. The relative influence of vertebral body and intervertebral disc shape on thoracic kyphosis. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 1999;14:439-448.

- Greendale GA, Nili NS, Huang MH, et al. The reliability and validity of three non-radiological measures of thoracic kyphosis and their relations to the standing radiological Cobb angle. *Osteoporos Int.* 2011;22(6):1897-1905.
- Gstoettner M, Sekyra K, Walochnik N, et al. Inter- and intraobserver reliability assessment of the Cobb angle: Manual versus digital measurement tools. *Eur Spine J.* 2007;16(10):1587-1592.
- Guerhazi M, Ghroubi S, Kassis M, et al. Ben Hammouda I, Elleuch MH. Validity and reliability of Spinal Mouse to assess lumbar flexion. *Ann Readapt Med Phys.* 2006;49(4):172-177.
- Hamel, K. Head and Trunk Kinematics During Stair Descent. *International Society of Biomechanics. XVIIIth Congress. Switzerland. Zurich.* 2001.
- Hart DL, Rose SJ. Reliability of a noninvasive method for measuring the lumbar curve. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1986;8(4):180-184.
- Hinman MR. Comparison of thoracic kyphosis and postural stiffness in younger and older women. *Spine J.* 2004;4:413-417.
- Huang MH KW, Kado DM, Nguyen CB, et al. Hyperkyphotic posture and risk of injurious falls in older persons: the Rancho Bernardo Study. *J Gerontol A Biol Sci Med.* 2007;62:652-657.
- Huang MH, Barrett-Connor E, Greendale GA, et al. Hyperkyphotic posture and risk of future osteoporotic fractures: the Rancho Bernardo study. *J Bone Miner Res.* 2006;21:419-423.
- Itoi E, Sinaki M. Effect of back-strengthening exercise on posture in healthy women 49 to 65 years of age. *Mayo Clin Proc.* 1994;69:1054-1059.
- Jiang H, Raso J V, Moreau M J, et al. Quantitative morphology of the lateral ligaments of the spine. Assessment of their importance in maintaining lateral stability. *Spine.* 1994;19(23):2676-2982.
- Kado DM, Browner WS, Palermo L, et al. Cummings SR. Vertebral fractures and mortality in older women: A prospective study. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Arch Intern Med.* 1999;159:1215-1220.
- Kado DM, Duong T, Stone KL, et al. Incident vertebral fractures and mortality in older women: A prospective study. *Osteoporos Int.* 2003;14:589-594.
- Kado DM, Huang MH, Barrett-Connor E, et al. Hyperkyphotic posture and poor physical functional ability in older community-dwelling men and women: The Rancho Bernardo study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;60:633-637.
- Kado DM, Huang MH, Karlamangla AS, et al. Hyperkyphotic posture predicts mortality in older community-dwelling men and women: A prospective study. *J Am Geriatr Soc.* 2004;52:1662-1667.
- Keller TS, Harrison DE, Colloca CJ, et al. Prediction of osteoporotic spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976).* 2003;28:455-462.
- Kellis E, Adamou G, Tziliou G, et al. Reliability of spinal range of motion in healthy boys using a skin-surface device. *J Manipulative Physiol Ther.* 2008;31(8):570-576.
- Kerrigan DC, Xenopoulos-Oddsson A, Sullivan MJ, et al. Effect of a hip Flexor-Stretching Program on gait in the elderly. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84:1-6.
- Korovessis P, Petsinis G, Papazisis Z, et al. Prediction of thoracic kyphosis using the Debrunner kyphometer. *J Spinal Disord.* 2001;14(1):67-72.
- Lewis JS, Valentine RE. Clinical measurement of the thoracic kyphosis. A study of the intra-rater reliability in subjects with and without shoulder pain. *Musculoskelet Disord.* 2010;11(1):39.
- Lynn SG, Sinaki M, Westerlind KC. Balance characteristics of persons with osteoporosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997;78:273-277.
- Mannion AF, Knecht K, Balaban G, et al. A new skin-surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion of the spine: Reliability of measurements and comparison with data reviewed from the

- literature. *Eur Spine J.* 2004;13(2):122-136.
- Manns RA, Haddaway MJ, McCall IW, et al. The relative contribution of disc and vertebral morphology to the angle of kyphosis in asymptomatic subjects. *Clin Radiol.* 1996;51:258-262.
- Martin AR, Sornay-Rendu E, Chandler JM, et al. The impact of osteoporosis on quality-of-life: The OFELY cohort. *Bone.* 2002;31:32-36.
- Milne JS, Williamson J. A longitudinal study of kyphosis in older people. *Age Ageing* 1983;12(3): 225-233.
- Nishiwaki Y, Kikuchi Y, Araya K, et al. Association of thoracic kyphosis with subjective poor health, functional activity and blood pressure in the community-dwelling elderly. *Environ Health Prev Med.* 2007;12(6):246-250.
- Panjabi MM, Takata K, Goel V, et al. Thoracic human vertebrae. Quantitative three-dimensional anatomy. *Spine (Phila Pa 1976).* 1991;16(8):888-901.
- Pawlowsky SB, Hamel KA, Katzman WB. Stability of kyphosis, strength, and physical performance gains 1 year after a group exercise program in community-dwelling hyperkyphotic older women. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90:358-361.
- Perriman DM, Scarvell JM, Hughes AR, et al. Validation of the flexible electrogoniometer for measuring thoracic kyphosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;15;35(14):E633-640.
- Post RB, Leferink VJ. Spinal mobility: Sagittal range of motion measured with the Spinal Mouse, a new non-invasive device. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2004;124:187-192.
- Ryan SD, Fried LP. The impact of kyphosis on daily functioning. *J Am Geriatr Soc.* 1997;45:1479-1486.
- Schneider DL, von Muhlen D, Barrett-Connor E, et al. Kyphosis does not equal vertebral fractures: the Rancho Bernardo study. *J Rheumatol.* 2004;31: 747-752.
- Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, et al. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: A prospective 10-year follow-up of postmenopausal women. *Bone* 2002;30:836-841.
- Sinaki M, Mikkelsen BA. Postmenopausal spinal osteoporosis: flexion versus extension exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 1984;65:593-596.
- Stewart SG, Jull GA, Ng JK-F, et al. An initial analysis of thoracic spine movement during unilateral arm elevation. *J Man Manip Ther.* 1995;3(1):15-20.
- Takahashi T, Ishida K, Hirose D, et al. Trunk deformity is associated with a reduction in outdoor activities of daily living and life satisfaction in community-dwelling older people. *Osteoporos Int.* 2005;16:273-279.
- Yanagawa TL, Maitland ME, Burgess K, et al. Assessment of thoracic kyphosis using the flexicurve for individuals with osteoporosis. *Hong Kong Physiother J.* 2000;18(2):53-57.