

정상 성인의 경추, 요추 운동범위 및 연령에 따른 영향

연세대학교 의과대학 재활의학교실, 연세대학교 의과대학 재활의학연구소 및
인제대학교 의과대학 재활의학교실*

박 창 일 · 김 유 철 · 신 지 철
김 덕 용 · 김 용 욱 · 김 철*

=Abstract=

Normal Cervical and Lumbar Range of Motion and Influence of Age

Chang Il Park, M.D., You Chul Kim, M.D., Ji Cheol Shin, M.D., Deog Young Kim, M.D.
Yong Wook Kim, M.D. and Chul Kim, M.D.*

*Department of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine
Research Institute of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine
and *Department of Rehabilitation Medicine, Inje University College of Medicine*

It is difficult to estimate the range of motion(ROM) of the cervical and lumbar spine because the spinal region consists of multiple small, inaccessible segments unlike the simple extremity hinge joints. However Knowing the normal range of motion is important in evaluating the disability and the reponse to treatment. Generally, normal ROM values represented by American Medical Association & American Academy Of Surgeons have been clinically used, but the age factor was not considered in those values. The purpose of this study was ① to determine the normal values of cervical, lumbar ROM of healthy volunteers aged from 13 to 69 years by using gravity & magnetic goniometer; ② to determine the age and gender differences on the ROM; ③ to examine the interrater and intrarater reliability of measurements; and ④ to compare our clinical measurements with the radiological measurements. Our measurement techniques demonstrated high correlation with the radiologic values with good interrater and intrarater reliabilities. All ROM values decreased significantly with age, however, gender was not a factor.

Key Words: Cervical spine, Lumbar spine, Range of motion, Goniometer

서 론

척추부 병변으로 인한 동통은 근골격계 질환중 가장 흔한 증상이며¹⁾, 특히 요통은 전체인구의 80% 정도가 일생 동안 한 번 이상 경험하는 증상으로 알려져 있다²³⁾. 통증으로 인하여 척추운동의 장애가 초래될 수 있으며

통증의 정도에 따라 장애의 정도가 다르게 나타난다. 척추부 관절 운동범위의 측정은 척추부 장애 유무 판정 및 장애 정도 평가에 도움이 되고, 치료결과 평가에 유용한 방법이다²³⁾. 그러나 경추, 요추 운동은 단순한 하나의 관절로 이루어진 대부분의 사지의 관절과는 달리 많은 작은 관절들의 복합적 움직임의 결과이며, 척추의 움직임을 직접 측정하는 것은 불가능하다. 흔

히 사용하는 피부표식자를 이용한 측정은 오차가 생길 가능성이 높고, 측정하고자 하는 부위이하 부분의 부가적인 움직임이 많아 정확한 측정이 어렵다¹⁹⁾. 이를 보완하기 위하여 단순방사선 측정방법^{16, 18, 31)}과 컴퓨터 단층촬영을 이용한 측정방법²⁶⁾, 단순각도계(universal goniometer)¹⁵⁾, 중력각도계(gravity goniometer) 및 경사계(inclinometer)^{1, 4, 12, 17, 19, 20, 28, 30, 34)}, 자기 각도계(magnetic compass)³⁴⁾, 동작 분석기(motion analyzer)^{10, 21)}등을 이용한 많은 방법들이 소개되었다. 현재 임상적으로 단순 각도계나 경사계를 이용한 American Medical Association¹¹⁾, American Academy of Orthopaedic Surgeons⁵⁾에서 제시한 표준치에 정상 운동범위를 적용하여 이용하는 실정이나 이 표준치는 연령, 성별에 따라 척추 운동범위의 차이가 있다는 많은 보고에도 불구하고 연령, 성별에 따른 표준치를 제시하고 있지 않고, 그 근거가 불확실하여 신뢰도 또한 불확실하다³⁴⁾.

이에 본 연구는 보편적으로 사용하는 중력, 자기 각도계와 측정부위의 부가적 움직임을 최소화 하기 위해 특별히 고안된 의자를 이용하여 앉은 자세에서의 경추 및 요추 운동범위를 측정하여 한국 정상 성인의 표준 치를 제시하고, 성별 및 연령에 따른 영향을 알아보고자 한다. 또한 본 각도계의 측정 방법에 대한 검사자간, 검사자 내부의 신뢰도를 알아보고, 그 정확도를 비교하기 위하여 가장 타당한 방법으로 알려진 방사선적 측정방법¹⁵⁾과 비교하였다.

연구대상 및 방법

1) 연구대상

연구대상은 최근 또는 과거에 경통, 요통으로 인해 치료를 받거나, 외상의 경험이 있는 경우와 이학적 검사 상에 주요 근골격계, 신경계 질환이 의심되는 경우 및 운동선수를 제외한 10대부터 60대까지의 각 연령 층 남녀 10명씩의 건강한 지원자 120명으로 하였다. 이들의 연령 분포는 12세부터 69세이었다.

2) 연구방법

(1) 정상성인 경추, 요추 운동범위 측정: 측정기기는 Performance Attainment Associates사의 중력 자기 각도계를 이용하여 고안하였고, 중력 각도계

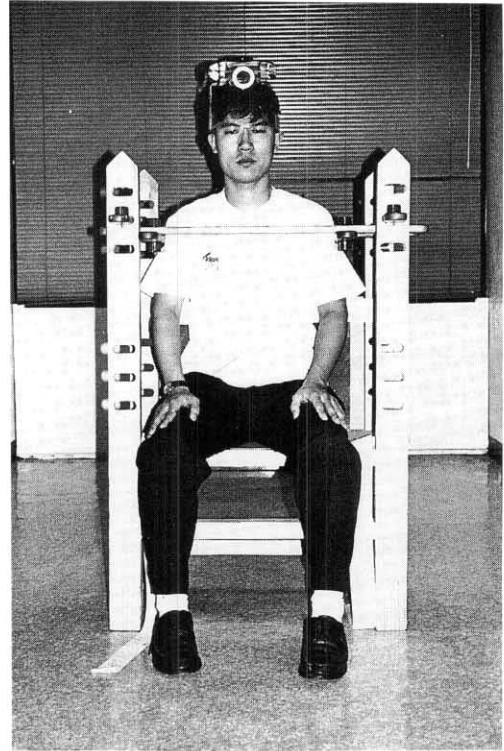


Fig. 1. Instruments for measuring cervical range of motion.

는 굴곡, 신전, 측굴 측정시에, 자기 각도계는 회전 운동범위 측정시 이용하였다. 다른 체간의 움직임을 최소화하기 위해 특수 고안한 의자에 앉은 자세에서 고정막대 및 벨트로 고정하였다. 측정 전에 연부조직을 부드럽게 하기 위하여 3회의 각각의 방향으로 운동을 시행하였고, 지원자에게 정확한 자세를 설명한 후 측정치에 제한을 줄 수 있는 의류, 장신구 등을 제거한 상태에서 오후에 측정하였다. 측정시 기준이 되는 중립자세^{6, 34)}는 긴장을 풀고 편안하게 앉은 자세에서 양발을 바닥에 가지런히 놓고 3미터 전방의 거울에 비친 본인의 눈을 쳐다보게 하여 자신의 자세를 교정하도록 유도한 자세로 정의하였고, 중립자세에서 시작하여 피검자가 각 운동 방향으로 검사자의 지시에 따라 최대한으로 움직여서 근육긴장 또는 동통으로 더 이상 움직일 수 없을 때의 측정치를 관절 운동범위의 값으로 하였다. 이때 피검자의 운동방향이 잘못되었을 때, 운동방향을 수정하였다(Fig. 1).

경추 운동범위는 1992년 Youdas등³⁰⁾이 제시한 Cervical Range Of Motion method와 동일한 방법으로 특수 고안한 의자에 앉은 자세에서 각도계를 부착한 모자를 피검자의 머리에 장착하고 중립자세를 취하게한후 두개의 측면 고정막대로 양쪽 상완의 근위부를 고정하고, 전후방 고정막대로 흉골상부를 기준으로 하여 고정한 후, 고정 벨트로 체간을 고정하여 경추부 운동시 체간의 다른부위에 의해 영향을 받지 않도록 하여 굴곡, 신전, 측방굴곡, 회전 순으로 측정하였다. 굴곡은 피검자의 턱을 가슴에 최대한 붙이도록 하여 측정하였고, 신전은 턱을 최대한 뒤로 젖히도록 하여 측정하였다. 측굴은 피검자의 귀가 어깨부위에 닿도록 하여 측정하였고, 회전은 턱의 상하운동 없이 머리를 어깨쪽으로 최대한 돌리도록 하여 측정하였다.

요추 운동범위는 특수 고안한 의자에 앉은 자세에서 중립자세를 취하게한 후 두개의 측면 고정막대로 양쪽 장골능 바로 아래를 고정하고, 전후방 고정막대로 전상장골굴돌기 아래를 고정한 후, 고정 벨트로 양쪽 대퇴부를 고정하여 요추부 운동시 체간의 다른부위에 의해 영향을 받지 않도록 하여 굴곡, 신전, 측굴, 회전 순으로 측정하였다. 굴곡은 1994년 Sullivan등³⁰⁾이 제시한 단순 경사계 방법과 동일하게 중립자세에서 흉요추 이행부위에서 중력각도계로 측정한후, 피검자의 손을 앞으로 뻗어 바닥에 닿도록 최대한 숙이게 하고 측정하여 두 측정값의 차이를 측정치로 하였다. 신전은 굴곡시와 마찬가지로 중립자세에서 흉요추이행부위에서 중력각도계로 측정한후, 팔짱을 낀 상태에서 체간을 최대한 뒤로 젖히도록 하여 측정하여 두 측정값의 차이를 측정치로 하였다. 측굴은 흉요추이행부위에 자기각도계를 위치하게한 후 손을 측정하고자 하는 방향으로 내밀어 바닥에 닿도록 최대한 숙이게 하여 측정하였고, 회전은 흉요추이행부위에 자기각도계를 위치하게 한후 팔짱을 낀 상태에서 체간을 측정하고자 하는 방향으로 체간의 기울어짐 없이 최대한 돌리도록 하여 측정하였다.

(2) 검사자간, 검사자 내부의 신뢰도 측정: 지원자 중 임의로 측정한 20명을 대상으로 2명의 검사자가 각각 서로의 기록을 모르는 상태에서 두 검사자 중 임의 순서대로 한 검사자가 측정후 측정기구를 제거한후 나머지 검사자가 재측정하였고, 그후 피검자로 하여금 일주일 이내 재방문토록하여 동일한 방법으로 두 검사

자가 재측정을 하여, 검사자간, 검사자내부의 신뢰도를 측정하였다.

(3) 방사선 측정방법과의 비교: 본 연구에서 이용한 각도계로 측정된 값의 타당도를 알아보기 위해 지원자 중 임의로 20명을 선정하여 가장 타당한 방법으로 알려진 방사선 측정방법으로 구한 측정치와 비교하였다. 단순 방사선 측정방법으로는 회전운동에 대한 측정이 불가능하여 경요추 굴곡, 신전, 측굴에 대하여 비교를 시행하였는데, 경추의 경우, 중립자세에서 표식자가 포함된 머리띠를 두부에 장착한후 촬영을 시행하고 본 연구방법과 동일하게 굴곡, 신전, 측굴을 시행하게 하고 촬영하여 표식자와 제 7 경추 하단면이 이루는 각과 중립자세에서의 값의 차이를 방사선 측정방법에 의한 측정치로 하였다. 요추부 경우, 경추부의 경우와 마찬가지로 중립자세에서 촬영하고, 본 연구방법과 동일하게 굴곡, 신전, 측굴을 시행하게 하고 촬영하여 제 12 흉추 하단면과 제1 천추 상단면의 각과 중립자세에서의 값의 차이를 방사선 측정방법에 의한 측정치로 하였다.

(4) 분석방법: SPSS-PC 통계 프로그램을 이용하여 각 측정치에 대하여 각각의 연령군간, 성별간의 비교는 ANOVA, 사후 검정 방법인 Duncan's multiple range test를 이용하여 비교하였고, p-value 0.05 미만을 통계학적 의의가 있는 것으로 하였다. 검사자간, 검사자 내부의 신뢰도 및 방사선 측정치와의 비교는 Perason correlation coefficient을 이용하여, Neter등²⁴⁾이 제시한 방법을 기준으로 값이 0.9 이상을 신뢰도가 높다, 0.8에서 0.89를 신뢰도가 좋다, 0.7에서 0.79를 신뢰도가 보통이다, 0.69 이하를 신뢰도가 좋지 않은 것으로 구분하였다.

결 과

1) 경추 운동범위의 연령에 따른 측정치

전체 대상자 120명의 경추 운동범위를 보면 굴곡이 $63.7^{\circ} \pm 8.7^{\circ}$, 신전이 $74.8^{\circ} \pm 10.8^{\circ}$ 이었고, 좌, 우측 회전이 각각 $74.8^{\circ} \pm 8.8^{\circ}$, $75.4^{\circ} \pm 8.3^{\circ}$ 이었고, 좌, 우측 측굴은 각각 $46.0^{\circ} \pm 7.9^{\circ}$, $46.3^{\circ} \pm 8.5^{\circ}$ 이었다. 평균 굴곡 운동범위는 10대 연령층에서 $72.0^{\circ} \pm 6.9^{\circ}$, 30대에서 $66.3^{\circ} \pm 7.6^{\circ}$, 60대에 $54.2^{\circ} \pm 4.7^{\circ}$ 로 연령이 증가함에 따라 감소하였고($p < 0.01$), 10대 연령군과의 차이

가 통계학적으로 유의 있는 연령층은 30대 이상의 연령이었고, 평균 신전 운동범위는 10대에서 $84.5^{\circ} \pm 9.1^{\circ}$, 30대 $74.7^{\circ} \pm 11.7^{\circ}$, 60대 $65.5^{\circ} \pm 5.9^{\circ}$ 로 연령이 증가함에 따라 감소하였고($p < 0.01$), 10대 연령군과 차이가 통계학적으로 유의있는 연령층은 굴곡의 경우와 마찬가지로 30대 이상의 연령군이었다($p < 0.05$). 평균 회전 운동범위는 각각의 연령층에서 좌, 우측간에 통계학적으로 의미 있는 차이를 보이지 않으며, 우측 회전 운동범위는 10대 연령층에서 $83.2^{\circ} \pm 5.2^{\circ}$, 30대에서 $76.6^{\circ} \pm 7.4^{\circ}$, 60대에 $66.8^{\circ} \pm 6.2^{\circ}$ 로 연령이 증가함에 따라 감소하였고($p < 0.01$) 10대 연령군과 차이가 통계학적으로 유의있는 연령층은 30대 이상의 연령군이었다($p < 0.05$). 이는 좌측 회전 운동범위에서도 같은 결과를 보였다. 평균 측굴 운동범위는 각각의 연령층에서 좌, 우측간에 통계학적으로 의미 있는 차이를 보이지 않으며, 우측 측굴운동범위는 10대 연령층에서 $83.2^{\circ} \pm 5.2^{\circ}$, 30대에서 $76.6^{\circ} \pm 7.4^{\circ}$, 60대에 $66.8^{\circ} \pm 6.2^{\circ}$ 로 연령이 증가함에 따라 감소하였고($p < 0.01$) 10대 연령군과의 차이가 통계학적으로 유의있는 연령층은 30대 이상의 연령군이었다($p < 0.05$). 이는 좌측 측굴 운동범위에서도 같은 결과를 보였다(Table 1).

2) 요추 운동범위의 연령에 따른 측정치

전체 대상자 120명의 요추 운동범위를 보면 굴곡이 $60.0^{\circ} \pm 8.7^{\circ}$, 신전이 $36.9^{\circ} \pm 8.8^{\circ}$ 이었고, 좌, 우측 회전이 각각 $26.6^{\circ} \pm 5.7^{\circ}$, $26.9^{\circ} \pm 5.5^{\circ}$ 이었고, 좌, 우측

측굴이 각각 $38.9^{\circ} \pm 8.0^{\circ}$, $39.0^{\circ} \pm 7.9^{\circ}$ 이었다. 평균 굴곡 운동범위는 10대 연령층에서 $70.8^{\circ} \pm 5.3^{\circ}$, 20대에서 $65.0^{\circ} \pm 4.7^{\circ}$, 60대에 $51.4^{\circ} \pm 5.0^{\circ}$ 로 연령이 증가함에 따라 감소하였고($p < 0.01$), 10대 연령군과의 차이가 통계학적으로 유의있는 연령층은 20대 이상의 연령군이었다($p < 0.05$). 평균 신전 운동범위는 연령이 증가함에 따라 10대 연령층에서 $49.8^{\circ} \pm 5.2^{\circ}$, 20대에서 $39.5^{\circ} \pm 5.2^{\circ}$ 로 급격히 감소한후($p < 0.05$), 40대에 $34.6^{\circ} \pm 8.4^{\circ}$, 60대에 $28.4^{\circ} \pm 4.2^{\circ}$ 로 연령이 증가함에 따라 서서히 감소하는 경향을 보였다. 평균 회전 운동범위는 각각의 연령층에서 좌, 우측간에 통계학적으로 유의 있는 차이를 보이지 않으며, 우측 회전 운동범위는 10대 연령층에서 $31.3^{\circ} \pm 4.7^{\circ}$, 30대에서 $27.0^{\circ} \pm 5.7^{\circ}$, 60대에 $22.7^{\circ} \pm 3.7^{\circ}$ 로 연령이 증가함에 따라 감소하였고($p < 0.01$) 10대 연령군과의 차이가 통계학적으로 유의있는 연령층은 30대 이상의 연령군이었다($p < 0.05$). 이는 좌측 회전 운동범위에서도 같은 결과를 보였다. 평균 측굴 운동범위는 각각의 연령층에서 좌·우측간에 통계학적으로 유의 있는 차이를 보이지 않으며, 우측 측굴 운동범위는 10대 연령층에서 $51.9^{\circ} \pm 4.7^{\circ}$, 20대에서 $38.4^{\circ} \pm 4.5^{\circ}$ 로 연령이 증가함에 따라 급격히 감소하였고($p < 0.01$), 그후 연령이 증가함에 따라 30대에 $37.9^{\circ} \pm 7.4^{\circ}$, 60대에 $33.3^{\circ} \pm 3.1^{\circ}$ 로 서서히 감소하는 양상을 보였다. 이는 좌측 측굴 운동범위에서도 같은 결과를 보였다(Table 2).

Table 1. Cervical Range of Motion According to Age

(unit: Degree)

Age(Year)	Range of motion					
	Flexion	Extension	Rt. rotation	Lt. rotation	Rt. Lat. Flex**	Lt. Lat. Flex**
10~19	72.0 ± 6.9	84.5 ± 9.1	83.2 ± 5.2	82.9 ± 5.8	50.8 ± 6.0	50.5 ± 6.0
20~29	68.3 ± 5.0	81.7 ± 11.0	81.8 ± 5.3	82.2 ± 5.8	49.4 ± 9.3	49.1 ± 8.9
30~39	$66.3 \pm 7.6^*$	$74.7 \pm 11.7^*$	$76.6 \pm 7.4^*$	$75.8 \pm 7.6^*$	49.2 ± 7.8	49.2 ± 7.9
40~49	$63.3 \pm 7.6^*$	$72.7 \pm 4.9^*$	$73.5 \pm 4.3^*$	$72.7 \pm 4.4^*$	46.2 ± 9.6	45.5 ± 5.9
50~59	$58.2 \pm 5.5^*$	$69.0 \pm 4.9^*$	$70.3 \pm 6.4^*$	$69.6 \pm 7.1^*$	$42.4 \pm 6.3^*$	$41.9 \pm 6.1^*$
60~69	$54.2 \pm 4.7^*$	$65.5 \pm 5.9^*$	$66.8 \pm 6.2^*$	$65.5 \pm 6.1^*$	$40.1 \pm 6.3^*$	$39.9 \pm 6.5^*$
Total	63.7 ± 8.7	74.8 ± 10.8	75.4 ± 8.3	74.8 ± 8.8	46.3 ± 8.5	46.0 ± 7.9

Values are Mean \pm Standard deviation

* $p < 0.05$

**Flex: Flexion

Table 2. Lumbar Range of Motion According to Age

(Unit: Degree)

Age(Year)	Range of Motion					
	Flexion	Extension	Rt. rotation	Lt. rotation	Rt. Lat. Flex**	Lt. Lat. Flex**
10~19	70.8±5.3	49.8±5.2	31.3±4.7	30.8±5.0	51.9±4.7	51.5±5.2
20~29	65.0±4.7*	39.5±5.2*	30.1±3.7	30.2±4.4	38.4±4.5*	40.3±4.8*
30~39	62.0±6.6*	36.2±4.4*	27.0±5.7	27.3±5.3*	37.9±7.4*	37.9±7.5*
40~49	56.4±5.2*	34.6±8.4*	26.2±5.5*	25.7±6.1*	37.0±5.5*	37.1±5.4*
50~59	54.7±7.1*	32.7±6.6*	24.4±4.5*	24.0±4.4*	35.2±4.5*	33.8±4.1*
60~69	51.4±5.0*	28.4±4.2*	22.7±3.8*	22.0±3.6*	33.3±3.1*	32.8±3.1*
Total	60.0±8.7	36.9±8.8	26.7±5.5	29.6±5.7	39.0±7.9	38.9±8.0

Values are Mean±Standard deviation

*p<0.05

**Flex: Flexion

Table 3. Range of Motion According to Sex Difference

(Unit: Degree)

	Sex		P-value
	Male	Female	
Cervical Flexion	63.3±8.5	64.2±9.0	NS
Cervical Extension	74.1±10.8	75.2±10.9	NS
Rt. Cervical Rotation	75.0±8.4	75.8±8.4	NS
Lt. Cervical Rotation	74.0±8.6	75.5±9.0	NS
Rt. Cervical Lat. Flexion	45.3±9.0	47.4±7.8	NS
Lt. Cervical Lat. Flexion	44.8±8.2	47.2±7.5	NS
Lumbar Flexion	60.0±8.5	60.2±8.0	NS
Lumbar Extension	36.6±8.9	37.2±8.9	NS
Rt. Lumbar Rotation	27.6±5.9	26.3±5.1	NS
Lt. Lumbar Rotation	27.5±5.9	25.8±5.4	NS
Rt. Lumbar Lat. Flexion	39.3±7.3	38.8±8.5	NS
Lt. Lumbar Lat. Flexion	39.0±7.6	38.8±8.5	NS

Values are mean±standard deviation, NS: not significant

3) 경추, 요추 운동범위의 성별에 따른 차이

경추 운동범위에서 굴곡 운동범위는 남녀 각각 63.3°±8.5°, 64.2°±9.0°로 차이를 보이지 않았고, 신전, 좌·우측 회전, 측굴 운동범위에서 또한 여자가 남자보다 큰 범위를 갖는 경향을 보이나, 통계학적으로 유의 있는 차이를 보이지 않았다. 요추 운동범위에서는 경추 운동범위와 달리 좌·우측 회전, 측굴 운동범위에서 남자가 여자보다 큰 범위를 갖는 경향을 보였고,

굴곡, 신전 운동범위에서는 여자가 남자보다 범위가 큰 경향을 보였으나, 요추 각각의 관절 운동범위에서 남녀간의 차이는 통계학적 의의가 없었다(Table 3).

4) 검사자간, 검사자내부 신뢰도

두 명의 검사자간의 오차는 첫번째 측정시 평균 2.0도에서 3.4도였고, 두번째 측정시에도 평균 2.0도에서 2.5도로 검사자간의 큰 차이를 보이지 않았고, Pearson correlation coefficient가 첫 번째 날 좌측

Table 4. Intertester Difference and Reliability

(Unit: Degree(γ))

Motion	Session	
	Session 1	Session 2
Cervical Flexion	2.7±2.0(0.96)	2.3±2.1(0.94)
Cervical Extension	3.0±2.6(0.96)	2.3±2.4(0.94)
Rt. Cervical Rotation	2.4±1.8(0.96)	2.1±2.1(0.92)
Lt. Cervical Rotation	3.4±1.6(0.93)	2.5±3.4(0.93)
Rt. Cervical Lat.Flexion	2.6±1.7(0.93)	2.4±2.5(0.95)
Lt. Cervical Lat.Flexion	2.1±1.8(0.97)	2.4±2.0(0.96)
Lumbar Flexion	2.6±1.5(0.98)	2.4±1.6(0.97)
Lumbar Extension	2.0±2.0(0.97)	2.3±1.9(0.93)
Rt. Lumbar Rotation	2.6±1.3(0.93)	2.0±1.3(0.93)
Lt. Lumbar Rotation	2.5±1.4(0.89)	2.1±1.9(0.96)
Rt. Lumbar Lat.Flexion	2.0±1.3(0.91)	2.0±1.7(0.95)
Lt. Lumbar Lat.Flexion	2.2±1.6(0.94)	2.0±1.8(0.94)

Values are Mean±Standard deviation

γ : Pearson Correlation Coefficient

All correlation coefficients are statistically significant($p < 0.01$).

Table 5. Intratester Difference and Reliability

(Unit: Degree(γ))

Motion	Session	
	Session 1	Session 2
Cervical Flexion	2.7±2.0(0.93)	3.4±2.5(0.91)
Cervical Extension	3.8±3.6(0.88)	4.3±3.3(0.87)
Rt. Cervical Rotation	2.0±2.6(0.91)	3.1±2.2(0.89)
Lt. Cervical Rotation	3.9±4.8(0.86)	4.0±3.7(0.86)
Rt. Cervical Lat.Flexion	4.5±4.1(0.73)	4.1±3.6(0.71)
Lt. Cervical Lat.Flexion	3.9±4.2(0.76)	3.4±4.1(0.79)
Lumbar Flexion	3.9±2.8(0.86)	3.5±2.3(0.92)
Lumbar Extension	2.3±1.9(0.74)	2.4±3.0(0.90)
Rt. Lumbar Rotation	2.7±4.4(0.70)	3.5±3.5(0.67)
Lt. Lumbar Rotation	2.7±3.4(0.75)	3.7±4.1(0.68)
Rt. Lumbar Lat.Flexion	3.1±2.8(0.77)	2.3±1.8(0.86)
Lt. Lumbar Lat.Flexion	2.6±1.9(0.86)	4.0±3.0(0.76)

Values are Mean±Standard deviation

γ : Pearson Correlation Coefficient

All correlation coefficients are statistically significant($p < 0.01$).

요추 측굴 운동범위가 0.89인 것을 제외하고 모든 관절 운동범위에서 0.90이상으로 신뢰도가 높은 것을 알 수 있었다(Table 4). 검사자내부 오차는 검사자 1에서 평균 2.0도에서 4.5도 였고, 검사자 2에서는 평균

2.3도에서 4.3도로 동일한 날짜에 시행한 검사자간의 오차보다 큰 경향을 보였다. 검사자 2의 좌·우측 요추 회전운동범위에서 Pearson correlation coefficient가 각각 0.68, 0.67를 제외한 모든 관절 운동범

Table 6. Comparison of Measurements by Goniometer and Plain Radiography (Unit:Degree)

Motion	Goniometer	Radiography	γ
Cervical Flexion	66.9±7.4	62.2±8.2	0.87
Cervical Extension	76.8±9.3	70.2±13.2	0.87
Rt. Cervical			
Lat. Flexion	46.2±6.8	44.0±5.8	0.82
Lt. Cervical			
Lat. Flexion	46.0±7.3	44.5±6.2	0.91
Lumbar Flexion	63.4±7.7	61.3±6.5	0.88
Lumbar Extension	37.2±6.6	30.6±5.2	0.88
Rt. Lumbar			
Lat. Flexion	38.0±8.1	34.9±6.1	0.90
Lt. Lumbar			
Lat. Flexion	38.2±7.6	34.8±7.5	0.90

Values are mean±standard deviation

All correlation coefficients are statistically significant(p<0.01)

위에서 Pearson correlation coefficient가 0.7이상으로 보통 이상의 신뢰도를 보였다(Table 5).

5) 방사선 측정방법과의 비교

본 연구의 측정치와 단순방사선 측정치를 비교분석해보면 각도계를 이용한 측정치가 방사선 측정치에 비해 큰 경향을 보였고, 평균 경추 굴곡 운동범위에서 각도계를 이용한 경우 66.9°±7.4°, 방사선 측정방법을 이용한 경우 62.2°±8.2°로 평균 4.7°정도의 차이를 보였으며, 경추 신전 운동범위에서는 각도계를 이용한 경우 76.8°±9.3°, 방사선 측정방법을 이용한 경우 70.2°±13.2°로 평균 3.4°정도의 차이를 보였고, 좌·우측 경추 측굴 운동범위에서 각각 평균 1.5°, 2.2°의 차이를 보였다. 요추 굴곡 운동범위는 평균 2.1°의 차이를 보였고, 좌·우측 요추 측굴 운동범위에서 각각 평균 3.4°, 3.1°의 차이를 보였으나 요추 신전 운동범위에서 평균 6.6°정도의 차이를 보여 상대적으로 다른 운동범위에 비해 큰 평균값의 차이를 보였으나, Pearson correlation coefficient 값이 모든 운동범위에서 0.8이상으로 좋은 신뢰도를 보였다(Table 6).

고찰

척추의 운동범위에 대한 연구는 수많은 연구자에 의해 수세기 동안 계속 지속되고 있지만 그 측정 방법에 있어 많은 논란이 있어 왔다. 이들 측정 방법에 대한 평가는 Reynold²⁷⁾가 언급한 바와 같이 운동범위를 측정하는 방법은 간단하고 빠르며, 재측정시 오차가 적어야한다. 단순방사선적 측정방법은 가장 타당한 방법으로 알려져 있으나¹⁵⁾, 시간이 오래 걸리고, 가격이 비싸고, 방사선에 노출되는 위험이 있으며, 굴곡, 신전, 측굴은 측정가능하나 회전 운동범위는 측정이 불가능하다⁷⁾. 나안 측정법과 단순 각도계는 측정하고자 하는 운동범위의 정확한 측정기준점을 정하기 어려운 단점이 있어 정확도에서 떨어지고³⁴⁾, 동작분석기를 이용하는 경우 진정한 척추 운동범위가 아닌 척추위의 피부의 움직임을 측정하게 되고 측정이 번거롭다²⁹⁾. 현재 중력각도계를 이용하는 방법이 비만한 사람의 요추부 측정시 측정기준이 되는 측정기준점을 정하는데 어려운 단점이 있으나²⁰⁾ Tucci등³³⁾이 언급한 바와 같이 단순하고, 가격이 비싸지 않고, 비교적 정확한 방법으로 알려져 있다.

본 연구는 중력 및 자기 각도계를 이용하여 시행하였다. 척추 운동범위 측정시 측정하고자 하는 부위 외의 부가적 움직임이 정확도를 떨어뜨리는 원인이 되는데 이 때문에 쌍 경사계와 같이 측정부위외의 움직임을 측정하여 총 움직임에서 제하는 방법¹⁹⁾을 이용하거나 이는 진정한 운동범위보다 총 움직임의 일부인 측정부위의 움직임을 측정하는데 지나지 않다. 본 연구는 측정 부위 아래 부분을 직접 고정함으로써 부가적 움직임을 최소한으로 하였다. 또한 본 연구에서는 요추 운동범위 측정시 대부분의 다른 연구와는 달리 기립자세가 아닌 앉은 자세에서 측정하였는데 이는 피검자가 기립자세에서 운동시에 몸의 균형을 잡으려하는 자세를 취하게 되고 이로 인해 최대한의 진정한 요추 운동범위를 얻기 어렵고, 슬건의 연축에 의해 운동범위의 제한을 가져 올 수 있기 때문이다²⁰⁾. 본 연구는 측정방법에 대한 정확도, 타당도를 알아보기 위해 검사자 간, 검사자 내부의 신뢰도와 가장 타당한 방법으로 알려진 방사선적 방법과 비교하였다. 검사자간 오차는 평균 2.0도에서 3.4도까지였고, Pearson correlation

coefficient가 대부분의 관절 운동 범위에서 0.90-1 이상으로 측정방법에 대한 신뢰도가 높은 것을 알 수 있었다. 검사자내부 오차는 평균 2.0도에서 4.5도였고, 대부분의 관절 운동범위에서 Pearson correlation coefficient가 0.7이상으로 보통 이상의 신뢰도를 보였다. 검사자내부 신뢰도가 검사자간 신뢰도에 비해 낮은 경향을 보였다. 이는 Capiano-Pucci⁷⁾, Defibaugh⁹⁾의 보고와 비슷하였는데 Defibaugh⁹⁾는 검사자간의 측정기간이 한 검사자가 측정후 재측정 시까지의 기간 보다 짧기 때문이라고 하였는데 본 연구에서는 검사자간의 측정기간이 수십분에 지나지 않았으며, 검사자간의 재측정시까지의 기간이 최소한 1일 이상이었다. 하지만 대부분의 운동범위 측정에 대한 검사자간, 검사자내부 신뢰도는 모두 높았다. 단순 방사선측정방법과 비교는 회전 운동범위가 단순 방사선 측정방법으로는 측정이 불가능하여 굴곡, 신전, 측굴에 대해서만 시행하였는데 각도계를 이용한 본 연구방법은 측정치가 방사선 측정치에 비해 큰 경향을 보였고, 평균 1.5°에서 6.6°의 차이를 보였으나 Pearson correlation coefficient 값이 모든 운동범위에서 0.8 이상의 신뢰도를 보였다. Rondinelli²⁸⁾은 통상적으

로 허용하는 오차는 5°라고 하였는데 본 연구에서는 대부분의 운동범위에서 5°이상의 오차를 보이지 않았으나, 요추 신전 운동범위 측정시 평균 6.6°의 오차를 보였다. 이는 단순방사선 촬영시 기립자세에서 시행하여 피검자가 자세유지에 어려움이 있었기 때문이 아닌가 보여진다. 방사선 측정방법과 본 각도계를 이용한 측정시 소요시간을 비교해 보면 각도계를 이용한 경우 10~15분, 방사선 측정방법시 30~40분 정도 소요되었고, 각도계를 이용한 경우 훨씬 측정이 간편하였다. 이는 Tucci³³⁾가 보고한 것과 동일하였다. 그러므로 본 측정방법은 요추 신전운동범위 측정시는 불확실하나 비교적 정확하고 신뢰성이 있으며, 임상적으로 유용한 방법으로 사료된다.

경추, 요추 운동범위에 대해 다른 저자들의 보고와 비교해 보면, 서로 다른 측정방법으로 서로 다른 대상을 측정함으로써 비교함에 무리가 있으나, 20대 연령층을 기준으로 보면 대부분의 운동범위에서 본 연구의 측정치가 큰 경향을 보였는데(Table 7, 8), 이는 김등¹⁾이 만 10세부터 59세까지 1100명을 대상으로 중력각도계로 측정하여 보고한 측정치가 다른 저자들의 보고보다 큰 경향을 보인 것으로 미루어 한국인이 다

Table 7. Summary of Studies of Cervical Range of Motion in Healthy Subjects

Author	Method	Subject	Active cervical range of motion			
			Flexion	Extension	Rotation	Lat. Flexion
Youdas et al. ³⁴⁾	CROM*	male		76.7	69.6	44.9
		female	54.3	85.6	74.6	46.2
Buck et al. ⁶⁾	Bubble goniometer	male	66.0	73.0	72.0	
		female	69.0	81.0	73.0	
Kuhlman ⁷⁾	Gravity goniometer	male	69.0	70.6	90.3	46.1
		female	69.8	80.8	95.8	51.1
Kim et al. ¹⁾	Gravity goniometer	male	61.2	77.0	82.5	45.7
		female	66.1	87.2	82.5	59.4
AMA ¹¹⁾	Single inclinometer	mean	60.0	75.0	80.0	45.0
Author	CROM	mean	68.3	81.7	81.8	49.3

Values are in degrees.

*CROM: Cervical range of motion

Table 8. Summary of Studies of Lumbar Range of Motion in Healthy Subjects

Author	Method	Subject	Active cervical range of motion			
			Flexion	Extension	Rotation	Lat. Flexion
Dvorak et al. ¹⁰⁾	Motion	male	75.4	31.9	47.9	36.2
	Analyzer	female	67.9	28.5	46.1	31.4
Fitzgerald et al. ¹²⁾	Goniometer	mean		41.2		37.6
McGregor et al. ²¹⁾	Spine analysis system	male	64.9	30.2	28.9	35.2
		female	54.5	26.1	30.1	33.9
Kim and Lee ²⁾	I.S.O.M	mean	54.9	49.8	28.4	50.9
AMA ¹¹⁾	Single inclinometer	mean	60.0	25.0	30.0	25.0
Author	Single inclinometer	mean	65.0	39.5	30.1	38.4

Values are in degrees.

른 인종에 비해 척추 운동범위가 더 크기 때문이 아닌가 생각되며, 본 연구가 측정부위의 부분을 고정하여 측정부위이하 부분을 안정시키고 요추 운동범위 측정시 다른 저자들과는 달리 앉은 자세에서 측정하여 슬건의 연축의 영향을 받지 않은 상태에서 최대한의 진정한 관절운동범위를 측정하였기 때문으로 보여진다.

척추 관절 운동범위에 대한 연령의 영향은 대부분의 다른 저자들의 보고에서 연령이 증가함에 따라 감소한다고 보고하고 있다. Moll등²²⁾은 요추 운동범위에서 25~34세이후 점차적으로 연령이 증가함에 따라 감소함을 보고하였고, Tanz등³¹⁾은 요추 운동범위가 13세에서 35세까지 급격한 감소를 보고한 바 있다. Lind등¹⁸⁾은 방사선 측정방법으로 70명의 정상성인을 대상으로 경추 운동범위를 측정하였을 때 연령 1세가 증가함에 따라 굴곡은 0.14°, 신전은 0.51°, 측굴은 0.50°, 회전은 0.63°씩 감소함을 보고한 바 있고, Youdas등³¹⁾은 11세부터 97세까지의 337명을 대상으로 경추 운동범위를 측정하여 연령 1세당 굴곡은 0.3°, 신전은 0.5°, 나머지 운동범위는 0.3° 정도의 감소를 보고하였다. 본 연구에서는 연령 1세당 경추 굴곡은 0.3°, 신전은 0.4°, 측굴은 0.3°, 회전은 0.4°, 요추 굴곡은 0.3°, 신전은 0.4°, 측굴과 회전은 0.2° 정도의 관절운동범위

의 감소를 보여 다른 저자들과의 보고와 일치하였다. 연령의 관절 운동범위에 대한 영향은 White등³⁵⁾이 보고한 바와 같이 운동량의 감소와 구조적 변화로 설명할수 있는데, 운동량의 감소는 연부조직의 밀도를 증가시키고 연부조직의 elastin을 collagen으로 대체시키며, 근육, 연부조직 및 관절낭의 섬유화를 촉진시킨다¹⁴⁾. 그리고 구조적으로는 골돌기가 형성되고¹³⁾, 연부조직내의 collagen의 함량이 증가하고³⁾, 추간판의 퇴행³²⁾이 일어나기 때문으로 보여진다.

성별에 따라 척추 관절 운동범위의 차이는 저자마다 논란이 많이 있는데, O' Driscoll등²⁵⁾은 수각도계(hydrogoniometer)로 경추 운동범위를 측정하였을 때 여자가 남자에 비해 모든 관절 운동범위가 큼을 보고하였고, 김등¹⁾은 경추 운동범위에서 굴곡, 신전, 측굴에서 여자가 남자보다 운동범위가 큼을 보고하였고, 김등²⁾은 흉요추 운동범위를 측정하였을 때 굴곡, 신전, 측굴에서 여자가 운동범위가 큼을 보고한 바 있으나, Moll등²²⁾은 요추 굴곡 측정시 남자가 여자에 비해 관절 운동범위가 크나, 측굴은 여자가 남자보다 크다하였으며, Lind등¹⁸⁾은 경추 운동범위에서 남녀간의 차이를 보이지 않는다고 하였고, Dvorak등¹⁰⁾은 요추 운동범위가 남녀간의 큰 차이는 없으나 남자가 여자에 비해 약간 큼을 보고하였다. 본 연구에서는 경추, 요추

의 모든 관절운동범위에서 남녀간의 통계학적 차이를 보이지 않았다.

이상과 같이 본 연구는 정상 성인 120명을 대상으로 경추, 요추 운동범위를 측정하였고, 연령이 증가함에 따라 모든 관절 운동범위가 감소함을 볼 수 있어 향후 연령에 따라 관절 운동범위의 표준치가 달라야 할 것으로 사료된다. 그러나, 본 연구에서 이용한 고정장치의 완전고정 여부와 회전 운동범위의 타당도에 대한 검정을 평가하지 못한 것이 이번 연구의 한계점으로 보여지며, 더욱 많은 정상 성인을 대상으로 하는 연구가 앞으로 필요할 것으로 사료된다.

결 론

10대에서 60대까지 각각의 연령, 성별에 따라 10명씩 경, 요추부 외상 또는 동통으로 치료를 받은 경험이 있거나 현재 동통이 있는 경우를 제외한 정상 성인 120명을 대상으로 하였다. 다른 신체 부위에 의한 영향을 최소화하기 위해 특수 제작한 의자에 앉은 상태에서 측정 방법이 손쉬운 중력각도기(gravity goniometer), 자력 각도기(magnetic goniometer)를 이용하여 고안한 측정기를 장착시키고 각각 굴곡, 신전, 측굴, 회전 운동범위를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 정상 성인의 경추 운동범위는 굴곡이 $63.7^\circ \pm 8.7^\circ$, 신전이 $74.8^\circ \pm 10.8^\circ$, 우측 회전이 $75.4^\circ \pm 8.3^\circ$, 좌측 회전이 $74.8^\circ \pm 8.8^\circ$, 우측 측굴이 $46.3^\circ \pm 8.5^\circ$, 좌측 측굴이 $46.0^\circ \pm 7.9^\circ$ 이었다.

2) 정상 성인의 요추 운동범위는 굴곡이 $60.0^\circ \pm 8.7^\circ$, 신전이 $36.9^\circ \pm 8.8^\circ$, 우측 회전이 $26.9^\circ \pm 5.5^\circ$, 좌측 회전이 $26.6^\circ \pm 5.7^\circ$, 우측 측굴이 $39.0^\circ \pm 7.9^\circ$, 좌측 측굴이 $38.9^\circ \pm 8.0^\circ$ 이었다.

3) 경추, 요추 운동범위는 모든 방향에서 통계학적으로 유의하게 연령이 증가함에 따라 감소하였고, 남녀 간, 좌우측 간의 통계학적 차이는 없었다.

4) 본 연구의 측정방법에 대한 검사자간, 검사자 내부의 측정오차는 대부분의 관절운동범위에서 신뢰성 있게 작았다.

5) 본 연구의 측정방법과 방사선 측정방법을 비교하였을 때 본 측정방법이 방사선 측정방법으로 측정된 값보다 큰 경향을 보였으나 높은 상관관계를 보여 방

법간의 큰 차이는 없었다.

이상의 결과로 경추 및 요추의 모든 관절 운동범위는 연령이 증가함에 따라 통계학적으로 유의하게 감소함을 알 수 있었고, 따라서 AMA, AAOS에서 제시한 일률적인 표준치가 아닌 연령에 따른 표준치가 필요할 것으로 사료되며, 본 연구에서 이용한 측정방법은 임상적으로 유용한 방법으로 본 연구에서 제시한 연령에 따른 표준치는 척추부의 장애유무 및 장애 정도를 평가하고 치료 판정에 유용한 자료가 되리라 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) 김영주, 이승우: 한국인의 누경부 자세 및 경부운동범위에 관한 연구. 치대논문집 1989; 13: 305-326
- 2) 김용식, 이종신, 강창희, 박용옥, 김동은: 한국 정상성인의 흉요추 가동범위에 대한 조사. 대한재활의학회지 1986; 10: 25-31
- 3) Alanqeeb MA, Al Zaid NS, Goldspink G: *Connective tissue changes and physical properties of developing and aging skeletal muscle. J. Anat* 1984; 139: 677-683
- 4) Alund M, Larsson S: *Three-dimensional analysis of neck motion a clinical method. Spine* 1990; 15: 87-91
- 5) American Academy of Orthopaedic Surgeons: *Joint Motion: Method of measuring and recording, Chicago, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1965, pp 44-55*
- 6) Buck CA, Demeron FB, Dow MJ, Skowlund HV: *Study of normal range of motion in the neck utilizing a bubble goniometer. Arch Phys Med Rehabil* 1959; 43: 390-392
- 7) Capiano-Pucci D, Rheault W, Aukai J, Bracke M, Day R, Pastrick M: *Intratester and intertester reliability of the cervical range of motion device. Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72: 338-340
- 8) Corrigan B, Maitlard GD: *Practical Orthopaedic Medicine, London: Butterworths, 1988, pp 223-224*
- 9) Defibaugh JJ: *Measurement of head motion: part 1. Review of Methods of Measuring Joint Motion* 1964; 44: 157-163.
- 10) Dovorak J, Vajda EG, Grob D, Panjabi MM: *Normal motion of the lumbar spine as related to*

- age and gender. *European Spine Journal* 1995; 4: 18-23
- 11) Engelberg AL: *Guides to the evaluation of permanent impairment*, 3rd ed, Chicago, American Medical Association, 1988, pp 71-94
 - 12) Fitzgerald GK, Wynveen KJ, Rothschild B: *Objective assessment with establishment of normal values for lumbar spinal range of motion. Physical therapy* 1983; 11: 1776-1781
 - 13) Hayashi H, Okada K, Hamada M, Tada K, Ueno R: *Etiologic factors of myelopathy: a radiologic evaluation of the aging changes in the cervical spine. Clin Orthop* 1987; 214: 200-9
 - 14) Kottke FJ: *Deterioration of the bedfast patient. causes and effects. Public Health Reports* 1965; 80: 437-51
 - 15) Kottke FJ, Lehmann JF: *Handbook of physical medicine and rehabilitation*, 4th ed, Philadelphia: W.B. Saunders, 1990, pp 31-32
 - 16) Kottke FJ, Mundale MO: *Range of mobility of the cervical spine. Arch Phys Med Rehabil* 1959; 43: 379-382
 - 17) Kuhlman KA: *Cervical range of motion in the elderly. Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74: 1993
 - 18) Lind B, Sihlbom H, Nordwall A, Malchau H: *Normal range of motion of the cervical spine. Arch Phys Med Rehabil* 1989; 70: 692-695
 - 19) Mayer T, Brady S, Bovasso E, Pope P, Gatchel RJ: *Noninvasive measurement of cervical triplanar motion in normal subjects. Spine* 1993; 18: 2191-2195
 - 20) Mayer TG, Tencer AF, Kristoferson S, Mooney V: *Use of noninvasive techniques for quantification of spinal range of motion in normal subjects and chronic low-back dysfunction patients. Spine* 1984; 9: 588-595
 - 21) McGregor AH, McCarthy ID, Hughes SP: *Motion characteristics of the lumbar spine in the normal population. Spine* 1995; 20: 2421-2428
 - 22) Moll JMH, Wright V: *Normal range of spinal mobility. Ann Rheum Dis* 1971; 30: 381-6
 - 23) National Back Pain Association: *Annual Report*. 1991
 - 24) Neter J, Wasserman W, Kutner MH: *Applied linear statistical models: regression, analysis of variance, and experimental designs*, 2nd Ed, Homewood: Richard D Irwin, 1985, chap 2-8
 - 25) O'Driscoll SL, Tomenson J: *The cervical spine. Clin Rheum Dis* 1982; 8: 617-630
 - 26) Penning L, Wilmink JT: *Rotation of the cervical spine: a CT study in normal subjects. Spine* 1987; 12: 732-738
 - 27) Reynolds PMG: *Measurement of spinal mobility: a comparison of three methods. Rheum Rehabil* 1975; 14: 180-185
 - 28) Rondinelli R, Murphy J, Esler A, Marciano T, Cholmakjian C: *Estimation of normal lumbar flexion with surface inclinometry a comparison of three methods. Am J Phys Med Rehabil* 1992; 71: 219-224
 - 29) Shirley FR, Oconner P, Robinson ME, MacMillan M: *Comparison of lumbar range of motion using three measurement devices in patients with chronic back pain. Spine* 1994; 19: 779-783
 - 30) Sullivan MS, Dickinson CE, Troup JDG: *The influence of age and gender on lumbar spine sagittal plane range of motion a study of 1126 healthy subjects. Spine* 1994; 19: 682-686
 - 31) Tanz SS: *Motion of lumbar spine: a roentgenologic study. Am J Roentgenol Rad Ther Nucl Med* 1953; 69: 399-412
 - 32) ten Have HAMJ, Eulderink F: *Degenerative changes in the cervical spine and relationship to its mobility. J Pathol* 1980; 132: 133-59
 - 33) Tucci SM, Hicks JE, Gross EG, Campbell W, Danoff J: *Cervical motion assessment: a new, simple and accurate method. Arch Phys Med Rehabil* 1986; 67: 225-230
 - 34) Youdas JW, Garrett TR, Suman VJ, Bogard CL, Hallman HO, Carey JR: *Normal range of motion of the cervical spine; an initial goniometric study. Physical therapy* 1991; 71: 770-780
 - 35) White A, Panjabi M: *Clinical biomechanics of spine. Philadelphia: Lippincott, 1978: pp 85*