

IsoTrack을 이용한 등척성 근력 평가

홍완성, 김기원¹

동남보건대학 물리치료과, ¹세종 감각운동발달센터

Assessment of isometric muscle strength used IsoTrack

Wan-Sung Hong, PT, PhD; Gi-Won Kim, PT, PhD¹

Department of Physical Therapy, Dong-Nam health college; ¹Sejong sensory motor development center

Purpose: To measure the cervical isometric force generation capacity of men and women, IsoTrack was used. Also the aim of this study was to compare manual muscle testing with isometric muscle strength in women. **Methods:** Forty seven healthy subjects(25 men, 22 women; age range, 18-29) were recruited in two sessions, one for flexion and the other extension. The cervical strength was measured using a force measuring device as IsoTrack. **Results:** Cervical isometric strength was found to be measure for flexion (27.78 lbs maximum and 24.52 lbs average) and extension(33.22 lbs maximum and 29.90 lbs average) in mans. And isometric muscle strength for women exerted significantly higher in the grade 4 over than in the grade 3 in women. **Conclusion:** We concluded that there were difference in isometric muscle strength for the grade of manual muscle testing. So this findings may assist in the measure of whole body muscle strength. (*J Kor Soc Phys Ther 2006;18(6):33-41*)

Key Words: Manual muscle test, Isometric, IsoTrack

1. 서론

근력은 근육이 1회 수축할 때 발휘할 수 있는 최대의 힘을 말하며 근조직 및 신경의 병변 이외에 관절부 병변 및 연령의 증가 시 점차 감소하게 된다.

근수축의 형태에는 등장성 수축과 등척성 수축, 등속성 수축이 있다. 등장성 수축은 일정한 양의 저항을 가하며 관절의 전 가동범위에 걸쳐 움직이는 형태로 가동범위에 따라 근력이 약한 부위가 있어 다른 가동범위에서 최대의 수축을 하지 못한다는 한계가 있다.

등척성 수축은 관절의 움직임 없이 수축하는 형태로 관절이 고정된 위치에서 저항을 가해 근육이 최대에 가까운 장력을 낼 수 있게 한다(김선엽, 1994). 등속성 수축은 운동속도를 미리 정하여 운동시 운동속도가 변화함에 따라 근육이 받는 저항이 달라지도록 고안된 기계에서 실시하는 방법이다(박수연 등, 1999).

근력 측정은 단순히 신경과 근육, 골격계의 병적인 상태를 파악하는 것 외에도 신체 기능을 평가할 수 있는 정보를 제공할 뿐만 아니라 손상환자의 치료계획을 수립하는데도 도움을 줄 수 있다.

근력의 임상적 평가는 전통적으로 Kendall의 등급으로 간주되는 5등급의 전통적인 등급을 기초로 하고 있으며 최근에는 기구를 사용한 측정으로 등장성 근력 측정기나 악력계(hand-held

논문접수일: 2006년 7월 27일
수정접수일: 2006년 10월 13일
게재승인일: 2006년 11월 19일
교신저자: 김기원, rldnjs44@hanmail.net

dynamometry)를 사용할 수 있다(Fosang과 Baker, 2006; Keating과 Matyas, 1996).

도수근력검사는 이차적으로 움직이는 근육의 기여를 최소화하면서 근육의 일차적인 움직임을 측정하기 위해 고안되었다.

이론상 개별적으로 근육 검진하는 동안 일차적으로 움직이는 근육은 이차적으로 움직이는 근육이나 고정시키는 근육과 비교하여 더 높은 수준의 활동을 한다(Minchener 등, 2005).

도수근력검사는 검사하고자 하는 근육의 활동에 반대되는 방향으로 검사자가 개별적인 저항을 주는 것에 의해 수행되며 0에서 5등급까지 분류된다(Hilsop 등, 1995 ; Kendall 등, 1993).

등척성 근력 측정은 근그룹이 정적인 검사를 하는 동안 발생된 최대모멘트를 측정한다. 등척성 근력은 주로 악력, 배근력, 각근력 등을 중심으로 연구가 이루어져 있으며 이중 악력계는 신뢰성을 나타내며 더 일반적인 검진의 하나로 사용되어지고 있다(Brinkmann, 1994; Escolar 등, 2001).

등장성 근력 측정기는 운동으로 숙련된 성인이나 장애 아동과 같은 특수한 근육 그룹의 결과로 신뢰성이 있지만 시간이 많이 걸릴 수 있다(Keating, 1996; Backman 등, 1989)).

가장 객관적인 방법으로 많이 사용되어져 왔던 것 중 하나로 Cybex라는 등속성 장치가 있으며 이에 관한 연구는 많이 이루어져 있어 정상인을 비롯하여 운동선수에 이르기까지 근력 평가가 이루어져 있다.

반면 등척성 근력은 악력계를 이용하여 간단한 결과를 제시하고 있어 이에 본 연구는 IsoTrack이라는 등척성 근력 평가 기구를 이용하여 관절의 움직임이 없는 상태에서 고정된 저항에 대한 최대 장력을 측정함으로써 물리치료에 이용될 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

근력은 근조직 및 신경의 병변 이외에 관절의 병변 및 연령의 증가시 점차 감소하게 된다. 또한 근육을 오랫동안 사용하지 않게 되면 근력이 점차 감소하는 반면 저항하에 운동을 실시하면 증가하게 된다. 그러므로 근력 측정은 단순히 신

경, 근육, 골격계의 병적 상태를 파악하는 것 외에도 손상환자의 재활계획을 수립하고 운동처방에 필요한 정보를 제공하므로 의학 및 스포츠 과학 분야에서 매우 중요한 검사방법의 하나로 쓰이고 있다.

근력은 성별, 연령, 측정시 관절위치 및 운동 속도 등 여러 요인에 따라 달라진다. 따라서 정확한 근력평가가 이루어지려면 동일한 방법에 의하여 근력을 측정하는 것은 물론 성별, 연령 등 동일한 조건에서 측정한 정상 표준치와의 비교가 요구된다(박수연 등, 1994).

따라서 본 연구의 목적은 전통적인 근력 평가 방식인 도수근력 검사의 근력 등급의 차이를 IsoTrack이라는 등척성 근력 평가 도구를 사용하여 측정하여 근력 등급의 차이를 정량적 수치로 표현해 객관적으로 비교해 보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 47명의 건강한 성인 남녀로 과거에 근 골격계의 문제로 병원치료를 받지 않은 사람을 대상으로 현재 손상으로 인해 고통 받고 있지 않고 꾸준히 근력 운동을 실시하지 않고 있는 대상자를 선정하였다.

대상자들은 18세에서 29세까지 대학에 재학 중인 학생들로 구성되었으며 도수근력 검사를 통해 경추부 굴곡근과 경추부 신전근의 근력을 평가하여 남자 대상자들은 Grade 5(Normal)등급인 대상자를 25명 선정하였고 여자 대상자들은 Grade 4(Good)이상의 등급을 받은 대상자와 Grade 3(fair) 등급을 받은 대상자를 두 그룹으로 분류하였다.

대상자들은 연구 목적과 실험 절차를 충분히 안내받았고 실험동의서를 작성하였으며 대상자들의 일반적인 특성은 표 1과 같다.

2. 연구방법

연구대상자들을 먼저 경추부 굴곡근과 신전근을 도수근력 검사하여 성별과 근력등급에 따라 남자는 정상 이상의 등급인 대상자 25명을 한 그룹으로 분류하였고 여자는 4등급 이상의 대상자 13명과 3등급 이하의 대상자 9명을 각각 분류하여 모두 세 그룹에 분류하였다. 도수근력 검사의

자세는 Hislop 등(1995)이 소개한 방법대로 숙련된 검사자가 동일하게 검사하여 등급을 판정하였다.

대상자들의 등척성 근력평가는 등척성 근력검사 기구인 IsoTrack(Tracker, ver 4.5, Jtechmedical, 미국)을 사용하였다. 먼저 경추부 굴곡근의 등척성 근력을 2회 측정한 후 경추부 신전근의 등척

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

		N	평균	표준편차	표준오차
나이(세)	남자	25	21.92	2.63	0.53
	여자good이상	13	20.69	2.36	0.65
	여자fair이하	9	19.56	1.42	0.47
	합계	47	21.13	2.51	0.37
신장(cm)	남자	24	174.33	4.19	0.85
	여자good이상	12	162.92	3.40	0.98
	여자fair이하	7	160.71	2.06	0.78
	합계	43	168.93	7.18	1.09
체중(kg)	남자	24	63.96	5.49	1.12
	여자good이상	12	55.75	8.74	2.52
	여자fair이하	7	58.43	11.00	4.16
	합계	43	60.77	8.23	1.25

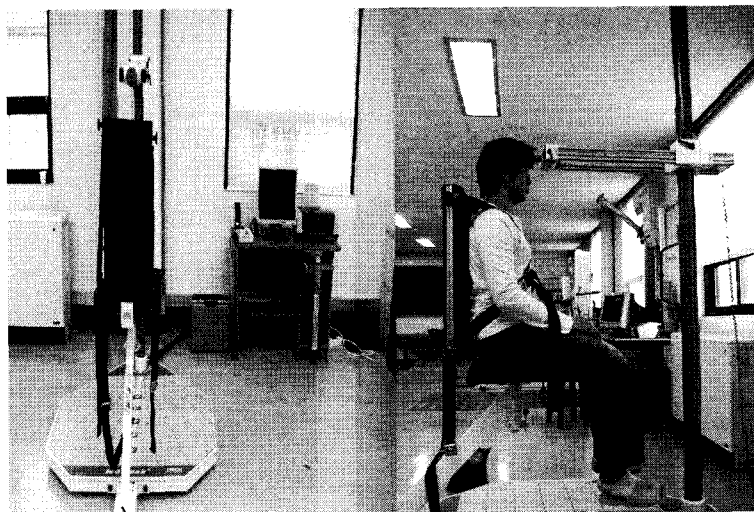


그림 1. 등척성 근력측정 기구와 경추부 굴곡근의 근력검사 자세

성 근력을 2회 측정하고 IsoTrack에 연결된 컴퓨터에 입력된 측정치 중 최대값과 평균값, 시간당 평균값을 분석하였다. 등척성 근력 검사의 자세는 IsoTrack에 장착되어있는 검사대에 걸터앉은 자세로 대상자를 앉힌 후 정확한 측정을 위하여 상체를 안전벨트로 견고하게 고정시키고 경추부는 굴곡과 신전의 중간 자세를 취하도록 하였다(그림 1). 근력 검사는 모두 5초 동안 실시되었고 초기 1초는 단계적으로 수축에 이르는 힘으로 최대값과 평균값의 계산에서 제외시켰고 나머지 4초 동안의 근력을 대상으로 결과를 나타내었다.

모든 검사는 검사 전 대상자에게 검사의 목적과 검사 과정을 자세히 설명하였고 1회 연습시킨 후 2번 측정하였다.

3. 자료처리

IsoTrack으로 측정한 경추부 굴곡근과 신전근의 등척성 근력은 최대값과 평균값, 시간당 평균값을 기술통계하여 남, 여 그룹별 평균과 표준편차를 기술하였으며 도수근력검사에 의해 여자대상자의 4등급 이상과 3등급 이하의 평균치를 독립표본 t 검정으로 비교하였다.

통계분석은 SPSS win for 14.0을 이용하였으며

유의성 검증을 위한 유의수준은 0.05로 하였다.

III. 결 과

1. 경추부 굴곡근의 등척성 근력 평가 결과

경추부 굴곡근의 등척성 근력을 평가한 결과 남자의 경우 최대값이 27.78±9.77lbs, 2회 평균값이 24.52±8.70lbs 이었고 시간당 근력을 측정한 power값이 74.92±26.22lbs-sec 였다.

여자의 경우 도수근력검사 결과 근력등급이 Grade4, 5인 대상자는 최대값과 평균값이 각각 16.04lbs와 14.12lbs였고 Grade3 이하인 대상자는 각각 12.28lbs, 10.89lbs였다.

두 그룹의 평균 차이를 비교한 결과 등척성 근력의 최대값과 평균값이 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다(p<0.05, 표 2). 또한 등척성 근력의 power값은 43.62lbs-sec와 32.89lbs-sec로 통계적으로 매우 유의한 차이를 나타내었다(p<0.01).

경추부 굴곡근의 그룹간 최대 등척성 근력과 평균 등척성 근력의 차이는 그림 2에 나타내었고 시간당 평균 등척성 근력은 그림 3과 같다.

표 2. 경추부 굴곡근의 그룹별 평균 등척성 근력 비교

		평균	표준편차	t값	p값
Neck flexion Max(lbs)	남자	27.78	9.77	2.587	0.018*
	여자good이상	16.04	3.09		
	여자fair이하	12.28	3.72		
Neck flexion Average(lbs)	남자	24.52	8.70	2.740	0.013*
	여자good이상	14.12	2.48		
	여자fair이하	10.89	3.03		
Neck flexion Power(lbs/sec)	남자	74.92	26.22	2.911	0.009**
	여자good이상	43.62	7.27		
	여자fair이하	32.89	10.07		

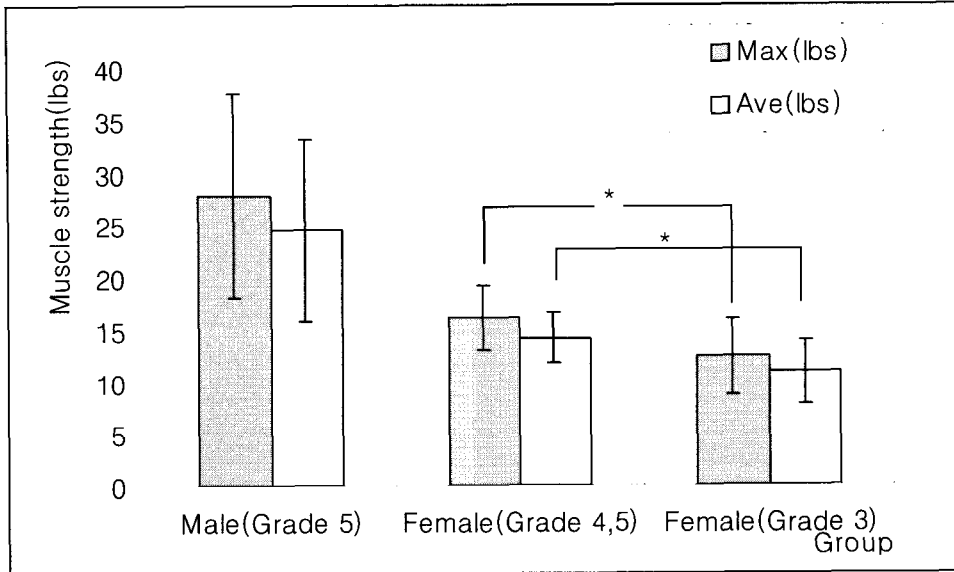


그림 2. 경추부 굴곡근의 최대 등척성 근력과 평균 등척성 근력.

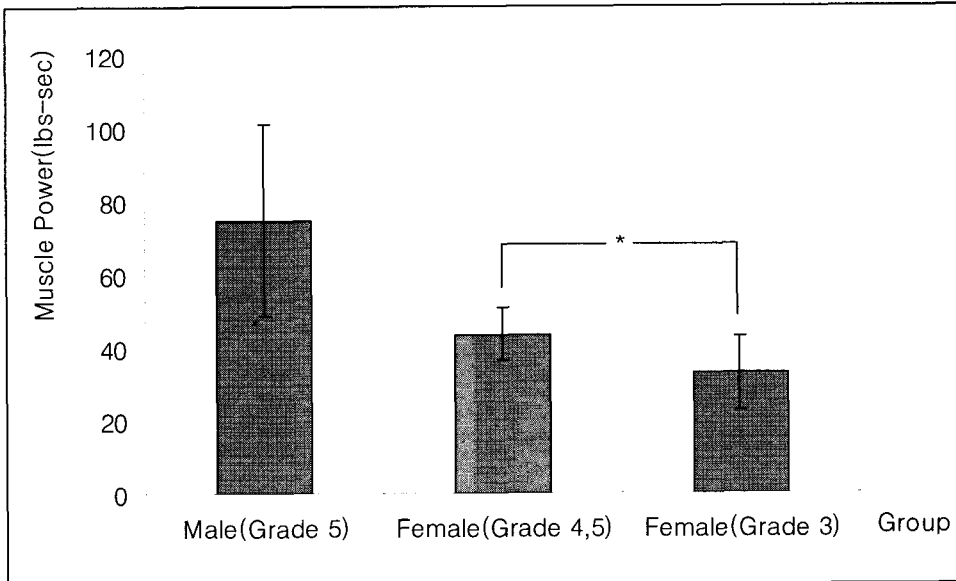


그림 3. 경추부 굴곡근의 시간당 평균 등척성 근력.

2. 경추부 신전근의 등척성 근력 평가 결과

경추부 신전근의 등척성 근력을 평가한 결과 남자의 경우 최대값이 33.22 ± 17.19 lbs, 2회 평균값이 29.90 ± 14.94 lbs 이었고 시간당 근력을 측정할 power값이 91.06 ± 45.09 lbs-sec 였다. 여자의 경우

최대값은 근력등급이 Grade 4, 5인 대상자는 20.85 ± 14.94 lbs 였고 Grade 3 이하인 대상자는 각각 13.56lbs였다. 두 그룹을 비교한 결과 최대값의 차이는 통계적으로 매우 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.01$). 등척성 근력의 평균값은 각각 18.85lbs와 12.28lbs로 두 그룹의 평균 차이는 통

홍완성 외 1인: IsoTrack을 이용한 등척성 근력 평가

계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$)(표 3). 또한 여자 대상자의 그룹별 등척성 근력의 power값은 58.15lbs-sec와 37.22lbs-sec로 통계적으로 매우 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.01$). 그

룹간 경추부 신전근의 최대 등척성 근력과 평균 등척성 근력은 그림 4에 나타내었고 시간당 평균 등척성 근력은 그림 5에 나타내었다.

표 3. 경추부 신전근의 그룹별 평균 등척성 근력 비교

		평균	표준편차	t값	p값
Neck extension Max(lbs)	남자	33.22	17.19	3.108	0.006**
	여자good이상	20.85	7.40		
	여자fair이하	13.56	3.41		
Neck extension Average(lbs)	남자	29.90	14.94	2.762	0.012*
	여자good이상	18.85	6.50		
	여자fair이하	12.28	3.44		
Neck extension Power(lbs/sec)	남자	91.06	45.09	2.909	0.009**
	여자good이상	58.15	19.23		
	여자fair이하	37.22	11.55		

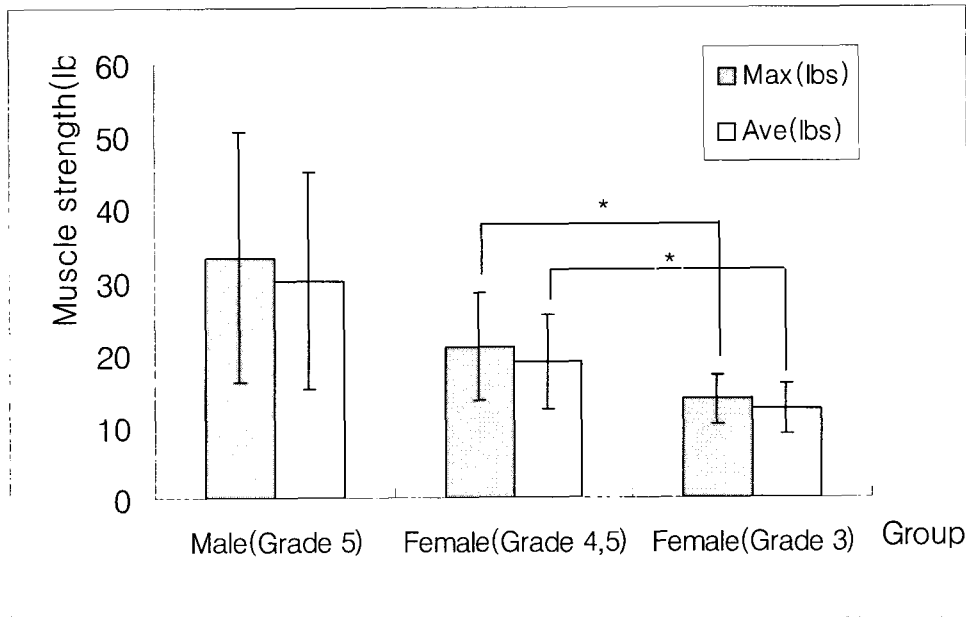


그림 4. 경추부 신전근의 최대 등척성 근력과 평균 등척성 근력.

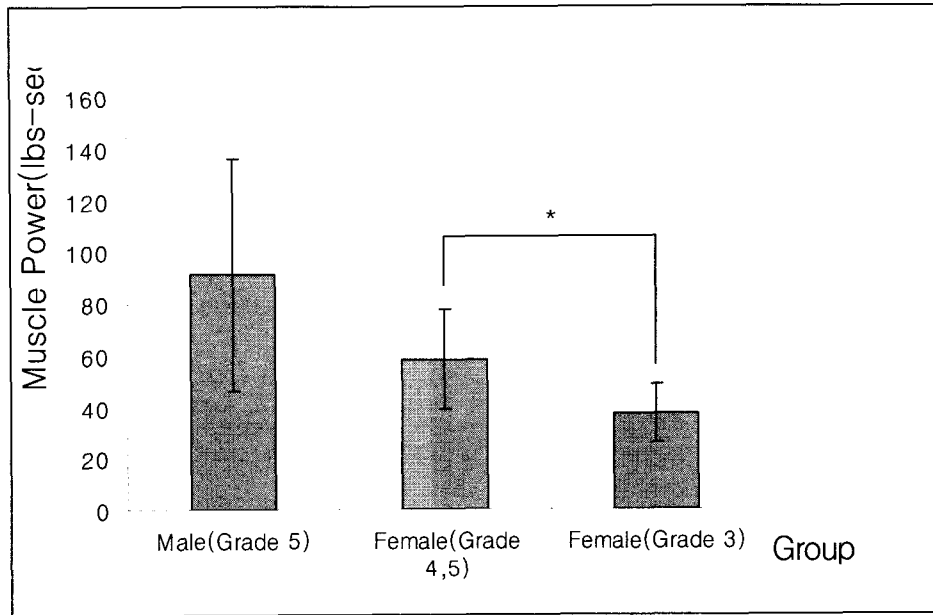


그림 5. 경추부 신전근의 시간당 평균 등척성 근력.

IV. 고 찰

본 연구에서는 도수근력 검사를 통해 경추부 굴곡근과 신전근의 근력 등급을 평가하고 이것을 정량화된 수치로 표현하기 위해 IsoTrack이라는 등척성 근력 평가 기구를 이용하여 근력을 측정하였다. 본 연구에 사용된 근력 평가기구는 근력 이외에도 관절가동범위, 악력 등을 측정할 수 있는 기구로 정확한 자세에서 각각의 개별적인 근육의 근력을 최대값과 평균값으로 측정할 수 있다는 장점이 있다.

IsoTrack을 이용하여 정상 성인의 경추부 굴곡과 신전의 등척성 근력을 평가한 결과 남자 대상자의 경우 굴곡근의 최대값이 27.78lbs였으며 평균값이 24.52lbs였다. 신전근의 최대값은 33.22lbs, 평균값은 29.90lbs였다. 이러한 결과는 다른 연구자들의 연구에서 유사한 결과를 나타내었는데 Kumer 등(2001)의 연구와 Suryanarayana와 Kumer(2005)의 연구결과를 대표적으로 들 수 있으며 경추부 굴곡과 신전의 근력이 Jordan 등

(1999)과 Garces 등(2002)의 다른 연구결과들보다 더 작았다. Jordan 등(1999)은 신장계(strain gauge device)를 사용하여 100명의 대상자들에게 경추부의 등척성 근력을 측정된 결과 굴곡근의 등척성 근력을 59~91.1N으로 보고하였으며 신전근은 78.1~133N을 보고하였다. Chiu 등(2002)은 다양한 기구와 기술을 이용하여 근력을 비교 측정하였고 이러한 다양한 근력의 차이를 대상자의 자세와 훈련효과, 특정인종의 차이로 분석하였다.

위의 연구들과 유사한 연구방법을 사용하여 등척성 근력을 측정된 결과를 본 연구와 좀 더 자세하게 비교하면 Kumer 등(2001)은 남자의 경우 경추부 굴곡의 최대값을 72N(16lb), 평균값을 57N(13lb)로 보고하였으며 경추부 신전의 최대값은 100N(22lb)로 평균값은 79N(18lb)로 보고하였다. Kumer 등(2001)의 연구에서는 본 연구의 결과보다는 약 10lbs 가량 약한 근력을 나타내었으나 이는 Kumer등의 연구는 등척성 근력의 측정 시간을 2초동안 측정하여 순간적으로 더 큰 힘을 짧은 시간동안 측정하였기 때문으로 생각하며 본

연구에서는 총 5초 동안 등척성 근력을 측정하였고 마지막 4초 동안의 결과를 대상으로 분석하여 Kumer 등의 연구와는 등척성 근력에 차이가 있었다고 사료된다. 그러나 최대값과 평균값의 차이를 보면 최대값이 평균값보다 약간 더 큰 것을 볼 때 등척성 근력의 측정 결과가 본 연구와 유사하다고 할 수 있다. 또한 여자 대상자의 경우 본 연구에서는 도수근력검사 결과에 따라 등급을 나누어 4등급 이상의 대상자들은 경추부 굴곡근의 최대값과 평균값이 각각 16.04Ibs와 14.12Ibs였고 3등급 이하인 대상자는 각각 12.28Ibs, 10.89Ibs였다. 경추부 신전근의 경우 최대값은 근력등급이 Grade4, 5인 대상자는 20.85Ibs였고 Grade3 이하인 대상자는 13.56Ibs였으며 평균값의 경우 각각 18.85Ibs와 12.28Ibs로 통계적으로 유의한 차이가 있었다. Kumer(2001)의 결과에서는 19명의 여성을 모두 같은 그룹으로 평균하여 경추부 굴곡근의 최대값은 41N(9Ib), 평균값은 30N(7Ib)였으며 경추부 신전근은 최대값이 72N(16Ib), 평균값이 56N(12Ib)였다.

Strimpakos 등(2004)에 의하면 경추부 굴곡과 신전의 등척성 근력 검사를 앉은자세와 선자세에서 비교하였는데 선자세에서 등척성 근력이 통계적으로 유의하게 좀 더 작았음을 보고하였는데 굴곡의 경우 앉은 자세에서 $166.6N \pm 75.8$ 을 선자세에서 $153.8N \pm 74.9$ 로 통계적으로 유의한 차이를 나타내었으며 신전의 경우 $241.7N \pm 80.8$ 과 $218.4N \pm 74.6$ 으로 역시 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과를 비교해 볼 때 본 연구에서는 앉은 자세에서 경추부의 굴곡과 신전을 검사하였는데 서있는 자세보다는 좀 더 큰 근력을 발휘할 수 있는 안정된 자세에서 근력을 측정하여 도수근력검사의 결과를 뒷받침 할 수 있는 보다 정확한 근력을 정량화된 수치로 나타낼 수 있었다.

V. 결론

경추부 굴곡근과 신전근의 근력을 평가하기 위해 전통적인 도수근력 검사를 통해 측정된 근력

과 객관적 수치로 정량화 할 수 있는 등척성 근력 평가 도구로 측정된 결과를 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 경추부 굴곡근의 등척성 근력은 남자의 경우 최대값이 27.78Ibs였고 평균값은 24.52Ibs였으며 시간당 평균 근력은 74.92Ibs-sec였다. 여자는 도수근력 검사가 good 이상인 대상자는 최대값 16.04Ibs, 평균값 14.12Ibs였으며 시간당 평균 근력은 43.62Ibs-sec였다. 이에 반해 fair이하인 대상자는 최대값이 12.28Ibs 평균값이 10.89Ibs였으며 시간당 평균 근력은 32.89Ibs-sec였다. 여자의 경우 4등급 이상과 3등급 이하의 등척성 근력에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

둘째, 경추부 신전근의 등척성 근력은 남자의 경우 최대값이 33.22Ibs였고 평균값은 29.90Ibs였으며 시간당 평균 근력은 91.06Ibs-sec였다. 여자는 도수근력 검사가 good 이상인 대상자는 최대값 20.85Ibs, 평균값 18.85Ibs였으며 시간당 평균 근력은 58.15Ibs-sec였다. 이에 반해 fair이하인 대상자는 최대값이 13.56Ibs 평균값이 12.28Ibs였으며 시간당 평균 근력은 37.22Ibs-sec였다. 여자의 경우 4등급 이상과 3등급 이하의 등척성 근력에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

위의 결과를 종합해 볼 때 경추부 굴곡근과 신전근의 도수근력 검사 등급에 따라 등척성 근력의 결과에 통계적으로 유의한 차이가 있어 일상 생활 동작에 문제가 없는 건강한 성인이라 할지라도 근력에 차이가 있음을 알 수 있었다. 특히 여성의 경우 건강한 생활을 유지할 수 있다 하더라도 일차적으로 사용하는 근육을 선택하여 근력을 평가할 경우 상대적으로 근력이 약할 수 있으며 이러한 상대적 차이는 객관적으로도 증명이 가능하다 할 수 있다. 따라서 신경과 근육, 골격계의 손상을 가진 환자의 신체기능을 평가하고 치료계획을 수립할 때 이러한 근력의 차이를 고려해야 할 필요가 있다고 사료된다. 앞으로 경추부 굴곡근과 신전근 외에도 특히 견갑골의 움직임에 관여하는 근육의 경우에도 각 근육을 선택하여 근력 평가하였을 때 근력의 약화를 나타내는 경우

가 많으므로 더 많은 근육에 대한 정량적 평가를 실시할 필요가 있다고 생각된다.

Acknowledgment

본 연구는 2006년도 동남보건대학 학술연구비 지원에 의하여 수행되었음.

참고문헌

- 김선엽. 등속성 운동을 이용한 근력 평가. 대한물리치료사 학회지. 1994;1(1):101-111.
- 박수연, 최현희, 박철빈. 성인남자에서 등척성 근력과 등속성 근력에 관한 비교 연구. 체육학 논문집. 1999; 27:273-286.
- Backman E, Odenrick P, Henriksson KG et al. Isometric muscle force and anthropometric values in normal children aged between 3.5 and 15 years. Scand J Rehabil Med. 1989;21(2):105-14.
- Brinkmann JR. Comparison of a hand-held and fixed dynamometer in measuring strength of patients with neuromuscular disease. J Orthop Sports Phys Ther. 1994;19(2):100-4.
- Chiu TT, Lam TH, Hedley Aj. Maximal isometric muscle strength of the cervical spine in healthy volunteers. Clin Rehab. 2002;16:772-9.
- Escolar DM, Henricson EK, Mayhew J et al. Clinical evaluator reliability for quantitative and manual muscle testing measures of strength in children. Muscle Nerve. 2001;24(6):787-93.
- Fosang A, Baker R. A method for comparing manual muscle strength measurements with joint moments during walking. Gait Posture. 2006; 24(4):406-11.
- Garces LG, Medina D, Milutinovic L et al. Normative database of isometric cervical strength in a healthy population. Med Sci Sports Exerc. 2002; 34(3):464-70.
- Hislop HJ, Montgomery J, Connelly B. Daniels and Worthingham's muscle testing: Techniques of manual examination. 6th ed. Philadelphia, WB Saunders Co, 1995:2-31.
- Jordan A, Mehlsen J, Bulow B et al. Maximal isometric strength of the cervical musculature in 100 healthy volunteers. Spine. 1999;24(13):1343-55.
- Keating JI, Matyas TA. The influence of subject and test design on dynamometric measurements of extremity muscles. Phys Ther. 1996;76(8):866-89.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. Muscles, testing and function: with posture and pain. Baltimore, Williams & Wilkins, 1993:10-25.
- Kumar S, Narayan Y, Amell T. Cervical strength of young adults in sagittal, coronal, and intermediate planes. Clin Biomech. 2001;16(5):380-8.
- Michener LA, Boardman ND, Pidcoe PE et al. Scapular muscle tests in subjects with shoulder pain and functional loss: reliability and construct validity. Phys Ther. 2005;85(11):1128-38.
- Strimpakos N, Sakellari V, Gioftos G et al. Intratester and intertester reliability of neck isometric dynamometry. Arch Phys Med Rehabil. 2004; 85(8):1309-16.
- Suryanarayana L, Kumar S. Quantification of isometric cervical strength at different ranges of flexion and extension. Clin Biomech. 2005;20(2):138-44.