정상인에 있어서 자세균형과 균형적응 특성에 관한 실험적 연구

구봉오
마산대학 물리치료과

Abstract

A Experimental Study on the Postural Balance and Characteristics of the Balance Adaption in Normal Subjects

Bong-Oh Koo
Department of Physical Therapy, Masan College

The purpose of this study was to analyse the postural balance and characteristics of the balance adaption. The data of postural balances are collected by KAT2000. The participants are 40 persons healthy individuals 20 males, 20 females who have no orthopedic and neurological impairments, aged from 19 to 25 years(mean ages is 21.5). Prior to participation, each subject informed the procedures of experiment from researcher. In order to determine the statistical significance of results, the on way ANOVA was applied at the 0.05 level of significance. The results were as follows : 1. The ability of balance performance showed decreasing trend according to increase the both leg discrepancies($p < 0.05$). 2. The ability of balance adaption showed increasing trend according to time passed($p < 0.05$). 3. There is no significant difference between male and female in the parts of balance adaption($p > 0.05$). 4. There is no significant difference between heavy and light weight in the parts of balance adaption($p > 0.05$).

Key Words: Postural balance, Balance adaption

---

* 이 논문은 1997년도 마산대학 자체연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

Ⅰ. 서 론

균형은 동작수행에 영향을 주는 고도의 특수한 운동양상으로 신체가 평형상태로 유지시키는 능력(Schulmann 등, 1987)으로 외력 즉 중력에 대항하여 혹은 모든 방향의 힘을 영으로 만들수 있어 자신의 체위를 유지시킬 수 있는 능력이라 정의할 수 있으며, 인체의 평형상태가 깨어질 때 자동적으로 체위를 적응시켜 균형을 다시 유지하게 하고 균형이 무너지는 것을 예방한다(김한수 등, 1996). 또한 균형은 인체의 움직임을 감각기관을 통하여 감지한 후 그 정보를 중추신경계로 보내어 통합한 다음 근골격계에서 반응하도록 하는 복잡한 과정을 거쳐 유지된다(Nashner, 1989). 이러한 적절한 균형반응이 일어나기 위해서는 3가지의 기능적인 요인 즉, 신체의 생역학적 측면인 근골격계의 지지작용, 협응운동을 포함한 운동기능, 그리고 감각기능의 통합적 작용이 필요하다(Horak, 1987). 여기에서 감각기능이란 시각, 전정감각, 고유수용성 감각의 세가지 감각이 조화롭게 작용하는 것을 말하는 것이다(Cohen 등, 1993; Shumway-Cook과 Horak, 1986). 만약, 중추신경계손상, 관절 및 근육 질환, 시각 및 전정기관 질환으로 균형수행능력에 영향을 주는 요인에 장애가 생긴다면, 기립위 안정성 유지, 체중부하조절 및 보행능력에 지장을 초래하여 재활에 큰 장애가 될 것이다(이한숙, 1997; 장기언 등, 1994).

자세조절이란 안정성과 신체와 환경간의 관계를 적절히 유지하는 자세의 방향감각이라는 두 가지 목적을 달성하기 위해 신체의 자세를 공간에서 조절하는 것이다(Shumway Cook과 Horak, 1992). 균형은 연령(Hasselkus 와 Holliday, 1987), 슬관절 구축(Potter 등, 1990), 시각(Dornan 등, 1978), 신장(Kilburn과 Thornton, 1995), 발의 위치(Nichols 등, 1995), 반응시간(reaction time(Patla 등,1989), 다리 길이 차이(Mahar 등, 1985) 등 다양한 요소가 균형에 영향을 미친다. 또한 근력의 불균형이 현저하고 잘못된 자세가 오래 지속되면 이에 적응하기 위해 연부조직과 뼈의 변화가 초래되는데, 뇌성마비의 경우 근력의 불균형과 중력자극의 결손이 지속되어 점차 대퇴전경이 증가하여 고관절 아탈구나 탈구가 일어나게 된다(김희상 등, 1994). 실제로 하지절단자에 있어서 의지의 길이차이에 대한 연구에 의하면 10mm 이하의 길이차이에 의해 초래된 골반경사는 거의 모두 기능적 측만증이 나타나고 장측하지 부위의 내반위를 동반하며 이러한 작용기전은 분명히 만성요통과 고관절통을 유발하는 요인이 되고 퇴행성 관절염을 초래하는 원인이 되기도 한다(Gofton 등, 1971; Clarke, 1972; Fiberg, 1983).

균형적응이란 예를 들면 정상인의 선자세시 신체의 모든 부위가 정지한 상태로 있는 것이 아니며, 신체부위는 항상 조금씩 움직이고 있으며, 비대칭적인 경우가 많고, 동일한 자세를 계속적으로 취하는 시간은 평균하여 30초 정도라고 한다(Smith, 1954; 권혁철, 1996). 그러나 소뇌성 장애를 포함한 중

추신경계에 장애가 있는 경우에 자세조절에 문제가 발생되어 균형수행 및 균형적응능력이 저하된다. 즉, 균형적응능력의 저하란 균형을 유지하기 어렵거나 균형을 유지하고 적응하는데 많은 시간이 걸리는 것을 의미한다. 그런데 이러한 환자들을 대상으로한 자세조절 및 균형적응에 대한 특성을 알아보기 위한 연구는 많이 시행되지 않고 있는 실정이다.

본 연구는 환자를 대상으로 실험하기에 앞서 정상인들을 대상으로 자세균형 및 균형유지에 문제가 있는 환자에게 적용할 수 있는 기초자료로 활용하기 위함이며, 본 연구의 목적을 위해 설정한 가설은 다음과 같다.

첫째, 다리 길이의 차이 및 시간의 경과에 따른 균형적응능력에는 차이가 없을 것이다.

둘째, 성별에 따른 균형수행능력에는 차이가 없을 것이다.

셋째, 신장에 따른 균형수행능력에는 차이가 없을 것이다.

넷째, 체중에 따른 균형수행능력에는 차이가 없을 것이다.

Ⅱ. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 마산대학 물리치료과에 재학중인 18세에서 30세까지의 정상적인 성인 남,여 가운데 본 연구의 취지를 알고 동참하겠다고 자원한 자들 중 본 연구의 조건에 충족되는 남자 20명, 여자 20명 총 40명으로 하였다. 본 연구대상의 조건은 다음 기준에 따라 선정하였다.

1) 신경 외과적 질환이나, 하지와 체간에 정형외과적 장애가 없는 자.

2) 임상적으로 근력, 근 긴장도, 감각, 협응, 균형, 보행에 이상이 없으며, 신경학적 검사로 검색되는 시각, 청각, 전정기관에 손상이 없는 자.

3) 신경학적 또는 정신적 질환의 병력이 없는 자.

4) 서 있는 동안 현기증이 유발되지 않는 자.

5) 심한 운동으로 근육이 피로하지 않은 상태에 있는 자.

6) 실험전 48시간 이전부터 실험이 끝날 때까지 실험에 영향을 줄 수 있는 알코올을 비롯하여 진통제, 항우울제, 근육이완제 등의 약물을 복용하지 않은 자.

7) 심리적인 스트레스 등으로 인하여 실험에 영향을 미치지 않는 자.

8) 연구자가 지시하는 내용을 충분히 이해하고 협조할 수 있는 자 등으로 하였다.

2. 실험방법

1) 실험 도구

본 연구에서는 균형 능력 평가를 위해 검사의 신뢰도와 타당도가 높다고 인정된

(Howard 등, 1995) K.A.T. 2000 (Kinestic Ability Trainer, 1995년도 Breg 사 제작)을 사용하였다. K.A.T. 2000 균형 측정 기구는 발판 중간의 작은 축 위에 원형 발판이 있어 전후 좌우 다방면으로 기울어질 수 있게 되어 있다. 원형 발판 위에 발판이 기울어지는 각도를 감지하는 감지기가 원형 발판 전면부에 부착되어 1° 기울어질 때 컴퓨터 스크린에 커서가 3.5㎜의 비율로 이동하게 되며, 스크린상의 Q_1, Q_2, Q_3, Q_4의 각 부분의 지수 총합이 균형 지수가 된다. 균형 지수가 높을수록 균형 수행능력이 낮은 것을 의미하며, 발판의 안정도는 0~6 단계로 되어 있으며 단위는 psi(pound per square inch)로 원형 발판 밑에 공기주머니의 압력의 정도를 나타내는 것으로써 psi가 높을수록 지지하는 발판의 안정도는 증가된다. 각 검사자료는 컴퓨터로 처리되어 자동으로 저장된다.

2) 실험 절차

실험실의 환경은 따뜻하고 밝고 조용한 상태로 유지시키고, 대상자들에게 실험 연구의 취지와 방법 등을 충분히 설명하고 실험에 영향을 미칠 수 있는 불필요한 행동을 제한하며, 복장은 간편한 복장으로 하였다. 실험기구에 대하여 잘 이해하고 적응할 수 있도록 충분히 설명하고 10분 정도 예행연습을 실시한 후 피험자가 완전히 숙달되고 자신감을 갖게 되었을 때 측정을 시행하였다.

본 실험에 앞서 연구자는 실험 보조 요원 2명에게 연구의 목적 및 실험방법에 대한 이론적인 교육과 실습을 시행한 후 실험 보조 요원 1명은 대상자의 일반 특성 기록 및 컴퓨터 작동을 담당하게 하고, 나머지 실험 보조 요원 1명은 대상자의 준비 상태 점검 및 발판(platform) 위에서의 자세 요령을 지도하게 하였다.

피험자 1인당 실험에 소요된 시간은 총 15시간이었으며, 3일간에 걸쳐 처음 이틀간은 6시간씩, 마지막 날은 3시간에 걸쳐 실험하였다. 실험에 소요된 15시간 동안 피험자는 앉거나 눕지 못하게 하였으며, 선 자세를 유지하거나 복도를 걷게 하여 시간의 경과에 따른 균형의 변화를 측정할 수 있도록 노력하였다.

다리 길이 차이에 따른 균형수행 능력을 알아 보기 위해 한쪽 다리가 1cm에서 5cm까지 차이가 날 수 있도록 주문 제작된 실내화를 착용시켜 각 cm당 30분 간격으로 3시간까지 각 6회씩 측정하였다. 다리 길이의 변화는 한쪽 다리의 길이가 1cm 길어지도록 디자인된 실내화를 착용시켜 3시간동안 실험하고, 그 다음에는 2cm짜리 실내화를 착용시키는 방법으로 실시하였다. 피험자는 모니터를 주시하면서 움직이는 발판을 조절하여 모니터상에서 원형을 그리며 움직이는 커서를 따라 20초간 이동하게 하여 동적균형지수를 측정하였다.

3) 실험기간

본 실험에 앞서 연구대상 4명을 대상으로 예비실험을 실시한 후, 문제점을 수정보완하여 본 실험을 실시하였으며, 본 실험은 1997년 8월 25일부터 11월 25일까지 12주간 실시하였다.

4) 분석 방법

본 실험은 동일한 개체에 대하여 다리 길이 차이와 시간에 대하여 반복 측정하였고, 성별, 체중, 신장, 다리 길이 차이에 따른 상호작용을 알아 보기 위해 반복측정에 의한 일원량분산분석으로 분석하였다. 모든 분석은 SAS(Statistical Analysis System)를 사용하였으며, 가정의 검증을 대신하는 방법으로 일원량분산분석을 통한 F검정을 실시하였다. 통계학적인 유의수준은 0.05로 정하였다.

5) 연구의 제한점

본 연구는 연구대상 선정조건에 맞는 일부 정상인만을 대상으로 하였기에 다음과 같은 제한점이 있을 것으로 사료된다.

(1) 연령은 균형에 미치는 중요한 요인으로 연령에 따른 균형수행능력을 연구하기 위해서는 연구대상의 연령층이 다양해야 하는데 본 연구의 대상자의 연령은 20대 중심으로 제한되어 있으므로 전연령층에 일반화하기에는 문제점이 있다.

(2) 총 실험시간은 15시간의 장시간으로 피험자에게 약간의 무리를 주었다.

(3) 장시간의 실험으로 피험자의 일상생활을 제한하기가 힘들어 일률적인 통제가 어려웠다.

Ⅲ. 실험결과

1. 연구대상

연구대상자는 총 40명이었고 이중 남자는 20명(50%)이었으며, 여자는 20명(50%)이었다. 남자의 평균 연령은 22.8세, 여자는 21.55세로 전체 평균 연령은 22.2세였다. 남자의 평균 신장은 173.95cm, 여자는 162.7cm로 전체 평균 신장은 168.3cm이었다. 평균 체중은 65.3kg, 여자는 54.45kg으로 전체 평균 체중은 59.9kg이었다(표 1).

2. 다리길이와 시간에 따른 일원량분산분석

다리길이의 차이에 따른 시간의 경과에 대해 균형적응의 변화와 이들의 상호작용을 알아보면, 다리길이 차이가 작을수록 균형지수가 낮아졌고($p<0.05$), 시간의 경과에 따라 균형지수가 낮아져 균형수행이 수월해짐을 알 수 있었다($p<0.05$). 그리고 길이 차이와 시간의 상호작용은 상호관련성이 없는 것으로 나타났다($p>0.05$)(표 2). 시간의 경과(time series)는 30분 간격으로 5회에 걸쳐 120분까지의 균형적응변화를 살펴보았다.

표 1. 실험대상자의 일반적 특성

구 분		평균(M)	백분율(%)	P
성별	남자	473.03	14.56	0.3516
	여자	477.32	14.34	
체중	50kg이하	474.24	10.41	0.3719
	51~60kg	480.39	13.84	
	61~70kg	472.69	11.26	
	71kg이상	469.73	21.93	
신장	160cm이하	477.87	12.47	0.7968
	161~170cm	475.14	14.50	
	171cm이상	473.78	15.78	

3. 성별에 따른 균형적응능력 측정

성별에 따른 균형수행능력에는 유의한 차이가 없었으나(p>0.05)(표 3), 그림 1에서 남자의 경우 시간의 경과에 따른 균형적응능력이 양호함을 알 수 있고, 남자보다도 상대적으로 키가 작은 여자의 경우 균형수행능력이 양호함을 알 수 있다.

그림 1. 성별에 따른 다리길이와 측정시간의 균형지수 차이

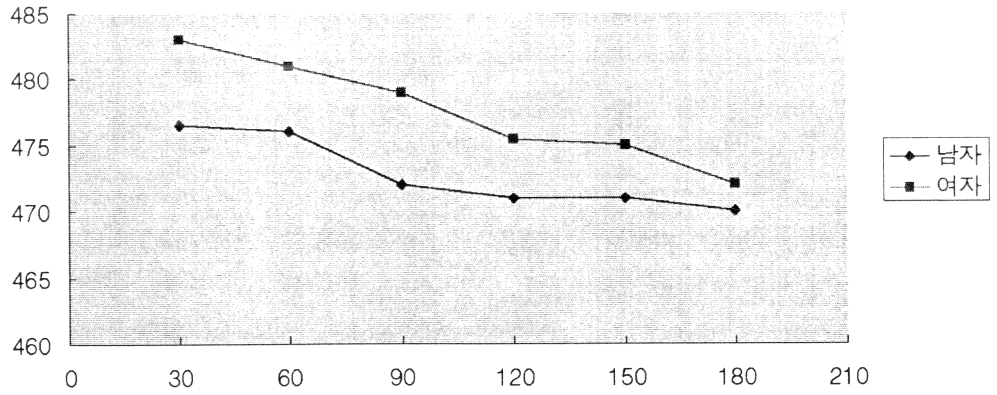

표 2. 신장별 다리길이와 시간에 따른 균형지수의 차이

M(S.D)

시간 \ 다리길이		1cm	2cm	3cm	4cm	5cm
30 분	160cm이하	478.49(12.64)	475.84(24.93)	484.42(8.68)	489.37(4.14)	490.34(6.52)
	161~170cm	473.95(30.84)	480.10(18.31)	482.80(15.38)	486.46(6.00)	483.52(21.67)
	171cm이상	434.09(77.14)	485.80(3.25)	485.56(4.60)	487.07(7.39)	492.18(9.39)
검 증	F(p)	2.90(0.0677)	1.23(0.3042)	0.27(0.7640)	0.61(0.5470)	1.43(0.2533)
60 분	160cm이하	478.46(12.61)	475.31(24.59)	484.31(8.38)	489.09(4.12)	487.29(8.06)
	161~170cm	470.56(41.86)	478.65(20.45)	474.66(32.05)	486.61(7.02)	476.00(29.47)
	171cm이상	433.87(77.16)	485.36(3.46)	485.56(4.31)	486.72(7.56)	490.53(10.19)
검 증	F(p)	2.45(0.1000)	1.22(0.3072)	1.31(0.2817)	0.45(0.6416)	2.33(0.1113)
90 분	160cm이하	478.30(12.58)	463.01(40.37)	484.10(9.02)	488.90(4.20)	485.98(9.23)
	161~170cm	465.50(44.07)	475.51(29.62)	473.03(33.99)	484.90(6.74)	475.96(29.45)
	171cm이상	436.21(75.57)	479.96(22.08)	485.30(4.02)	485.25(9.36)	480.61(31.75)
검 증	F(p)	1.95(0.1572)	0.98(0.3848)	1.58(0.2193)	0.88(0.4227)	0.37(0.6966)
120 분	160cm이하	449.66(66.64)	465.22(35.30)	483.94(9.26)	488.72(4.25)	483.62(6.26)
	161~170cm	463.54(48.94)	475.41(29.58)	473.05(32.97)	483.99(6.35)	475.02(31.28)
	171cm이상	433.76(77.10)	479.88(22.08)	485.29(4.02)	484.90(9.16)	479.28(33.02)
검 증	F(p)	0.78(0.4642)	0.80(0.4548)	1.56(0.2233)	1.21(0.3101)	0.25(0.7794)
150 분	160cm이하	453.45(57.23)	461.74(39.57)	482.77(9.26)	487.61(4.86)	483.62(6.26)
	161~170cm	463.32(48.84)	474.51(29.51)	473.01(33.00)	483.29(6.11)	474.47(31.13)
	171cm이상	433.29(77.90)	479.62(21.99)	485.29(4.02)	484.02(9.12)	479.28(33.02)
검 증	F(p)	0.88(0.4229)	1.11(0.3407)	1.50(0.2371)	1.03(0.3679)	0.29(0.7502)
180 분	160cm이하	448.55(65.97)	460.50(40.69)	481.66(7.76)	488.22(4.20)	483.62(6.26)
	161~170cm	460.15(55.85)	472.88(29.38)	473.00(33.00)	466.56(41.52)	473.72(31.00)
	171cm이상	432.48(76.38)	479.66(22.01)	485.29(4.01)	479.54(22.49)	477.83(32.38)
검 증	F(p)	0.65(0.5257)	1.24(0.3012)	1.47(0.2429)	1.67(0.2019)	0.34(0.7166)

표 3. 성별에 따른 다리길이와 측정시간의 균형지수

M(S.D)

시간 \ 다리길이		1cm	2cm	3cm	4cm	5cm
30 분	전체	458.03(56.82)	481.56(16.12)	484.34(10.22)	487.38(6.26)	488.73(14.73)
	남자	441.34(73.00)	482.02(4.61)	484.39(4.34)	487.01(7.05)	487.30(20.12)
	여자	474.73(26.64)	478.11(22.06)	484.29(13.98)	487.74(5.53)	490.17 (6.03)
검 증	t(p)	-1.92(0.0666)	1.37(0.1849)	0.03(0.9759)	-0.36(0.7201)	-0.61(0.5472)
60 분	전체	456.74(58.87)	480.75(16.91)	481.46(19.76)	487.21(6.67)	484.72(19.72)
	남자	441.06(72.99)	484.41(4.41)	484.46(4.22)	486.71(7.20)	482.00(27.09)
	여자	472.43(35.60)	477.09(23.23)	478.47(13.98)	487.72(6.23)	487.43(6.99)
검 증	t(p)	-1.73(0.0953)	1.38(0.1816)	0.96(0.3500)	-0.48(0.6357)	-0.87(0.3947)
90 분	전체	455.93(57.80)	474.59(29.51)	480.73(20.47)	485.95(7.57)	480.19(27.10)
	남자	439.52(70.89)	479.82(20.37)	484.31(4.22)	485.31(8.83)	473.54(36.84)
	여자	477.24(35.57)	469.36(36.26)	477.15(28.56)	486.59(6.23)	486.83(7.61)
검 증	t(p)	-1.85(0.0747)	1.12(0.2697)	1.11(0.2804)	-0.53(0.6004)	-1.58(0.1293)
120 분	전체	447.76(65.75)	475.02(27.92)	480.70(20.47)	485.44(7.41)	478.76(28.14)
	남자	436.13(73.98)	479.75(20.36)	484.31(4.22)	484.93(8.59)	471.86(38.51)
	여자	459.39(55.82)	470.29(33.75)	477.09(28.55)	485.95(6.19)	485.67(6.52)
검 증	t(p)	-1.12(0.2689)	1.07(0.2911)	1.12(0.2770)	-0.43(0.6709)	-1.58(0.1296)
150 분	전체	448.34(63.87)	473.81(29.30)	480.43(20.46)	484.57(7.37)	478.58(28.12)
	남자	435.59(73.73)	479.61(20.32)	484.30(4.22)	484.69(8.65)	471.87(38.51)
	여자	461.09(50.93)	468.01(35.75)	476.55(28.45)	484.45(6.05)	485.29(6.69)
검 증	t(p)	-1.27(0.2108)	1.26(0.2170)	1.21(0.2422)	0.10(0.9210)	-1.54(0.1402)
180 분	전체	445.78(66.92)	472.98(29.69)	480.17(20.30)	476.95(29.27)	477.70(27.79)
	남자	432.69(75.80)	478.94(20.23)	484.29(4.21)	484.48(8.75)	471.25(37.98)
	여자	458.87(55.57)	467.02(36.02)	476.05(28.15)	469.42(39.53)	484.14(7.46)
검 증	t(p)	-1.25(0.2206)	1.28(0.2105)	1.30(0.2101)	1.66(0.1112)	-1.49(0.1517)

4. 체중에 따른 균형적응의 차이

체중에 따른 균형수행능력에는 유의한 차이가 없었고(p>0.05)(표 4), 그림 2에서 비교적 가벼운 51-60kg의 체중에서 균형적응능력이 양호함을 알 수 있고, 71kg 이상의 체중에서 균형수행능력이 양호함을 알 수 있다.

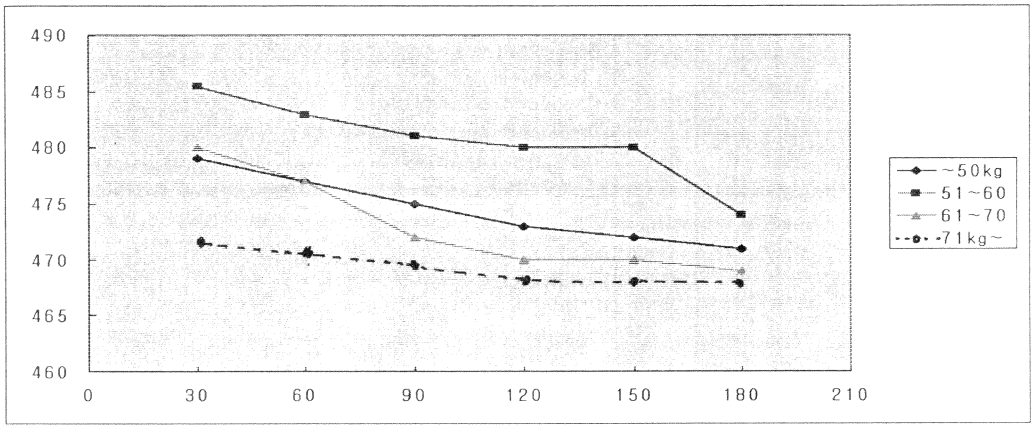

그림 2. 체중별 다리길이와 측정시간에 따른 균형지수의 차이

5. 신장에 따른 균형적응의 차이

신장에 따근 균형수행능력에는 유의한 차이가 없었고(p>0.05)(표 5), 그림 3를 보면 160cm이하의 작은 신장에서 균형수행능력이 가장 양호함을 알 수 있다.

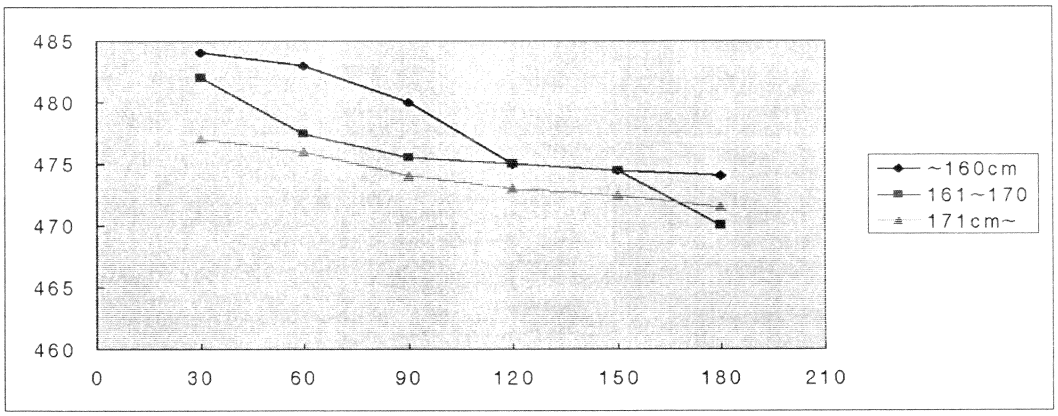

그림 3. 신장별 다리길이와 측정시간에 따른 균형지수의 차이

표 4. 체중별 다리길이와 측정시간에 따른 균형지수의 차이

M(S.D)

시간 \ 다리길이		1cm	2cm	3cm	4cm	5cm
30분	50kg이하	466.50(31.60)	478.42(18.50)	481.86(7.22)	488.14(1.87)	481.20(29.01)
	51~60kg	478.85(30.30)	481.58(21.61)	487.91(6.74)	488.01(5.99)	489.84(5.61)
	61~70kg	462.45(39.78)	480.96(11.77)	481.90(16.52)	486.52(5.14)	486.45(4.68)
	71kg이상	399.79(100.45)	486.07(2.91)	483.85(3.96)	486.57(11.19)	498.71(10.93)
검 증	F(p)	3.85(0.0173)	0.27(0.8445)	0.93(0.4340)	0.18(0.9077)	2.03(0.1268)
60분	50kg이하	466.30(31.56)	478.41(18.52)	482.48(7.04)	487.84(1.59)	476.58(27.81)
	51~60kg	475.55(41.88)	480.90(21.32)	487.37(6.67)	488.39(6.44)	482.86(23.13)
	61~70kg	462.44(39.80)	479.42(16.07)	471.69(35.52)	485.93(5.96)	484.30(4.65)
	71kg이상	399.26(100.30)	485.20(3.30)	483.85(3.95)	486.17(11.36)	498.37(10.79)
검 증	F(p)	3.30(0.0310)	0.22(0.8805)	1.40(0.2592)	0.34(0.7956)	1.70(0.1836)
90분	50kg이하	466.32(31.56)	464.57(39.85)	480.63(7.26)	487.25(2.32)	475.45(27.71)
	51~60kg	470.38(44.67)	477.77(30.48)	487.45(6.78)	486.89(6.55)	482.72(23.12)
	61~70kg	462.43(39.80)	471.59(29.95)	470.69(36.83)	486.07(6.30)	469.03(34.29)
	71kg이상	404.95(99.24)	484.38(3.69)	483.18(2.48)	482.40(13.71)	498.08(10.73)
검 증	F(p)	2.50(0.0752)	0.64(0.5956)	1.47(0.2394)	0.65(0.5908)	1.88(0.1505)
120분	50kg이하	451.86(56.82)	467.06(33.76)	480.45(7.51)	487.05(2.22)	474.06(26.60)
	51~60kg	465.28(56.91)	477.67(30.44)	487.45(6.78)	486.08(6.22)	481.17(25.32)
	61~70kg	453.50(47.35)	471.59(29.95)	470.72(36.79)	485.38(6.21)	467.76(36.06)
	71kg이상	399.02(100.26)	484.19(3.81)	483.17(2.48)	482.41(13.71)	496.61(11.35)
검 증	F(p)	1.75(0.1749)	0.55 (0.6540)	1.47(0.2403)	0.53(0.6627)	1.69(0.1857)
150분	50kg이하	451.85(56.84)	463.18(39.46)	479.14(6.77)	485.80(2.56)	474.09(26.62)
	51~60kg	467.50(49.33)	476.74(30.12)	487.44(6.78)	484.66(6.14)	480.82(25.26)
	61~70kg	452.84(46.80)	471.33(29.83)	470.69(36.83)	485.40(6.23)	467.51(35.99)
	71kg이상	398.91(100.29)	483.98(3.34)	483.19(2.48)	481.68(13.63)	496.61(11.35)
검 증	F(p)	1.98(0.1339)	0.69(0.5653)	1.49(0.2347)	0.46(0.7113)	1.71(0.1813)
180분	50kg이하	451.85(56.84)	459.14(39.74)	479.13(6.77)	486.52(1.60)	474.08(26.61)
	51~60kg	467.50(49.33)	476.63(30.06)	486.72(6.13)	462.14(45.65)	480.54(25.16)
	61~70kg	447.58(54.43)	471.60(29.96)	470.67(36.83)	485.39(6.22)	466.91(35.88)
	71kg이상	398.92(100.30)	483.64(3.47)	483.19(2.48)	482.38(13.72)	493.10(12.29)
검 증	F(p)	1.60(0.2070)	0.96(0.4243)	1.39(0.2625)	2.01(0.1301)	1.41(0.2569)

표 5. 신장별 다리길이와 측정시간에 따른 균형지수의 차이

M(S.D)

시간 \ 다리길이		1cm	2cm	3cm	4cm	5cm
30 분	160cm이하	478.49(12.64)	475.83(24.93)	484.42(8.68)	489.37(4.14)	490.34(6.52)
	161~170cm	473.95(30.84)	480.10(18.31)	482.80(15.38)	486.46(6.00)	483.52(21.67)
	171cm이상	434.09(77.14)	485.80(3.25)	485.56(4.60)	487.07(7.39)	492.18(9.39)
검 증	F(p)	2.90(0.0677)	1.23(0.3042)	0.27(0.7640)	0.61(0.5470)	1.43(0.2533)
60 분	160cm이하	478.46(12.61)	475.31(24.59)	484.31(24.59)	489.09(4.12)	487.29(8.06)
	161~170cm	470.56(41.86)	478.65(20.45)	474.66(32.05)	486.61(7.02)	476.00(29.47)
	171cm이하	433.87(77.16)	485.36(3.46)	485.56(4.31)	486.71(7.56)	490.53(10.19)
검 증	F(p)	2.45(0.1000)	1.22(0.3072)	1.31(0.2817)	0.45(0.6416)	2.33(0.1113)
90 분	160cm이하	478.30(12.58)	463.01(40.37)	484.10(9.02)	488.90(4.20)	485.98(9.23)
	161~170cm	465.50(44.07)	475.52(29.62)	473.03(33.99)	484.90(6.74)	475.96(29.45)
	170cm이상	436.21(75.57)	479.96(22.08)	485.30(4.02)	485.25(9.36)	480.61(31.75)
검 증	F(p)	1.95(0.1572)	0.98(0.3848)	1.58(0.2193)	0.88(0.4227)	0.37(0.6966)
120 분	160cm이하	449.66(66.64)	465.22(35.30)	483.94(9.26)	488.72(4.25)	483.62(6.26)
	161~170cm	463.54(48.94)	475.41(29.58)	473.05(32.97)	483.99(6.35)	475.02(31.28)
	171cm이상	433.76(77.10)	479.88(22.08)	485.29(4.02)	484.90(9.16)	479.28(33.02)
검 증	F(p)	0.78(0.4642)	0.80(0.4548)	1.56(0.2233)	1.21(0.3101)	0.25(0.7794)
150 분	160cm이하	453.45(57.23)	461.74(39.57)	482.77(9.26)	487.61(4.86)	483.62(6.26)
	161~170cm	463.32(48.84)	474.51(29.51)	473.01(33.00)	483.29(6.11)	474.47(31.13)
	171cm이상	433.29(77.90)	479.62(21.99)	485.29(4.02)	484.02(9.12)	479.28(33.02)
검 증	F(p)	0.88(0.4229)	1.11(0.3407)	1.50(0.2371)	1.03(0.3679)	0.29(0.7502)
180 분	160cm이하	448.55(65.97)	460.50(40.69)	481.66(7.76)	488.22(4.20)	483.62(6.26)
	161~170cm	460.15(55.85)	472.88(29.38)	473.00(33.00)	466.56(41.52)	473.72(31.00)
	171cm이상	432.48(76.38)	479.66(22.01)	485.29(4.01)	479.54(22.49)	477.83(32.38)
검 증	F(p)	0.65(0.5257)	1.24(0.3012)	1.47(0.2429)	1.67(0.2019)	0.34(0.7166)

6. 다리길이와 측정시간에 따른 균형지수

다리길이가 1cm차이 난 상태에서 30분 경과후의 균형지수는 458.03이고, 180분 경과후에는 균형지수가 445.78로 감소하여 시간의 경과에 따라 균형지수가 감소하여 균형수행능력이 개선되고 있음을 보여주고 있다. 그리고 표 6에서 알 수 있듯이 다리길이 차이가 커질수록 균형지수가 높아져 균형적응이 어려움을 알 수 있다.

표 6. 다리길이와 측정시간에 따른 균형지수 차이

M(S.D)

다리길이 / 시간	1cm	2cm	3cm	4cm	5cm	F(p)
30 분	458.03	481.56	484.34	487.38	488.73	8.56
	(56.87)	(16.12)	(10.22)	(6.26)	(14.73)	(0.0024)
60 분	456.74	480.75	481.46	487.21	484.72	6.75
	(58.87)	(16.91)	(19.76)	(6.67)	(19.72)	(0.0046)
90 분	455.93	474.59	480.73	485.95	480.19	5.09
	(57.80)	(29.51)	(20.47)	(7.57)	(27.10)	(0.0071)
120 분	447.76	475.02	480.70	485.44	478.76	7.05
	(65.75)	(27.92)	(20.47)	(7.41)	(28.14)	(0.0023)
150 분	448.34	473.81	480.43	484.57	478.58	6.75
	(63.87)	(29.30)	(20.46)	(7.37)	(28.12)	(0.0024)
180 분	445.78	472.98	480.17	476.95	477.70	5.20
	(66.92)	(29.69)	(20.30)	(29.27)	(27.79)	(.00060)
F(p)	3.36	4.15	1.81	4.11	5.85	
	(0.0652)	(0.0456)	(0.1857)	(0.0471)	(0.0133)	

Ⅳ. 고찰

이 연구는 20대 연령층의 정상인을 대상으로 불안정한 지지면에서 동적 균형능력을 측정하고 다리 길이 차이와 시간의 경과에 따라 균형적응 능력의 변화를 살펴보고, 성별, 체중별, 신장별 균형수행능력에 차이가 있는지 알아보았다. 균형은 생체역학적 요

소, 감각요소, 근육요소가 포함된 복합적 통합활동으로 생체역학적 요소중의 하나가 안정성 한계이며 안정성 한계는 체중 지지면(base of support)의 변화없이 균형을 잃지 않고 수직선으로부터 이동할 수 있는 최대의 각도이다. 정상인의 안정성 한계는 균형유지에 중요한 생역학적인 요소이며, 신경계나 근골격계의 손상시 변한다(Nashner, 1989; 권오윤, 1995). 이러한 이론적 배경을 바탕으로 만들어진 것이 K.A.T 2000이란 기구이며, 최근에 들어 이 기구를 이용하여 균형에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 실정이다. 권오윤 등(1996)은 K.A.T 2000을 이용하여 불안정한 체중 지지면에서 균형능력을 측정하고 시각조건과 지지면의 안정도, 지지발에 따른 균형능력의 차이와 정적 균형능력과 동적 균형능력간의 상관성에 대하여 연구하였다.

류승현(1995)은 EMG(표면 근전도)를 이용하여 정상인을 대상으로 각기 다른 3가지의 (체중의 1.5%, 3.0%, 9.0)부하를 통하여 자세의 불균형을 유발시켰을 때 나타나는 체위운동 형태(postural movement patterns)를 연구하였다.

김종만 등(1995)은 환측 하지의 체중 이동 훈련과 체중부하 측정을 위하여 micro-software가 내장된 일본 SAKAI사 Limb Loader (model LLd-2000 Ver 1.2)를 사용하고, 체중이동 훈련 전과 후의 보행특성을 측정하기 위해 부분거리 측정법 중 하나인 잉크 족적(ink foot print)을 이용하여 시각 및 청각 되먹임을 이용한 체중이동 훈련이 편마비 환자들의 체중부하 분포와 보행특성에 미치는 효과를 연구하였다.

송주민(1994)은 연령이 균형에 미치는 영향을 연구하였고, 김형백 등(1996)은 시각 및 청각되먹임이 편마비 환자의 좌우대칭적 서기자세에 미치는 영향 등을 연구하는 등 균형과 관련된 다양한 방면에서의 연구가 이루어 졌으나 다리 길이 차이와 시간의 경과에 따른 균형수행능력과 적응능력에 대한 연구가 없어 본 연구를 실시하게 되었다.

운동학습(motor learning)은 기술을 어떻게 습득하는가 하는 문제로 학습이라는 것을 연습 또는 경험으로 성취도에 있어서 변화가 생기는 것이라 할 수 있다. 그러므로 학습되었다는 것은 상대적으로 성취도에 있어서 영구적인 변화가 있어야 하는데, 행동에 있어서 영구적인 변화가 일어났는지 확인하기 위해서는 한 과제를 수행할 때 그 개인의 성취도를 시간이 경과한 후에 평가하여야 한다. 환자가 운동과제를 학습하거나 재학습한다는 것은 동작을 시작하고 종료하는 계획을 스스로 할 수 있고 그럼으로써 자세나 동작이 자연스럽고 부드럽게 수행할 수 있는 것을 말한다. 이런 의미에서 볼 때 균형적응이란 것은 새로운 환경이나 과제(task)에 대하여 경험이나 연습을 통하여 균형수행능력이 개선되는 것을 의미하므로 균형적응은 운동학습의 결과라 할 수 있다(이충휘, 권혁철, 1995). 운동과제를 학습하는 과정에서 과제, 학습자(learner), 지시자

(instructor)는 중요한 요소가 되는데 본 연구에서는 과제를 다리 길이 차이에 따른 시간의 경과에 대한 균형의 적응으로 하였다. 또한 본 연구에서의 과제는 매번 시도할 때마다 물체, 표면, 사람들이 계속 움직이고 변하는 열린 과제(open task)로 하여 각 다리 길이의 차이에 따라 30분씩 적응시간을 주었다.

Nasher(Nashner, 1989; 권오윤, 1995)는 정상인의 전후 안정성 한계는 12° 이고, 좌우 안정성 한계는 16° 이며, 전후 안정성 한계는 신장이나 발의 길이에 따라 달라지며, 좌우 안정성 한계는 발의 간격이나 신장에 의해 달라진다고 하였으며, 또한 근골격계의 비정상에 의해서도 변화한다고 하였다. 권오윤의 편마비환자의 안정성 한계에 대한 연구에서 좌우 안정성 한계가 9.89° 이었고, 전후 안정성 한계는 6.43° 로 정상인 평균 안정성 한계보다 감소된 결과를 보여주었다. 본 연구에서도 다리 길이 차이가 1㎝일 때 균형지수가 458.03이고, 5㎝일 때 488.73으로 다리 길이 차이가 클수록 균형수행이 어려움을 알 수 있고 이는 전후 안정성 한계가 신장이나 발의 길이에 따라 달라진다는 Nasher의 연구를 뒷받침하고 있다.

Kilburn 등(1995)은 신장이 균형수행에 영향을 미친다고 했는데, 본 연구에서는 160cm이하의 신장에서 균형지수가 478.49, 161-170cm에서 473.95, 171cm이상에서 434.09로 신장이 클수록 균형지수가 낮고 이는 균형수행능력이 향상됨을 의미하는데, 통계처리 결과는 유의한 차이가 없는 것으로 나왔다. 일반적으로 신장이 작을수록 중력중심점(center of gravity)이 낮아 균형수행이 수월한 것으로 알려져 있는데, 본 연구에서는 이와 반대되는 경향을 보이고 있다.

그러나 이것은 본 연구에서의 실험대상자가 건강한 20대의 정상인으로서 신체조건이 좋을수록 운동조절능력이나 균형조절능력이 뛰어나기 때문인 것으로 사료된다.

송주민(1994)의 연구에서 불안정한 지지면에 따른 균형수행능력은 타 요인에 비해 60대와 70대 연령층에서 급격히 감소한다고 보고 하였는데, 본 연구에서는 20대 연령층을 중심으로 실험하였기에 각 연령에 따른 균형수행능력을 알아보지 못하였다.

앞으로의 연구는 자세유지나 균형수행에 많은 문제를 갖고 있는 고연령층이나 환자를 대상으로 하는 실험이 이루어져야 할 것이다.

V. 결 론

20대 연령층의 한국정상인에 있어 다리 길이 차이에 따른 자세균형변화와 적응특성이 시간의 경과에 따른 변화를 연구하여 임상에 자세 및 균형유지에 문제가 있는 환자에게 적용할 수 있는 기초자료를 제공하기 위해 신경근육계의 질병이 없는 건강한 성인 40명을 대상으로 불안정한 발판(unstable platform) K.A.T 2000(Breg사 제작, 1995)을 이용하여 다리길이 차이를 1cm에서 5cm까

지 나도록하여 각 cm별로 균형수행능력을 측정하였고, 30분 간격으로 3시간까지의 시간의 변화에 따른 균형수행능력을 측정하여 균형적응특성을 알아 보았으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 다리길이 차이가 클수록 균형수행능력이 저하되었다.($p<0.05$).
2. 다리길이 차이가 있을 때 시간의 경과에 따른 균형적응능력이 향상되었다($p<0.05$).
3. 성별에 따른 균형적응능력에는 별 차이가 없었다($p>0.05$).
4. 신장에 따른 균형적응능력에는 별 차이가 없었다($p>0.05$).
5. 체중에 따른 균형적응능력에는 별 차이가 없었다.($p>0.05$)

참고 문헌

권오윤. 편마비환자의 안정성 한계에 대한 연구. 대한물리치료사학회지. 1995;2(4).

권오윤, 최홍식. 불안정 발판(Unstable Platform)에서 20대 연령의 균형능력 평가. 한국전문물리치료학회지. 1996;3(3).

권혁철. 임상운동학. 대구대학교 재활과학대학 물리치료학과. 1996:119-120.

김용식, 박영옥. 하지의지 길이의 생역학적 의의(임상증상 및 방사선적 조사). 대한재활의학회지. 1988;12(1):111-116.

김종만, 이충휘, 구애련. 시각 및 청각 되먹임을 통한 하지 체중이동 훈련이 편마비 환자 보행특성에 미치는 효과에 관한 연구. 한국전문 물리치료학회지. 1995; 2(2): 9-21.

김한수, 배성수, 이현옥 등, 인체의 운동. 현문사. 1996:182-183.

김형백, 이수철, 추도연, 최규환. 시각 및 청각 되먹임을 통한 편마비 환자의 좌우대칭적 서기자세훈련효과. 한국전문물리치료학회지. 1996;3(2):42-48.

김희상, 안경희. 뇌성마비 환아의 고관절과 골반의 변형. 대한재활의학회지. 1994; 18(1):89-97.

류승형. Back Sway 동안의 자세움직임 형태에 대한 근전도와 생체 역학적 분석. 한국전문물리치료학회지. 1995;2(2):1-7.

송주민, 박래준, 김진상. 연령에 따른 시각과 청각이 균형수행능력에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 1994;6(1):75-83.

오경환. 자세에 관한 고찰. 대한물리치료사협회지. 1983;5(1):41-47.

이충휘, 권혁철. 고급 물리치료 Ⅰ. 서울: 현문사. 1995:20-24.

이한숙. 불안정한 바닥위에서의 발위치와 시각이 기립균형에 미치는 영향. 1997;49-51.

장기언, 서경배, 이숙자. 균형지수를 이용한 균형반응의 정량적 평가. 대한재활의학회지. 1994;18(3):561-569.

Clarke GR. Unequal leg length: an accurate method for detection and some clinical results. Rheum Phys Med. 1972;11:385-390.

Cohen H. Blatchly CA, and Gombash, LL.

A study of clinical test of sensory interaction and balance. Phys Ther. 1993;73(6):346-354.

Dornan J, Fernie G, Holliday PJ. Visual input: its importance in the control of postural sway. Arch Phys Med Rehabil. 1978;59:586-591.

Friberg O. Clinical symptoms and biomechanics of lumbar spine and hip joint in leg length inequality. Spine. 1983;8:643-651.

Gofton JP, Trueman GE. Osteoarthritis of the hip and leg length disparity. Can Med Assoc J. 1971;104:791-799.

Horak FB. Clinical Measurement of postural control in adults. Phys Ther. 1987;67(12):1881-1885.

Howard ME, Cawey PW, Losse GM, and Justel P. Correlation of static and dynamic balance indices to injury history, performance criteria, and physical finding in 595 elite college football players. 8th Annual AOSSM Specialty Day, Orlando, F1.1995;19:1-30.

Mahar RK, Kirby RL, Macleod DA. Stimulated leg-length discrepancy: its effect on mean center-of-pressure position and postural sway. Arch Phys Med Rehabil. 1985; 66:822-824.

Nashner LM. Sensory, neuromuscular and biomechanical contributions to human balance. Proceeding of the APTA Forum, Nashvile, Tennessee. 1989:5-7.

Nichols DS, Glenn TM, Hutchinson KJ. Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. Physl Ther. 1995;75(8):699-706.

Patla AE, Winter DA, Frank JS et al. Indentification of age related changes in the balance control system. Proceeding of the APTA Forum. Balance, Nashvile, ennessee. 1989;69:144-147.

Potter PJ, Kirby RL, Macleod DA. The effects of stimulated knee flexion contractures on standing balance. Am J Phys Med Rehabil. 1990;69:144-147.

Schulmann DL, Goldfrey EW. & Fisher AG. Effect of movements on dynamic equilibrium. Phys Ther. 1987;67(7):1054-1057.

Shumawy-Cook A, Horack F. Balance rehabilitation in the neurologic patient: course syllabus. Seattle:NERA 1992.