Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 15, No. 2, 1996

한국 대학생의 가상 hip 관절과 하지관절의 동작범위 측정

Measurement on Range of Virtual Hip and Lower Limb Joints for Young Male Students

기 도 형*

ABSTRACT

The purpose of this research is to measure range of virtual hip joint and lower limb joints motion such as the hip, knee and ankle joints for 47 young male students. The results of ANOVA revealed that anthropometric dimensions including weight and stature did not show any significant effects on the range of virtual hip joint and lower limb joints motion and the range of motion with two degrees of freedom at the shoulder, virtual hip and hip joints. Anthropometric dimensions such as age, weight, stature, arm length, shoulder height and leg length were found to be lowly correlated with the range of virtual hip joint and lower limb joints motion.

It is expected that the data on the range of joint motion suggested in this study can be used as a valuable input data when designing workplace, predicting human posture and reach volume, etc.

Ⅰ. 서 론

인간의 신체활동은 신진대사를 통하여 얻어진 에너지를 이용하여 주로 골격 뼈(skeletal bone)와 근육을 통하여 수행된다. 인간의 신체는 200여개 이상의 뼈들로 구성되어 있으며, 이들은 관절로 서로 연결되어 신체의 운동에서 중요한 역할을 수행한다. 관절은 운동 방향과 형태에 따라 경첩관절(hinge joint), 굴대관절(pivot joint), 구와관절(ball-and-socket joint)과 연골관절(cartilage joint) 등으로 나누어

* 계명대학교 산업공학과

지며, 각기 인체에서의 위치에 따라 신체의 동작범위를 제한한다 [1]. 관절의 운동한계는 유동성(mobility), 유연성(flexibility), 동작범위(range of motion) 등으로 표현하는데, 이 중 동작범위가 가장 많이 사용되고 있으며, 본 연구에서도 이를 사용하기로 한다. 관절의 동작범위는 관절의 형상(joint's body configuration), 부착되어 있는 근육, 건(tendon)과 인대(ligament), 그리고 주변 지방조직(fatty tissue)의 양 등에 의해 결정되며, 이러한 요소들은 개인간에 차이를 보일 뿐만 아니라 개인 내에서도 인간이 성장함에 따라 달라진다 [16]. 관절의 동작범위는 작업 수행도(performance)와 작업안전에 관련이 있으며, 일반적으로 동작범위가 크면 작업 수행도가 높고 산업재해의 위험이 줄어드는 것으로 알려져 있다 [9]. 이러한 관절의 동작범위는 운동학적(kinesiological)으로 인체의 운동기능을 파악하는 데 중요한 기본적 자료가 되며, reach posture를 비롯한 인간이 취하는 여러 자세를 해석적(analytic) 혹은 기구학적(kinematic)으로 예측하는 데도 필수적인 자료이다. 또한 작업공간의 설계를 위한 작업자의 정확한 작업영역(workspace)을 해석적(analytic)으로 생성하기 위해서도 상지(upper limb)와 하지(lower limb) 관절의 동작범위가 요구된다.

관절의 동작범위에 대한 연구는 미국을 중심으로 외국에서 주로 직접적인 측정으로 이루어졌으며, 여기에는 goniometer, flexiometer, 사진을 이용하는 방법 등이 많이 사용된다. 현재까지의 연구결과를 살펴보면 Sinelnikoff와 Grigorowitsch은 건강한 유럽의 남녀 노동자 각 100명씩의 관절 동작범위를 측정하여, 일반적으로 여자의 관절 동작범위가 무릎관절을 제외한 관절에서 남자보다 크게 나타남을 밝혔다 [14]. Glanville과 Kreezer는 10명의 남자의 목을 포함한 관절 동작범위를 측정하였으며 [7,16], Daniles와 Hertzberg는 79명의 미공군 병사를 대상으로 [3], Barter et al.은 사진 기법을 이용하여 39명의 대학생에 대한 관절 동작범위를 측정하였다 [5,6]. Harris et al.은 flexiometer를 이용하여 여자 대학생의 목, 상지와 하지의 관절 동작범위를 측정하였다 [8]. Mertz와 Patrick, Robbins et al., Snyder et al.은 목관절의 동작범위를 측정하였으며, Nyquist와 Murton, Mital et al.은 척추관절의 동작범위를 측정하였고, Engin과 Kaleps, Engin과 Kazarian은 어깨, 팔, 다리 관절의 동작범위에 대한 연구를 수행하였다 [3]. Staff는 100명의 남자 자원자에 대한 주요 신체 관절의 동작범위를 측정하였고 [15], Houy는 100명의 여자의 관절 동작범위를 Staff과 동일한 방법으로 측정하여 남녀의 관절 동작범위에 대한 자료를 비교, 제시하였다 [9]. 관절의 동작범위는 10세 전에 비하여 10-16세에서 약 10% 감소한 후, 16-70세에서는 관절에 관련된 질병이 없는 한 거의 변화가 없는 것으로 밝혀져 있다 [13]. 그리고 신장과 체중 등의 인체 측정치는 관절 동작범위와 상관관계가 낮으며, 비만형의 체형은 관절 동작범위를 감소시키는 것으로 알려져 있다 [10,12]. 한국인에 대한 측정결과는 이영신 등[3]이 20대 남자 대학생 54명의 팔(arm) 관절 - 손목, 팔꿈치, 어깨-의 13개의 동작에 대한 동작범위를 제시한 것이 유일하고, 하지 관절에 대한 동작범위와 여자에 대한 측정결과는 없으며, 이에 대한 연구도 거의 없는 실정이다.

본 연구의 목적은 한국인에 대한 연구결과가 없는 하지관절 -hip, 무릎, 발목-의 13개 동작에 대한 동작범위를 측정하며, 측정된 동작범위와 연령, 신장 등의 인

체측정변수와의 상관 관계를 살펴보고자 한다. 동작범위의 측정에는 하지 관절과 더불어 실제 관절은 아니지만 작업영역의 생성에 기초 자료로 요구되며, 외관적으로 실제 몸통(trunk) 동작의 기준이 되는 L5/S1의 가상(virtual) hip 관절의 동작범위를 같이 측정한다. 몸통의 동작은 요추(lumbar spine), 흉추(thoracic spine) 등의 여러 개의 뼈들의 움직임의 합으로 나타나나, 본 연구에서는 이들의 합이 L5/S1을 기준으로 나타난다고 가정한다. 왜냐하면 몸통의 운동을 여러 개의 뼈들의 움직임으로 각각 나타낼 때, 로보트 기구학(robot kinematics) 등을 이용하여 모델링(modeling)을 하기가 매우 어렵고, 실제 외관상으로 몸통의 운동은 L5/S1을 기준으로 일어나는 것 같이 보이기 때문이다.

Ⅱ. 측정 방법

2.1 피실험자

본 연구에서는 47명의 건강한 20대 전후의 남자 대학생을 대상으로 하지와 가상 hip 관절의 동작범위를 측정하였다. 47명의 피실험자에 대한 인체측정 자료는 다음 표 1에 제시되어 있으며, 평균 연령 23.0세, 평균 신장 171.7 cm, 평균 체중 62.5 kg을 보였다. 체격지수를 나타내기 위하여 신체충실도로 알려진 Rohrer 지수와 Livi 지수를 사용하였는데 [2], 각각 평균값이 123.7과 23.1을 나타내었다.

2.2 측정항목

측정된 관절 동작범위와 인체측정 치수와의 관련성을 파악하기 위하여 체중과 길이관련 치수 -신장, 팔길이, 어깨높이, 다리길이(대퇴돌기높이)-를 측정하였으며, 길이 관련치수는 그림 1과 같다. 본 연구의 대상이 되는 관절 동작범위는 가상 hip 관절의 3개 동작 -내.외선(medial and lateral rotation), lateral bending, 굴곡-, hip 관절의 5개 동작 -내선, 외선, 내전, 외전, 굴곡-, 무릎관절의 3개 동작 -내선, 외선, 굴곡-, 그리고 발목관절의 2개 동작 -굴곡(dorsi flexion), 신전(plantar flexion)- 등의 13개 동작에 대하여 측정을 실시하였다. 가상 hip 관절에서 내선과 외선은 몸통의 오른쪽이나 왼쪽에서 볼 때 서로 상대적인 개념이므로, 같은 것으로 가정하여 내선만 측정하였다. 측정 항목은 표2에 정리되어 있다.

표 1. 피실험자의 인체측정 자료

	연 령	신 장(cm)	체 중(kg)	Rohrer 지수	Livi 지수
평 균	23.0	171.7	62.5	123.7	23.1
표준편차	2.4	5.8	7.5	12.7	0.8
최 대	26.0	185.0	82.5	153.8	24.9
최 소	18.0	162.0	50.5	97.1	21.3

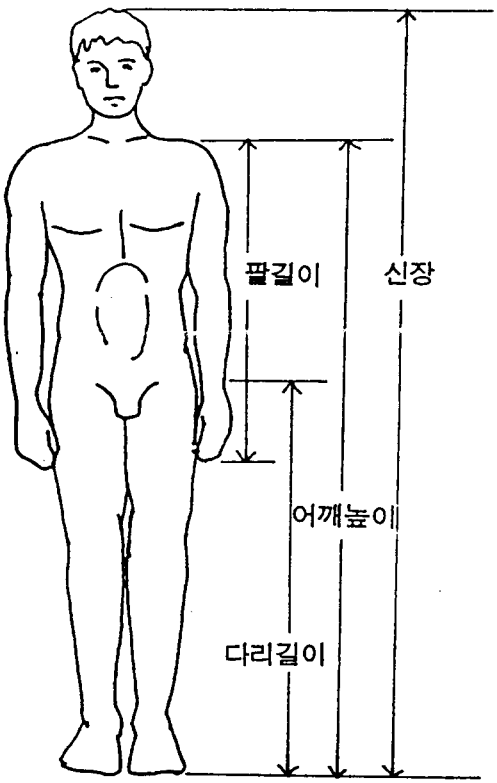

그림 1. 길이관련 인체측정 항목

표 2. 인체측정 치수와 관절 동작범위의 측정항목

		측정항목
인체 측정 치수		체중, 신장, 팔길이, 어깨높이, 다리길이
관절 동작 범위	가상 hip 관절	내·외선, lateral bending, 굴곡
	hip 관절	내선, 외선, 내전, 외전, 굴곡
	무 릎	내선, 외선, 굴곡
	발 목	신전, 굴곡

* 최대 : 주어진 동작에 대한 피실험자의 동작 범위 한계를 의미함.

2.3 측정방법

피실험자는 몸의 유연성을 높이기 위하여 측정 전에 Ergometer, Treadmill을 이용하여 5분 이상 운동을 한 후 측정에 임하였으며, 실내 온도는 20° C 이상을 유지하도록 하였다. 먼저 피실험자에게 각 관절 동작의 측정 기준점에 랜드마크를 부착하였으며, 측정 기준점은 다음 그림2와 표3에 정리되어 있다. 랜드마크를 부착한 후, 먼저 체중을 측정하고, 길이 관련 치수를 마틴(Martin)식 측정기를 이용하여 측정하였으며, 측정방법은 KSA 7004를 따랐다. 그리고 hip 관절, 무릎관절, 가상 hip 관절, 발목관절 순으로 동작범위를 측정하였다. 모든 측정은 피실험자가 팬티만 입은 상태에서 이루어졌다. 가상 hip 관절과 발목 관절을 제외한 동작범위 측정방법은 Laubach[17]와 Kroemer et al.[9]의 방법을 따랐으며, 발목 관절은 Murrell[11]이 제시한 방법을 따랐으며, 가상 hip 관절에 대한 측정 방법은 문헌을 찾을 수 없어 다음 그림2와 같이 본 연구에서 고안한 방법으로 측정하였다. 측정방법은 표4에 정리되어 있으며, 관절 동작범위의 측정기기로는 digital goniometer(Lafayette Instrument Co.)를 사용하였다.

표 3. 각 동작의 측정기준점

동작		측정기준점
가상 hip 관절	내.외선	목옆점, 어깨점
	lateral bending	L5/S1, 목뒤점
	굴곡	장골능선점, 어깨점
hip 관절	내.외선	무릎가운데점, 발목관절의 앞쪽 중앙점*
	내.외전	대퇴돌기가운데점, 무릎가운데점
	굴곡	대퇴돌기점, 무릎마디바깥점
무릎	내.외선	바깥복사점, 엄지발가락안쪽
	굴곡	무릎마디바깥점, 바깥복사점
발목	신전-굴곡	바깥복사점, 발바깥점

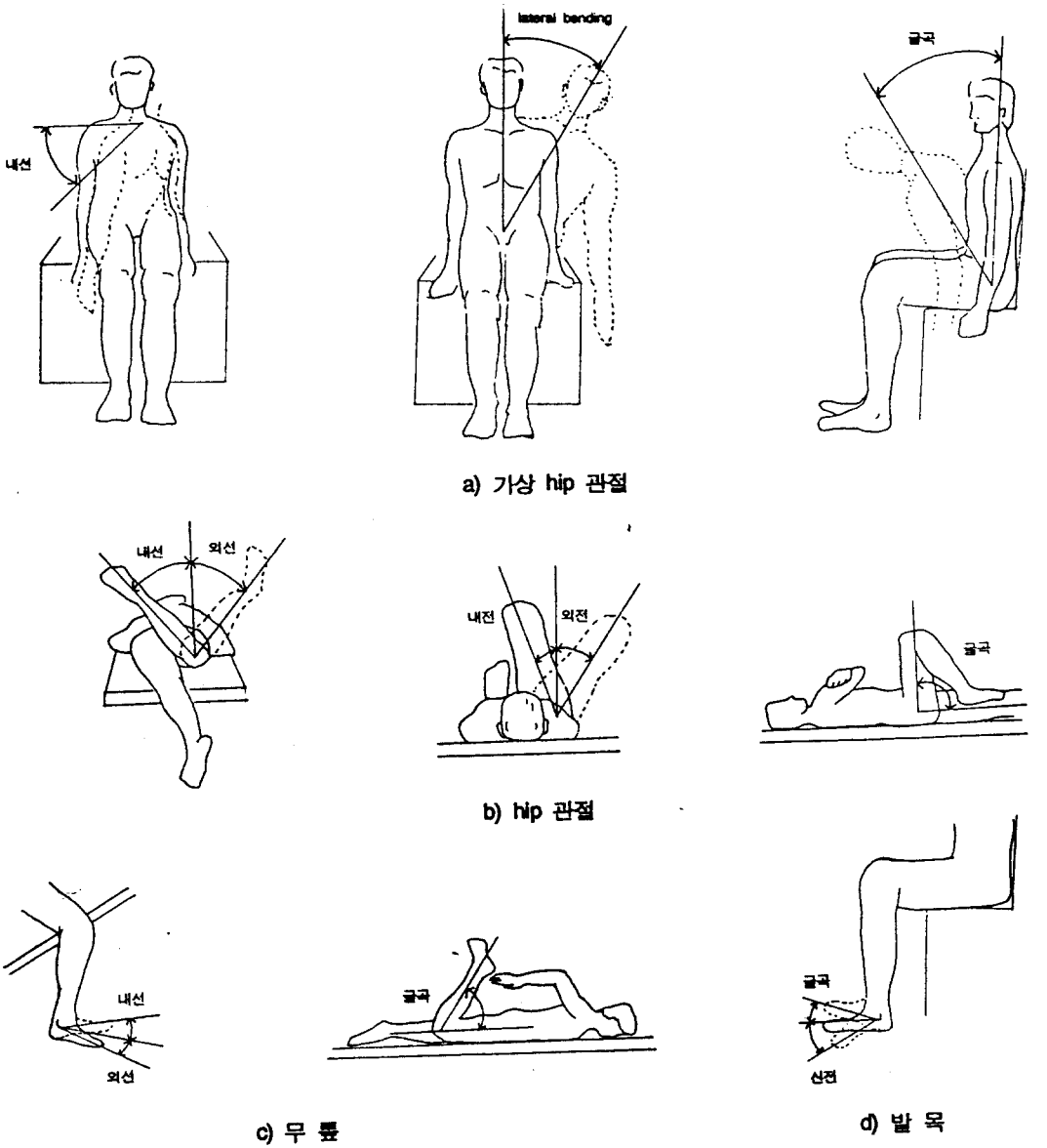

그림 2. 관절 동작범위의 측정방법

표 4. 가상 hip과 하지 관절의 동작범위 측정방법*

동 작		측 정 방 법
가상 hip 관절	내 · 외선	피실험자가 양 어깨를 등받이에 평행하게 한 상태에서 똑 바르게 등받이가 90°인 의자에 앉아서, 가상 hip 관절인 L5/S1에서 몸통 위쪽으로 수직한 축을 기준으로 몸통 안쪽 (내선) 혹은 바깥 쪽 (외선)으로 회전할 때, 목옆점과 어깨점이루는 축의 회전 각을 측정함.
	lateral bending	피실험자가 등받이가 90°인 의자에 똑 바르게, 양 어깨는 등받이에 평행하게 앉아서, 가상 hip 관절인 L5/S1에서 몸통 위쪽으로 수직한 축을 기준으로 몸통 바깥 쪽으로 구부릴 때, L5/S1과 목뒤점을 연결한 축의 측면으로의 이동 각을 측정함.
	굴곡	피실험자가 등받이가 90°인 의자에 똑 바르게, 양 어깨는 등받이에 평행하게 앉아서, 가상 hip 관절인 L5/S1에서 몸통 위쪽으로 수직한 축을 기준으로 몸통 앞 쪽으로 구부릴 때, 장골능선점과 어깨점을 연결한 몸통 前面으로의 회전 각을 측정함.
hip관절	내 · 외선	책상에 엎드려 무릎을 110° 정도 굴곡시킨 상태에서, hip 관절을 중심으로 대퇴(thigh)를 회전할 때, 무릎가운데점과 발목관절의 앞쪽 중앙점을 연결한 축이 회전한 각을 측정함.
	내.외전	책상에 반듯이 누워 무릎을 80° 정도 굴곡시킨 상태에서, hip 관절을 중심으로 대퇴(thigh)를 몸의 안쪽 (내전) 혹은 바깥쪽 (외전)으로 움직일 때, 대퇴돌기가운데점과 무릎가운데점을 연결한 축이 움직인 각을 측정함.
	굴곡	책상에 반듯이 누워 무릎을 80° 정도 굴곡시킨 상태에서, hip 관절을 중심으로 대퇴(thigh)를 몸통쪽으로 굴곡시킬 때, 대퇴돌기점과 무릎바깥점을 연결한 축이 움직인 각을 측정함.
무릎	내 · 외선	종아리(shank)를 90°아래로 늘어뜨리고, 발은 지면과 수평하게 한 자세로 의자에 앉아서, 종아리를 무릎을 중심으로 몸 안쪽 (내선) 혹은 바깥쪽 (외선)으로 회전할 때, 바깥복사점과 엄지발가락안쪽점이 이루는 축이 회전한 각을 측정함.
	굴곡	두 다리를 편 채 책상에 엎드린 자세에서, lower leg를 무릎을 중심으로 굴곡시킬 때, 바깥복사점과 발바깥점이 이루는 축이 움직인 각을 측정함.
발목 관절	신전	피실험자가 등받이가 90°인 의자에 무릎의 굴곡 각이 90°가 되게 종아리를 수직 하방으로 늘어뜨리고, 발은 바닥과 수평하게 한 상태로 앉아서, 발목 관절을 기준으로 발을 아래 쪽으로 구부릴 때 바깥복사점과 발바깥점을 연결하는 선이 수평면과 이루는 각을 측정함.
	굴곡	피실험자가 등받이가 90°인 의자에 무릎의 굴곡 각이 90°가 되게 종아리를 수직 하방으로 늘어 떠리고, 발은 바닥과 수평하게 한 상태로 앉아서, 발목 관절을 기준으로 발을 위 쪽으로 구부릴 때 바깥복사점과 발바깥점을 연결하는 선이 수평면과 이루는 각을 측정함.

* 의자는 팔걸이(armrest)가 없으며, 측정 기준점은 '국민표준체위 조사 보고서[4]'의 정의를 따랐음

3. 관절의 동작범위

3.1 관절 동작범위의 통계자료

측정된 신체 부위별 관절의 자유도에 대한 동작범위를 백분위수별로 정리하면 다음 표5와 같다. 피실험자의 관절 동작범곡 9.0°-32.0°, 신전 51.0°-87.0°를 보였다.위의 5%-95%의 범위를 보면 가상 hip 관절은 내.외선 27.0°-64.0°, lateral bending 34.0°-60.0°, 굴곡 57.0°-82.0°를, hip 관절은 내선 24.0°-57.0°, 외선 20.0°-62.0°, 내전 19.0°-44.0°, 외전 44.0°-63.0°, 굴곡 115.0°-150.0°를, 무릎관절의 내선 14.0°-43.0°, 외선 26.0°-64.0°, 굴곡 115.0°-145.0°를 나타내었고, 발목관절은 굴곡 9.0°-32.0°, 신전 51.0°-97.0°를 보였다.

표 5. 관절 동작범위의 통계자료

(단위 : 도(°))

측정부위	동 작	평 균	표준편차	5%	95%
가상 hip 관절	내.외선	46.0	10.4	27.0	64.0
	lateral bending	44.2	7.9	34.0	60.0
	굴곡	72.3	7.8	57.0	82.0
hip 관절	내선	40.1	9.9	24.0	57.0
	외선	38.2	12.4	20.0	62.0
	내전	30.9	7.9	19.0	44.0
	외전	50.7	5.6	44.0	63.0
	굴곡	134.6	9.6	115.0	150.0
무릎관절	내선	29.8	8.3	14.0	43.0
	외선	46.9	11.1	26.0	64.0
	굴곡	132.2	8.7	115.0	145.0
발목관절	굴곡	17.6	7.7	9.0	32.0
	신전	65.6	12.6	51.0	87.0

3.2 분산분석

본 연구에서 측정한 관절 동작범위에 인체측정 치수 등이 영향을 미치는 지를 밝히기 위하여 분산분석을 실시하였다. 분산분석을 하기 위하여 체중, 신장 등의 인체측정변수를 1992년의 국민 표준체위 조사의 20-24세 연령대의 자료를 기준으로 [4], 다음 표 6과 같이 25%. 50%, 75%를 기준으로 4개의 등급의 범주 자료(category data)로 전환하였다. 본 연구에서 측정한 가상 hip 관절, hip 관절, 무릎관절 및 발목관절의 동작범위에 대하여 피실험자의 인체측정치수 -체중, 신장, Rohrer 지수와 Livi 지수 - 를 독립변수로 하여 분산분석을 수행한 결과는 다음 표 7과 같다. 여기서 각 관절의 동작범위는 자유도에 대한 동작범위를 사용하였다. 즉, hip 관절의 내선-외선, 내전-외전, 무릎관절의 내선-외선과 발목 관절의 굴곡-신전은 각각 하나의 변수로 가정하였다. 이는 자유도가 회전축이 같은 동작을 의미하고, 회전축은 인체 관절의 동작 특성을 설명해 주기 때문이다. 표7에서 보는 바와 같이 체중, 신장과 같은 인체측정변수는 가상 hip 관절과 하지 관절의 동작범위에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 일반적으로 체위를 나타내는 변수 중 Livi 지수가 Rohrer 지수보다 신체의 비만도를 질량적으로 잘 표현할 수 있는 것으로 알려져 있으나, 두 변수 모두 가상 hip 관절과 하지 관절의 동작범위에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

표 6. 인체측정변수의 등급

측정변수	등 급			
체 중	58.0 kg 미만 (13)	58.0-62.0 kg (12)	62.0-68.5 kg (13)	68.5 kg 이상 (8)
신 장	166.0cm 미만 (9)	166.0-169.6cm (9)	169.6-173.1cm (13)	173.1cm 이상 (16)
Lohrer 지수	115.67 미만 (12)	115.68-123.78 (11)	123.79-132.48 (12)	132.49 이상 (12)
Livi 지수	22.63 미만 (12)	22.64-23.12 (11)	23.13-23.66 (12)	23.67 이상 (12)

* 괄호 안의 수치는 피실험자의 수임

표 7. 관절의 동작범위에 대한 분산분석 결과

		체중	신장	Rohrer 지수	Livi 지수
가상 hip 관절	내·외선	0.077	0.052	0.484	0.445
	lateral bending	0.329	0.667	0.171	0.132
	굴 곡	0.857	0.272	0.936	0.909
hip 관절	내·외선	0.466	0.639	0.770	0.764
	내·외전	0.794	0.655	0.149	0.332
	굴 곡	0.992	0.603	0.332	0.348
무릎관절	내.외선	0.959	0.893	0.792	0.639
	굴 곡	0.140	0.252	0.878	0.730
발목관절	굴곡-신전	0.997	0.968	0.995	0.996

+위의 수치는 p-value임

3.3 상관분석

본 연구에서 측정한 변수들간의 상관관계를 파악하기 위하여 상관분석을 실시하였다. 피실험자의 연령, 체중, 길이 관련 치수, Rohrer 지수, Livi 지수와 본 연구에서 측정한 관절의 동작범위와의 상관관계 분석 결과는 다음 표 7에 나와 있다. 표에서 보는 바와 같이 상관관계수가 전반적으로 매우 작고, 특히 정적 인체측정 변수와 관절 동작범위간의 상관 계수가 작아, 관절의 동작범위에 체계적으로 영향을 미치는 정적 인체측정 변수는 없는 것으로 보인다. 그러나 동적 인체측정 변수 중 발목 관절의 굴곡-신전과 hip 관절의 내.외전, 무릎 관절의 내.외선은 -0.69, 0.70의 상관 계수를 보여 상당히 관련되어 있음을 보이고 있다. 즉, 발목 관절의 굴곡-신

표 8. 인체측정 치수와 관절 동작범위의 상관분석

		가상 hip 관절			hip 관절			무릎관절		발목관절
		내·외선	lateral bending	굴곡	내·외선	내·외전	굴곡	내·외선	굴곡	굴곡-신전
연령		-0.18	-0.02	-0.04	-0.29**	-0.38	-0.18	-0.02	-0.30**	0.05
체중		-0.16	-0.12	-0.10	-0.09**	-0.13	-0.12	-0.14	-0.25**	0.01
신장		-0.06	-0.26*	-0.05	0.09	0.15	0.16	0.07	0.14	0.06
팔길이		-0.04	-0.21	-0.07	0.05	0.22	0.27**	0.03	0.14	0.04
어깨높이		-0.11	-0.35**	0.04	010	017	0.10	0.09	0.21**	0.05
다리길이		-0.16	-0.39**	-0.07	0.05	0.07	0.16	0.00	0.06	0.02
Rohrer 지수		-0.10	0.13	-0.08	-0.17	-0.32**	-0.30**	0.08	-0.41**	-0.06
Livi 지수		-0.11	0.13	-0.06	-0.17	-0.31**	-0.29**	0.08	-0.41**	-0.06
가상 hip 관절	내.외선		0.06	-0.02	0.08	-0.02	0.18	-0.01	0.08	0.00
	lateral bending			0.40**	0.00	0.01	0.11	0.17	-0.11	0.01
	굴곡				0.28**	0.28*	0.34**	0.22*	0.14	-0.01
hip 관절	내·외선					0.47**	0.37**	0.12	0.41**	-0.03
	내.외전						0.33**	-0.38**	0.53**	-0.69**
	굴곡							0.26*	0.29**	0.08
무릎 관절	내·외선								0.09	0.70**
	굴곡									0.03

* · significant at α=0.05, ** : significant at α=0.01

전 동작을 크게 할 수 있는 피실험자는 hip 관절의 내.외전이 작으며, 무릎 관절의 내.외선은 크게 할 수 있음을 보이고 있다. hip 관절의 내.외전과 무릎 관절의 굴곡도 0.53의 상관계수를 보여, 관계가 약하지만 어느 정도 서로 상관되어 있음을 알 수 있다. 이들 상관계수는 모두 유의수준 1%에서 유의함을 보였다 (표8). 그리고 체위를 나타내는 Rohrer 지수와 Livi 지수는 관절 동작범위와 낮은 상관관계를 보이지만, 서로 유사한 경향을 나타내고 있다.

4. 측정 오차의 검증

본 연구에서 측정, 제시한 인체 관절의 동작범위 자료의 측정 오차의 정도를 알아 보기 위하여, 본 연구에서 측정한 동작 중 hip 관절의 굴곡과 발목 신전을 3명의 피실험자에 대하여 5회 재측정을 실시하였다. 피실험자는 신장이 분산분석에서 사용한 4등급 중 1,3,4 등급에 속하며, 재측정 자료는 다음과 표 9와 같다. 본 연구의 측정의 신뢰성을 검증하기 위하여 5회 측

표 9. 측정 오차 검증을 위한 재측정 자료

피실험자	측정부위	평균	표준편차	변동계수
A	hip 관절 굴곡	114.0	1.58	0.014
	발목 신전	66.2	0.86	0.029
B	hip 관절 굴곡	113.6	1.50	0.029
	발목 신전	75.6	1.47	0.043
C	hip 관절 굴곡	114.0	2.00	0.018
	발목 신전	60.4	1.34	0.022

정한 자료에 대해서, 변동계수를 표9에 제시하였다. 표에서 보는 바와 각 측정 항목의 모든 피실험자의 변동계수가 5% 이하를 보여, 측정 단위가 각도임을 고려할 때 자료의 신뢰성을 보여주고 있다.

5. 토의 및 결론

본 연구에서는 20대 전후의 한국 대학생을 피실험자로 하여 하지의 hip 관절, 무릎관절, 발목관절과 상지의 가상 hip 관절의 동작범위를 측정, 제시하였다. 분산분석을 통하여 살펴 본 바와 같이 대부분의 관절 동작범위는 체중, 신장, 체위변수 등의 인체측정 변수에 통계적으로 유의한 영향을 받지 않았다. 표 6에서 본 바와 같이 Rohrer 지수와 Livi 지수 등의 체위변수에 따른 피실험자의 분포가 백분위수별로 고르게 나타나, 피실험자의 선택에는 문제가 없는 것으로 생각된다. 그리고 상관분석에서도 연령과 인체측정 변수와 관절 동작범위간의 상관계수가 낮게 나타나, 본 연구의 결과로부터 인체 관절의 동작범위를 결정하거나 신뢰성있게 예측할 수 있는 변수가 없다고 할 수 있겠다. 이는 관절 동작범위는 매우 특별한 요소여서 신장과 체중 같은 신체 일부의 측정 변수와 낮은 상관관계를 보여 인체측정 변수로 예측이 어렵다고 한 Laubach[10,17]와 Roebuck et al.[12]의 연구결과와도 일치한다. 그리고 실제 몸통의 움직임은 등뼈(back bone)를 이루고 있는 12개의 흉추(thoracic)와 5개의 요추(lumbar)의 동작의 합으로 나타나지만, 본 연구에서는 가상 hip 관절을 가정하여 몸통의 동작을 L5/S1을 기준으로 일어나는 하나의 동작으로 측정하여 자료를 제시함으로써, 자세의 예측, 작업장의 설계 등에 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

추후 연구 방향으로는 좀 더 다양한 연령층, 직업군, 지역별 피실험자와 여자에 대한 측정이 요구되며, 관절 동작범위를 예측할 수 있는 새로운 변수의 설정에 관한 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

[1] 박경수, 인간공학, 개정판, 영지문화사, 서울, 1994.

[2] 윤남식, 한국인의 체위, 이화여자대학교 출판부, 서울, 1987.

[3] 이영신, 이석기, 박세진, 김철중, "한

국인 20대 청년의 팔 관절 동작범위 측정 연구", 대한인간공학회 춘계학술 발표대회 논문집(pp. 62-71), 1995.

[4] 한국표준과학연구원, 산업제품의 표준치 설정을 위한 국민표준체위 조사 보고서, 공업진흥청, 1992.

[5] Barter, J.T., Emanuel, I., and Truett, B., A Statistical Evaluation of Joint Range Data, WADC-TN- 57-311, Wright Air Development Center, Wright-Pattersonn Air Force Base, Ohio.

[6] Chaffin, D.B., and Andersson, G.B.J., Occupational Biomechanics, 2nd ed, John Wiley & Sons Inc, New York, 1991.

[7] Glanville, A.D., and Kreezer, G., "The Maximum Amplitude and Velocity of Joint Movements in Normal Male Adults", Human Biology, 9 : 197, 1937.

[8] Harris, M.L., and Harris, C.W., A Factor Analytic Study of Flexibility, The National Convention of the American Association of Health, Physical Education, and Recreation, Research Section, St. Louis, Mo., 1968.

[9] Kroemer, K., Kroemer, H., and Kroemer-Elbert, K., Ergonomics : How to Design for Ease & Efficiency, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1994.

[10] Laubach, L.L., "Body Composition in Relation to Muscle Strength and Range of Motion", J. of Sports Medicine and Physical Fitness, 9(5) : 89-97, 1969.

[11] Murrell, K., Ergonomics, Chapmann and Hall, London, 1969.

[12] Roebuck, J.A., Kroemer, .H.E., and Thomson, W.G., Engineering Anthropometry Methods, Wiley-Interscience, New York, 1975.

[13] Salter, N., and Darcus, H.D., "The Amplitude of Forearm and of Humeral Rotation", J. of Anatomy, 87 : 407-418, 1953.

[14] Sinelkinoff, E., and Grigorowitsch, M., "The Movement of Joints as a Secondary Sex- and Constitutional-Characteristic", Zeitschrift fur Konstitutionslehre, 15(6) : 679-693, 1931.

[15] Staff, K.R., A Comparison of Range of Joint Mobility in College Females and Males, Unpublished Master's Thesis, Texas A&M University, College Station, TX, 1983.

[16] Van Cott, H.P., and Konkade, R.G., Human Engineering Guide to Equipment Design, Revised Ed., American Institutes for Research, Washington, D.C., 1972.

[17] Webb Associates, Anthropometric Source Book, Vol. I, Ch. VI, NASA Ref. 1024, National Aeronautics and Space Administration, 1978.