

## 20대 정상성인의 발목에 부가된 하중이 보행중 에너지 소모도에 미치는 영향

충남대학교병원 물리치료실 · 대전보훈병원 물리치료실<sup>\*)</sup>

김용건 · 한동욱<sup>\*)</sup>

### The Influences for Change of energy consumption of normal 20s' adults during gait

Kim, Yong-Gun, Ph.D, P.T., Han, Dong-Uck, Ph.D, P.T.<sup>\*)</sup>

*Dept. of Physical Therapy, Chung Nam University Hospital  
Dept. of Physical Therapy, Taejon Veterans Hospital<sup>\*)</sup>*

#### - ABSTRACT -

80 persons who don't have past history of cardiopulmonary and neuromuscular disease.

The results were as follow;

1. PCI(Physiological Cost Index) value without loading to ankle were significantly increased compared to 1kg, and 2kg ( $p < 0.01$ ).
2. Female Subjects showed more increased PCI value in without loading and 1kg, 2kg loading compared to male subjects ( $p < 0.01$ ).
3. In every PCI condition the difference among height groups was observed ( $p < 0.01$ ).
4. The difference among weight groups in each PCI condition was observed ( $p < 0.01$ ).

These results showed that energy consumption was increased according to loading on the ankle during gait so weight of orthosis or prosthesis must be considered when choosing them and during gait training with these ones.

---

**Key Words:** PCI(Physiological Cost Index), energy consumption

## I. 서론

정상 보행이란 잘 조화된 사지의 운동을 통해 최소한의 에너지를 소모하면서 부드럽고 효과적으로 신체의 무게중심을 앞으로 이동시키는 것을 말한다(김미정 등, 1994). 보행에 관련된 여러 지표 중 보행속도를 측정하는 것이 환자의 일상생활능력 및 예후, 기능 파악에 가장 간단하고 정확한 방법으로 알려져 있다(Bohannon, 1987).

다시 말해 독립적인 사회 생활을 위해서는 적당한 보행속도가 필요하다는 것이다. 요구되는 보행속도는 Robinett와 Vondran(1988)에 의하여 연구되어 졌는데, 그들에 의하면 지역사회 크기에 따라 차이는 있으나 평균 44.5m/min 정도는 되어야 한다고 했다. 그들의 연구 결과로 미루어 볼 때, 환자의 보행 훈련시 보행의 독립성이나 안전성이 저하되지 않는 범위에서 좀 더 빠르게 걷도록 훈련시키는 것이 사회로의 복귀에 중요한 요소가 될 것이다.

보행속도에 더해 단위거리 당 소요되는 에너지를 최소화하는 방향의 보행훈련이 필요하다. 만약 이런 보행방식과 속도를 벗어나게 되면 에너지 소모도가 증가하게 된다. 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 경우, 동반되는 근력 및 감각기능의 저하로 인해 이런 정상적인 보행이 어렵게 된다(김미정 등, 1994). 이러한 정상보행이 어려운 사람들에게 정상 보행에 가깝게 걷도록 돕기 위해서 보통 보조기나 의수족을 처방하는 경우가 있다. 이때 보조기나 의수족의 하중이 환자에게 미치는 영향을 간과하는 경우가 있는데 본 연구에서는 하중이 에너지 소모량과 관계가 있는지의 여부와 사람의 신체조건이 에너지의 소모량과 어떤 관련이 있는지를 알아보기 위한 것이다.

운동의 강도는 주로 호기시의 공기를 측정할 후 전신의 산소소모도를 측정하는 산소소모율(oxygen consumption rate, VO<sub>2</sub>)로 표현되는데, 산소소모를 측정하는 기구는 장착이 그리 쉽지 않고, 고가 장비여서 임상영역에서는 쉽게 사용할 수 없는 단점이 있다.

반면 심박수는 비교적 쉽게 측정할 수 있으며, 최대이하의 운동강도(steady-state submaximal work)에서 에너지 소모를 쉽게 예측할 수 있다(한태륜 등, 1994; Blessy, 1978).

심박수를 이용한 산소소모량의 타당성에 대해 윤승호와 변정현(1994)은 정상 성인의 트레드밀 검사를 통하여 심박수와 산소소모량과의 회귀방정식을 구하여 심박수만으로 간단히 산소소모량을 산출할 수 있다고 주장하였다. 또한 김봉옥 등(1996)은 정상인과 편마비 환자에서 보행 중 PCI(Physiological Cost Index(이하 PCI))가 운동량과 심기능과의 관계를 손쉽게 예측할 수 있는 도구로 이용될 수 있다고 보고하였다.

에너지 소모도를 측정하는 방법은 여러 가지가 있지만, 본 연구자는 트레드밀 위에서 보행시 실제 임상적으로 측정이 쉬운 심박수를 사용해 산소소모량 측정을 대신한 PCI를 이용하였으며, 각 무게 보행에서 20대 성인에서 에너지 소모에 관계있는 요인을 이해하기 위해서 성별, 체중별 및 신장별 PCI값의 차이를 비교 분석하였다.

20대 성인은 모든 사람 중에서 에너지 소모도에 민감하지 않을 것이라 생각하고, 이들에게 1kg, 2kg의 무게를 발목에 부가하여 무게를 주지 않았을 때와 에너지 소모도를 비교하여 무게가 실제 정상성인에게 영향을 미친다면 환자들에게나 노약자들에게도 영향을 줄 것이라는 가정 아래 실험을 하였다.

본 연구에서는 환자에게 치료적 운동을 시키기

나, 보행 훈련을 할 때, 보조기 및 의수족을 착용 시킬 경우 에너지소모를 줄이면서 효과적인 훈련이 되도록 프로그램을 개발하기 위한 기초로 사용하기 위한 것이다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상 및 기간

에너지 소모도에 영향을 줄 수 있는 질환인 신경 및 근골격계, 심폐계 질환에 이환된 적이 없는 건강한 20대 정상성인 남자 40명과 여자 40명, 총 80명을 대상으로 하였으며, 연구 대상자의 일반적인 특징은 표 1.과 같다. 연구기간은 1999년 12월 10일부터 2000년 1월 31일까지였다.

### 2. 연구 방법

에너지 소모도를 측정하기 위하여 PCI(Physiological Cost Index)를 이용하였다. PCI값은 보행시의 심박수에서 안정시의 심박수를 뺀 값을 보행속도로 나눈 값으로 다음과 같은 식으로 계산된다.

$$PCI(\text{beat}/\text{m}) = \frac{\text{보행시 심박수}(\text{beat}/\text{min}) - \text{안정시 심박수}(\text{beat}/\text{min})}{\text{보행속도}(\text{m}/\text{min})}$$

심박수의 측정 방법은 심박수 측정기(HRM, POLAR® Polary Electro by, Finland)를 심장에 부착한 후 의자에 앉아서 조용히 5분간 쉬 후에 휴식시의 최소로 낮은 1분간 심박동수를 잰다. 트레드밀에서 4.8km/hr 속도를 주고 3분간 보행시킨 다음 심박수를 측정하였다. 다시 충분

한 휴식(10분 이상)을 주고 처음 휴식시 상태로 돌아온 후 오른쪽 하지의 발목(ankle)에 1kg의 하중을 걸고 3분간 보행 후 심박수를 측정하였다. 다시 휴식을 취하여 처음 휴식시 상태로 돌아온 후 왼쪽 발목에 1kg의 무게를 더하여 3분간 보행을 시킨 후에 심박수를 재측정하였다.

### 3. 통계 분석 방법

하중을 주지 않고 걸었을 때의 에너지 소모도 값을 PCI로, 하지에 하중을 주고 걸었을 때의 에너지 소모도 값을 PCI 1kg, PCI 2kg로 나타내었다. 성별에 따른 평균 에너지 소모도는 t-test, 신장, 체중에 따른 평균 에너지 소모도는 분산분석(ANOVA)으로 평균값을 비교하여 유의성 여부를 구하였으며, PCI, PCI 1kg, PCI 2kg의 상호관계를 알아보기 위하여 상관관계(Correlation)로 분석하였다. 통계 프로그램은 SPSS-WIN 8.0을 사용하였다.

## III. 결과

### 1. 연구 대상자의 일반적인 특성

대상자의 일반적 특성을 보면 총 80명 중 남자가 40(50.0%)명이었고 여자가 40(50.0%)명이었다.

신장은 164cm 이하가 37(46.3%)명으로 가장 많았고, 165-174cm가 29(36.3%)명 순이었다.

몸무게는 59kg이하가 43(53.8%)명으로 가장 많았으며, 60-69kg이 26(32.5%)명 순이었다(표 1).

Table 1. General characteristics of subjects studied (%)

Items		Number
Sex	Male	40 (50.0)
	Female	40 (50.0)
Height(cm)	≤164	37 (46.3)
	165 - 174	29 (36.3)
	175 ≤	14 (17.5)
Weight(kg)	≤59	43 (53.8)
	60 - 69	26 (32.5)
	70 ≤	11 (13.8)
Total		80 (100.0)

## 2. 조사항목의 평균값

〈표 2,3〉에 나타나 있는 결과처럼 남자 그룹에서의 수술 전 평균근력은 140.26±57.17 ft-lbs이고, 수술 6주후 평균근력은 151.10±53.36 ft-lbs였으며(수술전과 수술6주후 7.73%의 근력 증가), 여자그룹에서 수술 전 평균근력은 77.99±27.05 ft-lbs이고, 수술 6주후 평균근력은 84.12±27.02 ft-lbs(수술 전과 수술6주후 7.86%의 근력 증가)였다.

Table 3. PCI, PCI 1kg and PCI 2kg by Sex

Sex	Kind of PCI	(unit: beat/meter)		
		PCI <sup>1)</sup> *	PCI 1kg <sup>2)</sup> ***	PCI 2kg <sup>3)</sup> **
Male		5.06 ± 1.34	5.61 ± 1.32	6.27 ± 1.42
Female		6.74 ± 1.80	7.91 ± 1.39	9.22 ± 1.41
Grand mean		5.90 ± 1.79	6.76 ± 1.77	7.75 ± 2.04

\* : p < 0.05, \*\* : p < 0.01

1) Physiological Cost Index without additional load

2) Physiological Cost Index with 1kg load

3) Physiological Cost Index with 2kg load

## 3. 성별에 따른 PCI, PCI 1kg, PCI 2kg 값과의 관계

〈성별에 따른 보행 중 에너지 소모도를 보면 남성의 경우 5.06±1.34 beat/m인데 반해 여성은 6.75±1.80 beat/m으로 남성보다 여성의 에너지 소모도가 크게 나타났다(p<0.01).

하중 1kg의 부하를 주었을 경우 PCI는 남성의 경우 평균값이 5.62±1.32 beat/m인데 반해 여성은 7.91±1.39 beat/m으로 높게 나타났다(p<0.01).

하중 2kg의 부하를 주었을 경우 PCI는 남성의 경우 PCI 평균값이 6.27±1.42 beat/m 인데 반

Table 2. Mean of general characteristics of subjects (Mean±S.D)

Items	Male	Female
Age(year)	23.2 ± 2.3	23.2 ± 2.4
Weight(kg)	66.2 ± 6.3	51.9 ± 3.9
Height(cm)	172.0 ± 3.6	160.4 ± 4.4
Rest heart rate(beat/min)	77.9 ± 8.9	76.2 ± 6.3
Post heart rate(beat/min)	102.2 ± 7.7	108.6 ± 8.0
1kg gait heart rate(beat/min)	104.8 ± 7.5	114.2 ± 5.6
2kg gait heart rate(beat/min)	108.0 ± 8.1	120.5 ± 6.9

해 여성은  $9.22 \pm 1.41$  beat/m으로 높게 나타났다( $p < 0.01$ ).

성별로 보면 남성에 비해 여성의 에너지 소모도가 높고 부하를 주었을 때 더 많은 에너지 소모의 증가를 볼 수 있었다.

부하를 주지 않는 상태에서의 PCI 평균값은  $5.90 \pm 1.79$  beat/m이며, 1kg의 부하를 준 경우의 PCI 평균값은  $6.76 \pm 1.77$  beat/m으로 유의하게 증가하였고, 2kg의 부하를 준 경우는 PCI 평균값이  $7.75 \pm 2.04$  beat/m으로 하중을 주지 않았을 경우의 PCI 평균값 및 하중 1kg의 PCI 평균값에 비해 유의하게 증가하여, 보행 중 하지에 부가되는 무게가 증가함에 따라 에너지 소모가 증가하였다(표 3).

#### 4. 신장에 따른 PCI, PCI 1kg, PCI 2kg 값과의 관계

신장과 보행 중 에너지 소모도와의 관계를 보면, 먼저 PCI의 경우 164cm 이하에서  $6.89 \pm 1.80$  beat/m으로 가장 높게 나타났고, 175cm 이상에서 PCI 평균값이  $4.73 \pm 1.25$  beat/m으로 가장 낮게 나타났다( $p < 0.01$ ).

하중 1kg의 부하를 주었을 경우 164cm 이하에서 PCI 값이  $7.95 \pm 1.44$  beat/m의 에너지 소모도를 나타낸 반면 175cm 이상에서는 PCI 평

균값이  $5.30 \pm 1.10$  beat/m으로 차이가 있었다( $p < 0.01$ ).

하중 2kg의 부하를 주었을 경우 164cm 이하에서 PCI 평균값이  $9.27 \pm 1.46$  beat/m의 에너지 소모도를 나타낸 반면 175cm 이상에서는 PCI 평균값이  $6.31 \pm 1.06$  beat/m로 차이가 있었다( $p < 0.01$ ).

신장군별로는 164cm 이하와 나머지 신장군의 PCI, PCI 1kg, PCI 2kg의 평균값의 차이가 있었고( $p < 0.01$ ), 165 - 174cm의 신장군과 175cm 이상의 신장군 사이에 PCI, PCI 1kg, PCI 2kg의 평균값은 유의한 차이를 보이지 않았다(표 4).

#### 5. 체중에 따른 PCI, PCI 1kg, PCI 2kg 값과의 관계

체중에 따른 보행 중 에너지 소모도를 보면 PCI의 경우 59kg 이하에서 평균값이  $6.43 \pm 2.01$  beat/m을 보였고, 70kg 이상에서 PCI 평균값이  $4.92 \pm 1.17$  beat/m으로 에너지 소모도가 낮은 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ).

하중 1kg의 부하를 주었을 경우 59kg 이하에서 PCI 평균값이  $7.54 \pm 1.71$  beat/m인데 반해 70kg 이상에서는 PCI 평균값이  $5.59 \pm 1.14$  beat/m으로 나타났으며 유의한 차이가 있었다( $p < 0.01$ ).

Table 4. PCI, PCI 1kg and PCI 2kg by Height(cm)

Height	(unit: beat/meter)		
	PCI <sup>***</sup>	PCI 1kg <sup>***</sup>	PCI 2kg <sup>***</sup>
≤164 <sup>**</sup>	$6.89 \pm 1.80$	$7.95 \pm 1.44$	$9.27 \pm 1.46$
165 - 174	$5.22 \pm 1.30$	$5.96 \pm 1.44$	$6.49 \pm 1.67$
175 ≤	$4.73 \pm 1.25$	$5.30 \pm 1.10$	$6.31 \pm 1.06$
Grand mean	$5.90 \pm 1.79$	$6.76 \pm 1.77$	$7.75 \pm 2.04$

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , 1), 2), 3) : Refer to table 3

Table 5. PCI, PCI 1kg and PCI 2kg by weight(kg)

(unit: beat/meter)

Weight	PCI <sup>1)</sup> *	PCI 1kg <sup>2)</sup> **	PCI 2kg <sup>3)</sup> **
≤ 59*	6.43 ± 2.01	7.54 ± 1.71	8.89 ± 1.77
60 - 69	5.44 ± 1.31	5.97 ± 1.47	6.22 ± 1.67
70 ≤	4.92 ± 1.17	5.59 ± 1.14	6.89 ± 0.68
Grand mean	5.90 ± 1.79	6.76 ± 1.77	7.75 ± 2.04

\*: p < 0.05, \*\*: p < 0.01. 1), 2), 3): Refer to table 3

하중 2kg의 부하를 주었을 경우 59kg 이상에서 PCI 평균값이 8.89±1.77 beat/m으로 높았고, 70kg 이상에서 6.89±0.68 beat/m으로 에너지 소모도가 적은 것으로 나타났으며 유의한 차이가 있었다(p<0.01)(표 5).

각 체중군별로는 59kg 이하군과 60-69kg군, 70kg 이상군 사이에서만 PCI(p<0.05), PCI 1kg와 PCI 2kg 사이에 평균값의 차이가 있었고(p<0.01), 다른 체중군에서는 유의한 차이가 없었다.

#### 6. PCI, PCI 1kg, PCI 2kg값들의 상관관계

부하에 따른 에너지 소모도를 측정한 결과 하중을 주지 않았을 때의 PCI 평균값과 하중 1kg을 주었을 때의 PCI 평균값을 비교한 결과 PCI의 평균값이 14.6%증가하였고, 상관계수가 0.918로 나타났으며 유의수준이 p<0.01이었다. 이것은 부하를 주지 않았을 때보다 1kg를 주었을 때

가 에너지 소모도가 더 증가하는 것으로 부하와 에너지 소모도 사이에 큰 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

또한 부하를 주지 않았을 때와 2kg를 주었을 때도 상관계수가 0.693으로 나타났고 유의수준이 p<0.01이므로 큰 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

또한 부하 1kg를 주었을 때와 부하 2kg를 주었을 때를 비교해 보면 PCI의 평균값이 14.6%가 증가했고, 상관계수가 0.862로 높게 나타났으며 유의수준이 p<0.01이므로, 역시 부하의 크기와 에너지 소모도 사이에는 큰 상관관계가 있는 것으로 나타났다(표 6).

결과적으로 부하의 양은 에너지 소모도와 밀접한 관계가 있음을 볼 수 있었다. 하지만 PCI와 PCI 1kg사이의 상관관계가 PCI와 PCI 2kg사이의 상관관계보다 큰 것으로 나타나 체중부하를 하지 않았을 때 보다, 했을 경우의 에너지소모도가 더 큰 것으로 나타났다.

### IV. 고찰

Rose 등(1991)은 산소소모량과 단위 보행거리당 심박수를 뇌성마비아와 정상 소아에서 트레드밀(treadmill) 검사를 통해 비교하여 단위 보행거리당 산소소모량과 심박수에 의한 곡선

Table 6. Correlation between PCI, PCI 1kg by PCI 2kg

	PCI <sup>1)</sup>	PCI 1kg <sup>2)</sup>
PCI 1kg <sup>2)</sup>	0.918**	
PCI 2kg <sup>3)</sup>	0.693**	0.862**

\*: p < 0.05 \*\*: p < 0.01. 1), 2), 3): Refer to table 3

(curve)이 유사함을 보고하였으며, PCI값이 뇌성마비아에서 정상소아에 비해 3.3배 높은 결과를 보였다고 하였다. 결국 장애를 갖는 환자는 정상인보다 에너지 소모가 많을 것이므로 치료를 위한 운동을 시키거나 보행훈련을 할 때 에너지 소모도가 중요한 관심대상이 되게 된다(김봉옥 등, 1996).

에너지 소모와 관계 있는 조직은 심폐계이다. 효과적으로 조화된 심폐계의 기능은 신체조직으로 충분한 양의 산소를 공급하고, 이산화탄소를 제거하며 다양한 대사요구에 적절한 반응을 해야 한다(윤승호와 변정현, 1994). 이런 심폐계를 자극하는 가장 흔한 생리적 자극의 하나로 운동이 있으며, 그 운동의 정도에 따라 심폐계의 반응은 다르게 나타난다. 이러한 반응의 결과를 측정한다면 환자의 기능적 능력을 평가할 수 있다. 더 나아가 질환의 진단, 예후 및 정도를 예측할 수 있고, 치료의 효과를 평가하며, 운동처방의 기초를 얻을 수 있다(Bruce, 1977).

이러한 심폐계를 이용하여 개인의 신체능력을 알아보기 위한 방법의 하나로 개인이 소비할 수 있는 에너지 소모량을 측정하는 것이다. 에너지 소모량은 운동을 할 때 산소를 소비할 수 있는 능력 즉 산소소모량을 측정함으로써 간접적으로 알 수 있으며, 산소소모량은 건강한 정상 성인에서 체중, 성별, 연령, 신체적 활동능력에 따라 다른 것으로 알려져 있다(Finestone et al, 1991).

기능적 평가를 목적으로 할 경우 대상자의 최대 운동량을 측정하여 최대산소소모량의 57 - 78% 정도의 수준으로 운동량을 정할 수 있는데 이는 최대 심박동수의 70 - 80%에 해당하며(Fardy et al, 1988), 일반적으로 심박수나 MET(Metabolic Equivalent)를 기준으로 운동을 처방하게 된다.

본 연구에서는 심박수를 기본으로 하는 PCI를 이용하여 20대의 정상성인들에게 부하를 주고 트레드밀(treadmill)에서 보행을 시킨 후 에너지의 소모도를 측정하였는데 부하의 정도를 1kg, 2kg으로 차이를 두었을 경우 부하를 주지 않았을 때와 비교해 정상성인의 에너지 소모도가 변화되는 정도와 관련 요인이 무엇인지를 파악하므로, 환자에게 적용하였을 경우를 예측할 수 있을 것이라 생각한다.

김봉옥 등(1996)의 연구를 보면 편마비 환자에서 PCI는 산소소모비 및 보행속도와 유의한 상관관계를 보였으며, 그 외에 보행속도와 보행시 산소소모율과도 유의성을 보였다. 정상인에서는 산소소모비, 보행시 심박수, 보행시 산소소모율이 PCI와 유의성을 보였다. 때문에 정상 성인의 PCI를 측정하여 관련요인을 염두에 둔다면 환자들에게 적용하는 근거 자료로 사용할 수 있을 것으로 추리할 수 있다.

실제로 김봉옥 등(1996)의 연구에서 안정시의 환자군과 대조군 즉 정상인의 평균 심박수는 통계적으로 차이는 없었다. 하지만 평지에서 자신이 선택한 편안한 속도로 보행시, 환자와 정상 대조군의 심박수를 보행속도로 나눈 PCI 값은 유의한 차이를 나타내 환자군에서 에너지 소모도가 더 증가하는 것을 볼 수 있었다.

윤승호 등(1994)의 연구에서 건강인에서는 안정시의 자세가 심폐기능에 미치는 영향은 거의 없었고, 운동 시에는 운동부하가 증가할수록 심폐기능에 더 큰 영향을 준다고 했고, 김용건(1999)의 연구에서도 정상 성인에게 부하를 주지 않았을 때의 PCI 평균값과 1kg의 부하를 주었을 때의 PCI 평균값, 2kg의 부하를 주었을 때의 PCI 평균값을 비교한 결과 하중을 주지 않았을 때 보다 하중을 주었을 때 PCI 평균값이 높게 나

타났다.

Miller & Stamford(1987)는 무게 부하 보행, 무게 없는 보행, 달리기를 트레드밀에서 다양한 속도로 체중 당 에너지 소비를 비교하였고 분당, 마일당 노력과 에너지 소모의 강도는 보행하는 동안 무게를 더했을 때 증가된다고 보고하였다.

본 연구에서도 윤승호 등(1994)과 김용건(1999), Miller & Stamford(1987)의 연구 결과와 같이 20대 정상 성인에게 부하를 주지 않았을 때의 PCI 평균값과 1kg의 부하를 주었을 때의 PCI 평균값, 2kg의 부하를 주었을 때의 PCI 평균값을 비교한 결과 하중을 주지 않았을 때 보다 하중을 주었을 때 PCI 평균값이 높게 나타났고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 즉 하중이 에너지 소모도에 영향을 준다는 것을 알 수 있었다.

김봉옥 등(1996)의 연구에서는 환자군의 성, 연령, 체중 및 신장 등의 특성과 에너지 소모간의 상관관계를 보았을 때 PCI 평균값은 통계적으로 차이가 없었다고 보고하였다. 반면 김용건(1999)의 연구에서는 정상 성인의 신장이 증가함에 따라서 에너지 소모도가 감소하는 경향을 보였다. 하지만 체중의 경우 체중이 증가함에 따라 PCI 평균값이 감소하는 것처럼 나타났지만 유의한 차이는 보이지 않았다. 성별로 보면 여성의 PCI 평균값이 더 증가하여 남성보다 높게 나타났다. 즉 에너지 소모도에 영향을 주는 요인으로 성별과 신장이 있었음을 보고하였다.

본 연구에서 20대 정상 성인의 PCI 평균값에 영향을 주는 요인을 분석한 결과 신장이 증가함에 따라서 에너지 소모도가 감소하는 경향을 보여 김용건(1999)의 결과와 같은 것으로 나타나 김봉옥 등(1996)의 연구 결과와는 다소 차이가 있었다. 체중을 보면 정상 성인을 대상으로 한

김용건(1999)의 연구와 환자군을 대상으로 한 김봉옥 등(1996)의 연구 결과와는 달리 20대의 정상 성인의 경우는 체중이 증가함에 따라 PCI 평균값, PCI 1kg의 평균값과 PCI 2kg의 평균값은 감소하는 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 성별로 보면 환자군을 대상으로 한 김봉옥 등(1996)의 연구 결과 여성과 남성의 PCI 평균값은 차이가 없는 것으로 나타났지만 본 연구에서는 정상 성인을 대상으로 한 김용건(1999)의 연구 결과와 같이, 20대의 정상 성인의 경우 역시 여성의 PCI 평균값이 남성보다 높게 나타났고 유의한 차이가 있었다. 즉 본 연구에서는 사람에게 주어진 하중과 사람의 신장, 체중, 성별이 에너지 소모도에 영향을 주는 요인으로 나타났다.

본 연구는 20대의 정상 성인만을 대상으로 한 것으로, 김봉옥 등(1996)의 환자군을 대상으로 한 연구 결과와는 많은 차이가 나타났기 때문에 연구결과를 환자들에게 적용하기에는 제한점이 있고, 앞으로 더 연구가 필요하리라 본다. 특히 연구대상자의 폭을 더 넓히고 대상자의 심리상태와 활동정도 즉 운동정도와 직업 등을 고려한 연구를 통해 더 다양한 자료들과의 연관성도 고려해 보아야 할 것으로 생각된다.

## V. 결론

20대의 정상 성인 80명을 대상으로 안정시, 피검자가 선택한 편한 속도에서의 보행시 에너지 소모량(PCI)을 측정하고 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 부하를 주지 않았을 경우에 비해 1kg 및 2kg의 부하를 준 경우가 유의하게 PCI 평균값이 증가하였으며, 또한 1kg의 부하를



준 경우에 비해 2kg의 부하를 준 경우가 유의하게 에너지 소모량이 증가하여, 부하의 증가에 따라 에너지 소모량 증가가 관찰되었다 ( $p < 0.01$ ).

2. 성별에 따른 보행 중 에너지 소모량은 부하를 주지 않았을 경우의 PCI 평균값, 부하 1kg시의 PCI 평균값, 부하 2kg의 PCI 평균값 모두 남성보다 여성에서 높게 나타나 에너지 소모가 많은 것으로 나타났다 ( $p < 0.01$ )
3. 신장에 따른 에너지 소모량은 신장이 클수록 세 군의 PCI 평균값 모두에서 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타나, 신장이 작은 사람에서 에너지 소모량이 큰 것으로 나타났다 ( $p < 0.01$ ).
4. 체중에 따른 에너지 소모량은 체중이 무거울수록 부하를 주지 않았을 때의 20대 정상 성인의 에너지 소모량이 낮게 나타났으며, 1kg의 부하를 주었을 경우와 2kg의 부하를 주었을 경우에도 역시 에너지 소모량이 낮게 나타났다 ( $p < 0.01$ ).
5. 부하를 주지 않았을 경우의 PCI 평균값, 1kg 부하시의 PCI 평균값, 2kg 부하시의 PCI 평균값의 상관관계를 본 결과 강한 순상관관계를 나타내어 부하의 증가에 따라 에너지 소모량이 증가함을 볼 수 있었다(상관계수 = 0.918, 0.693).

이상의 결과를 보면 20대 정상 성인의 경우 하지에 부가된 하중이 증가할수록 에너지소모량이 증가하며, 신장 및 체중의 증가에 따라 에너지 소모량이 감소하고, 성별에 따라서는 여성이 남성보다 에너지 소모량이 높았다. 이로 볼 때 환자에서도 역시 하지에 부하가 주어진다면 에너지 소모량이 증가할 것이라고 생각된다. 때문에 보

조기 및 의수족을 착용시킬 경우 역시 에너지 소모량은 증가할 것이라고 생각되며, 이의 선택 및 착용 후 보행시 반드시 에너지소모량에 대한 고려가 필요할 것으로 생각된다.

## 참고 문헌

- 김미정, 이수아, 김상규 등. 뇌졸중 환자의 보행 속도에 관한 연구. 대한재활의학회지, 18(4):736, 1994.
- 김봉옥, 홍주형, 윤승호. 편마비환자에서 보행 중 에너지 소모와 Physiological Cost Index의 유용성. 대한재활의학회지, 20(1):39, 1996.
- 윤승호, 변정현. 체위변화 및 운동강도에 따른 심폐기능의 변화. 충남의대잡지, 21(2):361, 1994.
- 한태륜, 김진호, 방문석 등. 운동종류와 강도에 따른 운동지표에 대한 연구. 대한재활의학회지, 18(2):256, 1994.
- Blessy R. Energy cost of normal walking. Ortho Clin North Am, 9:356, 1978.
- Bohannon RW. Gait performance of hemiparetic stroke patients: selected variables. Arch Phys Med Rehabil, 68:777, 1987.
- Bruce RA. Exercise testing for evaluation of ventricular function. N Engl J Med, 296(12):671, 1977.
- Fardy PS, Yanowitz FG, Wilson PK. Cardiac rehabilitation, adult fitness, and exercise testing. 2nd ed, Lea & Febiger, Philadelphia:157, 1988.
- Finestone HM, Lampman RM, Davidoff

GN et al. Arm ergometry exercise testing in patients with dysvascular amputations. *Arch Phys Med Rehabil*, 72:15, 1991.

- Miller JF, Stamford BA. Intensity and energy cost of weighted walking vs. running for man and women. *J Appl Physiol*, 62(4):1497, 1987.
- Robinett CS, Vondran MA. Functional ambulation velocity and distance requirements in rural and urban communities. *Phys Ther*, 68:1371, 1988.
- Rose J, Gamble JG, Lee J et al. Energy expenditure index: a method to quantify and compare walking energy expenditure for children and adolescents. *J Ped Orthop*, 11:571, 1991.