

정상 성인의 발목에 부가된 하중에 의한 보행중 에너지 소모도 변화

충남대학교병원 재활의학교실

김 봉 옥

충남대학교병원

채 수 성, 김 용 건

대전보훈병원

한 동 옥

Change of energy consumption according to loading on the ankle of normal adults during gait

Kim, Bong-Ok, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine, Chungnam University Hospital,

Chae, Su-Sung, P.T., Kim, Yong-Gun, P.T., M.P.H.

Chungnam University Hospital

Han, Dong-Uck, P.T., M.P.H.

Taejon Veterans Hospital

<Abstract>

The purpose of this study was to evaluate the change of the energy consumption when loading to leg of the 60persons who don't have past history of cardiopulmonary and neuromuscular disease.

To evaluate the change of energy consumption, heart rate was measured in sitting position for 5minute, during walking for 3minute at for 4.8Km on treadmill, and during resting state after walking with 1Kg loading to right ankle, and the other 1Kg loading was added to left ankle and then heart rates were measured in the

The results were as follow;

1. PCI value without loading to Ankle were significantly increased compared to 1Kg, and 2Kg. ($p<0.05$)
2. Female Subjects showed more increased PCI value in without loading and 2Kg loading compared to male subjects. ($p<0.05$)
3. When 1Kg and 2Kg loading to ankle significantly differences were showed between them. ($p<0.05$)
4. In the case of 1kg and 2kg loading, the difference among age groups was observed and the significant difference among PCI, PCI 1kg, PCI 2kg was showed in the only group that is less than 30 years old.
5. In every PCI condition the difference among height groups was observed and the significant difference among PCI conditions was showed in the only group that is less than 165cm.

6. The difference among weight groups in each PCI condition was not observed, but the significant differences among PCI conditions was showed in every group except the group that is from 60kg to 69kg.

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.

I. 서론

효과적이고 조화된 심폐계의 기능은 신체조직으로 충분한 양의 산소를 공급하고 이산화탄소를 제거하는데 있으며, 또한 다양한 대사요구에 적절한 반응을 하는 것이다. 심폐계는 다양한 원인에 의해 영향을 받는데 운동은 가장 흔한 생리적 자극의 하나이다. 물론 운동의 정도에 따라 심폐기능은 반응을 나타내며, 이러한 반응의 결과를 측정하여 환자의 기능적 능력을 평가할 수 있다. 또한 질환의 진단, 예후 및 정도를 예측하고, 치료의 효과를 평가하며, 운동처방의 기초를 얻을 수 있다(Mckirman 와 Froeliger, 1993).

운동의 강도는 주로 산소소모율(oxygen consumption rate, VO₂)로 표현되는데 이는 호기의 공기로 측정되어 계산되고 전신의 산소소모를 반영한다. 산소소모는 보행 시 에너지 소모를 평가하는데 이용되지만 산소소모를 측정하는 기구는 장착이 그리 쉽지 않고, 고가 장비여서 임상영역에서는 쉽게 사용할 수 없다.

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

윤승호와 변정현(1994)은 정상성인의 트레드밀검사를 통하여 심박수와 산소소모량의 회귀방정식을 구하여 심박수만으로 간단히 산소소모량을 산출할 수 있다고 주장하였고, 김봉욱 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.

Miller와 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 증가되고, 속도를 고려하여 발목에 무게를 단 것과 비교하여 팔을 90도 구부러서 손에 무게를 부하한 경우에 더 증가된다

고 보고하였다. 이를 볼 때 육체적 활동방법, 무게의 부하 위치 등에 따라 에너지 소모비도 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 실제로 보행과 달리기에서 남녀의 에너지 소모의 관계를 보면 남자보다 여자가 낮은 경우와 반대로 여자가 높은 경우, 남녀가 같은 경우로 연구자와 연구방법에 따라 매우 다양한 결과를 보이고 있다.

본 연구에서는 경제생활의 향상에 따른 식생활의 개선으로 인한 당뇨병과 이에 기인한 당뇨병신발, 산업과 교통의 발달 등으로 인한 산업사고 및 교통사고시 보조기 착용 후 보행시 에너지 소모도가 증가할 것을 착안하여 이러한 환자에게 치료적 운동을 시키거나, 보행 훈련을 할 때 에너지소모를 줄이면서 효과적인 훈련이 되도록 프로그램 개발하기 위한 기초로 사용하기 위한 것이다. 에너지 소모도를 측정하는 여러 가지 방법이 있지만, 본 연구자는 트레드밀 위에서 보행시 실제 임상적으로 측정이 쉬운 심박수를 사용해 산소소모량 측정을 대신한 PCI를 이용하였으며, 각 무게 보행에서 연령별, 성별, 체중별 및 신장별 PCI값의 차이를 비교 분석하였다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상 및 기간

신경 및 근골격계, 심폐계의 과거병력이 없는 정상성인 남녀 60명을 대상으로 하였으며 20대 학생을 주 대상으로 하였고, 청년층과 비교하기 위하여 충남대학교 병원직원과 운동치료실에 내원한 환자 보호자 중 50대까지 지원자를 대상으로 실험하였으며 대상자의 일반적 특징은 표 1과 같다. 연구기간은 1998년 12월 15일부터 1999년 2월 25일까지였다.

2. 연구 방법

에너지 소모도를 측정하기 위하여 PCI(Physiological Cost Index)를 이용하였으며 PCI는 보행시의 심박수에서 안정시의 심박수를 뺀 값을 보행속도로 나눈 값으로 다

음과 같은 식으로 계산하였다

$$PCI(\text{beat/m}) = \frac{\text{보행시심박수 (beat/min)} - \text{안정시심박수 (beat/min)}}{\text{보행속도 (m/min)}}$$

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

정상 보행과 하지에 하중을 주고 걸었을 때의 에너지 소모도의 차이는 PCI, PCI 1Kg, PCI 2Kg로 나타내었고, 신장, 연령 및 체중, 성별에 따른 평균 에너지 소모도는 t-test, 분산분석(ANOVA)으로 평균값을 비교하였고, PCI, PCI 1Kg, PCI 2Kg의 관계역시 분산분석(ANOVA)으로 분석하였다. 통계 프로그램은 SPSSWIN 8.0을 사용하였다.

III. 결 과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

대상자의 일반적 특성을 보면 총 60명 중 남자가 55.0%이었고 여자가 45.0%이었으며, 연령별로 보면 29세 이하가 58.3%로 가장 많았다.

신장은 164cm가 43.4%로 가장 많았고 165-174cm가 43.3%의 순이었다.

몸무게는 50-59Kg이 38.3%로 가장 많았으며, 60-69Kg이 35.0%이었다(Table 1).

2. 조사항목의 평균값

연구 대상자들의 조사항목에 대한 평균을 보면 연령은 남자 28.8±9.7세, 여자 32.8±10.9세, 체중은 남자 64.7±7.0 Kg, 여자 54.3±6.3 Kg이었고, 신장은 남자 170.9±3.8 cm, 여자 160.0±4.0 cm이었다. 휴식시의 심박수

Table 1. General characteristics of subjects studied (%)

Items	Number
Sex	
Male	33(55.0)
Female	27(45.0)
Age(years)	
≤ 29	35(58.3)
30 - 39	11(18.3)
40 - 49	10(16.7)
50 ≤	4(6.7)
Height(cm)	
≤ 164	26(43.4)
165 - 174	26(43.3)
175 ≤	8(13.3)
Weight(Kg)	
≤ 49	6(10.0)
50 - 59	23(38.3)
60 - 69	21(35.0)
70 ≤	10(16.7)
Total	60(100.0)

는 남자 77.0±8.6 회/분, 여자 77.5±6.7 회/분이었고 보행 후 심박수는 남자 103.6±9.0 회/분, 여자 107.6±8.6 회/분이었다. 1Kg의 부하를 주고 보행 후 심박수는 남자 106.2±8.3 회/분, 여자 114.2±7.3 회/분이었고 2Kg의 부하를 주고 보행 후 심박수는 남자 108.5±8.9 회/분이었고 여자의 경우 122.2±11.2 회/분으로 나타났다(Table 2).

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

Items	Male	Female
Age(year)	28.8±9.7	32.8±10.9
Weight(Kg)	64.7±7.0	54.3±6.3
Height(cm)	170.9±3.8	160.0±4.0
Rest heart rate(beat/min)	77.0±8.6	77.5±6.7
Post heart rate(beat/min)	103.6±9.0	107.6±8.6
1Kg gait heart rate(beat/min)	106.2±8.3	114.2±7.3
2Kg gait heart rate(beat/min)	108.5±8.9	122.2±11.2

3. 성별에 따른 PCI, PCI 1Kg, PCI 2Kg값과의 관계

성별에 따른 보행 중 에너지 소모도를 보면 남성의 경우 5.53±1.62 beat/m인데 반해 여성은 6.83±2.13 beat/

m으로 남성보다 여성의 에너지 소모도가 크게 나타났다 (P<0.05).

하중 1Kg의 부하를 주었을 경우 PCI는 남성의 경우 평균값이 6.08±1.36 beat/m인데 반해 여성은 8.34±2.36 beat/m으로 높게 나타났다(P<0.05).

하중 2Kg의 부하를 주었을 경우 PCI는 남성의 경우 PCI 평균값이 6.55±1.48 beat/m 인데 반해 여성은 10.13±2.94 beat/m으로 높게 나타났다(P<0.05).

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 6.11±1.97 beat/m이며, 1Kg의 부하를 준 경우의 PCI 평균값은 7.10±2.18 beat/m으로 유의하게 증가하였고, 2Kg의 부하를 준 경우는 PCI 평균값이 8.16±2.87 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. 이런 결과는 성별로 구분하여 비교한 경우에도 동일하였다(Table 3).

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

		(unit : beat/meter)		
Sex	Kind of PCI	PCI ¹⁾	PCI 1Kg ²⁾	PCI 2Kg ³⁾
Male ^{**}		5.53±1.62	6.08±1.36	6.55±1.48
Female ^{**}		6.83±2.13	8.34±2.36	10.13±2.94
Grand mean		6.11±1.97	7.10±2.18	8.16±2.87

*:P< 0.05, T-test between sex within each kind of PCI

** : P < 0.05, ANOVA between kind of PCI within each sex

1) Physiological Cost Index without additional load

2) Physiological Cost Index with 1Kg load

3) Physiological Cost Index with 2Kg load

4. 연령별에 따른 PCI, PCI 1Kg, PCI 2Kg 값과의 관계

연령에 따른 보행 중 에너지 소모도를 측정 한 결과 PCI에서는 50세 이상에서 평균값이 7.94±2.49 beat/m으로 가장 높았고, 29세 이하에서 평균값이 5.71±1.65 beat/m으로 가장 낮게 나타났지만 유의한 차이는 없었다.

하중 1 Kg의 부하를 주었을 경우 PCI는 50세 이상에서 평균값이 9.40±2.65 beat/m으로 가장 높았고 29세 이

하에서 PCI 평균값이 6.51±1.67 beat/m으로 가장 낮게 나타났다(P<0.05).

하중 2Kg의 부하를 주었을 경우 PCI는 50세 이상에서 평균값이 10.52±3.73 beat/m으로 가장 높았고 29세 이하에서 PCI 평균값이 7.40±1.93 beat/m으로 가장 낮게 나타났다(P<0.05). 따라서 하중을 주지 않은 경우에는 연령에 관계가 없었으나 하중이 있는 경우에는 연령이 증가할수록 에너지소모의 증가가 있었다.

연령군별로는 29세 이하에서만 세 PCI군간에 평균값의 차이가 있었고(p<0.05), 다른 연령군에서는 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 4).

Table 4. PCI, PCI 1Kg and PCI 2Kg by Age

		(unit : beat/meter)		
Age	N	PCI ¹⁾	PCI 1Kg ²⁾	PCI 2Kg ³⁾
≤29 ^{**}	35	5.71±1.65	6.51±1.67	7.40±1.93
30-39	11	6.36±2.16	7.25±2.31	8.37±3.92
40-49	10	6.53±2.32	8.04±2.76	9.66±3.32
50≤	4	7.94±2.49	9.40±2.65	10.52±3.73
Grand mean	60	6.11±1.97	7.10±2.18	8.16±2.87

* : P < 0.05, ANOVA between age group within each kind of PCI

** : P < 0.05, ANOVA between kind of PCI within each age group

1), 2), 3) : Refer to table 3

5. 신장에 따른 PCI, 1Kg의 PCI, 2Kg의 PCI 값과의 관계

신장과 보행 중 에너지 소모도와의 관계를 보면, 먼저 PCI의 경우 164cm 이하에서 6.96±2.08 beat/m으로 가장 높게 나타났고, 175cm 이상에서 PCI 평균값이 4.92±1.32 beat/m으로 가장 낮게 나타났었다(P<0.01).

하중 1Kg의 부하를 주었을 경우 164cm이하에서 PCI 값이 8.41±2.37 beat/m의 에너지 소모도를 나타낸 반면 175cm 이상에서는 PCI 평균값이 5.44±1.13 beat/m으로 차이가 있었다(P<0.05).

하중 2Kg의 부하를 주었을 경우 164cm이하에서 PCI 평균값이 10.20±2.98 beat/m의 에너지 소모도를 나타낸 반면 175cm 이상에서는 PCI 평균값이 6.33±1.02 beat/m로 차이가 있었다(P<0.05).

신장군별로는 164cm 이하에서만 세 PCI군간에 평균

값의 차이가 있었고($p < 0.05$), 다른 신장군에서는 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 5).

Table 5. PCI, PCI 1Kg and PCI 2Kg by Height(cm)
(unit: beat/meter)

Height	N	PCI ¹⁾	PCI 1Kg ²⁾	PCI 2Kg ³⁾
≤164"	26	6.96±2.08	8.41±2.37	10.20±2.98
165-174	26	5.63±1.69	6.29±1.38	6.70±1.63
175	8	4.92±1.32	5.44±1.13	6.33±1.02
Grand mean	60	6.11±1.97	7.10±2.18	8.16±2.87

* : P<0.05, ANOVA between height group within each kind of PCI

** : P<0.05, ANOVA between kind of PCI within each height group

1), 2), 3): Refer to table 3

6. 체중에 따른 PCI, PCI 1Kg, PCI 2Kg값과의 관계

체중에 따른 보행 중 에너지 소모도를 보면 PCI의 경우 50-59Kg에서 평균값이 6.50±2.22 beat/m을 보였고 70Kg이상에서 PCI 평균값이 4.83±0.94 beat/m으로 에너지 소모도가 낮은 것으로 나타났지만 유의한 차이는 없었다.

하중 1Kg의 부하를 주었을 경우 50-59Kg에서 PCI 평균값이 7.71±2.37 beat/m인데 반해 70Kg이상에서는 PCI 평균값이 5.79±0.99 beat/m으로 나타났지만 유의한 차이는 없었다.

하중 2Kg의 부하를 주었을 경우 49Kg이상에서 PCI 평균값이 9.58±1.90 beat/m으로 높았고 70Kg이상에서 6.94±1.09 beat/m으로 에너지 소모도가 적은 것으로 나타났지만 유의한 차이는 없었다.

각 체중군별로는 60-69 kg군에서만 새 PCI군간에 평균값의 차이가 없었고, 다른 체중군에서는 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$)(Table 6).

7. PCI, PCI 1Kg, PCI 2Kg값들의 상관관계

부하에 따른 에너지 소모도를 측정한 결과 하중을 주지 않았을 때의 PCI 평균값과 하중 1Kg을 주었을 때의 PCI 평균값과의 관계에서 상관계수가 0.897로 나타났고 유의수준이 P<0.01보다 작게 나타났다. 이것은 부하를 주지 않았을 때보다 1Kg를 주었을 때가 에너지 소모도가 더 증가하는 것으로 부하와 에너지 소모도가 큰 상관

Table 6. PCI, PCI 1Kg and PCI 2Kg by weight(Kg)
(unit: beat/meter)

Weight	N	PCI ¹⁾	PCI 1Kg ²⁾	PCI 2Kg ³⁾
≤49"	6	6.14±1.60	7.47±1.43	9.58±1.90
50-59"	23	6.50±2.22	7.71±2.37	8.99±3.13
60-69	21	6.29±1.97	6.94±2.35	7.44±3.06
70≤"	10	4.83±0.94	5.79±0.99	6.93±1.09
Grand mean	60	6.11±1.97	7.10±2.18	8.16±2.87

* : P<0.05, ANOVA between weight group within each kind of PCI

** : P<0.05, ANOVA between kind of PCI within each weight group

1), 2), 3): Refer to table 3

관계가 있는 것으로 나타났다.

또한 부하를 주지 않았을 때와 2Kg를 주었을 때의 상관계수가 0.717로 나타났고 P<0.01이므로 큰 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

또한 하중 1Kg를 주었을 때와 하중 2Kg를 주었을 때를 비교해 보면 상관계수가 0.897로 높게 나타나 역시 부하의 크기와 에너지 소모도 사이에는 큰 상관관계가 있는 것으로 나타났다(Table 7).

결과적으로 부하의 양은 에너지 소모도와 밀접한 관계가 있음을 볼 수 있었다.

Table 7. Correlation between PCI, PCI 1Kg by PCI 2Kg

	PCI ¹⁾	PCI 1Kg ²⁾
PCI 1Kg ²⁾	0.897**	
PCI 2Kg ³⁾	0.717**	0.897**

* : P < 0.05 ** : P < 0.01

1), 2), 3): Refer to table 3

IV. 고 찰

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

Robinet과 Vondran(1988)에 의하여 연구되어 왔는데 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). 때문에 편마비 환자의 재활 치료시 보행은 중요성이 주어진 사실이다.

Rose 등(1991)은 산소소모량과 단위 보행거리당 심박수를 뇌성마비 환자와 정상 소아에서 treadmill 검사를 통해 비교하여 단위 보행거리당 산소소모량과 심박수에 의한 curve가 유사함을 보고하였으며, PCI값이 뇌성마비 환아에서 정상소아에 비해 3.3배 높은 결과를 보였다고 하였다. 결국 장애를 갖는 환자는 정상인보다 에너지 소모가 많을것이므로 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 해야한다(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. 에너지소모량은 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 등, 1991).

산소소모량을 측정하는 방법으로 운동부하 검사할 실시하게 되는데 운동부하 검사의 종류는 treadmill test,

cycle ergometer test, arm exercise test 등이 있으나(Finestone 등, 1991; Pitetti와 Tan, 1990) 일반적으로 treadmill test가 많이 이용되고 있다. 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 등, 1988), 일반적으로 심박수나 MET를 기준으로 운동을 처방하게 된다.

본 연구에서는 심박수를 기본으로 하는 PCI를 이용하여 정상성인들에게 부하를 주고 treadmill에서 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. Physiological cost index(PCI)는 보행시 심박수와 안정시 심박수의 차이를 보행속도로 나눈 값으로 에너지소모의 정도를 측정하거나 보행장애의 정도를 평가하는데 이용되어 왔다(김봉옥 등, 1996).

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 정상성인의 PCI를 측정하여 관련요인을 염두에 둔다면 환자들에게 적용하는 근거 자료로 사용할 수 있을 것으로 추리할 수 있다.

실제로 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(김봉옥 등, 1996).

안정시에는 양외위 보다 편안한 직립위에서 산소소모율, 심박수, 및 호흡수가 증가하는 경향을 보였으나 이중 심박수만 유의한 차이를 보였다(Miller와 Stamford, 1987). 건강인에서는 안정시의 자세가 심폐기능에 미치는 영향은 거의 없었고, 운동 시에는 운동부하가 증가할수록 심폐기능에 더 큰 영향을 주었다(윤승호와 변정현, 1994).

본 연구에서도 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.

김봉욱 등(1996)의 연구에서는 환자군의 성, 연령, 체중 및 신장 등의 특성과 에너지 소모간의 상관관계를 보았을 때 PCI는 통계적으로 차이가 없었다. 본 연구에서는 정상인을 이용한 자료이기 때문에 환자와 비교하기는 문제점이 있겠지만 연구 결과 신장의 증가에 따라서는 에너지 소모도가 감소하는 경향을 보였으나, 체중은 유의한 차이를 보이지 않았다. 성별로 보면 여성의 에너지 소모도가 더 증가하여 남성보다 높게 나타나 유의한 차이가 있었다. 또한 연령을 보면 부하를 주지 않았을 때 PCI 평균값에는 차이가 없었지만 하중 1Kg와 2Kg의 부하를 주었을 경우 PCI 평균값이 증가하였고 통계적인 유의성이 있었다.

본 연구는 정상 성인만을 대상으로 한 것으로, 환자들에게 적용하기에는 제한점이 있기 때문에 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. 결 론

정상성인 60명을 대상으로 안정시, 피점자가 선택한 편한 속도에서의 보행시 에너지소모량(PCI)을 측정하고 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 하중을 주지 않았을 경우에 비해 1Kg 및 2Kg의 하중은 준 경우가 유의하게 PCI 값이 증가하였으며, 또한 1Kg의 하중을 준 경우에 비해 2Kg의 하중을 준 경우가 유의하게 에너지 소모도가 증가하여, 하중의 증가에 따라 에너지 소모도 증가가 관찰되었다($P < 0.05$).

2. 성별에 따른 보행 중 에너지 소모량은 하중을 주지 않았을 경우의 PCI 평균값, 하중 1Kg시의 PCI 평균값, 하중 2Kg의 PCI 평균값 모두에서 남성보다 여성에서 높게 나타나 에너지 소모가 많은 것으로 나타났다($P < 0.05$, $P < 0.01$)

3. 연령의 각 군에 따른 보행 중 에너지 소모량을 측정 한 결과 PCI 평균값에서는 차이가 없었는데 1Kg의 하중을 주었을 경우의 PCI 평균값과 2Kg의 하중을 주었을 경우의 PCI 평균값에서는 유의한 차이가 나타나, 부하를

주지 않았을 경우에는 연령에 따라서는 에너지 소모량이 크게 차이가 없었지만 부하가 주어지면 연령이 높을수록 에너지 소모량이 증가하였다($P < 0.05$)

4. 신장에 따른 에너지 소모량은 신장이 클수록 세군의 PCI 평균값 모두에서 통계적으로 유의하게 감소하였다($P < 0.05$).

5. 체중에 따른 에너지 소모량은 체중이 무거울수록 에너지 소모량이 낮게 나타났으나 통계적인 유의성은 없었다.

6. 하중을 주지 않았을 경우의 PCI 평균값, 하중 1Kg 부하시의 PCI 평균값, 하중 2Kg 부하시의 PCI 평균값의 상관관계를 본 결과 강한 순 상관관계를 나타내어 부하의 증가에 따라 에너지 소모량이 증가함을 볼 수 있었다(상관계수 = 0.897, 0.717).

이상의 결과를 보면 정상인의 경우 하지에 부가된 하중이 증가할수록 에너지소모가 증가하며, 연령, 신장 및 체중에 따라, 성별에 따라 에너지 소모량이 증가 또는 감소할 것으로 생각된다. 환자에서 하지에 보조기 및 의수족을 착용하였을 경우에 에너지 소모량은 증가할 것이라고 생각되어 이의 선택 및 착용후 보행시 반드시 에너지 소모에 대한 고려가 필요할 것으로 생각된다.

<참 고 문 헌>

- 김미정, 이수아, 김상규 등 : 뇌졸중 환자의 보행 속도에 관한 연구. 대한재활의학회지, 18(4) : 736, 1994
- 김봉욱, 홍주형, 윤승호 : 편마비환자에서 보행중 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 운동 지표에 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, p157, 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
- Mckirman MD, Froelicher VF : General Principles of Exercise Testing In : James SS : Exercise testing and exercise prescription for special case. 2nd ed, Lea & Febiger, Philadelphia, p3, 1993
- Miller JF, Stamford BA : Intensity and energy cost of weighted walking vs. running for man and women. J Appl Physiol, 62(4) : 1497, 1987
- Pitetti KH, Tan DM : Cardiorespiratory response of mentally retarded adults to air-brake ergometry and treadmill exercise. Arch Phys Med Rehabil, 71 : 318, 1990
- 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 quantitate and compare walking energy expenditure for children and adolescents. J Ped Orthop, 11 : 571, 1991