Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 18, No. 2 1999, 8

한국 여성의 육체적 작업능력(PWC)에 관한 연구†

A Study for Physical Work Capacity(PWC) of Korean Females

김 철 홍*

ABSTRACT

An experiment was conducted to study the PWC(Physical work capacity) of Korean females. A submaximal technique using the Ramp test protocol was used to measure the PWC. A cycle ergometer and a treadmill were used to assess the workload. The estimated PWCs of Korean females in terms of maximum oxygen consumption($\dot{V}O_2Max$) from the experiment were 1818.79ml/min in cycle ergometer test and 2076.33ml/min in treadmill test, respectively. The PWCs of Korean females were compared with those of western and oriental females. The PWCs of Korean females were about 2/3 of Korean males, 72%-82% of western females, and about 118% of South-east Asian females after applying age correction factor.

†본 연구는 1997-1998년도 인천대학교 교내연구비 지원에 의하여 수행된 과제임
*인천대학교 산업공학과

1. 서 론

현대 산업 사회에서 기술의 발달로 인하여 생산 현장에서 사용하는 많은 공구와 기계들이 자동화 등을 통하여 사용하기 편리하고 작업효율을 향상 시켰다고 하나 아직도 생산 현장의 많은 작업들이 인간의 힘을 그 동력원으로 하는 수작업의 형태를 띠고 있다. 특히 여성들이 많이 종사하는 제조업 등의 분야에서는 많은 작업들이 수작업의 형태로 이루어지고 있는 것이 현실이다. 현대 사회에 있어서 여성의 사회진출 기회가 다양해지면서 여러 산업현장의 다양한 분야에서 많은 여성 인력과 역할이 요구되고 있다. 특히 제조 산업분야에서는 여성근로자들이 작업자의 많은 부분을 이루고 있다. 최근 50년간 남성(15-64세) 노동 인력 비율이 92%에서 96%로 소폭증가에 그치는 반면 15-19세 사이의 여성 노동 참여비율은 38%(1930s)에서 55%(1970s)로 급격히 증가하고 있는 것으로 나타났고 특히 결혼후의 기혼여성의 노동 참여비율은 11%(1930s)에서 49%(1970s)로 380%나 급격히 증가하고 있다(Oakley, 1981). 또 현재 한국 여성의 경제 활동 참가율은 1996년 현재 48.7%로 나타났다(통계청 경제활동인구연보, 1997). 그러나 이러한 사회의 변화에도 불구하고 아직까지도 산업현장에서의 여성은 과거의 남성중심의 산업현장과 같은 상황으로 여성의 인력을 적은 숫자로 취급하여 소홀히 다루는 경향을 보이고 있다.

인간의 육체적 힘을 그 동력원으로 하는 많은 산업현장에서 인력물자취급(MMH: Manual materials handling)의 연구는 중요한 사항이며 작업자들의 안전한 작업 환경조건의 조성을 위해 필수적인 요소이다. MMH에서 안전작업하중과 적절한 작업조건을 제시하기 위하여 선행되어야 할 사항은 먼저 작업자의 작업능력을 파악하는 것인데 현재 우리 나라의 현실은 한국여성들의 신체적 능력에 관한 자료가 절대적으로 부족한 상황이다. 이런 상황은 우리 나라 여성들에게 적절한 작업 환경을 조성해 주지 못할 뿐 아니라 부적절한 작업환경으로 인한 경제적인 손실을 초래하게 된다. 미국 노동부(DOL)의 통계에 의하면 매년 미국에서 40만명의 요통환자가 부적절한 MMH 관련 작업에 의해 발생하고 산재보상을 포함한 손실이 382억 달러의 비용이 발생하고 있는 것으로 나타나 있다(ILO, 1996).

인간공학을 적용하는데 있어 가장 기본적으로 다루어져야 할 것은 인간의 신체적, 심리적 능력에 관한 연구이다. 특히 산업 현장에서 흔히 이루어지는 인간의 힘을 그 동력원으로 하는 수작업의 경우에 있어서는 작업자가 직업적인 요인에 의해 피로가 누적되거나 신체적인 무리를 가져오지 않고 수행할 수 있는 안전한 작업기준의 설정이 필요하며 이를 위해서는 인간의 신체적 능력에 관한 연구가 필수적이다. 특히 최근 들어 여성의 사회진출 기회가 다양해지고 있으며 많은 여성들이 육체적 노동을 필요로 하는 직업에 종사하고 있는 현실에서 한국여성들의 신체적 능력에 관한 자료가 절대적으로 부족한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 현재 한국의 여성들이 활동하고 육체적 작업조건들이 적절하게 설정되어 있는지를 분석하기 위한 기초 자료로서 한국 여성들의 육체적 작업능력(PWC: Physical work capacity)을 최대산소소모능력(Maximal-oxygen consumption: $\dot{V}O_2$ Max)의 관점에서 파악하고자 하였다. 또한 외국 여성의 육체적 작업능력과 한국 여성의 육체적 작업능력을 비교 평가하여 한국 여성에게 NIOSH Lifting Guideline과 같은 외국 여성의 기준치를 적용시키는 것이 적절한지를 분석하였다.

2. 본 론

개인의 MMH능력을 평가하고 작업부하 한계의 기준을 설정하기 위한 방법에는 (1) 생체역학적 접근법(Biomechanical approach) (2) 생리학적

접근법(Physiological approach) (3) 심리육체적 접근법(Psychophysical approach)등이 있다(Ayoub and Mital, 1989., NIOSH, 1981). 본 연구에서는 생리학적 접근법의 기초가 되는 산소소모량($\dot{V}O_2$, Oxygen Consumption Rate)의 측정을 통하여 한국여성의 PWC를 파악하고자 하였다.

PWC의 측정에는 Maximal test와 Submaximal test가 있다. Maximal test는 피실험자가 자신의 최대산소소모량에 이를 때까지 계속적으로 작업부하를 부과하여 최대 산소 소모량을 측정하고 PWC를 측정하는 방법이다. 이 방법은 피 실험자에게 신체적 위험부담을 줄 수 있으며 많은 경우가 개인의 PWC에 이르지 못하는 단점을 가지고 있다. 이에 반하여 본 실험에서 사용한 Submaximal test는 피 실험자의 최대 산소소모량을 간접적으로 추정하는 방법이다. 심박수와 산소소모량은 비례적인 관계이므로 피 실험자의 예측한 최대 산소소모량에 30-40%, 50-60%, 70-80%에 해당하는 작업부하를 주어 그때 얻어진 $\dot{V}O_2$와 HR을 이용하여 개인의 연령에 따라 최대심박수에서 회귀 분석을 통한 최대 산소 소모량을 추정한다(Astrand and Rodahl, 1986).

최대 산소소모량비율($\dot{V}O_2Max$)과 심박수(HR) 간의 관계를 설명하는데는 두 가지 방법이 있다. 첫째는 최대심박수 비율(%MHR: Percentage maximum heart rate)로 표현하는 방법과 둘째로 안정시심박수(RHR: Resting heart rate)와 최대심박수(MHR)의 구간에 대한 비율로 표현하는 심박수 비율(%HRR; Percentage heart rate range) 방법이 있다. 최대심박수 비율(%MHR)방법은 안정시심박수(RHR)가 최대심박수(MHR)의 상당부분을 차지하므로 좋은 선형관계를 얻을 수 없다. 반면에 심박수 비율(%HRR)은 안정시심박수(RHR)부분을 제외했기 때문에 최대산소소모량비율(%$\dot{V}O_2Max$)과의 사이에 좋은 비율을 얻을 수 있고 이 값을 이용하여 Sub-maximal test에서 3단계의 작업부하를 구할 수 있다(deVries, 1983).

2.1. 실험 절차 및 방법

본 연구에서는 PWC를 추정하기 위한 실험방법으로 피 실험자에게 위험부담을 주지 않는 Submaximal test의 연속적인 방법중 하나인 램프(Ramp) 테스트를 사용하여 심박수와 산소 소모량을 측정하였으며 최대 심박수에서의 PWC를 추정하였다. 작업유형으로는 Treadmill과 Cycle ergometer 두 가지의 유형에 따라 실험을 실시하여 한국 여성의 PWC를 추정하고자 하였다.

작업부하별 실험시간은 보통 3-5분 정도로 사용되고 있으며 본 실험을 위한 예비실험과정에서 여성들이 Treadmill에서는 Ergomoter에 비하여 자세유지등 4분간의 부하유지에 어려움을 겪었으며 3분간의 실험으로도 data 확보에 필요한 충분한 작업부하를 줄 수 있는 것으로 판단되었다. 따라서 Treadmill의 경우는 각 피실험자의 30% HRR, 50% HRR, 70% HRR에 해당하는 작업부하로 각각 3분간 실험하였고, Cycle ergometer의 경우는 각 피실험자의 30% HRR, 50% HRR, 70% HRR에 해당하는 작업부하를 주어 각각 4분간 실험을 실시하였다.

2.2 실험기기

본 연구에서 사용한 실험기기로는 에너지 대사량 측정기(Metabolic measurement system), 심장박동 측정기(Heart rate monitor), Treadmill, Cycle ergometer, 혈압계(Blood pressure monitor), 체중계, 인체측정기(Anthropometric measurements sets)등을 사용하였다.

Treadmill은 미국의 PRECOR사의 Treadmill을 사용하였고 Ergonometer는

Monark Cycle Ergometer를 사용하였다. 혈압계는 일본의 HICO사의 Aneroi식 혈압계를 사용하였고 체중계는 한국 CAS사의 전자식 체중계를 사용하여 체중을 측정하였으며 인체측정기는 GPM/Martin type Anthropometer를 사용하여 피 실험자의 신장을 측정하였다.

에너지 대사량 측정기로는 ECG가 부착된 SensorMedics사의 Vmax29 model Metabolic cart와 POLAR사의 Vantage XL Model의 Heart rate monitor를 사용하였다.

2.3 피 실험자

피 실험자로는 수도권 지역의 20대 여자대학생 15명을 무작위로 선택하여 실험하였으며 피 실험자의 신체 특성은 〈표1〉과 같다.

실험에 앞서 피 실험자가 여성인 관계로 생리일을 피하여 실험을 실시하였으며 피 실험자에게 흡연 유무, 심장 질환과 폐질환 경험의 유무와 약물 투여의 여부, 운동 습관에 관한 조사를 하여 정상의 건강상태를 유지하고 있는 피 실험자를 선별했다. 또한 피 실험자에게 실험 전에 충분한 실험에 대한 설명과 최소 2시간 30분전에 심박수에 영향을 미칠 수 있는 음식물 카페인 성분을 섭취하지 않도록 하였으며, 또한 혈압과 심박수를 측정하여 정상치를 벗어나는 피 실험자는 실험에서 제외시켰다. 실험실의 온도는 20±2도를 유지하게 하였고 피 실험자는 간편한 운동복과 운동화를 착용하게 하여 실험을 실시하였다.

실험은 적응기간과 실험일을 포함해 5일간 매일 동일한 시간대에 실시하였으며 피 실험자들이 실험기기에 적응하기 위하여 실험 실시 전 이틀간의 예비 기간을 두어 Treadmill과 Cycle ergometer에 대해 적응하게 하였다. 적응 기간 동안에는 피 실험자에게 실제 실험에서 사용하게 될 에너지 대사량 측정기(Metabolic Measurement System) 실험기기인 마우스피스를 물고 Electrode를 부착하게 하여 Treadmill의 경우 4km/hr에서 9분간의 적응 훈련을 하였고 Cycle ergometer는 40 watt로 40rpm을 유지하게 하여 12분간 적응 훈련을 실시하였다. 이는 여성의 경우 30rpm, 40rpm, 50rpm, 60rpm등 다양한 rpm 가운데서 주어진 작업부하를 유지하기에는 40rpm이 가장 적절한 것으로 판단된 예비 실험과정에 기초하였다.

Cycle ergometer와 Treadmill에서 부하에 따른 심박수와 산소소모량을 측정하기전 안정시 심박수를 측정하기 위하여 10분이상의 안정을 취하게 하고 Treadmill의 경우 서 있을 때 RHR(안정시 심박수)와 산소소모량 그리고 Cycle ergometer에서는 앉아 있을 때의 RHR를 측정하였고 산소 소모량을 측정하였다.

각 피 실험자에 있어 각 단계의 부하를 선정하기 위해 기준이 되는 작업부하는 Treadmill의 경우 4km/hr에 해당하는 작업부하를 주어 3분간 실험 시간중 마지막 1분에 해당하는 심박수와 산소 소모량을 측정했고 Cycle ergometer는 40rpm을 유지한 채, 40watt의 작업 부하를 주어 4분간 실험 시간중 마지막 1분에 대한 심박수와 산소 소모량을 측정하여 사용하였다.

피 실험자의 각 단계에 대한 작업 부하를 선정하기 위하여 다음의 식을 이용하여 작업 부하를

표 1. 피 실험자의 신체 특성치

측정부위	평균	표준편차
나이	22세	1.89
신장	162.15cm	5.91
체중	50.6kg	4.95

선정하였다.

$$\%HRR = \frac{(EHR-RHR)}{HRR} \times 100$$

RHR = 안정시 심박수
MHR = 최대심박수 = 220 - 나이
HRR = 심박수 범위 = 220 - 나이 - RHR
EHR = 작업부하에 따른 심박수
%HRR = 심박수 비율

피 실험자 별로 Treadmill에서는 4km/hr로 3분간, Cycle ergometer에서는 40W로 4분간을 측정하여 그에 해당하는 %HRR를 구한 후, 각각 30%, 50%, 70%에 해당하는 작업부하를 선정하였다.

Treadmill과 Cycle ergometer의 실험절차는 1분간의 Warm-up 기간과 1단계, 2단계, 3단계의 작업부하기간과 1분간의 Recovery 기간순으로 실험을 진행하였다.

2.4 실험 결과 및 분석

본 연구에서는 각 피 실험자의 30%HRR, 50%HRR, 70%HRR에 해당하는 작업부하를 부가하여 실험을 하였다. Treadmill의 경우 각각 30%HRR, 50%HRR, 70%HRR에 해당하는 작업은 평균적으로 2.55km/hr, 4.24km/hr, 5.95km/hr에 해당되고 Cycle ergometer의 경우 작업부하는 평균적으로 41.03W, 68.34W, 95.63W로 나타났다.

실험 결과로 나타난 심박수와 산소소모량으로 회귀분석을 통하여 최대 심박수(Max HR)에서 PWC를 추정하였다.

본 실험에서 나타난 한국 여성의 최대 산소소모량은 Treadmill의 경우 2076.33ml/min으로 나타났고 자전거의 경우 1818.79ml/min으로 추정되었다. 단위 체중 당 값은 Treadmill의 경우 36.34(ml/(min kg)으로 나타났고 Cycle ergometer의 경우 41.23ml/(min kg)으로 나타났다. Cycle ergometer의 최대산소소모량은 Treadmill의 87.6%로 나타났고 단위 체중 당 값은 88.14%로 나타났다. t-검정의 결과는 유의수준 5%와 10%에서 모두 차이가 있는 것으로 나타났다. 작업 유형별 PWC에 관한 내용이 〈표2〉에 나타나 있다.

2.4 외국 여성 및 한국 남성 PWC와 비교

Treadmill을 이용한 육체적 작업능력 추정결과를 미국의 Shapiro 외 2인(1986)의 자료와 Francis와 Hoobler(1986)의 자료와 비교하였다. Shapiro 자료는 9명의 20대 여성 군인을 대상으로 최대 산소소모량을 측정하였으며 단속적인 방법으로 Taylor(1955)에 의해 수정된 protocol을 사용하여 실험한 결과이며 Francis의 자료는 5명의 20대 여성을 대상으로 4.8, 5.6, 8km/hr의 protocol로 실험한 결과이다.

Francis의 자료와 비교해 보면 평균 신장은

표 2. 최대 산소소모량 추정치

작업유형		$\dot{V}O_2$ Max	
		ml/min	ml/(min kg)
자전거 에르고미터 (Cycle ergometer)	Mean	1818.79	36.34
	Std.	164.40	2.48
트레드밀 (Treadmill)	Mean	2076.33	41.23
	Std.	175.60	2.8

3.25cm의 차이를 보이고 체중은 9.28kg의 차이를 보였다. 단위 체중 당 값을 Francis자료와 비교해 보면 본 실험의 단위 체중 당 값은 Francis 자료의 88.8%로 나타났다. Shapiro의 자료와는 평균 신장에서는 본 연구의 자료와 큰 차이를 보이지 않았지만 평균체중은 Shapiro 연구자료가 6.0kg이 높은 것으로 나타나 큰 차이를 보였다. Shapiro 자료와 비교한 본 실험의 단위 체중 당 값은 본 실험이 Shapiro 연구의 101.8%로 나타났다. 본 연구 자료와 미국의 두 연구자료는 t검정 결과 유의수준 5%에서 모두 유의차가 있는 것으로 나타났다. 미국 여성과의 비교결과가 〈표3〉에 나타나 있다.

Cycle ergometer를 이용한 육체적 작업능력 추정결과를 캐나다의 Shephard(1988)의 자료와 프랑스의 Vogt(1983)의 연구자료, 그리고 같은 동양권인 태국의 Mamansari(1996)의 자료와 비교해 보았다. Shephard 연구자료는 여성 8명을 대상으로 하여 측정한 결과며 Vogt의 연구자료는 5명의 피 실험자로 PWC의 평균 30% 40% 50%에 해당하는 45W, 60W, 75W의 작업 부하로 60rpm을 유지하여 실험한 결과이며 태국의 Mamansari의 연구자료는 20-50대 사이의 여성을 대상으로 0W에서 160W까지 매 단계 20W씩 증가시켜 각 단계별 40rpm 속도로 3분간씩 테스트한 결과이다.

Shephard의 연구자료는 본 연구자료와 몸무게와 나이에서 상당한 차이가 있었고 단위 체중 당 값이 Shephard 자료의 88.8%로 나타났다. 프랑스의 Vogt의 연구 자료와 비교해 보면 체중에서 11.8kg의 차이가 났고 단위 체중 당 값은 본 연구자료가 82.6%로 나타났다. 같은 동양권의 태국 여성의 연구 자료와 비교해 보면 본 연구자료와 나이에서 상당한 차이가 있어 Mamansari 자료를 연령에 따른 보정계수로 수정한 결과 단위 체중 당 값에 있어 118%로 나타났다. 본 연구자료와 프랑스와 캐나다, 태국의 연구자료 모두 유의수준 5%에서 모두 유의차가 있는 것으로 나타났으며 프랑스와 캐나다 여성과의 비교결과가 〈표4〉에 나타나 있다.

앞에서 비교된 외국 여성들의 자료가 모두 단위 체중 당 최대산소소모량의 단위로 나타나져 있는 관계로 보다 다양한 비교가 불가능하였으나 외국 여성들의 체중이 전부 본 연구에 참가한 한국여성들의 체중보다 훨씬 무거운 점을 고려한다면 몸무게를 고려하지 않은 경우의 PWC 또한 현격한 차이를 보일 것으로 판단된다.

한국 여성의 PWC를 한국 남성의 PWC에 대한 자료(박지수 외, 1996)와 비교하여 한국여성과 남성의 PWC를 비교해 보았다. 한국남성의 PWC연구자료는 남성 10명을 대상으로 하여 Treadmill과 Cycle ergometer에서 한국 남성의 PWC를 추정하였는데 실험방법은 30%HRR, 50%HRR, 75%HRR에 해당하는 작업부하로 각 작업부하 당 5분간을 측정한 결과이다.

한국 남성에 대한 연구 자료와 비교해 보면

표 3. 미국 여성의 PWC와의 비교(Treadmill test)

	피 실험자 (명)		나이 (Age)	체중 (Weight)	신장 (Stature)	ml/(min*kg)
Shapiro(1986)	9	Mean	22	56.60	161.50	40.50
		std.	1.00	2.60	2.30	1.50
Francis(1986)	5	Mean	23	59.88	165.4	46.42
		std.	1.41	4.79	2.30	4.53
본 연구자료	15	Mean	22	50.6	162.15	41.23
		std.	1.89	4.95	5.91	2.8

표 4. 프랑스, 캐나다, 태국 여성 PWC와의 비교(Ergometer test)

	피 실험자 (명)		나이 (Age)	체중 (Weight)	신장 (Stature)	ml/(min*kg)
Shephard(1986)	8	Mean	31.9	59.2	163.3	40.9
		std.	—	—	—	10.3
Vogt(1983)	5	Mean	20.2	62.4	172	44.0
		std.	1.7	7.4	5.0	4.49
Mamansari(1996)	10	Mean	41.0	53.8	151.9	25.5
		std.	10.6	6.8	6.8	4.18
본 연구결과	15	Mean	22.0	50.6	162.2	36.3
		std.	1.89	5.0	5.9	2.48

표 5. 한국 남성과 본 연구자료의 비교

		한국 남성		본 연구자료(여성)	
작업유형		ml/min	ml/(min×kg)	ml/min	ml/(min×kg)
자전거	Mean	2536.63	40.46	1818.79	36.34
에르고미터	std.	255.44	6.87	164.40	2.48
트레드밀	Mean	2859.22	43.62	2076.33	41.23
	std.	355.75	6.59	175.60	2.8

Cycle ergometer의 경우 최대산소 소모량이 여성이 남성의 71.70%로 나타났고 Treadmill의 경우 72.62%로 나타났다. 단위 체중 당 최대산소소모량은 Cycle ergometer의 경우 89.82%로 나타났고 Treadmill의 경우 94.52%로 나타났다. 한국남성과의 비교결과가 〈표5〉에 나타나 있다.

3. 결 론

본 실험의 연구 결과를 보면 20대 한국 여성의 최대산소소모량은 약 1.82 L/min에서 2.08 L/min정도로 나타났고 단위 체중 당 값은 36.34ml/min · kg에서 41.23ml/min · kg으로 나타났다. 작업유형별로는 Cycle ergometer 측정치가 Treadmill 측정치의 87.6%로 나타났고 단위 체중 당 산소소모량의 경우는 88.14%로 나타났다.

한국 남성의 PWC값과 비교한 결과 여성이 남성의 71.70%에서 72.62%로 나타났고 단위 체중 당 최대산소소모량은 남성의 89.82%에서 94.52%로 나타났다. 또 외국의 여성과 비교한 결과 Treadmill과 Cycle ergometer 모두 서구 여성보다는 낮은 결과치를 보였지만 같은 동양권인 태국 여성과는 연령차에 따른 수정계수로 곱한 후의 값을 비교해 볼 때도 한국 여성의 PWC 값이 높은 결과치를 보였다.

본 연구의 자료로 한국 여성에게 작업환경 조건을 생리학적 관점에서 적용시키면 하루에 8시간 작업하는 작업자의 경우 쉬는 시간이 없이 일하는 경우 에너지 소비가 최대산소소모량의 30%를 넘어서는 안되고 쉬는 시간이 있는 작업자의 경우 에너지 소비가 최대산소소모량의 50%를 넘어서는 안된다고 정의하고 있다(Rutenfranz, 1985). 이 경우 한국의 20대 여성에 있어서 30%에 해당하는 산소소모량은 545.64ml/min에서 622.90ml/

min 사이 값이 되고 50%에 해당하는 산소소모량은 909.39ml/min에서1038.17ml/min으로 나타났다.

참고로 본 연구 결과에서 나타난 한국 여성의 PWC를 기준으로 미국 여성에게 적용되는 안전작업 하중작업의 기준과 비교해 보면 1991년에 발간된 NIOSH Guideline에서는 미국의 40세 여성의 PWC를 2.1 L/min를 기준으로 하고 있다. 본 연구에서의 한국여성 자료에 40세에 해당하는 연령별 수정계수를 곱하면 Treadmill의 경우 1.72 L/min이고 Cycle ergometer의 경우 1.51 L/min이다. 이것은 한국 여성의 육체적 작업능력(PWC)은 미국 여성의 71.9% - 81.9%에 해당한다는 것을 알 수 있다. 이러한 단순비교의 방법으로 인종간의 차이를 규명하기에는 다소 미흡한 점이 많으나, 우리여성들과 체형 또는 근력이 다른 외국 여성들의 작업기준을 한국 여성에게 적용시키는 것은 무리가 있다는 것이 적어도 육체적인 작업능력에서는 객관적인 자료에 의한 비교가 이루어질 수 있게 되었다는 것이 본 연구가 가지는 큰 의미가 될 것이다.

본 연구는 한정된 집단과 연령층의 여성을 대상으로 실시되어 전체 한국 여성의 육체적 작업 능력을 만족하게 반영할 수 있다고 볼 수는 없으나 한국 여성의 작업환경을 설정하기 위한 기초적인 자료로 활용될 수 있을 것이다. 앞으로 한국 여성들에게 맞는 안전한 작업조건에 대해 보다 적극적인 연구가 진행되어야 할 것으로 판단되며 이를 위하여는 여러 유형의 작업별 요구되는 에너지가를 파악하고 보다 다양한 연령과 집단을 대상으로 한국여성의 육체적인 작업능력(PWC)에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

(1) 경제활동인구연보, 통계청, 1997.

(2) 박경수, 인간공학, 영지문화사, 1994.

(3) 박지수, 김홍기, 최진영, "작업유형에 따른 생리학적 작업능력의 비교 분석", 96년 추계 인간공학회 학술논문집, 1996.

(4) Ayoub M., Mital A., Manual Materials Handling, London, Taylor & Francis, 1989.

(5) Astrand P., and Rodahl k., Textbook of Work Physiology(3rd edition), New York; McGraw-Hill, Inc. 1986.

(6) Cox S., Cox T., "Women at Work: Summary and Overview", Ergonomics, Vol 27, No. 5, p.597-605, 1984.

(7) deVries, H.A., Physiology of Exercise for Physical Education and Athlethics, 4th ed., Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, 1986.

(8) Francis K., Hoobler T., "Changes in Oxygen Consumption Associated with Treadmill Walking and Running with Light Hand- Carried Weights", Ergonomics, Vol 29, No. 8, p.999-1004, 1986.

(9) ILO, Yearbook of Labour Statistics, 1996.

(10) Mamansari D. U., Salokhe V. M., "Static strength and physical work capacity of agricultural labourers in the central plain of Thailand", Applied Ergonomics, Vol 27, No. 1, p.53-60, 1996.

(11) Oakley, A., Subject Women(London: Martin Robertson), 1981.

(12) Rurenfranz J., "Energy expenditure Constrained by Sex and age", Ergonomics, Vol 28, No.1, p.115-118, 1985.

(13) Sanders M., McCormick E., Human Factors in Engineering and Design (7th edition), McGraw-Hill, Inc., 1995.

(14) Shephard R. J., Vandewalle H., Bouhlel E., Monod H., "Sex Differences of Physical Working Capacity in Normoxia and Hypoxia", Ergonomics, Vol 31, No. 8, p. 1177-1192, 1988.

(15) Shapiro Y., Pandolf K. B., Goldman R. F., "Sex Differences in Acclimation to a Hot-Dry Environment", Ergonomics, Vol 23, No. 7, p. 635-642, 1980.

(16) Vogt J. J., Libert J. P., Candas V., Daull F., Mairiaux P., "Heart Rate and Spontaneous Work Rest Cycles During Exposure To Heat", Ergonomics, Vol 26, No. 12, 1173-1185, 1983.

(17) Wilson J. R., Evaluation Of Human Work, Taylor & Francis, 1990.