

작업대 사용에 따른 농작업 에너지 소비량과 피로도 비교

이승교 · 김화님*

수원대학교 식품영양학과

*농촌영양개선연수원

The Comparison of Energy Expenditure and Fatigue Degree by Use of Working Table

Rhie, Seung-Gyo and Kim*, Hwa Nim

Dept. of Food and Nutrition, Suwon University

*Korea Rural Nutrition Institute, RDA.

서 론

농민의 신체적 정신적 건강생활에는 노동에 알맞는 영양섭취와 능률적이고 안전한 농기구의 사용 및 휴식을 얻을 수 있는 생활방식이 중요하다. 농업노동은 인력의존도가 높아서 다른 직업에 비하여 기계화가 어려운 작업이 많다. 더우기 여성과 주부가 주로 맡아서 하는 농작업은 앞으로 구부린 자세와 무릎을 굽히고 앉아서 일하는 작업이 특히 많아 각종 피로증상에 시달리고 있는 형편이다. 자세에 따라서 에너지소비가 줄어들 수 있으며³⁾ 간단한 보조기구로서 에너지소비량의 감소를 기할 수 있으며⁶⁾ 選果台의 사용은 작업능률의 향상에 기여한다.²⁾ 또한 농촌주부의 농작업은 특히 기계화가 어려우며⁹⁾ 농민에게 빈발하는 농부중과 과로와 잘못된 자세에서 오히려⁵⁾ 간단한 작업대를 사용하여 농업노동에서의 능률향상과 농부중과 피로증상의 예방에 기여할 수 있을 것으로 생각되어 간단한 조립식 작업대를 사용하여 딸기선별 작업과 파출하작업을 비교하며, 농촌주부의 경우 그 작업에 익숙하기 때문에 피로나 에너지소비량에 차이가 적어질 것을 가정하여 여자대학생을 파출하작업에 같이 실시하여 그 차이를 비교하고자 본 실험을

실시하였다.

실험방법

1) 작업의 형태 : 작업대를 이용할 수 있는 딸기 선별작업과 파출하조제작업을 선택하였다. 작업대는 상판을 합판으로 접을 수 있는 모양으로 하였으며 다리는 앵글이나 파이프로 높낮이를 조정하도록 하여 높이는 일반적인 방법(작업대 높이 = 자 높이 + 팔꿈치 높이 - 물체 높이 1/2)으로 결정하도록 하였다.

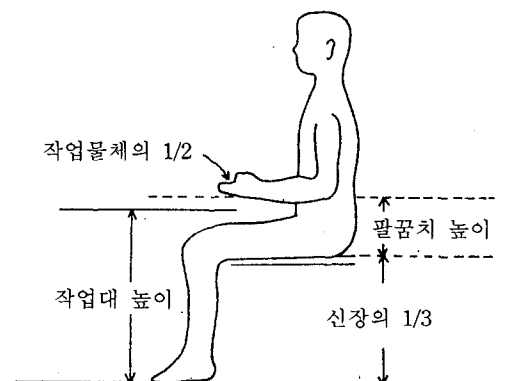


Fig. 1-a. 작업대의 높이 계산

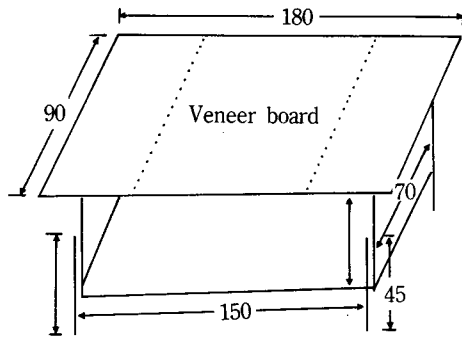


Fig. 1 - b. Working table

2) 측정대상 : 농업노동에 종사하는 주부를 대상으로 경기도 남양주의 파재배단지에서 6명, 전남 담양의 딸기단지에서 6명을, 대학생은 수원대학교 식품영양학과 3학년 6명을 외관상 건강한 사람으로 선발하였다. 신장은 신장계(Martin式 인체계측기 No. 1214(A))를 체중은 체중계(Tanita Model 1518)를 사용하여 측정하였으며 혈압은 혈압계(Riester Diplomat presameter)를 이용하였다.

3) 에너지 대사량 : 에너지 소비량은 간접열량 측정법으로서 호흡시험법으로 실시하였다. 기초대사량을 측정하기 위하여 실험 전날 저녁식사를 17시 이전에 하게 하였으며 마을회관에 모여 함께 자게 하여 외부적인 영향을 없게 하였다. 이튿날 깨어지는 대로 누운상태에서 3방콕크를 써서 더글라스 백(Douglas Bag)에 호기(呼氣)를 모았다. 안정대사량은 아침식사를 한 다음 2시간 이상을 쉬 다음 앉은 자세로 호기를 모았다. 호기의 총량은 가스메타로 측정하였으며 측정된 호기(Ambiant Temperature and Pressure Saturated with Water Vapor)를 표준상태(Standerd Temperature and Pressure Dry)로 보정하였다.¹⁸⁾ 가스메타를 통해 호기를 빨 때 20ml용 주사기로 일부를 채취하여 주사기의 끝을 고무로 즉시 막아 물 속에 보관하면서 Scholander Gas Analyzer(Takei & Company LTD)로 산소와 이산화탄소의 함량을 분석하였다.

똌를 통해 배설된 질소의 양으로 단백질연소와 관련된 산소와 이산화탄소를 제하여 비단백호흡상(non-Protein R. Q)을 구한후 이에 근거하여 열량을

계산하였다.

4) 뇨의 분석 : 실험전날 오후 4시부터 다음 날 오후 4시까지의 뇨를 수집하였다. 질소의 정량은 kjeldahl-Nessler 법⁷⁾으로, 분석하였으며 Creatinine은 Kit(Sigma Diagnosis Creatinine Procedure No 555)를 이용하였다.

5) 피로도의 측정 : 신체적인 피로도의 측정은 뇨중의 Donagio반응¹¹⁾을 보았으며, 자각적인 피로도의 측정은 그 증상을 몇가지로 나누어 기입하는 방법^{2,8,16,25)}으로 신체의 피로자각증상, 피로부위 및 농부증을 표시하였다. 객관적인 피로의 수치로서 Flicker치는 Flicker측정기(Flicker test App. YAGAMI 9163-220)로 측정하였다.

결과 및 고찰

1) 피험자의 일반사항

대상자에 대하여 신체적 상태와 연령을 조사한 결과는 다음 표1과 같다.

농촌주부의 연령은 평균 42세와 56세로서 갱년기 초기 및 후기라 할 수 있었다. 신장과 체중은 국민영양조사¹²⁾에 의한 40대와 50대를 비교할 때 신장은 작았고 체중은 비슷하였다. 이는 B.M.I.(Body Mass Index)의 값으로서 차이가 완전히 보이는데, 24.0kg/m²와 26.7kg/m²으로서 비교적 높았다. 실험에 참여한 대학생의 B.M.I 21.2kg/m²와 차이가 많았다. 또한 이와 김²⁰⁾의 젊은 여성 20.0이나 영국인³⁴⁾의 21.9 보다 많으며 조와임²⁴⁾의 한국여자노인 21.5 보다도 높았다.

농촌주부의 혈압은 120/77mmHg와 119/74mmHg로서 BMI의 높은 수치에 미루어 보아 높은 수치가 아니며 길등⁷⁾의 노인혈압이나 조등²³⁾의 농민혈압과 유사하였다. 대학생은 103/66mmHg로서 청년기의 123/83mmHg³²⁾보다 낮았다.

24시간 뇨를 수거하여 총질소와 크레아티닌배설량을 측정하고 피로도를 보기 위해 뇨중 muco-protein 배설정도를 보는 Donagio 반응 결과는 다음 표2와 같다.

Table 1. Physical status and blood pressure of female farmers and students in this experiment.

Kinds of Work	Subject	n	age year-old	weight Kg	height Cm	B. M. I.* Kg/m ²	B. P.**	
							S. B. P	D. B. P
Sorting Strawberry	farmer	6	42± 15	56± 10	153± 7	24.0± 3.7	120± 27	77± 20
Trimming Green onion	farmer	6	56± 12	59± 5	149± 6	26.7± 3.4	119± 10	74± 6
	student	6	22± 1	51± 7	154± 5	21.2± 3.2	103± 10	66± 8

B. M. I.=Body Mass Index

B. P.=Blood Pressure S. B. P.=Sustolic Blood Pressure D. B. P.=Diastolic Blood Pressure

Table 2. Urinary excretion of nitrogen and creatinine during 24hr, and fatigue degree by donagio reaction.

Kinds of Work	subject	talbe use	Urine volume	Nitrogen	Creatinine	Donagio R.
Sorting Strawberry	farmer	no	1203± 251	7.3± 3.1	1.2± 0.5	0.282± 0.135
		yes	1113± 415	6.2± 1.9	1.4± 0.4	0.394± 0.168
Trimming green onion	farmer	no	873± 231	7.4± 1.9	0.6± 0.3	0.313± 0.126
		yes	857± 297	8.2± 2.6	0.7± 0.2	0.336± 0.156
	student	no	1256± 325	7.9± 2.5	0.9± 0.0	0.474± 0.113
		yes	1140± 689	6.9± 2.6	0.9± 0.1	0.392± 0.021

총 질소배설량은 하루중 6.2~8.2g을 나타냈다. 이는 서양인보다 낮으나³³⁾ 한국인 평균치²¹⁾와는 유사하였다.

Creatinine은 딸기작업주부에서 파작업농촌주부보다 많은 양을 배설하였다. 힘든운동 후 Creatinine 배설이 많다²⁹⁾는 결과와 함께 볼 때 딸기선별작업은 파출하작업에 비하여 지속적으로 더 노력이 드는 작업으로 생각된다. 피로도 측정으로서 Donagio 반응은 유의성이 없었다.

2) 작업대 사용유무에 따른 피로도

노동을 하면 피로를 느끼는 것은 당연한 현상이다. 피로의 원인으로는 체내 분해물질의 누적이나 에너지소모라고 볼 수 있으나 작업에 의해 개인은 생리적 심리적인 감정변화를 일으키며 작업동작이 변화되어 능력을 저하시킨다¹⁾ 피로는 주관적으로는 피로감, 객관적으로 생리기능저하와 작업능력저하를 가져온다. 탈력감, 심계항진, 식욕부진, 두통, 관절부나 안면의 근육강직이완, 표정의 결핍등의 증

상도 포함된다¹⁹⁾.

피로상태의 측정은 주관적인 피로로서 자각적 피로를, 객관적인 측정을 위해 Flicker치를 측정하였다. 자각증상과 피로부위의 조사결과는 다음 표3과 같다. 전반적인 피로의 자각정도는 22%, 15%로서 주야교대 근로여성¹⁷⁾ 보다 낮았으며 '85년 농촌지역⁵⁾ 보다 낮아, 작업의 종류에서 피로를 적게 느끼는 작업일을 알 수 있었다. 작업대를 사용한 경우가 사용치 않은 경우에 비하여 피로의 정도가 적었다. 자각증상을 정신적, 신체적, 신경감각적 피로로 구분하여 볼 때 딸기선별작업시 작업대를 사용하지 않으면 특히 신경감각적 피로는 유의적으로 작았다. 신체피로부위 조사를 보면 작업대의 사용으로 완연히 감소하였으며 특히 작업대를 사용하지 않을 때 눈, 척추, 허리, 배의 부분에 피로 자각이 높았으나 작업대의 사용으로 허리만의 피로를 느끼므로서 적합한 의자의 고안이 필요할 것으로 생각된다.

피로상태를 기계적으로 측정할 Flicker값은 개인에 따라 아침 저녁의 차이가 심하며 증가경향과

Table 3. The fatigue degree by questionnaire method.

Kinds of Work	division	table use	Self-Consciousness fatigue a) (%)			Fatigue Parts of body b) (%)
			physical,	Mental,	Neuro-sensible	
Sorting Strawberry	farmer	no	4.3± 2.4	2.0± 2.1	2.2± 1.3	18.9± 5.8
		yes	2.2± 1.2	0.8± 1.3	0.8± 1.3**	10.7± 8.4**
Trimming Green onion	farmer	no	1.7± 1.3	1.2± 1.3	1.3± 1.1	15.0± 5.9
		yes	1.2± 1.3	0.7± 0.7	1.3± 1.1	13.1± 7.7
	student	no	3.2± 1.7	2.2± 2.6	2.2± 1.8	20.6± 9.4
		yes	2.5± 1.6	2.3± 2.3	1.1± 1.7	9.8± 3.2**

a) Self-Consciousness fatigue include each 10 questions of Physical, mental and neuro-sensibility fatigue

b) Number of fatigue parts of body X100/Number of body parts X Number of person

** means significantly different p<0.01

Table 4. The fatigue degree by flicker test.

Kinds of Work	subject	table use	flicker number		
			morning	evening	change
Sorting Strawberry	farmer	no	39	36	-3
		yes	38	38	0
Trimming green onion	farmer	no	31	32	1
		yes	31	31	
	student	no	34	35	1
		yes	35	34	-1

감소경향이 비슷하게 나타나 평균을 말하기에 어려움이 있으나 측정치를 다음 표4에 제시하였다.

Flicker치의 상승은 대뇌의 흥분변화를 보는 것으로 수치가 많을수록 대뇌의 피로가 많음을 의미하며 가벼운 작업에서는 변동이 매우 적어 구분이 어렵고 젊은이의 대상¹³⁾으로는 대뇌감응력수치가 노동 후 줄어들음을 보인 바 이는 피로자각증상조사 결과와 같이 전반적으로 가벼운 노동으로 볼 수 있었다. 또 Flicker값은 대뇌의 피로를 나타내며 Creatinine의 배설은 육체적노동의 증가로 증가된다고 하므로 이 두 값에 대한 상관관계를 그림 2에 제시하였다.

즉 대뇌피로도 감소는 Creatinine배설량의 감소와 높은 상관(r=0.64, p<0.01)을 보여 대뇌피로의 증가는 Creatinine 배설을 증가시키는 것으로 나타났다.

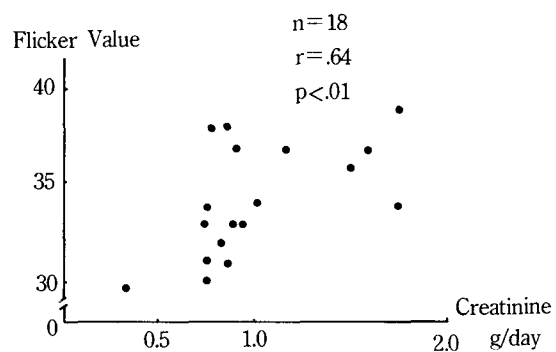


Fig. 2. The Correlation Flicker Value with Creatinine excretion

3) 작업대사용과 에너지소비량 및 작업효율 : 농촌주부와 대학생의 기초 안정대사와 작업중 에너지대사 측정결과는 다음 표5와 같다.

Table 5. The energy expenditure.

unit : Kcal/Kg/min

Kinds of work	subject	Basal metabolism	Rest Metabolism	Working energy	
				not use	use table
Sorting Strawberry	farmer	0.0181±0.0018	0.0221±0.0027	0.0310±0.0014	0.0287±0.0025
Trimming green onion	farmer	0.0131±0.0013	0.0222±0.035	0.0270±0.0028	0.0271±0.0039
	student	0.0161±0.0014	0.0198±0.0020	0.0259±0.0040	0.0251±0.0038

대학생의 기초대사는 0.0161Kcal/kg/min으로서 일본의 농가주부 0.0159Kcal/kg/min¹⁴⁾과 비슷하였으나 파작업의 농촌주부는 훨씬 낮았고 딸기작업의 농촌주부는 높았다. 이는 체지방조직(Lean Body Mass) 계산한 것이 아니므로 파작업 농부의 경우 BMI가 높게 나타난 것을 볼 때 체중이 신장에 비해 높은 수치는 기초대사를 낮게한 것이 아닌가도 생각할 수 있으며 연령에 따른 차이로서도 볼 수 있고, 또 40대의 주부는 50대에 비하여 더 많은 일을 하므로서 기초대사의 상승을 유도하였다고도 볼 수 있다. 안전대사에서는 별 차이가 보이지 않음은 기초대사와 비교해 볼 때 봄과 가을의 계절적 변동²⁶⁾이 원인이 될 수도 있다고 본다.

농업노동의 에너지 대사는 농작업에 대하여 동작과 속도에 평준화된 작업이 없어 개인차가 매우 넓으며 또 가벼운 작업은 빈동작에서 에너지소비량의 차이가 많다¹⁵⁾고 한다.

딸기선별작업과 파출하작업의 에너지 소비량은 각각 0.031Kcal/kg/min을 보였다. 이는 농업노동중 가벼운 노동인 0.021~0.035내의 수준³⁵⁾이었다. 딸기선별작업에서의 작업대 사용으로 유의성은 없으나 에너지소비량이 감소하였음을 보였다. 여자대학생에서는 단위시간당 단위체중당 에너지소비량은 농촌주부에 비하여 적었으며 작업대의 사용으로 더 낮아졌다. 이에 대하여 작업효율을 측정하여 비교할 필요가 있어 계산한 결과 표6과 같았다.

딸기선별작업은 작업대를 사용하여 딸기 1kg을 선별하는데 드는 시간은 차이를 볼 수 없었으나 에너지소비는 줄어서 1kg 작업에 47.7Kcal에서 43.9Kcal로 계산되었다. 그러나 파작업에서 1kg의 파를 다듬고 처리하는데 시간과 에너지의 감소는 있으나

Table 6. Time consumption and energy expenditure of 1kg-work performance.(body weight base : 55Kg)

Kinds of work	subject	use table	Time consump.	Energy exp.
			min	kcal
Sorting strawberry	farmer	no	28.00±3.43	47.7±2.16
		yes	27.83±5.98	43.9±3.83
Trimming green onion	farmer	no	7.20±1.64	10.7±1.11
		yes	6.84±2.11	10.2±1.47
	student	no	12.71±1.08	18.1±2.80
		yes	11.76±4.61	16.3±2.46

그 차이는 적었다. 일의 수행능력은 에너지대사와는 상관성이 적고²⁸⁾ 혈액의 헤모글로빈수준과 상관을 보이며^{17,31)} 철결핍성 빈혈증상은 신체적 능력 감소를 보인다하므로 여러 신체적 상황에 대한 조사가 필요하며 신체적 요인과 작업대의 사용과의 비교연구가 지속적으로 이루어져야 하겠다.

농업노동으로 오는 농부증의 정도와 기초대사량과의 상관을 그림 3에 제시하였다.

농민의 건강관리 지표³⁶⁾로 사용되는 농부증의 기준(2점까지는 정상으로, 3~6점은 요관찰대상으로, 7점 이상은 질병)으로 볼 때 딸기작업농부 3.7점, 파작업 5.3점 대학생 3.2점으로 농촌주부는 약간 높은 점수로서 관찰이 필요한 상태로 나타났다. 이는 '89년 차¹⁰⁾의 4.24점보다는 약간 높았다. 기초대사량과의 상관을 $r=-0.49$ 로서 약간의 음의 상관($p<0.05$)을 보였다. 즉 기초대사가 높을수록 농부증은 낮은 빈도를 보였다. 에너지의 낮은 섭취가 일의 수행능력에는 영향이 없다²⁸⁾고 하나 영양상태나 에너지대사등이 농부증과 같은 농업직업병에 영향을

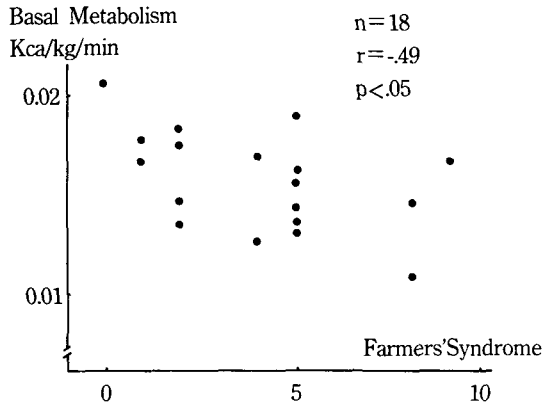


Fig. 3. The correlation Farmers' Syndrome with basal metabolism

줄 수 있음을 생각하게 한다.

요 약

농촌주부의 농작업 피로도를 줄이고 작업능률 향상을 이루는데 기여하고자 농촌주부 12명과 대학생 6명을 피험자로 딸기선별작업과 파출하작업에 대하여 작업대 사용 유무에 따른 피로도와 에너지 소비량을 비교하였다.

피험자의 신장은 한국인 평균보다 작았으며 체중은 비슷하였다. 노로서 하루 약 1100ml 정도를 배설하였고 총질소 7.5g과 Creatinine 0.9g 정도를 포함하였다.

작업대의 사용으로 자각적 피로와 신체피로부위 조사에 의한 피로도는 감소를 보였으며 객관적 피로도인 Flicker값은 변화가 적었다. 그러나 Creatinine 배설량과는 양의 상관을 보였다.

피험자의 기초대사량은 0.0157Kcal/kg/min이며 안정대사량은 0.0213Kcal/kg/min이었다. 작업대의 사용으로 1kg의 작업에 드는 시간과 에너지는 감소하였으나 통계적 유의성은 없으며 농부증과 기초대사량은 음의 상관을 보였다.

인용문헌

1. 健康管理大百科編纂委員會：健康管理大百科 p

543. P 13.17, 1978

2. 高木和男 増田富江, 望月英男：營養指導のための調査統計と効果判定法 醫齒藥 出版(株) p 124-127. 1981

3. 科學技術廳資源局 産業労働のエネルギー代謝率, 労働科學研究所. p 1-5 1960.

4. 權英子：農村女性の 労働實態에 관한 研究-農家主婦를 中心으로- 한국여성개발연구보고서 200-2 1987.

5. 기요따 다에꼬：한일협력연구과제보고 농촌진흥청 126-127. 1985

6. 김화님, 이동태, 이승교：경기일부지역 농촌주부의 농작업에너지대사, 한국영양식량학회지 18(2) 189-194. 1989

7. 吉相仙, 奇老錫, 黃仁澹：一部 農村地域老人들의 血壓과 관련된 諸要因分析. 韓農醫誌 10(1) 42-48. 1985

8. 농촌진흥청, 국제연합아동기금：응용영양, 농부증과 피로방지법 p 149-152. 1983

9. 文翰圭：우리나라 農村에서 頻發하는 疾病에 關하여. 農村醫學研究所 開設紀念講演集 馬山醫療院 2. 55-57. 1987

10. 朴貞恩：農村女性の 健康實態에 관한 研究. 여성연구 5(2) 49-98. 1987

11. 白台鴻, 全世烈, 金天浩：營養學實驗, 修學社 p 82. 1979

12. 保健社會部：國民營養調查報告書. 1988

13. 細井愛子, 屬田昌惠, 武笠伸子：給食管理實習學生の疲勞に關する研究. 營養學 雜誌 40(1) 21-29. 1982

14. 石垣志津子：農家主婦の營養攝取量と消費熱量. 營養學雜誌 31(2) 69-74. 1973

15. 沼高幸吉：活動のエネルギー代謝 労働科學研究所 出版部 102. 1979

16. そさい出荷労働輕減と商品價値認識改善調査研究報告書. 社團法人 農山漁家生活改善研究會 昭和 48.

17. 왕수경, 김미경：주야교대 여성근로자의 피로도와 영양섭취 실태에 관한 조사연구. 대한가정학회지 27(1) 47-58. 1989

18. 李炳熙 : 生理學 4thed. 新光出版社 p20. 1985.
19. 李仁喜 : 家庭管理學, 修學社 234-235. 1976
20. 이정원, 김혜영 : 칼슘보충 섭취가 한국청년의 혈압에 미치는 영향 한국영양학회지 21(4) 232-241. 1988
21. 人體正常値 編修委員會 : 韓國人生體正常値 및 罹患値. 日新出版社 251-321. 1979
22. 前田勝義, 末永降次郎, 岡崎扶美 高松誠 : いちでの選果作業姿勢の人間工學的改善による局所疲労の軽減について. 日農醫誌 30(2) 134-140 昭和 56.
23. 조성익, 예민해, 반정환, 천병렬 : 農村地域 老人들의 身體計劃 및 臨床檢査에 의한 健康狀態評價. 韓農醫誌 10(1) 16-25. 1985
24. 조영숙, 임현숙 : 일부 노인의 영양 및 건강상태에 관한 연구 II. 한국영양학회지 19(6) 382-391 1986
25. 主婦の農業勞動について, 農振資料 16. 昭和 41.
26. Dauncey M. J. : Influence of mild cold on 24hr energy expenditure resting metabolism and diet induced thermogenesis. Br. J. Nutr. 45. 257-267. 1981
27. V. R. Edgerton, Y. Ohira, J. Hettiarachchi, B. Senewiratne, G. W. gardner, R. J. Barnard : Elevation of Hemoglobin and work tolerance in Iron deficient subjects. J. Nutr. Sci. Vitaminol. 27. 79-86. 1981.
28. Wade Edmendron : Individual variations in Basal metabolic rate and Mechanical work efficiency in east Java : Ecol, Fd. Nutr. 8. 189-195. 1979
29. Escandon J. C., J. J. Cunningham, P. Synder, R. Jacob, G. Hazar, J. Loke, P. Felig : Influence of exercise on urea, Creatinine and 3-Methyl histidine excretion in normal human subjects Am. J. Physiol. 246. E334-E338. 1984.
30. Ko Y. C. : Blood pressure in Buddhist vegetarian, Nutr. Rep. Int. 28(6) 1375-1383. 1983
31. Y. Ohira, V. R. Edgerton, G. W. gardner K. A. Gunawardena, B. Senewiratne, S. Ikawa : Work capacity after Iron treatment as a function of Hemoglobin and Iron deficiency J. Nur, Sci. Vitaminol. 27. 87-96. 1981
32. Ophir O., G. Peer, J. Gilad, M. Blum, A. Aviram. : Low blood pressure in vegetarian. Am. J. Clin. Nutr. 37. 755-762. 1983
33. Roland A. Coulgon, J. D. Herberts : Relationship between Metabolic rate and various physiological and biological parameters. Comp. Biochem, Physiol. 69. A 1-13 1981.
34. Rookus M. A., J. Burema, P. Deurenberg, W. A. M. Vander Wielwegels : The impact adjustment of a Weight-Height index(W/H²) for frame size on the prediction of body fatness. Br. J. Nutr. 54 335-342. 1985
35. Benjamin Torun, Judith McGuire, Rubén D. Mendoza : Energy cost of activities and tasks of women from a rural region of guatemala, Nutr. res. 2. 127-136. 1982
36. P. Vijayalakshmi, S. Selvasurdari : Relationship between iron deficiency anemia and energy expenditure of young adult women The. Ind. J. Nutr. Dietet. 20. 113-117. 1983