

한국 육군 사병의 작업 대사량

Determination of Energy Metabolic Rate in Various Military Activities

서울대학교 의과대학 생리학 교실

金祐謙·李濟龍·盧洸端

머릿말

19세기 말 Atwater, Benedict 등에 의해서 인체의 에너지 소모를 측정하는데 산소 소모율을 사용하는 방법이 확고한 과학적 근거가 부여된 이래^{1,2)}, 기초 신진 대사율(Basal Metabolic Rate) 측정을 비롯하여 각종 작업시의 인체의 에너지 대사율(Energy Metabolic Rate)을 측정하는데 많은 성과를 거두어 왔다³⁾. 기초 대사율 뿐 에너지 대사율은 특정 전환의 진단과 인체의 영양 수요량 및 육체적 작업 능력을 생리학적으로 분석하는데 있어서는 아니될 자료이며 또 육체적 작업량에 비하여 효율이 큰 기계와 도구를 고안하는데 있어서나 작업 방식을 에너지 소모율의 대소에 따라 개선하는 등 그 이용도가 매우 크다 하겠다. 개방 회로법에 의한 간접적 열량 측정은 인체의 특정 작업시에 그 작업에 따르는 에너지 소모를 측정하는데 편리하므로 시간—동작 검사(Time-Motion study)와 더불어 인체의 1일 에너지 소모의 결정에 널리 사용되어 왔다^{4,5,6,7)}.

1일 카로리 소요량의 결정은 1일 카로리 소모량에 의존하는 것인데 최근 이 에너지 소모량의 측정에 있어 흥미를 도꾸는 것은 실험 방법의 혁신 개량도 원인이 되겠으나 근데 과학 문명의 발달로 공업, 농업등 각 분야에 있어서 인간의 작업 양식이 크게 변천 했다는 점이다. 이러한 경향은 선진 공업국일수록 작업이 기계화 되어가고 있으며 인간의 육체적 노동은 오로지 스위치를 누르거나 지렛대를 움직이는 것과 같은 간단하며 경한 작업으로 변화하여 가고 있다.

이와같이 기계문명의 발달은 육체적 에너지 소모는 크게 덜어주고 있으나 기계 운용에 수반되는 정신적 긴장은 피로를 쉽게 가져오게 하며 이것이 에너지의 소모와 직접적으로 관계되는 듯 하지는 않으나 이러한 긴장이 에너지 소모에 어떤 영향을 가져오는 것인지 아직 미해결의 문제가 많다.

* 본 연구에 필요한 재정적 기술적 원조는 육군 의무 당국 및 각 예하 부대에서 주어진 것이다

이 실험은 현대 무기로 장비된 한국 육군에서 각 병과 작업의 에너지 대사량을 측정하고 여기서 육군의 급양 기준을 책정하는 자료를 얻고자 하였다.

실험 방법

육군에 복무중인 302명의 군인을 대상으로 개방 회로법에 의한 간접적 열량 측정을 하였다.

실험 대상자는 연령 23세(19세 내지 32세), 체표 면적 1.63M²(1.42M² 내지 1.85M²)의 건강한 남자이었다.

두개의 일방 판막이 달린 마스크와 Douglas Bag을 연결하여 작업시와 안정시의 피검자의 호기를 채집하고 이것을 Moist Type Gas Flow Meter(Kimmon Meter Work's)로서 정량하며 폐 환기량을 표준 상태의 건조기(STPD)로 고정하고 일부 개스를 Micro-Scholander 및 Orsat Type Gas Analyzer로서 정량 부식하여 호기의 조성을 알고 단위 시간의 피검자의 산소 흡수량을 구하였다.

비교적 경한 작업시에는 작업이 시작되면 산소 흡수량이 작업량에 비례하여 곧(2~3분후) 상승하여 산소 소모의 항정상태(Steady State)에 들어가므로 작업 도중에 채기하여 대사량을 구할 수가 있겠으나 중한 작업에 있어서는 혼화의 산소 흡수량 이상의 산소가 필요하게 되므로 산소 부채(Oxygen Debt)가 발생되며 장시간 작업을 계속할 수가 없게 된다. 이와같이 중한 작업시에는 작업 개시와 동시에 채기를 시작하여 일정 시간 후 작업을 중지시키고 안정 상태에서 호흡과 맥박이 원상으로 회복되어 산소 부채가 없어질 때까지 채기를 계속하였다.

산소의 카로리 당량은 호흡상에 구애됨이 없이 일률적으로 5.0 Cal./L를 취하여 에너지 소모량을 계산 하였고⁴⁾ 체표 면적은 DuBois의 식을 사용하여 구하였다⁸⁾.

* 일반적으로 작업 대사율 계산은 작업 대사량에서 안

정 대사량을 뺀 나머지와 기초 대사량과의 비율로서 표시하게 되어 있으나 이 방법은 소모 카로리의 총량을 합산하는데 불편하므로 본 실험에서는 안정 대사량을 빼지 않고 작업 대사량의 총량과 기초 대사량(40 Cal./M²/hr)¹⁵⁾과의 비율(Energy Cost/Basal Energy Cost = Energy Metabolic Rate, E.M.R.)로 표시하였다.

실험 성적 및 고찰

육군의 작업 내용은 천차만별이며 민간인이 일반적으로 행사하는 보편적 작업외에 군인 고유의 각 병과 고유의 작업들이 있다. 작업 대사량은 작업의 종류에 따라 다르고 작업 조건 및 그 훈련도에 의해서도 다른 것이다. 그러므로 가능한 한 그 작업의 조건을 명확히 할 필요가 있겠다. 필자는 작업 조건으로 하여금 보편적 당성이 있고 또 현재 군에서 실지로 행사되고 있는 규정된 조건을 따랐으며 훈련이 필요로 하는 작업에 있어서는 되도록이면 훈련된 병사를 피검자로 채택하였다.

열역학적으로 일정한 일을 하였을 때 소모되는 에너지에 개인차가 없으리라 예상되나 훈련도에 따라 미숙한 사람에 있어서는 필요 이상의 근육운동을 하게 되며 훈련도에 따라 작업시 산소 소모와 혈중 젖산 농도가 감소되며 그의 심장박출량 맥박, 혈압등이 운동에 잘 적응되는 것으로 알려져 있다⁵⁾.

보병의 작업대사

보병은 육군의 기본 병과로서 전투시에는 물론 작전상 이동시에 개인 장비 및 각종 중화기 소화기를 짐지고 행군하게 되므로 작업의 대부분이 각개 병사의 근육 운동으로 구성된다.

보병의 중요 작업 대사량은 제 1 표와 같았다. 단독 무장 3 M.P.H.의 속도로 평지 행군시의 대사율은 4.39이며 완전무장 4 K.P.H.의 속도로 평지 행군시의 대사율은 4.16이었다. 단독무장의 짐은 약 12 L.b., 완전무장의 짐은 약 29 L.b.이다. Kennedy에 의하면 느린 속도로 행군시의 대사량은 3.8 Cal./min, 27 kg의 부하로 3 M.P.H.의 속도로 행군시의 대사량은 5.3 Cal./min이었고¹⁰⁾, Cathert 등에 의하면 27 kg의 부하 행군(2 M.P.H.)시의 대사량은 3.9 Cal/min이었다⁹⁾.

Richardson 등에 의하면 13 kg의 부하로 행군(3.4 M.P.H.)시의 대사량은 6.3 Cal/min이었고 Pollack 등의 악전 행군시의 대사량은 8.8 cal./min이었다¹²⁾.

우리나라는 산악 지대가 많아 전투시에는 각종 보병화기를 부하하여 산악을 행군하게 되는 시간이 많다. 완전 무장 산악 행군시의 대사율은 5.14, 박격포 분대의 그것은 4.92, 기관총 분대의 그것은 5.68이었다. 소총 분대 산악 행군시에는 매시 평균 292 카로리를 소모하게

된다.

단독무장으로 제 1 포복 제 2 포복시의 대사율은 평균 5.60이었고, 2 Lb의 악전갑으로 개인호를 구축할 때는 6.33이었다. Richardson, Edholm 등에 의하면 개인호 구축시의 대사량이 각각 8.8, 6.0 Cal./min.이었다^{11, 13)}.

통상 50 분 행군에 10 분 휴식하므로 소총분대 평지 행군은 매시 239 카로리를 소모하게 된다. 소총 사격은 겨냥하는데 호흡을 중지하므로 사격 중에는 산소 부채를 초래하게 된다. 그러므로 사격 종료후 산소 부채가 없어질 때까지 일정기간 동안 채기를 더 계속시켰다. M1 소총 엎드려쏴, 앉아서쏴, 서서쏴의 평균 대사율은 2.11이었고 Robinson에 의하면 소총 사격 훈련의 대사량이 2.8, 3.2 cal./min.이었다¹³⁾.

Rocket 포 사수, 부사수의 사대율은 1.68에 불과하였다.

81 mm, 60 mm 박격포 사격은 탄약 운반의 주된 작업이며 대사율은 2.25이었다. 소총 분대, 기관총 분대(중기 및 경기 혼성) 접적 이동시의 그것은 4.47, 7.67이었다.

이와같이 정지와 활동(사격 및 약진)의 반복으로 이루어지는 작업은 작업 양식에 따라 비교적 넓은 범위로 대사율이 변동될 수 있을 것이다.

이상 보병에서는 포복 및 분대접적 이동 등 전투행위가 비교적 고율의 대사율을 보이며 개인호 구축, 산악 행군 평지행군이 대사율도 높거니와 작업시간이 길므로 각개 병사는 여기에서 많은 에너지를 소모하게 되리라 예상된다.

제 1 표 보병의 작업 대사량

작업	피검사 수	체 면 sq. m	Cal./ min.	E.M. R.
행군, 단독무장, 3 MPH	8	1.57	4.59	4.39
행군, 완전무장, 4 KPH	8	1.53	4.27	4.16
행군, 산악, 완전무장	5	1.55	5.31	5.12
행군, 산악, 박격포분대	10	1.58	5.58	4.92
행군, 산악, 기관총분대	10	1.57	5.95	5.68
포복(제 1, 제 2)	4	1.55	5.71	5.60
개인호 구축	10	1.58	6.67	6.33
사격, M1 소총	8	1.61	2.26	2.11
사격, Rocket 포	4	1.71	1.88	1.68
사격, 박격포	12	1.57	2.35	2.25
전투훈련, 소총분대	10	1.56	4.65	4.47
전투훈련, 기관총분대	9	1.57	8.03	7.67

E.M.R.: Energy Metabolism / Basal Metabolism

기갑병의 작업대사

기갑병의 작업은 승차시 작업, 정비작업, 전투시의 포

격등으로 나눌 수 있다.

저자는 M₄, A₃, E₈, Tank의 승무원을 중심으로 작업 대사율을 측정하였는데 그 성적은 제 2 표와 같았다.

승무원은 전차장, 조종수, 포수, 통신수, 탄약수로 구성되는데 전차의 이동시에는 주로 조종수만의 작업으로서 전차 조종시의 대사량은 일반 차량과 대동소이하며 주로 좌우의 상하지의 운동에 국한되어 두 Steering Brake lever와 Clutch pedal, Gear Shift lever 및 Accelerator pedal을 움직이는 사지의 작업이다. 기갑 학교 조종 교육장에서(구능지대) 10 M.P.H.의 속도로 조종시의 대사율은 3.10 이었고 도로상에서 20 M.P.H.의 속도로 조종시 대사율이 3.73, 평균 3.39 이었다. Robinson에 의하면 Tank 조종시의 대사량은 2.4 Cal./min 이었다¹³⁾. 전차시의 전차장, 포수, 탄약수, 통신수 등은 조종사와 같이 폭음과 먼지와 동요에 의한 어떤 자극을 받고 있으리라 생각되나 육체적 운동은 하지 않으므로 대사량은 1.43에 지나지 않았다.

정비수 작업은 주로 Caterpillar Link의 교환이며 이 밖에 포 수입과 하판의 부착 등이다.

Caterpillar Link의 분해 결합시 사용되는 Hammer (10 Lb) 작업이(20 회/1분씩 휘두름) 11.00, Monkey Spanner와 괴도유지 Nut 작업이 2.11 이었다.

포 수입을 위한 포구 쑤시기 작업이 9.84, 하판 붙이기 작업이 4.03 이었다.

정지시 76mm 포 및 90mm 포의 사수의 대사율은 각각 10.00, 4.35, 부사수의 그것은 각각 7.88, 4.06이었다.

이때 76mm 및 90mm 전차포의 발사 속도는 각각 약 7 발/분 및 3 발/분이었고 탄약의 무게는 각각 25 Lb, 43 Lb 이었다.

제 2 표 기갑병의 작업 대사량

작업	피검자수	체표면적 sq. m	Cal./min.	E.M.R.
Tank 조종	12	1.62	3.66	3.39
{ 구능지 대 10MPH	6	1.68	3.37	3.10
{ 도로 20 //	6	1.59	3.95	3.73
Tank 승무원	6	1.60	1.53	1.43
승무원 훈련	5	1.68	13.99	12.49
Tank 정비	10	1.64	6.58	6.75
Hammer 작업	2	1.61	11.74	11.00
{ Nut 작업	3	1.66	2.33	2.11
{ 포구정비	3	1.66	10.89	9.84
{ 하판정비	2	1.63	4.38	4.03
Tank 포 사격	8	1.59	6.60	6.57
{ 사격수 76mm	2	1.64	10.92	10.00
{ 부사수 76mm	2	1.54	8.09	7.88
{ 사격수 90mm	2	1.57	4.58	4.35
{ 부작수 90mm	2	1.62	4.39	4.06

승무원 훈련은 차체 밖에서 Catapiller로 뛰어 올라 Hatch를 열고 차내에 들어가 정위치에 착석하자 끝 반대로 Hatch를 열고 차체 밖으로 나오는 동작인데 이 훈련의 대사율은 12.49 이었다.

포병의 작업대사

포병 작업의 대사량은 제 3 표와 같았다. 이것은 105 mm 포 1개 분대 병력의 평균치이다. 포전 구축시 곡괭이, 삽, 야전삽등의 작업이 이루어지는데 이때 대사율은 각각 6.32, 7.90, 6.06, 평균 6.55 이었다.

방렬시의 대사율은 5.79로서 이때 사수, 부사수는 육체적 활동이 적으므로 대사율은 2.17에 불과하나 포다리를 고정하는 2, 3, 6, 7 번 포수는 7.54에 이르렀다.

105mm 포 사격(4 발 1분)의 대사율은 평균 3.17 이었다. 33 Lb의 포탄을 운반하는 6.7 번 포수의 대사율이 가장 높아 4.94이고 분대장 사수 등은 1.87에 지나지 않았다.

105mm 포탄(33 Lb)을 8m 거리를 1분에 3 발의 속도로 운반하는데 대사율은 5.01 이었다.

또 수입은 4.48의 대사율로서 각자 말은 일이 다르다. 포구를 쑤실 때의 8.79에서 포체를 수입하는 2.39에 이르고 있다.

측지 작업에서는 주로 고지를 오르락 내리락하는데 에너지가 소모된다(9.38).

방향틀을 조종하는 데에는 1.52에 지나지 않았으며 평균 대사율은 5.17 이었다.

포 이동 준비는 방렬의 역순으로 대사율은 6.58 이었다.

제 3 표 포병의 작업 대사량

작업	피검자수	체표면적 sq. m	Cal./min.	E.M.R.
포전 구축	10	1.66	7.25	6.55
방령	10	1.68	6.49	5.79
사격(105mm)	10	1.67	3.53	3.17
포탄운반(105mm)	10	1.63	5.45	5.01
포수입	10	1.66	4.96	4.48
측지	10	1.61	5.55	5.17
포이동준비	8	1.65	7.21	6.58

공병의 작업대사

공병 작업의 대사율은 제 4 표와 같았다. 비교적 보편적 작업인 D형 삼작업에 있어 모래로된 토질의 흙을 떠서 1분간 15회 이상의 속도로 약 3m 전방에 투척하는데 대사율은 9.27, 곡괭이로 1분간 20회 모래로된 흙을 다지는 데 대사율은 8.11 이었다. 목공의 대패 작업은 3.96, 끌 작업은 2.52, 톱은 4.12, 평균 3.53 이었다.

공병 학교 중장비 학과에서 Bulldogger 작업병의 대사

울은 3.43 Grader 작업은 3.29, Crane shovel(10 ton 및 20 ton) 작업은 2.37이었다.

목교 가설 작업은 주로 목재(교끌 6×16inch×17feet 및 교판 3×12inch×14~16feet)의 운반에 에너지를 소모하며 대사율은 4.46이었다. 목재는 10m 거리에 쌓아 있었고 교끌은 8명이 2회/3분, 교판은 2명이 1회/1분의 속도로 운반하였다.

조립교 작업도 장간 교끌 교판의 운반에 주 작업이며 대사율은 5.71이었다.

이상 각 병과 대표적 작업의 작업 대사율을 그 정도에 따라 비교하여 보면 제5표와 같다. 즉 대사율이 가장 적은 것으로는 기갑병의 승무원, Rocket 포사격, M1 소총 사격, 박격포 사격 등을 들 수 있는데 이들의 작업 양식은 모두 정지된 상태에서 자세 유지나 상지에 국한된 운동으로서 대사율이 1~3에 지나지 않는 경미 작업들이다.

다음에 공병의 Bulldozer 및 Grader 작업과 포병의 포사격, 기갑병의 Tank 조종 등은 주로 기계를 운용하는 작업이며 이루어지는 일에 비하여 근육 활동이 적으며 이때 주로 자세 유지 및 상하지의 경한 운동으로서 작업 대사율은 3~4에 이른다.

보병의 각종 양식의 행군 및 전투훈련, 포병의 포탄 운반, 포 방렬, 포 수입, 기갑병의 정비 작업, 공병의 목교 가설 단정도하 등은 모두 정지한 상태에서의 심한 상하지의 운동 혹은 지체를 이동하거나 중량 물질을 운반하는 작업으로서 전신 근육의 운동이 불가피한 운동들이다.

작업 대사율은 4~6에 이르고 있으며 이러한 작업들은 일정 시간 동안은 작업 계속이 가능하므로 산소 부채는 발생되지 않으리라 생각된다.

보병의 개인호 구축, 포병의 포진 구축은 삽, 곡괭이

제4표 공병의 작업 대사량

작업	피검자수	체표면적 sq. m	Cal./min.	E.M.R.
삽	13	1.70	10.51	9.27
곡괭이	10	1.69	9.14	8.11
목공	7	1.62	3.57	3.53
대패	3	1.59	4.20	3.96
교끌	2	1.55	2.60	2.52
톱	2	1.67	4.59	4.12
Bulldozer	9	1.67	3.42	3.07
Compressor	10	1.60	3.66	3.43
Grader	10	1.63	3.59	3.29
Crane Shovel	10	1.68	2.65	2.37
목교 가설	8	1.62	4.82	4.46
조립교	8	1.61	6.13	5.71
전정도하	10	1.70	4.69	4.14

제5표 각병과 작업 대사율과 작업 양식의 비교

E.M.R.	작업	Cal./min.	E.M.R.	작업 양식
1	기초 대사	1.09	1.00	
(경미작업)	Tank 승무원	1.53	1.43	정지
	Rocket 포사격	1.88	1.68	자세유지
	M1 소총 사격	2.21	2.11	상지운동
	박격포 사격	2.35	2.25	
(경작업)	Bulldozer	3.42	3.07	정지
	포사격	3.53	3.17	자세유지
	Grader	3.59	3.29	상·하지 운동
	Tank 조종	3.66	3.37	
(중(中)작업)	행군, 완전무장	4.27	4.16	정지, 심한 상하지운동
	목교사설	4.82	4.46	부하이동
	포수입	4.96	4.48	
	포탄운반	5.45	5.01	운동 계속 가능
(중(重)작업)	개인호 구축	6.67	6.33	심한 전신 운동
	포진구축	7.25	6.55	
	Tank 정비	6.58	6.75	
	곡괭이	9.14	8.11	운동 계속 불능
	삽	10.51	9.27	

를 사용하는 노동으로 심한 전신 운동이므로 작업 대사량이 6을 초과하고 있다. 이때 산소 흡수에 항정 상태를 일울 수 없고 작업을 일정 시간 이상 계속 할 수 없다.

우리는 여기서 작업 양식으로부터 어느 정도 그 작업의 대사율을 예측할 수도 있을 것이다.

결 론

한국 군인 302명을 대상으로 육군 작업의 작업 대사율을 측정하였다. 대상자는 평균 연령 23세(19~32), 체표 면적 1.63M²(1.42~1.85)의 건강한 남자이었다.

Douglas Bag, Micro Schollander의 개스 분석기를 사용하여 개방 회로법에 의한 간접적 열량 측정을 하였다. 작업 대사율은 작업할 때의 에너지 소모량과 기초 대사량과의 비율로써 표시 하였는 바 얻은 성적은 다음과 같았다.

- 정지한 상태에서 자세 유지나 상지에 국한된 경한 작업을 하는 Tank 승무원(1.43), Racket 포사격(1.68), M1 소총사격(2.11), 박격포 사격(2.25)등은 작업 대사율이 3을 넘지 못했다.
- 정지한 상태에서 자세 유지와 상하지의 경한 작업으로 이루어지는 Bulldozer(3.07), Grader(3.29)와 조종 작업, 포사격(3.17) 및 Tank 조종(3.37)등은 작업 대사율이 3~4이었다.
- 정지된 상태에서의 심한 상하지의 운동 혹은 지체

의 이동 및 부하 이동을 하는 완전 무장 행군(4.16), 목교가설(4.46), 포수입(4.48), 포탄 운반(5.01)등은 작업 대사율이 4~6에 이르고 있었다.

4. 장시간 작업 지속이 불가능한 심한 전신 운동을 요하는 개인호구축(6.33), 포진구축(6.55), 곡괭이(8.11), 삼작업(9.27)등은 모두 작업 대사율이 6을 초과하고 있었다.

ABSTRACT

Determination of Energy Metabolic Rate in Various Military Activities

Woo Gyum Kim, Jai Ryong Lee, Kwang Seu Rho

Department of Physiology, Seoul National University, College of Medicine, Seoul, Korea

Determinations of energy metabolic rate were made on 302 Republic of Korea Army military personnel in various military activities. Indirect calorimetry was performed using the open circuit method. The mean age of healthy soldiers was 23(range 19~32) and body surface area was a mean of 1.63(range 1.42~1.85) square meter.

Values of energy cost under various works were compared to the basal energy cost and this ratio was called energy metabolic rate(E.M.R.). The following data were observed.

1. Energy metabolic rate in shooting rocket was 1.68, M1 rifle shooting 2.11, and member in tank showed 1.43. These activities were performed by the upper extremities with certain special posture, and the magnitude of E.M.R. was less than 3.

2. Activities accompanied by 3 to 4 of E.M.R. value included driving a bulldozer(3.07), driving a grader(3.29), driving a tank(3.37), and bombardment of artillery(3.17). In these activities both the upper and lower limbs were used. It seems that labors accompanying machinery works mobilizing only the upper and lower limbs have E.M.R. of between 3 to 4.

3. The hand muscular activities included marching of an infantry man with full arms(E.M.R. 4.16), building a wood bridge(4.46), cleaning of a cannon(4.48), carrying cannon bullets from pile to the shooting position(5.01). E.M.R. ranged between 4 and 6. The mode of activities were relatively hard muscular work of upper and lower limbs accompanied by the movement of body trunk with or without load under moderate velocity. Muscular work with E.M.R. of less than 6 could be continued for a certain period.

4. Activities with E.M.R. of greater than 6 were digging a trench(6.33) and shovel work. This kind of muscular work could not be continued for a considerable period.

REFERENCES

- Atwater, W.O. and Benedict, F.G.: *Experiments on the metabolism of matter and energy in the human body. USDA, Off Experimental Stations; Bulletin 134, 1903.*
- Benedict, F.G. and Milner, R.D.: *Experiments on Metabolism of matter and energy in the human body, 1930—1944. USDA, Off. of Experimental Stations, Bulletin 175, 1907.*
- Passmore, R. and Durnin, J.V.G.A.: *Human energy expenditure. Physiol. Rev. 35 : 801, 1955.*
- Consolazio, C.F., Johnson, R.E. and Marek, E.: *Metabolic Methods, Clinical Procedures in the study of Metabolic Functions. St. Louis, Mo., C. V. Mosby, 1951.*
- Consolazio, C.F.: *Physiological measurements for use in the study of metabolic functions. USAMR-NL Report 239, 15 July 1959, Denver 30, Colorado.*
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, Calorie requirements. FAO Nutritional Studies. No. 5, 1950, Washington.
- Consolazio, C.F., Herbert, P., Leo, V. Crowley: *calorie Cost of work and Energy balance studies:*
- Du Bois, E.F.: *Basal Metabolism in Health and Disease. London. Bailliere, Tindall & Cox, 1927.*
- Cathcart, E.P., N.V. Lothian and M. Greenwood: *A note on the rate of marching and expenditure of energy in man. J. Roy. Army M. Corps. 34 : 297—305, 1920.*
- Kennedy, T.F.: *Investigation of energy expended on the exercises training tables for recruits of all arms. J. Roy. M. Corps. 61 : 1—17, 108—118, 185—192, 257—261, 1933.*
- Richardson, D.R. and W. Campbell: *Report on the Investigation of the energy expenditure of the British soldier India. Calcutta: Govt. of India Press, 1927.*
- Pollack, H.C.E. French and G.H. Berryman: *Calories expended in military activities. Bull. U.S. Army M. Dept. 747 : 110—114, 1944.*
- Robinson, S.: *Effect of body size upon energy exchange in work. Am. J. Physiol 136—368, 1942.*
- Edholm, O.G., J.G. Fletcher, E.M. Widdowson and R.A. McCance.: *Energy expenditure and food intake of individual men. Brit. J. Nutrition. 9 : 286, 1955.*