

カロリーカウンターによる大学生の日常活動量と 体育実技についての研究

北浦 孝・盛 大衛・吉野安之・沼 哲夫
藤原勝夫・井篁 敬・外山 寛・高松昌宏

Study on physical activities of a college student in a day and an exercise with an improved calory counter.

Takashi KITAURA, Daiei SAKARI, Yasuyuki YOSHINO, Tetsuo NUMA,
Katsuo FUJIWARA, Takashi INOH, Hiroshi TOYAMA, and Masahiro TAKAMATSU

(Recived April 28, 1992)

Abstract

Physical activities of a college student in a day and during an exercise class were studied with an improved calory counter combined an accelerometer (KENZ Calory Counter α). Pedometer readings and energy expenditures were measured with the calory counters for 184 male students and 148 female students belonging to College of Liberal Arts, Kanazawa University. Exercise classes for about 90 minutes contained 1) Weight Training class (n=39), 2) Soft tennis (n=35), 3) Soccer (n=48), and 4) Badminton (n=27) to boys, and contained 5) Soft tennis (n=37), 6) Beginner's Tennis (n=29), and 7) Basketball (n=56) to girls.

In all experimental groups the pedometer readings showed higher relationship to exercise energy expenditure than total energy expenditure. Because the basal metabolic rates have the high relation with the sex and the body size containing the heights and the body weights, and they gradually affect more the total energy expenditure with the duration of measuring.

During an exercise class, Soccer showed the highest energy expenditures (219.9 \pm 47.1 kcal) and pedometer readings (5,201 \pm 896 steps) for boys, and Beginner's Tennis class showed the highest values (215.3 \pm 19.0 kcal and 4,033 \pm 475 steps) for girls. In the relative activities of the pedometer readings to 10,000 steps Soccer (52%) and Beginner's tennis (40%) classes showed the highest values, but in it of the exercise energy consumption to the ideal exercise target calory for health Badminton class (69.5%) for boys and Beginner's tennis (48.3%) for girls showed highest values. Every exercise class consumed about the half of the target energy expenditure.

These results suggest that the physical energy expenditures depend on the number of walking

Key Word: Calory counter, Pedometer, Energy expenditure, Physical activity, College Students

Department of Health and Physical Education, College of Liberal Arts, Kanazawa University

steps as well as the intensity of the physical activity and the energy expenditure data using the calory counter may induce easier the exercise habit than the pedometer using. And the opening of the programmed exercise class will be important to prevent the metabolic disease like diabate and obese for the young students.

I 緒 言

近年の子供の身長や体重の伸びが著しく、発育促進現象が叫ばれる反面、エネルギー所要量の低下という極めて矛盾しているとも思われる現象が生じている^{9,13}。これはとりもなおさず栄養素摂取の過剰や身体活動量の低下と深く関係しており、年間を通じて温度変化の少ない部屋であり動かなくても生活できるという文明の進歩に伴った実に効率的な身体適応の結果の一つとも考えられている。ところが現実的には子供たちの中にも摂取エネルギーの過多により肥満や糖尿病が増加するという状態が生じ、成人病予備群の増加という一般的に好ましくない傾向が発生していて大きな社会的問題になりつつある^{5,9}。

生活活動強度から現代の日本人の身体活動性を見てみると人口の8割弱が「軽い」から「中程度」の間に属しており、体力の低下や成人病の罹患率の増加と深く関わっていることがいろいろな方面から指摘され、その予防のためにスポーツや身近なレクリエーションなどによる付加運動の実施が一般に推進されている⁹。ところが身体活動量の低下というものを具体的に身近に知る適切な方法が見あたらないためその方法の開発と改善が求められている。

一般的にヒトの一日の身体活動量を評価するには歩数計（一般名：万歩計）が広く利用されている^{2,3,11}。そしてそこでは一般成人に対しては1万歩という歩行運動が健康増進の目標値として推奨されている。身体活動量を知る方法としては熱消費量を測定することもよく行われており^{14,15}、それら歩数と熱消費量との間には高い相関関係があることも報告されているが、科学的根拠が乏しいとも言われている^{4,12,17}。一般には後者の熱消費量の方が栄養摂取量との関係から学問上重要視される場合が多い。この熱消費量を測定するにはこれまではエネルギー代謝率（RMR）やMET Sを利用した時間調査法が主として利用されてきた^{8,10}。しかし、この計算には各運動に対して適切なRMR値を決めるなど多少の熟練と処理時間を必要とするためあまり広く利用されていない。むしろ歩数計による歩数を利用して活動量を評価するケースが多く、その理由は年齢や性別に関係の無い数値であり比較的安価であり、また特に簡便さという点にある。

最近ではこの熱消費量が従来の万歩計と同じ原理である振子センサーではなく、加速度センサーを利用して作られたカロリーカウンターによって算出されるようになり、活動の強さを検出できることから科学的根拠の高さが保証される可能性があると考えられている^{12,16,17}。我々はこれまで心拍数を利用して人の身体活動量を測定する研究を行ってきたが^{6,7,8}、今回このカロリーカウンターを利用する機会を得たのでこれまでの研究成果をさらに充実し、運動不足で体力低下気味と言われる大学生の一日の身体活動量を明らかにし、運動の必要性を確認するための測定を行った。またあわせて一般体育の実技授業時の熱消費量を測定し、その役割を検討したので報告する。

II 測定方法

一日および体育実技授業時の運動量と総消費熱量と歩数は加速度センサー（PZTタイプ）を備えた改良型カロリーカウンター（スズケン， α ）を利用して測定した。運動量は加速度センサーによる強度を10段階に評価し体重を掛け合わせたものとして算出した。また運動目標量は厚生省が健康維持のために推進している付加運動量⁹⁾を参考にして作られた値で体重の5倍に相当する熱量として設定されたものである。測定に参加した被験者は金沢大学教養部に在籍する一般男子学生（184名）と一般女子学生（148名）である（18歳～20歳）。測定は1991年9月から11月中旬にかけて平日に行った。体育実技は100分間授業の中で授業開始時に測定説明をした後に行ったため実運動時間は約90分間であり、実技種目は男子はサーキットトレーニングを中心としたトレーニング（39名）・軟式テニス（35名）・サッカー（48名）・バドミントン（27名）の4種目の授業であり、女子は初心者の硬式テニス（29名）・軟式テニス（37名）・バスケットボール（56名）の3種目である。一日の測定はトレーニングクラスの男子（35名）とレクリエーションスポーツ（略称：レク・スポ）クラス（26名）の女子の受講学生で体育実技の無い日の24時間を測定した。また先行研究として個々人の歩数と運動量の関係を明らかにするため男女各1名で同一器機を用いて約1カ月半にわたる男子（39歳，44日間）と女子（37歳，48日間）の測定も行った。

III 結果と考察

測定に参加した被験者の身体的特徴を（表1）に示した。これらの男女の値はどのクラスにおいても全国平均とほぼ同じであり、男女差は必然的にあるものの男子のクラス間におけるは差はなく女子も同様に差は無かった^{7,13)}。

表1 被験者の身体的特徴

被験者の身体的特徴		実技授業	N	AGE	HEIGHT (cm)	BW (kg)
男子	トレーニング	39	19.0±0.6	171.0±5.8	62.3±7.8	
	軟式テニス	35	18.8±0.5	170.8±6.0	61.7±8.3	
	サッカー	48	19.2±1.1	171.0±5.7	63.6±6.8	
	バドミントン	27	19.0±0.7	171.6±5.0	62.0±7.6	
女子	軟式テニス	37	18.3±0.5	159.5±5.6	52.5±5.2	
	硬式テニス	29	18.8±0.5	159.5±4.7	51.5±3.4	
	バスケット	56	18.9±0.7	158.9±4.2	52.1±5.1	
一日（平日）						
男子	トレーニング	35	19.0±0.7	170.5±5.6	61.7±6.9	
女子	レク・スポ	26	18.8±0.5	159.5±4.7	51.5±3.4	

Values are means ± SD.

体育実技時および一日の運動量と総熱消費量と運動目標量と歩数を（表2）に示した。

表2 体育実技時および一日の活動量

実技授業		N	運動量(kcal)	総消費量(kcal)	目標量(kcal)	歩数(歩)
男子	トレーニング	39	160.0±30.9	263.1±34.2	311.4±39.2	3318±493
	軟式テニス	35	192.2±43.4	287.8±48.0	308.7±41.3	4881±828
	サッカー	48	219.9±47.1	303.2±64.7	318.4±34.0	5201±896
	バドミントン	27	215.5±66.1	319.8±65.3	310.0±38.1	4930±1090
女子	軟式テニス	37	125.5±25.6	208.3±27.2	262.5±26.2	3832±567
	硬式テニス	29	124.4±19.0	215.3±19.0	257.7±17.2	4033±475
	バスケット	56	118.0±46.0	193.9±49.8	260.8±25.4	3041±1056
一日(平日)						
男子	トレーニング	35	316.1±192.9	2347.1±271.4	308.6±34.4	8620±4914
女子	レク・スポ	26	286.0±137.2	1908.1±186.5	256.1±18.4	9682±4227

Values are means±SD.

授業時における運動量と歩数は男子の場合サッカーが最も多く次いでバドミントンと軟式テニスであり、トレーニングが最も少なかった。一方女子では軟式テニスと硬式テニスが多くバスケットボールが少なかった。各種目の特徴を明らかにするために（図1）に運動量をまとめた。

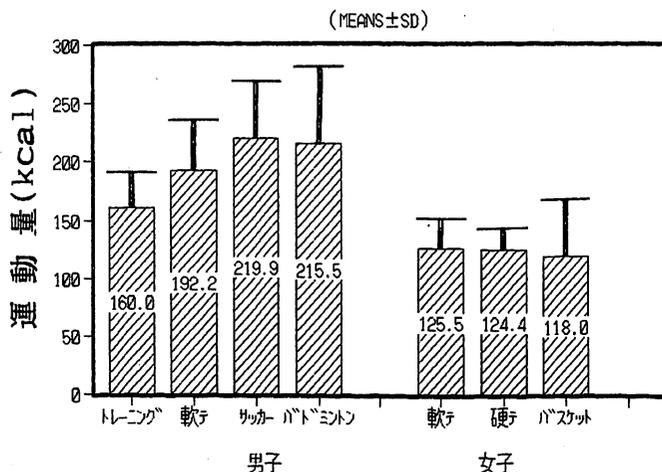


図1 体育実技における運動量

また運動量と運動目標量との関係を明瞭にするためそれぞれの平均値をグラフ（図2）に示した。

さらに性差を取り除いた活動量として目標達成率という表現で目標運動量に対する運動量の相対値（相対的活動量）と1万歩に対する歩数の割合（万歩率）を求めたものを（図3）に示した。

この図から男子ではサッカーやバドミントンでは熱量としては約69%の目標達成をしている

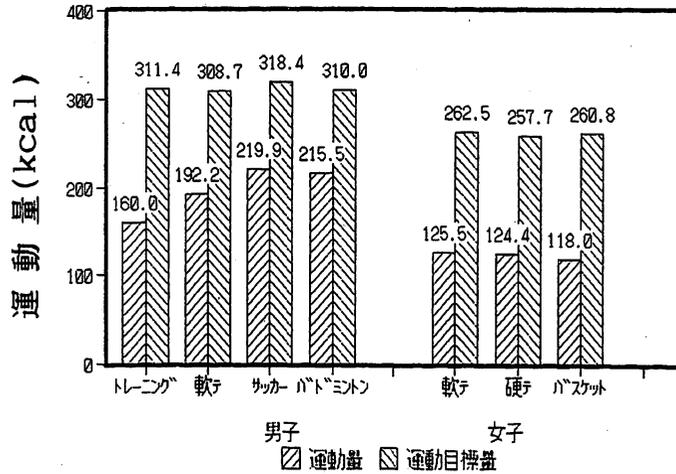


図2 体育実技における運動量と運動目標量

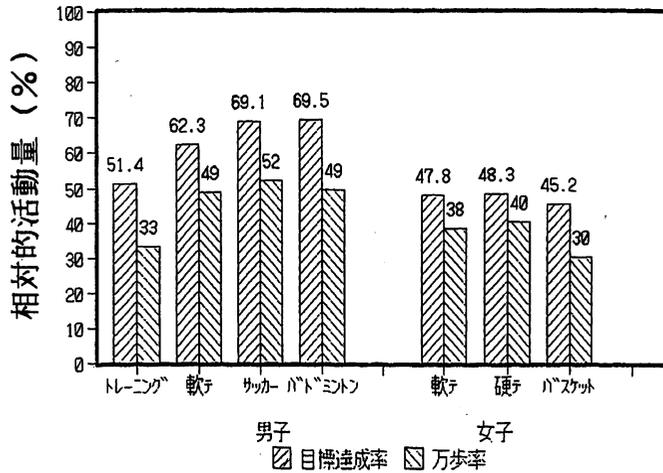


図3 体育実技における相対的活動量

のに対し軟式テニスは62.3%と言う値であり、トレーニングでは51.4%と低値を示した。これは軟式テニスやトレーニングが活動量が若干少ないことを意味しているが、むしろ現実的な状況を考えるとトレーニングの場合には激しい筋力トレーニングが実施されているにもかかわらず、重心位置の移動が少ない運動であるために実際の活動量を今回のカロリーカウンターでは検出していない可能性の方が大きいことが推察された。一方女子ではどのクラスにおいても男子より低値を示し、特にバスケットボールが最も少なかった。これは実技授業の現状を考えてみた場合、女子の方が男子より活動強度が小さい上に授業の受講人数の割当のため人口密度が高過ぎて個々人の活動量が制限されている事が原因の一つとして考えられた。しかし、いずれのクラスにおいても熱量での目標達成率は万歩率より高い割合を示し、運動の推進を計る

場合には熱量で指導する方が運動量の確保が容易であると考えられた¹⁶⁾。同記事は(表2)の1日の測定の場合にも見られた。運動量は目標量を男女ともに越えているのに対し歩数はどちらも1万歩に達していなかった。このことから目標熱量の方が1万歩という歩数より容易に運動量を確保できる事が予測された。またこの場合歩数も運動量も男女間に差は見られなかった。歩数はむしろ女子の方が多く、よく移動している事が観察された。しかし、体重が男子の方が女子より大きいため器械の機構上歩行強度が女子より強くあらわれ、運動量としては男子の方が女子より高くなる傾向を示したと考えられる。また総消費量は男子の方が有意に高かったが、これは体格が女子より有意に大きいため基礎代謝量が大きくなり、そのために全体として高値を示したものと推測される。

また、歩数と総消費量との関係を明らかにするため全クラスに対して相関係数と最小2乗法により回帰直線を求めた(表3)。

表3 歩数と総消費量の関係
歩数(X)と総消費量(Y)の関係

		実 技 授 業 N	回帰直線の式	相関係数
男 子	トレーニング	39	$Y=0.0456X+111.76$	0.657
	軟式テニス	35	$Y=0.0350X+117.02$	0.603
	サッカー	48	$Y=0.0370X+116.67$	0.701
	バドミントン	27	$Y=0.0510X+68.37$	0.851
女 子	軟式テニス	37	$Y=0.0317X+87.00$	0.661
	硬式テニス	29	$Y=0.0289X+98.65$	0.724
	バスケット	56	$Y=0.0408X+69.90$	0.866
一日(平日)				
男 子	トレーニング	35	$Y=0.0385X+2015.21$	0.697
女 子	レク・スポ	26	$Y=0.0361X+1558.96$	0.820

授業では特に著しい特徴は男女ともに認められなかった。しかし、1日の測定では戎ら¹⁾によって報告されている大学生の歩数と時間調査方による総熱消費量の関係と比べてみると(男子： $Y=0.0393X+2316.3$ $R=0.235$, 2617 ± 650 kcal, 7646 ± 3875 歩, 女子： $Y=0.0327X+1991.8$ $R=0.223$, 2197 ± 375 kcal, 6300 ± 2558 歩) 今回のデータは熱消費量の絶対値も若干低い傾向を示していた。しかし、相関係数は今回の方がはるかに高い値を示した。さらに同様に歩数と運動熱消費量の関係を明らかにするために検討した結果を(表4)に示した。

この関係は歩数と総消費量の関係より高い相関係数を示し、運動量が歩数と極めて高い関係を持っている事を示しており、歩数は体格の大きさの影響を受けやすい総消費量より純粋に運動量との関係で評価した方が運動の科学的評価という意味ではより信頼性が高い事を意味していると判断された。

個々の授業における歩数と運動量および総消費量の関係を男子ではトレーニング(図4)と軟式テニス(図5)とサッカー(図6)とバドミントン(図7)で、女子では軟式テニス(図8)と硬式テニス(図9)とバスケットボール(図10)で示した。

表4 歩数と運動量の関係
歩数 (X) と運動量 (Y) の関係

実技授業		N	回帰直線の式	相関係数
男子	トレーニング	39	$Y=0.0490X-$	2.51 0.781
	軟式テニス	35	$Y=0.0351X+$	20.74 0.670
	サッカー	48	$Y=0.0410X+$	6.91 0.780
	バドミントン	27	$Y=0.0498X-$	30.00 0.822
女子	軟式テニス	37	$Y=0.0357X-$	11.10 0.789
	硬式テニス	29	$Y=0.0332X-$	9.57 0.830
	バスケット	56	$Y=0.0381X+$	2.39 0.874
一日 (平日)				
男子	トレーニング	35	$Y=0.0357X+$	8.77 0.908
女子	レク・スポ	26	$Y=0.0311X-$	15.12 0.957

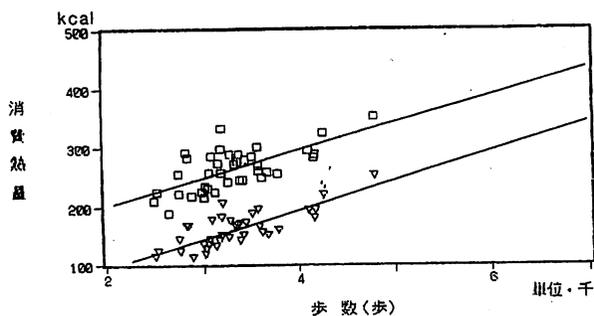


図4 実技時と歩数と運動量および総消費熱量の関係
(男子：トレーニング)
上側の直線は総消費熱量 (□) に対するものであり、
下側の直線は運動量 (▽) に対する回帰直線である。

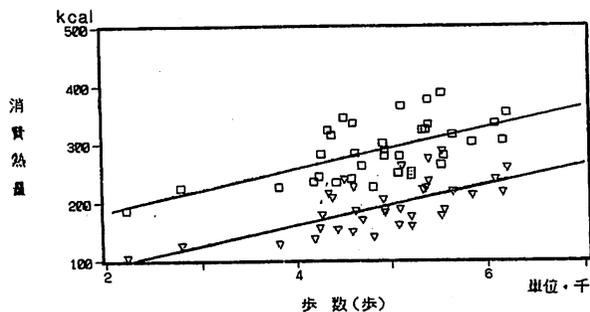


図5 実技時の歩数と運動量および総消費熱量の関係
(男子：軟式テニス)
図4の説明と同じ

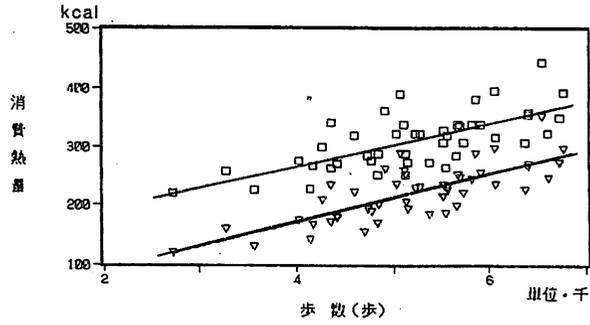


図6 実技時の歩数と運動量および総消費熱量の関係
(男子：サッカー)

図4の説明と同じ

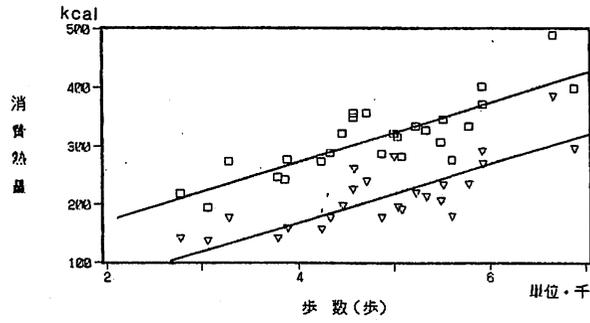


図7 実技時の歩数と運動量および総消費熱量の関係
(男子：バドミントン)

図4の説明と同じ

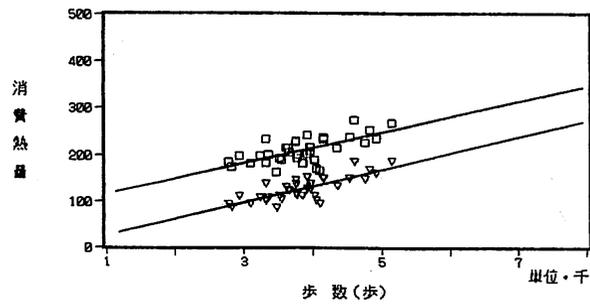


図8 実技時の歩数と運動量および総消費熱量の関係
(女子：軟式テニス)

図4の説明と同じ

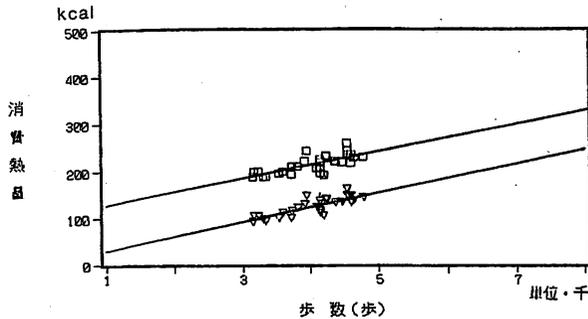


図9 実技時の歩数と運動量および総消費熱量の関係
(女子：硬式テニス)
図4の説明と同じ

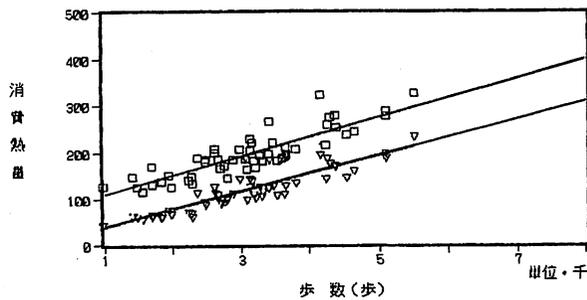


図10 実技時の歩数と運動量および総消費熱量の関係
(女子：バスケットボール)
図4の説明と同じ

(図1)と(表2)～(表4)を参考にこれらの図を見てみると活動における個人差がバドミントンやバスケットボールで大きい事がデータの分散の大きさから推察され、これらの授業を受講する学生の中には種目選択時の選択要求度の高さを加味して考えると活動性の高い学生がより多く含まれている事が示唆された。

また一日の歩数と運動量及び総消費量の関係を男子(図11・12)と女子(図13・14)でまとめた。

大学生の男女とも運動量と歩数は一日でも短時間のどちらでも高い相関関係が得られたが、総消費量と歩数の関係は測定時間が長くなるに連れて相関関係が弱くなっていくことが明らかとなった。これは歩行の強度や体格の違いによる個人差の影響が時間と共に強く出るためと推測される。また運動量と歩数の関係は意識的に身体を動かす短時間の実技授業やクラブ活動(未発表)の方が平日の運動よりも一歩の意味するカロリーが高いことが確認された。熱量でも歩数においても約90分の授業で平日の約3割から5割の活動量に相当するところから考えると運動不足におちいりやすい大学生に授業という意識的な運動の機会を提供することは健康増進をはかる上ではきわめて重要なことと思われた。

さらに先行研究として行った個人の活動性と器械の関係を明らかにするために調べたものを男子(図15・16)と女子(図17・18)にまとめた。

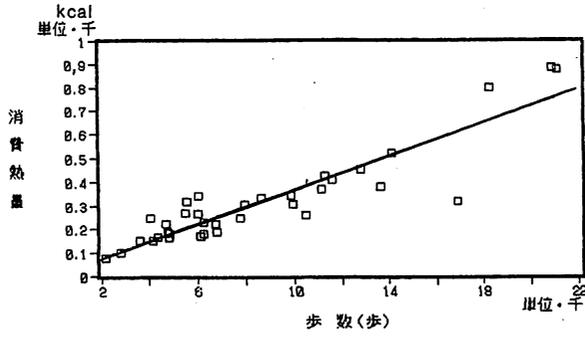


図11 男子大学生の一日の歩数と運動量の関係

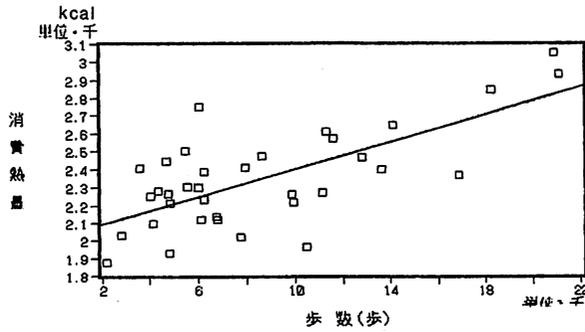


図12 男子大学生の一日の歩数と総消費量の関係

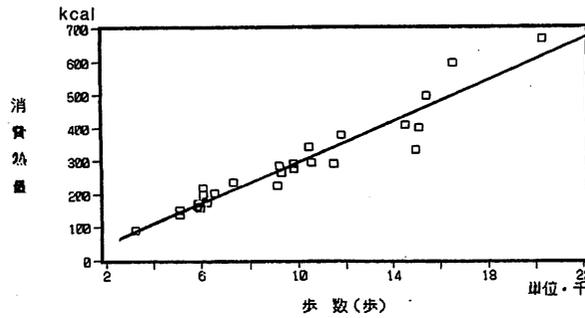


図13 女子大学生の一日の歩数と運動量の関係

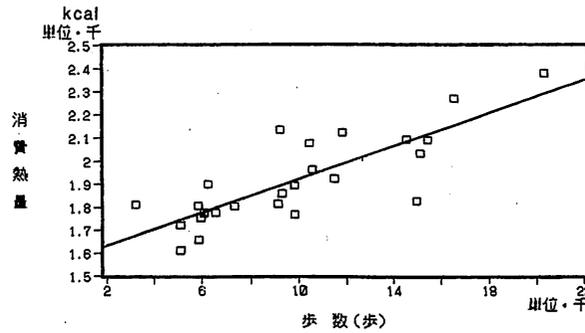


図14 女子大学生の一日の歩数と総消費量の関係

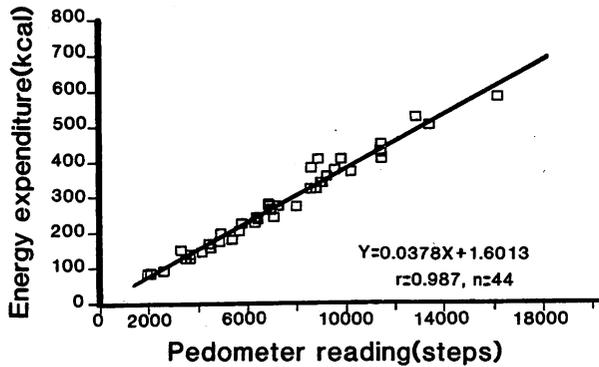


図15 男子の一日の歩数と運動量の関係 (44日間)

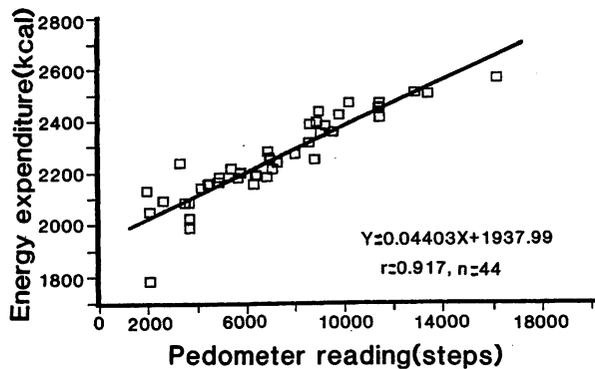


図16 男子の一日の歩数と総消費量の関係 (44日間)

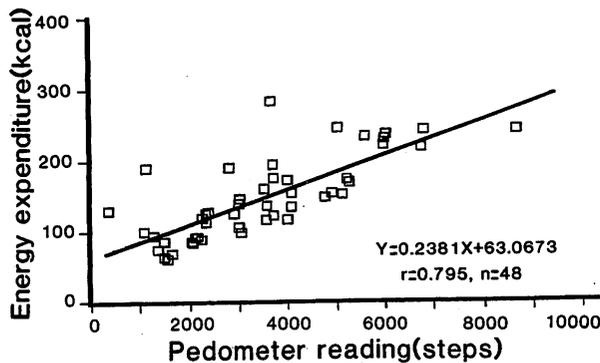


図17 女子の一日の歩数と運動量の関係 (48日間)

同一人物で同じ器具を用いて一日測定した場合でも歩数と消費量の関係は個人差があり、極めて直線関係の高い場合 (図15) と若干低いもの (図17) がある。歩数は運動量や総消費量の関係で比べてみると大学生の場合と同じく総消費量で見の方が相関関係が弱くなってくる。こ

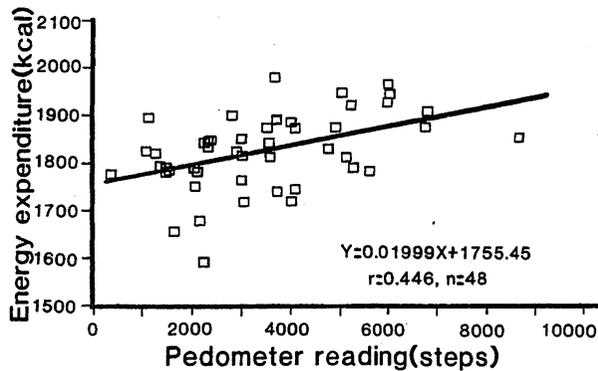


図18 女子の一日の歩数と総消費量の関係 (48日間)

これは大きな身体活動をしないう安静時や睡眠時などにおいて基礎代謝量が大きく影響してくるためであり、特に体格の大きさが関係すると推察される。

さらに今後は肥満や糖尿病の予防方法としての運動の役割を明らかにするためには消費熱量の検討に加えて摂取エネルギー量についての検討が必要と思われる。

報告を終るにあたり、本研究ではデータ解析のために金沢大学情報処理センターのLANシステムを利用させていただき、また本研究に用いられた測定器具および消耗品は平成3年度大学教育方法等改善経費の補助によりまかなわれたものであり、これらの運営にあたり終始御尽力戴いた関係諸機関の皆様に対し、ここに記して謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 戎 利光, 齊藤由美, 島田茂, 加藤孝之(1990): 1日当りのエネルギー消費量とペドメータ歩数との相互関係. デサントスポーツ科学, 11, 115-123.
- 2) 原田弘子, 佐々木志津子, 石原みどり(1979): 万歩計によって肥満児の生活状態が把握できるか; 子供たちの運動意欲をかりたてることができるか. デサントスポーツ科学, 1, 100-105.
- 3) 波多野茂郎(1992): 健康のためのウォーキング. 臨床スポーツ医学, 9, 129-135.
- 4) 星川 保(1986): ペドメーターに基づいた運動の消費カロリーの算出方法とその問題点. 体育の科学, 36(11), 864-869.
- 5) 北川 薫, 中村憲彰(1986): 肥満児のカロリーバランスと運動. 体育の科学, 36(11), 870-873.
- 6) 北浦 孝, 沼 哲夫(1988): 心拍数メモリによる心臓活動指数の試作. Ann. Sci Kanazawa Univ., 25, 31-35.
- 7) 北浦 孝, 沼 哲夫(1989): 心臓活動指数による大学生の一日の身体活動量の研究. Ann. Sci Kanazawa Univ., 26, 33-38.
- 8) 北浦 孝, 沼 哲夫(1992): 一日の身体活動水準の評価のための心臓活動指数とエネルギー消費量の比較研究. 北陸体育学会紀要, 28, 69-77.
- 9) 厚生省(1989): "第四次改定 日本人の栄養所要量" 第一出版, 東京.
- 10) 沼尻幸吉(1979): "活動のエネルギー代謝." 第2版, 労働科学研究所, 川崎.
- 11) 大塚貴子(1992): スポーツ医学からみた歩数計の使い方. 臨床スポーツ医学, 9, 143-147.
- 12) 寺尾俊彦, 住本和彦(1987): 簡易な消費カロリー測定器と摂取カロリー測定器の開発. 学校保健研究, 29 SUPPL, 109-110.
- 13) 東京都立大学体育学研究室(1989): "日本人の体力標準値" 第4版, 不味堂出版, 東京.
- 14) 山本高司, 加藤好信, 坪内伸司, 藤松 博(1981): 24時間心拍数から1日の消費エネルギーを推定する方法の開発. 体力科学, 30, 351-352.
- 15) 山本高司, 北川 薫, 坪内伸司, 加藤好信, 朝比奈一男(1983): 小学生男子(11歳)の1日の消費エネルギー

- 量. 体育科学, 11, 63-68.
- 16) 山田誠二(1991): 身体活動消費エネルギー量の簡易測定法を用いての運動習慣獲得の動機づけ. 産業医科大学雑誌, 13 (3), 235-240.
 - 17) 渡辺義行, 平岡 淳, 槻 美恵子, 石子裕朗 (1989): Kenz カロリー・カウンターの信頼性の検討. 臨床スポーツ医学, 6 (11), 1265-1269.