

体育授業時のエネルギー消費について

渋谷 梢

はじめに

健康を維持するには栄養、運動、休養が大切なことはよく知られている。運動の必要性を理解して実践しようとする時、自分の運動量を知ろうとする者も増えている。最近では簡便に利用できる万歩計で運動量を計ることが出来るようになりかなり普及している。1日に1万歩以上、最低でも7000歩は歩くことが望ましいとされている。

健康と運動との関係については必ずしも十分に解明されていないという説もあるものの運動不足が疾病の起因となったり、運動することによって疾病の危険因子を減少させると共に治療効果のあることも実証されている。アメリカスポーツ医学会では、体力増強するためには自分の最大酸素摂取量の60%以上の強度の運動が必要であるとしている。ただし運動量は運動強度と時間の積であるから、強い運動を短時間行った場合と弱い運動を長時間行った場合では全エネルギー消費量が等しければ、効果は同じとしている。わが国の厚生省でも1989年7月に、健康づくりのための運動所用量を発表した。指標として一般に分かりやすい心拍数を用いている。安静時心拍数が概ね70拍/分である平均的な人が最大酸素摂取量の50%に相当する程度の運動をした場合の目標心拍数を示して運動のめやすとなっている。

一週間の合計運動時間として、20代では130拍/分を180分、30代では125拍/分を170分、

40代では120拍/分を160分、50代では115拍/分を150分、60代では110拍/分を140分としている。また一日の運動時間は20分以上であることが望ましいとしている。

運動の必要性を把握した上で多くの人が若い頃から運動を習慣として身につけてもらいたいという願いのもとに保健体育の授業を行っているが、実際の授業時間の中でどのような運動効果を得ているか、球技を行っているがスポーツ種目によってどのような相違があるのだろうかということについて知りたいと考えて測定を実施し、考察をこころみた。

測定方法

体育実技の授業中、万歩計と運動に消費したカロリーを同時に測定できる機器をウエストに装着して運動を行った。授業開始の時点で個人データ（性別、年齢、身長、体重）を入力したり、出席をとったり、ストレッチ運動を行うのでスポーツ活動時間は正味70分位である。

測定機器はスズケン製カロリーカウンターである。万歩計としての歩数値と積極的にからだを動かした時に消費するカロリーを運動量として表示する機能を有する。運動量と基礎代謝量と微小運動量を併せた総消費エネルギー量を表示する機能もあるが今回はスポーツの運動に要するエネルギー消費量と歩数についてのみ検討する。

測定した種目

バドミントンー1

バドミントンー2

テニス—1
 テニス—2
 インディアカ
 卓球—1
 卓球—2
 バスケットボール—1
 バスケットボール—2

被験者は18—19才の女子84名である。

結果と考察

万歩計で自分の行っている運動の量を計ることは、ジョギング等をする人たちにはかなり普及している。

最近になって、運動量を消費カロリーとして測定出来るカロリーカウンターが開発されてきたが、万歩計との相関については十分に検討されていないようである。従来、運動量測定する指標としては脈拍数から運動強度を割り出すか、RMR(エネルギー需要量を基礎代謝で除したもの)が用いられている。

今回測定した種目のRMRの比較的低い水準のところのみてみると

テニス 6.0 バドミントン 6.0
 卓球 5.0 バスケットボール 6.0

と種目別の差はほとんど認められない。

実際に体育の授業に出席して運動したときのくらい動き回りエネルギーを消費しているか、個人差はどのくらいあるのか、種目によってどう違うのかをすることは、多少精度のうえで問題はあってもぜひとも必要な事と考えられる。

表—1は消費エネルギー量と歩数について各種目、各時間毎にまとめたものである。

同じ種目についてみると、卓球を除いてバドミントン、テニス、バスケットボールでは1時間目よりも2時間目の方が運動量の大きいことがわかる。消費エネルギーの平均値から種目別にみるとテニスが1位、バスケットボールが2位、バドミントンとインディアカが3位、卓球が5位となる。これは前述した

表1 消費エネルギー 基本統計量

	Bad-1	Bad-2	Ten-1	Ten-2	Indi	Tat-1	Tat-2	Bas-1	Bas-2
平均	65.05	76.94	89.61	103.80	75.29	59.98	58.91	81.09	91.43
最小	34.0	40.0	49.0	50.0	36.0	28.0	29.0	36.0	47.0
最大	135.0	135.0	167.0	226.0	146.0	128.0	130.0	156.0	159.0
標準偏差	20.50	22.92	25.62	35.56	24.05	19.05	18.05	22.03	23.95
件数	75.0	75.0	81.0	71.0	75.0	79.0	80.0	72.0	66.0

歩数 基本統計量

	Bad-1	Bad-2	Ten-1	Ten-2	Indi	Tat-1	Tat-2	Bas-1	Bas-2
平均	2040.9	2396.4	3028.4	3374.8	2382.6	1992.7	1968.8	2371.2	2691.0
最小	1099.0	1261.0	1681.0	1705.0	1219.0	1089.0	1008.0	1232.0	1311.0
最大	3954.0	3657.0	5306.0	6950.0	4516.0	4030.0	4209.0	3554.0	3802.0
標準偏差	558.60	621.03	681.14	999.50	683.23	580.54	540.01	554.21	493.38
件数	75.0	75.0	80.0	72.0	75.0	79.0	80.0	72.0	66.0

RMRとは違って種目間にはかなり差がみられる。消費エネルギー量、歩数ともに最小値最大値の差は大きく標準偏差も大きい。このことは、同じ課題をこなす場合にも個人差が大きいことを示している。

消費エネルギーと歩数との相関をみてみると次のようになる。

バドミントン-1	0.920
バドミントン-2	0.916
テニス-1	0.865
テニス-2	0.851
インディアカ	0.913
卓球-1	0.874
卓球-2	0.880

バスケットボール-1 0.876

バスケットボール-2 0.761

以上のように非常に高い相関をもつ。したがって大きくみれば歩数を測ることで運動量を知ることが出来るとしてもよいが、運動強度を4段階にわけて測定する能力をもつことから激しい種目の方が相関がやや少ない傾向がみられる。

表2は各スポーツについて相関をみたものである。相関表の数値の脇についている(:)の印は1%水準で有意であり、(・)の印は5%水準で有意であることを示している。

同じ種目どうしの相関についてみるためにそれぞれ相関図をえがいたのが図1から図4

表2 相関 (消費エネルギー)

	Bad-1	Bad-2	Ten-1	Ten-2	Indi	Tat-1	Tat-2	Bas-1	Bas-2
B-1	—	.507 :	.321 :	.507 :	.460 :	.339 :	.272 ·	.361 :	.486 :
B-2		—	.504 :	.475 :	.481 :	.429 :	.399 :	.270 ·	.484 :
T-1			—	.172	.312 :	.355 :	.457 :	.260 ·	.422 :
T-2				—	.366 :	.319 :	.233 ·	.098	.318 :
In					—	.568 :	.574 :	.324 :	.432 :
t-1						—	.489 :	.183	.163
t-2							—	.248 ·	.348 :
bas-1								—	.586 :

相関 (歩数)

	Bad-1	Bad-2	Ten-1	Ten-2	Indi	Tat-1	Tat-2	Bas-1	Bas-2
B-1	—	.314 ·	.223	.297 ·	.261 ·	.223	.085	.315 :	.420 :
B-2		—	.425 :	.440 :	.418 :	.378 :	.229 ·	.164	.312 ·
T-1			—	.253 ·	.312 :	.279 ·	.364 :	.139	.334 :
T-2				—	.294 ·	.482 :	.174	.085	.255 ·
In					—	.430 :	.456 :	.180	.424 :
t-1						—	.390 :	.147	.117
t-2							—	.018	.195
bas-1								—	.452 :

である。

図1はバドミントン1時間目と2時間目との消費エネルギーの相関である。0.507で1%水準で有意である。歩数の相関については表

2でみるように0.314で5%水準で有意であるが消費エネルギーに比べてやや相関が低いといえる。

図1

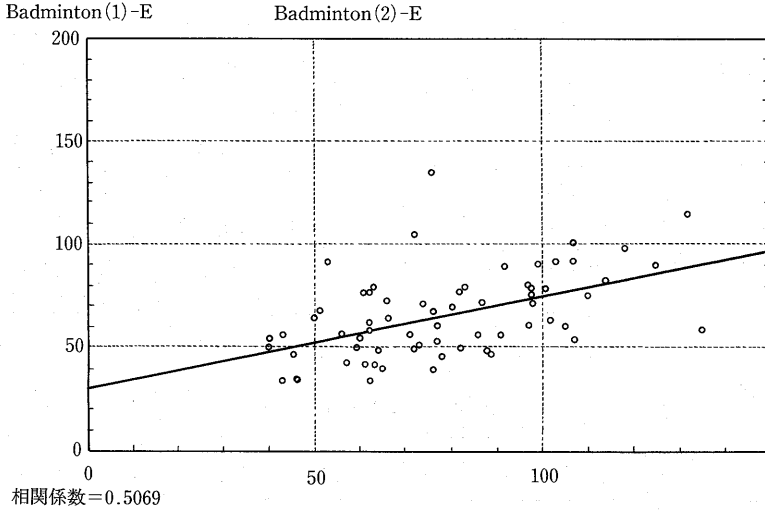


図2はテニスの1時間目と2時間目との消費エネルギーの相関である。0.172で相関がない。歩数では0.253と5%水準で有意である。何故だろうかと考えてみると1時間目は初心

者指導によって運動の量をかなり規制されるため、2時間目の動き方の異なるものと考えられる。歩数のほうからは僅かに相関があり、運動強度の点で差が大きいものと考えられる。

図2

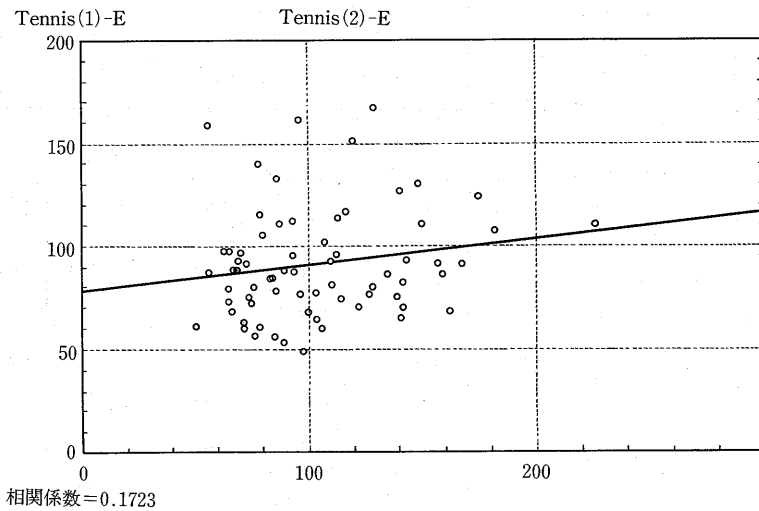


図3は卓球の1時間目と2時間目との相関をみたものである。消費エネルギーは0.489と1%水準で有意である。歩数も0.390で1%

水準で有意である。これは授業内容が殆ど同じであって、ゲームの説明に要したぶんだけ平均値に相違が見られるだけと考えられる。

図3 Table T.(1)-E Table T.(2)-E

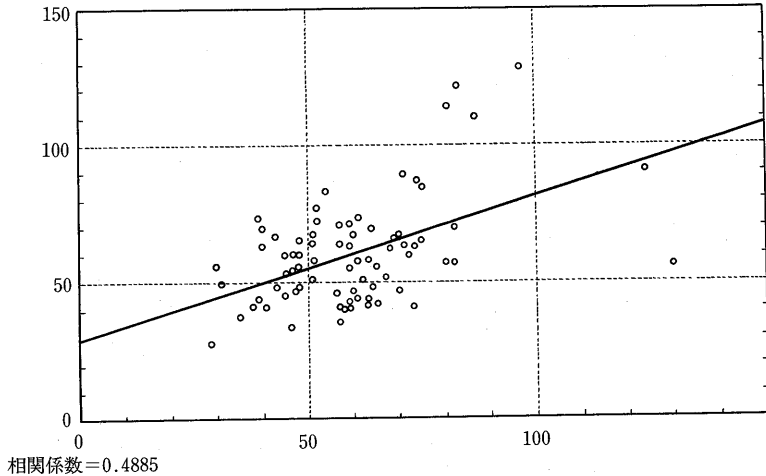


図4はバスケットボールの1時間目と2時間目との相関を見たものである。消費エネルギーでは0.586と高い相関がある(4-1)。歩数でも0.452と高い相関がある(4-2)。ただ

歩数では数値が大きいのでばらつきが大きい。

次に多種目との関連についての相関を見たのが図5から図7である。

図4

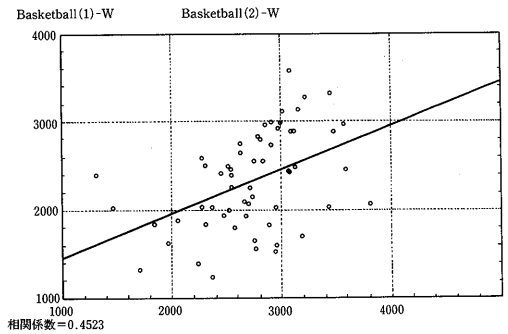
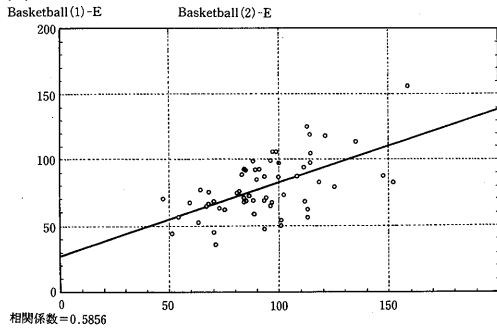
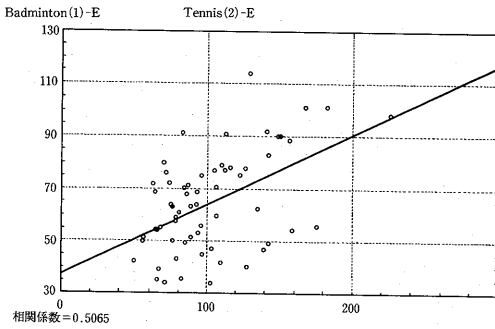


図5はバドミントン1とテニス2との相関をみたものである。消費エネルギーの相関は0.507と高い相関がある(5-1)。歩数でも0.314と5%水準で有意であるものの、消費エネルギーに比較すると相関の度合は少ない。バドミントン1との相関は表2からみてもわかるように消費エネルギーは0.321で1%水

準で有意であるが、歩数では0.223で有意な相関は認められない。バドミントン1のみ歩数で相関のあるのはバスケットボールのみである。このことを考えてみると他の種目と違う共通点としてコートの中で運動できるのが時間を区分しての交代制であることである。バドミントン2についてみると、テニスに対し

図 5

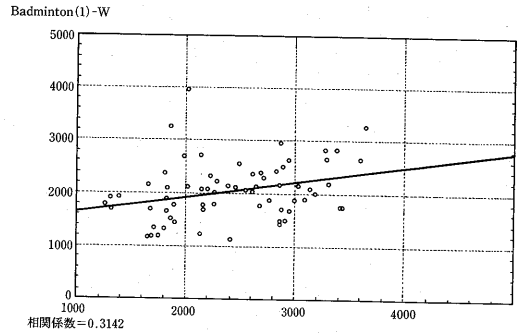
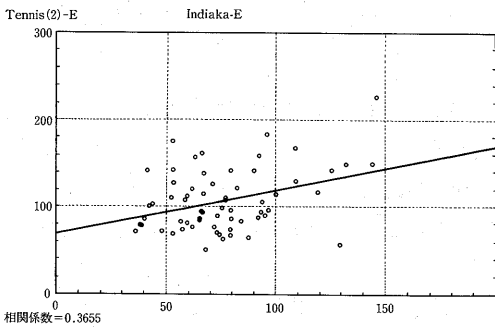
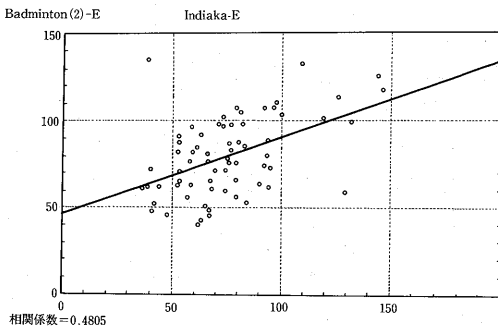


ては消費エネルギーが0.504, 歩数が0.425と1%水準で有意である。テニス2に対しては消費エネルギー0.475, 歩数0.440で1%水準で有意である。

インディアカと多種目との相関をみたのが図6である。

図(6-1)はバドミントン2との相関, (6-2)はテニス2との相関を消費エネルギーについてみたものである。それぞれ0.481と0.312と1%水準で有意である。表2で解るよ

図 6



うにインディアカでは全部の種目, 全部の時間に対して消費エネルギーについては1%水準で有意である。歩数については有意な相関は認められるものの値は小さい。このことは運動を量として測るには歩数計では多少問題があることを示唆している。

図 7

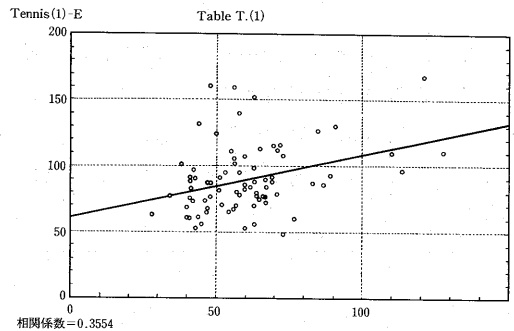


図7は卓球1とテニス2との消費エネルギーについてみたものである。

卓球1はバスケットボール以外では他種目との相関が高く歩数についてみても全く同様である。ところが卓球2になると消費エネルギーについては相関が出て来るが歩数では相関がない。このことは活動できる場所が狭いこととダブルスのゲームに慣れないことによって運動量が画一化されてしまうのではないかと推測される。

バスケットボールについてみるとバスケットボール1では他の種目との相関が非常に小

さい。表2の歩数でみて解るようにバドミントン1を除いては、全ての種目、時間に対して相関が認められない。消費エネルギーではテニス2と卓球1を除いては相関が認められるが、他の時間とは相違がある。このことがどこからくるのかを考えてみると前にも述べたように時間交替で運動することによって運動量に制限が加えられているからではないかと考えられる。他の種目で活動量が多く歩数の多いものがその特性を發揮できないのではないだろうか。しかし消費エネルギーからみると運動強度の因子がはいってくるので相関が出て来るものと考えられる。バスケットボール2についてみると他の種目との相関が認められ、相関の認められなかったバスケットボール1との相関は大きい。この矛盾した部分についてはおそらく被験者の数が少ないことによるものと考えられる。これは最後の授業であったため欠席が多く、余り動くことの好きでないものたちが休んだせいではないかと考えられる。

消費エネルギーと歩数との関係を見るため別の測定を試みた結果、次のような結果を得た。

テニスのダブルスゲームを2時間、休憩時間をとらずにプレイしたものである。

	体重	歩数	運動量	総消費
被験者A	(58kg)	8959歩	333kcal	481kcal
被験者B	(55kg)	7119歩	224kcal	346kcal
被験者C	(50kg)	8437歩	251kcal	366kcal
被験者D	(47kg)	8478歩	256kcal	366kcal

ADペア対BCペアであるが、運動量の個人差が非常に大きい。同じゲームに参加していてこれだけの差がある。総消費量の項には測定時間内の基礎代謝が加わるので個々の体重が関わってくる。ここで解ることは運動量が少なくても体重が多ければエネルギーの消費

量は多いということである。したがって、同量のカロリーを摂取すると体重の少ないものは+になるが体重の多いものは-になるかもしれない。エネルギー供給の事だけを考えれば体重の多いものはたくさん食べ、体重の少ないものは少し食べれば現状維持できる事になる。

おわりに

運動量を知ろうとするとき、万歩計は歩行やジョギングのように単純な動きの場合にはよい指標となるが、スポーツの様な複雑な動きに対しては積極的にからだを動かした時の消費エネルギーからみたほうが良いと考えられる。

活動する場の広さと人数が各種目の運動量に関わる。時間制限が条件に加わる場合、運動量は画一化される。

授業時間中に行う運動は強度としてRMRと必ずしも一致しない。授業内容によって左右されている。

消費エネルギーでは、殆どどの時間についても相関がある。個人によって運動量の多少は種目が変わってもあまり変わらない。

運動量が少なくても体重の多いものは消費するエネルギーも多いので栄養摂取に配慮する必要がある。

<参考文献>

- 運動処方—その整理学的基礎— 杏林書院
- 加賀谷 彦 加賀谷淳子
- 日常生活に生かす運動処方 杏林書院
- 青木純一郎 前島孝 吉田敬義 編
- 運動と栄養 杏林書院
- 山岡精一 吉岡利治 木村みさか
- 活動のエネルギー代謝 労働科学研究所
- 沼尻幸吉
- からだの科学166 スポーツと健康
- からだの科学137 運動メニュー
- からだの科学増刊18 スポーツ医学読本 日本評論社
- 保健の科学vol132 運動所用量について 杏林書院