

## 自由時間実施型の大学体育実技が女子学生の最大酸素摂取量、 体重、体脂肪率に及ぼす影響

西端 泉<sup>1)</sup> 松丸 史<sup>2)</sup>

### 【要約】

国内外を問わず、複数の学会や団体が、健康づくりのための運動は週に複数回行う必要があることを表明している。そこで、本研究は、大学の基礎科目としての体育実技を、学生の自由時間も利用して週に複数回行うことの生理学的効果を確認することを目的に実施した。被験者は体育実技科目を履修した106名の女子学生であった。被験者は、1回あたり20分～60分、週に平均60分以上の有酸素性運動を10週間行った。この結果、最大酸素摂取量は $32.9 \pm 4.3 \text{ ml/kg/min}$  から  $35.3 \pm 5.1 \text{ ml/kg/min}$  へと有意 ( $p < 0.0001$ ) に増加し、体重は  $54.0 \pm 7.8 \text{ kg}$  から  $53.2 \pm 7.3 \text{ kg}$  へと、体脂肪率も  $26.5 \pm 5.5\%$  から  $25.2 \pm 4.9\%$  へと有意に ( $p < 0.0001$ ) 減少した。以上の結果、学生の自由時間も利用した週に複数回行う体育実技には全身持久力を高め、肥満を予防したり解消したりする生理学的な効果を期待できることが明らかになった。

キーワード：大学体育実技、有酸素性運動、最大酸素摂取量、体脂肪率

### 【1. 緒言】

大学の基礎科目としての体育実技の目的は、主に文化としてのスポーツに親しむことと、健康・体力づくりとしての運動を実施することの2つが考えられる。本研究の目的は、後者を目的とした体育実技科目の生理学的効果を検討することである。

健康・体力づくりとしての運動には、有酸素性運動、レジスタンス運動、ストレッチングなどがあるが、本研究は、有酸素性運動を体育実技として定期的に行うことの効果を確認するために行った。

定期的な身体運動の実施効果として、アメリカスポーツ医学会 (ACSM)<sup>1)</sup> は、最大酸素摂取量の増加、最大下強度における分時換気量の減少、最大下強度における心筋酸素消費の減少、最大下強度における心拍数及び血圧の減少、骨格筋における毛細血管密度の増加、血中乳酸蓄積の起こる運動閾値の上昇、疾患の徴候や症状 (狭心症・虚血性 ST-T 低下・跛行) が発現する運動閾値の上昇、安静時収縮期・拡張期血圧の低下、血清 HDL コレステロールの増加および血清中性脂肪の減少、体脂肪減少、腹部内臓脂肪の減少、インスリン需要量の減少、耐糖能の

改善、血小板の粘着性および凝集能の低下、冠動脈疾患による死亡率の低下、心疾患・冠動脈疾患・脳卒中・2型糖尿病・骨粗鬆症による骨折・大腸ガン・乳がん・胆嚢疾患の発生率の低下、心血管系および全死因による死亡率の低下、心筋梗塞後の非致死的な再梗塞の発生率の低下、不安やうつ状態の改善、高齢者の身体能力および自立能力の向上、健康観の向上、仕事、余暇活動およびスポーツ活動の能力の向上を挙げている。

これらの効果を得るためには、身体運動は定期的に行われなければならない。ACSM<sup>1)</sup> は、有酸素性運動は週に3～5日行う必要があり、運動量としては週1,000kcalが下限であると示している。日本においても、厚生労働省の運動所要量・運動指針の策定検討会によって「健康づくりのための運動指針2006—生活習慣病予防のために—<エクササイズガイド2006>」<sup>2)</sup> が発表されているが、その中で、健康づくりのための身体活動量として、週に23エクササイズ以上の活発な身体活動 (運動・生活活動) を行う必要があると示されている。「エクササイズ」とは、新たに考案された運動量の単位であり、1エクササイズは、体重当たり1kcalのエネルギーを消費する運動量に相当する。仮に体重が60kgあるとする

1) 川崎市立看護短期大学

2) 川崎市立看護短期大学非常勤講師

と、週当たり 23 エクササイズ×60kg=1380kcal 以上の身体活動を行う必要があることになる。また、日本肥満学会<sup>3)</sup>も肥満治療のためには、1日あたりの目標運動エネルギーを当初は一般に約300kcalとし、徐々に運動量を増加させ、トレーニングは週に3日以上行う必要があると示している。

現在の文部科学省の学習指導要領では、小学校では、第1学年では年間102時間、第2～4学年では105時間、第5と第6学年では90時間、中学校では毎年105時間、高等学校では、3年間で210～240時間の体育授業の実施が指定されている。ところが、大学においては、1991年7月に大学設置基準が大幅に改定され、基礎科目としての体育科目は義務ではなくなり、各大学の教育理念に基づいて行われる(行われたい)ようになった。この結果、調査時期としては若干古いのが、徳永<sup>4)</sup>らの調査によると、体育実技を開講していない大学が国公立大学では2.9%、私立大学では2.0%、短期大学では1.5%ある。また、選択科目のみが開講されている大学が国公立大学では2.9%、私立大学では9.1%、短期大学では7.7%ある。さらに、指定された単位数は多くても必修1単位と選択1単位であり、ほとんどの大学では、学生は週1回の体育実技を半年間ないしは合計1年間実施するのみである。

大学における週1回の体育実技の実施では、複数の学会等が示している最低限必要な運動頻度ないしは運動量を確保することは不可能であり、知識として健康づくり運動の実施方法を学んだり、技術を身に付けたりすることは可能であっても、生理学的な効果を得ることは難しいと考えられる。

そこで、本研究は、大学の時間割りで指定された週1回の体育実技に加えて、放課後などの自由時間に運動を行うことも科目としての評価に加点する方法で学生の運動実施頻度や運動量を増加させ、その生理学的な効果を確認することを目的に実施した。

## 【Ⅱ. 被験者】

被験者は、2007年度と2008年度に当該体育実技科目を履修した学生全員であるが、研究にデータを使用することに関する同意を得られた学生のデータのみを分析に使用した。

研究にデータを使用することに対する学生の同意は、当該科目が終了した翌年に、具体的に研究発表で使用する予定のデータ(グラフ)を学生に示したうえで得た。当該科目が終了した翌年にデータ使用

の同意を得たということは、既にその科目の成績評価は終わっており、仮に学生がデータを使用することに対して同意しなかったとしても当該学生の不利益にならないことを意味している。

## 【Ⅲ. 方法】

健康・体力づくりのための有酸素性運動は、1回20分以上、週に3回以上実施<sup>1)</sup>する必要がある。そこで、2007年度は20分/回×3回/週=60分/週=評価60点とし、授業時間と放課後などの学生の自由時間の中で、週あたり平均60分(60点)以上の自転車エルゴメーターなどを使用した有酸素性運動を行う方式で実施させた。初回の運動強度はACSM<sup>1)</sup>が示している最低強度である70%HRmaxとしたが、2回目以降は、Borgの主観的運動強度(RPE)が13～15になるように、自主的に目標心拍数を調節するように学生に指示した。強度としての%HRmaxやRPEの意味や使用方法を含めた有酸素性運動の処方については前年度に全学生が履修した講義科目の中で説明するとともに、本研究の開始に際してもRPEの数字の選び方を各自に口頭で説明した。RPEが16を超える場合は目標心拍数を下げることも可能であったが、開始強度である70%HRmaxでRPEが16を超える学生はいなかった。なお、RPEの票を全てのエルゴメーターの操作パネルに貼り、RPEの数字を正確に選べるように配慮した。時間割りで指定された時間には、体育館で60分間のエアロビックダンスを実施し、参加した学生には1回あたり35～40分(3.5～4.0点)を加点した。加点を3.5～4.0点とした理由は、60分間のエアロビックダンスのプログラムに含まれる有酸素性運動の時間が35～40分であったからである。なお、学生は必ずしもエアロビックダンスに参加する必要はなく、放課後などの自転車エルゴメーター運動のみで必要な点数を得た学生も複数いた。

この科目を履修し、翌年度にデータを使用することに対する同意が得られた学生のうち、女子学生のみデータ49名分を分析の対象とした。

厚生労働省から「エクササイズガイド2006」<sup>2)</sup>が発表され、健康のためには週当たり23エクササイズ(Ex)以上の「身体活動」を行う必要があることが示された。そこで、2008年度は、週あたり平均のExを10倍したものを評点とする方式に変更した。運動負荷は、目標心拍数による設定を止め、RPEが13～15になるように学生が自主的に調節

した。また、時間割りで指定された時間には体育館で60分間のエアロビックダンスを実施し、参加した学生には1回あたり3.5～4.0Ex (3.5～4.0点)を加点した。この科目を履修し、翌年度にデータを使用することに対する同意が得られた学生のうち、女子学生のためのデータ57名分を分析の対象とした。

最大酸素摂取量は、自転車エルゴメーターを使用した最大下の漸増負荷途中の心拍数の変化から推定した。2007年度に使用した自転車エルゴメーターは、コンビ社製 Aerobike XL である。Aerobike XL は、メーカーによって負荷校正が行われ、その証明書が添付されているものである。最大酸素摂取量の計算には、ACSM<sup>1)</sup>の計算式を使用した。2008年度に使用した自転車エルゴメーターは、コンビ社製 Aerobike XL II である。Aerobike XL II もメーカーによって負荷校正が行われ、その証明書が添付されている。最大酸素摂取量の推定は、Aerobike XL II に内蔵されている体力測定モードを使用して行った。

体脂肪率は、タニタ社製の TBF-102 を使用して、生体インピーダンス法によって推定した。

統計分析は、対の t 検定と重回帰分析によって行った。本文と図のデータは平均±標準偏差で示した。

#### 【IV. 結果】

週当たり平均の運動実施時間は、2007年度は85.3 ± 14.3分、2008年度は90.7 ± 17.6分、週当たり平均の運動量は、2007年度は462.2 ± 126.4kcal、2008年度は503.5 ± 140.3kcal、週当たり平均のエクササイズ (Ex) 量は、2007年度は8.7 ± 2.2Ex、2008年度は9.1 ± 1.8Ex であり、いずれの指標でも2008年度の方が多い傾向にあったが、統計的にはその差は有意ではなかった (p=0.168～0.261)。このため、以降の分析は、年度に分けずに行った。

最大酸素摂取量は、履修の開始時と終了時の比較において、32.9 ± 4.3ml/kg/min から 35.3 ± 5.1ml/kg/min へと有意 (p<0.0001) に増加した (図1)。体重は、54.0 ± 7.8kg から 53.2 ± 7.3kg へとわずかではあるが、有意に (p<0.0001) 減少した (図2)。体脂肪率も 26.5 ± 5.5% から 25.2 ± 4.9% へとわずかではあるが有意に (p<0.0001) 減少した (図3)。

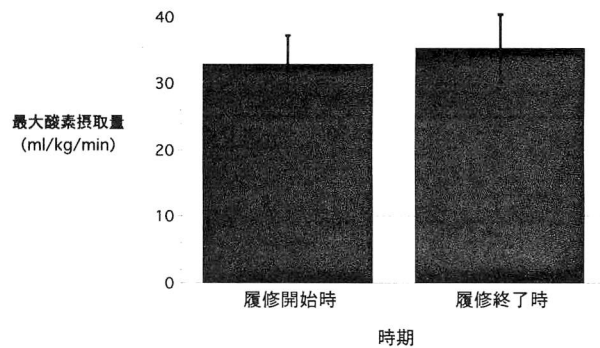


図1 自由時間実施型体育実技に伴う最大酸素摂取量の増加 (n=106, p<0.0001)

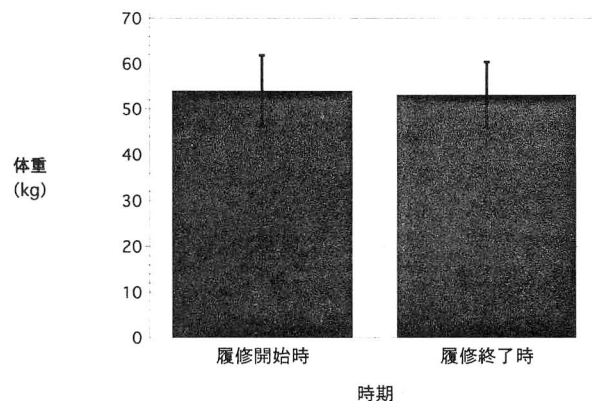


図2 自由時間実施型体育実技に伴う体重の減少 (n=106, p<0.0001)

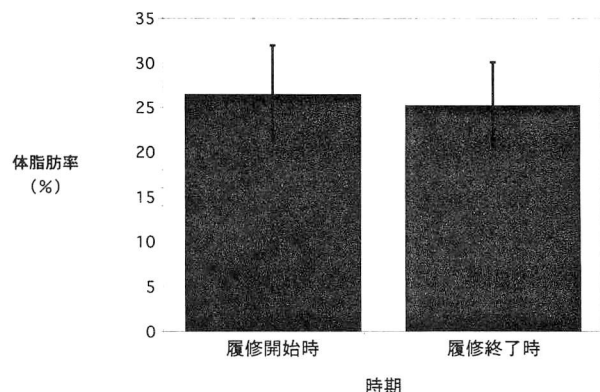


図3 自由時間実施型体育実技に伴う体脂肪率の減少 (n=106, p<0.0001)

最大酸素摂取量増加の程度を従属変数として、週当たり平均の運動時間、週当たり平均の運動量、および週当たり平均の Ex を説明変数として重回帰分析を行ったところ、有意な回帰係数は見られなかった (表1)。

表1 最大酸素摂取量の増加と、週当たり平均の運動時間、週当たり平均の運動量、および週当たり平均の Ex の重回帰分析

	回帰係数	標準誤差	標準回帰係数	t 値	p 値
切片	-0.019	2.179	-0.019	-0.008	0.9932
運動時間	-0.052	0.059	-0.216	-0.874	0.3840
運動量	0.004	0.006	0.145	0.721	0.4728
Ex	0.547	0.496	0.273	1.104	0.2722

体重減少の程度を従属変数として、週当たり平均の運動時間、週当たり平均の運動量、および週当たり平均の Ex を説明変数として重回帰分析を行ったところ、週当たり平均の運動量 ( $p < 0.0001$ ) (図4) と週当たり平均の Ex ( $p = 0.0014$ ) (図5) との間に有意な回帰係数が得られた (表2)。

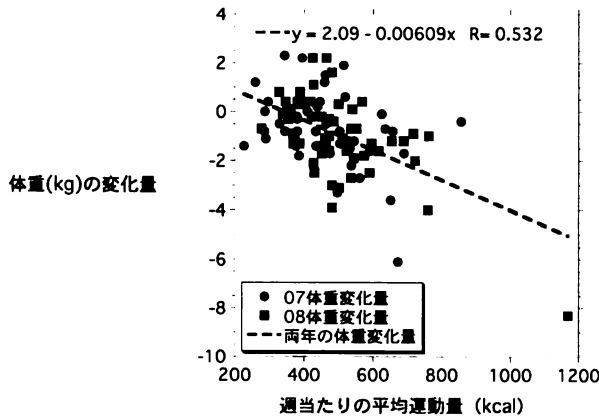


図4 週当たり平均の運動量と体重の変化量との関係 ( $n = 106, p < 0.0001$ ) : グラフ内に示した相関係数は、単相関の係数である。

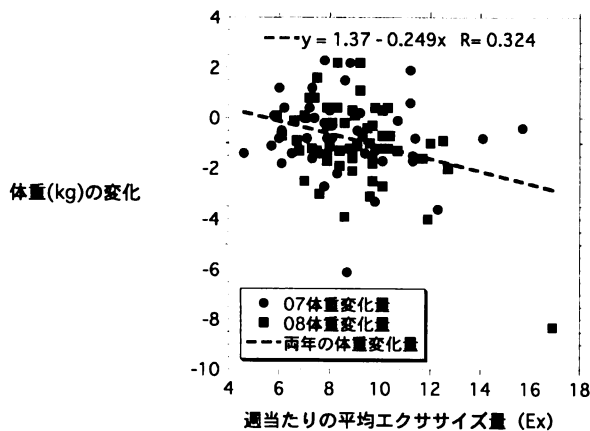


図5 週当たり平均の Ex と体重の変化量との関係 ( $n = 106, p = 0.0014$ ) : グラフ内に示した相関係数は、単相関の係数である。

表2 体重の減少と、週当たり平均の運動時間、週当たり平均の運動量、および週当たり平均の Ex の重回帰分析

	回帰係数	標準誤差	標準回帰係数	t 値	p 値
切片	1.570	0.685	1.570	2.291	0.0240
運動時間	-0.024	0.019	-0.264	-1.301	0.1961
運動量	-0.01	0.002	-0.876	-5.32	<0.0001
Ex	0.512	0.156	0.667	3.285	0.0014

体脂肪率減少の程度を従属変数として、週当たり平均の運動時間、週当たり平均の運動量、および週当たり平均の Ex を説明変数として重回帰分析を行ったところ、週当たり平均の運動量との間にのみ有意な ( $p = 0.0041$ ) (図6) な回帰係数が得られた (表3)。

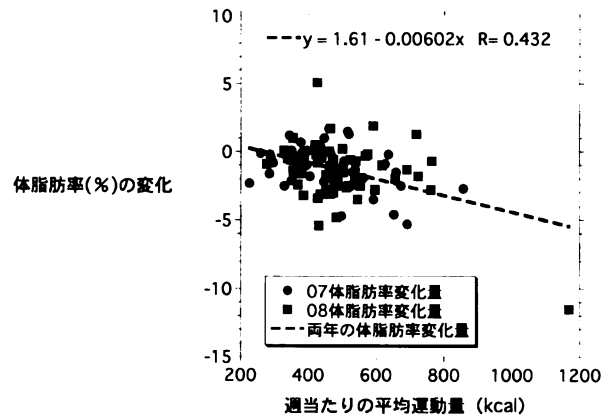


図6 週当たり平均の運動量と体脂肪率の変化量との関係 ( $n = 106, p = 0.0041$ ) : グラフ内に示した相関係数は、単相関の係数である。

表3 体脂肪率の減少と、週当たり平均の運動時間、週当たり平均の運動量、および週当たり平均の Ex の重回帰分析

	回帰係数	標準誤差	標準回帰係数	t 値	p 値
切片	1.570	0.685	1.570	2.291	0.0240
運動時間	-0.024	0.019	-0.264	-1.301	0.1961
運動量	-0.01	0.002	-0.876	-5.32	<0.0001
Ex	0.512	0.156	0.667	3.285	0.0014

## 【V. 論議】

自由時間実施型の体育実技に伴って、最大酸素摂取量は有意に増加した。この結果は、週に複数回有酸素性運動を実施することの全身持久力増加上の有効性を示唆している。しかし、週当たり平均の運動時間、運動量、エクササイズ (Ex) 量のいずれも、最大酸素摂取量の変化との間に有意な相関関係を示さなかった。この結果は、最大酸素摂取量の増加に

においては、効果を得るために必要な最低限の運動時間や運動頻度は必要であるとしても、運動時間や運動量よりも運動強度の方が重要である可能性を示唆している。

西端<sup>5)</sup>は、1997年に、日本体育学会大会において、週1回のみ実施する体育実技では最大酸素摂取量は増加しないことを報告した。この1997年の研究では、複数の実験群を設定し複数の種目の効果を検討したが、有酸素性運動としては週1回90分間のエアロビックダンスを行わせた。週当たりの運動時間としては、今回の研究とほぼ等しい。1997年の研究では最大酸素摂取量は増加せず、今回の研究では最大酸素摂取量が増加した理由としては、今回の研究では運動を週に複数回行わせたことが影響していると考えられる。体育実技における最大酸素摂取量増加上の効果を確認した先行研究を、「体育実技」と「最大酸素摂取量」をキーワードとして、医学中央雑誌のデータベース(1983～2009年)を使用して検索してみたが、わずかに2件しか該当するものが見つからなかった。このうちの1件<sup>6)</sup>は、週に2回の体育実技の実施によって有酸素性能力が増加したと報告しており、本研究の結果と一致している。緒言でも述べたように、複数の学会や団体が、最大酸素摂取量増加の効果を得るために週に3回以上の運動実施が必要であると表明している。しかし、本研究では多くの被験者は週に平均2回程度しか運動を実施しなかったが、最大酸素摂取量は増加した。この理由は明らかではないが、被験者である学生が、限られた自由時間の中でより良い科目成績を得るために、すなわちより多くの運動量を確保するために、自主的に運動強度を高めたことが影響した可能性がある。

体重の減少量と週当たり平均の運動量およびExとの間に有意な相関関係が見られた。しかし、体重減少量と週当たり平均の運動時間との間には有意な相関係数は見られなかった。この理由は、仮に運動時間を長くしても運動強度が低ければ運動量、すなわち消費カロリーは多くならないためであると考えられる。むしろ、最大酸素摂取量が増加した原因として既に考察したように、短時間により多くの運動量を確保しようとした学生が多かった可能性が改めて示唆される。

体脂肪率の減少の程度と、週当たり平均の運動量との間にのみ有意な相関関係が見られ、週当たり平均の運動時間との間に有意な相関関係が見られな

かった理由は、体重の減少量の場合と同様に、仮に運動時間を長くしても、運動強度が低ければ運動量、すなわち消費カロリーは多くならないためであると考えられる。週当たり平均のExとの間に有意な相関関係が見られなかった理由は、体脂肪を減少させる、すなわち体脂肪をより多く消費するためには体重で割っていない絶対的な運動量が重要であり、仮に体重割った運動量であるExが多かったとしても、体重が重くない被験者の消費カロリーはあまり多くないからであろうと推察される。

西端<sup>5)</sup>は、1997年に、日本体育学会大会において、週1回のみ実施する体育実技では体脂肪率減少の効果も得られないことも報告した。体育実技と体脂肪率の変化との関係を検討した先行研究において、週に1回の実施で体脂肪率が減少したことを報告しているものは見当たらない。しかし、週に2回になると、岡本<sup>6)</sup>が、体脂肪率が減少したと報告しており、本研究の結果と一致している。

緒言でも述べたように、複数の学会や団体が、肥満解消の効果を得るためには週当たり1000kcal、ないしはそれ以上の運動量が必要であると表明している。ところが、本研究では、ほとんどの被験者の運動量は800kcal未満であったが、体脂肪率は全体として有意に減少した。この理由はいくつか考えられる。その一つは、「肥満解消のためには1000kcal/週以上の運動量が必要である」という学会指針の基礎になっている多くの研究は欧米で行われたものであり、本研究の被験者よりもはるかに体重が重いためであると考えられる。もう一つは、「肥満解消のためには1000kcal/週以上の運動量が必要である」という指針を表明している学会の一つ<sup>1)</sup>は、「さらに減量したり、減量できた状態を維持したりするためには、運動量を2000kcal/週以上に増加させる必要がある」と表明しており、今回の研究は約2.5ヶ月という初期段階であったために比較的少ない運動量でも体脂肪率が減少した可能性がある。さらには、被験者が女子大学生であるため、美容目的でこの体育実技の機会を利用して減量しようと自主的に食事制限を行ったり、日常生活での運動量を増やしたりした可能性もある。

大学の体育実技も教育であり、単にその時間割りの中だけ運動を行えば良いというものではなく、その経験を将来に活かすことができなければならない。社会人になると、当たり前のことではあるが体育実技の時間はなくなるため、健康管理のための運

動は、各自が時間をやりくりして行うことになる。本研究で、自由時間実施型の体育実技には、最大酸素摂取量を増加させ、体脂肪率を減少させる効果があ

ることが確認できたが、さらに、健康づくりのための運動を時間のやりくりによって行うという体験をさせることもできたと考えられる。

## 【VI. 参考文献】

- 1) 日本体力医学会体力科学編集委員会監訳. ACSM 運動処方指針 運動負荷試験と運動プログラム. 原著第7版. 南江堂, 2006.
- 2) 運動所要量・運動指針の策定検討会. 健康づくりのための運動指針 2006 ～生活習慣病予防のために～ <エクササイズガイド 2006 >. 2007.
- 3) 日本肥満学会編集委員会編. 肥満・肥満症の指導マニュアル. 第2版. 医歯薬出版株式会社, 2001.
- 4) 徳永幹雄他. 諸外国及び日本における大学保健体育教育の動向. J. Health Sci. Vol.18, 1996, p.93-107.
- 5) 西端 泉. 大学の一般体育実技が女子学生の最大酸素摂取量と体脂肪率に及ぼす影響. 日本体育学会大会抄録. 1997, p.301.
- 6) 岡本孝信. 定期的な運動習慣が女子大学生の体脂肪率及び有酸素能力に及ぼす影響. 総合健診. Vol.30, no.2, 2003, p.222-226.

# Effects of a Free Time Style Physical Education Class on Maximal Oxygen Uptake, Body Weight, and Percent Body Fat of Students.

Izumi Nishibata, Fumi Matsumaru

## Abstract

Most international academic organizations in the field of health and/or exercise physiology publish position statements which say multiple bouts of exercise per week is necessary to improve fitness. However, in Japan, most physical education classes in colleges are held only once a week. We developed a new aerobic exercise program as a physical education class in a college. The students who registered to the class could earn academic scores not only with exercising during the class hour but also with exercising after class hour. The students improved their maximal oxygen uptake (from  $32.9 \pm 4.3$  to  $35.3 \pm 5.1$  ml/kg/min;  $p < 0.0001$ ), reduced their body weight (from  $54.0 \pm 7.8$  to  $53.2 \pm 7.3$  kg;  $p < 0.0001$ ) and reduced their percent of body fat (from  $26.5 \pm 5.5$  to  $25.2 \pm 4.9$ %;  $p < 0.0001$ ). These results suggest that physical education classes should be held more than twice a week in order for students get physiological benefits.

## Key words

college physical education, aerobic exercise, maximal oxygen uptake,  
percent of body fat