

本学学生の身体の構造と機能及び日常活動量に関する 実態調査と定期的な運動実践効果の検討

An Investigation of Body Structure, Physical Function, and
Daily Activity Level among Nursing College Students, and the
Effects of Habitual Exercise on Their Physical Parameters.

澤井 史穂

【要約】1997年度及び1998年度本学入学生女子(18~20歳)を対象として、身体の構造(体格, 身体組成, 骨強度)と機能(無酸素パワー, 有酸素パワー)を評価するとともに、歩数と心拍数の計測によって日常活動量を調査した。その結果、全体の2~3割が身体組成の改善を要すると判定され、半数近くの者が無酸素パワーが劣り、踵骨の強度が同年齢の標準値を下回っていた。また、日常活動量は少ない傾向にあった。そこで、97年度生58名と98年度生97名を対象に、12週間に渡って定期的な運動実践の機会を提供し、身体組成や体力がどの程度改善し得るかを検討したところ、週一回の体育実技参加群では体力のみが向上し、さらに積極的な運動実践(週1~2回の筋力トレーニングと自転車駆動)を行った群では、身体組成と体力に加え、血液性状にも改善効果が認められた。本研究の結果から、看護職者を目指す学生にとって日常生活の中に定期的な運動習慣(特に筋力トレーニング)を取り入れることの重要性が示唆された。

【キーワード】看護大学生, 身体組成, 体力, 日常活動量 運動習慣

I 緒言

高齢化の急速な進行や複雑化する社会環境の中で保健・医療・福祉の充実が叫ばれ、人々の多様な健康問題に対応できる能力を有する看護者の育成が強く求められている。但し、看護の仕事は座業と違って、長時間の立位姿勢や物の運搬作業のほか、他者の身体を支えたり、体位変換を行ったりといった身体的負担の大きいものが多い上、不規則な勤務時間や必要に駆られた超過勤務を強いられる職種でもある。しかも従事者の大多数が体格・体力面で男性に及ばない女性で占められていることを考えればなおさら、看護職に従事することで自らの健康を害したり、ストレス過多に陥ったりしないだけの基礎体力を、若いうちから十分身につけておくことが重要だと考えられる。

しかしながら、将来看護職に従事することを目的として看護大学に入学してきた学生が、果たして看護の仕事を担当し得るだけの健康で体力に余裕のある身

体を持ち合わせているかどうかは疑わしい。現代の青少年は飽食の時代に生まれ、過食や偏食が多い一方、幼い頃から遊びを含む身体活動の機会が大幅に削減された環境で育ってきており、筋骨格系の十分な発達が促されず、脆弱な身体を形成していることが指摘されている¹⁾。特に最近の若い女性は、運動不足と痩せ願望により細身に華奢な身体をしている者が目立ち、将来看護の担い手となっていけるかどうか危ぶまれるような身体つきの看護大学生も希ではない。

本研究の目的は、第一に、将来看護職者を目指す看護大学生の身体の構造と機能、ならびに日常活動量の実態を明らかにすること、そして第二に、大学の中で定期的な運動習慣を持つ機会を提供することによって、看護大学生の身体の構造や機能がどの程度改善しうるかを検討することであった。

II 方 法

1. 看護大学生の身体の構造と機能の実態調査

(1) 対象者

すべての測定・調査対象は、1997年度と1998年度の本学入学生であった。当該年度入学者のうち、性・年齢の異なる少数集団であった男子および社会人入学者を除いた、年齢18～20歳の女子全員について、入学後1ヶ月以内に体格、身体組成、体力の測定評価を行った。測定対象者数は、1997年度入学生（以下97G）が94名、1998年度入学生（以下98G）が97名、合計191名であった。そして、各年度生のおよそ6～9割の学生（97G：58名、98G：85名）を対象に、骨強度の測定と日常活動量の調査を行った。

(2) 体格、身体組成、体力の測定

① 体格

身長と体重の測定値から体格指数；BMI（Body Mass index； $\text{体重}/\text{身長}^2$ ）を算出した。

② 身体組成

空気置換法による体脂肪測定装置，LMI社製BOD POD MAB-1000（写真）を用いて身体密度を測定し，Brožekの式²⁾から体脂肪率（%fat）及び除脂肪量（Lean Body Mass；LBM）を推定した。

体脂肪測定装置（空気置換法）
（LMI社製BOD POD MAB-1000）



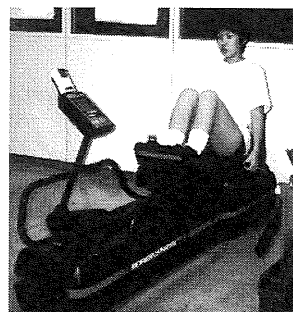
③ 体力

体力は、異なるエネルギー供給系を動員して遂行される運動時の発揮パワー、すなわち無酸素性パワーと有酸素性パワーを評価した。無酸

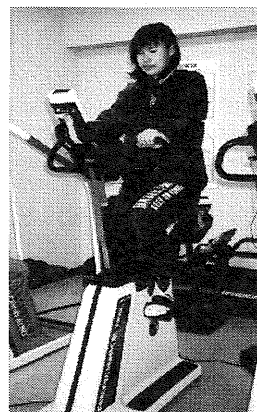
素性パワーは、コンビ社製 Anaeropress 3500

（写真）を用いて脚伸展パワーを測定した。この測定器³⁾は、座位姿勢でフットプレートに足関節を固定し、膝関節を屈曲させた状態から全力で素速くプレートを前方へ蹴り出すという動作を行ったときの最大パワーを検出するというものである。フットプレートには自己の体重に相当する負荷抵抗が電磁ブレーキによってかかるようになっている。つまり、自分の体重を動かすのに脚がどれだけ大きなパワーを発揮できるかが評価される。一方、有酸素性パワーは、COMBI社製 Aerobike 75XL（写真），EZ201を用いて、ランプ負荷法による最大下漸増負荷テストにより $\text{PWC}_{75\%HR_{\max}}$ ⁴⁾を測定することで評価した。測定結果は、それぞれ性・年齢別評価表に基づき、A（非常に優れている）～F（かなり劣る）の6段階に分類評価した。

無酸素性パワー測定装置
（脚伸展パワー）
（COMBI社製 Anaeropress 3500）



有酸素性パワー測定装置
（ $\text{PWC}_{75\%HR_{\max}}$ ）
（COMBI社製 Aerobike 75XL）

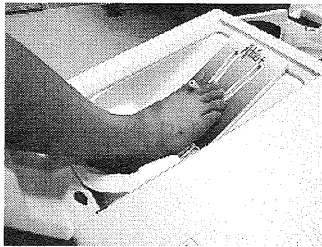


(3) 骨強度の測定

超音波による骨強度測定装置、LUNAR社製 Achilles A-1000 plus (写真) を用いて、踵骨の STIFFNESS (骨密度を反映する指標) を測定し、性・年齢別の基準に基づいて骨の強度を評価した。

骨強度測定装置 (超音波法)

(踵骨 stiffness)
(LUNAR社製 Achilles A-1000 plus)



(4) 日常活動量の調査

学生の日常生活における身体活動量を知るため、歩数計 (YAMASA社製 DIGI-WALKER EM-180) を測定対象者に貸与し、毎日の歩数を記録してもらった。測定期間は、1998年10~12月の間で長期休暇期間、定期試験期間、実習期間など特別な期間を含まない、平均的な日常生活を送っている一週間を選んだ。外出日は朝自宅を出てから帰宅するまで、外出しない日はその日の活動時間帯全体に渡って歩数計を装着するよう指示した。また、記録用紙に月日と曜日、一日の合計歩数のほか、計測開始時刻と終了時刻を記入してもらい、時間当たりの歩数計算も行った。

更に歩数計測期間中の平日一日について、テレメトリー式腕時計型心拍モニター計 (POLAR社製 ACCUREX PLUS) を用いて、一日の心拍変動を記録した。心拍数のメモリー間隔は一分毎とし、記録時間は歩数の計測時間と一致させた。受信機に保存された心拍データはインターフェースを介してパソコンに転送し、専用の分析ソフトを使って一日の心拍変動のグラフを印刷したものを本人に渡し、心拍変動に対応するその日の活動内容を記入してもらった。

2. 定期的な運動実践効果に関する検討

(1) 対象者と運動の実施時期及び内容

看護大学生にとっての定期的な運動実践効果を

検討するため、97Gと98Gの2学年の学生を対象として、1998年5月から7月にかけてのほぼ同時期に、12週間に渡って表1に示す内容の運動プログラムを提供し、各学年ごとに身体の構造 (体格・身体組成) と機能 (体力) の変化を検討した。対象集団は、1年次前期必修授業である体育実技を履修した98G女子全員 (97名) と、本研究の主旨を理解し、協力することに同意した97G女子58名であった。したがって、98Gのトレーニング頻度は週1日、1回70~90分であったが、97Gには自主的に週2~3日、処方された内容のトレーニング (1回90分程度) を実施するよう指導し、トレーニングを実施した日を記録用紙に記入してもらって実施状況を把握した。

表1 運動実施内容

- 体育実技 (1998年度生97名)
週1回の体育実技;
エアロビックスorテニス
1回70~90分, 12週間
- 自主トレーニング群 (1997年度生58名)
週2~3回の自主トレーニング;
筋力トレーニング (6種目*×8~12RM×2~3 sets,
自転車駆動 (65~75%HRmax強度×20~40分),
*; レッグエクステンション, レッグカール, ベンチプレス, アブドミナル, ローイング, ラテラルレイズ
(ノーチラス社製ウエイトスタック式マシン使用)

(2) 身体の構造と機能の評価方法

① 体格, 身体組成, 体力

上記と同様の方法を用いて、トレーニング開始前と終了後に、体格、身体組成、体力の測定を行った。

② 血液性状

97Gについては、トレーニング期間の前後に血液検査を実施し、血清鉄、血中脂質等の血液性状の変化についても調べた。採血は月経期間中を避け、食後2時間以上経過した空腹時に行った。

3. 統計処理

すべての測定・調査の結果は、対象学年ごとに平均値と標準偏差を求めた。群間の平均値の差の検定は、多群間の場合は分散分析、2群間は student's t-test を用いた。また、項目間の関係については回

本学入学生の身体的特徴が現代の若い女性のほぼ標準的なものだと考えると、この年代の女性の肥満度を身長と体重のみで判定した場合、大部分は見落とされてしまうということになる。

表4 BMIと%fatから見た97-98年度
本学入学生女子における肥満の実態
(網掛け欄が隠れ肥満者に当たる.)

97年度入学生 (N=94)					
BMI		%fat			
24 ≤ (肥満傾向)	11 かつ	30% ≤ (軽度肥満) 7			
		27 ≤, <30% (肥満気味) 2			
<24 (正常または瘦)		83 かつ		30% ≤ (軽度肥満) 7 隠れ肥満率	
				27 ≤, <30% (肥満気味) 13 20/29=69.0%	
計				29 (30.9%)	
98年度入学生 (N=97)					
BMI		%fat			
24 (肥満傾向)	3 かつ	30% ≤ (軽度肥満) 3			
		27 ≤, <30% (肥満気味) 0			
<24 (正常または痩)		94 かつ		0% ≤ (軽度肥満) 6 隠れ肥満率	
				27 ≤, <30% (肥満気味) 14 20/23=87.0%	
計				23 (23.7%)	

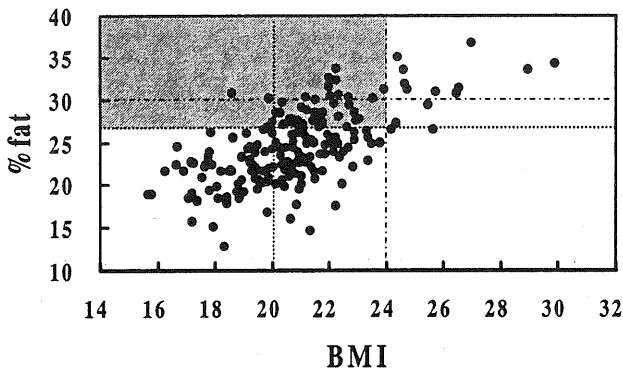


図1 BMIと%fatの分布
網がけした領域に入っている者が
隠れ肥満者に当たる

(2) 体力水準

無酸素パワー及び有酸素パワーの入学年度別の測定結果が図2である。それぞれのパワーの評価表に基づいて「ふつう」以上にあたるA~Dに属する者と「劣っている」とされるE~Fに属する者の比率を表している。入学年度によって、脚伸展パワーの平均値には差がみられなかったが、有酸素パワーは97Gが98Gより有意に優れていた。有酸素パワーについては成績の低い者の割合は全

体の2~3割(97G:17.0%, 98G:33.0%)であったが、無酸素パワー(体重当たり)は両年度とも全体の4割強(97G:44.7%, 98G:43.3%)が劣っていると判定された。なお、両年度とも%fatと体重あたりの脚伸展パワー値との間には有意な負の相関が認められ、肥満度の高い者ほど下肢の筋パワーが劣ることが確認された。近年の若い女性におけるやせ願望と隠れ肥満傾向の進行が、筋量不足による筋パワーの低下につながっているのかもしれない。

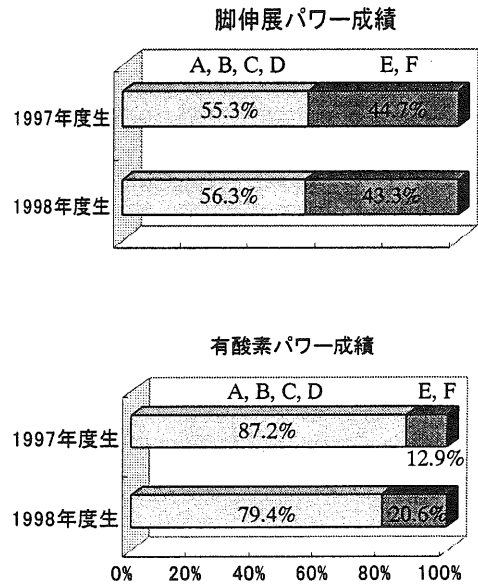


図2 体力測定結果(評価表に基づいた成績の比率)

(3) 骨強度

踵骨スティフネスの測定結果について、同年齢の平均値を100%として、それ以上と未滿の値を示した者の比率を表したものが図3である。両年度とも4割強の者が平均値未滿を示した。踵骨は代謝が盛んな海面骨組織でできており、先行研究^{7) 8)}によれば海面骨量のピークは皮質骨よりずっと早く、16~18歳頃であることが示唆されている。そして、骨は一定の閾値を超える力学的ストレスが加わることで形成が促される⁹⁾ことから、体重負荷型の運動を実施している若い女性や競技選手、あるいは筋量や筋力の大きい女性は骨量が高いことが報告されている^{10) 11) 12)}。スティフネス値は骨量や骨密度と一致するものではないが、女子中高生を対象に本研究と同じ装置で踵骨の強度を測定した最近の調査¹³⁾でも、骨強度と日常の運動習慣

との間に関連性が認められている。本研究においても、踵骨スティフネス値はLBM及び脚伸展パワーと有意な正の相関を示し（図4）、筋量や筋パワーが高値を示す者は踵骨の強度が高い傾向にあることが分かった。このことから、骨の強度を高め、将来の粗鬆化を遅らせるためには若い時期から筋量や筋パワー（特に脚のパワー）を十分に蓄えておくことが有効であり、骨強度の低かった学生に対しては、適度な力学的ストレスのかかる運動の実践が、改善策の一つとして勧められよう。

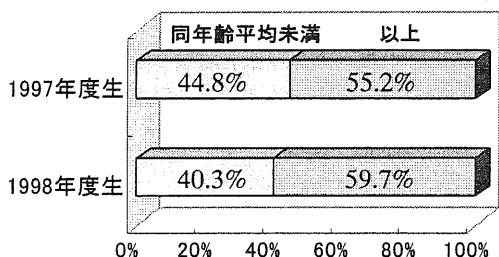


図3 踵骨スティフネス値の測定結果

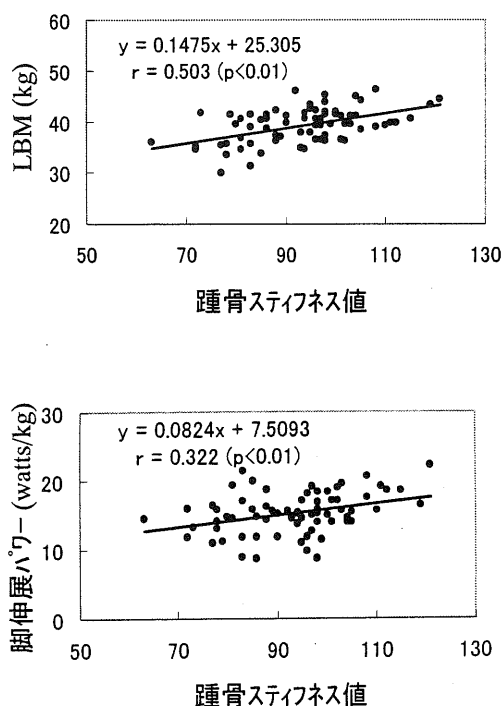


図4 踵骨スティフネス値と除脂肪量(LBM), 脚伸展パワーとの相関関係

(4) 日常活動量

本学学生の平均的な一週間の歩数について計測した結果を学年別に示す（図5）。左側は一日当たりの歩数の合計、右側はそれを歩数計装着時間で除した一分当たりの歩数で、それぞれ曜日別の平均値と標準偏差を示している（表には最大値と最小値も記載）。一週間を通しての一日当たり平均歩数は、97Gが6755.4±2106.1歩、98Gが6286.7±2227.8歩であり、国民栄養調査による性・年齢階級別一日当たりの平均歩数の値7134歩（20歳代女子の平均）⁶⁾を下回っていた。一分当たりになると、97Gは9.2±2.9歩、98Gは9.1±2.7歩と、両学年とも一分間に歩く量の平均は10歩に満たなかった。曜日による特徴を見ると、両学年とも土曜と日曜の歩数のバラツキが大きかったが、これは授業のない週末は個人によって過ごし方に差があるためであろう。分散分析により曜日による平均歩数の差を検定したところ、両学年とも一日当たり歩数、一分当たり歩数に、曜日によって有意差が認められた。両学年とも月曜と木曜の平均歩数が少ない傾向にあり、97Gは水曜、98Gは金曜の歩数が最も多かった。測定期間における学年は98Gが1年生、97Gは2年生であり、金曜は1年生の体育実技開講日であったために平均歩数が多かったのであろう。これに対し、体育実技の授業のない2年生は、授業が組まれていない水曜の午後を活動的に過ごしている者が多かったせいで、バラツキは大きい相対的に平均歩数が多くなっていたのかもしれない。また、水曜の午後に希望者対象に開かれているエアロビックダンスに参加している者がいることも、平均歩数の増加に関係している可能性がある。

そこで一日の活動量を、歩数だけでなく、心拍応答からも調査した結果の例が図5である。学生AとBのデータは受講科目がすべて講義だった同一日のものである。日中の活動内容は全く同じで、通学手段だけが自転車と車の違いがあるだけである。歩数計は腰部に装着するので、自転車駆動中の脚の動きは歩数としてカウントされない。そのため、一日の合計歩数には両者の差はなく、3000歩足らずときわめて少ない。しかし、通学途中の心拍数には大きな差が認められる。すなわち、車

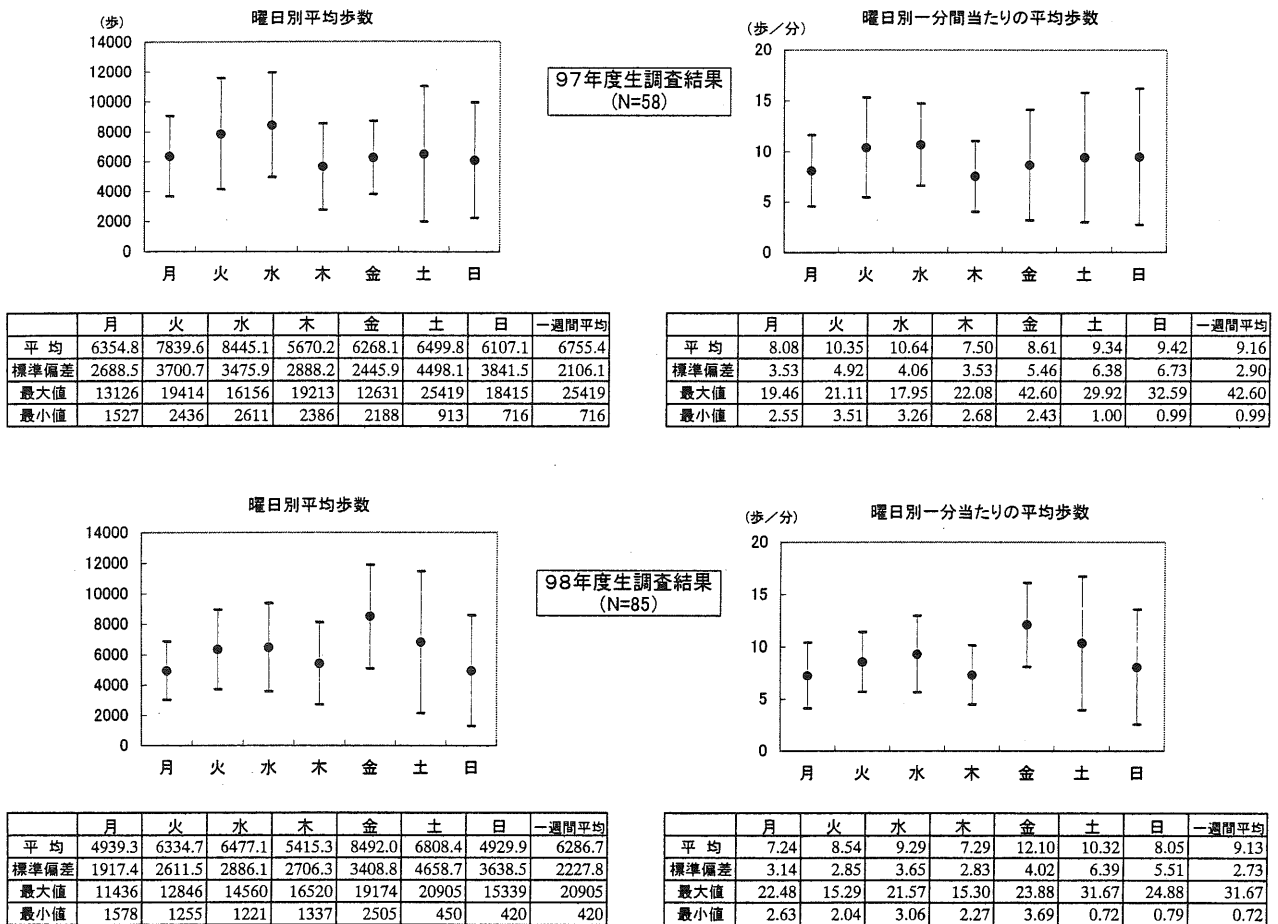


図5 本学学生の平均的な一週間の歩数調査結果

通学者では一日を通じて心拍数は130拍/分以下に留まっていたが、自転車通学者はそれよりずっと高い心拍数に達している時があり、160拍/分を越えている瞬間（登校時）もあった。つまり、講義形式の授業しかない日の本学学生の一日の活動量はかなり少なく、自転車での通学が唯一、身体活動水準を高める行動になっていることがわかった。一方、学生Cのデータは体育実技のあった日のものである。体育の授業中の継続的な心拍数亢進により、A、Bと比べて明らかに高い心拍数を示す時間が長い。通学は自転車を使っているが、体育実技中の心拍亢進時間の方がそれを上回っている。そして、一日の歩数にもそれが反映して、講義しかなかった日に計測したAとBの歩数の2倍以上の7000歩近くにまで達している。自転車駆動が歩数に反映されていないので、それを加味すれば、国民栄養調査の同年代女子の平均歩数を上

回っているであろう。

これらの結果から、本学学生の日常活動量は、大学の立地条件や施設環境などの影響もあって、体育実技のある日を除き、概してかなり少ない傾向にあると考えられる。したがって、看護職に従事していけるだけの基礎体力を養うには、学生自身としては自転車や徒歩などの通学手段を使う、学内ではできるだけエレベーターなどを使わずにまめに歩くようにする、空き時間や放課後を利用して身体を動かす、といった意識行動をとって、日頃から活動量を増やすことを心がけるべきであろうし、大学側としても学生に対し、在学期間を通して定期的な身体活動の機会を課内・課外の活動や行事の中で保証していく必要があるだろう。

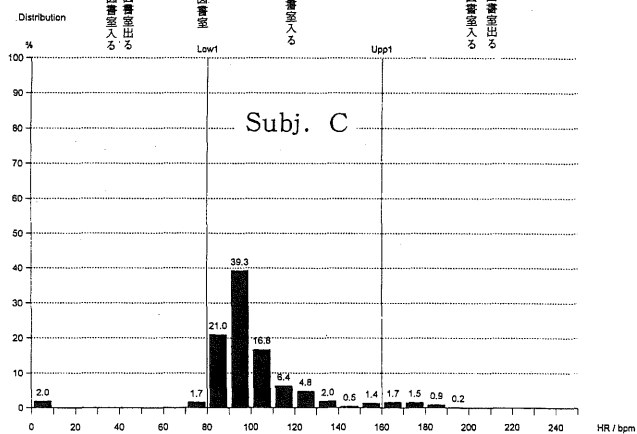
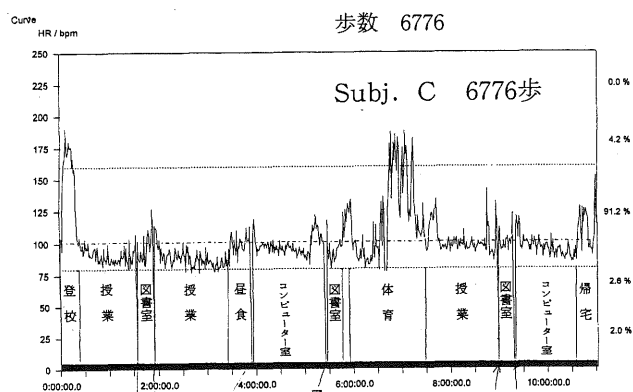
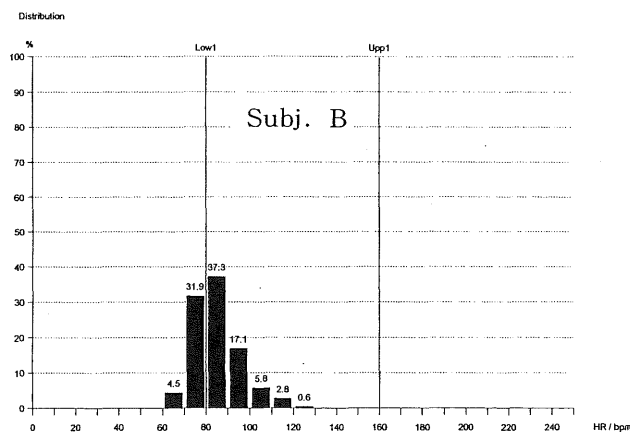
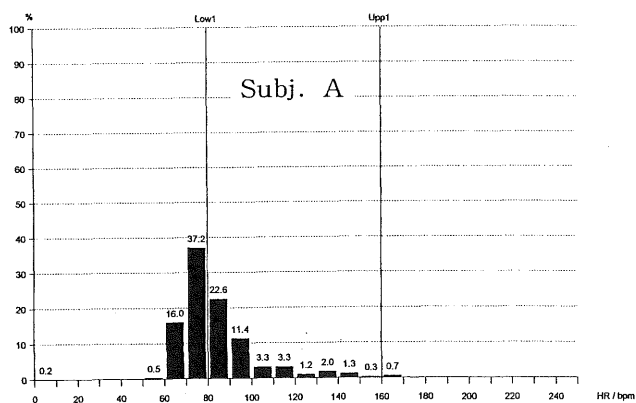
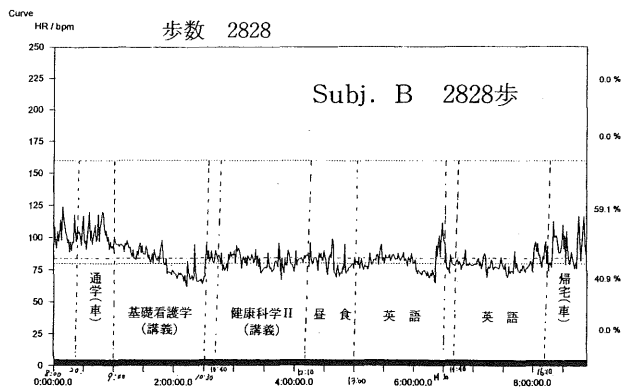
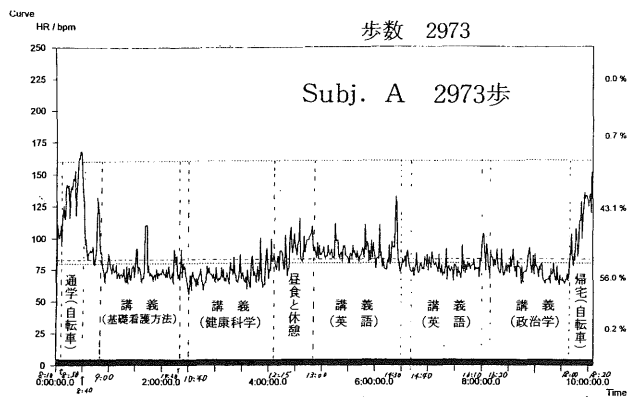


図6 本学学生の一日の心拍変動の事例

2. 定期的な運動実践効果に関する検討

(1) 運動実施状況

98Gの体育実技履修者女子全員（社会人を除く）97名と、97Gのうち研究への協力に同意した58名が、ほぼ同時期に12週間に渡って定期的に運動を実践した。98Gは体育実技への参加のみであったため、運動実施頻度は週1日であった。97Gの運動実施状況はやや個人差があったものの、平均すると週1～2日の頻度で実施していた。トレーニング回数個人差によるトレーニング効果の明らかな違いは見られなかった。

(2) 体格・身体組成・体力の変化

表5に、定期的な運動実践前後の体格、身体組成、体力、血液性状の測定結果を学年別に示した。週1回の体育実技に参加した群においては、12週間後にパワー出力が有意に向上したが、体重や体脂肪の変化はなかった。これに対し、筋力トレーニングと自転車駆動を組み合わせた運動プログラムを週1回以上積極的に実施した群では、初期値がそもそも高かった有酸素パワーを除くすべての測定項目に有意な改善が認められた。

アメリカスポーツ医学会では、一般成人の呼吸循環機の維持向上のためには週3～5日、筋機能の維持向上には週2～3日の頻度で運動を実施すべき¹⁴⁾であり、減量を図るには毎日300kcal以上消費するような運動を実践することが必要である¹⁵⁾としている。今回、98Gにおいて減量あるいは身体組成改善効果が認められなかったのは、トレーニング頻度が少なく、運動によるエネルギー消費量が体脂肪減少をもたらすには不足していたためと考えられる。一方、週1日でも身体の機能には向上効果が認められたことは、トレーニング開始時点での初期値が低い者ほどトレーニング効果が現れやすいことと、身体の構造の変化を来す前に機能の方が環境に適応するという、トレーニングの原則に当てはまっていたためではないかと推察される。

(3) 血液性状

自主トレーニング群である97G対象に実施した血液分析の結果、トレーニング後に有意なヘモグロビン値の増加、総コレステロールの減少、HDLコレステロールの増加が認められた（表5）。

表5 定期的な運動実践の効果

	97年度生(自主トレーニング群)	96年度生(体育実技群)
体重(kg)	54.2±7.5 ↘ 52.9±7.4*	51.8±5.6 51.9±5.7
%fat	26.1±4.6 ↘ 25.3±5.0*	24.4±3.6 24.2±3.9
脚伸張パワー (watts/kg)	16.5±3.0 ↗ 17.8±3.2*	13.9±2.9 ↗ 15.0±3.1*
有酸素パワー (watts)	109.8±21.2 112.5±20.4	92.1±16.0 ↗ 97.4±15.0*
血液性状…97年度生のみ		
ヘモグロビン値	12.0±0.8 ↗ 12.9±0.8*	*;有意に改善効果あり
T-コレステロール	174.3±33.3 ↘ 162.6±26.1*	
HDLコレステロール	60.2±12.3 ↗ 63.6±12.9*	

このことから、週1～2日程度筋力トレーニングと有酸素性運動を組み合わせた運動習慣を取り入れることによって、若い女性では身体組成と体力要素だけでなく、血液性状にも改善効果があることが確認された。

動脈硬化は10代から既に始まるとされ¹⁶⁾、近年は若い年齢層においても高脂血症などの生活習慣病に罹っている例がみられることや、若い女性には鉄欠乏性貧血が多いことを考えると、生活の中に運動習慣を取り入れることは、単にスタイルをよくしたり運動能力を高めるためといったことに留まらず、健康状態を良好に保つ上でも非常に重要といえよう。

IV まとめ

本研究の結果、以下の点が明らかとなった。

- ① 肥瘦度をBMIに基づいて判定すると、肥満傾向とされる者は全体の1割程度に留まっていたが、体脂肪率を測定してみると約2～3割の学生が肥満傾向にあった。すなわち、体重が重いのではなく筋や骨の量が少ないために体重に占める脂肪量が相対的に多くなっている、いわゆる隠れ肥満と呼ばれる者が肥満傾向の者の7～8割を占めていた。このことは、筋量を増加させることで身体組成を改善する必要のある者が多いことを示している。
- ② 全体の半数近くの者が、無酸素性パワーが劣っており、踵骨スティフネス値が同年齢の平均値を下回っていた。そして、無酸素パワーは%fatと負の相関があり、骨強度はLBM及び脚伸張パワーと正の相

関を示したことから、若い時期から筋量や筋パワー（特に脚のパワー）を十分備えておくことが望ましく、そのためには定期的な運動実践が不可欠であるといえる。

- ③ 本学学生の日常活動量を、歩数と心拍数を計測することにより評価したところ、体育実技開講日以外の身体活動水準はかなり低い傾向にあることが窺えた。将来、看護職に従事していけるだけの基礎体力を養うためにも、学生自身と大学側の両者に、学生生活における身体活動量を増やす努力が必要であると考えられた。
- ④ 運動不足がちな一般女子大学生においては、週1日でも定期的な運動習慣を継続することで、パワー出力のような身体の機能面（体力）を向上させることはできるが、身体組成の改善は期待できないと考えられた。体力だけでなく、身体組成や血液性状の改善をはかろうとするならば、筋力トレーニングを含む運動を週1日を上回る頻度で習慣化することが勧められる。

附 記

本研究は、平成9～11年度文部省科学研究費補助金（基盤研究C 課題番号09680089）及び平成9～11年度三重県立看護大学学長特別研究費（研究課題名：青年期の女性の健康問題に関する縦断的研究）の補助を受けて行われ、その成果の一部は日本体育学会第49回大会（1998.10）、International Society of Biomechanics X VIIth Congress（1999.8）、日本運動生理学会第7回大会（1999.10）にて発表され、Advances in Exercise and Sports Physiology 誌第5巻（1999）に掲載された。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、多大なるご尽力とご指導を賜りました本学村嶋正幸教授、村本淳子教授、母性看護学講座ならびに地域看護学講座の先生方に、深く感謝致しますと共に、長期間に渡る種々の測定・調査にご協力下さった本学学生の皆様に対し、心よりお礼申し上げます。

（本論は執筆依頼論文である）

参考文献

- 1) 宮下充正, 子どものからだ 科学的な体力づくり, pp. 2-10, 東京大学出版会, 東京, 1985.
- 2) Brožek, J., et al.: Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions, Ann. N.Y. Acad. Sci., 110, 113-140, 1963.
- 3) 伊藤正男, 他: 日常経験する負荷様式に近い脚伸展パワー測定器の開発, Jpn. J. Sports Sci. 11, 742-746, 1992.
- 4) 宮下充正, 他: PWC_{75%HRmax}の全身持久力の評価尺度としての妥当性の検討, Jpn. J. Sports Sci. 3, 559-562, 1984.
- 5) 福永哲夫, 金久博昭: 日本人の体肢組成, pp.22-24, 1990.
- 6) 財厚生統計協会: 国民衛生の動向 1999年, p.472, 1999.
- 7) McCormic, D.P., et al.: Spinal bone mineral density in 335 normal and obese children and adolescents: Evidence for ethnic and sex difference, J. Bone Miner. Res., 6, 507-513, 1991.
- 8) Theintz G., et al.: Longitudinal monitoring of bone mass accumulation in healthy adolescents: Evidence for a marked reduction after 16 years of age at the levels of lumbar spine and femoral neck in female subjects, J. Clin. Endocrinol. Metab., 75, 1060-1065, 1992.
- 9) American College of Sports Medicine: ACSM position stand on osteoporosis and exercise, Med. Sci. Sports Exerc., 27(4), i-vii, 1995.
- 10) Jacobsen, P.C. et al.: Bone density in women: College athletes and older athletic women, J. Orthop. Res., 2, 328-332, 1984.
- 11) Heinirich, C.H., et al.: Bone mineral content of cyclically menstruating female resistance and endurance trained athletes, Med. Sci. Sports Exerc., 22, 558-563, 1990.
- 12) Pocock, N., et al.: Muscle strength, physical fitness and weight but not age predict femoral neck bone mass, J. Bone Miner. Res., 4, 441-446, 1989.

- 13) 野井真吾, 他: 女子中高生の骨強度の特徴とその要因に関する検討, 体力科学4(9), 513-522, 2000.
- 14) American College of Sports Medicine: The recommended quantity and quality of exercise for developing cardio-respiratory and muscle fitness in healthy adults. Med. Sci. Sports Exerc., 22, 265-274, 1990.
- 15) アメリカスポーツ医学会編 日本体力医学会体力科学編集委員会監訳: 運動処方指針 原著第5版, p.165, 南江堂, 東京, 1997.
- 16) 小沢治夫, 西端 泉: フィットネス基礎理論 (改訂版), p.13, (社)日本エアロビックフィットネス協会, 東京, 1999.