

女性の体力Ⅱ

— 体脂肪量・有酸素能力・骨強度の変化と分析 —

Female Physical Endurance (Ⅱ)

An Analysis of Change in the Fat, the Aerobic Power and the Bone Mineral Density

(1992年4月8日受理)

荒木タミ子 谷本 満江
Tamiko Araki Michie Tanimoto

Key words: 体脂肪量, 有酸素能力, 骨強度

はじめに

人間において体力の男女差が顕著になるのは、思春期の後半である。中学生の終り頃には、女子は全般的に体力の発育に停滞が現れるのに反し、男子の体力はむしろ急増し、男女差が顕著になり、筋肉にもっとも著明に示されている。男女の性ホルモンの作用の違いが男女差の生ずる原因である。男性ホルモンは筋肉・骨の発育を促進し、女性ホルモンは骨端部の早期閉鎖をおこさせる作用があり、身長伸びを抑制したり、子宮内膜に胎児の着床とその後の栄養の準備のために必要な変化をおこさせたりする。また、年齢を加えるごとにますます体全体を動かすことが減ってくる。この運動量の減少は、体脂肪を増やし、筋肉を弱らせ活力まで低下させる。老化という現象は、20～25才を境としてはじまると言われている。運動遂行にかかわる身体諸機能は、年に約1%の割合で衰えていくので30才前後までの衰えはほんのわずかで、ほとんど意識されない。40才で若い時の30%、50才で70%というように運動遂行能力は、かなり衰えるため身体多方面が老化のはじまりと同時に自覚されるようになる。

しかし、医療技術の発達によって、出生率と死亡率が低下し平均寿命が大幅に延長してきた。成人病、高血圧性疾患、精神障害などの受療率が急増の傾向にあるが、日常生活におけるライフスタイルに大きく影響されると思われる。

今研究は、有酸素能力、骨強度、脂肪量に対する経年変化と同時に運動量、栄養、食事チェックを試みた2・3の知見を得たのでここに報告する。

実験方法

1. 研究対象

被験者は、本短期大学1990年入学、生活学科生活教養専攻(4名)、幼児教育科(5名)の計9名の健全な女子学生である。

2. 測定時期

換気性閾値(VT)及びX線骨密度の測定については、1年間隔をおき2回行った。第1回目は1991年2～3月、2回目は1992年2月に測定を行った。第2回目の測定後、7日間万歩計を用いて歩

数を記録し、その間の24時間は心拍数の連続測定を実施し、同時に行動調査を行った。

3. 測定方法

換気性閾値 (VT) の測定のために、運動負荷試験を実施した。運動負荷は、ロード社製自転車エルゴメーターを用いて3分間の無負荷ペダリングした。その後一定の割合で連続的に負荷を漸増するランプ負荷法を用い、毎分10Watt ずつ増加した。酸素摂取量 (Oxygen intake; VO_2) はセンサーメディアクス社製 MMC440tc で連続的に測定し、心電図及び心拍数 (Heart Rate; HR) は日本光電社製 STS-8100 で連続的に測定した。血圧は日本コーリン社製 STBP-780 を用いて3分毎に測定した。同時に運動歴、1年間の運動量、食事嗜好について申告させた。

VT の判定法は、運動中の呼気ガスをセンサーメディアクス社製 MMC440tc を用いて breath by breath で連続的に測定し、測定した呼気ガス変量を15秒ごとに積算して、Wasserman の基準に基づいて、総合的に判定した。

X線骨密度の測定は、米国ルナー社製 X線骨密度測定装置モデル:DPX を用い、測定部位は全身骨 (ボディ・コンポジション)、測定モード②、測定時間は20分で行った。

歩数の測定は万歩計を用いて起床時から就寝時までの歩数と行動内容を毎日記録し、計7日間測定した。

心拍数の連続測定は、携帯用連続心拍数計測記憶装置を使用し、被験者に入浴直後装着させ、翌日の入浴直前の24時間を連続して記録した。その結果を解析器を用いて1分毎に算出し、毎分心拍数とした。同時に行動を心拍数計測記憶装置のタイマースタートから24時間、被験者本人に記録させた。

実験結果

1. 体脂肪について

1) 体格と体脂肪の部位の割合

図1は1991年 (TEST 1), 1992年 (TEST 2), における体格 (STANDING HEIGHT, BODY WEIGHT) と、体脂肪の部位 (TOTAL BODY, ARMS, LEGS, TRUNK) の割合を示している。被検者は9名である。全体で見るとYOはTEST 1よりTEST 2の方が体脂肪率 (% Fat) ARMS 以外すべて増大していた。ASはTEST 1とTEST 2で変化がみられなかった。TEST 1よりTEST 2でかなり減少傾向にあるのはKSで他は大体同じ傾向にあった。体脂肪の部位においては、他の部位よりARMSの% Fatの減少が全体的に多くみられたが有意な差は認められなかった。

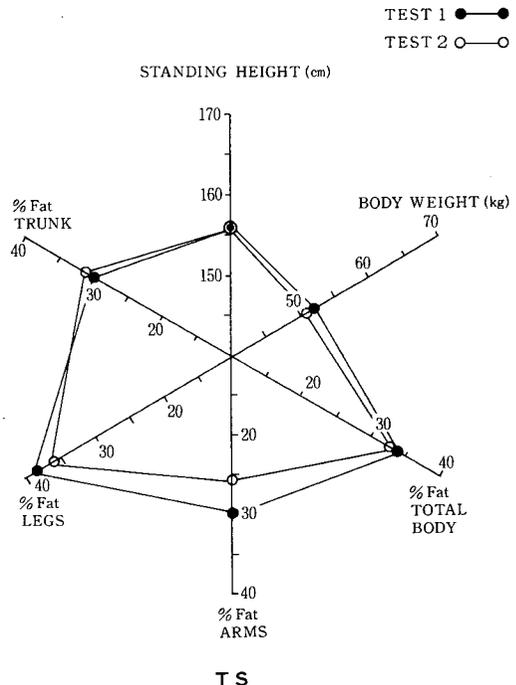
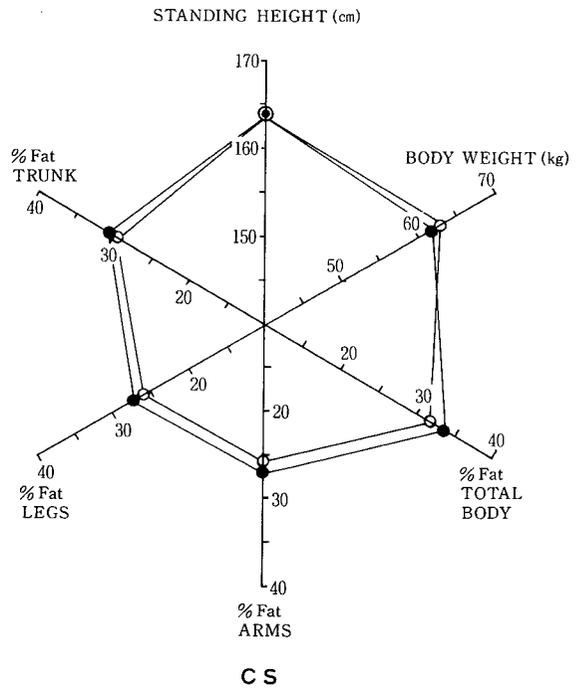
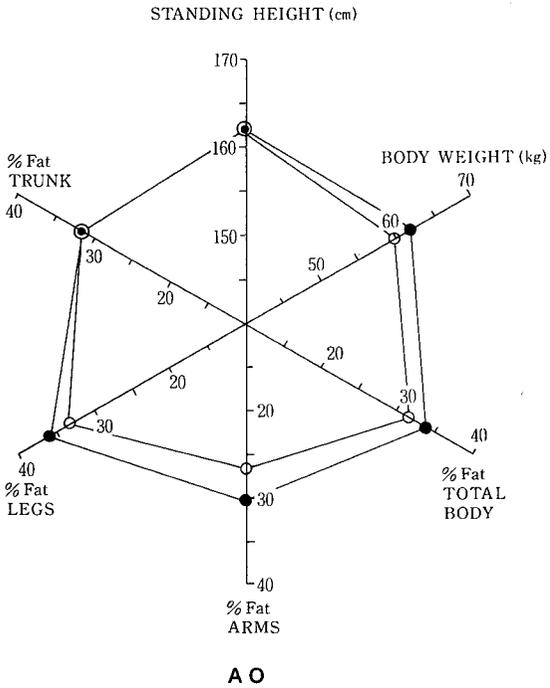
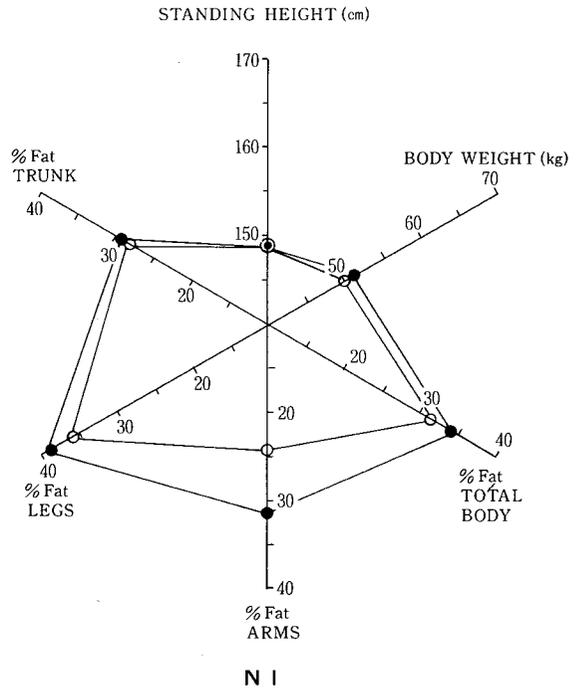
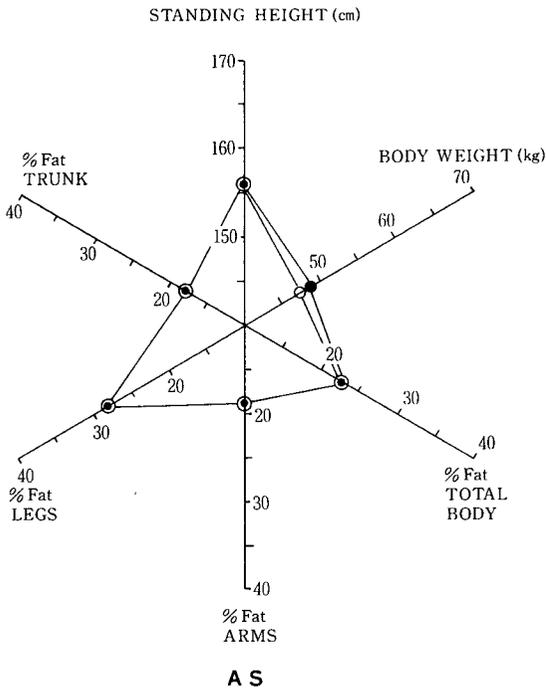


図1 体格と体脂肪の部位の割合



2) 食事嗜好について

表1は食事栄養チェックの割合を示している。被検者の日常における食事嗜好についてアンケート調査を行った。その結果、YES解答20%以上の項目をみると、やけ食いなどをして、調子が悪くなることがあるが22%、便秘して、おなかがはって苦しいことがある項目が33%だった。又、スナック菓子を食べ始めると、つい止まらなくなるが56%、甘いものを一度にたくさん食べることがあるが78%とカロリー超過の原因となる項目がかなり高いパーセントを示していた。牛乳・乳製品を1日合計2本(個)とっていないが78%、いも類を週3回以上食べていない項目が67%、豆製品を週3回以上食べていない、生野菜サラダを毎日食べていない、焼鳥のレバーはおいしく食べられない項目が56%、海草類を週3回以上食べていないが44%、魚やえび、貝類を週3回以上食べていない、色の濃い野菜を毎日食べていない項目が33%となっており、不足がちな栄養食品項目がそれぞれ高い値を示していた。

表1 食事栄養チェックの割合

項目	はい(%)	いいえ(%)
便秘しておなかがはって苦しいことがよくある	33	67
やけ食いなどして調子が悪くなることがよくある	22	78
スナック菓子を食べ始めるとつい止まらなくなる	56	44
甘いものを一度にたくさん食べることがある	78	22
牛乳・乳製品を1日合計2本(個)はとっていない	22	78
魚やえび、貝類を、週3回以上食べている	67	33
納豆・豆腐など豆製品を週3回以上食べている	44	56
色の濃い野菜を毎日どれかは食べている	67	33
生野菜のサラダを毎日食べている	44	56
じゃがいも・里芋など芋類を週3回以上食べている	33	67
のり・わかめなど海草を週3回以上食べている	56	44
焼鳥のレバーはおいしく食べられる	44	56

2. % Fat と Leam の関係

表1は脂肪量と除脂肪量(Leam)についてである。% FatがTEST 1よりTEST 2の方が減少しLeamが増している者は、NIとCSで他者は両方減少しているか、または% Fatが増大しLeamが減少していた。全体的に% Fatは減少しているが有意な差はなかった。

表2 脂肪量と除脂肪量の測定値

被検者	TEST 1			TEST 2		
	脂肪量		除脂肪量	脂肪量		除脂肪量
	Fat (g)	% Fat (%)	Leam (g)	Fat (g)	% Fat (%)	Leam (g)
T S	16787	33.6	33123	16254	32.9	33079
K S	22027	36.4	38443	16248	29.9	38121
K T	16716	32.2	35277	15953	31.4	34860
Y O	8444	20.3	33255	9511	22.0	33727
A K	18623	31.9	39675	18012	32.5	37400
A S	10490	22.7	35730	10349	22.8	35077
N I	16901	34.3	32425	15465	32.1	32709
A O	20115	33.8	39460	18706	32.3	39161
C S	20022	33.6	39537	19463	32.3	40838

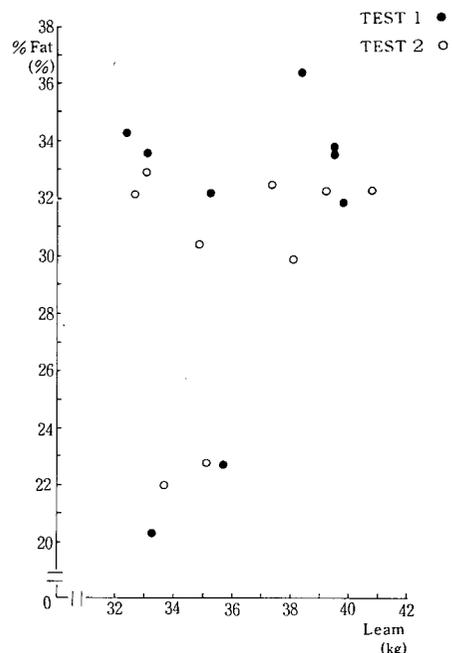


図2 % Fat と Leam の相関図

図2は% Fat と Leam の関係を示している。それぞれ TEST 1, TEST 2 において, % Fat と Leam の測定値の相関係数は有意性が認められなかった。

3. 運動強度と持続能力について

表3は運動強度と持続能力についてである。図3は仕事量およびVO₂についての相関図である。

表3 運動強度と持続能力の測定値

被検者	換気性閾値 (VT)							
	TEST 1				TEST 2			
	負荷時間 (分'秒)	仕事量 (Watt)	VO ₂ /kg (ml/kg/分)	Mets	負荷時間 (分'秒)	仕事量 (Watt)	VO ₂ /kg (ml/kg/分)	Mets
T S	9'00	90	19.4	5.5	8'15	79	16.5	4.7
K S	8'15	75	20.4	5.8	9'15	94	21.1	6.0
K T	8'30	83	18.0	5.1	7'30	68	16.2	4.6
Y O	9'15	94	24.0	6.9	8'00	75	17.0	4.9
A K	9'00	90	16.5	4.7	8'15	79	14.3	4.1
A S	7'30	68	15.7	4.5	7'15	64	14.7	4.2
N I	7'45	72	14.9	4.3	7'30	68	12.0	3.4
A O	9'30	98	18.2	5.2	9'15	94	15.6	4.5
C S	7'30	68	12.1	3.5	8'00	75	12.0	3.4

注) Mets = $\frac{\text{運動時代謝}}{\text{安静時代謝}}$

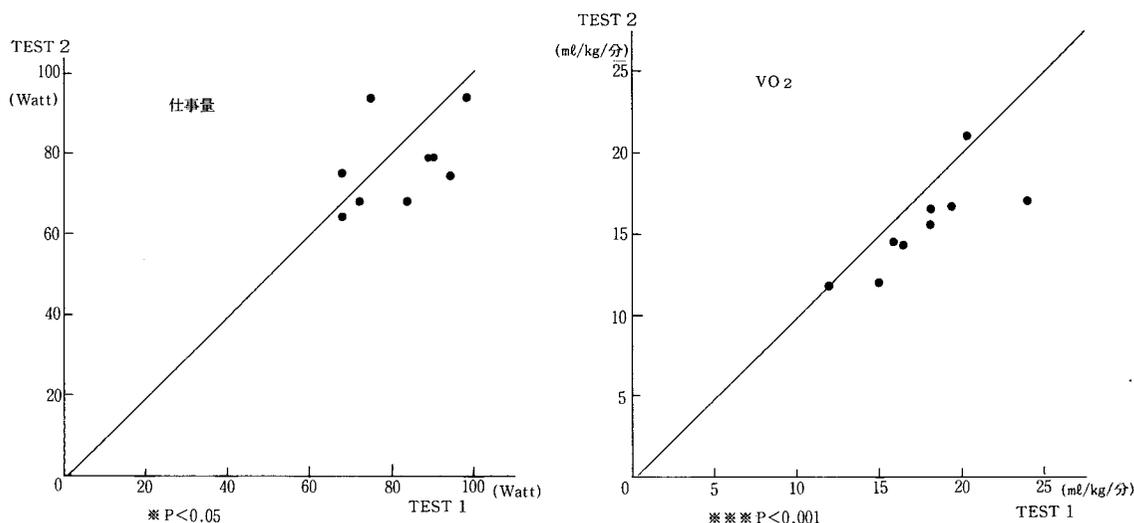


図3 仕事量およびVO₂の相関図

表3のTEST 1において負荷時間, 仕事量でAOの測定値が一番大であるが, 持久性を示すVO₂, Mets (運動強度の評価法)はYOが大であった。TEST 2においては, 負荷時間, 仕事量で同じくAOと, TEST 1ではかなり低かったKSが高く, 又, KSはVO₂, Metsも一番大であった。YOはTEST 1ではVO₂, Metsが大であったのに比し, TEST 2ではかなり低下していた。仕事量および

女性の体力Ⅱ

VO₂ (図3) において, TEST 1 と TEST 2 の間に有意な相関関係が認められ, 仕事量に比べて VO₂ の方が相関が高かった.

4. VO₂ と Leam の関連性について

図4はVO₂とLeamの関連性をみた相関図である. VO₂とLeamとの関連性はTEST 1, TEST 2ともに有意な相関関係は認められなかった. LeamはTEST 1とTEST 2を比較してあまり減少はみられなかったが, VO₂においては減少傾向にあるが有意差はみられなかった.

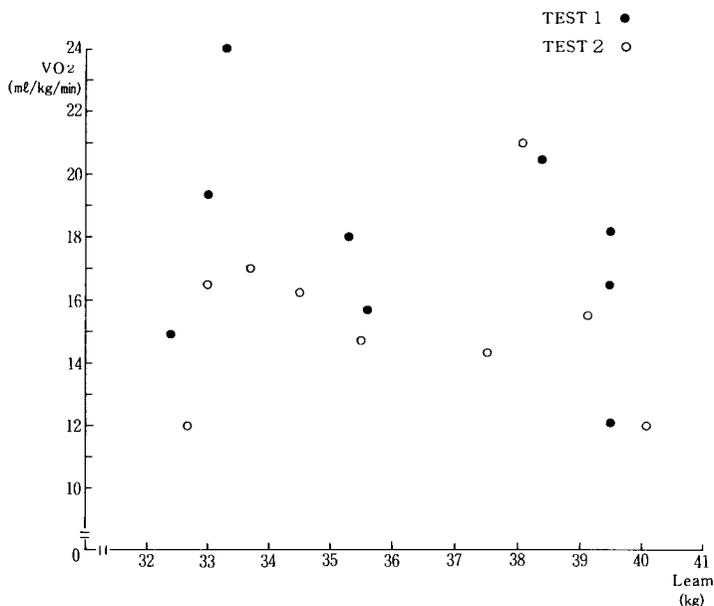


図4 VO₂とLeamの相関図

5. 骨強度について

表4は骨強度をみるための骨密度・骨塩量・骨カルシウム量・% Young Adultの比較である. 骨密度において, YO・AS・MIの測定値が, 日本人20~40才との比較である% Young Adult値の100よりもそれぞれ96・97・94と低かった. CSは% Young Adult値が112と高かった.

表4 骨強度の測定値

被検者	TEST 1			TEST 2			% Young Adult
	骨密度 BMD (g/cm ³)	骨塩量 BMC (g)	骨カルシウム量 TBCa (g)	骨密度 BMD (g/cm ³)	骨塩量 BMC (g)	骨カルシウム量 TBCa (g)	
T S	1.096	2177	827	1.090	2170	825	101
K S	1.114	2435	925	1.133	2365	899	105
K T	1.194	2439	927	1.179	2434	925	109
Y O	1.053	1903	723	1.038	1857	706	96
A K	1.178	2638	1002	1.181	2668	1014	109
A S	1.058	2066	785	1.049	2042	776	97
N I	1.033	1929	733	1.022	1909	725	94
A O	1.135	2492	947	1.130	2454	933	104
C S	1.223	2874	1092	1.214	2795	1062	112

考 察

身体にみられる男女の差は、成熟期が訪れるまではあまりない。男子は成熟期を迎えると一挙に成長するのに比べ、女子の伸び率は初潮が始まる頃に減退しはじまる。成人男女の差の特徴は思春期に生じ骨格、乳房、髪、毛包、脂肪、筋組織等の器官に起きるとされる。そして発育加速現象は、男女の体つき、骨格、筋、脂肪の割合を著しく変化させる。つまり、女子は肩幅よりも骨盤が大きくなり、筋や骨格よりも脂肪の増殖が著しくなる。そして脂肪が腰、臀部、胸のあたりに沈着する。

体脂肪率 (% Fat) については、9名の被験者のうち7名は1年前に比し今回は低かった。腕、脚、胴体の部位別にみると % Fat が低くなったグループは、脚よりも腕の脂肪がなくなる傾向があり、% Fat が高くなったグループは胴体に脂肪がつく傾向にあった。除脂肪量については、CS 以外は前回とはほぼ同じ、あるいは低かった。除脂肪量 (Leam) は筋肉と考えられ、脂肪に比べ代謝レベルが高い組織である。又、脂肪細胞については、いったん形成されると一生維持され、細胞数は成熟中の感受性の高い時期に変化しやすいことが明らかである。細胞数は正常であるが、非常に肥大していて成人肥満の特徴でもある正細胞性肥満、脂肪細胞の大きさは正常であるが数が過剰の過多細胞肥満の2つのうち上体の大きいのは前者、下体の大きいのは後者と考えられる。

さらに、今回は運動歴、1年間の運動量、毎日の食事傾向についてチェックした。この1年ジョギング、バドミントンを週2、3回とやや運動量が多目なのは、TS・KS・AS、一年次が大学近辺での下宿生活で2年次が自宅通学のグループがAK・NI・CSである。また2年次になり自転車等を使用せず自家用車に乗り出したグループはOY・KT・AOであった。食事面については、カロリー超過の原因にもなりやすい、甘いもの、スナック菓子類をとっている率が高く、栄養吸収能力は良い傾向だが、不足がちな栄養食品については個人差があった。スタミナやパワーの源となる食品では運動量のあるグループに積極性がみられた。摂取した食物カロリーと消費エネルギーのカロリーのバランスがとれているときは、体重は一定レベルにあるが、KSについては被験者の中で体重減が顕著であったが筋肉と考えられる Leam の量は変わらず脂肪量減のためであった。NI、CSについては、Leam 量がやや多目になっているが下宿生活から自宅通学になり、規則正しい生活プログラム、バランスのよい食生活、通学方法も自転車や徒歩利用となりこれが結果的にプラスの方向づけになったと思われる。つまり日常生活において、身体運動も必要であるが自転車利用や歩くこと、間食を減らし、より健康的なライフスタイルを自分なりに確立することが大切であると考える。

運動不足症の大きな特徴は、心肺機能の低下にあると考える。これはとくに運動時に必要となる酸素運搬系の主役であり、身体活動やトレーニングにより促進され改善される。人間の体力は筋力、敏捷性、持久性が主な構成因子であるが、とくにスタミナと言われている全身持久性は、日常の生活での主体となる体力であり、この全身持久性に貢献するのが心肺機能である。換気性閾値 (VT) で酸素能力をみた。仕事量 (Watt) については、KS・CSが増加、他は減少傾向であるが、とくにYOについての減少が大きかった。酸素摂取量 (VO_2/kg) についてもKSが高いだけで他は全員一年前よりも低く、とくにYOについての落差が大きかった。運動負荷は、スポーツ実施の可否、さらに運動強度を決定するのに必須であり、KSとYOについては日頃の身体活動、そして% Fat の増減が顕著の差となったと考えられる。さらに、最近骨粗しょう症という骨の病気が多いことや、転んだだけで骨に異常が生じていることが多く問題となっている。骨は筋肉によってとり囲まれており、筋肉の多くは骨から起って骨に

女性の体力Ⅱ

付着している。その結果、筋肉の収縮によって骨には力が加わり骨の応力分布が変化する。骨自体の強さの骨密度、骨の量の骨塩量、そして骨カルシウム量についての実態をみた。骨を作るのは30才位がピークで、骨は体内で色々な影響を受けている。運動は当然であるが、その他カルシウム吸収源の食事、ビタミンD吸収の日光、骨への刺激を与える体重、女性ホルモンの関係の年齢等があげられると考える。日本人20～40才までとの比較% Young Adultで100以下は要注意と言われているが、ランダムに選んだ9名の被験者の中、該当者は3名だった。骨の質量はピークを過ぎると、損失率は女性の方が大きく閉経後はとくに高く、健康上の問題となっている。

要するに、幼少年期は身体的には筋や呼吸・循環系よりも神経系の発達の著しい時期で、あそびを通して目的を達成、少年期より青年期にかけての身体運動はあそびからスポーツ活動に移行し、この時期には筋や呼吸、循環系の発達が顕著となる。発育完了以後の、とくに中高年者がスポーツ、レクリエーションを含めた身体活動を行うにあたっては、呼吸・循環機能に刺激を与える種目、つまりエアロビック種目を選択するのが良いと思われる。それは、この時期に持久力の維持、向上が健康を守る上で大切であると考えられるからである。身体中で最も大きな骨格筋群、すなわち大腿を中心に下肢を持続的に動かす運動を生活の中に創り出して実行することが、成人病を予防したり、行動力のある体力をいつまでも維持するポイントであると考えられる。

要 約

本研究は、1991年2月・1992年2月の2回、同じ測定者に対し、体脂肪量・有酸素能力・骨強度について測定し一年後の実態変化を分析し次の様に明らかになった。

1. 除脂肪量（筋肉）はあまり変化はなかった。
2. 体脂肪率は3名が増加、他は同率、減少の傾向だった。
3. 体脂肪を部位別にみると、脂肪増加は胴体に、減少は腕であった。脚の脂肪はあまり変化がなかった。
4. 骨強度では、% Young Adult, 100以下は3名であった。

稿を終るにあたり御指導、御協力いただいた岡山大学鈴木先生、岡山中央病院角田氏、東山氏、万代氏に深く謝意を申し上げます。

文 献

1. 荒木・谷本 : 中国短大紀要第22号 (1991)
2. 宮下充正 訳 : 女性のスポーツ生理学 大修館
3. 小野三嗣 : 健康・体力づくり入門 〃
4. 加藤橘夫 著 : 体力科学からみた健康問題 杏林書院
5. 体育科学センター編 : スポーツによる健康づくり運動カルテ 講談社
6. 橋本 勲 : 基礎・運動栄養学 日本エアロビックフィットネス協会
7. 藤田拓男 : カルシウムの驚異 講談社
8. 日本体育学会編 : 体育の科学 VOI 31, 1981, 1 杏林書院
9. 〃 : 〃 VOI 30, 1980, 11 〃