

中高年齢脊髄損傷者の皮下脂肪厚に及ぼす 車椅子スポーツ活動の影響

広島大学 山崎 昌 廣
(共同研究者) 同 江原 喜 人
同 村 木 里 志

Effect of Wheelchair Sports Participation on Skinfold Thickness of Middle-aged and Elderly Persons with Spinal Cord Injury

by

Masahiro Yamasaki, Yoshito Ehara, Satoshi Muraki
Department of Health Science, Hiroshima University

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effects of sports participation on skinfold thicknesses in middle-aged and elderly persons with spinal cord injury. The subjects were nineteen paraplegics, including five non-athletes and fourteen athletes who participated in wheelchair sports regularly (marathon, tennis and basketball). Skinfold thicknesses at 28 sites were measured with B-mode ultrasonic wave echo assessment. Skinfold thicknesses at sites of upper limbs and upper trunk were a little greater in the athlete groups than the non-athlete group. In order to classify the subjects according to the distribution of fat deposits, a cluster analysis was applied to the data. This analysis revealed that the subjects could be classified into two clusters (a marathon cluster and a non-athlete cluster) and others. When compared with the non-athlete cluster, the marathon cluster showed greater skinfold thicknesses at sites of upper body in disagreement with the data of able-bodied marathon runners.

要 旨

本研究の目的は脊髄損傷者の皮下脂肪厚に及ぼすスポーツ活動の影響を明らかにすることである。被験者は車椅子スポーツを定期的に行っているマラソン群5名、テニス群4名およびバスケットボール群5名であり、運動をまったく行わない非運動群(5名)との比較を行った。皮下脂肪厚の測定はBモード超音波皮脂厚計を用い、全身28ヵ所を測定した。上肢および体幹上部では、各スポーツ群は非運動群より皮下脂肪厚が厚い傾向を示した。皮下脂肪分布パターンの特徴により被験者をグルーピングするためにクラスター分析を適用すると、テニス群およびバスケットボール群はそれぞれまとめられなかった。一方、非運動群とマラソン群は明確にグルーピングすることができた。この両群を比較すると、マラソン群の体幹上部の皮下脂肪厚が厚く、皮下脂肪厚が薄いという健常者マラソン選手の特徴は車椅子マラソン選手では見いだせなかった。

緒 言

脊髄損傷者(脊損者)の多くは、下肢が麻痺することにより歩行能力を喪失し、日常生活における車椅子使用を余儀なくされている。生活様式は座位あるいは臥位姿勢になることから身体活動量が不足し、さらに損傷部位以下の筋萎縮による除脂肪量の減少が起こる。その結果、脊損者はエネルギー消費量が減少し^{1~3)}、体脂肪の増加による肥満傾向になりがちであるということが指摘されている⁴⁾。

肥満は体を構成する成分のうち脂肪組織の占める割合が異常に増加した状態であり、糖尿病をはじめ高血圧、高脂血症、肝疾患および動脈硬化症などの成人病と深い関連がある^{5~7)}。とくに脊損者における肥満は、成人病の発生率を高めるだけでなく、褥瘡の発生を助長したり、体動を困難に

し介助をも難しくすることが示されている⁸⁾。

これまで健常者を対象とした体脂肪量の研究は主に皮下脂肪を中心として数多くなされている。健常者の皮下脂肪に対するスポーツ活動の影響としては、マラソンのような持久的運動を行っている者は皮下脂肪厚が薄いことが知られている^{9~10)}。一方、脊損者の皮下脂肪厚に関する研究は健常者と比較したものが多く^{12,13)}、スポーツ活動の影響を検討した研究は少ない¹⁴⁾。

そこで本研究では、車椅子スポーツとして人気のあるマラソン、テニスおよびバスケットボールを定期的に行っている者の皮下脂肪分布パターンを、運動をまったく行っていない脊損者と比較することによって、スポーツ活動および種目の影響を明らかにすることを目的とした。今回はとくに皮下脂肪の沈着が顕著となってくる中高年齢者を対象とした。

1. 方 法

1.1 被験者

被験者は完全損傷中高年脊損者男性19名であった。このうち、定期的にスポーツを行っている者は、マラソン5名(マラソン群)、テニス4名(テニス群)およびバスケットボール5名(バスケットボール群)であった。残りの5名はスポーツをまったく行っておらず、日常生活においても車椅子による移動が少ない者であった(非運動群)。各スポーツ群は少なくとも過去二年以上、また週一回以上、それぞれのスポーツを実施し、公式の大会に参加し勝利することを目標としている者であった。表1には被験者の身体的特徴をまとめて示してある。被験者の特徴に関してはできるだけ同じ条件となるように抽出した。したがって、年齢、身長、体重および損傷期間には群間に統計的有意差は認められなかった。

1.2 皮下脂肪厚の測定

皮下脂肪厚の測定は、ベッド上臥位で行った。

表1 被験者の特徴

	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	損傷レベル	損傷期間 (年)
マラソン群	45.4 ± 5.3	165.8 ± 2.6	62.0 ± 3.4	T3~L1	16.8 ± 7.0
テニス群	46.8 ± 7.5	167.4 ± 3.7	65.4 ± 7.8	T6~L1	19.3 ± 12.3
バスケットボール群	43.8 ± 5.7	168.3 ± 10.3	61.5 ± 13.6	T6~T12	17.0 ± 8.5
非運動群	49.4 ± 7.8	165.0 ± 4.4	61.0 ± 8.1	T5~T11	21.8 ± 10.1

平均値±標準偏差

測定部位を図1および以下に示している。

- 1) 三角筋部：三角筋中部線維部
- 2) 上腕前部：肩峰点から上腕長の遠位50%部位の前部
- 3) 上腕後部：肩峰点から上腕長の遠位50%部位の後部
- 4) 前腕前部：橈骨点から橈骨長の遠位30%部位の前部
- 5) 前腕後部：橈骨点から橈骨長の遠位30%部位の後部
- 6) 乳房上部
- 7) 臍部：臍点横3cm 部位
- 8) 側腹部：腸骨陵上
- 9) 肩甲骨下部：肩甲骨下角部
- 10) 腋下部：腋窩下部
- 11) 大腿前部：大転子から大腿骨長の遠位50%部位の前部
- 12) 大腿後部：大転子から大腿骨長の遠位50%部位の後部
- 13) 下腿前部：脛骨点から脛骨長の遠位30%部位の前部
- 14) 下腿後部：脛骨点から脛骨長の遠位30%部位の後部

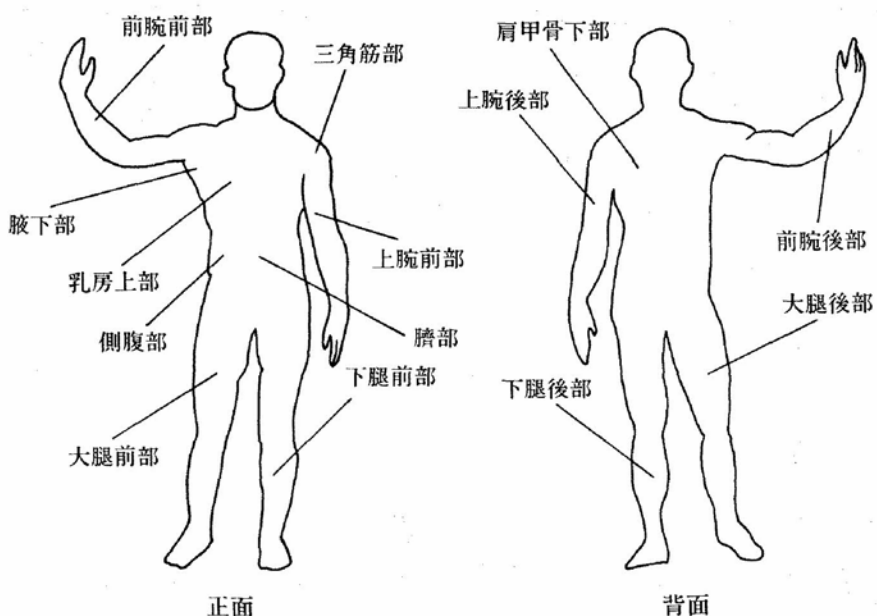


図1 皮下脂肪厚の測定部位

測定はBモード超音波皮脂厚計(誠鋼社, SM-206)を用い, すべての部位において左右とも行った。まず, 測定用ゼリーを塗布したプローブを被験者の身体各測定部位の皮膚面に対して垂直になるように保持し, それから皮膚に接触させた。その際, 皮膚へ加える圧は一定になるように部位ごとに調節しながら行った。測定結果は各部位ごとに感熱プリンター(誠鋼社)によりプリントアウトした。

1.3 統計処理

皮下脂肪厚の平均値と標準偏差を各群ごとに算出した。各測定値において群間の有意性を検定するために分散分析を用いた。分散分析の結果, 有意差が認められた場合は, テューキー HSD 検定を適用し, どの群間に有意差が存在するのかを検討した。有意水準は5%とした。また, 皮下脂肪厚にクラスター分析を適用し, 皮下脂肪分布パターンの類似度から被験者を分類した。

2. 結果

表2, 3および表4にはそれぞれ各群における上肢, 体幹および下肢部の皮下脂肪厚の平均値と標準偏差を示している。上肢において統計的有意差が認められたのは左前腕後部のみであって, この部位では非運動群が他の群より低い値を示した。

その他の皮下脂肪厚は各群で似たような値を示し, 特徴的な皮下脂肪分布パターンは認められなかった。体幹部では左肩甲骨下部において非運動群の方がテニス群より有意に低い値を示した。腹部近辺の皮下脂肪厚はすべての群において同じような値を示したのに対し, 肩甲骨下部, 乳房上部および腋下部といった体幹上部ではスポーツ群より非運動群の方が薄い傾向であった。下肢部では左大腿前部においてバスケットボール群が非運動群より低い値を示した。このように統計解析の結果, 有意差が認められたのはいずれも非運動群とスポーツ群間であって, スポーツ群間においてはどの項目にも有意差は認められなかった。

図2には皮下脂肪厚にクラスター分析を適用した結果を示している。グラフの下の方で結合しているほど皮下脂肪分布パターンの類似度が高く, 逆に上の方で結合しているほど類似していないことを示している。下線で示してあるマラソン群5名とバスケットボール群の1名はグラフの下の方で結合しており, 皮下脂肪分布パターンに高い類似度があることを示している。また, 同じように下線で示している非運動群の4名とテニス群の1名も類似度が高い一群である。一方, テニス群およびバスケットボール群の多くはまとまっておらず, 皮下脂肪分布パターンに共通性はないことを

表2 上肢における皮下脂肪厚の比較

測定部位	マラソン群		テニス群		バスケットボール群		非運動群	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
右三角筋部	6.8	1.5	7.5	1.3	6.8	1.3	7.4	0.5
左三角筋部	7.2	1.1	7.3	1.3	7.2	1.3	7.6	1.1
右上腕前部	4.8	0.8	4.5	0.6	4.2	0.8	4.4	0.5
左上腕前部	4.4	0.5	5.5	0.6	4.4	0.9	4.8	0.8
右上腕後部	7.0	1.2	7.8	1.3	7.2	1.1	7.0	0.7
左上腕後部	7.0	0.7	7.3	1.0	7.6	1.3	7.6	1.3
右前腕前部	4.8	0.4	4.5	1.0	4.4	0.5	3.8	1.3
左前腕前部	5.2	0.8	4.8	1.0	5.2	2.3	4.8	1.3
右前腕後部	5.0	1.0	5.8	2.4	5.0	1.2	3.8	1.1
左前腕後部	5.6*	0.5	5.5*	1.0	5.0*	0.7	3.6	0.5

*P<0.05 非運動群との比較

表3 体幹における皮下脂肪厚の比較

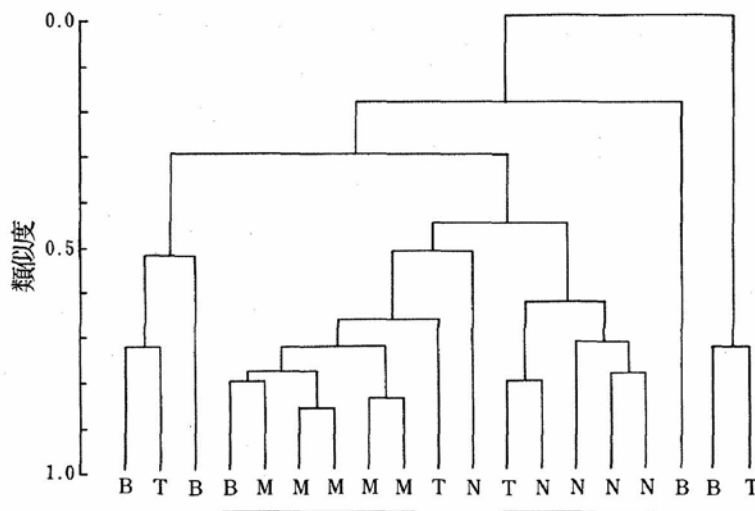
測定部位	マラソン群		テニス群		バスケットボール群		非運動群	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
右肩甲骨下部	13.0	1.2	15.0	3.2	15.2	7.4	8.0	2.6
左肩甲骨下部	13.4	1.1	16.5*	1.7	14.4	7.7	7.8	1.1
右乳房上部	9.8	1.6	11.5	3.1	10.6	2.5	9.8	1.1
左乳房上部	10.4	1.1	12.0	2.9	11.2	2.9	10.6	0.9
右腋下部	10.0	1.0	10.8	0.5	13.0	7.6	7.4	0.9
左腋下部	10.0	1.0	11.3	3.3	15.2	7.5	8.4	1.3
右側腹部	27.6	1.8	23.0	7.7	23.0	9.0	25.6	6.9
左側腹部	27.0	1.2	23.8	8.3	24.2	9.1	25.8	5.1
右臍部	26.2	3.0	24.8	5.9	27.0	5.5	25.6	4.4
左臍部	26.6	2.1	24.5	4.2	24.8	4.1	25.6	4.8

*P<0.05 非運動群との比較

表4 下肢における皮下脂肪厚の比較

測定部位	マラソン群		テニス群		バスケットボール群		非運動群	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
右大腿前部	9.4	1.5	9.3	2.2	6.8	2.6	10.8	2.8
左大腿前部	9.2	1.3	9.5	2.1	6.8*	2.5	10.8	1.8
右大腿後部	7.0	1.9	8.8	1.7	7.4	1.5	8.4	1.1
左大腿後部	7.4	1.3	7.8	1.0	7.6	1.7	8.6	1.1
右下腿前部	5.4	1.1	6.0	1.4	5.0	2.2	7.2	2.3
左下腿前部	5.4	1.5	6.0	0.0	5.0	1.2	7.6	2.1
右下腿後部	9.0	1.4	8.8	1.7	8.2	2.3	10.4	2.1
左下腿後部	10.2	1.3	9.3	2.1	9.0	2.4	10.0	1.7

*P<0.05 非運動群との比較



M ; マラソン群 T ; テニス群
 B ; バスケットボール群 N ; 非運動群

図2 皮下脂肪厚によるクラスター分析 (樹状図)

示している。

図2のクラスター分析の結果では、マラソン群と非運動群がそれぞれ皮下脂肪分布パターンに何らかの共通性があることが示された。そこで、この2群の皮下脂肪分布パターンにおいて、どのような特徴があるのかを明らかにするために、両群間の皮下脂肪厚の分布パターンの比較を行った。

図3はその結果を示したものである。この図で用いたデータはマラソン群5名およびクラスター分析の結果、類似度が高かった非運動群の4名の皮下脂肪厚である。各点は皮下脂肪厚の平均値であり、図では中心線から離れるほど皮下脂肪厚が厚い。上肢部の皮下脂肪厚では、前腕部においてマラソン群が厚い皮下脂肪を示す傾向にあった。体幹部では、全体的にマラソン群が厚く、とくに肩甲骨下部では大きな差が認められた。一方、下肢部ではマラソン群が薄い傾向を示していた。

3. 考 察

脊損者の体組成を考える上で、最も重要な因子の一つは脊髄損傷レベルである¹³⁾。事実、損傷レ

ベルが高いほど麻痺による運動機能の制限が大きく、身体活動量が低下することによる慢性的な肥満傾向が指摘されている^{4, 15)}。損傷レベルが高ければ麻痺部が広くなり、その部位の筋萎縮が起る結果、体重が減少することになる。したがって、同じような身長および体重であったとしても、損傷レベルが違っていれば、体組成は大きく異なっていることが予想される。さらに、損傷後の年数が長ければそれだけ坐位での生活も長くなるわけであって、損傷年数も体組成に大きく影響する因子の一つであると思われる。

このように脊損者は健常者と比較すると、体組成に影響する因子が多く、被験者の抽出には十分な配慮が必要である。本研究ではこれらの因子による影響をできるだけ小さくするために、まず年齢、身長、体重および損傷期間において統計的有意差がないものを抽出し、さらに損傷レベルをT3からL1までの範囲に限定した。また、少なくとも各スポーツ種目を2年以上定期的に実施している者とし、トレーニング期間の影響も考慮した。

上肢の皮下脂肪厚には、ほとんどの部位で群間

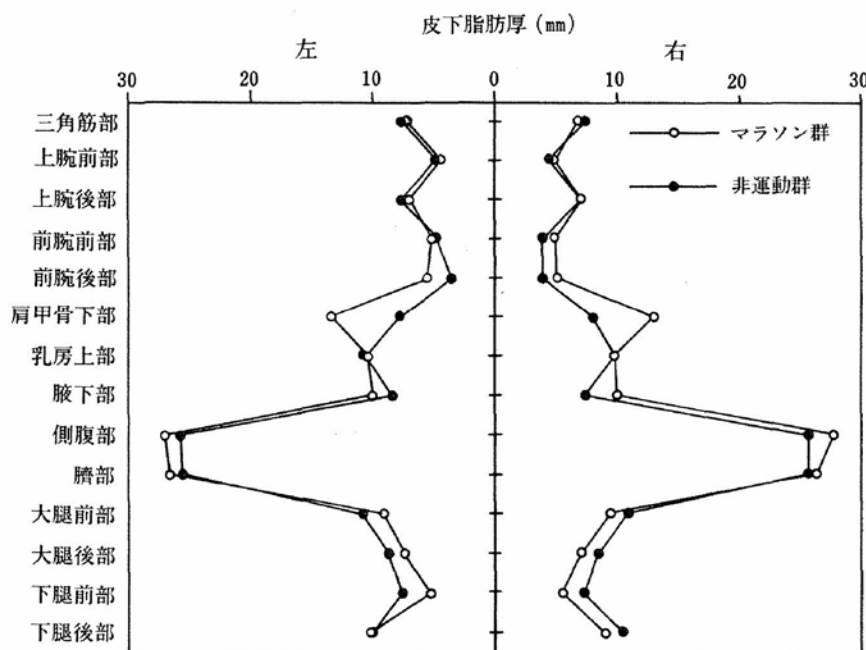


図3 マラソン群 (n=5) と非運動群 (n=4) の皮下脂肪分布パターンの比較

に有意差はなかった。近藤ら¹²⁾は、長期間の車椅子生活による局所の上肢運動が表在する局所の皮下脂肪厚を特異的に減少させる可能性を示唆している。もし、これが事実だとすると、激しい上肢運動からなるトレーニングを行っているスポーツ群では、上肢あるいは体幹上部の皮下脂肪厚は非運動群より薄いことが考えられる。しかし、本研究結果では左前腕後部において非運動群が薄いということ以外には、上肢の皮下脂肪厚に差はみられなかった。むしろ、肩甲骨下部、乳房上部および腋下部などの体幹上部ではスポーツ群の方が非運動群より厚い皮下脂肪厚を示していた。Katchら¹⁶⁾は腹部において、また Krotkiewskiら¹⁷⁾は脚部において局所の筋運動によるトレーニングを行わせた結果、局所における皮下脂肪の選択的な減少はないと結論づけている。したがって、脊損者の皮下脂肪沈着およびその分布パターンには車椅子使用による上肢の局所的運動による影響はないと結論づけた方が妥当のように思われる。

腹部の皮下脂肪厚はどの群においても高い値を示し、この現象は中高年になると腹部に皮下脂肪が厚く分布するという健常者の結果と一致している。湯浅と福永¹⁸⁾は、成人男性を対象として全身の皮下脂肪分布について検討し、皮下脂肪は全体的に体肢よりも体幹の中央部に厚く分布することを示した。また、Despresら¹⁹⁾も同様に健常者において末梢部よりも体幹部の皮下脂肪が厚いことを示し、その原因として体幹部の脂肪細胞の代謝が末梢部よりも活発であり、他の部位の細胞よりも顕著に肥大したことを挙げている。脊損者は損傷レベルによっては腹部の神経支配が消失しており、脂肪細胞の代謝能力が健常者と異なることも予想されるが¹⁹⁾、健常者と似たような中高年者の皮下脂肪分布パターンを示していることは興味深い。

健常者と比較すると脊損者の下肢の皮下脂肪厚は厚いことが指摘されている^{12, 13)}。近藤ら¹²⁾は、

下肢は完全に麻痺領域であり運動機能の制限を受け、身体活動量の低下から皮下脂肪が厚く沈着するとしている。しかし、本研究においては身体活動量の程度が下肢の皮下脂肪厚に反映しておらず、身体活動量の低下からだけでは説明できない。さらに、身体活動量の低下の影響が、なぜ下肢の皮下脂肪厚に選択的に反映されるのか明確ではない。麻痺部の皮下脂肪厚の沈着は身体活動の程度より、むしろ萎縮した筋肉が脂肪に置き換わった組織学的な変化によるものと解釈した方が妥当であると思われる。

クラスター分析により、マラソン群と非運動群はそれぞれ皮下脂肪分布パターンに特徴があることが示された。しかし、両者の分布のパターンを比較すると、とくに体幹上部においてマラソン群が厚い皮下脂肪を示したに過ぎなかった。健常者を対象とした場合、運動が肥満の解消に効果的であることが指摘されている^{20, 21)}。この効果は種目により異なるが、とくにマラソンのような持続的運動を実施しているスポーツ選手の皮下脂肪は薄い^{22, 23)}。したがって、当初著者らは脊損者でも持続的な運動を定期的に行うと皮下脂肪分布に影響すると予想した。しかし、マラソン群が非運動群と比べて、皮下脂肪が薄いという特徴はみられなかった。

本研究では、対象が中高年齢者であり、スポーツ活動の影響を上回る加齢の影響^{24, 25)}によって皮下脂肪の沈着が起こったことも一つの要因であると考えられる。さらに、車椅子マラソンは持続的な運動とはいっても、健常者のマラソンほど持久力は必要とせず、むしろ車椅子の性能、レースの駆け引き、フォームおよび瞬発力などの要因が強いために健常者のマラソンとは同列に考えることはできない。健常者のマラソン選手にとって不利となる皮下脂肪であっても、車椅子マラソン選手にとってはそれほど不利な条件ではないものと考えられる。

文 献

- 1) Clarke, K. S. ; Caloric costs of activity in paraplegic persons, *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, **47**, 427-435 (1966)
- 2) Sedlock, D. A., S. J. Laventure ; Body composition and resting energy expenditure in long term spinal cord injury, *Paraplegia*, **28**, 448-454 (1990)
- 3) Spungen, A. M., W. A. Bauman, J. Wang, R. N. Pierson ; The relationship between total body potassium and resting energy expenditure in individuals with paraplegia, *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, **74**, 965-968 (1993)
- 4) Zwiren, L. D., O. Bar-Or ; Responses to exercise of paraplegics who differ in conditioning level, *Med. Sci. Sports Exerc.*, **7**, 94-98 (1975)
- 5) 今村裕行, 松原末佐, 皆吉正博, 今井 優, 国方和宏, 中村 伸, 小畑大吉, 森井博之 ; 体脂肪率と医学的検査値との関係に基づいた肥満の判定基準, *体力科学*, **41**, 70-78 (1992)
- 6) 石河利寛 ; 肥満の判定法, *保健の科学*, **31**, 422-424 (1989)
- 7) 阪本要一, 池田義雄 ; 肥満の定義と判定法, *臨床成人病*, **22**, 11-16 (1992)
- 8) Sugarman, B. ; Medical complications of spinal cord injury, *Quart. J. Med.*, **54**, 3-18 (1985)
- 9) 綱分憲明, 田原靖昭, 湯川幸一, 道向 良, 山崎昌廣 ; 男女長距離ランナーにおける身体組成と最大酸素摂取量, 最大酸素負債量および競技成績との関係, *長崎県立女子短期大学研究紀要*, **42**, 41-49 (1994)
- 10) Tsunawake, T., Y. Tahara, K. Yukawa, T. Katsuura, H. Harada, Y. Kikuchi ; Classification of body shape of male athletes by factor analysis, *Ann. Physiol. Anthropol.*, **13**, 383-392 (1994)
- 11) Tsunawake, T., Y. Tahara, K. Yukawa, T. Katsuura, H. Harada, Y. Kikuchi ; Characteristics of body shape of female athletes based on factor analysis, *Appl. Human Sci.*, **14**, 55-61 (1995)
- 12) 近藤昭彦, 小林 功, 塚越和己 ; Bモード超音波法からみた脊髄損傷による対麻痺患者の皮下脂肪厚分布パターン, *J. J. Sports Sci.*, **12**, 583-588 (1993)
- 13) 江原喜人 ; 体脂肪分布パターンからみた脊髄損傷者の特徴について, 平成6年度広島大学総合科学部特別研究論文 (1995)
- 14) Bulbulian, R., R. E. Johnson, J. J. Gruber, B. Darabos ; Body composition in paraplegic male athletes, *Med. Sci. Sports Exerc.*, **19**, 195-201 (1987)
- 15) Mollinger, L. A., G. B. Spurr, A. Z. El Ghatit, J. J. Barboriak, C. B. Rooney, D. D. Davidoff, R. D. Bongard ; Daily energy expenditure and basal metabolic rates of patients with spinal cord injury, *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, **66**, 420-426 (1985)
- 16) Katch, F. I., P. M. Clarkson, W. Kroll, T. McBride, A. Wilcox ; Effects of sit up exercise training on adipose cell size and adiposity, *Res. Quat. Exerc. Sports*, **55**, 242-247 (1984)
- 17) Krotkiewski, M., A. Aniansson, G. Grimby, P. Björntorp, L. Sjöström ; The effect of unilateral isokinetic strength training on local adipose and muscle tissue morphology, thickness, and enzymes, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **42**, 271-281 (1979)
- 18) 湯浅景元, 福永哲夫 ; 超音波法による皮下脂肪厚分布パターン, *体力科学*, **36**, 36-41 (1987)
- 19) Despres, J. P., C. Bouchard, A. Tremblay, R. Savard, M. Marcotte ; Effects of aerobic training on fat distribution in male subjects, *Med. Sci. Sports Exerc.*, **17**, 113-118 (1985)
- 20) Bioleau, R. A., E. R. Buskirk, D. H. Horstman, J. Mendez, W. C. Nicholas ; Body composition changes in obese and lean men during physical conditioning, *Med. Sci. Sports Exerc.*, **3**, 183-189 (1971)
- 21) Wilmore, J. H. ; Appetite and body composition consequent to physical activity, *Res. Quart.*, **54**, 415-425 (1983)
- 22) 福永哲夫 ; 肥満とスポーツ, *J. J. Sports Sci.*, **5**, 790-794 (1986)
- 23) 北川 薫 ; スポーツにおける栄養と体力づくり, *臨床スポーツ医学*, **4**, 1331-1337 (1987)
- 24) Lanska, D. J., M. J. Lanska, A. J. Hartz, A. A. Rimm ; Factors influencing anatomic location of fat tissue in 52953 women, *Int. J. Obesity*, **9**, 29-38 (1985)
- 25) Shimokata, H., J. D. Tobin, D. C. Muller, D. Elahi, P. J. Coon, R. Andres ; Studies in the distribution of body fat. I. Effects of age, sex, and obesity, *J. Gerontol.*, **44**, 66-73 (1989)