

異なる運動様式における身体組成とインスリン感受性の関係
Relationship between body composition and insulin sensitivity in different modes of
exercise

身体運動科学研究領域

5012A003-1 伊勢 龍顕

研究指導教員：樋口 満

【Ⅰ 緒言】

世界的に肥満は増加傾向にあり、深刻な問題となっている。2012年に厚生労働省が行った調査によれば、糖尿病罹患を強く疑われる人が2007年と比較して約60万人増加し、950万人にも及ぶことが明らかとなった。また肥満による内臓脂肪量の増加がインスリン感受性の低下させ糖尿病の発症を引き起こすことが知られている。このように、国内においてインスリン感受性の低下を予防し、糖尿病の増加傾向を食い止めることが今後の課題である。

一方、インスリン感受性と関連する体脂肪組織として、1990年代から筋細胞内脂肪が注目を集めている。Forouhi(1999)らの研究により過剰な筋細胞内脂肪の蓄積はインスリン抵抗性の発症と関連することが明らかにされたが、筋細胞内脂肪への運動効果は曖昧である。いくつかの研究は運動することで筋細胞内脂肪は増加すると報告している一方で、その他の研究では有酸素運動によって筋細胞内脂肪は減少すると報告している。またGoodpaster(2001)らが行った研究では、心肺体力の高い持久系アスリートにおいて、筋細胞内脂肪は肥満者よりも高値を示し、肥満者や糖尿病罹患患者よりも有意にインスリン感受性が高いことを報告した。また、レジスタンス運動がインスリン感受性に及ぼす影響を検討した研究では、腹部脂肪量の減少、空腹時血糖の減少が認められ、レジスタンス運動がインスリン感受性低下の予防に効果的であることが報告された。しかし、レジスタンス運動が筋細胞内脂肪とインスリン感受性に与える影響に関する報告は少ない。さらに、レジスタンスおよび有酸素運動の双方を行うコンバインド運動が筋細胞内脂肪やインスリン感受性に及ぼす影響を検討した研究も少ないのが

現状である。異なる運動様式における身体的特徴や筋細胞内脂肪とインスリン感受性との関係を把握することは、インスリン感受性の低下を防ぎ糖尿病疾患予防のために効果的な運動様式を提案する一助となることが考えられる。本研究の目的は有酸素運動中心およびレジスタンス運動中心の競技、もしくはその両方の特性を備えた競技を長期的に行っている選手を対象にして、各運動群の身体的特徴を踏まえた上で、身体組成とインスリン感受性との関係性を検証することである。

【Ⅱ 方法】

＜被験者＞

- 運動習慣のない群（Control：n=17）
- 筋力トレーニングをしている群（Resistance：n=16）
- 持久的トレーニングをしている群（Endurance：n=9）
- 筋力および持久的トレーニングの両方をしている群（Combined：n=11）

＜測定項目＞

- 身体組成（身長、体重、体脂肪率など）
- 内臓脂肪面積（MRI法）
- 筋細胞内脂肪量および筋細胞外脂肪量（MRS法）
- 空腹時における血液生化学的指標
- ブドウ糖負荷試験（OGTT）
- 膝の等速性最大伸展・屈曲筋力（バイオデックス）
- 最大酸素摂取量（自転車エルゴメーターによる漸増運動負荷テスト）

＜インスリン感受性の評価式＞

- Matsuda-index 式） $10000/\sqrt{（空腹時血糖 \times 空腹時インスリン濃度） \times （平均血糖 \times 平均インスリン濃度）}$

＜統計＞

- 一元配置の分散分析、単回帰および重回帰分析

○Tukey 検定による多重比較検定（有意水準 5%）

※正規分布しなかったデータは対数変換し、分析を行った。

[Ⅲ結果および考察]

本研究の主な目的は持久運動およびレジスタンス運動をそれぞれ主として行う競技をしており長期間トレーニングを実施している選手を対象に、各運動群の身体的特徴を明確にした上で、インスリン感受性に影響を及ぼす要因を検証することであった。

本研究では、Resistance 群は最大筋力において Control 群と比較して有意に高値を示し、体脂肪、内臓脂肪および筋細胞内・外脂肪において最も高値を示したが、インスリン感受性は正常範囲内であった。一方 Endurance 群において、内臓脂肪量面積は他の群間と比較して有意に低く、インスリン感受性も全群間で最も高かった。Combined 群において、最大筋力は最も高い値を示し、最大酸素摂取量は Endurance 群の次に高値を示した。しかし、インスリン感受性は Control 群および Resistance 群と同等の値であった。筋細胞内脂肪は、4 群間で有意な差は認められなかった。

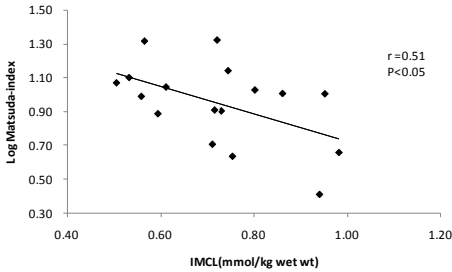
本研究の結果より、Control 群および Resistance 群において筋細胞内脂肪とインスリン感受性は負の相関関係が認められたが、Endurance 群と Combined 群において相関関係は認められなかった。先行研究で筋細胞内脂肪の蓄積はインスリン感受性を低下させると報告があるが、本研究の結果から心肺体力の高い集団において、筋細胞内脂肪はインスリン感受性に悪影響を及ぼさない可能性が示唆された。また全ての被験者と Endurance 群を除いた集団の 2 つに分けて重回帰分析を行った。全ての被験者の分析結果では、インスリン感受性に影響を及ぼす因子は示されなかったが、心肺体力の高い集団を除いた分析では筋細胞内脂肪がインスリン感受性に影響を与える予測因子であることが示唆された。この結果は Goodpaster (2001) らの先行研究結果を支持するものであり、同時に心肺体力が高い集団では、筋細胞内脂肪がインスリン感受性に及ぼす影響が小さいことを示している。

[Ⅳ結論]

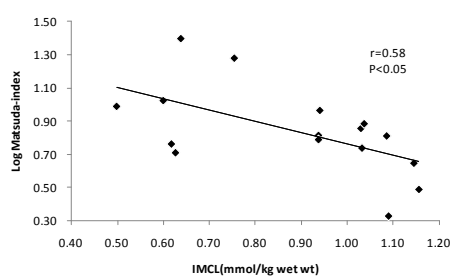
本研究の結果より、有酸素運動の頻度が少なく、心肺体力の高くない運動群においてインスリン感受性に影響を与える予測因子として筋細胞内脂肪が示唆されたが、定期的に有酸素運動を行っており心肺体力の高い

Endurance 群において筋細胞内脂肪がインスリン感受性に影響を与えないことが示唆された。また Endurance 群はインスリン感受性も非常に高い状態を維持していることから、高頻度の有酸素運動がインスリン感受性の維持向上に効果的であることが示された。

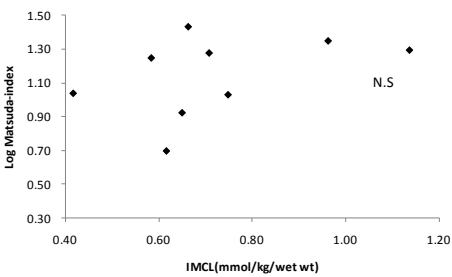
(A) Control



(B) Resistance



(C) Endurance



(D) Combined

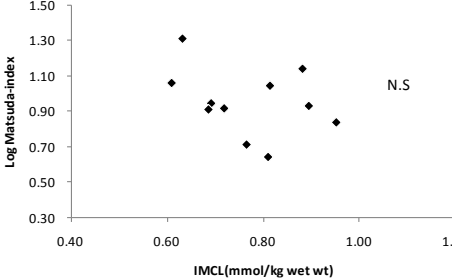


図. 筋細胞内脂肪とインスリン感受性との関連性

表. 重回帰分析の結果

	独立変数	B	SE	β	P value
全て被験者, adjusted $r^2=0.317$	年齢(歳)	0.003	0.017	0.028	0.837
	体脂肪率(%)	-0.023	0.031	-0.552	0.472
	BMI	0.009	0.016	0.152	0.596
	内臓脂肪面積(cm^2)	0.19	0.203	0.225	0.354
	IMCL(mmol/kg wet wt)	-0.312	0.175	-0.235	0.082
	EMCL(mmol/kg wet wt)	-0.007	0.115	-0.009	0.952
	$\text{VO}_{2\text{max}}$ (ml/kg/min)	0.015	0.048	0.615	0.749
	$\text{VO}_{2\text{max}}$ (ml/ffm/min)	-0.008	0.039	0.329	0.836
被験者(Endurance群を除く), adjusted $r^2=0.405$	年齢(歳)	-0.012	0.017	-0.103	0.485
	体脂肪率(%)	-0.019	0.037	-0.461	0.603
	BMI	-0.005	0.015	-0.088	0.754
	内臓脂肪面積(cm^2)	0.337	0.198	0.396	0.097
	IMCL(mmol/kg wet wt)	-0.643	0.196	-0.5	0.002
	EMCL(mmol/kg wet wt)	0.022	0.106	0.031	0.836
	$\text{VO}_{2\text{max}}$ (ml/kg/min)	0.002	0.069	0.088	0.972
	$\text{VO}_{2\text{max}}$ (ml/ffm/min)	0.006	0.056	0.23	0.916

B=回帰係数, SE=標準誤差, β =標準化回帰係数

