

キーワード：レジスタンス運動、高脂肪食、血糖値、インスリン値

〈目的〉

糖尿病患者数は世界で4億人を超え、アジアの患者数は世界の3分の1を占める。高炭水化物・低脂肪を伝統食としてきたアジア圏では摂取エネルギーおよび脂肪の摂取割合が増えている(1)ことが、糖尿病の増加に関係している可能性がある。アジア人は遺伝的に、血糖値を下げるホルモンであるインスリンの分泌量が欧米人と比較して少ない(2)。またアジア人は欧米人よりも低い体型指数(BMI)で糖尿病を発症し、この発症時のBMIはWHOの分類では普通体重である(3)。糖尿病患者に運動をさせると血糖値やインスリン感受性が改善したことが多く報告されている。しかし、これらの実験はほとんどが欧米で行われており、被験者は過体重や肥満で体重・体脂肪が減少することが改善に影響していると考えられている。日本人は普通体重でも糖尿病を発症することから、日本人を含むアジア人で欧米での実験と同様の結果が得られるとは限らない。また、体脂肪を減らさ

なくてもインスリン感受性を改善する可能性のある、レジスタンス運動の影響は検討する意義があると考えられる。

そこで本研究では、レジスタンス運動が高脂肪食を与えたラットの耐糖能に及ぼす影響について検討した。

〈方法〉

3週齢のSD系雄ラットを1週間の予備飼育後、運動と食餌の内容によって6つの群に分けて12週間飼育した。食餌は普通食(N)と脂質のエネルギー比率を60%にした高脂肪食(HF)に分け、運動については非運動群(S)とランニング群(R)、クライミング運動群(C)の3つに分けた。8:00~20:00を暗期、20:00~8:00を明期とする12時間の明暗サイクルで飼育し、食餌と飲水は自由摂取とした。運動群は連続しない週3日、15:00~18:00に運動を実施した。ランニング群にはトレッドミル走を10m/分の速度で10分間から開始した後漸増し、最終週には20m/分で60分間、運動させ

表1. 体重、摂食量、摂取エネルギー

		普通食			高脂肪食			二元配置分散分析		
		S	R	C	S	R	C	運動	食餌	運 × 食
体重 (g)	平均	617 ab	628 ab	597 b	735 a	695 ab	615 b	< 0.05	< 0.01	ns
	SD	60	32	47	26	48	62			
摂取エネルギー (kcal/12週間)	平均	7734 b	8009 b	8264 b	9981 a	9126 ab	8590 b	ns	< 0.01	< 0.01
	SD	546	356	484	445	564	773			

a, b アルファベットの異なる群間に Scheffe's F testで  $p < 0.05$ 。

表2. 重量 (g/100g体重)

		普通食			高脂肪食			二元配置分散分析		
		S	R	C	S	R	C	運動	食餌	運 × 食
心臓	平均	0.21	0.22	0.23	0.20	0.20	0.21	ns	< 0.01	ns
	SD	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02			
肝臓	平均	2.55	2.61	2.48	3.02	2.58	2.56	ns	ns	ns
	SD	0.26	0.20	0.24	0.35	0.16	0.16			
腎臓	平均	0.50	0.57	0.55	0.48	0.49	0.50	ns	< 0.01	ns
	SD	0.03	0.03	0.02	0.05	0.05	0.05			
副腎	平均	0.008	0.009	0.009	0.007	0.007	0.007	ns	< 0.05	ns
	SD	0.000	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001			
脂肪組織合計	平均	8.4 bc	6.5 c	7.2 c	14.0 a	12.2 a	10.9 ab	< 0.05	< 0.01	ns
	SD	0.4	1.2	0.7	1.1	1.9	2.3			
長母趾屈筋	平均	0.22 bc	0.26 ab	0.28 ad	0.18 c	0.23 b	0.24 b	< 0.01	< 0.01	ns
	SD	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02			
筋肉合計	平均	1.5 abc	1.6 a	1.5 ab	1.2 d	1.3 bcd	1.3 cd	< 0.05	< 0.01	ns
	SD	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1			

脂肪組織合計：腎周囲、生殖器、後腹壁、腸間膜。筋肉合計：長母趾屈筋、ヒラメ筋、腓腹筋、足底筋。a, b, c, d アルファベットの異なる群間に Scheffe's F testで  $p < 0.05$ 。

た。クライミング群には長母趾屈筋の肥大が報告されている運動方法（5分間のクライミング運動と5分間の休憩を6セット）を用いた(4)。

12週目に経口ブドウ糖負荷試験(OGTT)を実施し、ブドウ糖負荷後120分まで30分間隔で血糖値及びインスリン値を測定するために採血した。12週間の飼育後に屠殺し、臓器(心臓、肝臓、腎臓、副腎)、脂肪組織(腎周囲、生殖器、後腹壁、腸間膜)、筋肉(長母趾屈筋、ヒラメ筋、腓腹筋、足底筋)の重量を測定した。

統計処理は、運動と食餌による二元配置分散分析および多重比較(Scheffe's F test)を用い、危険率5%未満を統計学的に有意とした。

〈結果〉

実験終了時の体重は高脂肪食群で重く、運動群で軽かった(表1)。体重100gあたりでは心臓、腎臓、副腎が普通食群で大きく、肝臓では差がなかった(表2)。脂肪組織重量は高脂肪食群が有意に大きく、運動群で小さかった。長母趾屈筋は運動群で有意に大きく、ランニング群よりクライミング

群で平均値は大きかったが有意ではなかった。その他の採取した筋肉は、普通食群で有意に大きかったが、運動による有意な影響はなかった。OGTTでの空腹時および糖負荷後の各時点の血糖値とインスリン値に有意な差は見られなかった。曲線下面積は血糖値(図1)およびインスリン値(図2)ともに普通食群で低値だったが、運動の有意な影響はなかった。血漿のHDL-コレステロール濃度は高脂肪食群で、中性脂肪濃度は普通食群でそれぞれ有意に高かったが、運動による有意な改善はなかった。

〈考察〉

高脂肪食群で脂肪の蓄積が有意に大きかったが、週3回のランニングおよびクライミング運動で蓄積が抑えられた。クライミング運動で長母趾屈筋が肥大したが、ランニング群でも肥大してクライミング群と差がなかった。その他の採取した筋肉では運動による肥大は認められなかった。長母趾屈筋はあまり大きな筋肉ではない。大腿四頭筋のような大きな筋肉が肥大するような運動でインスリン抵抗性は改善している(5)ことから、耐糖能に影響を与えるには本研究での筋肥大は十分に大きくなかったのかもしれない。

血糖値とインスリン値の曲線下面積には有意差は見られなかったが、非運動群に比べ2つの運動群で低値傾向があった。血糖値の曲線下面積では普通食の非運動群と高脂肪食群のクライミング群はほとんど同じだった。

〈結論〉

クライミング運動は高脂肪食による体重増加や体脂肪の蓄積は抑えたが、血糖値およびインスリン値には影響しなかった。

〈参考文献〉

- (1) 食生活の動向と食育の取り組み：農林水産省
- (2) Fukushima M et al. Metabolism, 2004;53: 831-5.
- (3) Sone H et al. Lancet, 2003;361:85.
- (4) Fujii T et al. Biol Trace Elem Res, 2011; 144:983-91.
- (5) Bacchi E et al. Diabetes Care, 2012;35:676-82.

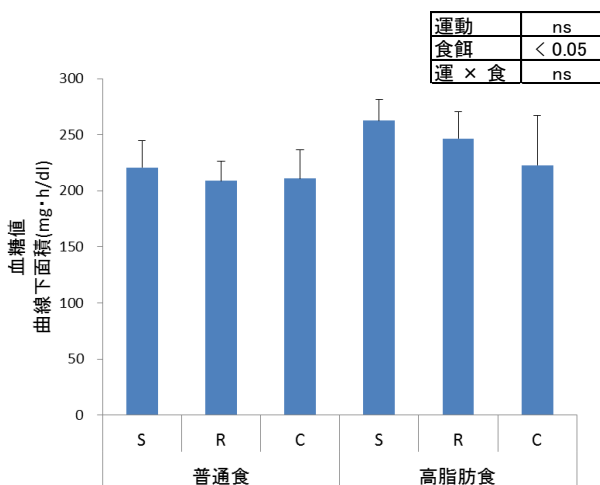


図1. 血糖値の曲線下面積

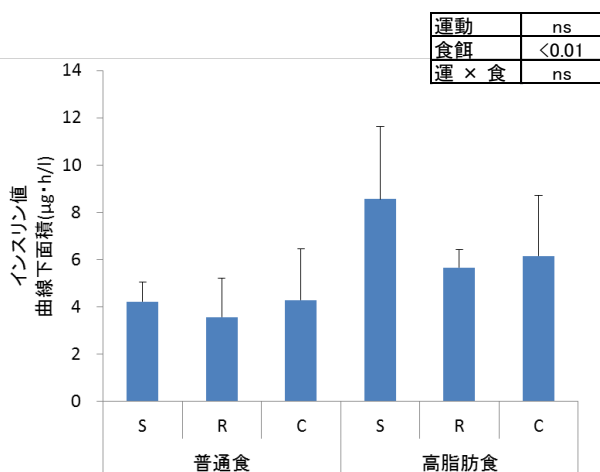


図2. インスリン値の曲線下面積