

早稲田大学博士論文(概要)		
	学位記	文科省報告
2008	4936	甲 2739

博士（人間科学）学位論文 概要書

## 効果的な筋グリコーゲン超回復法の検討

# An Effective Method for Glycogen Supercompensation in Skeletal Muscle

2009年1月

早稲田大学大学院 人間科学研究科

園生 智広

Sonou, Tomohiro

研究指導教員： 樋口 満 教授

1 運動時にはエネルギー源として主に糖質と脂質が利用されるが、生体内に貯蔵されている  
2 糖質は脂質に比べて著しく少ない。先行研究(Ahlborg et al. 1967, Bergström et al. 1967)に  
3 よって、運動前に骨格筋のグリコーゲン濃度を高めておくことが、持久性パフォーマンスを向上  
4 させる上で重要であることが明らかにされている。Bergström & Hultman(1966)は、運動(グ  
5 リコーゲン枯渇運動)後に十分な糖質を摂取することで、運動 24~48 時間後には“グリコーゲ  
6 ン超回復”と呼ばれる現象が生じることを報告した。

7 実際のスポーツの現場では、この現象を利用した“グリコーゲン・ローディング”が、主に持  
8 久的な運動パフォーマンスの向上を目的として利用されている。しかしながら、筋グリコーゲン  
9 の超回復に関しては、その現象面はよく知られているものの、筋グリコーゲンレベルを最大限に  
10 高める方法については、必ずしも明らかでない。

11 筋グリコーゲン超回復には、1)トレーニング状態、2)グリコーゲン枯渇運動の形態、さらに  
12 3)回復期に摂取する糖質、という3つの要因が影響を及ぼすと考えられる。先行研究により、1)  
13 のトレーニング状態に関しては、骨格筋での糖輸送体 GLUT-4 がより多い状態が、筋グリコー  
14 ゲン超回復のレベルを増加させることが明らかにされている(Greiwe et al. 1999, Hickner et al.  
15 1997, Nakatani et al. 1997)。

16 そこで本研究では、実験動物を用いて、1)、2)に関してそれぞれの研究課題で検討し、筋  
17 グリコーゲン超回復を高める方法を明らかにした。さらに、上記以外に運動後の筋グリコーゲン  
18 再合成に影響を及ぼす可能性が考えられる因子に関して研究課題3で検討し、より高い筋グリ  
19 コーゲン超回復を得る方法を示した。

20 研究課題1では、回復期に摂取する糖質について、実際に摂取する糖質の主たる形態で  
21 あるグルコースとスクロースを補助的摂取した場合の筋グリコーゲン超回復レベルを比較検討  
22 した。全てのラットには、先行研究(Ren et al. 1994, Terada et al. 2001)により GLUT-4 を最  
23 大限に増加させることが報告されている6時間の水泳運動トレーニングを1週間行わせた。そ  
24 の翌日、ラットに体重の3%に相当する錘をつけ、4時間の持久的な水泳運動により筋グリコー  
25 ゲンを枯渇させた。運動後のラットには、通常の固形飼料 CE-2 に加え、5%のグルコースおよ

1    びスクロース溶液を飲量として自由摂取させた。その結果、グリコーゲン枯渇運動後に補助的  
2    に摂取する糖質としては、スクロースと比較して、グルコースがより高い筋グリコーゲン超回復  
3    を引き起こすことが明らかになった。

4            研究課題 2 では、グリコーゲン枯渇運動の形態に関して検討を行った。研究課題 1 と同様  
5    のトレーニングをラットに行わせた。その翌日、高強度・間欠的運動群には、体重の 18%に相当  
6    する錘をつけ、30 秒インターバルで 20 セットの水泳運動を行わせた。低強度・長時間運動群  
7    には、研究課題 1 と同様のグリコーゲン枯渇運動を行わせた。運動後の回復期には、研究課  
8    題 1 で効果的に筋グリコーゲン超回復を引き起こすことが明らかとなった。通常飼料+5%グル  
9    コース溶液を自由摂取させた。その結果、高強度・短時間運動でも、低強度・長時間運動と同程  
10   度筋グリコーゲン超回復を生じさせることが明らかになった。

11           研究課題 3 では、上記の研究課題で明らかとなった、より高い筋グリコーゲン超回復を生  
12   じさせる方法をさらに高める可能性が考えられる因子に関して検討した。研究課題 1 と同様のト  
13   レーニングを行わせたラットを、体重の 2%に相当する錘を負荷し、4 時間水泳運動させることで、  
14   筋グリコーゲンを枯渇させた。運動直後、ラットの前肢骨格筋滑車上筋(epitrochlearis)を摘出  
15   し、グリコーゲン合成酵素を活性化させる GF-109203x(GF)という薬剤を添加した培養液内で、  
16   筋グリコーゲンを回復させた。その結果、添加しな場合と比較して、GF を添加した場合におい  
17   て、約 25%高い筋グリコーゲン超回復が生じた。したがって、筋グリコーゲン超回復をより高め  
18   るためには、グリコーゲン合成酵素の活性化状態を長時間維持することが重要である可能性が  
19   示唆された。

20           以上、本研究をまとめると、筋グリコーゲン超回復を高めるためには、GLUT-4 が最大限  
21   に高められた状態にトレーニングし、高強度・短時間か低強度・長時間の運動で筋グリコーゲン  
22   を枯渇させた後に、グルコースを補助的に摂取することが効果的であることが明らかとなった。  
23   また、グリコーゲン合成酵素の活性化状態を維持することができれば、さらに高いレベルの筋グ  
24   リコーゲン超回復を生じさせる可能性が示唆された。