

糖質液投与後の運動が胃内の糖質液 停滞量および血糖値に及ぼす影響

高知大学 本間 聖 康
(共同研究者) 兵庫教育大学 三野 耕
大阪教育大学 白石 龍 生
大阪体育大学 井関 敏 之

Effects of Exercises on the Stomach Glucose Stagnation and Blood Glucose Level immediately after Oral Glucose Administration

by

Kiyoyasu Honma
Kochi University

Tsutomu Mino
Hyogo University of Teacher Education

Tatsuo Shiraishi
Osaka Kyoiku University

Toshiyuki Izeki
Osaka College of Physical Education

ABSTRACT

In order to acquire data for appropriate application of kinesitherapy on diabetics, the effects of exercises on the stagnation of glucose in the stomach and the glucose level in the blood immediately after oral glucose administration in the mouse are examined in this paper. Three kinds of exercise, using a treadmill at speeds of 6m/min, 12m/min, and 18m/min, are given for 17 minutes.

The results are as follows:

1) 20 minutes after the oral glucose administration, the blood glucose

level shows lower in all the exercise cases compared to the rest case.

2) The stagnation of glucose in the stomach also shows significantly lower in all the exercise cases compared to the rest case. So it is felt that these exercises can promote the function of digestion and absorption.

3) From these results mentioned above, exercises, even if after a meal, may be useful for kinesitherapy on diabetics because glucose metabolism can be promoted if the intensity of the exercise is appropriate.

4) On the other hand these results suggest that sport drinks can supply the nutrient effectively if the intensity of exercise is appropriate.

要 約

糖尿病のより望ましい運動療法を処方するうえでの基礎的資料を得るために、マウスを用いて、糖質液投与 (1.5g/kg) 直後から 3 種の強度 (分速 6m, 12m および 18m) のトレッドミル運動を負荷し、運動が胃内糖質液停滞量および血糖値に及ぼす影響を比較検討した。

得られた結果を要約すると次のとおりである。

1) 運動を負荷することにより、糖質液投与 20 分後の血糖値は安静群に比較してすべての運動群で低値を示した。

2) 胃内の糖質液停滞量も安静群に比較してすべての運動群で有意に低値を示し、運動により消化吸収機能は亢進されているものと考えられた。

3) 上記結果から、糖尿病の運動療法を処方するにあたっては、運動の強度を考慮すれば、食事直後からの運動も糖代謝能の改善に好影響を及ぼすのではないかと考えられた。

4) また同時に、スポーツドリンクの飲用も適度な運動時であれば、消化吸収機能に負担をかけることなく、より効果的にエネルギー源などを供給し得るものと考えられた。

緒 言

糖尿病の運動療法を処方するにあたっては運動

強度、運動継続時間、頻度、さらには食事の摂取と運動開始時間との関係など、種々の要因をふまえた総合的な検討が必要である。

著者らは、健康成人を対象に上記要因を考慮に入れた 13 通りの条件下で実験を行い、運動が糖・脂質代謝に及ぼす影響について検討を加え、より望ましい糖尿病の運動療法処方のための基礎的研究を行ってきた¹⁾。

その結果、40% および 60% $\dot{V}O_2 \max$ の運動では、インスリンの分泌増加を伴わずに糖が処理され、糖尿病患者の治療に好影響を与えるものと考えられた。また、糖投与後の運動開始時間の関係からは、糖投与直後からの運動では糖投与による血糖、インスリンの上昇は抑制され、30 分後および 60 分後からの運動では糖投与によって一たん上昇した後の血糖、インスリンの低下は促進される傾向が認められた。なかでも糖投与直後から中程度の運動 (60% $\dot{V}O_2 \max$) を実施した際の血糖およびインスリンの経時的变化は、他の場合と比較して全体的に低く抑えられる傾向がみられ、好ましい結果と考えられた。

しかしながら、食事摂取直後の運動は、代謝変動の激しい時でもあり、また、胃・腸など消化器系に対する影響からも望ましくないと考えられている。そこで、今回我々はマウスを用いて、糖質液投与直後から運動を負荷し、運動が胃内の糖質

液停滞量および血糖値に及ぼす影響について検討を加えた。

方 法

4週齢の dd 系雄マウス60匹を1～2週間安静状態で飼育し、環境適応させた後、実験に供した。飼育は飼料と飲料水を自由摂取とし、飼料はオリエンタル製標準固型飼料を用いた。

糖投与直後からの運動負荷時間を設定するために、12時間の絶食状態の後、体重(kg)当り 1.5g のグルコースを25%溶液で経口投与し、対象マウス固有の耐糖曲線を求めたところ(糖負荷試験)、**図1**に示すような20分でピーク値を示す曲線が得られた。この結果から、糖投与後の採血時間を血糖が最も高値を示す20分とし、運動負荷時間は糖投与直後から17分間とした。

運動は動物用トレッドミル(電気刺激なし)を用いて負荷し、運動の強度は分速 6m, 12m, 18m (以下 G-6m/min, G-12m/min, G-18m/min と示す)の3通りとした。なお、比較のために、糖投与後安静を保たせた場合(G-Rest)および、

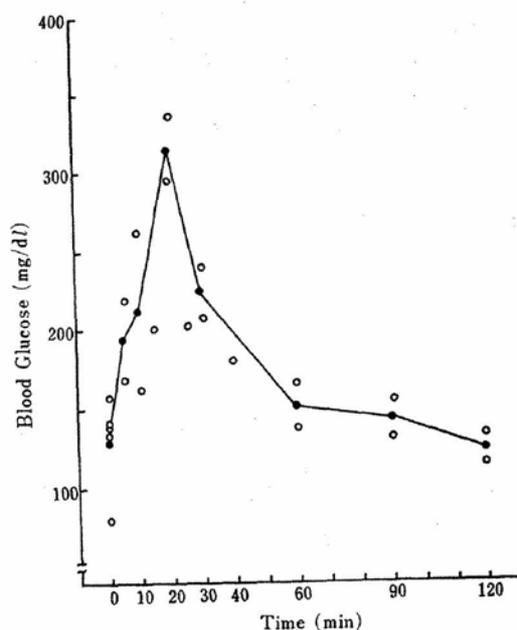


図1 糖負荷試験により得られたマウスの耐糖曲線

糖を投与せずに水を投与後安静を保たせた場合(W-Rest)についても測定を行った。

なお、実験に際しては糖負荷試験同様、マウスを飲料水のみで12時間の絶食状態とし、体重(kg)当り 1.5g のグルコースを25%溶液で経口投与した。

血液は心臓より採取し、酵素法により血糖値を求めた。

投与されたグルコースの胃内停滞量の測定にあたっては、採血後直ちに脊椎分離、開腹し、まず胃幽門部、続いて噴門部を糸でしばった後に胃を摘出した。さらに、摘出した胃は蒸留水で洗浄し、水分をふきとった後、20mlの蒸留水中で切開し、胃内のグルコースを洗い出し、この溶液のグルコース濃度を血糖と同様の方法で測定した。この測定値から胃内のグルコース停滞量を算出し、体重当り投与したグルコース量をもとに停滞量(%)を求めた。

結果と考察

表1、**図2**および**図3**は、水を投与後安静を保たせた場合(W-Rest)、糖投与後安静を保たせた場合(G-Rest)および、糖投与後分速 6m, 12m, 18mのトレッドミル運動を17分間負荷した場合(G-6m/min, G-12m/min, G-18m/min)のそれぞれについて、糖投与20分後の血糖および胃内グルコース停滞量の平均値と標準誤差(M±SE)を示したものである。なお、以後有意差については、t検定で5%水準を用いた。

血糖値は、W-Restでは $65.2 \pm 4.8 \text{ mg/dl}$ 、G-Restでは $287.1 \pm 13.7 \text{ mg/dl}$ を示したが、糖投与直後から運動を負荷することにより、G-6m/minでは $258.3 \pm 23.1 \text{ mg/dl}$ 、G-12m/minでは $233.8 \pm 21.8 \text{ mg/dl}$ 、G-18m/minでは $187.7 \pm 14.4 \text{ mg/dl}$ と、運動の強度が増すにしたがって順次低値を示す傾向がみられた。なかでも G-

表1 グルコース投与後の運動の強度（速度）と20分後の血糖値および胃内のグルコース停滞量（%）の関係（M±S.E）

Items	(n)	Blood Glucose (mg/dl)	Stagnation of Glucose in Stomach (%)
W-Rest	6	65.2± 4.8	—
G-Rest	9	287.1±13.7	27.9±2.9
G-6m/min	7	258.3±23.1	18.8±3.0
G-12m/min	7	233.8±21.8	10.3±1.4
G-18m/min	8	187.7±14.4	15.5±3.4

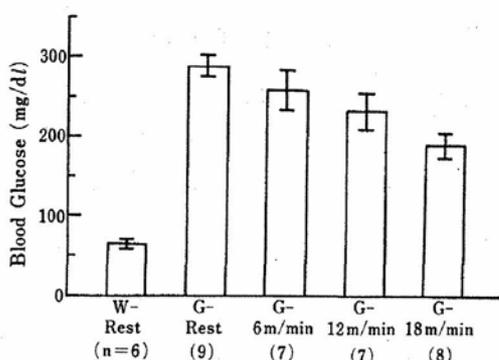


図2 グルコース投与後の運動の強度（速度）と血糖値（20分値）の関係（M±S.E）

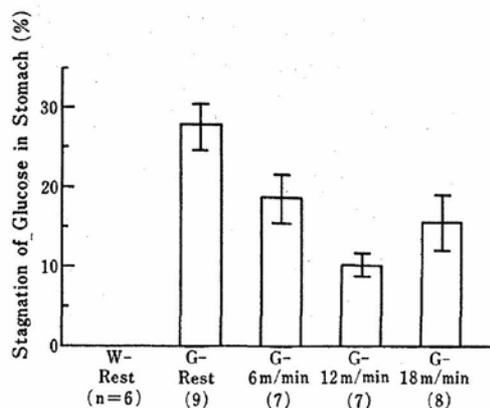


図3 グルコース投与後の運動の強度（速度）と胃内のグルコース停滞量（%）の関係（M±S.E）

12m/min および G-18m/min の運動では G-Rest との間に有意な差が認められ、G-18m/min の運動では G-6m/min の場合に比較しても有意な差が認められた。

胃内のグルコース停滞量は、G-Rest では 27.9 ± 2.9% であり、運動を負荷することにより、G-6m/min では 18.8 ± 3.0%、G-12m/min では 10.3 ± 1.4% と順次低値を示したが、G-18m/min では 15.5 ± 3.4% と、G-12m/min に比較して高値を示す傾向が認められた。しかし、いずれの強度の運動においても停滞量は、G-Rest に比較して有意な差が認められ、G-12m/min の運動では G-6m/min の場合に比較しても有意な差が認められた。

著者らは、健康成人を対象に糖投与直後から運動を負荷し、40% および 60% $\dot{V}O_2$ max の運動で

は、糖投与後安静を保たせた場合に比較して血糖およびインスリンは低値を示したが、80% $\dot{V}O_2$ max の運動では逆に高値を示す傾向を認めた¹⁾。

今回の結果では、運動の強度（速度）が分速 6 m、12m、18m と増すにしたがって血糖は順次低値を示し、今回マウスに負荷した運動は軽度および中程度の運動に相当するものと推察され、これらの運動は糖代謝に好影響を与えるものと考えられた。

一方、運動が消化吸収の調節機構に与える影響についてみると、一般に運動強度が強い運動ほど交感神経系が緊張して、胃の運動は抑制され食物の胃内停滞時間が遅れ、胃液分泌、胃液酸度の低下がみられるなど消化吸収機能の低下が考えられるが、定常状態に入りうる比較的軽い運動では、自律神経系も交感神経優位の平衡が保たれて、む

しる胃液分泌は亢進し、胃液の酸度は高まり、消化吸収機能は亢進されると考えられている²⁾。

本実験の結果からも、糖投与後運動を負荷することにより、胃内のグルコース停滞量(%)は、安静を保たせた場合に比較して低値を示し、適度な運動は消化吸収機能を亢進するものと考えられた。

しかし、分速18mの運動では停滞量は分速12mに比較して高値を示し、消化吸収機能に抑制的な影響を及ぼしていることも示唆され、血糖が低値を示した要因として、この消化吸収機能の低下が影響していることも考えられる。

今回は、糖質液を投与した際のものであり、この結果は直ちに普通食摂取の場合にまで適応し得るものではないが、今後糖尿病の運動療法を処方するにあたっては、食後からの運動の実施も検討

してみる価値のあることを示唆するものであると考えられる。

また、この結果から、今日さかんに愛飲されるようになったスポーツドリンクも、適度な運動時であれば消化吸収に負担をかけることなく、より効果的にエネルギー源などを供給し得るものであると考えられる。

今後さらに、詳細に運動強度を規定するとともに、運動による糖の吸収過程について臓器レベルでの検討も必要であると考えられる。

文 献

- 1) 本間聖康, 井関敏之, 赤井俊洋, 奥田清; ブドウ糖投与後運動負荷の糖・脂質代謝に及ぼす影響. 臨床化学. 11: 104—114 (1982)
- 2) 阿部正和, 小野三嗣; 運動療法, 朝倉書店. 180—193 (1978)