

牛乳の運動中及び運動後の代謝変動に及ぼす影響

～スポーツドリンクとの比較～

～インスリン依存性糖尿病(IDDM)患者での検討～

名古屋大学総合保健体育科学センター教授 佐藤 祐造

大沢 功

押田 芳治

李 子耕一

【緒言】

我々は昨年度、急性運動回復期における牛乳摂取の、糖・脂質・電解質・アミノ酸等と与える影響について、スポーツ飲料・水と比較して健常者で検討した。その結果牛乳は、血糖値・インスリン値・遊離脂肪酸等諸検査値に与える影響が比較的少なく、運動後の水分補給として利用し得ることが示唆された。そこで今回は、対象をインスリン依存性糖尿病 (Insulin Dependent Diabetes Mellitus:IDDM) 患者として、同様に急性運動回復期での牛乳およびスポーツ飲料摂取の影響について検討した。

【対象および方法】

表1に示すように対象は糖尿病性合併症のないIDDM患者3名である。年齢は3名ともに37才であり、肥満は認めない。IDDMであるため治療に要するインスリンの1日量は比較的多い。

実験前夜より絶食とし、当日朝はインスリン注射は中止した。右肘静脈に採血用の留置針を挿入後、自転車エルゴメーター運動 (50%VO₂max) を30分間実施した。運動直後およびその30分後に牛乳 (M群) あるいはスポーツ飲料 (S群) を250mlずつ摂取させた。運動開始前・運動終了後 (0分) および運動終了後15・30・60・120分に採血した (図1)。

【結果および考案】

①血糖値

個々の血糖値を表2に、運動前値に対する変化率の平均を図2に示す。運動後120分において、M群ではS群に比較し有意 ($p < 0.05$) に上昇した。また図3に示すように運動前値を0mg/dlとした場合の各測定時における血糖値は、S群はM群に比し摂取後早期に高値を示したが、2群間に有意差は認めなかった。

②乳酸

個々の値を表3に、平均値の推移を図4に示す。運動後60分において、M群ではS群に比し有意 ($p < 0.05$) に低値を示した。

③遊離脂肪酸

個々の値を表4に、変化率の平均を図5に示す。運動後S群ではM群に比較し高値を示したが、有意差を認めるに至らなかった。

④その他

ヘマトクリット・電解質 (Na・K・Cl・Ca) は2群間に有意差を認めなかった。総ケトン体は運動直後低下したがその後上昇した。両群間での有意差はなかった(図6)。

【考案】

昨年度の健常者での検討では、スポーツ飲料は摂取後有意に血糖値を上昇させたが、牛乳摂取は血糖値を上昇させなかった。ところが今回のIDDM患者での検討では、両群ともに血糖値は上昇しさらに総ケトン体も上昇を示した。インスリン不足状態では肝糖放出は亢進しており、逆に骨格筋を中心とした末梢組織での糖利用は低下しているために、血糖値は上昇する。したがって今回血糖値と総ケトン体の上昇が認められたのは、IDDMにおけるインスリン不足によるgluconeogenesisおよびketogenesis亢進の存在を示したものと考えられる。

牛乳とスポーツ飲料摂取の差異としては、スポーツ飲料摂取群において牛乳に比し比較的早期に血糖値が上昇し120分では低下をきたしてきた。これは主にスポーツ飲料は吸収が早いということが関連していると思われる。また牛乳摂取群では120分においてスポーツ飲料に比し高値を示したが、前述のごとく血糖値の上昇は、基本的に

はIDDMの糖代謝状態を反映しているにすぎないと考えられ、牛乳摂取自体が有意に血糖値を上昇させるとは結論し難いと思われる。

一方乳酸は、健常者ではスポーツ飲料摂取群において運動後の低下の遅延傾向を示したが、今回も同様にスポーツ飲料摂取群で運動後の低下の遅延を認めた。

今後は、gluconeogenesis およびketogenesis の亢進していないインスリン非依存性糖尿病(Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus:NIDDM) 患者における牛乳ならびにスポーツ飲料摂取の影響についても検討する予定である。

文 献

大沢 功他：急性運動回復期における水分補給の効果. 総合保健体育科学. 14(1) : 1991 (印刷中)

表1 対 象

| 氏 名 | K | W | G |
|-----------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|
| 性 | 女性 | 男性 | 男性 |
| 年 齢 | 37 | 37 | 37 |
| 身 長 (cm) | 162.0 | 172.0 | 167.0 |
| 体 重 (kg) | 55.5 | 69.0 | 53.0 |
| Hb _{A1} (%) | 11.0 | 11.0 | 11.0 |
| Hb _{A1c} (%) | 9.8 | 9.7 | 10.0 |
| フルクトサミン(μM) | 460 | 493 | 518 |
| 治療に用いている インスリン量 | ペンフィル30R 30 U 14 U | ヒューマリンN 60 U | ヒューマリンN 72 U |

図1 採血時間および採血項目

| | | BS | LA | FFA | Ht | 電解質 | ケトン体 |
|--------------------------------------|---|----|----|-----|----|-----|------|
| 運動開始 (50%VO ₂ ・30 min) | ← | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 運動終了 (0 min) | ← | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 摂取 (250 ml) | | | | | | | |
| 15 min | ← | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 30 min | ← | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 摂取 (250 ml) | | | | | | | |
| 60 min | ← | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 120 min | ← | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

BS: 血糖値

LA: 乳酸

FFA: 遊離脂肪酸

Ht: ヘマトクリット

電解質: Na, K, Cl, Ca

表2 血糖値 (mg/dl)

| | before | 0 min | 15 min | 30 min | 60 min | 120min | 飲料 |
|---|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| K | 107 | 128 | 121 | 134 | 184 | 198 | 牛 乳 |
| W | 146 | 131 | 134 | 142 | 147 | 196 | 牛 乳 |
| G | 142 | 127 | 134 | 142 | 176 | 214 | 牛 乳 |
| K | 271 | 294 | 312 | 334 | 389 | 343 | スポーツ飲料 |
| W | 186 | 136 | 147 | 165 | 198 | 181 | スポーツ飲料 |
| G | 240 | 227 | 231 | 271 | 319 | 286 | スポーツ飲料 |

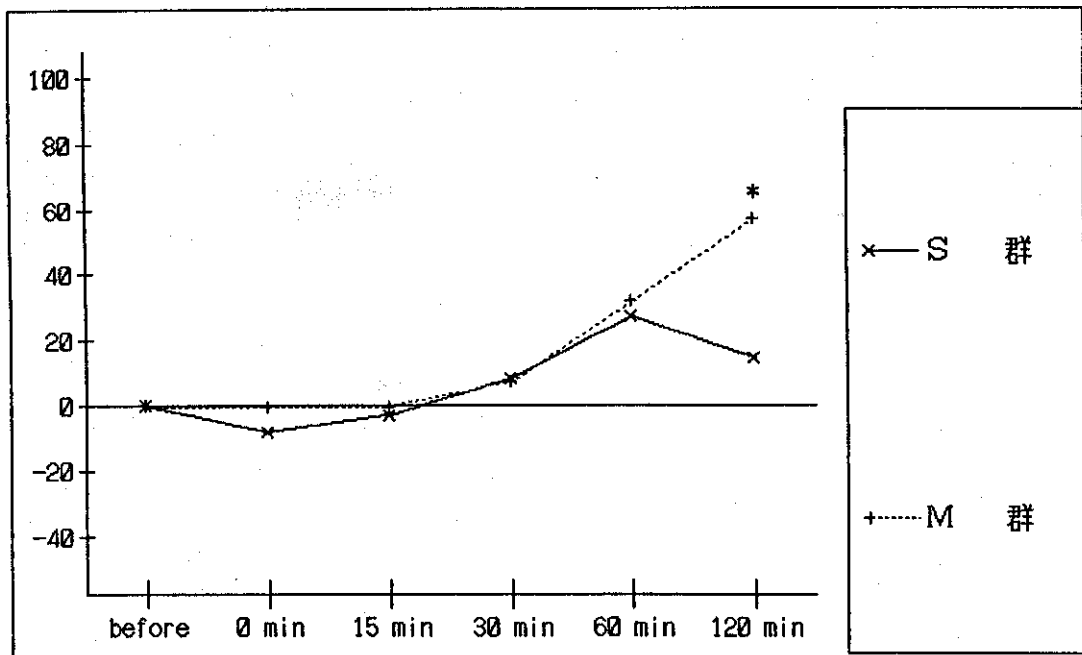
表3 乳酸 (mM)

| | before | 0 min | 15 min | 30 min | 60 min | 120min | 飲料 |
|---|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| K | 0.6 | 2.0 | 1.2 | 1.0 | 0.6 | 0.6 | 牛 乳 |
| W | 0.6 | 1.6 | 1.0 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 牛 乳 |
| G | 0.5 | 2.4 | 1.5 | 1.0 | 0.6 | 0.5 | 牛 乳 |
| K | 0.8 | 2.1 | 1.6 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | スポーツ飲料 |
| W | 0.6 | 1.9 | 1.5 | 1.3 | 1.4 | 1.2 | スポーツ飲料 |
| G | 0.7 | 1.7 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | スポーツ飲料 |

表4 遊離脂肪酸 (mEq/l)

| | before | 0 min | 15 min | 30 min | 60 min | 120min | 飲料 |
|---|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| K | 1.248 | 1.058 | 1.306 | 1.243 | 0.871 | 1.039 | 牛 乳 |
| W | 0.434 | 0.444 | 0.627 | 0.555 | 0.580 | 0.663 | 牛 乳 |
| G | 0.476 | 0.369 | 0.454 | 0.499 | 0.606 | 0.758 | 牛 乳 |
| K | 1.694 | 1.706 | 2.085 | 1.905 | 1.755 | 2.009 | スポーツ飲料 |
| W | 0.308 | 0.143 | 0.140 | 0.171 | 0.177 | 0.294 | スポーツ飲料 |
| G | 0.288 | 0.510 | 0.893 | 0.634 | 0.756 | 0.571 | スポーツ飲料 |

図2 血糖値変化率 (%)



*p<0.05 vs S群

图3 血糖变化 (mg/dl)

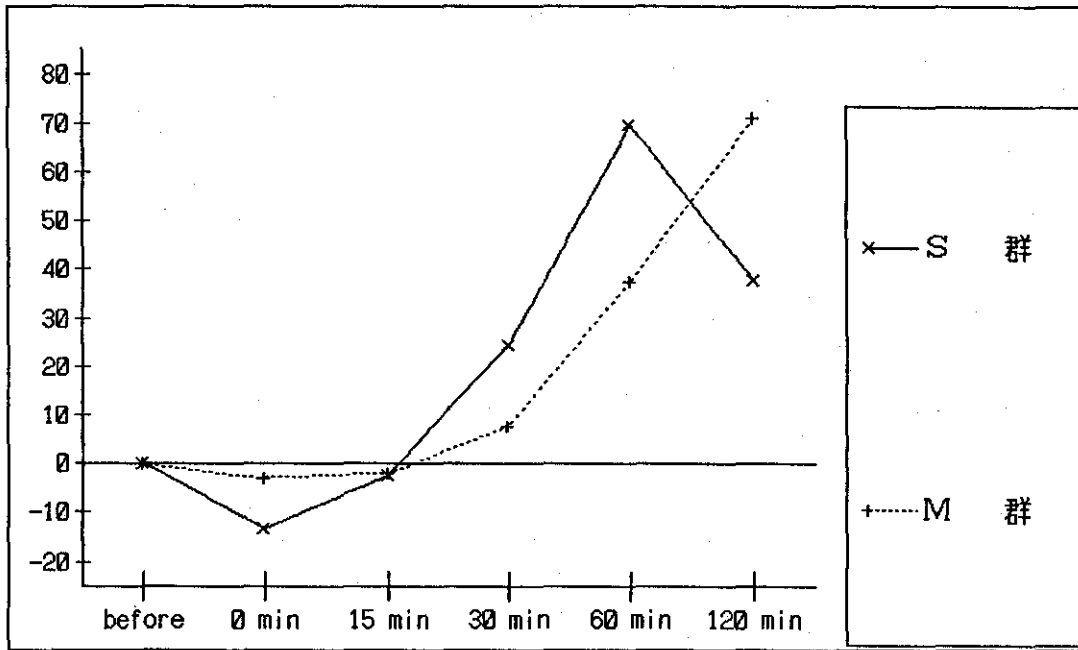
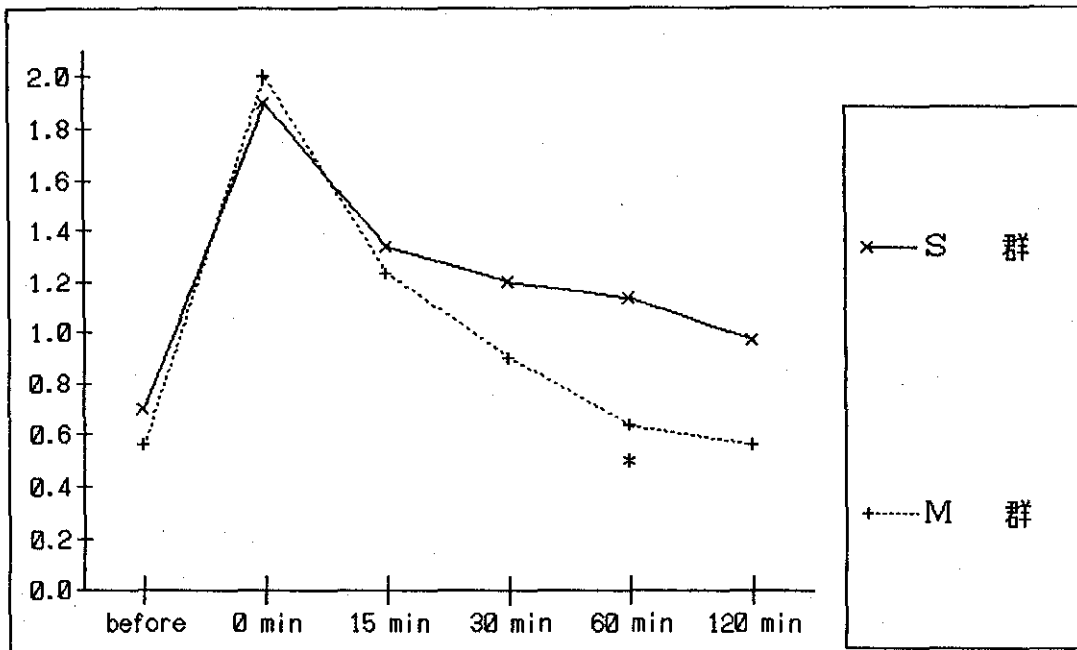


图4 乳酸 (mM)



*p<0.05 vs S群

図5 遊離脂肪酸変化率 (%)

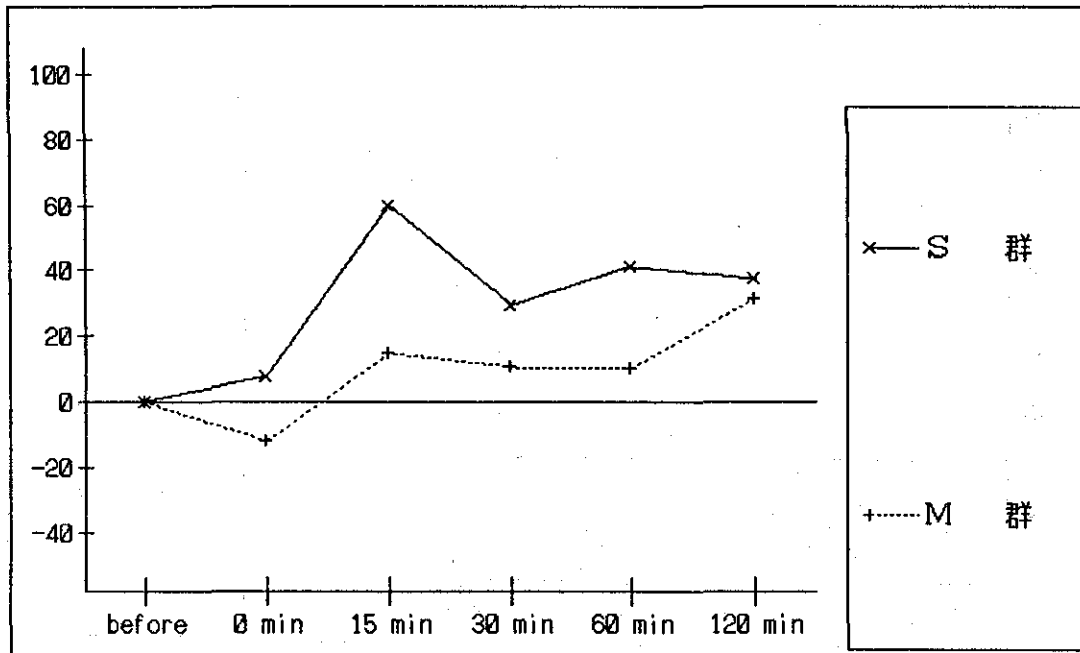


図6 総ケトン体変化率 (%)

