

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—

名古屋大学総合保健体育科学センター

教授 佐藤 祐造
押田 芳治
服部 温子

名古屋大学医学部第三内科

大沢 功

佐藤 寿一

中京大学体育学部

長沢 純一

牛乳摂取による長期効果の有用性は、「牛乳栄養学術研究会」の研究報告を中心に近年次第に明らかとなってきている。しかしながら、急性運動負荷後の回復期における牛乳飲用の有用性の検討はこれまでなされていない。そこで今回我々は運動負荷後に牛乳を飲用させ、スポーツドリンク、イオン交換水と比較を行った。

対象及び方法

対象は22-24歳の非肥満健康常者（男性）6名である。早朝空腹時、最大酸素摂取量の約70%（150W）の自転車エルゴメータ運動を30分負荷した。負荷直後及び30分後に牛乳、スポーツドリンク（アクエリアス）及びイオン交換水を各250mlずつ合計500ml摂取させた。運動負荷前、直後、15分、30分、60分、120分後に静脈に留置したカテーテルより採血、血糖、インスリン、乳酸、遊離脂肪酸、ヘマトクリット、総蛋白、電解質（Na, K, Cl, Ca）、アミノ酸分画の測定を行った。

【結果】

1. 血糖、乳酸、インスリン

運動負荷前、空腹時の血糖は83~84mg/dlと牛乳（M）群、スポーツドリンク（S）群、イオン交換水（W）群3群間に有意差を認めず、運動負荷直後でも、3

群間に有意差はなかった。運動終了30分後のS群では $103 \pm 3 \text{ mg/dl}$ (平均±標準誤差) とM、W群より有意に ($P < 0.05$) 高値を示したが、60、120分後には3群間での有意差は消失した (表1)。

安静、空腹時の乳酸は3群とも $0.6 \sim 0.7 \text{ mol/l}$ で、運動終了直後には $3.8 \sim 5.0 \text{ mol/l}$ へ上昇、以後各群とも次第に減少した。しかしながら、S群では運動終了30分後 $1.9 \pm 0.1 \text{ mol/l}$ ($P < 0.05$) 60分後 $1.6 \pm 0.0 \text{ mol/l}$ ($P < 0.05$) と他の2群に比べて低下が遅延した (表2)。

安静、空腹時の血中インスリンレベルは、 $5.2 \sim 5.8 \text{ } \mu\text{U/ml}$ と三群間で差はなかった。運動負荷終了30分後S群では $23.5 \pm 3.9 \text{ } \mu\text{U/ml}$ と他の二群に比し有意に ($P < 0.05$) 高値を示した。一方60分後にW群は $4.4 \pm 0.4 \text{ } \mu\text{U/ml}$ と他の二群に比し有意に ($P < 0.05$) 低値を示し、120分後にはM群で $8.2 \pm 0.8 \text{ } \mu\text{U/ml}$ と他の2群に比し有意に ($P < 0.05$) 高値を示した。

2. 遊離脂肪酸、ヘマトクリット、総蛋白

安静空腹時の血漿遊離脂肪酸 (FFA) は $0.33 \sim 0.38 \text{ mEq/l}$ 、運動直後には $0.47 \sim 0.50 \text{ mEq/l}$ とやや上昇、その後もほぼ同一レベルを3群とも保っていたが、S群の120分値のみW群より低値となった ($P < 0.05$) (表4)。

ヘマトクリットは運動直後にやや上昇、以後次第に安静時の値に3群とも同傾向で復帰した (表5)。

血漿総蛋白も同様、運動直後にやや上昇、以後3群とも全く同傾向で安静時のレベルに復帰した (表6)。

3. 電解質、血漿アミノ酸

血漿電解質 (Na, K, Cl, Ca) は3群とも運動前後で有意の変動を示さなかった。

血漿アミノ酸は全分画の測定を行い、とりあえず、アラニン、ロイシン、イソロイシン、バリンについて検討を加えたが、3群とも運動前後で有意の変動はなかった。

考察および結語

過激な運動に伴う電解質喪失および脱水の際の水、電解質補給時におけるスポーツドリンクの有用性は確立されている。

我々は 150W、30分というエルゴメーター運動負荷後に牛乳、スポーツドリンク、イオン交換水を投与し、血糖、乳酸、FFAをはじめとする種々の代謝変動に検索を加えた。その結果、スポーツドリンク投与後血糖がやや上昇、乳酸の回復も他群に比してやや遅延する傾向を認めた。健常者ではこのような変化がヒトの metabolic homeostasis に著変は及ぼさないが、運動がさらに過激になったり、糖尿病患者の場合、著じるしい高血糖を来すなど種々の弊害をもたらす可能性は否定できない。

今後、種々の運動条件のもので、糖尿病患者を被検者にしてさらに検討を加えたい。

文 献

1. 伊藤朗, 他: スポーツ医学Q & A (黒田善雄他編)、金原出版、東京P71-73, 1989.
2. Horton ES : Role and management of exercise in diabetes mellitus
Diabetes Care 11:201-211.1988.

表1. BLOOD SUGAR (MG/DL)

	M			S			W					
	N	MEAN	STD	STDERR	N	MEAN	STD	STDERR	N	MEAN	STD	STDERR
BS1	16	83	11	4	16	84	4	2	16	84	3	1
BS2	16	88	10	4	16	91	7	3	16	83	5	2
BS3	16	83	6	2	16	89	11	5	16	81	4	2
BS4	16	83	7	3	16	* 103	7	3	16	78	5	2
BS5	16	81	6	2	16	86	8	3	16	78	3	1
BS6	16	80	7	3	16	77	8	3	16	78	5	2

表2. LA(m mol/l)

	M			S			W					
	N	MEAN	STD	STDERR	N	MEAN	STD	STDERR	N	MEAN	STD	STDERR
LA1	16	0.7	0.1	0.0	16	0.7	0.1	0.0	16	0.6	0.2	0.1
LA2	16	4.2	1.9	0.8	16	5.0	1.5	0.6	16	3.8	1.0	0.4
LA3	16	2.1	0.8	0.3	16	2.5	0.8	0.3	16	1.9	0.5	0.2
LA4	16	1.3	0.4	0.2	16	* 1.9	0.2	0.1	16	1.3	0.4	0.2
LA5	16	1.0	0.3	0.1	16	* 1.6	0.1	0.0	16	0.9	0.3	0.1
LA6	16	0.6	0.1	0.0	16	0.8	0.1	0.1	16	0.7	0.2	0.1

表3. INSULIN (μU/ML)

	M			S			W					
	N	MEAN	STD	STDERR	N	MEAN	STD	STDERR	N	MEAN	STD	STDERR
IRI1	16	5.8	1.4	0.6	16	5.4	2.0	0.8	16	5.2	1.0	0.4
IRI2	16	8.0	3.4	1.4	16	7.4	3.2	1.3	16	6.8	3.6	1.5
IRI3	16	9.4	7.2	2.9	16	13.2	13.7	5.6	16	5.3	2.4	1.0
IRI4	16	11.2	8.1	3.3	16	* 23.5	9.5	3.9	16	4.2	1.5	0.6
IRI5	16	13.5	4.2	1.7	16	12.1	4.1	1.7	16	* 4.4	1.0	0.4
IRI6	16	* 8.2	2.0	0.8	16	5.5	1.1	0.4	16	4.6	0.9	0.4

表4. FFA(mEq/l)

	M			S			W					
	N	MEAN	STD	STDERR	N	MEAN	STD	STDERR	N	MEAN	STD	STDERR
FFA1	6	0.367	0.109	0.045	6	0.382	0.113	0.046	6	0.333	0.097	0.040
FFA2	6	0.478	0.098	0.040	6	0.469	0.196	0.080	6	0.498	0.163	0.067
FFA3	6	0.473	0.148	0.061	6	0.456	0.215	0.088	6	0.515	0.162	0.066
FFA4	6	0.385	0.075	0.031	6	0.347	0.149	0.061	6	0.454	0.115	0.047
FFA5	6	0.322	0.141	0.058	6	0.184	0.052	0.021	6	0.592	0.330	0.135
FFA6	6	0.466	0.096	0.039	6	0.684	0.404	0.165	6	0.927	0.523	0.213

表5. HT(%)

	M			S			W					
	N	MEAN	STD	STDERR	N	MEAN	STD	STDERR	N	MEAN	STD	STDERR
HT1	6	43.3	3.0	1.2	6	43.8	2.1	0.9	6	43.4	2.3	1.0
HT2	6	45.6	1.7	0.7	6	46.1	2.0	0.8	6	45.6	2.5	1.0
HT3	6	44.0	2.7	1.1	6	44.2	2.2	0.9	6	44.0	2.4	1.0
HT4	6	43.3	3.5	1.4	6	42.5	1.6	0.6	6	42.7	2.5	1.0
HT5	6	42.8	3.1	1.2	6	42.0	2.0	0.8	6	42.5	3.0	1.2
HT6	6	42.5	2.9	1.2	6	42.4	1.7	0.7	6	43.4	3.4	1.5

表6. TP(g/dl)

	M			S			W					
	N	MEAN	STD	STDERR	N	MEAN	STD	STDERR	N	MEAN	STD	STDERR
TP1	6	7.3	0.3	0.1	6	7.4	0.5	0.2	6	7.4	0.4	0.2
TP2	6	8.0	0.4	0.2	6	8.1	0.6	0.2	6	8.1	0.4	0.2
TP3	6	7.5	0.5	0.2	6	7.6	0.6	0.2	6	7.7	0.3	0.1
TP4	6	7.5	0.3	0.1	6	7.4	0.5	0.2	6	7.5	0.4	0.2
TP5	6	7.3	0.4	0.1	6	7.1	0.5	0.2	6	7.4	0.4	0.2
TP6	6	7.3	0.6	0.2	6	7.4	0.6	0.2	6	7.5	0.5	0.2