

最大嫌氣的運動を繰り返す際のピークパワー および仕事量の変動に及ぼす酸乳飲料摂取の効果

村松成司 (千葉大学教養部)

The Effect of Ingestion of Sour Milk Drink on the Changes of Peak Power and Work Capacity during Consecutive Maximal Anaerobic Exercises

Shigeji MURAMATSU

(The College of Arts and Sciences, Chiba University)

Abstract

Five healthy female students were studied to investigate the effect of ingestion of sour milk drink on the changes of peak power and work capacity during consecutive maximal anaerobic exercises. Torque of high power ergometer was set up at the level of 70% of maximal anaerobic power. Maximal pedalling with all their might for 10 seconds were repeated 15 times with 50 seconds' rest between each trial. Experimental drinks tested in this study were concentrated sour milk drink (C), sucrose drink (S), pseudo-sour milk drink (P) and water (W). Further, as the comparison, the case without anything to drink was also tested (N).

The results obtained in this study were as follows:

- 1) The decrement of peak power in C trial was smaller than those in S, P, W and N trials on average, but with no significant differences.
- 2) The decrement of work capacity in C trial on average was also smaller compared with those in the other four trials, but with no significant differences.
- 3) The decrements of the mean for each five times from the onset of exercise were the smallest in C trial and the largest in P trial in both peak power and work capacity, but with no significant differences.
- 4) The tendencies of decrements of peak power and work capacity induced by five consecutive exercises were the smallest in C trial compared with those in the other four trials. Recovery by ingestion of drink and/or by 110 sec' rest between 5th and 6th exercise and between 10th and 11th exercise showed no significant differences among five experimental drink trials.

現代社会においてはいわゆるスポーツ飲料あるいは健康飲料の普及は目ざましく多くの飲料が出回っている。これら飲料は運動時のエネルギー、ミネラル、ビタミン等の補給を介して疲労回復を図ろうとするもの、美味しさ、爽やかさを与えて精神的なりフレッシュ感覚をもたらすものなど、どちらかといえば一過性の摂取効果を狙ったもの、あるいは長期的に摂取することにより体調の管理あるいは基礎体力の向上に効果を狙ったものなどがある。しかしながら、実際、運動選手の多くが利用しているにも拘らず、選手の機能向上に関してこれら飲料がもたらす効果については、一定の見解を得ていない。むしろ水を摂取した時と同じであるという報告もなされている。堤ら¹⁾は一定運動を負荷した後ゲータレードを投与し、血液尿成分、直腸温、および運動機能の変化を検討したが、水摂取時とほとんど変わらないことを報告しており、また高橋ら²⁾は運動負荷後にX L 1を投与し、同じく生体の変化を検討したが、水を摂取しない場合と比較すれば摂取効果が認められるが、水摂取時とは差がなく、特別にスポーツ飲料を摂取する必要性は認められないことを報告している。一方、浅野ら³⁾はソ連においてスポーツ選手が古くから愛用している飲料は運動選手の最大酸素摂取量および運動持続時間の向上に好影響があることを報告している。この様に運動選手の諸能力に

及ぼすこれらスポーツ飲料あるいは健康飲料の効果に関する報告は必ずしも一定していないが、その大きな原因としては、被験者の運動試験に対する習熟度、負荷運動の形態、飲料の特徴など実験条件上の問題があげられる。不足した栄養素を補給して本質的な疲労回復を図らなければならない場合、あるいは精神的な回復のみでよい場合、長期的な視野でみなければいけない場合などを考慮して検討する必要がある。

著者はこれまで酸乳飲料の運動能力に及ぼす効果について検討してきたが、それは酸乳飲料が古くから体調の維持管理によいとされ、また長寿の国の人々に多く愛用されていること、さらに一部のスポーツ選手で体調管理に愛用されており、また動物実験においても酸乳摂取の効果が認められている⁴⁻⁶⁾ことから、人の運動能力に関しても何等かの好影響をもたらす可能性が十分に考えられるからである。

先に、好氣的な運動負荷時の運動能力、生体疲労および血液性状の変動に及ぼす酸乳飲料投与の影響について報告したが、今回は⁷⁾嫌氣的な運動負荷時における酸乳飲料摂取の嫌氣的パワーおよび仕事量の変化に及ぼす影響について検討した。

実験方法

被験者は健康な女子学生5名を用いた。被験者の身体的特徴については表1に示した。

表1 被験者の年齢および身体的特徴

被験者	年齢 (yr)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI 指数	BSA (m ²)	BFM (%)	LBM (kg)
A	19	163.5	53.0	121.3	1.52	20.9	41.9
B	20	158.5	55.0	138.1	1.51	20.5	43.7
C	20	163.0	53.5	123.5	1.52	17.8	44.0
D	20	158.0	54.5	138.2	1.50	19.6	43.8
E	20	168.0	62.0	130.8	1.66	17.4	51.2

BSA ; 体表面積、 BFM ; 体脂肪率、 LBM ; 除脂肪体重

被験者のこれまでの運動歴としては、現在、被験者Aはバスケットボール部に、被験者Cは水泳部に、また被験者Eはボート部にそれぞれ所属しており、また被験者Bと被験者Dは高校時代にいずれもバスケットボール部に所属していたことから、5名ともに体力的には一般女子学生よりも優れていると考えられる。

被験者は実験に先立ってハイパワーエルゴメーター（竹井機器）を用いて各々の最大嫌氣的パワーを求めた。

被験者は昼食を必ず12時に取りるように指示し、実験は午後4時より行うようにした。運動実験の概要を図1に示した。ハイパワーエルゴメーターの負荷強度を個人の最大嫌氣的パワー

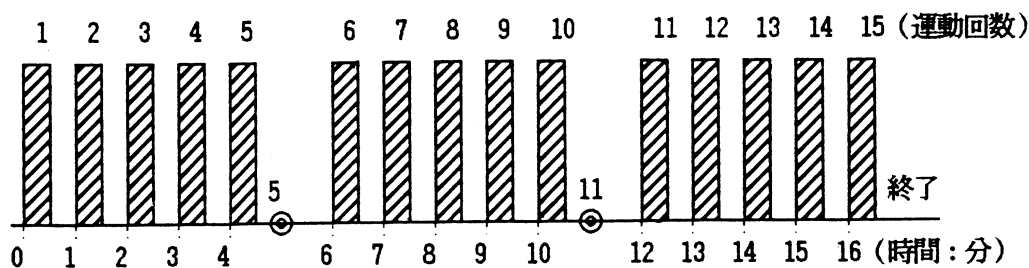


図1 運動実験計画（10秒間の全力ペダリングを15回繰り返す）
◎飲料水摂取時間（運動開始より正確に5分後と11分後）

発現時の強度の70%に設定し、10秒間の全力ペダリングを行わせた。そして50秒間正確に車上で休んだ後、直ちに2回目の全力ペダリングに入る。この様な運動を5回行った後、第1回の運動開始から正確に5分後に1回目の飲料を摂取させた。そして6分後にまた同じ様に運動を繰り返し、正確に11分後に2回目の飲料を摂取させた。さらに

12分後に同じ運動を5回繰り返した。このように合計15回の10秒間全力ペダリングを繰り返し行わせ、一回毎のピークパワー、仕事量を記録し、その変動を比較検討した。

先に示した運動実験を飲料の違いにより計5回行ったが、各飲料の投与順序の違いによる影響を避けるために表2に示したように投与順序を被験者により操作し、いずれの飲料も同じ摂取条件になるようにした。表中の各記号は、Cが酸乳飲料、Wが水、Sが酸糖液、Nが何も摂取しない、そしてPが疑似酸乳飲料を示している。各飲料の原液の組成は表3に示した。実際の実験時にはこれら

表2 飲料水投与順序

被験者	運動実験				
	1st	2nd	3rd	4th	5th
A	C	W	S	N	P
B	W	S	N	P	C
C	S	N	P	C	W
D	N	P	C	W	S
E	P	C	W	S	N

C：酸乳飲料 W：水 S：酸糖液
N：なし P：疑似酸乳飲料

表3 投与飲料（原液）の組成（%）

成分	C	W	S	P
Skim milk	3.02	-	-	3.02
50%Lactose	2.22	-	2.22	2.22
Sucrose	46.24	-	46.24	46.24
Essence	0.34	-	-	0.34
Water	48.18	100.00	51.54	48.18

飲料水投与は原液20mlに対して冷水80mlを加えて5倍希釈にして与えた。

飲料の原液20ml(水を除く)を冷水80mlを加え、5倍希釈溶液として与えた。摂取時の糖分の濃度はC、S、Pともに9.2g%であった。

実験結果

各回のピークパワーの変化を図2に、同じく各

回の10秒間の仕事量の変化を図3に示した。いずれも第1回目の値を100とした相対変化量を求め、5人の平均値を示した。平均値の変化をみるとピークパワーはC飲料摂取が若干低下が少ない傾向がみられたが、各飲料間には有意な差はみられな

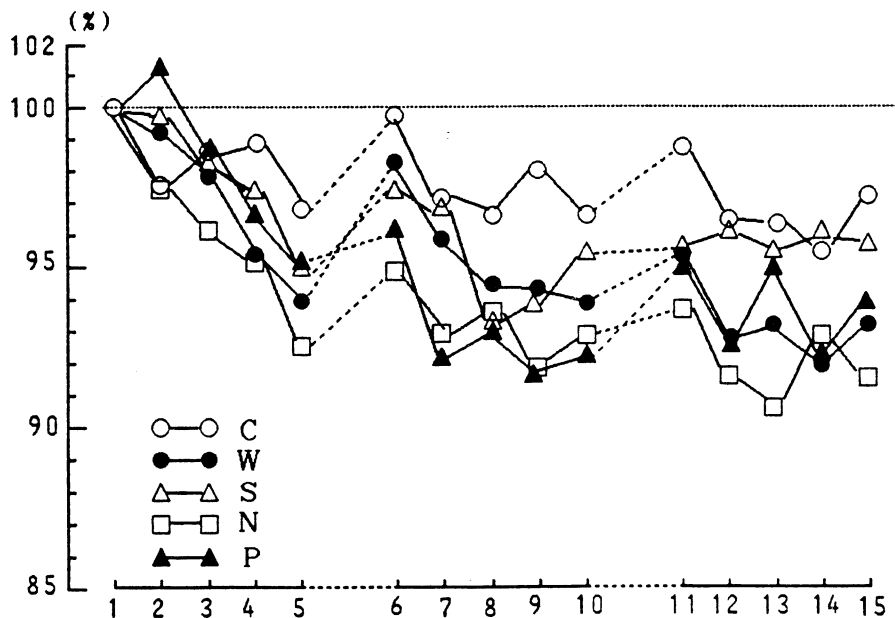


図2 各運動回数毎のピークパワーの変化(%)

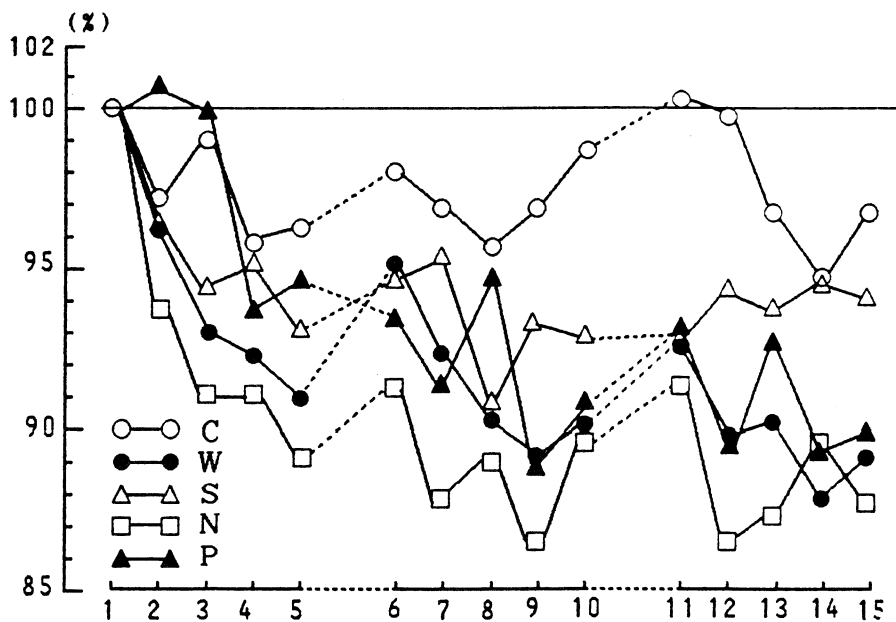


図3 各運動回数毎の仕事量の変化(%)

かった。仕事量では平均値で見るとC飲料摂取時の方が他の4飲料摂取時よりも低下の傾向が小さく、ピークパワーの時よりもより明らかにC飲料摂取の効果が示された。

これらの値を少し見方を変えてさらに検討してみた。つまり、1回から5回目はどの飲料も摂取

していない時期、そして第6回から第10回目までは各飲料を1回摂取した後の時期、そして第11回から第15回はさらに2回目の飲料摂取後であることから、それぞれ5回の測定値の平均値を求め、第1回目から第5回目の平均値を100として各々の飲料摂取時の変動を比較した(図4)。左にピ

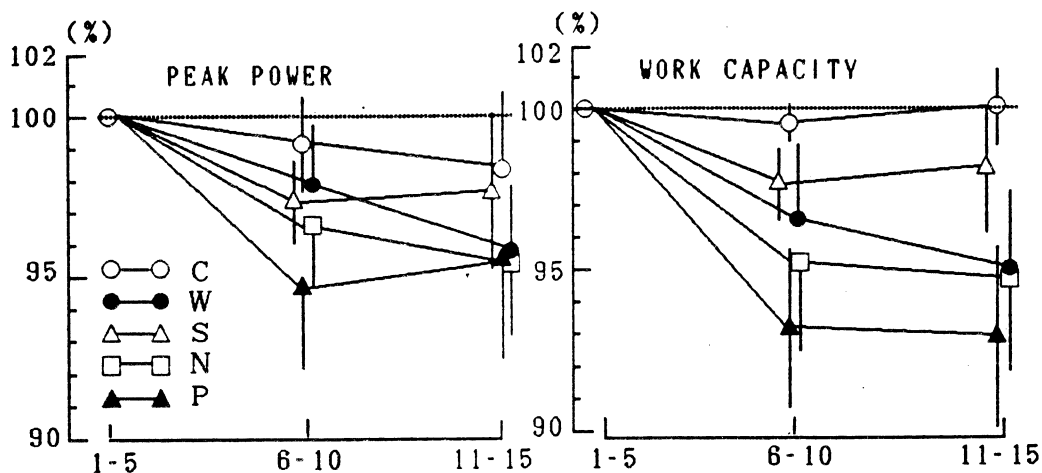


図4 5回毎の平均値からみたピークパワーおよび仕事量の変化(%)

ークパワーの変化を、右に仕事量の変化を示した(平均±標準誤差)。ピークパワー、仕事量ともに各飲料間に有意な差はみられなかったが、傾向としてはC飲料摂取時が低下率が最も小さく、P飲料が最も低い様子が伺われた。

さらに第1回、第5回、第6回、第10回、第11回、第15回の平均値を取り上げて図5に示した(平均±標準誤差)。つまり、各連続5回の運動による低下傾向、および飲料摂取あるいは110秒間の休息による回復傾向をみた。ピークパワー、仕事量ともに各飲料間では有意差はみられなかったが、全体の傾向としてはC飲料摂取時は比較的5回連続運動による低下の率が小さいことが観察された。飲料摂取あるいは110秒間の休息による回復傾向についてはいずれの飲料摂取時においても急速に回復する場合と回復が純い場合が観察され、飲料の違いによる回復傾向の差異はみられなかった。

考 察

一般的に運動負荷時の飲料投与実験は温熱環境下でおびただしい発汗を促し、体水分が不足するような状態に追い込んだ時、あるいはエネルギー源とくに筋肉グリコーゲンが枯渇するような長時間の運動を負荷するような時に行われることが多い⁸⁻¹⁰⁾。つまり、水分補給あるいはエネルギー供給の観点で運動時の飲料摂取効果を検討している。本実験のように運動時のエネルギー代謝がおもにリン源質系で行われているような場合の飲料摂取効果についてはあまり検討されてきていない。その理由の一つとして、飲料に含まれている成分が摂取後、吸収され、利用されるまでにある程度の時間を要することが当然考えられる。つまり、短時間で得られた結果が飲料本来の摂取効果であるかどうか疑問がもたれるところである。

種々の問題を抱えながらもまず現象的にも確認する必要があると考え今回本実験を計画した。本

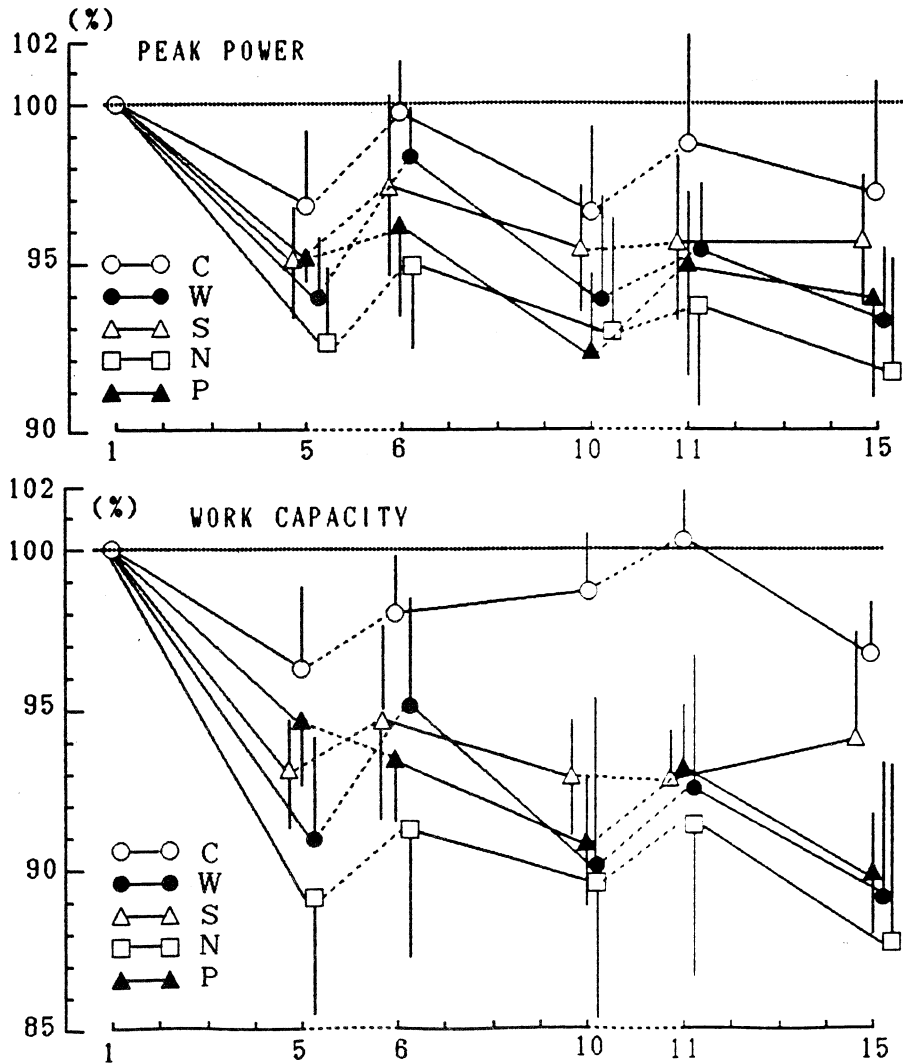


図5 5回連続運動、および休息あるいは飲料摂取によるピークパワーおよび仕事量の変化(%)

実験で得られたピークパワーあるいは仕事量の変動をみると、運動負荷を繰り返すことによってピークパワーおよび仕事量の低下は観察されたが、飲料の違いによる有意な差はみられなかった。全体的な傾向としてはC飲料摂取時が他飲料摂取時よりもピークパワー、仕事量ともに減少の程度が小さい様子にあった。また、何も摂取しない場合あるいは水の場合に比べ、糖分を含んだS飲料、P飲料がやや減少の程度が小さい傾向がみられた。

図4に示した5回の平均値の変化をみるとP飲料がピークパワー、仕事量ともに最も減少傾向が大きい様子にあるが、これは図2および図3で示したように、他飲料摂取時と比べ1回から5回まで全体的に高い値を示しており、このことが平均値の相対的な低値をもたらしたと考えられる。

今回、連続的に嫌気の運動を繰り返した場合のピークパワーおよび仕事量の変動に関しては

酸乳飲料摂取の有意な効果を得るには至らなかったが、その原因として、被験者の例数が少ないことも考えられるが、特に自転車エルゴメーターを用いた全力ペダリング動作に被験者が十分に適応しきれなかったことがあげられる。一部の被験者は15回の全力ペダリングを行ってもピークパワーあるいは仕事量の減少がみられず、むしろ後半に増加する傾向を示した。これらの被験者には一気に全力を出し切る練習を予め行う必要があったと思われる。

いま一つ、精神的なリフレッシュ感、被験者の実験飲料に対する嗜好、摂取時の飲用量なども運動能力の結果に大きく影響を及ぼすことが考えられる。先に指摘したのが本実験のように比較的短時間の運動を連続的に行う場合には飲料の本来の質的な摂取効果とは少し異なるが、別の意味での飲料摂取の効果も考えられる。本実験では実験に用いた飲料の種類については被験者に事前に十分説明した。したがって、実際の運動時には何を摂取するか承知しており、このことが全体的な結果に影響を及ぼしたことも十分考えられる。今後、被験者には判別できないようなプラセボ飲料を工夫して検討する必要があると思われる。

今回は連続的に全力運動を繰り返した場合のピークパワーおよび仕事量の変動に及ぼす酸乳飲料の摂取効果についての基礎的な資料を収集するために行ったもので、測定項目も最小限にした。しかしながら、今回得られた傾向が酸乳飲料本来の質的な効果であるか、あるいは被験者の嗜好が影響したものであるか確認する必要があると思われる。今後、血中乳酸、グルコース、運動時のガス代謝、心拍数、呼吸数などの変化も併せてさらに詳細に検討するつもりである。

まとめ

嫌気的な運動負荷時における酸乳飲料摂取の嫌気的パワーおよび仕事量の変化に及ぼす影響について検討した。

被験者は健康な女子学生5名を用いた。ハイパ

ワーエルゴメーターの負荷強度を個人の最大嫌気的パワー発現時の強度の70%に設定し、10秒間の全力ペダリングを間に50秒の休息を挟んで15回行わせた(ただし、5回目と6回目、10回目と11回目の間は110秒の休息)。第1回の運動開始から正確に5分後および11分後にそれぞれ飲料を摂取させた。その際のピークパワー、仕事量を検討した。用いた飲料は酸乳飲料(C)、水(W)、酸糖液(S)、疑似酸乳飲料(P)であり、さらに何も摂取しない(N)も検討した。

結果は以下のとおりである。

- 1) ピークパワーは平均値の変化ではC飲料摂取時が他飲料摂取時と比べ若干低下が少ない傾向がみられたが、各飲料間には有意な差はみられなかった。
- 2) 仕事量は平均値の変化では同じくC飲料摂取時の方が他の4飲料摂取時よりも低下の傾向が小さく、ピークパワーよりもより明らかに示された。
- 3) 開始よりそれぞれ5回の測定値の平均値で見ると、ピークパワー、仕事量ともに各飲料間に有意な差はみられなかったが、傾向としてはC飲料摂取時が低下率が最も小さく、疑似酸乳飲料が最も大きい様子にあった。
- 4) 各連続5回の運動による低下傾向、および飲料摂取あるいは110秒間の休息による回復傾向をみると、ピークパワー、仕事量ともに各飲料間では有意差はみられなかったが、全体の傾向としてはC飲料摂取時は比較的5回連続運動による低下率が小さいことが観察された。飲料摂取あるいは110秒間の休息による回復傾向については飲料による有意な傾向はみられなかった。

本研究にあたり多大な協力を頂いたカルピス食品工業株式会社に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 堤 達也：高温高湿度環境下における持久運動実施後のスポーツドリンク摂取が生体の回復過程に及ぼす影響、昭和56年度日本体育協会スポーツ科学研究報告
- 2) 高橋徹三他：持久性運動に及ぼすスポーツドリンクXL-1の効果に関する生理生化学的研究、東京教育大学体育学部紀要．14, 159-172 (1975)
- 3) Asano, K. et. al.: Effect of eleuthero-coccus senticosus extract on human physical working capacity, *Planta Medica*, No.3. June, 175-177(1986)
- 4) 荒井幸一郎他：殺菌発酵入投与のマウスの寿命、腸内細菌叢の及ぼす影響について(予報)、*栄養と食糧*、33, 219-223(1980)
- 5) 荒井幸一郎他：酸乳の保健硬効果“腸内フローラと発癌” p105、学会出版センター (1981)
- 6) 早川邦彦：食品・医薬品としての乳酸菌の効用、*微生物*、1, 41-50 (1985)
- 7) 村松成司他：運動負荷時の運動能力、生体疲労および血液性状の変動に及ぼす酸乳飲料投与の影響、*千葉体育学研究*、10, 31-40 (1987)
- 8) Ivy, J, L, et. al.: Endurance improved by ingestion of a glucose polymer supplement. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 15, 466-471 (1983)
- 9) Owen, M. D. et. al.: Effects of ingesting carbohydrate beverages during exercise in the heat. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 18, 568-575 (1986)
- 10) Flynn, M. G. et. al.: Influence of selected carbohydrate drinks on cycling performance and glycogen use. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 19, 37-40 (1987)

(昭和63年1月30日受付)