

水中における有酸素トレーニングに対する 効果的な栄養摂取について

島根県立大学短期大学部 籠橋 有紀子

(共同研究者) 同

名和田 清子

Effective Supplementation of n-3 Polyunsaturated Fatty Acid for Aqua Aerobic Training

by

Yukiko Kagohashi, Kiyoko Nawata
*Department of Health and Nutrition,
The University of Shimane*

ABSTRACT

N-3 polyunsaturated fatty acid supplementation has been recognized to affect the peripheral oxygen delivery system with increasing blood rheology. The purpose of this study was to investigate whether n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation could improve aerobic capacity in young women.

Female college students and teachers were divided into an aqua aerobic training group, a land aerobic training group, and a non aerobic training group. Half of the subjects of each group were given an intake of n-3 polyunsaturated fatty acid, while the other half of each group were not.

The level of n-3 polyunsaturated fatty acid in erythrocyte membrane significantly increased in the subjects who were given n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation in the aqua aerobic training group, as compared with the subjects who did neither aqua aerobics, nor land aerobics, but were only given an intake of n-3 polyunsaturated fatty acid. As far as the level of maximal oxygen uptake ($\dot{V}_{O_{2max}}$) was concerned, this was seen to increase far more significantly in the subjects who were given n-3 polyunsaturated fatty

acid supplementation in the aqua aerobic training group than in the subjects in any other of the groups.

These results suggest that n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation might have a beneficial effect in improving aerobic capacity.

要 旨

n-3系多価不飽和脂肪酸の摂取による生活習慣病の予防効果には、組織や赤血球の細胞膜脂質の変化や赤血球細胞膜の粘性の現象に伴う血液の流動性が関与していると考えられている。このような血液レオロジーの変化は、末梢での酸素運搬能向上にも有益であると考えられている。本研究では、一定期間の水中における有酸素トレーニングを行う際に、n-3系多価不飽和脂肪酸（ドコサヘキサエン酸（DHA）およびエイコサペンタエン酸（EPA））の補足の有無が、有酸素運動能力に及ぼす影響について検討した。運動習慣のない女子大学生を対象に、水中または陸上における有酸素トレーニングを行う2群を設定し、n-3系多価不飽和脂肪酸の補足の有無でさらに2群を設定し、計4群とした。また、対照として、n-3系多価不飽和脂肪酸の補足のみ行う群と、トレーニングも補足も行わない群の2群を設定した。水中有酸素トレーニングを行いかつn-3系多価不飽和脂肪酸の摂取を行った群は、n-3系多価不飽和脂肪酸のみ摂取した群と比較して、赤血球膜脂質中のn-3系多価不飽和脂肪酸が有意に増加した。また、水中有酸素トレーニングを行いかつn-3系多価不飽和脂肪酸の摂取を行った群にのみにおいて、最大酸素摂取量が有意に増加した。以上より、水中有酸素トレーニングを行いかつn-3系多価不飽和脂肪酸を補足することにより、赤血球膜脂質へのn-3系多価不飽和脂肪酸の取り込みが増加し、一定期間の水中における有酸素トレーニングの効率が有意に上がることが示唆された。

緒 言

必須脂肪酸の中でも、n-3系多価不飽和脂肪酸は、魚油や一部の植物油に含まれ、その補足により、高脂血症¹⁾、動脈硬化²⁾、糖尿病^{3,4)}などに対するリスクの軽減が報告され、生活習慣病予防効果に関して注目されている成分である。これらの効果には、n-3系多価不飽和脂肪酸の摂取による組織や赤血球の細胞膜の脂肪酸組成の変化、赤血球細胞膜の粘性の減少や変形能の増加に伴う血液の流動性や膜輸送能の向上などが関与していると考えられており、これらの変化を血液レオロジーの改善とみることができる⁵⁾。血液レオロジーの改善は、末梢での酸素運搬能向上に対しても有益と考えられており、ヒトの有酸素運動能力に対する魚油あるいはエイコサペンタエン酸やドコサヘキサエン酸、シソ油あるいは α -リノレン酸を用いたn-3系多価不飽和脂肪酸の補足効果についても検討が行われているが、一致した見解は得られていない。

これまでn-3系多価不飽和脂肪酸の補足と有酸素運動能力との関連について検討した研究では、その実施は一定の短期的効果についてのみの検討であり、実施期間の長短について議論はなされていない。また、近年注目されている水中有酸素運動（水泳、水中ウォーキング等）に対しての、n-3系多価不飽和脂肪酸の補足と効果の検討は見当たらない。水中運動は、その水温により内臓温度の急激な変化をもたらすことが報告されており、n-3系多価不飽和脂肪酸の補足は、低温による血液の流動性の急激な低下を抑制し、内臓温度の急

激な変化に対する種々のリスクを軽減し、水中運動の持続力強化や、低酸素下におけるハイレベルのパフォーマンスを可能にすると考えられる。

各種油を用いた食事介入試験におけるn-3系多価不飽和脂肪酸の補足は、長期にわたる場合には被験者の負担が大きく、実際の継続性についても不安感はぬぐえない。したがって、近年サプリメントとしても注目されているn-3系多価不飽和脂肪酸(DHA, EPA)を用いた補足介入により、n-3系多価不飽和脂肪酸が水中有酸素運動能力の向上に有効か否かについて明らかにすることを目的とした。

1. 研究方法

1.1 対象者

本研究では、島根県立大学短期大学部健康栄養学科(栄養士養成課程)の、健康な20歳前後の女子大学生および教職員36名(20.2±4.2歳)を対象者とした。なお、本実験の実施にあたっては、島根県立大学短期大学部の倫理委員会の承認を受けた。事前に対象者には研究の目的や意義を十分に説明し文書にて同意を得た上で行い、ヘルシンキ宣言(1964年承認, 2002年追加)の精神を遵守した。また、データの取り扱いについては、個人のプライバシーの保護に十分留意した。

1.2 介入試験

2007年6月から2007年9月までの3ヶ月間を実施期間とした。全期間を通して、有酸素トレーニングおよび脂肪酸摂取について介入を行った。この間、通常の生活に水中有酸素トレーニング、陸上有酸素トレーニングまたは脂肪酸摂取を付加することにより、有酸素運動能力の向上に対する有効性について、以下の計6群: 1. 水中有酸素トレーニング(6名, 水中群), 2. 水中有酸素トレーニング, 脂肪酸摂取(6名, 水中+脂肪酸群), 3. 陸上有酸素トレーニング(6名, 陸上群), 4. 陸上

デサントスポーツ科学 Vol.29

有酸素トレーニング, 脂肪酸摂取(6名, 陸上+脂肪酸群), 5. 非トレーニング, 脂肪酸摂取(6名, 脂肪酸群), 6. 非トレーニング, 非脂肪酸摂取(6名, 対照群)の6群を設定して実施した。以下、実験群は括弧内に示す省略した表記とする。

水中有酸素トレーニングは、松江市内の室内プールにおいて、週3回水中ウォーキングまたは遊泳(強度: 60% $\dot{V}_{O_{2max}}$)を40分行うように指示した。陸上有酸素トレーニングは、本学体育施設において、週3回トレッドミルにてウォーキングもしくはエルゴメーターを用いた運動(強度: 60% $\dot{V}_{O_{2max}}$)を40分行うように指示した。各対象者には、週の一部にトレーニング日が偏らないように指示した。対象者は、特別な運動習慣をもたない女子大学生であり、有酸素トレーニングの実施に際しては、運動中心拍数を確認しながら自ら負荷強度を変更できるように指導し、安全面に配慮した。運動状況については対象者に乳酸測定・心拍数・主観的温度感覚を、介入中記録させた(運動日誌)。トレーニングの強度については、各自の主観的な感覚で「ややきつい」に相当する強さで運動を行うように指導した。トレーニング中の平均心拍数は、140.5±9.3拍/分であった。乳酸値は、各被験者ともトレーニングに慣れてきた4週目に、トレーニングの運動開始前の安静時と運動終了後に指先から採血し、乳酸分析器(ラクテートプロ, アークレイ)により測定した。その平均値は安静時が1.7±0.6 mmol/l, 運動直後は3.5±1.6 mmol/lであり、実施したトレーニングは有酸素トレーニングであったことが確認された。また、脂肪酸摂取群は、DHAサプリメント(大塚製薬)(1日補足分1.5g中DHA: 86.4%, EPA: 13.6%)を、表1のとおり補足し、一日適正量を遵守し摂取するように指示した(脂肪栄養と健康2005)。

なお、陸上有酸素トレーニング実施群(陸上群, 陸上+脂肪酸群)については、猛暑による環

表1 各実験群の補足分の摂取エネルギー量とDHA摂取量(1日あたり)

実験群	水中群	水中+脂肪酸群	脂肪酸群	対照群
エネルギー (kcal)	-	36	36	-
n-3系脂肪酸 (DHA・EPA) (g)	-	1.5	1.5	-

Data: mean ± SD

境設定の厳しさから、複数の対象者が万全な体調を保つことが困難であったため、実施結果は参考値として結果からは削除した。

1. 3 身体組成の計測

体組成測定については、身長、体重、Body Mass Index (BMI) 体脂肪量(率)、除脂肪量(率)の測定を行った。実施開始前、1ヶ月、3ヶ月終了時に計測した。体組成の測定はインピーダンス法(Inbody 3.0: Biospace)および体組成計(タニタ)にて行った。被験者の身体的特性の群別平均値を表2に示した。

表2 各実験群の身体組成

実験群	水中群	水中+脂肪酸群	脂肪酸群	対照群
身長(cm)	157.3 ± 5.5	155.9 ± 3.1	161.4 ± 6.8	159.8 ± 4.7
体重(kg)	49.5 ± 2.5*	52.7 ± 5.1	50.1 ± 5.7	53.9 ± 8.0
BMI(kg/m ²)	20.0 ± 0.7	21.7 ± 2.4	19.2 ± 0.9*	21.1 ± 2.8

Data: mean ± SD, *p<0.05 vs 対照群

表3 栄養素摂取状況

実験群	水中群	水中+脂肪酸群	脂肪酸群	対照群
タンパク質(g)	51.7 ± 13.7	48.7 ± 10.3	47.3 ± 15.1	43.9 ± 10.9
脂質(g)	45.6 ± 11.5	48.0 ± 10.5	46.1 ± 14.4	48.0 ± 10.9
炭水化物(g)	181.5 ± 17.1	212.1 ± 53.8	186.9 ± 60.9	186.1 ± 34.9
飽和脂肪酸(g)	15.4 ± 4.1	15.4 ± 3.9	15.4 ± 5.9	16.2 ± 3.8
n-3系多価不飽和脂肪酸(g)	1.4 ± 0.5	1.7 ± 0.5	1.4 ± 0.5	1.2 ± 0.5
n-6系多価不飽和脂肪酸(g)	6.4 ± 1.3	7.5 ± 1.8	7.0 ± 1.9	7.2 ± 1.9

Data: mean ± SD

1. 4 食事摂取状況調査

食事摂取状況調査は、介入前、介入中および介入後、それぞれ連続した3日間、すべての摂取食品名と摂取量について各被験者が記録し、栄養摂取量の算出を行った(表3)。算出には5訂食品成分表2005を用いた。算出には、栄養計算ソフト(エクセル栄養君v.4.5, 建帛社)を使用した。なお、対象者は栄養士養成課程の大学2年生で、このような食品や栄養に関する基礎知識を持っている者たちであった。

1. 5 体力調査

体力調査は、介入前後に行い、握力、背筋力、立位体前屈、伏臥上体そらし、シャトルランおよび呼気分析による最大酸素摂取量を比較検討した。最大酸素摂取量については、シャトルラン実施結果から算出した(表4)。また、一部の対象者については鳥根大学教育学部体育教室内の呼吸代謝測定システム(AEROMONITOR AE-300S: ミナト医科学)にて計測した値と相関することを確認した(Data not shown)。

表4 各実験群における体力測定の結果

	水中群			水中+脂肪酸群			脂肪酸群			対照群		
	介入前	介入終了時	介入前	介入終了時	介入前	介入終了時	介入前	介入終了時	介入前	介入終了時	介入前	介入終了時
握力	23.5 ± 1.5	23.0 ± 1.7	25.7 ± 2.1	26.3 ± 1.8	24.5 ± 5.5	24.9 ± 3.7	23.7 ± 5.2	22.6 ± 5.9	66.2 ± 18.4	66.9 ± 21.5	15.4 ± 3.4	13.7 ± 6.8
背筋力	63.8 ± 7.0	65.0 ± 5.5	64.0 ± 17.9	71.2 ± 17.2*	61.4 ± 20.3	64.9 ± 15.9	48.5 ± 10.4	46.8 ± 11.6	35.8 ± 2.8	35.2 ± 3.9	47.9 ± 6.3	45.2 ± 11.5
立位体前屈	14.2 ± 8.6	13.5 ± 8.4	14.7 ± 9.2	14.4 ± 7.7	9.4 ± 7.4	10.3 ± 7.3	48.5 ± 10.4	46.8 ± 11.6	35.8 ± 2.8	35.2 ± 3.9	47.9 ± 6.3	45.2 ± 11.5
伏臥上体そらし	50.1 ± 7.4	50.7 ± 9.0	47.7 ± 9.3	48.9 ± 8.9	47.9 ± 6.3	45.2 ± 11.5	48.5 ± 10.4	46.8 ± 11.6	35.8 ± 2.8	35.2 ± 3.9	47.9 ± 6.3	45.2 ± 11.5
$\dot{V}O_{2max}$	36.6 ± 2.8	36.0 ± 2.7	37.7 ± 5.6	41.4 ± 2.7**	36.5 ± 2.5	36.5 ± 2.8	35.8 ± 2.8	35.2 ± 3.9	35.8 ± 2.8	35.2 ± 3.9	35.8 ± 2.8	35.2 ± 3.9

Data: mean ± SD, *p<0.05, **p<0.01 vs 対照群

1. 6 血液検査 (生化学一般・血漿および赤血球膜脂肪酸の分析)

空腹時採血とするため、対象者に前日の午後9時以降降水以外は摂取しないように指示し、翌日午前9時から午前10時の間に採血を行った。凝固防止剤としてEDTA-2Naを含む真空採血管で採血を行い、2500rpmで10分間遠心分離を行い、血漿と赤血球に分離した。

血液検査項目は、総タンパク質、アルブミン、中性脂肪、GOT、GPT、 γ -GTP、総コレステロール、HDLコレステロール、LDLコレステロール、中性脂肪、尿素窒素、クレアチニン、鉄、白血球、赤血球、Hb、Ht、MCV、MCH、MCHC、血小板数とした。

血漿および赤血球膜の脂肪酸測定は、one-step法により脂肪酸を直接メチルエステル化したのち、ガスクロマトグラフ (Hewlett Packard model 5890; Avondale, PA, USA) により分離定量した。一群につき、5個体採取して計測した。測定した脂肪酸は次の9種類である。パルミチン酸 (PLA)、ステアリン酸 (STA)、オレイン酸 (OLA)、リノール酸 (LLA)、 α -リノレン酸 (LnA)、アラキドン酸 (AA)、エイコサペンタエン酸 (EPA)、ドコサペンタエン酸 (DPA)、ドコサヘキサエン酸 (DHA)。分析については、ガスクロマトグラフ (横河アナリテカルシステムズ社 5890) を用いて、検出器：FIDカラム：J&W社製DB-WAX, P/N122-7032 (30m × 0.25mm)、カラム昇温条件：100℃ (1min) → 20℃/min → 180℃ → 2℃/min → 240℃ (30min) → 4℃/min → 260℃ (5min)、注入口温度：260℃、検出口温度：260℃、キャリアガス：He (2.0ml/min) の条件にて行った。

1. 7 統計処理

身体組成および食事調査による摂取量の計算値は、平均値±標準偏差 (mean ± SD) で表し、有

有意差検定には t 検定を用い、いずれも 5% 水準 ($p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$) を有意とした。また、血液中の脂肪酸組成を体力測定結果の関連については、ピアソンの相関係数検定法を用い、5% 水準を有意とした。

2. 結果

2.1 身体組成および体力の変化

介入前後における体組成の変化に有意な差異は認められなかったが、水中有酸素トレーニングを行った水中群および水中+脂肪酸群において、除脂肪量(率)の増加傾向が認められた(Data not shown)。また、体力測定の結果を表4に示す。最大酸素摂取量において水中+脂肪酸群が介入終了時に有意 ($p < 0.01$) に増加した(図1)。他の群においては、最大酸素摂取量はほとんど変化なし、あるいはわずかに低下傾向にあった。また、背筋力においても水中+脂肪酸群が介入終了時に有意に ($p < 0.05$) 向上した(表4)。なお、他の群および項目においては有意差は無かった(表4)。

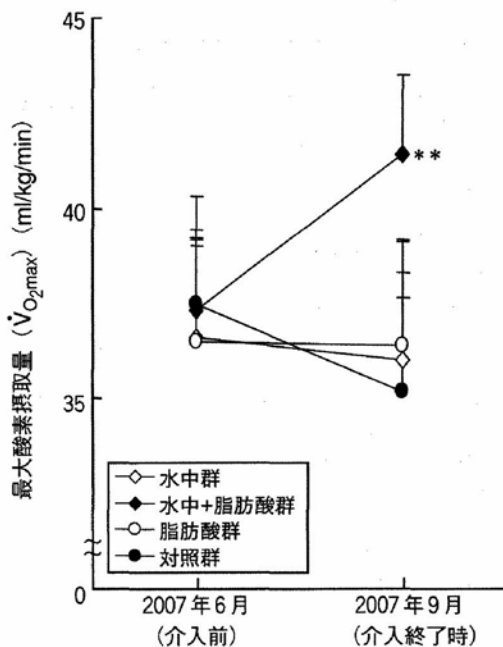


図1 介入前後の持久力 ($\dot{V}O_{2max}$) の変化
** $p < 0.01$ vs 対照群

2.2 血液検査値および脂肪酸組成の変化

介入前後において有意な変化がみられた血中クレアチニンの結果を図2に示す。クレアチニンの値は水中群、水中+脂肪酸群および脂肪酸群において有意 ($p < 0.05$) に増加した。他の血液検査値については介入前後で有意差は認められなかった(Data not shown)。

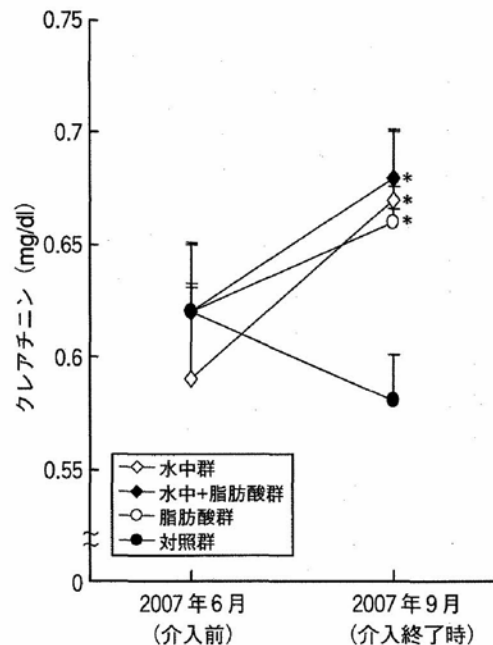


図2 介入前後のクレアチニンの変化
* $p < 0.05$ vs 対照群

また、赤血球膜DHA含有率を図3に示す。水中+脂肪酸群において、介入中および介入終了時に有意 ($p < 0.01$) に含有率の増加を認めた。また、血漿中DHA含有率の変化について図4に示す。水中群、水中+脂肪酸群および脂肪酸群において、介入中に有意 ($p < 0.01$) に増加し、介入終了時は水中+脂肪酸群および脂肪酸群において、高い値を示した。また、赤血球膜脂質の必須脂肪酸比率 ($n-6/n-3$) の変化について図5に示す。赤血球膜脂質の $n-6/n-3$ は、水中+脂肪酸群において介入中および介入終了時に有意に低下した。また、脂肪酸群の $n-6/n-3$ は介入中に有意 ($p < 0.05$) な低下を認めたが、介入終了時に介入前の値とほぼ同じ値にまで上昇した。血漿中の $n-6/n-3$ の変化について図6に示す。水中+脂肪酸群および脂肪酸群

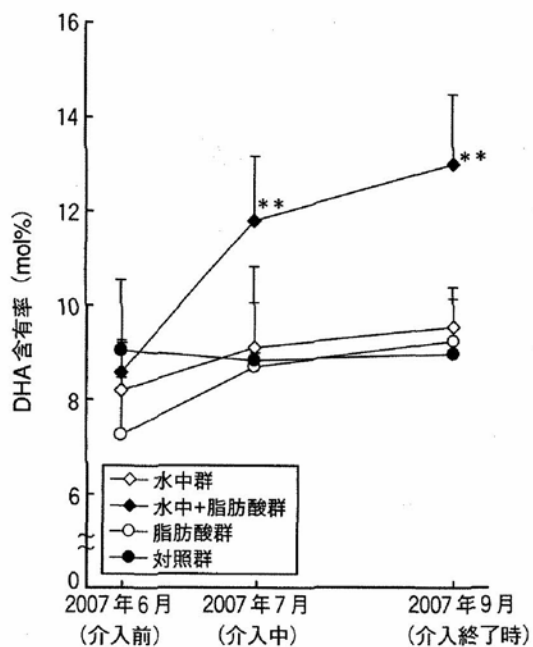


図3 赤血球膜DHA含有率の変化
**p<0.01vs対照群

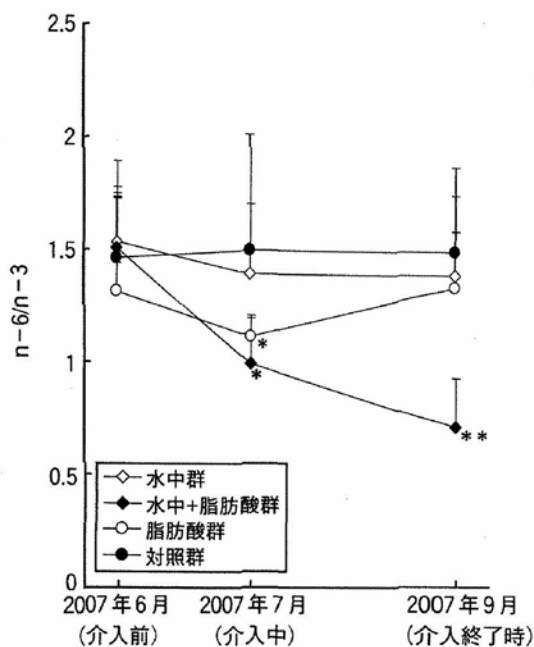


図5 赤血球膜脂質 (n-6/n-3) の変化
*p<0.05, **p<0.01vs対照群

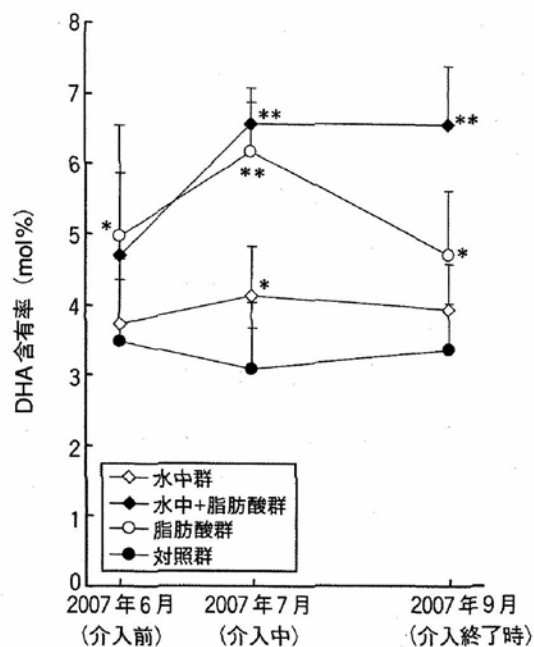


図4 血漿中DHA含有率の変化
*p<0.05, **p<0.01 vs対照群

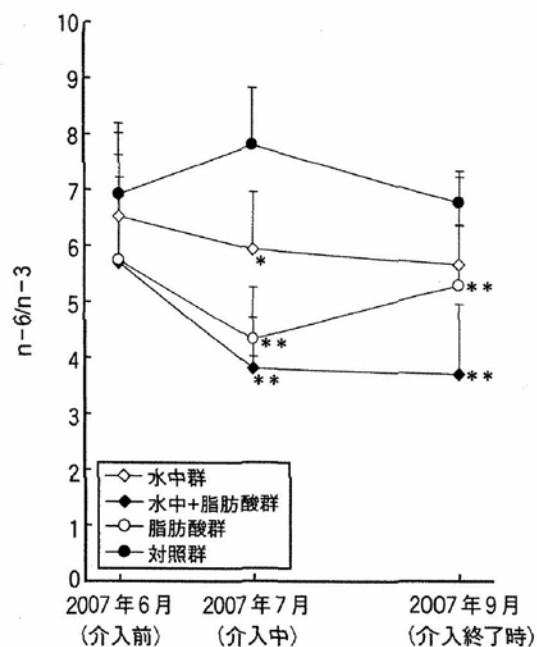


図6 血漿中脂質 (n-6/n-3) の変化
*p<0.05, **p<0.01vs対照群

において介入中および介入終了時にn-6/n-3が有意 (p<0.01) に低下した。水中群については、介入中のみn-6/n-3が有意 (p<0.01) に低下した。

2. 3 血液中の脂肪酸組成と体力測定結果の関連

介入前および介入終了時における、すべての群

の最大酸素摂取量と赤血球膜のDHA含有率との関連を図7に示す。介入前の最大酸素摂取量と赤血球膜DHA含有率の間には、有意な関連は認められなかった。介入終了時の最大酸素摂取量は、赤血球膜DHA含有率が高いほど増加 (r=0.541, p<0.01) し、正の相関を示した。

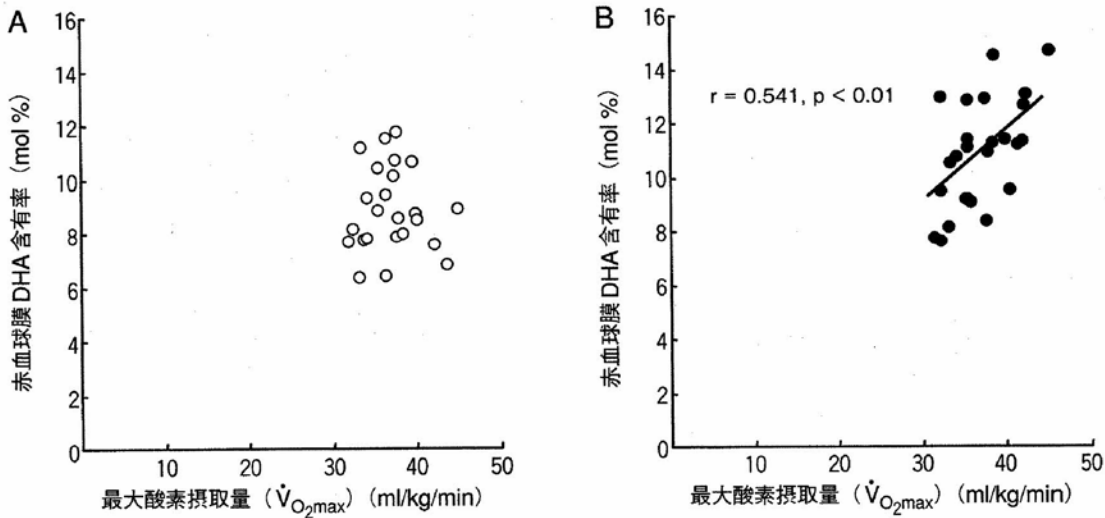


図7 赤血球膜DHA含有率の変化 (A：介入前,B：介入終了時)

3. 考 察

これまで、水中運動の効果を高める栄養摂取法についての報告は少なく、n-3系多価不飽和脂肪酸の補足と水中有酸素運動に関する報告は実験動物を用いた報告が最近あるのみであった⁵⁾。また、水中有酸素運動におけるリスク軽減に対する対策としても、保温水着などの着衣に関するものは数多く、実践例もあるが、栄養摂取法による対策は報告も例がない。水中運動は、生活習慣病予防に対して効果の高いスポーツであり、障害が発生しにくいなどの特徴から、すべての世代で好まれ、推奨されているスポーツである。生涯スポーツとしての水中有酸素運動と栄養摂取法に関する本研究の成果は、将来栄養士として活躍する学生と、社会の両者に対して還元できるものと期待し、実施に至った。

水中有酸素トレーニングのみを3ヶ月間行った結果、最大酸素摂取量に差異は生じなかったが、水中有酸素トレーニング実施対象者に対してn-3系多価不飽和脂肪酸(DHA・EPA)を補足することにより、最大酸素摂取量の増加すなわち有酸素運動能力の向上が認められた。今回用いた有酸素トレーニング(水中有酸素運動、強度：60% $\dot{V}_{O_{2max}}$ 、時間：40分/回、頻度：3回/週)は、有酸

素能力を向上させる運動としては、水中有酸素トレーニングのみ行った対象者の結果を考慮すると $\dot{V}_{O_{2max}}$ に対して効果がなかったと考えられるが、n-3系多価不飽和脂肪酸の補足により、トレーニング効果を高めることが示唆された。体の筋肉量に比例する血中クレアチニン量については、水中有酸素トレーニングを実施した群(水中群および水中+脂肪酸群)はいずれも増加しており、運動による筋肉量(率)の増加が示唆される。しかし、今回は筋肉量についての検討は行っていないため、DEXA法等による結果の検討が必要である。また、n-3系多価不飽和脂肪酸の補足のみでもクレアチニンの増加が認められたため、さらなる検討が必要であると思われる。

また、n-3系多価不飽和脂肪酸の補足による赤血球膜脂質中のDHA含有率の変化については、水中有酸素トレーニングの実施対象者に対してn-3系多価不飽和脂肪酸を補足することにより、飛躍的にDHA含有率が増加した。また、赤血球中の必須脂肪酸比率(n-6/n-3)についても、同様の傾向が認められ、n-3系多価不飽和脂肪酸の補足のみの群と比較して、1ヶ月間の摂取期間においては同様の効果があったが、3ヶ月間の摂取期間においては、水中有酸素トレーニングを実施している場合において、n-3系多価不飽和脂肪酸の赤

血球膜への取り込みがより増加した。この理由としては、運動習慣の少ない対象者にとって、介入以前の血液レオロジー状態や、酸素運搬能、筋組織内の代謝状態が低い状態にあったため、その影響から介入1ヶ月において、n-3系多価不飽和脂肪酸の補足のみで赤血球膜への取り込み増加が観察されたと考えられる。一方で、有酸素トレーニングの併用により、n-3系多価不飽和脂肪酸の赤血球膜への取り込みの必要性が生じ、血液レオロジーを介した酸素運搬系と、筋組織内への酸素消費系の両方に効果があったことが推察された。血漿中のn-3系多価不飽和脂肪酸の変化も赤血球膜における変化を反映してはいたが、血漿中に多くn-3系多価不飽和脂肪酸が含まれていても、赤血球膜への取り込みにはトレーニングが大きな意味をもつことが示唆された。

これまで、われわれはn-3系多価不飽和脂肪酸の摂取不足に対して、若年女性を対象とした摂取状況の調査および摂取方法とその効果について検討してきた⁶⁾。本研究では簡便で実施しやすい栄養補助食品を用いて、n-3系多価不飽和脂肪酸が水中有酸素運動能力向上について検討した結果、一定期間の水中における有酸素トレーニングの効率が有意に上がることが示唆された。

水中運動の一つである水泳は、マスターズスポーツの中では唯一100歳登録できるスポーツでもある。本研究は、水中運動に対する栄養摂取法として初めての試みであり、健康を保つための方法論として、広く社会に貢献できるものとする。

結 論

有酸素トレーニングを行いかつn-3系多価不飽和脂肪酸の摂取を行った群は、n-3系多価不飽和脂肪酸のみ摂取した群と比較して、赤血球膜脂質中のn-3系多価不飽和脂肪酸が有意に増加した。また、水中有酸素トレーニングを行いかつn-3系多価不飽和脂肪酸の摂取を行った群において、最

大酸素摂取量が有意に増加した。以上より、有酸素トレーニングを行いかつn-3系多価不飽和脂肪酸を補足することにより、赤血球膜脂質へのn-3系多価不飽和脂肪酸の取り込みが増加し、一定期間の水中における有酸素トレーニングの効率が有意に上がることが示唆された。

謝 辞

本研究実施にあたり、研究助成を賜りました財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に厚く御礼申し上げます。また、ご協力いただきました対象者の島根県立大学短期大学部松江キャンパス健康栄養学科の学生ならびに教職員の皆様をはじめ、同大学・岸本強先生、手島由美子様、狩野キャロライン先生、島根大学・原丈貴先生、橋本龍樹先生、大谷浩先生に深謝致します。

文 献

- 1) Harris, W. S. N-3 fatty acids and serum lipoproteins: human studies., *Am. J. Crin. Nutr.*, 65 (5 Suppl), 1645S-1654S (1997)
- 2) Vanschoonbeek, K., Maat, M. P. M., Heemskerk, J. W. M. Fish oil consumption and reduction of arterial disease., *J. Nutr.*, 133, 657-660 (2003)
- 3) Mori, Y., Murakawa, Y., Katoh, S., Hata, S., Yokoyama, J., Tajima, N., Ikeda, Y., Nobukata, H., Ishikawa, T., Shibutani, Y. Influence of highly purified eicosapentaenoic acid ethyl ester on insulin resistance in the Otsuka Long-Evans Tokushima Fatty rat, a model of spontaneous non-insulin-dependant diabetes mellitus., *Metabolism*, 46, 1458-1464 (1997)
- 4) 籠橋有紀子, 大谷浩 母体環境と1型糖尿病発症について—NODマウスを用いた解析—, *糖尿病と妊娠*, 7, 1, 23-29 (2007)
- 5) 籠橋有紀子, 直良博之, 森山賢治, 大谷浩 1型糖尿病のハネムーン期を修飾する必須脂肪酸摂取比率について, *脂質生化学研究*, 48, 147-148 (2006)
- 6) 籠橋有紀子, 橋本龍樹, 大谷浩, 名和田清子 食生活改善における摂取方法と有効性について—脂肪酸摂取法に着目した解析—, *島根県立島根女子短期大学紀要*, 45, 1-7 (2007)