

DHA の摂取が大学スポーツ 選手の視覚機能に及ぼす影響

Effect of DHA on visual performance of university athletes

河村剛光*¹, 村上茂樹*^{1,2}, 越川一紀*¹
青木和浩*¹, 鈴木良雄*¹, 鯉川なつえ*¹
岡部正明*³, 田中明雄*³, 澤木啓祐*¹

キー・ワード : Docosahexaenoic acid, Kinetic Visual Acuity, Low Contrast Visual Acuity
ドコサヘキサエン酸, 前後方向動体視力, 低コントラスト視力

〔要旨〕 大学スポーツ選手に1日当たり1,500mgのDHAを含む食品を摂取させ、DHAが視覚機能に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。摂取群(28名)はDHAを含むキューブ状の試験食品を35±2日間摂取した。対照群(27名)は試験食品を摂取しなかった。前後方向動体視力を主要評価項目と定めた。また、横方向動体視力、実用視力、深視力、目と手の協応、コントラスト感度、低コントラスト視力等の検査も実施した。その結果、前後方向動体視力は、試験食品摂取前の値が0.3(logMAR)以上であった被験者について、対照群と比べて摂取群で有意な改善が認められた。低コントラスト視力では、薄暮・コントラスト比10%条件で、対照群と比べ、摂取群で有意な改善が認められた。

緒 言

これまでのスポーツ医科学領域においては、いわゆる体力である「出力」に対するアプローチが多いが、出力がいかに優れていても、必ずしも高いパフォーマンスを発揮できるとは限らない。スポーツでは外部からの情報に対して、動作を素早く適切に変容させていく必要があり、そのための情報の「入力」は視覚から得ることがほとんどである。スポーツにおいて重要な視覚機能に関する研究や、スポーツ選手の視覚機能が優れている傾向にあることを報告した研究も多い^{1,2)}。

関連領域の先行研究において、代表的な視覚機能として扱われているのは動体視力である。我が国には前後方向動体視力(Kinetic Visual Acuity : 以下KVA)と呼ばれ、自分に直線的に向かってくる視標を識別する能力である動体視力が存在し、

その機序や取扱いには種々の意見もあるが、スポーツにおいて重要とされる視覚機能の1つとされ、網膜や中枢の機能に関わるとされている³⁾。加えて、野球などにおいて、その競技特性からKVAの重要性が指摘されており、スポーツ選手のKVAに関する報告も数多い^{4,5)}。また、交通医学や視機能検査としてのKVAの応用^{6,7)}など、幅広い分野での先行研究も認められ、今回の研究では主な視覚機能としてとらえることとした。その他にも、眼と手の協調、深視力、低コントラスト視力など、スポーツや日常生活において重要となる多くの視覚機能がある⁸⁻¹⁰⁾。

一方、近年、動脈硬化、狭心症、心筋梗塞、脳梗塞、高血圧などに対するDHA(ドコサヘキサエン酸)の効果が期待されている。また、中性脂肪等への効果から、DHAを関与成分とした特定保健用食品が許可されているケースもある。DHAは、 ω -3脂肪酸の1種であり、6つの二重結合を含む22個の炭素鎖をもつ脂肪酸である。DHAは、魚油に多く含まれ、日本人は、DHAの多くを魚から摂取しているとされている。

*1 順天堂大学スポーツ健康科学部

*2 むらかみ眼科クリニック

*3 株式会社明治食機能科学研究所

このDHAは、網膜の働き等にも有効とされていることから、視力やKVAへの効果について、いくつかの報告がなされている。これらの研究では、魚油を含んだ人工乳が生後4ヶ月目までの早産児の視力を改善すること¹¹⁾、4~22歳の近視者27名にDHA含有パン(DHA 300mg含有)を1ヶ月間摂取させた結果、11名で視力改善が確認されたこと¹²⁾、高齢者15名にDHAカプセル(1粒にDHA 90mg含有)を6粒摂取させた結果、10名に視力改善が認められたこと¹³⁾等が報告されている。KVAについては、澤木ら¹⁴⁾は、スポーツ選手を対象に検討しており、カプセルに入ったDHAを1日当たり1,500mg、35日間連続摂取させた結果、KVAの改善を報告している。

以上のように、DHA摂取により、視力および立体視力に対する改善効果が得られることが期待されているが、KVAへの効果が認められなかった報告¹⁵⁾もあり、また、その他の視覚機能に与えるDHA摂取の影響については十分には明らかとされていない。本試験では新たな技法により、ゼラチンを用いてDHAをマイクロカプセル化して粉末化し、キューブ状に成型したものを試験食品とした。これは水なしで噛んで食べることが可能であり、比較的摂取しやすいという特徴がある。

本研究では、DHAを含む試験食品を5週間連続摂取したときの大学スポーツ選手の視覚機能改善効果について、試験食品を摂取しない対照群との比較から明らかにすることを目的とした。

対象と方法

被験者：被験者数は55名(平均年齢 19.4 ± 1.0 歳)であり、摂取群(DHAを含む試験食品を摂取)：28名、対照群(試験食品を摂取せず)：27名であった。群分けにおいては、年齢、摂取前のKVAの測定結果、球技・非球技の構成、性別に配慮した。本試験は、無作為化、オープン並行群間試験で実施した。被験者は大学スポーツ選手であり、専門種目は、テニス8名、バレーボール18名、陸上15名、野球14名であった。被験者の性別は男性47名、女性8名で、矯正方法は裸眼28名、コンタクトレンズ25名、眼鏡2名であった。

被験者は重篤な疾病を有さず、本試験の目的、内容について十分な説明を受けて理解した上で自由意思により参加し、文書で参加に同意した者であった。未成年者については保護者の文書同意も

得た。本研究は順天堂大学スポーツ健康科学部研究等倫理委員会の承認を得て行った。

被験者は、視力に影響を与える重篤な眼病を患っていた者、目の屈折矯正手術を行った者、試験開始前3ヶ月間に、本試験に影響を及ぼす可能性のある医薬品、医薬部外品、健康食品を常用していた者、食物アレルギーを有していた者等の条件に該当していなかった。

試験食品：本実験の試験食品は、DHA 1,500mgを含むキューブ状食品で、それを1日1回、5週間噛んで摂取した。摂取時間は自由とした。対照群の被験者には、試験食品を摂取させなかった。試験食品1個当たりの重量は、6.85g(DHA 250mg)で、1包装(6個)当たりの重量は、41.1g(DHA 1,500mg)であった。試験食品は、常温にて保存可能であった。

先行研究¹⁴⁾において、1日あたり1,500mgのDHAを摂取させた結果、KVAの改善が認められていることから、本実験における摂取量を1,500mgに設定した。日本人の食事摂取基準¹⁶⁾では、EPAおよびDHAの目標摂取量として、1g/日以上を下限として示しているものの、摂取上限については算定されていない。DHAの毒性については、18g/日の用量を摂取させた結果、被験者全員が下痢を訴え、脂肪下痢へ進行したとの報告がある¹⁷⁾。本試験で被験者が試験食品より摂取するDHAは1日当たり1,500mg、日本人の1日あたりのDHA平均摂取量は約1gなので、上記の毒性については問題ないと考えられた。

手順：被験者はアンケートにて、専門競技、眼鏡、コンタクトレンズ使用の有無、疾病履歴、医薬品や健康食品の摂取状況、食物アレルギーの有無などに回答した。DHAの摂取前後には、身長(摂取前のみ)、体重、BMI、血圧、脈拍数の測定、自覚アンケート(摂取前からの自覚的な変化)への回答を行った。これらのアンケートおよび測定を実施した後に、各種視覚機能の測定を実施した。摂取前後のこれらの測定等は、摂取前時および試験開始5週間後(±2日以内)に実施した。また、両群とも各被験者は毎日の日誌に生活状況等の記録を行った。その内容は、試験食品摂取の確認(摂取群のみ)、体調の記録、医薬品の服用状況、飲食、睡眠の状況などの記録であった。

被験者には、試験期間中は、パソコン等の使用、食事などについて通常通りの生活を送り、矯正方

表 1 視機能測定項目

測定項目	内容	測定機器
KVA 視力	前後方向に移動する視標を識別する能力	AS-4D (Kowa)
	止まっている視標を識別する能力	AS-4D (Kowa) AS-28 (Kowa)
DVA 実用視力	横方向に移動する視標を識別する能力	HI-10 (Kowa)
	時間による視力変化	AS-28 (Kowa)
深視力	距離感を識別する能力	AS-7JS1 (Kowa)
目と手の協応	視標を素早く認識して正確に手で反応する能力	AS-24 (Kowa)
コントラスト感度	色の濃淡の識別	Sine Wave Contrast Test (Stereo Optical)
低コントラスト視力	低コントラストや種々の条件での視力	CAT-CP (NEITZ)

法の変更、レーシック等を受けることの禁止などの指示を行った。魚の摂取については日常と同様に摂取し、取りすぎないようにする等の指示を行った。医薬品、健康食品などについては、DHA や EPA を含むサプリメントや特定保健用食品の使用や摂取を禁止するなどの指示を行った。

各測定項目の詳細：各視機能の測定は、眼鏡またはコンタクトレンズを使用している者については、日常生活で使用しているものを着用して測定を実施した。

体重、BMI、血圧、脈拍数については、試験前後の比較および変化量の群間比較を行い、安全性の評価の1つとした。

本試験の視機能評価項目を表 1 に示す。本研究においては、DHA の有効性を評価する主要評価項目に KVA を定め、その他を副次評価項目として、評価を行った。なお、主要評価項目においては、摂取前の KVA 値別の層別解析を実施した。

KVA では、前方から自分に向かってくる視標(時速 30km)を識別させ、5回の測定値を得て、Log-MAR にて分析処理した。予測だけで視標(ランドルト環)の切れ目の方向を回答することを防ぐために、3回以上の誤回答があった場合は、測定を最初からやり直すこととした。視力の測定は KVA および実用視力測定時に同時に測定した。横方向動体視力 (Dynamic Visual Acuity : 以下 DVA) は、視標の速度を 49.5rpm から徐々に減速させ、識別できた時の値を 5 回得て平均値を算出した。実用視力は、視力、1 分間の平均視力、視力の維持率について分析した。深視力は、測定器内の 3 本の棒が横一直線上に並んだと感じる時にスイッチにて反応させ、3 回の測定結果(誤差の絶対値)を平均した。眼と手の協応は、120 個の視標が点灯し

終わるまでの時間、正確に反応できた数(スコア)、遅れて反応した数を記録した。コントラスト感度は、5つの空間周波数において、8段階で評価した。低コントラスト視力では、薄暮および昼間の条件下で、ランドルト環のコントラスト比が 100%、10% および 5% の条件下で測定した。

自覚アンケートの詳細：先行研究¹⁸⁻²⁰⁾を参考に、自覚アンケートを実施した。視機能に関しては、ドライアイに関連する 12 の項目(視覚機能(6項目)、眼の症状(3項目)、環境的誘因(3項目))について、ここ 1 週間における頻度(いつも、多くの場合、半分、時々、全くない)をチェックさせた。その他、ここ 1 週間での目の乾燥、運動パフォーマンス、目の疲れ具合について、どのように感じたか、各 0~4 の 5 段階評価で、状態が良いほど大きな数字を被験者にチェックさせた。

統計処理：統計処理については、視覚機能項目、自覚アンケートを対象に、試験開始前後の変化量の 2 群間の比較を二標本 t 検定にて評価した。摂取前と後時点の群間比較を、二標本 t 検定にて評価した。また、各項目について改善、低下または変化なしであった被験者数の構成の 2 群間比較は、カイ二乗検定により評価した。各数値は平均値±標準誤差で示し、有意水準は両側 5% とした。

結 果

55 名のうち、すべての試験を完了し、試験食品摂取率が 80% 以上の解析対象者は、計 51 名(体重 66.8±1.1kg, BMI 21.9±0.2)で、摂取群 25 名、対照群 26 名であった。被験者の年齢、身長、体重、BMI、血圧、脈拍数において、摂取群および対照群の間に差は認められなかった。体重、BMI、血圧、脈拍数の摂取前後の変化量を摂取群と対照群

で比較したが、いずれの項目についても有意な差は認められなかった。試験食品と因果関係のある有害事象は認められなかった。

有効性の評価結果について、表2に示す。主要評価項目であるKVAについては、試験食品摂取前後双方の測定で、5回の測定中1回でもKVA値が最低値であるLogMAR 1.0または最高値であるLogMAR -0.20であった被験者については、測定限界値から外れたと判断し、KVAの解析から除外した。双方にLogMAR 1.0が認められた被験者は両群に1名ずつであった。一方、双方にLogMAR -0.20が認められた被験者は存在しなかった。よって、KVAの解析は、摂取群n=24、対照群n=25で実施した。KVAについて、試験食品摂取期間前後のKVAの変化量を摂取群と対照群の間で比較したが、有意な差は認められなかった。

次に、試験食品摂取前のKVAの値(LogMAR)が0.3以上の被験者を選抜して比較を行った(摂取群n=10、対照群n=13)。先行研究³⁾における一般基準値(LogMARで0.3)を参考に、また、層別解析の人数があまりに偏ることのないよう配慮して検証した。これらの被験者は、スポーツビジョン研究会のKVAの評価基準⁴⁾では評価1または2となり、KVAの低い被験者となる。その結果、対照群と比べ、摂取群でKVAの有意な改善が認められた(図1)。また、同条件下でKVAが改善または悪化した被験者数を両群の間でカイ二乗検定にて比較した結果、有意差は認められないものの、摂取群で対照群と比べ、改善した被験者が多く、悪化した被験者が少ない傾向が認められた。

副次評価項目の解析は、摂取群n=25、対照群n=26で実施した。DVA、実用視力における各値、AS-4Dによる視力、深視力について、DHA摂取による有意な改善は認められなかった。眼と手の協応の時間(Time)については、摂取前後の差について、対照群と摂取群に有意差が認められたが、両群の摂取前の値にも有意差が認められた。一方で、薄暮、ランドルト環のコントラスト比が10%の条件下では、摂取前後の差について、対照群と比べ、摂取群の低コントラスト視力の有意な改善が認められた(図2)。昼間、コントラスト比100%の条件下で、摂取後の値について、対照群と比べ、摂取群で有意に小さい値が得られた。その他、各条件下では、有意な差は認められなかった。

自覚アンケートの分析結果について、表3に示

す。読書(本や新聞など)のしにくさの項目について、摂取群は対照群と比べ改善した被験者が多く、低下した被験者が少なく、両群間に有意差が認められた(図3)。他のアンケート項目については、いずれの項目についても有意な改善は認められなかった。

考 察

本試験では、摂取群の被験者のみが試験食品を摂取し、摂取群の測定結果等から、安全性を評価したが、本試験食品摂取に由来すると考えられる有害事象は確認されなかった。

主要評価項目であるKVAについて、全被験者(測定限界の範囲外とした2名を除く)を対象として検討した結果、DHA摂取による有意な変化は認められなかった。しかし、試験食品摂取前のKVAの値(LogMAR)が0.3以上の被験者を選抜して比較を行ったところ、対照群と比べ、摂取群でKVAの有意な改善が認められた。また、同様の被験者群において、KVAが改善または悪化した被験者数を両群の間で比較した結果、有意差は認められないものの、摂取群では対照群と比べ改善した被験者数が多く、低下した被験者が少ない傾向が認められた。KVAについては、スポーツなどで前方から対象物が移動してきた場合に、より早い段階で正確に識別できる能力と関係し、その能力が高いことは、スポーツ時の対象物の認識に良い影響があると考えられる。また、その他、車の運転や日常生活において、質の高い視覚機能とも関連すると考えられ、KVAが高い、または低下を抑えることは大切であろう。

DHA摂取の視覚機能改善効果に関する報告は複数あるが、KVAについては、澤木ら¹⁴⁾がDHAをスポーツ選手に対して1日当たり1,500mgを35日間摂取させたところ、KVAが改善したことを報告している。一方、石垣ら¹⁵⁾もスポーツ選手に対して1日当たり1,500mgのDHAを1ヶ月間摂取させた結果、視力の改善は認められたが、KVAの改善は認められなかった。本試験では摂取開始前のKVAがLogMAR 0.3以上であった被験者を選抜して比較した場合に、DHA摂取によるKVAの改善が確認された。澤木らの報告でも、KVAが低い被験者でDHA摂取の効果が強い傾向が認められており¹⁴⁾、DHA摂取によるKVAの改善効果は、KVAの初期値により有効性の強

表 2 各視覚機能の測定結果と摂取前後の差の群間比較

	摂取前			摂取後			摂取前後の差		群間比較 (p 値)
	摂取群	対照群	摂取群	対照群	摂取群	対照群	摂取群	対照群	
KVA	0.315 ± 0.045	0.325 ± 0.042	0.321 ± 0.042	0.367 ± 0.048	0.007 ± 0.035	0.035 ± 0.026	0.007 ± 0.035	0.035 ± 0.026	0.49
視力 (LogMAR)	0.007 ± 0.031	0.047 ± 0.035	0.000 ± 0.030	0.052 ± 0.033	-0.007 ± 0.022	0.004 ± 0.025	-0.007 ± 0.022	0.004 ± 0.025	0.74
DVA (rpm)	41.05 ± 0.89	40.09 ± 0.94	43.02 ± 0.73	42.08 ± 0.81	1.97 ± 0.73	1.99 ± 0.60	1.97 ± 0.73	1.99 ± 0.60	0.99
実用視力	-0.111 ± 0.027	-0.076 ± 0.025	-0.118 ± 0.019	-0.100 ± 0.025	-0.007 ± 0.018	-0.025 ± 0.018	-0.007 ± 0.018	-0.025 ± 0.018	0.49
平均視力 (LogMAR)	-0.076 ± 0.028	-0.058 ± 0.026	-0.074 ± 0.025	-0.026 ± 0.033	0.002 ± 0.011	0.032 ± 0.016	0.002 ± 0.011	0.032 ± 0.016	0.13
視力維持率	0.988 ± 0.003	0.994 ± 0.006	0.984 ± 0.005	0.973 ± 0.006	-0.004 ± 0.005	-0.022 ± 0.008	-0.004 ± 0.005	-0.022 ± 0.008	0.07
深視力 (mm)	15.32 ± 2.31	18.78 ± 2.13	16.95 ± 3.01	17.09 ± 1.94	1.63 ± 2.83	-1.69 ± 2.17	1.63 ± 2.83	-1.69 ± 2.17	0.35
目と手の協応 時間 (Sec)	84.96 ± 1.00	88.19 ± 0.98	85.68 ± 1.01	86.00 ± 0.92	0.72 ± 0.71	-2.19 ± 0.89	0.72 ± 0.71	-2.19 ± 0.89	0.01
スコア	103.92 ± 1.26	100.23 ± 1.32	104.40 ± 1.02	102.81 ± 1.08	0.48 ± 1.20	2.58 ± 1.54	0.48 ± 1.20	2.58 ± 1.54	0.29
Late (Sec)	9.76 ± 0.97	11.46 ± 0.87	9.12 ± 0.49	9.73 ± 0.71	-0.64 ± 0.93	-1.73 ± 1.11	-0.64 ± 0.93	-1.73 ± 1.11	0.46
コントラスト感度 (cycles/degree)	6.16 ± 0.20	6.12 ± 0.15	6.28 ± 0.17	6.23 ± 0.19	0.12 ± 0.23	0.12 ± 0.17	0.12 ± 0.23	0.12 ± 0.17	0.99
3	6.36 ± 0.13	6.38 ± 0.15	6.56 ± 0.15	6.50 ± 0.17	0.20 ± 0.19	0.12 ± 0.18	0.20 ± 0.19	0.12 ± 0.18	0.75
6	6.44 ± 0.19	6.15 ± 0.22	6.44 ± 0.16	6.27 ± 0.21	0.00 ± 0.17	0.12 ± 0.19	0.00 ± 0.17	0.12 ± 0.19	0.65
12	5.52 ± 0.25	5.12 ± 0.28	5.76 ± 0.27	5.38 ± 0.27	0.24 ± 0.26	0.27 ± 0.22	0.24 ± 0.26	0.27 ± 0.22	0.93
18	5.84 ± 0.34	5.42 ± 0.35	5.80 ± 0.33	5.46 ± 0.26	-0.04 ± 0.27	0.04 ± 0.28	-0.04 ± 0.27	0.04 ± 0.28	0.84
100%	0.111 ± 0.036	0.135 ± 0.039	0.067 ± 0.026	0.135 ± 0.042	-0.044 ± 0.033	0.000 ± 0.043	-0.044 ± 0.033	0.000 ± 0.043	0.42
薄暮 (LogMAR)	0.574 ± 0.040	0.564 ± 0.048	0.494 ± 0.036	0.612 ± 0.054	-0.080 ± 0.034	0.048 ± 0.047	-0.080 ± 0.034	0.048 ± 0.047	0.03
5%	0.904 ± 0.050	0.873 ± 0.052	0.844 ± 0.040	0.873 ± 0.056	-0.060 ± 0.056	0.000 ± 0.046	-0.060 ± 0.056	0.000 ± 0.046	0.41
100%	-0.002 ± 0.030	0.018 ± 0.026	-0.038 ± 0.020	0.044 ± 0.034	-0.036 ± 0.023	0.027 ± 0.029	-0.036 ± 0.023	0.027 ± 0.029	0.10
昼間 (LogMAR)	0.332 ± 0.055	0.329 ± 0.051	0.267 ± 0.040	0.366 ± 0.063	-0.066 ± 0.048	0.037 ± 0.045	-0.066 ± 0.048	0.037 ± 0.045	0.13
5%	0.562 ± 0.057	0.612 ± 0.056	0.592 ± 0.057	0.656 ± 0.056	0.030 ± 0.054	0.044 ± 0.043	0.030 ± 0.054	0.044 ± 0.043	0.83

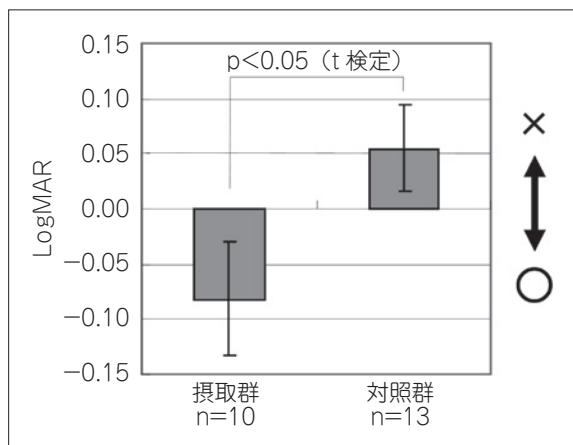


図1 KVAの変化量比較(摂取前のKVA0.3以上の被験者)

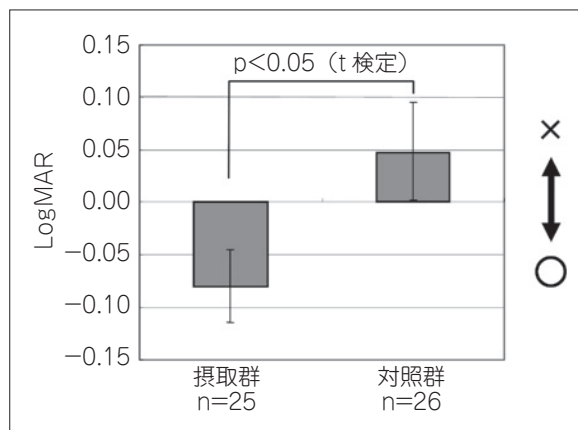


図2 低コントラスト視力(薄暮, コントラスト比 10%)の変化量比較

弱が異なっている可能性が考えられる。

低コントラスト視力についてDHAの摂取効果を検討した報告例はない。本試験では、低コントラスト視力について、薄暮および昼間の条件下で、ランドルト環のコントラスト比が100%、10%および5%の条件で測定を行った。その結果、薄暮の条件下で、コントラスト比が10%の場合に、対照群と比べ、摂取群において低コントラスト視力の有意な改善が認められた。一方、薄暮、コントラスト比10%以外の条件ではDHA摂取による有意な改善効果は認められなかった。本試験では、被験者の割り付けの際に、KVA以外の視覚機能については考慮していないため、これらの初期値は必ずしも均一にはなっていない。本試験では低コントラスト視力に対するDHAの有効性が初めて示唆されたが、初期値を群間で均一にすることで、その他条件下での低コントラスト視力の有効性が認められる可能性もあるだろう。また、自覚アンケートより、読書のしにくさが、DHA摂取により改善することが確認された。

以上の結果は、DHAが視機能を改善する素材として有効であることを示唆している。これまでの報告のように、網膜等への影響に加え、DHAの抗炎症作用やドライアイ症状の緩和など^{21,22)}、複合的なDHAの効果も予想され、いずれか1つの要因のみによって、効果が得られている訳ではないと推察される。加えて、KVAの構成要素は調節、網膜、中枢などと考えられ³⁾、複雑であるため、これらのどこかだけに、選択的にDHAの効果が表れたとは考えにくいと思われる。また、視力においては、それに関わる構造上の影響がより強く、

一方のKVAやコントラストなどに関わる機能は、網膜や中枢などの循環の改善によって効果が得られた可能性も考えられるが、今回の研究からは推測することしかできず、今後の効果が得られたメカニズムの研究の必要もあると思われる。

KVAおよび低コントラスト視力以外の視機能については、今回の試験では有意な改善は認められなかった。石垣らの報告においても同様の傾向が報告されている¹⁵⁾。ただし、項目によっては初期値をそろえた試験を行うことで、DHA摂取による改善効果が確認できる可能性もあると考えられる。特にもともとの視覚機能が低い者や項目において、効果が期待されることも予想され、今後の研究課題の1つになると考えられる。また、いくつかの先行研究¹¹⁻¹³⁾では、視力へのDHAの効果が認められている。本試験では、KVAを主要項目と定めたために、KVA以外の項目については層別解析など詳細な分析はできなかったが、視力と高く相関するKVAに効果が認められたことから、視力への効果も期待される。また、実生活における視力を反映するとされる実用視力についても、本試験では有意な改善は認められなかったが、測定条件を改善することで有効性が確認される可能性があり、今後の検討が望まれる。本実験ではプラセボ群を利用せず、オープン並行群間試験で実施したため、プラセボ効果が入り込んでいる可能性は否定できず、今後はプラセボ群を設定した調査を行う必要がある。最後に、今回はDHAをゼラチンによりマイクロカプセル化して粉末化し、成形した試験食品を用いたが、DHAの視機能改善効果は本試験食品においてもその有効性が保持

表3 自覚症状の評価（アンケート）の結果

	摂取前				摂取後				群間比較 (p 値)
	摂取群	対照群	摂取群	対照群	摂取群	対照群	摂取群	対照群	
ここ1週間について回答									
ドライアイ関連（値が高い程度頻度が高い）	1.36 ± 0.24	1.15 ± 0.23	1.24 ± 0.29	0.81 ± 0.19	-0.12 ± 0.31	-0.35 ± 0.19	0.53		
下記のような症状を経験しましたか？	0.64 ± 0.21	0.65 ± 0.14	0.52 ± 0.16	0.73 ± 0.16	-0.12 ± 0.12	0.08 ± 0.17	0.36		
目がゴロゴロする	0.44 ± 0.13	0.31 ± 0.09	0.16 ± 0.07	0.12 ± 0.06	-0.28 ± 0.12	-0.19 ± 0.10	0.58		
目が痛い	0.68 ± 0.16	0.54 ± 0.14	0.72 ± 0.15	0.88 ± 0.19	0.04 ± 0.16	0.35 ± 0.17	0.19		
かすんで見える	0.68 ± 0.19	0.88 ± 0.22	0.56 ± 0.13	0.77 ± 0.17	-0.12 ± 0.19	-0.12 ± 0.23	0.99		
見えにくい	0.32 ± 0.11	0.08 ± 0.06	0.33 ± 0.18	0.52 ± 0.14	0.00 ± 0.21	0.46 ± 0.13	0.07		
目の症状が原因で以下のことをしにくかったことがありますか？	0.00 ± 0.00	0.13 ± 0.09	0.31 ± 0.17	0.14 ± 0.10	0.27 ± 0.19	0.00 ± 0.17	0.31		
読書（本や新聞など）	0.25 ± 0.12	0.21 ± 0.10	0.36 ± 0.14	0.50 ± 0.15	0.13 ± 0.21	0.33 ± 0.13	0.41		
夜間の車の運転	0.63 ± 0.20	0.24 ± 0.12	0.68 ± 0.24	0.50 ± 0.17	0.08 ± 0.24	0.28 ± 0.21	0.54		
パソコンや銀行 ATM の使用	0.52 ± 0.14	0.56 ± 0.16	0.56 ± 0.14	0.71 ± 0.19	0.04 ± 0.17	0.13 ± 0.13	0.68		
テレビを見ること	0.80 ± 0.19	0.71 ± 0.19	0.80 ± 0.20	1.15 ± 0.21	0.00 ± 0.22	0.50 ± 0.19	0.09		
風のあたる場所	0.52 ± 0.15	0.24 ± 0.12	0.80 ± 0.16	1.04 ± 0.21	0.28 ± 0.14	0.75 ± 0.20	0.06		
乾燥している場所	3.00 ± 0.13	2.85 ± 0.17	2.68 ± 0.18	2.50 ± 0.17	-0.32 ± 0.17	-0.35 ± 0.23	0.93		
エアコンが効いている場所	2.92 ± 0.15	2.88 ± 0.16	2.84 ± 0.15	2.92 ± 0.18	-0.08 ± 0.17	0.04 ± 0.20	0.66		
目には乾燥していますか？	2.92 ± 0.18	2.85 ± 0.15	2.63 ± 0.19	2.35 ± 0.16	-0.40 ± 0.24	-0.50 ± 0.16	0.73		
運動パフォーマンスはどうか？									
目の疲れ具合はどうか？									
以下の項目についてどのように感じましたか？									
その他（値が高い程度が良い）									

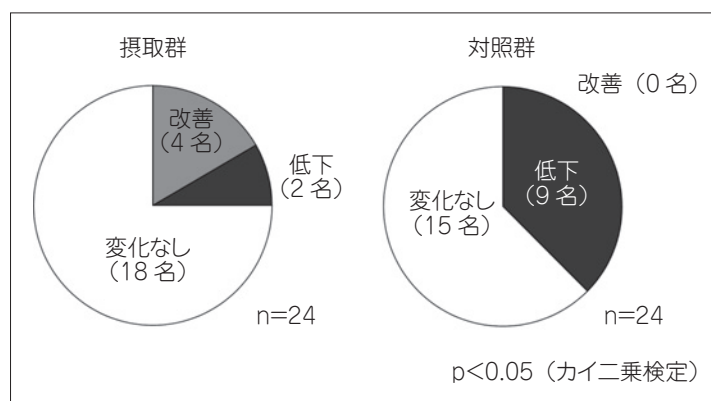


図3 読書のしにくさに対する自己評価が変化した被験者の人数の比較

されていたことが示唆された。これまでのカプセルによる摂取方法と異なり、種々の食品等でのDHAの摂取方法として応用できる可能性がある。今後も改良を加える必要はあるが、より身近に手軽にDHAを摂取できる技法として期待ができる。

謝 辞

本研究成果は株式会社明治からの委託研究費により得られたものです。

文 献

- 1) Laby, DM, Kirschen, DG, Pantall, P: The visual function of Olympic-level athletes—An initial report. *Eye & Contact Lens* 37: 116-122, 2011.
- 2) Stine, CD, Arterburn, MR, Stern, NS: Vision and sports: a review of the literature. *J Am Optom Assoc* 53: 627-633, 1982.
- 3) 鈴村昭弘：空間における動体視知覚の動揺と視覚適性の開発. *日眼会誌* 75(9): 22-54, 1971.
- 4) 真下一策編：スポーツビジョン スポーツのための視覚学 (第2版). ナップ, 東京, 2002.
- 5) 前田 明, 小森康加, 芝山秀太郎：超速球を見るトレーニングが野球選手の動体視力とバントパフォーマンスに及ぼす影響. *トレーニング科学* 11(1): 1-8, 1999.
- 6) 渥美一成：視機能検査としての動体視力. *視覚の科学* 14(1): 16-21, 1993.
- 7) 丹羽一司：動体視力 40: 47-53, 1998.
- 8) Hoffman, LG, Polan, G, Powell, J: The relationship of contrast sensitivity functions to sports vision. *J Am Optom Assoc* 55: 747-752, 1984.
- 9) 海道美奈子：新しい視力計：実用視力の原理と測定方法. 24(4): 401-408, 2007.
- 10) Kohmura, Y, Murakami, S, Aoki, K: Effect of Yellow-Tinted Lenses on Visual Attributes Related to Sports Activities. *Journal of Human Kinetics* 36: 27-36, 2013.
- 11) Carlson, SE, Werkman, SH, Rhodes, PG et al.: Visual-acuity development in healthy preterm infants: effects of marine-oil supplementation. *Am J Clin Nutr* Jul 58(1): 35-42, 1993.
- 12) 高橋英敏, 片岡 久, 鈴木平光：近視者の視力に及ぼすDHAパンの影響. *脂質栄養学* 6: 116, 1997.
- 13) 高橋英敏, 鈴木平光, 片岡 久：高齢者の視力に及ぼすDHAの影響. *脂質栄養学* 8: 115, 1999.
- 14) 澤木啓祐, 吉儀 宏, 中島宣行ほか：DHA摂取がスポーツ選手の動体視力に及ぼす効果. *基礎と臨床* 31(7): 241-247, 1997.
- 15) 石垣尚男, 真下一策, 森重梅樹ほか：1ヶ月間のDHA摂取がスポーツ選手の視覚機能に及ぼす効果. *愛知工業大学研究報告* 41: 185-188, 2006.
- 16) 厚生労働省：日本人の食事摂取基準 (2010年度版). 85-91, 2009.
- 17) Hawthorne, AB, Filipowicz, BL, Edwards, TJ et al.: High dose eicosapentaenoic acid ethyl ester: effects on lipids and neutrophil leukotriene production in normal volunteers. *Br. J. clin. Pharmacol* 30: 187-194, 1990.
- 18) Schiffman, RM, Christianson, MD, Jacobsen, G et al.: Reliability and validity of the ocular surface disease index. *Arch Ophthalmol* 118: 615-621, 2000.
- 19) 海道美奈子：ドライアイと実用視力. *Frontiers in Dry Eye* 9(1): 18-25, 2014.

- 20) 重安千花, 山田昌和, 水野嘉信ほか: ソフトコンタクトレンズ装用者の涙液浸透圧. 日コレ誌 54(3): 172-177, 2012.
- 21) Brignole, F, Baudouin, C, Aragona, P et al.: A multi-centre, double-masked, randomized, controlled trial assessing the effect of oral supplementation of omega-3 and omega-6 fatty acids on a conjunctival inflammatory marker in dry eye patients. *Acta*

Ophthalmol 89: 591-597, 2011.

- 22) Kawakita, T, Kawabata, F, Tsuji, T et al.: Effects of dietary supplementation with fish oil on dry eye syndrome subjects: randomized controlled trial. *Biomedical Research* 34(5): 215-220, 2013.

(受付: 2015年1月28日, 受理: 2015年5月27日)

Effect of DHA on visual performance of university athletes

Kohmura, Y.^{*1}, Murakami, S.^{*1,2}, Koshikawa, K.^{*1}
Aoki, K.^{*1}, Suzuki, Y.^{*1}, Koikawa, N.^{*1}
Okabe, M.^{*3}, Tanaka, A.^{*3}, Sawaki, K.^{*1}

^{*1} School of Health and Sports Science, Juntendo University

^{*2} Murakami Eye Clinic

^{*3} Meiji Co., Ltd. Food Science Research Laboratories

Key words: Docosahexaenoic acid, Kinetic Visual Acuity, Low Contrast Visual Acuity

[Abstract] The present study examined the effects of docosahexaenoic acid (DHA) on visual performance in university athletes when consumed daily in a food product. The DHA intake group (n = 28) consumed a cube-shaped test food containing 1500 mg DHA for 35 ± 2 days, while the control group (n = 27) did not consume the test food. In addition to the main analytical variable of kinetic visual acuity, other studied variables included dynamic and functional visual acuity, depth perception, hand-eye coordination, contrast sensitivity, and low-contrast visual acuity. Subjects in the DHA intake group showed a baseline kinetic visual acuity level of ≥0.3 (logMAR), and they experienced a significant improvement in this type of visual acuity compared to the control group. Low-contrast visual acuity also improved significantly in the DHA intake group compared to the control group when tested under the setting of twilight and 10% contrast ratio.