

C. von Schacky

## Die Bedeutung des Omega-3 Index für den Sportler

### Einleitung

Sportler verwenden Nahrungsergänzungen, wobei sich die Verwendung von omega-3 Fettsäuren in den letzten Jahren verdoppelt hat<sup>1</sup>. Was sind omega-3 Fettsäuren, welche Auswirkungen hat ihr Einsatz und wie steuert der Sportler am besten ihre Zufuhr? Diese Fragen werden auf Basis einer systematischen Erfassung und Auswertung der wissenschaftlichen Literatur beantwortet (medline Suche mit den Stichworten „omega-3“ und „Sport“ und „Training“ am 02. und 13.02.12).

### omega-3 Fettsäuren

Die wichtigsten natürlich vorkommenden omega-3 Fettsäuren sind die pflanzliche alpha-Linolensäure, sowie Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure, die in Fischen und anderen Meerestieren vorkommen. Da EPA und DHA nicht im Körper synthetisiert werden, wichtige Strukturfettsäuren sind und mehrere biologische Funktionen erfüllen, gelten sie als essentielle Fettsäuren<sup>2</sup>. Vielfach wird behauptet, dass man mit pflanzlicher alpha-Linolensäure die gleichen Effekte wie mit EPA und DHA erzielen könnte. Das stimmt nicht: Im Gegensatz zu EPA und/oder DHA senkt alpha-Linolensäure nicht den Blutdruck, verbessert nicht die Endothelfunktion, und senkt nicht die Triglyceride sondern hebt sie<sup>2,3</sup>. In großen Interventionsstudien zeigte alpha-Linolensäure im Gegensatz zu EPA und DHA keine positiven Effekte<sup>2</sup>. Außerdem wird alpha-Linolensäure nur sehr schlecht in EPA und letztere nicht in DHA umgewandelt, und erhöht den HS-Omega-3 Index nicht<sup>2,3,4</sup>. Deshalb werden EPA und DHA am besten unmittelbar zugeführt.

### Zufuhr oder Spiegel?

Früher hielt man die Zufuhr von EPA und DHA für entscheidend, weshalb unzählige Fachgesellschaften täglichen Konsum empfehlen. Wie viel man zu sich neh-

men soll, ist allerdings unklar: zwischen 200 mg und mehreren g pro Tag wurden empfohlen<sup>2</sup>. Diese Unklarheit beruht darauf, dass es für EPA und DHA keine verlässlichen Dosis-Wirkungsbeziehungen gibt<sup>2,3</sup>. Das liegt unter anderem daran, dass die Aufnahme von EPA+DHA vom Fettgehalt der begleitenden Mahlzeit, der vorliegenden chemischen Form (Phospholipid > rekombiniertes Triglycerid > Triglycerid > freie Fettsäure > Ethylester), und weiteren Faktoren abhängt<sup>5,6,7</sup>.

<http://www.omthera.com/pdf/Omthera-JPMorganPresentationJan-10-2012.pdf>) Im Gegensatz dazu bestehen enge Beziehungen zwischen Spiegeln und Wirkungen, z.B. beim plötzlichen Herztod: Bei niedrigen Spiegeln ist der plötzliche Herztod zehnmal so wahrscheinlich, wie bei hohen Spiegeln<sup>3</sup>. Diese Erkenntnis hat dazu geführt, dass von zwei Wissenschaftlern eine standardisierte Messmethode für Spiegel von EPA und DHA vorgeschlagen wurde: der HS-Omega-3 Index (Prozentsatz EPA und DHA in roten Blutkörperchen, HS = high sensitivity oder Harris Schacky, Lit.<sup>8</sup>. Erstmals können so Spiegel von EPA gemäß den Qualitätskriterien der Klinischen Chemie gemessen werden, was Messungen vergleichbar macht, und dank zahlreicher wissenschaftlicher Kooperationen und Publikationen dazu geführt hat, dass man immer besser weiß, was der HS-Omega-3 Index bedeutet, und wie wichtig er ist<sup>3</sup>.

### HS-Omega-3 Index

Der HS-Omega-3 Index zeigt den Status einer Person hinsichtlich EPA und DHA an, da er Gewebespiegel repräsentiert. Der Zielbereich für den HS-Omega-3 Index ist mit 8 - 11 % vorgeschlagen worden, was auf umfangreichen Untersuchungen zum Herz-Kreislauf Risiko beruht<sup>3</sup>. Man weiß, dass Personen in diesem Bereich ein niedrigeres Risiko für den plötzlichen Herztod, tödlichen und nicht-tödlichen Herzinfarkt, sowie andere kardiovaskuläre Ereignisse haben, als

Personen mit Werten unter 8%<sup>3</sup>. Unter 8% steigt mit sinkenden Werten das Risiko. Bei Werten über 11% hingegen sinkt das Risiko nicht mehr wesentlich, und man muss vermuten, dass bei sehr hohen Werten (>16%) einzelne Personen ein Blutungsrisiko entwickeln könnten<sup>3</sup>. Niedrige HS-Omega-3 Index Werte erhöhen außerdem die Wahrscheinlichkeit an Herzschwäche (Herzinsuffizienz), Depression, Schlafapnoe, und Osteoporose zu erkranken<sup>9,10,11,12,13</sup>. Es spricht auch viel dafür, dass die Wahrscheinlichkeit an einer post-traumatischen Belastungsreaktion zu erkranken und kognitive Einschränkungen zu erleiden bei niedrigen HS-Omega-3 Index Werten erhöht ist, was aber gegenwärtig, ebenso wie zahlreiche weitere Anwendungen, noch weiter erforscht wird.

Eine Erhöhung der Zufuhr von EPA+DHA erhöht den HS-Omega-3 Index<sup>3</sup>. Ein neuer steady-state wird nach etwa drei Monaten erreicht. Von Person zu Person ist allerdings der Anstieg des HS-Omega-3 Index sehr unterschiedlich, was bei den zahlreichen schon erwähnten Faktoren, die die Aufnahme beeinflussen, nicht verwundert<sup>3,14</sup>. Da man für das Individuum nicht vorhersagen kann, wie groß der Anstieg des HS-Omega-3 Index ausfällt, wird häufig mit einer Anfangsdosis von 0,5 bis 2 g / Tag EPA+DHA begonnen, und nach 8 bis 12 Wochen kontrolliert, ob der Zielbereich von 8 - 11% erreicht ist<sup>14</sup>.

Eine Erhöhung der Zufuhr von EPA+DHA reduzierte in großen randomisierten Interventionsstudien den plötzlichen Herztod, tödliche und nicht-tödliche Herzinfarkte, andere kardiovaskuläre Erkrankungen, und besserte das Überleben und Symptome bei Herzschwäche<sup>3</sup>. Außerdem wurden Symptome bei Depression geringer (wenn EPA>60% DHA), und kognitive Einschränkungen und Osteoporose verbessert<sup>2, 3,15,16,17</sup>. Zusammen sprechen diese Studienergebnisse dafür, dass die Erhöhung des HS-Omega-3 Index ursächlich

für die genannten Effekte ist. Allerdings erfolgte in den genannten Interventionsstudien die Erhöhung der Zufuhr ohne Steuerung durch den HS-Omega-3 Index. Vermutlich ist eine HS-Omega-3 Index-gesteuerte Zufuhr effektiver.

Bei chronischer Polyarthritis mindern EPA+DHA Symptome wie Morgensteifigkeit und Verbrauch von nicht-steroidalen Anti-Phlogistika<sup>18</sup>. Patienten mit dieser und ähnlichen Erkrankungen stellen häufig ihren HS-Omega-3 Index auf 15% ein, was aber bisher wissenschaftlich nicht systematisch erfasst ist.

Mehrere Fachgesellschaften, auch die Deutsche Gesellschaft für Ernährung, empfehlen die Supplementation der Ernährung mit 200 mg/Tag DHA in der Schwangerschaft um für Mutter und Kind die gesundheitliche Entwicklung zu verbessern<sup>19,20</sup>. Dies bezieht sich auf Frühgeburtsbestrebungen, komplexe Hirnleistungen des Kindes wie Intelligenz, andere Parameter, und möglicherweise auf die Wochenbettdepression. Mehr als die Hälfte der Schwangeren, die wir gemessen haben, lag unter dem optimalen Bereich (d.h. < 8 – 11 %), und es ist bei vielen nicht anzunehmen, dass dieser mit den empfohlenen 200 mg/Tag DHA erreicht wird<sup>20</sup>.

### Bedeutung des HS-Omega-3 Index beim Sportler

Bei einer ersten Untersuchung deutscher A- und B-Kader Athleten war nur ein Sportler im Zielbereich von 8 – 11%, 95 andere lagen darunter, d.h. hatten suboptimale Spiegel für EPA+DHA (Kremer et al, unpubliziert). Das bedeutet, dass 95 von 96 deutschen Athleten ein unnötig erhöhtes Risiko für die gerade genannten Erkrankungen tragen.

Interventionsstudien mit EPA und DHA an Sportlern wurden bislang nicht HS-Omega-3 Index-gesteuert durchgeführt. Schon jetzt ist aber klar, dass die Wirkungen von EPA+DHA nicht denen des Trainings entsprechen: keine Verbesserung der anaeroben Schwelle oder der VO<sub>2</sub>max oder Dauerleistung bei trainierten Sportlern<sup>21,22</sup>.

Allerdings sinkt durch Supplementation mit EPA+DHA die Herzfrequenz bei submaximaler Belastung, bedingt durch ein höheres Schlagvolumen und

ein höheres cardiac output<sup>23,24,25</sup>. Diese Befunde bedeuten, dass der Sauerstoff durch Herz und Muskulatur während der Belastung effektiver genutzt wird<sup>23,24,25</sup>. Außerdem sinkt die Herzfrequenz nach Belastung rascher ab<sup>24</sup>, was bei Sportarten wie Biathlon von Vorteil sein dürfte.

Auch bei der Lunge bringt bei trainierten Sportlern eine Supplementation mit EPA+DHA eine Verbesserung der Funktion, die sich in den Parametern FEV1 (forcierte Einsekundenkapazität), FVC (forcierte Vitalkapazität), VC (Vitalkapazität), MVV (maximal erreichbares Atemzeitvolumen), FEF25-75 (Strömungsgeschwindigkeit der ausgeatmeten Luft bei 25 - 75% der forcierten Vitalkapazität), FIV1 (inspiratorische Einsekundenkapazität) (p=0.001) fassen lässt, während sich Parameter, die auf eine chronisch obstruktive Lungenerkrankung weisen, nicht signifikant änderten (FEV1%, p=0.141 und FIV1%, p=0.117)<sup>26</sup>.

Bei untrainierten Personen traten nach Vorbehandlung mit 1.8 g / Tag omega-3 Fettsäuren weniger Schmerzen nach exzentrischer Belastung auf als nach der gleichen Belastung in der Kontrollgruppe<sup>27</sup>. Der zugrunde liegende Mechanismus ist unklar. Nach unveröffentlichten Daten einer ähnlichen Studie werden pro-inflammatorische Cytokine unter diesen Bedingungen unverändert gebildet.

Muskelaufbau durch Krafttraining war bei untrainierten älteren Frauen effektiver, wenn sie 60 Tage vorher begannen, 2 g / Tag EPA+DHA zu sich nehmen und es während des Trainings fortführten, als wenn keine Supplementation erfolgte<sup>28</sup>.

Außerdem lässt sich bei untrainierten Personen, nicht aber bei trainierten Sportlern, die inflammatorische Reaktion nach großer Anstrengung durch 6-wöchige vorherige Einnahme von 2 g EPA+DHA / Tag abschwächen<sup>29,30,31</sup>. Verschiedene biochemische Parameter entzündlicher Reaktionen wurden in diesen Studien gemessen, wobei sich widersprüchliche Ergebnisse zeigten<sup>29,30</sup>.

In einer beobachtenden Studie an Patienten mit koronarer Herzerkrankung korrelierte die Leistungsfähigkeit und –dauer mit der Höhe des HS-Omega-3 Index,

ebenso sank die Herzfrequenz schneller nach Belastung<sup>32</sup>.

Im Tierversuch ließ sich durch Supplementation mit omega-3 Fettsäuren das Durchhaltevermögen schwimmender Ratten steigern<sup>33,34,35,36,37</sup>. Bei Mensch und Tier bedingt eine starke Einschränkung der Bewegungsmöglichkeiten eine Denkhemmung, die sich im Tierversuch durch vorherige chronische Gabe von omega-3 Fettsäuren verhindern ließ<sup>36</sup>.

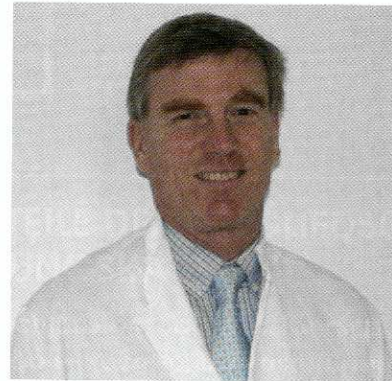
### Praktisches Vorgehen

Vor Beginn einer Erhöhung der Zufuhr von EPA+DHA sollte ein Ausgangswert für den HS-Omega-3 Index bestimmt werden. Hierzu nimmt der betreuende Arzt eine kleine Menge EDTA-Blut ab, und schickt es in ein Labor. Es sollte darauf geachtet werden, dass vom Labor tatsächlich der HS-Omega-3 Index bestimmt wird, da von Labor zu Labor die Werte für den nicht-standardisierten Omega-3 Index stark variieren. Nur die Messwerte des HS-Omega-3 Index sind mit umfangreichen wissenschaftlichen Daten hinterlegt. Die Erhöhung der Zufuhr von EPA+DHA kann entweder durch vermehrten Konsum von fettem Fisch, z.B. Makrele oder Lachs erfolgen, oder durch Supplementation. Langlebige Raubfische, wie Thunfisch oder Hai, sollten vermieden werden, da sie Schwermetalle und andere Toxine enthalten können. Bei der Supplementation sollte darauf geachtet werden, dass die Supplemente zur Hauptmahlzeit genommen werden, da sie dann besser aufgenommen und vertragen werden. Supplemente enthalten in der Regel keine Toxine. Da nur eine lose Beziehung zwischen Dosis von EPA+DHA und Effekt auf den HS-Omega-3 Index besteht, ist es schwierig, Dosierungen zu empfehlen, allerdings wurde in mehreren Studien an Sportlern mit Dosierungen um 1,0 - 2,0 g / Tag EPA+DHA begonnen (s.o.). Drei Monate nach Erhöhung der Zufuhr von EPA+DHA sollte kontrolliert werden, ob der Zielbereich für den HS-Omega-3 Index erreicht ist. Bis eigene Zielbereiche für Training und Sport etabliert sind, wird, analog zum Herz-Kreislaufbereich, der Zielbereich 8 – 11 % für den HS-Omega-3 Index vorgeschlagen. Ist der Zielbereich nach drei Monaten erhöhter Zufuhr noch nicht erreicht, sollte die Dosis weiter erhöht werden, was in der Regel eine Supplementation erfordert.

## Zusammenfassung

EPA+DHA sind essentielle Fettsäuren, deren Bedeutung sich besonders an den Funktionen von Herz und Hirn manifestiert. Bedeutender als die Zufuhr sind Spiegel von EPA+DHA, die am besten als HS-Omega-3 Index erfasst werden. Aufgrund von Forschungsergebnissen im Herz-Kreislaufbereich ist für den HS-Omega-3 Index ein Zielbereich von 8 – 11% als optimal vorgeschlagen worden. Für chronisch-entzündliche Erkrankungen scheint ein höherer Zielbereich zu gelten (15%). Erste Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen bei Sportlern sprechen dafür, dass – zumindest in Deutschland – nur bei wenigen Sportlern der HS-Omega-3 Index im optimalen Bereich von 8 – 11% liegt. Das bedeutet, dass viele Sportler nicht nur ein unnötiges Risiko für Herz-Kreislaufkrankungen (z.B. plötzlicher Herztod), sondern auch für psychiatrische

Erkrankungen wie Depression, sowie für weitere Erkrankungen eingehen. Höhere Zufuhr von EPA+DHA und somit ein höherer HS-Omega-3 Index führen bei trainierten Sportlern zu effektiverer Sauerstoffnutzung durch Herz und Muskulatur, verbesserter Lungenfunktion, und rascherer Erholung der Herzfrequenz nach Belastung. Weitere Effekte, die bisher bei untrainierten Personen erkannt wurden sind weniger Schmerzen nach exzentrischer Belastung, effektiverer Muskelaufbau, und eine geringere inflammatorische Reaktion nach großer Anstrengung. Die Befunde aus den Interventionsstudien werden durch epidemiologische Befunde gestützt. Außerdem bedeutet ein höherer HS-Omega-3 Index im Tierversuch ein größeres Durchhaltevermögen. Am effektivsten, aber auch am sichersten, erfolgt wohl die Supplementation mit EPA+DHA, wenn sie so dosiert wird, dass ein HS-Omega-3 Index von 8 – 11% erreicht wird.



### Autor:

Prof. Dr. C. von Schacky FAHA, FESC  
Präventive Kardiologie  
Medizinische Klinik und Poliklinik I  
Ludwig Maximilians-Universität  
München  
und  
Omegamatrix  
Am Klopferspitz 19  
82152 Martinsried

## Literatur:

1. Heikkinen A, Alaranta A, Helenius I, Vasankari T. Dietary supplementation habits and perceptions of supplement use among elite Finnish athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2011;21:271-9.
2. Mozaffarian D. Omega-3 Fatty Acids and Cardiovascular Disease. Effects on Risk Factors, Molecular Pathways, and Clinical Events. *J Am Coll Card* 2011;58:20-47-67
3. von Schacky C. The Omega-3 Index as a risk factor for cardiovascular diseases. *Prostaglandins Other Lipid Mediat.* 2011;96:94-8
4. Plourde M, Cunnane SC. Extremely limited synthesis of long chain polyunsaturates in adults: implications for their dietary essentiality and use as supplements. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2007;32:619-34.
5. Dyerberg J, Madsen P, Møller JM, Aarstrøm I, Schmidt EB. Bioavailability of marine n-3 fatty acid formulations. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids.* 2010 Sep;83(3):137-41
6. Neubronner J, Schuchardt JP, Kressel G, Merkel M, von Schacky C, Hahn A. Enhanced increase of omega-3 index in response to long-term n-3 fatty acid supplementation from triacylglycerides versus ethyl esters. *Eur J Clin Nutr.* 2011;65:247-54
7. Schuchardt JP, Schneider I, Meyer H, Neubronner J, von Schacky C, Hahn A. Incorporation of EPA and DHA into plasma phospholipids in response to different omega-3 fatty acid formulations—a comparative bioavailability study of fish oil vs. krill oil. *Lipids Health Dis.* 2011;10:145.
8. Harris WS, Von Schacky C. The Omega-3 Index: a new risk factor for death from coronary heart disease? *Prev Med.* 2004;39:212-20
9. Mozaffarian D, Lemaitre RN, King IB, Song X, Spiegelman D, Sacks FM, Rimm EB, Siscovick DS. Circulating long-chain  $\omega$ -3 fatty acids and incidence of congestive heart failure in older adults: the cardiovascular health study: a cohort study. *Ann Intern Med.* 2011;155:160-70
10. Lin PY, Huang SY, Su KP. A meta-analytic review of polyunsaturated fatty acid compositions in patients with depression. *Biol Psychiatry.* 2010;68:140-7
11. Baghai TC, Varallo-Bedarida G, Born C, Häfner S, Schüle C, Eser D, Rupprecht R, Bondy B, von Schacky C. Major depressive disorder is associated with cardiovascular risk factors and low Omega-3 Index. *J Clin Psychiatry.* 2011;72:1242-7
12. Ladesich JB, Pottala JV, Romaker A, Harris WS. Membrane level of omega-3 docosahexaenoic acid is associated with severity of obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med.* 2011;7:391-6
13. Moon HJ, Kim TH, Byun DW, Park Y. Positive correlation between erythrocyte levels of n-3 polyunsaturated fatty acids and 3 bone mass in postmenopausal Korean women with osteoporosis. *Ann Nutr Metab* 2012, in press
14. Köhler A, Bittner D, Löw A, von Schacky C. Effects of a convenience drink fortified with n-3 fatty acids on the n-3 index. *Br J Nutr.* 2010;104:729-36
15. Sublette ME, Ellis SP, Geant AL, Mann JJ. Meta-analysis of the effects of eicosapentaenoic acid (EPA) in clinical trials in depression. *J Clin Psychiatry.* 2011;72:1577-84
16. Yurko-Mauro K, McCarthy D, Rom D, Nelson EB, Ryan AS, Blackwell A, Salem N Jr, Stedman M; MIDAS Investigators. Beneficial effects of docosahexaenoic acid on cognition in age-related cognitive decline. *Alzheimers Dement.* 2010;6:456-64.
17. Tartibian B, Hajizadeh Maleki B, Kanaley J, Sadeghi K. Long-term aerobic exercise and omega-3 supplementation modulate osteoporosis through inflammatory mechanisms in post-menopausal women: a randomized, repeated measures study. *Nutr Metab (Lond).* 2011;8:71.
18. Goldberg RJ, Katz J. A meta-analysis of the analgesic effects of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation for inflammatory joint pain. *Pain.* 2007;129:210-23.
19. Koletzko B, Cetin I, Brenna JT; Perinatal Lipid Intake Working Group; Child Health Foundation; Diabetic Pregnancy Study Group; European Association of Perinatal Medicine; European Association of Perinatal Medicine; European Society for Clinical Nutrition and Metabolism; European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition, Committee on Nutrition; International Federation of Placenta Associa-

- tions; International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids. Dietary fat intakes for pregnant and lactating women. *Br J Nutr.* 2007;98:873-7
20. von Schacky C. Schwangerschaft, kindliche Entwicklung Omega-3 Fettsäuren und HS-Omega-3 Index. *J Frauengesundheit* 2010; 3:10-21
21. Raastad T, Høstmark AT, Strømme SB. Omega-3 fatty acid supplementation does not improve maximal aerobic power, anaerobic threshold and running performance in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports.* 1997;7:25-31.
22. Brilla LR, Landerholm TE. Effect of fish oil supplementation and exercise on serum lipids and aerobic fitness. *J Sports Med Phys Fitness.* 1990;30:173-80.
23. Walser B, Stebbins CL. Omega-3 fatty acid supplementation enhances stroke volume and cardiac output during dynamic exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2008;104:455-61.
24. Peoples GE, McLennan PL, Howe PR, Groeller H. Fish oil reduces heart rate and oxygen consumption during exercise. *J Cardiovasc Pharmacol.* 2008;52:540-7.
25. Buckley JD, Burgess S, Murphy KJ, Howe PR. DHA-rich fish oil lowers heart rate during submaximal exercise in elite Australian Rules footballers. *J Sci Med Sport.* 2009;12:503-7.
26. Tartibian B, Maleki BH, Abbasi A. The effects of omega-3 supplementation on pulmonary function of young wrestlers during intensive training. *J Sci Med Sport.* 2010;13:281-6.
27. Tartibian B, Maleki BH, Abbasi A. The effects of ingestion of omega-3 fatty acids on perceived pain and external symptoms of delayed onset muscle soreness in untrained men. *Clin J Sport Med.* 2009;19:115-9.
28. Rodacki CL, Rodacki AL, Pereira G, Naliwaiko K, Coelho I, Pequeto D, Fernandes LC. Fish-oil supplementation enhances the effects of strength training in elderly women. *Am J Clin Nutr.* 2012;95:428-36.
29. Bloomer RJ, Larson DE, Fisher-Wellman KH, Galpin AJ, Schilling BK. Effect of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid on resting and exercise-induced inflammatory and oxidative stress biomarkers: a randomized, placebo controlled, cross-over study. *Lipids Health Dis.* 2009;19:8:36.
30. Nieman DC, Henson DA, McAnulty SR, Jin F, Maxwell KR. n-3 polyunsaturated fatty acids do not alter immune and inflammation measures in endurance athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2009;19:536-46.
31. Tartibian B, Maleki BH, Abbasi A. Omega-3 fatty acids supplementation attenuates inflammatory markers after eccentric exercise in untrained men. *Clin J Sport Med.* 2011;21:131-7.
32. Moyers B, Farzaneh-Far R, Harris WS, Garg S, Na B, Whooley MA. Relation of Whole Blood n-3 Fatty Acid Levels to Exercise Parameters in Patients With Stable Coronary Artery Disease (from the Heart and Soul Study). *Am J Cardiol.* 2011;107:1149-54
33. Carlezon WA Jr, Mague SD, Parow AM, Stoll AL, Cohen BM, Renshaw PF. Antidepressant-like effects of uridine and omega-3 fatty acids are potentiated by combined treatment in rats. *Biol Psychiatry.* 2005;57:343-50.
34. Huang SY, Yang HT, Chiu CC, Pariente CM, Su KP. Omega-3 fatty acids on the forced-swimming test. *J Psychiatr Res.* 2008;42:58-63.
35. Lakhwani L, Tongia SK, Pal VS, Agrawal RP, Nyati P, Phadnis P. Omega-3 fatty acids have antidepressant activity in forced swimming test in Wistar rats. *Acta Pol Pharm.* 2007;64:271-6.
36. Ferraz AC, Delattre AM, Almendra RG, Sonagli M, Borges C, Araujo P, Andersen ML, Tufik S, Lima MM. Chronic  $\omega$ -3 fatty acids supplementation promotes beneficial effects on anxiety, cognitive and depressive-like behaviors in rats subjected to a restraint stress protocol. *Behav Brain Res.* 2011;219:116-22.
37. Park Y, Moon HM, Kim SH. N-3 polyunsaturated fatty acid consumption produces neurobiological effects associated with prevention of depression in rats after the forced swimming test. *J Nutr Biochem* 2011 (in press)

## Impressum

**Vitalstoffe**  
**Das Magazin für Mikronährstoffe**  
**und deren Wirkungen**  
**ISSN 2192-2632**

**Verlag**  
 BK nutri network  
 Altenfurter Str. 61  
 90475 Nürnberg, Germany  
 Telefon: +49 (0) 911-8158493  
 Telefax: +49 (0) 911-8158494  
 E-Mail: [bk@nutri-network.com](mailto:bk@nutri-network.com)  
 Web: [www.nutri-network.com](http://www.nutri-network.com)

**Verlagsleitung und Herausgeber**  
 Benno Keller

**Redaktion, Redaktionsbeirat**  
 Dr. Stefan Siebrecht  
 Dr. Jörg Grünwald  
 Reinhard Lindner

**Technik**  
 Layout und Herstellung  
 Reinhard Lindner

**Mediaberatung**  
 Benno Keller

**Erscheinungsweise**  
 4 x jährlich, April, Juni, September,  
 November

**Bezugspreis**  
 Einzelheft 12,- Euro  
 Jahresabonnement  
 Inland 40,- Euro (inkl. Porto und MWSt)  
 Ausland 48,- Euro (inkl. Porto)

**Bankverbindung**  
 Commerzbank Nürnberg  
 BLZ 760 400 61  
 Konto-Nr. 053 315 0900  
 IBAN DE92760400610533150900  
 BIC COBADEFF760

**Druck**  
 Druckerei und Verlag E. Meyer GmbH  
 Rudolf-Diesel-Str. 10  
 91413 Neustadt a.d. Aisch

Die in diesem Magazin enthaltenen Beiträge einschließlich der Abbildungen unterliegen dem Urheberrecht. Eine Verwendung ohne Zustimmung des Verlages ist nicht zulässig. Dies gilt für jede erdenkliche Form der Vervielfältigung.

Sonder- und Nachdrucke können gerne auf Anfrage bestellt werden. Artikel, die namentlich gekennzeichnet oder durch ein Kürzel einen Autor zuzuordnen sind, geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wider.

Unverlangt eingesandte Manuskripte können nicht zurückgeschickt werden. Wird ein Manuskript von der Redaktion angenommen, gehen Verlagsrecht sowie sämtliche Rechte zur Veröffentlichung und Verbreitung auf den Verlag über. Die Redaktion übernimmt bezüglich in diesen Beiträgen dargelegter Sachverhalte keine Haftung.

**Diese Zeitschrift können Sie jederzeit abonnieren.**

Der Jahresbezugspreis für 4 Ausgaben, z. B. September bis Juni, beträgt in Deutschland € 40,- inkl. Porto und MWSt, im Ausland € 48,-  
 Bitte mailen Sie an:  
[bk@nutri-network.com](mailto:bk@nutri-network.com)