

# Erforschung des Potenzials von Omega-3-Fettsäuren bei Aknepatienten: Eine prospektive Interventionsstudie

Anne Guertler Dr. med., MD<sup>1</sup>  Katharina Neu<sup>1</sup> | Diana Lill Dr. med., MD<sup>(1)</sup>  
Benjamin Clanner-Engelshofen Dr. med. Dr. rer. biol., MD<sup>1</sup> | Lars E. French Prof. Dr. med., MD<sup>(1,2)</sup>  
Markus Reinholz Prof. Dr. med., MD<sup>(1)</sup> 

<sup>1</sup>Klinik für Dermatologie und Allergologie,  
Universitätsklinikum, LMU München,  
München, Deutschland

<sup>2</sup>Dr. Phillip Frost Abteilung für Dermatologie  
und Hautchirurgie, Miller School of Medicine,  
Universität von Miami, Coral Gables, USA

## Korrespondenz

Anne Guertler, Klinik für Dermatologie und  
Allergologie, der Universität München  
(LMU), Frauenlobstr. 9-11, 80337 München,  
Deutschland.  
E-Mail [a.guertler@med.uni-muenchen.de](mailto:a.guertler@med.uni-muenchen.de)

## Abstrakt

**Hintergrund:** Omega-3-Fettsäuren ( $\omega$ -3 FA), Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA), sind essenzielle Nährstoffe, die für ihre entzündungshemmenden Eigenschaften bekannt sind, zu denen die Verringerung entzündungsfördernder Zytokine, Eicosanoide und des insulinähnlichen Wachstumsfaktors 1 gehört. Dies deutet darauf hin, dass sie den Schweregrad von Akne lindern können, insbesondere wenn Defizite vorhanden sind.

**Ziele:** Erhöhung des EPA/DHA-Spiegels bei Akne-Patienten durch diätetische Intervention und Nahrungsergänzung sowie Beobachtung der anschließenden klinischen Auswirkungen.

**Methoden:** Über 16 Wochen hielten sich 60 Patienten ohne verschreibungspflichtige Medikamente ( $n = 23$  Acne comedonica [AC],  $n = 37$  Acne papulopustulosa [AP]) an eine mediterrane Diät, die eine orale Ergänzung mit aus Algen gewonnenen  $\omega$ -3-Fettsäuren beinhaltete (600 mg DHA/300 mg EPA Woche 1-8, 800 mg DHA/400 mg EPA Woche 8-16). Bei vier Besuchen (V1-V4) wurden die EPA/DHA-Werte im Blut anhand des HS-omega 3 index® (EPA/DHA (%) der gesamten identifizierten Fettsäuren in den Erythrozyten; Zielwert 8-11 %, Defizit < 8 %, schweres Defizit < 4 %) neben klinischen Bewertungen und standardisierten Fragebögen verfolgt.

**Ergebnisse:** Zu Beginn der Studie hatten 98,3 % der Patienten ein EPA/DHA-Defizit, wobei der mittlere HS-omega 3-Index® von 4,9 % bei V1 auf 8,3 % bei V4 anstieg ( $p < 0,001$ ). AC zeigte bei V4 signifikant höhere Indizes als AP ( $p = 0,035$ ). Objektive Verbesserungen wurden sowohl bei entzündlichen als auch bei nicht-entzündlichen Läsionen beobachtet ( $p < 0,001$ ). Während sich das selbstberichtete Erscheinungsbild bei vier Patienten verschlechterte, verbesserte sich die Lebensqualität insgesamt ( $p < 0,001$ ), insbesondere bei AP. Die ernährungsbedingten Auslöser waren klarer definiert als die vorteilhaften Nahrungsmittel. Der Verzehr von Kuhmilch und Milchprodukten ging zurück ( $p < 0,001$ ). Die Compliance war gut; es wurden keine unerwünschten Ereignisse gemeldet.

**Schlussfolgerung:** Viele Aknepatienten haben ein Defizit  $\omega$ -3-FA. Der HS-omega 3 index® kann durch eine mediterrane Ernährung und eine orale Supplementierung mit aus Algen gewonnenen  $\omega$ -3 FA erhöht werden. Der Schweregrad der Akne verbesserte sich signifikant bei Patienten mit Zielwerten für  $\omega$ -3-FA.

## KEYWORDS

Exposomfaktoren, mediterrane Ernährung, Nutraceuticals, Ernährung, Nahrungsergänzung

Dies ist ein frei zugänglicher Artikel unter den Bedingungen der [Creative Commons Attribution](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) License, die die Nutzung, Verbreitung und Vervielfältigung in jedem Medium erlaubt, sofern das Originalwerk ordnungsgemäß zitiert wird.

© 2024 Der/die Autor(en). *Journal of Cosmetic Dermatology* veröffentlicht von Wiley Periodicals LLC.

## 1 | EINFÜHRUNG

Im Streben nach Hautgesundheit und insbesondere bei einer jugendlichen Patientenkohorte wie Akne vulgaris suchen Ärzte und Patienten mehr denn je nach Behandlungsansätzen, die über die konventionellen Optionen topischer und systemischer verschreibungspflichtiger Medikamente hinausgehen.<sup>1-3</sup> Da sich das Verständnis des Zusammenspiels zwischen so genannten Exposomfaktoren und Hautgesundheit vertieft, gibt es immer mehr Hinweise auf zentrale Rolle der Ernährung bei der Entstehung von Dermatosen.<sup>4</sup> Exposomfaktoren für Akne sind definiert als die Summe von Hautpflege, Ernährung, Schadstoffen, okkulten Faktoren, klimatischen Einflüssen und psychosozialen Vermittlern, die den Beginn, die Dauer und den klinischen Schweregrad der Erkrankung beeinflussen.<sup>5</sup> Obwohl ihre Auswirkungen nicht zu vernachlässigen sind, klären Kliniker ihre Patienten nur selten entsprechend auf, und das Potenzial zur positiven Beeinflussung dieser Faktoren wird nicht ausgeschöpft.<sup>6,7</sup>

Insbesondere die Ernährung ist eine Variable, die von Personen mit dem entsprechenden Wissen positiv beeinflusst werden kann. In Bezug auf Akne werden ultraverarbeitete Lebensmittel mit Zusatz von raffiniertem Zucker/gesättigten Fetten, Kuhmilch und Milchprodukten mit der Entstehung von Akne in Verbindung gebracht, einschließlich, veränderter follikulärer Keratinisierung, Entzündung und follikulärer Besiedlung mit *Cutibacterium acnes* (C. 8-11 Die Einführung von Ernährungsmaßnahmen mit Nährstoffen, die den Schweregrad der Akne verringern können, als ergänzende, praktikable Behandlungsoption ist vielversprechend, aber es gibt nur wenige wissenschaftliche Beweise. In diesem Zusammenhang wurden Omega-3-Fettsäuren (ω-3), darunter Alpha-Linolensäure (ALA), Eicosapentaensäure (EPA) und (DHA), aufgrund ihrer vielfältigen biologischen Funktionen als vielversprechende Wirkstoffe vorgeschlagen.<sup>12,13</sup> Während ALA zu den essenziellen Fettsäuren gehört, was bedeutet, dass sie mit der Nahrung aufgenommen werden muss, können EPA und DHA aus ALA biosynthetisiert werden, wenn auch in sehr geringen Mengen. Lebensmittel und Nahrungsergänzungsmittel sind daher notwendige Quellen für alle ω-3-FA. Jüngste Studien deuten darauf hin, dass der tägliche Bedarf an ω-3-Fettsäuren je nach Alter, Geschlecht und Lebensumständen wie Schwangerschaft und Stillzeit variieren kann; Zielwerte werden jedoch nur selten ermittelt.<sup>14</sup> Nach Angaben der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) sollte die tägliche Zufuhr durch orale Nahrungsergänzung 5 g nicht überschreiten, während die Food and Drug Administration (FDA) eine tägliche Höchstmenge von 3 g empfiehlt.<sup>15</sup> Eine ausgewogene Zufuhr dieser hat erhebliche klinische Auswirkungen. Vor allem in den westlichen Ländern, wo die übliche Ernährung durch einen Überschuss an ω-6-Fettsäuren im Vergleich zu ω-3-Fettsäuren gekennzeichnet ist. Während der Mensch früher ω-3-Fettsäuren und ω-6-Fettsäuren in einem Verhältnis von etwa 1:5 zu sich nahm, liegt das Verhältnis in der modernen Ernährung bei 1:20 oder mehr.<sup>16</sup> Während beide für unsere allgemeine Gesundheit unerlässlich sind, fördern ω-6-Fettsäuren bei übermäßigem Verzehr Entzündungsprozesse. Die wichtigste Art von ω-6-FA ist die Linolsäure (LA), die häufig in pflanzlichen Ölen und damit in frittierten Lebensmitteln vorkommt und in Arachidonsäure (AA) umgewandelt werden kann, eine Vorstufe von entzündlichen Eicosanoiden.<sup>17</sup> Ein ausgewogenes Verhältnis kann nicht nur Entzündungen im Allgemeinen, sondern auch speziell entzündliche Erkrankungen, einschließlich Akne, verringern.<sup>18,19</sup>

Es wurden mehrere Mechanismen vorgeschlagen, um die potenziellen Auswirkungen von ω-3-FA auf Akne zu klären. Dazu gehören die Modulation von

<sup>12,13,20,21</sup> Die Signalisierung des Insulin-ähnlichen Wachstumsfaktors (IGF)-1 sticht als zentraler Akne-Signalweg hervor, der eine Reihe von pro-inflammatorischen Zytokinen und Matrix-Metalloproteinase (MMP) in menschlichen Sebozyten induziert. Dieser Stoffwechselweg aktiviert auch die nährstoffsensitive Kinase mammalian target of rapamycin complex (mTORC1), die mit anabolen Stoffwechselwegen verflochten ist, einschließlich der Lipogenese der Talgdrüsen und der follikulären Hyperkeratose, die alle eine Schlüsselrolle bei der Entstehung von Akne vulgaris spielen.<sup>10,22</sup> ω-3 FA senken nachweislich die Serumspiegel von IGF-1 und erhöhen gleichzeitig das IGF-Bindungsprotein-3 (IGFBP-3). Dadurch wird IGF-1 daran gehindert, sich an seine Rezeptoren auf den Sebozyten und den akroinfundibulären Keratinozyten zu binden.<sup>10,23</sup> Darüber hinaus haben ω-3 FA die Fähigkeit gezeigt, Toll-like-Rezeptor (TLR)-Signalwege zu hemmen, wobei sowohl DHA als auch EPA zu einer verringerten Entzündungsreaktion in Keratinozyten und Makrophagen führen.<sup>24</sup> Dies führt zu einer verringerten Aktivierung des Nuklearfaktor-KappaB (NF-κB) und der mitogen-aktivierten Proteinkinase (MAPK), wodurch die Produktion von Interleukin (IL)-1, IL-6, IL-8, Tumor-Nekrose-Faktor (TNF)-alpha und MMP durch ω-3-FA gedämpft wird.<sup>25,26</sup> Darüber hinaus haben ω-3 FA eine hemmende Wirkung auf das NLRP3-Inflammasom, einen zytoplasmatischen Multiproteinkomplex, der als Reaktion auf verschiedene Signale, darunter auch die von *C. acnes*, initiiert werden kann.<sup>27,28</sup> Diese Hemmung führt letztlich zu einer verringerten Caspase-1-Aktivierung mit einer reduzierten IL-1beta-gesteuerten Th17-Aktivierung, die zur Entzündung und Dyskeratinisierung der Akne beiträgt.<sup>29</sup>

Obwohl vorläufige Studien auf einen potenziellen Nutzen von ω-3-FA bei Akne hindeuten, sind die Daten aufgrund begrenzter Studiendesigns und vor allem aufgrund der Tatsache, dass bestehende Defizite nicht behoben wurden, nicht schlüssig.<sup>12,13,30-33</sup> Ziel dieser prospektiven 16-wöchigen Studie war es, den EPA/DHA-Spiegel bei Aknepatienten mit Hilfe des HS-omega-3 Index® in Erythrozyten (%) zu bestimmen, den Spiegel in den Zielbereich (HS-omega-3 Index® 8%-11%) anzuheben, und zwar mit Hilfe von Ernährungsempfehlungen, die auf aktuellen Erkenntnissen beruhen (pflanzenbetonte mediterrane Ernährung mit begrenztem Verzehr von Milch/Milchprodukten/verarbeiteten Zutaten) und einer oralen Supplementierung mit aus Algen gewonnenem EPA/DHA, sowie die Auswirkungen auf den klinischen Schweregrad zu bewerten. Die Ergebnisse könnten künftige Behandlungsprotokolle neu gestalten und sowohl Gesundheitsdienstleister als auch Patienten in die Lage versetzen, einen Beitrag zur klinische Ergebnisse.

## 2 | MATERIALIEN UND METHODEN

### 2.1 | Aufbau der Studie

Diese Interventionsstudie wurde an der Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie der Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutschland, durchgeführt. Patienten mit leichter (Akne comedonica = AC) bis mittelschwerer (Akne papulopustulosa = AP) Akne vulgaris wurden für einen Zeitraum von 16 Wochen aufgenommen, mit vier Studienbesuchen ([V]: V1 = Baseline, V2 = Woche 6, V3 = Woche 12 und V4 = Woche 16). Einschlusskriterien waren Patienten im Alter von 12 Jahren und älter, die 4 Wochen vor Studieneinschluss keine verschreibungspflichtigen Aknemedikamente einnahmen

und während der gesamten Studie. Die tägliche Hautpflege, bestehend aus einer Waschlotion und einer Feuchtigkeitscreme, war erlaubt. Die Teilnehmer, Eltern bzw. Erziehungsberechtigten von Minderjährigen gaben vor der Aufnahme in die Studie eine schriftliche Einverständniserklärung ab. Ausschlusskriterien waren Essstörungen und psychische Begleiterkrankungen in der Vorgeschichte, Schwangerschaft und Stillen sowie Akne-Patienten mit schwerem klinischem Bild (Akne conglobata) oder Patienten, die verschreibungspflichtige Medikamente (entweder topisch oder systemisch) wünschten oder benötigten. Die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU), München, Deutschland, erteilte die ethische Genehmigung (Ref. Nr. 20-0855).

## 2.2 | Intervention

### 2.2.1 | Empfehlungen für die Ernährung

Bei jedem Studienbesuch erhielten die Teilnehmer eine individuelle Beratung, die auch eine Aufklärung über Expositionsfaktoren und deren möglichen Einfluss auf den Schweregrad der Akne beinhaltete. Besonderes Augenmerk wurde auf die Ernährung gelegt. Die Patienten wurden zu einer pflanzenbetonten, abwechslungsreichen mediterranen Ernährung ermutigt, die hauptsächlich aus unverarbeiteten, saisonalen, nährstoffreichen Zutaten besteht, und dazu, selbst gekochte Mahlzeiten zuzubereiten. Ihnen wurde geraten, den Verzehr von stark verarbeiteten Lebensmitteln, Milch/Milchprodukten und Fleisch zu reduzieren.<sup>8,20,34</sup> Die Einhaltung der Ernährungsempfehlungen wurde mit standardisierten Fragebögen zur Häufigkeit der Nahrungsaufnahme erfasst (siehe unten).

### 2.2.2 | Omega-3-Fettsäuren

Empfohlen wurde eine orale Supplementierung mit DHA und EPA aus der Alge *Schizochytrium* sp.<sup>35</sup> (Omega-3 pflanzlich+ D vegan Doppelherz® Queisser Pharma GmbH & Co. KG, Flensburg, Deutschland; eine Kapsel enthält 200 mg DHA/100 mg EPA). Von V1 bis V2 wurde jedem Patienten empfohlen, drei Kapseln täglich mit Hauptmahlzeit des Tages einzunehmen (600 mg DHA/300 mg EPA täglich), und von V2 bis V4 vier Kapseln täglich (800 mg DHA/400 mg EPA täglich).

## 2.3 | Beurteilungen und Ergebnisse V1-V4

### 2.3.1 | Laboranalyse

Die Blutproben wurden nach einem standardisierten Protokoll entnommen. Es wurde eine ausführliche Laboranalyse einschließlich der EPA/DHA-Bestimmung mit dem HS-omega-3 Index® (Omegamatrix® GmbH, Martinsried, Deutschland) durchgeführt. Für den HS-omega-3 Index® wurden Fettsäuremethyl-ester aus Erythrozyten durch saure Umesterung hergestellt und gaschromatographisch mit einem GC2010 Gaschromatographen (Shimadzu, Duisburg, Deutschland), ausgestattet mit einer SP2560, 100-m-Säule (Supelco, Bellefonte, Pennsylvania) unter Verwendung von Wasserstoff als analysiert. Die Fettsäuren wurden durch Vergleich mit einer Standardmischung von Fettsäuren, die für Erythrozyten charakteristisch sind, identifiziert. Die Ergebnisse des HS-omega-3 Index® wurden als EPA plus

DHA als Prozentsatz der gesamten identifizierten Fettsäuren nach Korrektur des Reaktionsfaktors. Der Variationskoeffizient für EPA plus DHA betrug 5 %. Die Analysen wurden gemäß DIN ISO 15189 qualitätskontrolliert. Der HS-omega-3-Index® spiegelt den  $\omega$ -3-FA-Status eines Menschen genau wider.<sup>36</sup> Der Zielbereich des HS-omega-3-Index® wurde mit 8%-11% definiert, wobei Werte zwischen 4% und 8% als Defizit und Werte < 4% als schweres Defizit definiert wurden.<sup>37</sup>

### 2.3.2 | Klinische Bewertung

Die Prädispositionsstellen der Akne (Gesicht, Brust und Rücken) wurden untersucht, und der klinische Schweregrad wurde bei jedem Besuch von einem unabhängigen Dermatologen anhand des Global Investigator Assessment (IGA) eingestuft. Anhand der Anzahl der nicht-entzündlichen (Komedonen) und entzündlichen Läsionen (Papeln und Pusteln) wurde die Akne in ihre wichtigsten Subtypen unterteilt: Acne comedonica, Acne papulopustulosa und Acne conglobata.<sup>38</sup> Der Schweregrad von AC und AP wurde außerdem anhand einer 3-Punkte-Skala (leicht, mittelschwer und schwer) bewertet. Auch das Erscheinungsbild der Haut wurde von den Patienten hinsichtlich des Gesamtschweregrads und des Ausmaßes der nicht entzündlichen und entzündlichen Läsionen anhand einer 3-Punkte-Skala (leicht, mittelschwer bzw. schwer) selbst bewertet. Professionelle Fotografien dokumentierten das klinische Erscheinungsbild an V1 und V4 mit Digitalfotografie (Nikon D5, AF-S Nikkor 60 mm Objektiv).

### 2.3.3 | Talgspiegel

Das Sebumeter® SM 815 (Courage+ Khazaka, Köln, Deutschland) wurde zur quantitativen Messung des Sebumspiegels im Gesicht der Patienten verwendet. Das tragbare Gerät, das einen 64 mm<sup>2</sup> langen Klebestreifen freilegt, wurde senkrecht und ohne Druck auf drei vordefinierte Hautbereiche der Patienten (Stirn und beide Wangen) aufgelegt. Der Grad der Transparenz des Klebebandes korrelierte mit der Hauttalgmenge ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ), die durch Photometrie bestimmt wurde.<sup>39</sup> Die Messungen wurden unter standardisierten Bedingungen in einem klimatisierten Raum durchgeführt.

### 2.3.4 | Fragebögen

Bei V1 wurde ein detaillierter, vom Prüfarzt entwickelter Fragebogen verwendet, um Informationen über die demografischen Daten und den Lebensstil der Patienten zu erhalten. Die Patienten wurden auch gebeten, verschiedene Lebensmittel danach zu bewerten, ob sie den Schweregrad ihrer Akne verschlimmern oder verbessern.

Zu den Zeitpunkten V1-V4 wurde die Nahrungsaufnahme der Patienten in den vorangegangenen vier Wochen anhand einer standardisierten Umfrage zur Häufigkeit der Nahrungsaufnahme (FFS) bewertet.<sup>40,41</sup> Die Patientenakten wurden von einem unabhängigen klinischen Ernährungsberater überprüft, um die Einhaltung der Ernährungsempfehlungen zu überwachen.

Der Dermatology Life Quality Index (DLQI) wurde bei V1-V4 als standardisiertes Instrument verwendet, um die Auswirkungen der Akne auf die Lebensqualität der Patienten zu bewerten, einschließlich psychologischer Beeinträchtigungen bei der Arbeit, sozialen und sexuellen Beziehungen, Depressionen und Ängsten. Je höher die Punktzahl, desto stärker war die Lebensqualität der Patienten beeinträchtigt, wobei

Werte von 0 bis 30 (0-1 keine Wirkung, 2-5 geringe Wirkung, 6-10 mäßige Wirkung, 11-20 sehr große Wirkung und 21-30 extrem große Wirkung).<sup>42</sup>

## 2.4 | Primäres Ziel

Das Hauptziel bestand darin, den HS-omega-3-Index® bei Aknepatienten zu messen und die durchschnittlichen Werte der Kohorte durch Ernährungsempfehlungen einschließlich einer oralen Supplementierung mit EPA/DHA über 16 Wochen in den Zielbereich anzuheben. Ein mittlerer HS-omega-3 Index® zwischen 8% und 11% bei V4 wurde als erfolgreiche Intervention definiert.<sup>43</sup>

## 2.5 | Sekundäre Ziele

Die sekundären Ziele wurden wie definiert:

- Bewertung des klinischen Schweregrads der Akne
- Bewertung der Talgwerte von Aknepatienten im Gesicht
- Untersuchung der Ernährungsgewohnheiten von Aknepatienten
- Bewertung der Lebensqualität der Teilnehmer

## 2.6 | Statistische Auswertung

Ein professioneller Statistiker führte alle Datenanalysen mit SPSS-Software Version 26 (IBM, Armonk, New York) durch. Für alle statistischen Tests wurde ein p-Wert von 0,05 als Signifikanzniveau festgelegt.

Die Daten von Studienabbrechern wurden in Übereinstimmung mit der ethischen Genehmigung einbezogen. Kontinuierliche Variablen wurden mit Hilfe von de-skriptiven Statistiken zusammengefasst, einschließlich Anzahl der Probanden (*n*), Mittelwert, Standardabweichung (SD), Median, Minimum, Maximum und 95% Konfidenzintervall. Für kategoriale Variablen wurden die Anzahl der Probanden und die Prozentsätze in den entsprechenden Kategorien zusammengefasst. Die multivariate logistische Regressionsanalyse wurde verwendet, um Zusammenhänge zwischen den Variablen und dem Schweregrad der Akne zu ermitteln. Statistische Tests wie der Mann-Whitney-U-Test, der Wilcoxon-Test, der Chi-Quadrat-Test, der exakte Test von Fisher, der McNemar-Test und Binomialtests wurden bei Bedarf verwendet.

## 3 | ERGEBNISSE

### 3.1 | Demografische Daten

Die Studienkohorte umfasste 60 Patienten (*n* = 23 AC, *n* = 37 AP) mit einem Durchschnittsalter von 26,1 ± 4,7 Jahren und einer durchschnittlichen Aknepersistenz von 8,9 ± 5,5 Jahre. Mehr als die Hälfte der Patienten berichtete über eine geringe Zufriedenheit mit früheren Behandlungen (*n* = 38, 63,3 %), hauptsächlich wegen unzureichender klinischer Verbesserungen (*n* = 32, 84,2 %) und Nebenwirkungen (*n* = 30, 78,9 %), während 36,7 % mit früheren Therapien zufrieden waren. Die demografischen Daten sind in [Tabelle 1](#) aufgeführt.

TABLE 1 Demografische Daten der Patienten.

| Gesamtkohorte ( <i>n</i> = 60)                 |            |
|------------------------------------------------|------------|
| Geschlecht ( <i>n</i> (%))                     |            |
| Männlich                                       | 2 (3.3)    |
| Weiblich                                       | 58 (96.7)  |
| Mittleres Alter (Jahre (SD))                   | 26.1 (4.7) |
| Mittlerer BMI (kg/(m) <sup>2</sup> )           | 21.8 (2.9) |
| Akne-Subtyp ( <i>n</i> (%))                    |            |
| Akne comedonica                                | 23 (38.3)  |
| Akne papulopustulosa                           | 37 (61.7)  |
| Mittlere Dauer der Akne (Jahre (SD))           | 8.9 (5.5)  |
| Betroffene anatomische Stellen ( <i>n</i> (%)) |            |
| Gesicht                                        | 60 (100)   |
| Brustkorb                                      | 29 (48.3)  |
| Zurück                                         | 35 (58.3)  |
| Hauttyp ( <i>n</i> (%))                        |            |
| Normal                                         | 3 (5)      |
| Trocken                                        | 6 (10)     |
| Gemischt                                       | 43 (71.7)  |
| Ölig                                           | 8 (13.3)   |
| Tägliche Hautpflege ( <i>n</i> (%))            |            |
| Waschlotion                                    | 42 (70.0)  |
| Feuchtigkeitscreme                             | 44 (73.3)  |
| Krankengeschichte ( <i>n</i> (%))              |            |
| Schilddrüsenerkrankung                         | 7 (11.7)   |
| Andere Hautkrankheiten                         | 7 (11.7)   |
| Rauchen                                        | 7 (11.7)   |
| IBS                                            | 4 (6.7)    |
| Diabetes                                       | 1 (1.7)    |
| PCOS                                           | 1 (1.7)    |
| Höchste Bildung ( <i>n</i> (%))                |            |
| Hochschulabschluss                             | 24 (40.0)  |
| Highschool-Abschluss                           | 14 (23.3)  |
| Andere                                         | 21 (36.7)  |

Abkürzungen: BMI, Body-Mass-Index; IBS, Reizdarmsyndrom; kg, Kilogramm; m, Meter; *n*, Anzahl; SD, Standardabweichung.

### 3.2 | HS-Omega-3 Index®

Zu Beginn der Studie wiesen 98,3 % der Kohorte ein Defizit an EPA/DHA gemäß dem HS-omega-3 Index® auf (*n* = 40 Defizite, *n* = 18 schwere Defizite). Im Laufe der Zeit stieg der mittlere HS-omega-3 Index® signifikant von 4,9 % bei V1 auf 8,3 % bei V4 (*p* < 0,001). Bei V4 hatten Patienten mit AC einen signifikant höheren HS-omega-3 Index® im Vergleich zu AP (*p* = 0,035). ([Tabelle 2](#)).

### 3.3 | Klinischer Schweregrad

Der Schweregrad der Akne verbesserte sich im Verlauf der deutlich, wobei die absolute Zahl der nicht entzündlichen und entzündlichen Läsionen zwischen V1 und V4 laut dermatologischem Befund zurückging.

TABLE 2 Überblick über den HS-omega-3 Index® der Patienten während der Studie.

|                                                  | V1 (n= 59) | V2 (n= 55) | V3 (n= 53) | V4 (n= 53) | p-Wert* |
|--------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|---------|
| Schweres Defizit (HS-omega-3 Index® < 4%), n (%) | 18 (30.5)  | 1 (1.8)    | 1 (1.9)    | 1 (1.9)    | <0.001  |
| Defizit (HS-omega-3 Index® 4-8%), n (%)          | 40 (67.8)  | 44 (80.0)  | 22 (41.5)  | 18 (33.9)  | <0.0    |
| Kein Defizit (HS-omega-3 Index® > 8%), n (%)     | 1 (1.7)    | 10 (18.2)  | 30 (56.6)  | 33 (62.3)  | <0.001  |
| Mittlerer HS-omega-3 Index® (%)                  | 4.9        | 6.8        | 8.0        | 8.3        | <0.001  |

Abkürzungen: n, Anzahl; SD, Standardabweichung; V, Besuch.

\*Statistische Bedeutung V1-V4.

objektive Bewertung ( $p < 0,001$ ). Bei V4 wiesen mehr Patienten AC als AP auf (Abbildung 1, Tabelle 3).

Im Vergleich zwischen V1 und V4 verbesserte sich der selbst angegebene Schweregrad der Akne bei 42 Patienten (79,2 %), blieb bei sieben (13,2 %) unverändert und verschlechterte sich bei vier (7,5 %). Eine subjektive klinische Verbesserung wurde nach durchschnittlich 40 Tagen bei der Anzahl der Komedonen ( $n = 23$ , 37,1 %), Pusteln ( $n = 39$ , 62,9 %) und Papeln ( $n = 25$ , 40,3 %) im Vergleich zwischen V1 und V4 festgestellt ( $p < 0,001$ ).

### 3.4 | Talg

Der Talgspiegel im Gesicht der Patienten war positiv mit der Anzahl der Komedonen an V1 korreliert ( $p = 0,017$ ,  $r = 0,306$ ), während für entzündliche Hautläsionen keine signifikante Korrelation gefunden wurde. Die absoluten Gesichtstalgie Werte sanken im Laufe der Studie von 179,35  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  bei V1 auf 153,1  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  bei V4, allerdings nicht signifikant ( $p = 0,165$ ).

### 3.5 | Diät

Die Bewertung von Lebensmitteln auf V1 mit selbstberichteten positiven und negativen Auswirkungen auf den Schweregrad der Akne ergab, dass Gemüse ( $n = 14/60$ , 23%), Obst ( $n = 12/60$ , 20%), Nüsse ( $n = 7$ , 11,7%) und Vollkornprodukte ( $n = 7$ , 11,7 %) wurden als die vorteilhaftesten angesehen, während raffinierter Zucker ( $n = 32/60$  53,3 %), Alkohol ( $n = 32/60$  53,3 %), Schokolade ( $n = 31/60$  51,7 %), Kuhmilch ( $n = 28/60$  46,7 %) und gesättigte Fette ( $n = 28/60$  46,7 %) als die am meisten verschlimmernden Faktoren angesehen wurden. Insgesamt waren die ernährungsbedingten Akneauslöser deutlicher definiert als die förderlichen Lebensmittel. (Abbildung 2).

Die Auswertung der FFS der Patienten ergab, dass AP bei V1 im Vergleich zur AC-Gruppe signifikant mehr Kuhmilch ( $p = 0,017$ ), Cornflakes ( $p = 0,017$ ), Pommes frites ( $p = 0,041$ ) und Kartoffelchips ( $p = 0,04$ ) konsumierten, während für andere Lebensmittel kein signifikanter Unterschied festgestellt wurde. Kuhmilch und Milchprodukte wurden nach den Berichten der FFS bei allen Patienten im Vergleich von V4 zu V1 weniger häufig konsumiert ( $p < 0,001$ ).

### 3.6 | Qualität des Lebens

Die durchschnittlichen DLQI-Werte sanken von 4,9 bei V1 auf 2,4 bei V4 ( $p < 0,001$ ). Die Verbesserung war in der AP-Gruppe stärker ausgeprägt als in der



FIGURE 1 Vergleich des klinischen Schweregrads von drei Patienten zwischen V1 (linke Bilder) und V4 (rechte Bilder).

zu AC ( $p = 0,006$ ). Je schwerer das klinische Bild laut dermatologischer Beurteilung war, desto höher waren die DLQI-Werte bei V1 ( $p = 0,008$ ) und V4 ( $p = 0,043$ ).

TABLE 3 Bewertung der klinischen Akne.

|                                        | V1<br>(n= 60) | V2<br>(n= 55) | V3<br>(n= 53) | V4<br>(n= 53) | p-Wert* |
|----------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| Akne-Subtyp (n (%))                    |               |               |               |               |         |
| Akne comedonica                        | 23 (38.3)     | 39 (70.9)     | 41 (77.4)     | 42 (79.2)     | <0.001  |
| Akne papulopustulosa                   | 37 (61.7)     | 16 (29.1)     | 12 (22.6)     | 11 (20.8)     | <0.001  |
| Klinischer Schweregrad (n (%))         |               |               |               |               |         |
| Mild                                   | 29 (46.7)     | 50 (90.9)     | 49 (92.5)     | 45 (84.9)     | <0.001  |
| Zwischenbericht                        | 32 (53.3)     | 5 (9.1)       | 4 (7.5)       | 8 (15.1)      | <0.001  |
| Betroffene anatomische Stellen (n (%)) |               |               |               |               |         |
| Gesicht                                | 60 (100)      | 55 (100)      | 53 (100)      | 52 (98.1)     | 0.316   |
| Brustkorb                              | 29 (48.3)     | 6 (10.9)      | 8 (15.1)      | 6 (11.3)      | <0.001  |
| Zurück                                 | 35 (58.3)     | 16 (29.1)     | 12 (22.6)     | 7 (13.2)      | <0.001  |
| Nicht-entzündliche Läsionen (n (%))    |               |               |               |               |         |
| Keine                                  |               |               |               | 2 (3.8)       |         |
| ≤10                                    | 8 (13.3)      | 35 (63.6)     | 42 (79.2)     | 42 (79.2)     | <0.001  |
| 10-25                                  | 27 (45)       | 18 (32.7)     | 10 (18.9)     | 8 (15.1)      | <0.001  |
| 26-50                                  | 20 (33.3)     | 2 (3.6)       | 1 (1.9)       | 1 (1.9)       | <0.001  |
| ≥ 50                                   | 5 (8.3)       |               |               |               |         |
| Entzündliche Läsionen (n (%))          |               |               |               |               |         |
| Keine                                  |               | 10 (18.2)     | 11 (20.8)     | 13 (24.5)     |         |
| ≤10                                    | 23 (38.3)     | 38 (69.1)     | 39 (73.6)     | 33 (62.3)     | <0.001  |
| 10-20                                  | 28 (46.7)     | 5 (9.1)       | 3 (5.7)       | 7 (13.2)      | <0.001  |
| 21-30                                  | 8 (13.3)      | 2 (3.6)       |               |               |         |
| ≥ 30                                   | 1 (1.7)       |               |               |               |         |

Abkürzungen: n, Anzahl; V, Besuch.

\*Statistische Bedeutung V1-V4.

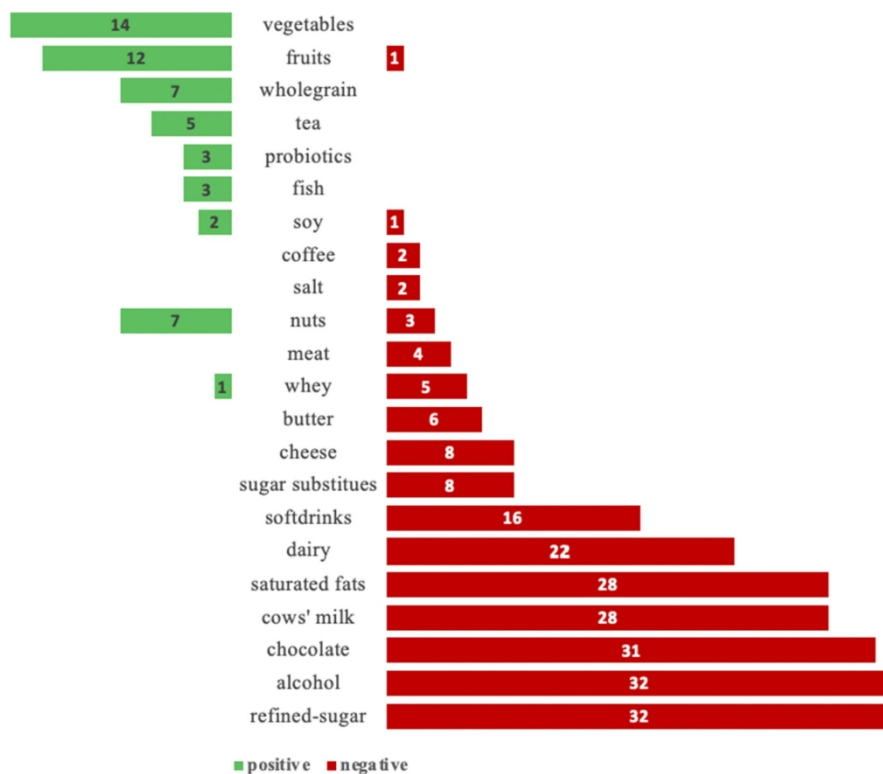


FIGURE 2 Lebensmittel mit h selbstberichteter positiver (grün) und negativer (rot) Wirkung auf den Schweregrad der Akne. (Die deskriptiven Ergebnisse werden als absolute Anzahl der Patienten ausgedrückt, die jedes Element bei V1 identifiziert haben).

### 3.7 | Einhaltung der Vorschriften und Sicherheit

Insgesamt wurden die Ernährungsempfehlungen gut befolgt, mit Ausnahme einer Patientin, die angab, DHA/EPA-Ergänzungsmittel nicht regelmäßig einzunehmen. Während der Studie wurden acht Abbrüche gemeldet ( $n=3$  aus persönlichen Gründen,  $n=2$  wegen subjektiver Verschlimmerung der Akne,  $n=2$  wegen Schwangerschaft und  $n=1$  Verlust der Nachbeobachtung). Es wurden keine weiteren unerwünschten Ereignisse beobachtet.

## 4 | DISKUSSION

Zwar sind verschreibungspflichtige Medikamente für die Behandlung von Akne vulgaris obligatorisch, insbesondere bei schweren klinischen Verläufen, um eine unnötige Verlängerung des Leidens und langfristige Folgen der Narbenbildung zu vermeiden,<sup>44</sup> doch sollte das Potenzial von Lebensstilinterventionen nicht vernachlässigt werden. Dies gilt insbesondere für Ernährungsempfehlungen, da diese nicht im Widerspruch zur Schulmedizin stehen, sondern vielmehr eine wertvolle Ergänzung zu jedem modernen Behandlungsplan darstellen.<sup>7,8,20,45,46</sup> In dieser prospektiven Studie wurde der Nutzen einer gezielten Erhöhung des  $\omega$ -3-FA-Spiegels bei Patienten mit leichter bis mittelschwerer Akne vulgaris ohne verschreibungspflichtige untersucht. Viele der untersuchten Aknepatienten wiesen zu Beginn der Studie ein schweres EPA/DHA-Defizit auf, mit einem durchschnittlichen HS-omega 3 index® von 4,9 %, der im Verlauf von 16 Wochen auf einen Zielbereich von 8,3 % erhöht wurde. Während der gesamten Studie wurden die Patienten ermutigt, eine abwechslungsreiche, pflanzlich orientierte mediterrane Ernährung einzuhalten und orale DHA/EPA-Präparate aus Algen einzunehmen.

Zwischen V1 und V4 wurde eine signifikante Verbesserung der Anzahl der nicht-entzündlichen und entzündlichen AKNeläsionen festgestellt ( $p<0,001$ ). Am Ende der Intervention wurde bei Patienten mit AC im Vergleich zu AP ein signifikant höherer HS-Omega-3-Index® festgestellt. Dieser Befund lässt sich möglicherweise durch die vorgeschlagenen entzündungshemmenden Eigenschaften von  $\omega$ -3-FA erklären<sup>47-49</sup>, die sich in einer klinisch geringeren Entzündung bei Patienten mit höheren Werten niederschlagen. Es gab keine Korrelation zwischen der Sebumkonzentration im Gesicht und dem HS-omega-3 Index®, aber es gab eine Korrelation mit der Anzahl der Komedonen, was die bekannte pathophysiologische Verbindung zwischen Seborrhoe als treibende Kraft für diese ersten AKNeläsionen unterstreicht.

Während der mittlere HS-omega-3 Index® der gesamten Kohorte beim Vergleich von V1 und V4 den Zielwert erreichte, sprachen einige Teilnehmer innerhalb von 16 Wochen nicht ausreichend an. Die Nichteinhaltung der Vorgaben, die sich in den FFS der Patienten widerspiegelt, ist eine mögliche Erklärung. Darüber hinaus gibt es möglicherweise Unterschiede in der individuellen Reaktion der Patienten auf eine  $\omega$ -3-FA-Supplementierung.<sup>32</sup> Obwohl den Patienten empfohlen wurde, zusätzlich zu einer angemessenen Fettzufuhr EPA/DHA-Präparate einzunehmen, kann die Bioverfügbarkeit von  $\omega$ -3-FA-Präparaten von Person zu Person unterschiedlich sein.<sup>32</sup> In künftigen Studien muss die Dosierung möglicherweise an den individuellen HS-omega-3 Index® angepasst werden, um den Zielbereich bei allen Patienten zu erreichen. Es wird auch von Interesse sein, ob Blutspiegel am oberen Ende des Zielbereichs, etwa 11 %, einen klinischen Nutzen bringen. Dies könnte entweder durch eine verlängerte Supplementierung oder durch höhere DHA/EPA-Dosen erreicht werden,

zumal keine unerwünschten Ereignisse im Zusammenhang mit derzeitigen Supplementierung aufgetreten sind.

Interessanterweise meldeten die Patienten die deutlichsten klinischen Veränderungen nach durchschnittlich 40 Tagen. Zu diesem Zeitpunkt (zwischen V2 und V3) war die Dosierung der EPA/DHA-Supplementierung erhöht worden und der HS-omega-3 Index® hatte sich insgesamt erhöht, wobei nur noch ein Patient ein schweres Defizit aufwies. Dies unterstützt erneut die Hypothese eines klinischen Nutzens der Supplementierung von Defiziten. Obwohl die meisten Patienten von der Studie profitierten, berichteten drei Patienten über eine Verschlechterung ihrer Akne im Laufe der Studie, und zwei Patienten brachen die Studie aufgrund einer Verschlechterung ab. Daher ist es wichtig, die Behandlungspläne individuell anzupassen, insbesondere bei unzureichendem Ansprechen auf die Behandlung, und den Patienten bei Bedarf immer verschreibungspflichtige Medikamente anzubieten.

Die Bestimmung des EPA/DHA-Blutspiegels in dieser Studie noch nie dagewesene Daten aus einer deutschen Akne-Kohorte. Während frühere Daten eine allgemeine Tendenz zu einem  $\omega$ -3-FA-Defizit in der europäischen Bevölkerung zeigen, beispielsweise mit einem HS-omega 3-Index® von unter 8 % bei 76,15 % einer Kohorte von 23.615 europäischen Erwachsenen<sup>32</sup> und einem Mittelwert von 5,49 %, der in einer deutschen bundesweiten Kohorte von Frauen mittleren Alters beobachtet wurde,<sup>50</sup> lässt unsere Studie auf eine Verschlimmerung bei Aknepatienten schließen. Bislang wurden nur wenige prospektive Interventionsstudien am Menschen durchgeführt, um die klinischen Auswirkungen von  $\omega$ -3-FA auf Akne zu untersuchen, und bemerkenswerterweise wurden in keiner dieser die Blutspiegel der Patienten untersucht.<sup>13</sup> Rubin et al.<sup>30</sup> führten 2008 eine Studie mit fünf Aknepatienten durch. Nach einer achtwöchigen EPA-Supplementierung in Kombination mit einem Antioxidans aus grünem Tee verringerte sich die Zahl der entzündlichen Gesichtsläsionen, und der selbst eingeschätzte psychische Zustand der Patienten verbesserte sich. Im Jahr 2012 untersuchten Khayef et al.<sup>31</sup> die Auswirkungen von DHA und Docosapentaensäure (DPA) bei 13 Männern. Neben der Anzahl der Gesichtsläsionen beurteilten die Autoren die Hautrötung der Patienten und werteten ein 3-tägiges Ernährungstagebuch aus. Beim Vergleich der Anzahl der Läsionen bei Studienbeginn und 12 Wochen nach der Intervention wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Jung et al. führten die bisher hochwertigste Interventionsstudie durch, einschließlich einer histopathologischen Analyse der Gesichtsläsionen nach 12 Wochen oraler  $\omega$ -3-FA/ $\omega$ -6-FA-Supplementierung, die eindrucksvoll eine Verringerung der Entzündungsmarker zeigte.<sup>12</sup> dieser begrenzten und manchmal widersprüchlichen Daten fügt diese Studie neue Daten über EPA/DHA-Defizite bei Aknepatienten hinzu und zeigt, was durch eine Ernährungsintervention mit oraler Supplementierung erreicht werden kann.

Diese Studie umfasste auch eine subjektive Bewertung der ernährungsbedingten Akneauslöser und der vorteilhaften Lebensmittel. Die definierten diätetischen Akneauslöser stimmten mit der aktuellen Literatur überein.<sup>51-53</sup> Gemüse, Obst, Vollkomprodukte und Nüsse wurden als am vorteilhaftesten empfunden. Eine mögliche Erklärung für die zugeschriebene positive Wirkung von Nüssen auf den Akneschweregrad könnte in ihrem hohen Gehalt an  $\omega$ -3-Fettsäuren liegen.<sup>21</sup> Alle diese Lebensmittel sind auch Bestandteil der empfohlenen pflanzenbetonten mediterranen Ernährung. Insgesamt unterstreicht die Tatsache, dass die Auslöser klarer definiert waren als die positiven Lebensmittel, die Bedeutung dieser Studie, die darauf abzielte, Nährstoffe zu identifizieren, die den Schweregrad der Akne lindern könnten.

Da diese Studie keine verschreibungspflichtigen Medikamente umfasste, müssen die klinischen Veränderungen realistisch bewertet werden. (Abbildung 1) Selbst eine geringe klinische Verbesserung führte jedoch zu einer signifikanten Verbesserung der Lebensqualität der betroffenen Patienten, wie die DLQI-Ergebnisse zeigen, und unterstreicht die Bedeutung der Einbeziehung von Lebensstilinterventionen. Unserer Erfahrung nach erhöht die Investition von Zeit in eine individuelle (traditionelle) Beratung und Patientenaufklärung, insbesondere beim ersten Besuch, nicht nur die Fähigkeit der Patienten, etwas zu ihrer Gesundheit beizutragen, sondern verbessert auch die allgemeine Behandlungszufriedenheit und das Behandlungsergebnis.

Wie bei früheren Studien, die die Auswirkungen der Ernährung auf klinische Parameter bei Aknepatienten untersuchten, besteht auch bei dieser Studie die Herausforderung darin, direkte kausale Zusammenhänge herzustellen, um festzustellen, ob erhöhte EPA/DHA-Spiegel, veränderte Ernährungsgewohnheiten oder andere Kofaktoren zu einer Verbesserung des klinischen Schweregrads der Akne und der Lebensqualität der Patienten führten. Diese Studie hat also ihre Stärken und Grenzen. Leider wurde ein randomisiertes, placebokontrolliertes Design, obwohl ursprünglich beabsichtigt, von der Ethikkommission zum Zeitpunkt der Studie nicht genehmigt. Darüber hinaus birgt die Verwendung von FFS zur Bewertung der Einhaltung der Ernährungsempfehlungen durch die Patienten die Gefahr einer Verzerrung des Erinnerungsvermögens. Idealerweise sollten jedem Teilnehmer während des gesamten Studienzeitraums in einer kontrollierten Umgebung Mahlzeiten und Nahrungsergänzungsmittel zur Verfügung gestellt werden, doch ist dies über 16 Wochen nicht machbar. Studienabbrüche aufgrund einer Verschlechterung des klinischen Erscheinungsbildes sollten in künftigen Studien durch eine erneute Analyse der EPA/DHA-Spiegel der Patienten berücksichtigt werden, um einen unzureichenden Anstieg auszuschließen und eine individuelle Anpassung der EPA/DHA-Ergänzungsdosis zu ermöglichen. Eine weitere Einschränkung ist die überwiegende Zahl der weiblichen Teilnehmer. Da die rekrutierende Klinik in erster Linie Patienten mit schwerwiegenden klinischen Erscheinungsbildern betreut, die verschreibungspflichtige Medikamente benötigen, ist es erwähnenswert, dass männliche Patienten, insbesondere in jüngerem Alter, häufig ein schwereres klinisches Erscheinungsbild aufweisen, was erklären könnte, warum die meisten männlichen Patienten ohne verschreibungspflichtige Medikamente nicht für eine Teilnahme in Frage kamen. Außerdem haben wir die Erfahrung gemacht, dass Frauen eher bereit sind, an klinischen Studien teilzunehmen, und dass sie im Allgemeinen motivierter sind, Lebensstilmaßnahmen zu ergreifen, einschließlich einer Ernährungsumstellung. Obwohl wir dieses Ungleichgewicht zwischen den Geschlechtern anerkennen, gehen wir davon aus, dass es die aktuellen Ergebnisse nicht wesentlich beeinflusst hat. Dies wird durch die Beobachtung gestützt, dass beide männlichen Patienten zu Beginn der Studie ein Defizit an  $\omega$ -3-FA aufwiesen, und vorhandene Daten deuten darauf hin, dass EPA/DHA-Defizite beim Menschen unabhängig vom Geschlecht auftreten können.<sup>32</sup> Künftige Studien sollten auf der Grundlage unserer aktuellen Ergebnisse in einem randomisierten, placebokontrollierten Design aufbauen, um die Ernährungsempfehlungen für Aknepatienten zu verbessern.

## 5 | SCHLUSSFOLGERUNG

Viele Patienten mit Akne haben ein EPA/DHA-Defizit. Lebensstilinterventionen, einschließlich einer pflanzenbetonten mediterranen Ernährung und einer EPA/DHA-Supplementierung über 16 Wochen, führten bei Patienten mit leichter bis mittelschwerer Akne zu einem signifikanten Anstieg der  $\omega$ -3-FA-Werte, die mit dem HS-omega-3 Index® gemessen wurden. Verbesserungen im klinischen Erscheinungsbild

und die Lebensqualität wurden beobachtet. In dieser Studie wurde der Ansatz zwar als eigenständige Behandlung bewertet, doch sollten künftige Studien den  $\omega$ -3-FA als Ergänzung zu jedem Akne-Behandlungsplan untersuchen.

## AUTORENBEITRÄGE

Konzeptualisierung: AG, DL, und MR. Methodik: AG und KN. Validierung: MR und LEF. Formale Analyse: AG, MR und KN. Untersuchung: KN und AG. Datenaufbereitung: KN, AG, und MR. Schreiben - Vorbereitung des ursprünglichen Entwurfs: AG. Redaktionelle Überprüfung und Bearbeitung: AG, KN, DL, BCE, LEF, und MR. Visualisierung: AG, KN, DL, und BCE. Beaufsichtigung: MR und LEF.

## DANKSAGUNGEN

Open-Access-Förderung ermöglicht und organisiert von Projekt DEAL.

## FINANZIERUNGSGEHEBUNGEN

Es wurden keine finanziellen Mittel zur Verfügung gestellt. Die Omegamatrix® GmbH hat die Analyse des HS-omega-3 Index® kostenlos durchgeführt. Die Queisser Pharma GmbH & Co. KG stellte kostenlos Omega-3-Präparate zur Verfügung. Weder die Omegamatrix® GmbH, noch die Queisser Pharma GmbH & Co. KG waren in irgendeiner Weise am Studiendesign, der Auswertung oder der Interpretation der Daten beteiligt.

## ERKLÄRUNG ZU INTERESSENKONFLIKTEN

Alle Autoren erklären, dass sie keine konkurrierenden Interessen haben.

## DATENVERFÜGBARKEITSERKLÄRUNG

Die im Rahmen dieser Studie verwendeten und/oder analysierten Datensätze sind auf begründete Anfrage beim entsprechenden Autor erhältlich.

## ZUSTIMMUNG ZUR ÖFFENTLICHEN BEKANNTMACHUNG

Für alle personenbezogenen Daten, die in diesem Artikel verwendet werden, z. B. persönliche Bilder, wurde eine Einwilligung zur Veröffentlichung eingeholt.

## ORCID

Anne Guertler  <https://orcid.org/0000-0001-6865-0526>

Markus Reinholz  <https://orcid.org/0000-0002-0465-3506>

## REFERENZEN

1. Dessinioti C, Dreno B. Aknebehandlungen: Zukunft. *Clin Exp Dermatol*. 2020;45:955-961.
2. Khan A, Chang MW. Die Rolle der Ernährung bei Akne vulgaris und Hidradenitis suppurativa. *Clin Dermatol*. 2022;40:114-121.
3. Auffret N, Claudel JP, Leccia MT, Ballanger F, Dreno B. Neue und sich abzeichnende Behandlungsmöglichkeiten für Akne vulgaris. *Eur J Dermatol*. 2022;32:451-458.
4. Passeron T, Krutmann J, Andersen ML, Katta R, Zouboulis CC. Klinische und biologische Auswirkungen des Exposoms auf die Haut. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2020;34(Suppl 4):4-25.
5. Dreno B, Bettoli V, Araviiskaia E, Sanchez Viera M, Bouloc A. The influence of exposome on acne. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2018;32:812-819.
6. Mavranzouli I, Daly CH, Welton NJ, et al. A systematic review and network meta-analysis of topical pharmacological, oral pharmacological, physical and combined treatments for acne vulgaris. *Br J Dermatol*. 2022;187:639-649.

7. Piquero-Casals J, Morgado-Carrasco D, Rozas-Muñoz E, et al. Sun exposure, a relevant exposome factor in acne patients and how photoprotection can improve outcomes. *J Cosmet Dermatol*. 2023;22:1919-1928.
8. Baldwin H, Tan J. Auswirkungen der Ernährung auf Akne und ihre Behandlung. *Am J Clin Dermatol*. 2020;22:55-65.
9. Melnik BC. Durch westliche Ernährung verursachte Ungleichgewichte in der FoxO1- und mTORC1-Signalgebung fördern die sebfollikuläre Inflammation der Akne vulgaris. *Exp Dermatol*. 2016;25:103-104.
10. Melnik BC. Zusammenhang zwischen Ernährung und Akne-Metabolomik, Entzündung und Komedogenese: ein Update. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2015;8:371-388.
11. Conforti C, Agozzino M, Emendato G, et al. Akne und Ernährung: ein Überblick. *Int J Dermatol*. 2022;61:930-934.
12. Jung JY, Kwon HH, Hong JS, et al. Wirkung einer Nahrungsergänzung mit Omega-3-Fettsäure und Gamma-Linolensäure auf Akne vulgaris: eine randomisierte, doppelblinde, kontrollierte Studie. *Acta Derm Venereol*. 2014;94:521-525.
13. Guertler A, Neu K, Fiedler T, et al. Klinische Auswirkungen von Omega-3-Fettsäuren auf Akne vulgaris. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2022;20:1023-1027.
14. von Schacky C. Omega-3-Fettsäuren in der Schwangerschaft - ein Argument für einen Omega-3-Zielindex. *Nutrients*. 2020;12(4):898. doi: [10.3390/nu12040898](https://doi.org/10.3390/nu12040898)
15. Krupa K, Fritz K, Parmar M. *Omega-3-Fettsäuren*. StatPearls; 2023.
16. Simopoulos AP. Ein Anstieg des Verhältnisses von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren erhöht das Risiko für Fettleibigkeit. *Nutrients*. 2016;8:128.
17. Liput KP, Lepczyński A, Ogluszka M, et al. Effects of dietary n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids in inflammation and cancerogenesis. *Int J Mol Sci*. 2021;22:6965.
18. Simopoulos AP, DiNicolantonio JJ. Die Bedeutung eines ausgewogenen Verhältnisses von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren bei der Prävention und Behandlung von Fettleibigkeit. *Open Heart*. 2016;3:e000385.
19. Torres-Castillo N, Silva-Gómez JA, Campos-Perez W, et al. Ein hohes Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren in der Nahrung steht in positivem Zusammenhang mit übermäßiger Adipositas und Taillenumfang. *Obes Facts*. 2018;11:344-353.
20. Gurtler A, Laurenz S. Der Einfluss der klinischen Ernährung auf entzündliche Hauterkrankungen. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2022;20:185-202.
21. Cholewski M, Tomczykowa M, Tomczyk M. Eine umfassende Übersicht über Chemie, Quellen und Bioverfügbarkeit von Omega-3-Fettsäuren. *Nutrients*. 2018;10(11):1662. doi: [10.3390/nu10111662](https://doi.org/10.3390/nu10111662)
22. Kim H, Moon SY, Sohn MY, Lee WJ. Insulin-like growth Factor-1 steigert die Expression von Entzündungsbiomarkern und die in kultivierten Sebocyten. *Ann Dermatol*. 2017;29:20-25.
23. Li Y, Seifert MF, Ney DM, et al. Dietary conjugated linoleic acids alter serum IGF-I and IGF binding protein concentrations and reduce bone formation in rats fed (n-6) or (n-3) fatty acids. *J Bone Miner Res*. 1999;14:1153-1162.
24. Snodgrass RG, Huang S, Choi IW, Rutledge JC, Hwang DH. Inflammation-vermittelte Sekretion von IL-1beta in menschlichen Monozyten durch TLR2-Aktivierung; Modulation durch Nahrungsfettsäuren. *J Immunol*. 2013;191:4337-4347.
25. Balic A, Vlasic D, Zuzul K, Marinovic B, Bukvic M, Moks Z. Omega-3 versus Omega-6 mehrfach ungesättigte Fettsäuren in der Vorbeugung und Behandlung von entzündlichen Hauterkrankungen. *Int J Mol Sci*. 2020;21:741.
26. Kim HH, Lee Y, Eun HC, Chung JH. Eicosapentaensäure hemmt die TNF-alpha-induzierte Matrix-Metalloproteinase-9-Expression in menschlichen Keratinozyten, HaCaT-Zellen. *Biochem Biophys Res Commun*. 2008;368:343-349.
27. Contassot E, French LE. Neue Einblicke in die Pathogenese der Akne: Propionibacterium acnes aktiviert das Inflammasom. *J Invest Dermatol*. 2014;134:310-313.
28. Yan Y, Jiang W, Spinetti T, et al. Omega-3-Fettsäuren verhindern Entzündungen und Stoffwechselstörungen durch Hemmung der NLRP3-Inflammation-Aktivierung. *Immunity*. 2013;38:1154-1163.
29. Dreno B. Was gibt es Neues in der Pathophysiologie der Akne - ein Überblick. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2017;31(Suppl 5):8-12.
30. Rubin MG, Kim K, Logan AC. Akne vulgaris, psychische Gesundheit und Omega-3-Fettsäuren: ein Bericht über Fälle. *Lipids Health Dis*. 2008;7:36.
31. Khayef G, Young J, Burns-Whitmore B, Spalding T. Auswirkungen einer Fischölsupplementierung auf entzündliche Akne. *Lipids Health Dis*. 2012;11:165.
32. von Schacky C. Verwirrung über die Wirkung von Omega-3-Fettsäuren: Betrachtung von Studiendaten unter des Omega-3-Indexes. *Internist (Berl)*. 2019;60:1319-1327.
33. Zainab Z, Malik NA, Obaid S, et al. Wirksamkeit von oralem Omega 3 zur Verringerung der mukokutanen Nebenwirkungen von oralem Isotretinoin bei Patienten mit Akne vulgaris. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2021;33:60-63.
34. Davis C, Bryan J, Hodgson J, Murphy K. Definition der mediterranen Ernährung; eine Literaturübersicht. *Nutrients*. 2015;7:9139-9153.
35. EFSA-Gremium für Ernährung, neuartige Lebensmittel und Lebensmittelallergene (NDA), Turck D, Castenmiller J, et al. Safety of oil from *Schizochytrium li-macinum* (strain FCC-3204) for use in infant and follow-on formula as a novel food pursuant to regulation (EU) 2015/2283. *EFSA J*. 2021;19:e06344.
36. Harris WS, Von Schacky C. Der Omega-3-Index: ein neuer Risikofaktor für Tod durch koronare Herzkrankheit? *Prev Med*. 2004;39:212-220.
37. von Schacky C. Omega-3-Index in 2018/19. *Proc Nutr Soc*. 2020;1-7:381-387.
38. Nast A, Bayerl C, Borelli C, et al. S2k-Leitlinie zur Therapie der Akne. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2010;8(Suppl 2):s1-s59.
39. Crowther JM. Methode zur Quantifizierung von Ölen und Talgmengen auf Haut unter Verwendung des Sebumeter®. *Int J Cosmet Sci*. 2016;38:210-216.
40. Haftenberger M, Heuer T, Heidemann C, Kube F, Krems C, Mensink GBM. Relative Validierung eines Fragebogens zur Lebensmittelfrequenz für die nationale Gesundheits- und Ernährungsüberwachung. *Nutr J*. 2010;9:36.
41. Gose M, Krems C, Heuer T, Hoffmann I. Trends in food consumption and nutrient intake in Germany between 2006 and 2012: results of the German National Nutrition Monitoring (NEMONIT). *Br J Nutr*. 2016;115:1498-1507.
42. Finlay AY, Khan GK. Dermatology Life Quality Index (DLQI) - ein einfaches praktisches Maß für den klinischen Routinegebrauch. *Clin Exp Dermatol*. 1994;19:210-216.
43. Thuppel SV, von Schacky C, Harris WS, et al. Diskrepanz zwischen Wissen und Wahrnehmung der Aufnahme von Omega-3-Fettsäuren über die Nahrung im Vergleich zum Omega-3-Index. *Nutrients*. 2017;9:930.
44. Nast A, Dréno B, Bettoli V, et al. Europäische evidenzbasierte (S3) Leitlinie zur Behandlung von Akne - Update 2016 - Kurzfassung. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2016;30:1261-1268.
45. Svoboda SA, Christopher M, Shields BE. Erneute Untersuchung der Rolle der Ernährung in der Dermatologie. *Cutis*. 2021;107:308-314.
46. Molina-Garcia M, Granger C, Trullas C, Puig S. Exposom und Haut: Teil 1. Bibliometrische Analyse und Überblick über die Auswirkungen von Exposom-Ansätzen auf die Dermatologie. *Dermatol Ther (Heidelb)*. 2022;12:345-359.
47. Fontes JD, Rahman F, Lacey S, et al. Fettsäuren in roten Blutkörperchen und Biomarker für Entzündungen: eine Querschnittstudie in einer gemeindebasierten Kohorte. *Atherosclerosis*. 2015;240:431-436.
48. Block RC, Dier U, Artero PC, et al. The effects of EPA+ DHA and aspirin on inflammatory cytokines and angiogenesis factors. *World J Cardiovasc Dis*. 2012;2:14-19.
49. Al-Shahed FAN, Shueb HH, El-Shawwa MM. Wirkung von Isotretinoin (Netlook) auf die Hoden erwachsener männlicher Albino-Ratten und die Rolle einer Omega-3-Ergänzung: eine histologische und biochemische Studie. *J Cell Mol Med*. 2022;26:5213-5221.
50. Gellert S, Schuchardt JP, Hahn A. Niedriger Status langkettiger Omega-3-Fettsäuren bei Frauen mittleren Alters. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. 2017;117:54-59.
51. Wolkenstein P, Machovcová A, Szepletowski JC, Tennstedt D, Veraldi S, Delarue A. Akneprävalenz und Zusammenhänge mit

- Lebensstil: eine Online-Querschnittserhebung bei Jugendlichen/jungen Erwachsenen in 7 europäischen Ländern. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2018;32:298-306.
52. Nguyen QG, Markus R, Katta R. Ernährung und Akne: eine explorative Umfrage zu den Überzeugungen der Patienten. *Dermatol Pract Concept*. 2016;6:21-27.
  53. Kostecka M, Kostecka J, Szwed-Gulaga O, Jackowska I, Kostecka-Jarecka J. Die Auswirkungen von gewöhnlicher Akne auf das Wohlbefinden junger Menschen im Alter von 15-35 Jahren und der Einfluss von Ernährungswissen und Ernährung auf die Akneentwicklung. *Nutrients*. 2022;14:5293.

**Wie man diesen Artikel zitiert:** Guertler A, Neu K, Lill D, Clanner-Engelshofen B, French LE, Reinholz M. Exploring the potential of omega-3 fatty acids in acne patients: Eine prospektive Interventionsstudie. *J Cosmet Dermatol*.

2024;00:1-10. doi:[10.1111/jocd.16434](https://doi.org/10.1111/jocd.16434)