

Die langkettige, mehrfach ungesättigte n3-Fettsäure Docosahexaensäure (DHA) ist für die Entwicklung des Gehirns und der Retina bei Säuglingen bedeutsam. Muttermilch liefert DHA, Säuglingsmilchnahrung enthielt diese lange Zeit nicht. Nun werden immer mehr Milchnahrungen nach dem Vorbild der Muttermilch angereichert. Inwieweit die derzeitige Anreicherung zu DHA-Werten im Plasma – dem Transportmittel für DHA ins Gehirn – führt, die denen gestillter Säuglinge ähnelt, ist Fragestellung dieser Untersuchung.

## DHA im Plasma vier Monate alter Säuglinge in Abhängigkeit von ihrer Milchernährung im dritten und vierten Lebensmonat



Dipl.-Oecotroph.  
Claudia Drossard  
Forschungsinstitut  
für Kinderernährung,  
Institut an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn  
E-Mail: drossard@fke-do.de

Die DINO Studie wurde gefördert durch die Centrale Marketing Gesellschaft der Deutschen Agrarwirtschaft mbH (CMA), die Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. (UFOP), die Brökelmann+Co, Ölmühle GmbH+Co und die Norddeutsche Saat- und Pflanzgut AG Georg Lembke. Der separate Vergleich der Muttermilchgruppe zu den Säuglingsmilchgruppen wurde im European Journal of Nutrition publiziert [24].

Langkettige, mehrfach ungesättigte Fettsäuren (long-chain polyunsaturated fatty acids, LC-PUFA) werden in praktisch alle Gewebe des Fetus und Säuglings eingebaut und sind die vorherrschenden mehrfach ungesättigten Fettsäuren in Gehirn und Nervengewebe [1]. Die am reichlichsten vorhandene Fettsäure ist die n3-LC-PUFA Docosahexaensäure (DHA, C22:6n3). Eine ausreichende Konzentration der DHA im Nervengewebe ist essenziell für die optimale Funktion von Nerven und Retina [2]. Die Anreicherung von DHA im zentralen Nervensystem des Säuglings beruht hauptsächlich auf der im Plasma zirkulierenden DHA, die aus der Nahrung oder aus der Biosynthese in der Leber stammt, wie bei Mäusen beschrieben [3].

Reif sowie früh geborene Säuglinge sind schon in der Lage, die Vorläufer-Fettsäuren Linolsäure (LA, C18:2n6) bzw.  $\alpha$ -Linolensäure (ALA, C18:3n3) in ihre längerkettigen Metabolite Arachidonsäure (AA, C20:4n6) bzw. Eicosapentensäure (EPA, C20:5n3) und DHA umzuwandeln [4, 5]. Ein relativ enges Verhältnis der Vorläufer in der Nahrung von LA: ALA = 5: 1, d. h. eine eher hohe Konzentration von  $\alpha$ -Linolensäure im Vergleich zu Linolsäure, fördert die Entstehung von n3-Fettsäuren und kann damit den Plasma-DHA-Spiegel erhöhen [6]. Muttermilch enthält im Gegensatz zu üblicher Säuglingsmilchnahrung

(SMN) LC-PUFA [7]; gestillte Säuglinge weisen dementsprechend im Vergleich zu Säuglingen, die eine LC-PUFA-freie Säuglingsmilchnahrung erhalten, einen höheren Gehalt an DHA in Plasma, Erythrozytenmembranen und Gehirn auf [6, 8]. Dies wird heute als ein Hauptgrund für die beobachteten Unterschiede in der neurologischen Entwicklung und visuellen Funktion zwischen gestillten und nicht gestillten Säuglingen diskutiert [9, 10].

1996 wurde durch eine europäische Richtlinie die Möglichkeit geschaffen, Säuglingsmilchnahrungen mit LC-PUFA anzureichern [11]. Die vorliegende Datenanalyse sollte zeigen, wie sich unter Praxisbedingungen die Plasma-Werte von DHA und den Vorläufer-Fettsäuren Linolsäure und  $\alpha$ -Linolensäure zwischen Säuglingen unterscheiden, die LC-PUFA-angereicherte Säuglingsmilchnahrungen, nicht angereicherte Säuglingsmilchnahrungen oder Muttermilch erhielten. Dabei sollte auch geklärt werden, ob mit der zum Zeitpunkt der Studie auf dem Markt befindlichen LC-PUFA-angereicherten Säuglingsmilchnahrung die Plasma-DHA-Werte gestillter Säuglinge zu erreichen sind.

### Probanden und Methoden

Die vorliegende Auswertung basiert auf Daten, die im Rahmen der randomisierten, doppelblinden, kontrollierten Dort-

### Weitere Autoren:

Jana Schwartz<sup>1</sup>,  
Katharina Dube<sup>1</sup>,  
Dr. Frank Kannenberg<sup>2</sup>,  
Prof. Dr. Clemens Kunz<sup>3</sup>,  
PD Dr. Hermann Kalhoff<sup>4</sup>,  
Prof. Dr. Mathilde Kersting<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Forschungsinstitut für Kinderernährung, Dortmund

<sup>2</sup>Leibniz-Institut für Arterioskleroseforschung, Münster

<sup>3</sup>Institut für Ernährungswissenschaft, Justus-Liebig-Universität Gießen

<sup>4</sup>Klinik für Kinder- und Jugendmedizin, Klinikum Dortmund

## Studiendesign

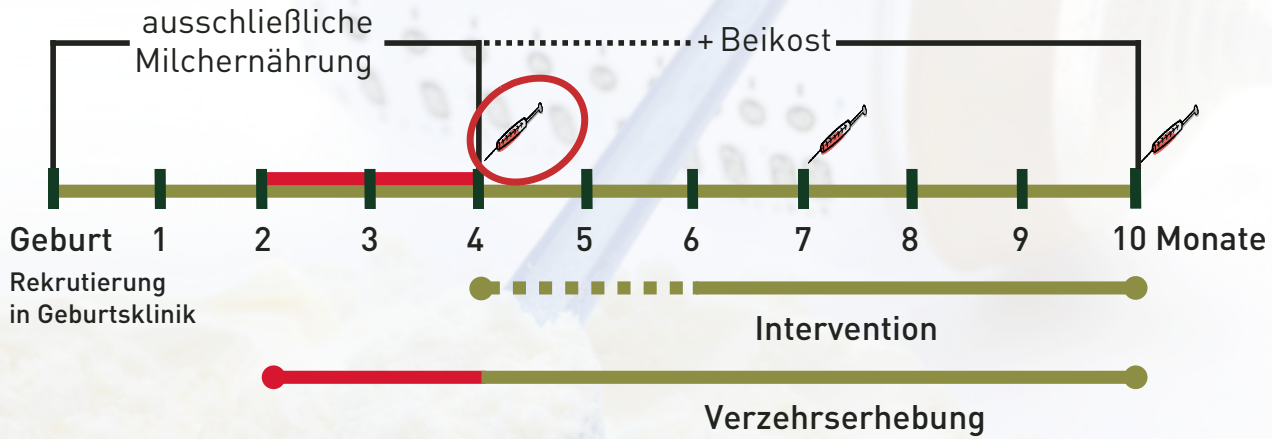


Abb. 1: Einbettung der vorliegenden Auswertung (rot markiert) in das Studienprogramm der DINO-Studie

munder Interventionsstudie zur Optimierung der Säuglingsernährung „DINO“ des Forschungsinstitutes für Kinderernährung (FKE) [12, 13] im Rahmen einer Beobachtung vor der Intervention erhoben worden waren (◆ Abbildung 1).

Die Ernährung der Säuglinge mit Ausnahme der Muttermilch wurde im dritten und vierten Lebensmonat, d. h. vor Einführung der Beikost, von den Eltern täglich protokolliert. Vor Beginn der Intervention erfolgte eine venöse Blutabnahme zur Fettsäureanalyse.

Anhand der Ernährungsprotokolle wurde errechnet, zu welchem Anteil die Energiezufuhr der Säuglinge während des dritten und vierten Lebensmonats aus Muttermilch bestand. Dafür wurde die Muttermilchzufuhr mit Hilfe von Referenzwerten für den Energiebedarf [14] errechnet. Dementsprechend wurden die Säuglinge retrospektiv in drei Ernährungsgruppen eingeteilt:

1. „MM“: > 95 % der Energiezufuhr aus Muttermilch
2. „SMN+“: < 5 % der Energiezufuhr aus Muttermilch und > 2/3 der getrunkenen Flaschen mit LC-PUFA angereichert
3. „SMN-“: < 5 % der Energiezufuhr aus Muttermilch und > 2/3 der getrunkenen Flaschen nicht mit LC-PUFA angereichert

Bei diesen drei Gruppen wurde die Fettsäurezufuhr im dritten und vierten Lebensmonat sowie die Fettsäuren im Plasma im Alter von vier Monaten verglichen.

### Probanden

In die DINO-Studie wurden 132 gesunde, reif geborene (Gestationsdauer > 37 Wochen, Geburtsgewicht > 2 500 g) Säuglinge aufgenommen. Im Alter von vier Monaten lagen von 122 Säuglingen Plasma-Fettsäureanalysen vor. 19 dieser 122 Probanden lagen mit ihrer Energiezufuhr aus Muttermilch im Bereich zwischen 5 und 95 % der Gesamtenergiezufuhr und wurden somit nicht in die vorliegende Untersuchung aufgenommen. Von den verbleibenden 103 Säuglingen entfielen 73 definitionsgemäß in die Gruppe MM und jeweils 15 in die Gruppen SMN+ und SMN-.

### Zufuhrdaten

Die Verzehrsmengen für Muttermilch wurden geschätzt, die Verzehrsmengen für Säuglingsmilchnahrungen, deren Auswahl den Eltern freigestellt war, von den Eltern an der Flaschenskalierung abgelesen. Sie wurden angewiesen, die Säuglingsmilchnahrung streng nach Packungsanleitung zuzubereiten und die Packungen dem Ernährungsprotokoll beizulegen.

Die Fettsäurezufuhr der Säuglinge wurde mit Hilfe der Lebensmittel- und Nährstoffdatenbank des FKE (LEBTAB) errechnet [15]. Die Nähr-

	MM	SMN+ <sup>3</sup>	SMN- <sup>3</sup>
Energie (kcal)	68 <sup>1</sup>	68 (2)	72 (4)
Fett (g)	4,0 (3,5–4,6) <sup>1</sup>	3,5 (0,1)	3,5 (0,3)
% des Gesamtfettes			
LA	13,5 <sup>1</sup>	14,7 (2,2)	14,8 (4,1)
ALA	0,55 <sup>1</sup>	3,1 (2,0)	2,6 (1,3)
AA	0,43 (0,40–0,51) <sup>2</sup>	0,23 (0,18)	/
DHA	0,21 (0,19 – 0,23) <sup>2</sup>	0,19 (0,17)	/
mg/100 ml			
LA	413 (290–614) <sup>1</sup>	552 (127)	543 (184)
ALA	22 (15–28) <sup>1</sup>	113 (72)	97 (52)
AA	17,2 <sup>2</sup>	9,4 (8,2)	/
DHA	8,4 <sup>2</sup>	7,6 (6,7)	/

<sup>1</sup>[16] Mittelwerte (Schwankungsbreite)  
<sup>2</sup>[17] Mittelwerte (Interquartilabstand)  
<sup>3</sup>Mittelwerte (Standardabweichung), basierend auf Herstellerangaben  
 / = nicht ermittelt

Tab. 1: Gehalt an PUFA und LC-PUFA in Muttermilch laut Literatur und in den SMN, die von den Eltern ausgewählt wurden, laut Herstellerangaben, berechnet als % des Gesamtfettes und pro 100 mL Milch

	MM (n = 73)	SMN+ (n = 15)	SMN- (n = 15)	Signifikanz
<b>Säugling</b>				
Geschlecht: m/w (n)	38/35	7/8	3/12	n. s. <sup>x</sup>
Schwangerschaftsdauer (Wochen) <sup>+</sup>	39,6 (1,2)	39,5 (1,3)	39,1 (1,6)	n. s. <sup>A</sup>
Geburtsgewicht (kg) <sup>+</sup>	3,48 (0,41)	3,18 (0,42)	3,31 (0,37)	1 <sup>A</sup>
Gewicht mit 4 Monaten (kg) <sup>+</sup>	6,95 (0,84)	6,86 (0,49)	6,85 (0,55)	n. s. <sup>A</sup>
<b>Mutter</b>				
Alter (Jahre) <sup>+</sup>	33,2 (4,2)	33,7 (3,1)	29,2 (5,4)	2, 3, A
Erstes Kind (%)	60	67	67	n. s. <sup>x</sup>
Abitur (%)	80	40	47	1, 2, x
* Mittelwert [Standardabweichung]				
<sup>x</sup> Chi-Quadrat-Test, Bonferroni-Korrektur (Signifikanzniveau: p ≤ 0,016)				
<sup>A</sup> ANOVA, Scheffé-Test (Signifikanzniveau: p ≤ 0,05)				
<sup>1</sup> MM und SMN+ unterscheiden sich signifikant				
<sup>2</sup> MM und SMN- unterscheiden sich signifikant				
<sup>3</sup> SMN+ und SMN- unterscheiden sich signifikant				

Tab. 2: Allgemeine Charakteristika der drei Milchernährungsgruppen

stoffdaten für reife Muttermilch stammten aus den deutschen Standard-Nährwerttabellen [16], ergänzt durch Daten zu DHA und AA aus Milchproben von Frauen in Deutschland [17].

Die Fettsäurezusammensetzungen der Säuglingsmilchnahrungen wurden den Packungsangaben entnommen oder von den Herstellern zur Verfügung gestellt. ♦ Tabelle 1 zeigt die durchschnittlichen Gehalte an DHA und den Vorläufer-PUFA in Muttermilch und den verwendeten Säuglingsmilchnahrungen.

### Untersuchungsparameter

Am Ende des vierten Lebensmonats erfolgte in der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin, Klinikum Dortmund, eine venöse Blutentnahme für die Analyse der Fettsäuren. Diese dienten in der vorliegenden Auswertung als Outcome-Variablen.

Die Blutproben wurden im Labor des FKE aufbereitet und bei -80 °C tiefgefroren. Die weitere Analyse übernahm das Leibniz-Institut für Arterioskleroseforschung (LIFA), Münster, mittels Kapillar-Gaschromatografie.

	MM (n = 73)	SMN+ (n = 15)	SMN- (n = 15)	Signifikanz
<b>Fett</b>				
[g/kg/Tag]	5,1 (0,1)	4,9 (0,7)	4,9 (0,7)	n. s.
<b>Fettsäuren</b>				
[mg/kg/Tag]				
LA	0,5 (0,0)	0,7 (0,6)	0,7 (0,2)	1, 2
ALA	28,2 (1,1)	150,9 (103,2)	116,8 (42,7)	1, 2
AA	22,1 (0,3)	13,7 (6,3)	0,2 (0,3)	1, 2, 3
DHA	10,7 (0,1)	12,6 (7,1)	0,1 (0,2)	1, 2, 3
LA/ALA	18,7 (0,3)	6,1 (1,9)	8,4 (6,5)	1, 2
Mittelwert [Standardabweichung]				
Wilcoxon-Rangsummen-Test, Bonferroni-Korrektur (Signifikanzniveau: p ≤ 0,016)				
<sup>1</sup> MM und SMN+ unterscheiden sich signifikant				
<sup>2</sup> MM und SMN- unterscheiden sich signifikant				
<sup>3</sup> SMN+ und SMN- unterscheiden sich signifikant				

Tab. 3: Berechnete Zufuhr an Fett und ausgewählten Fettsäuren im dritten und vierten Lebensmonat in den drei Milchernährungsgruppen

### Statistik

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS® (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, USA), Version 9.1.3.

Die quantitativen Daten wurden mit Hilfe von Mittelwert ± SD (Standardabweichung) beschrieben. Unterschiede zwischen den Milchernährungsgruppen in den soziodemografischen und somatischen Charakteristika wurden mit dem  $\chi^2$ -Test (Bonferroni-Korrektur für multiple Vergleiche) oder mit einer ANOVA (Varianzanalyse) geprüft. Bei einem signifikanten Ergebnis der ANOVA wurde der Scheffé-Test für multiple Mittelwertvergleiche durchgeführt, um festzustellen, zwischen welchen Gruppen ein signifikanter Unterschied vorlag. Unterschiede bei den Zufuhrdaten wurden mittels Wilcoxon-Rangsummen-Tests geprüft (Bonferroni-Korrektur für multiple Vergleiche). Unterschiede bei den Plasma-Fettsäuren wurden mittels ANOVA, kontrolliert für Geburtsgewicht und Geschlecht, und anschließend Scheffé-Test ermittelt.

Primäre Zielvariable war DHA in Prozent der Gesamt-Fettsäuren im Plasma. Sekundäre Zielvariablen waren die weiteren analysierten Plasma-Fettsäuren. Die Auswertung erfolgte zusätzlich für die absoluten Werte der Plasma-Fettsäuren (mg/L), da Plasma der LC-PUFA- Lieferant für das Gehirn ist [3].

Allen Tests wurde ein Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  (nach Bonferroni-Korrektur von  $\alpha = 0,05/3 \approx 0,016$ ) zugrunde gelegt.

### Ergebnisse

Konsistente Unterschiede der soziodemografischen und somatischen Merkmale zwischen der Gruppe MM und beiden SMN-Gruppen wurden nur in Form einer höheren Bildung der Mütter der Gruppe MM beobachtet (♦ Tabelle 2), was aufgrund bekannter Daten zu erwarten war. Es

gab keine Unterschiede zwischen den drei Milchernährungsgruppen bezüglich der Häufigkeit des Fettfischverzehr der Mutter während der Schwangerschaft (Daten nicht gezeigt). Die Zeitspanne zwischen der letzten Nahrungsaufnahme und der Blutabnahme unterschied sich zwischen den drei Gruppen nicht (Daten nicht gezeigt).

Die Zufuhr an DHA unterschied sich zwischen den drei Gruppen signifikant, wobei die Gruppe SMN+ die höchste und die Gruppe SMN- die niedrigste Zufuhr pro kg Körpergewicht hatte (◆ Tabelle 3). Die Aufnahme der Vorläufer-PUFA Linolensäure und  $\alpha$ -Linolensäure war bei Ernährung mit Muttermilch signifikant niedriger als bei Ernährung mit Säuglingsmilchnahrung. Das Verhältnis der Vorläufer-PUFA (LA: ALA) in der Nahrung war dagegen bei Ernährung mit Muttermilch jeweils signifikant größer als bei Ernährung mit Säuglingsmilchnahrung.

Der relative DHA-Gehalt (% der Gesamt-Fettsäuren) im Plasma war in den Gruppen MM und SMN+ ähnlich und in Gruppe SMN- signifikant niedriger (◆ Abbildung 2).

Der absolute DHA-Gehalt im Plasma (mg/L) war dagegen bei der Gruppe MM signifikant höher als bei der Gruppe SMN+ (◆ Abbildung 3).

## Diskussion

Die LC-PUFA-Konzentrationen der verwendeten angereicherten SMN in Prozent der Fettsäuren waren ähnlich denen von Muttermilch der deutschen Interventionsstudie, aus der die Werte für DHA und AA in Muttermilch entnommen wurden [17]. Die errechnete Zufuhr an DHA war in der Gruppe SMN+ sogar höher als in der Gruppe MM. Die Gruppe SMN+ erreichte die relativen Plasma-DHA-Werte der gestillten Säuglinge, jedoch zeigte sie in absoluten Werten (mg/L) einen signifikant geringeren Plasma-DHA-Gehalt als die Gruppe MM. Von einem unterschiedlich gro-

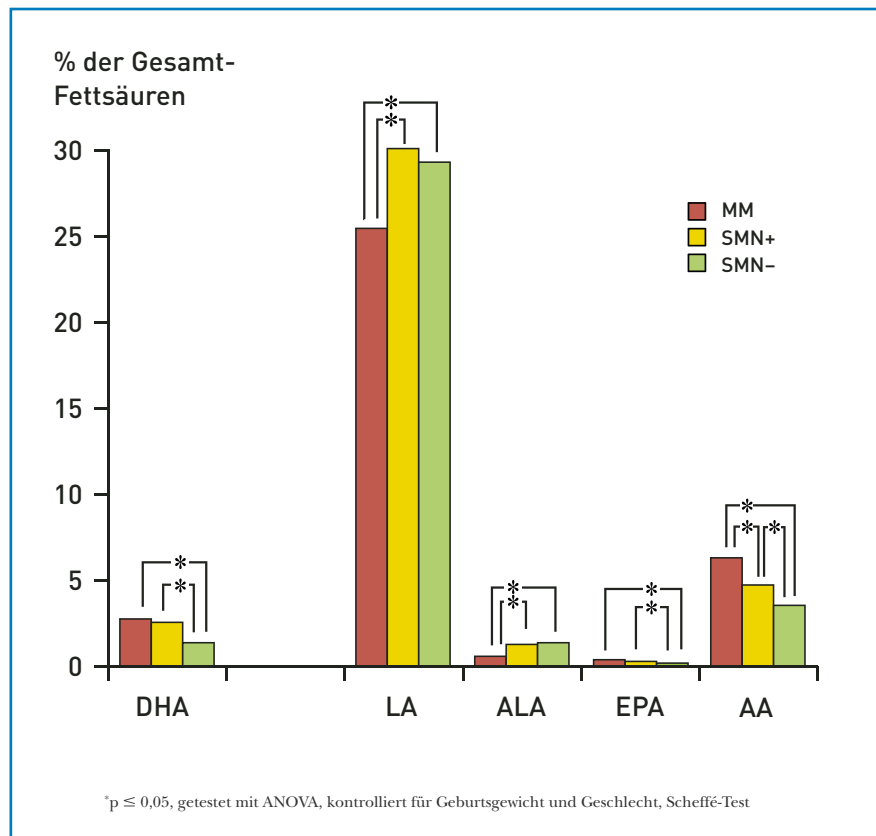


Abb. 2: Plasma-Fettsäuren in Prozent der Gesamt-Fettsäuren im Alter von vier Monaten in den drei Milchernährungsgruppen

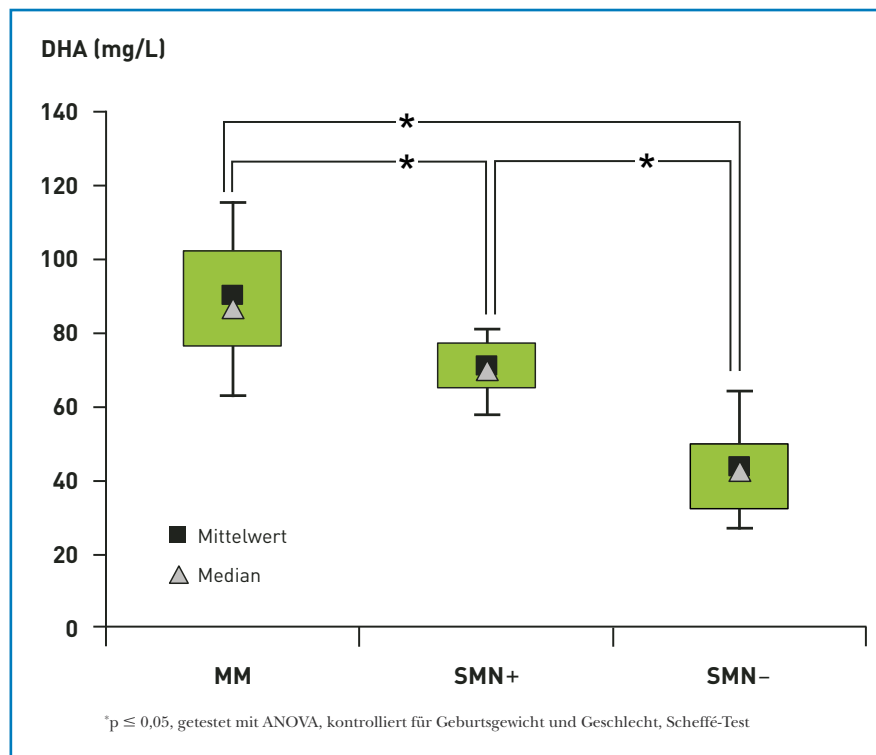


Abb. 3: Absoluter Plasma-DHA-Gehalt im Alter von vier Monaten in den drei Milchernährungsgruppen



Ben pränatal angelegten Speicher an DHA kann nicht ausgegangen werden, da der Fisch- und Fettverzehr der Schwangeren in den drei Gruppen ähnlich war. Der höhere absolute DHA-Gehalt im Plasma der Gruppe MM im Vergleich zu der Gruppe SMN+ lässt sich also zumindest zum Teil dadurch erklären, dass der DHA-Gehalt der Milch der Mütter in vorliegender Studie mit 0,21 % der Gesamt-Fettsäuren [17] unterschätzt wurde. Die hier verwendeten Daten zum DHA- und AA-Gehalt der Muttermilch stammten von deutschen Teilnehmerinnen an einer Interventionsstudie und damit von einem Kollektiv, welches mit unserem hinsichtlich soziodemografischer und vermutlich auch ernährungsbezogener Merkmale vergleichbar war [17]. Ähnliche Werte für Muttermilch wurden zudem in einer weiteren Interventionsstudie mit deutschen Müttern beschrieben, die feststellt, dass der DHA-Gehalt der Muttermilch in der nicht supplementierten Gruppe die Zusammensetzung der Muttermilch von Bevölkerungen reflektiert, die wenig Fisch essen [18]. Jedoch unterliegt der DHA-Gehalt in Muttermilch einer großen Schwankungsbreite: Weltweit finden sich Gehalte von 0,06–1,40 % der Gesamt-Fettsäuren [19], bei westlicher Ernährung von Spuren bis 2,03 % [20]. Diese Unterschiede sind hauptsächlich auf die Ernährung zurückzuführen [19].

Der Plasma-DHA-Gehalt der Gruppe SMN– lag sowohl in relativen als auch in absoluten Werten signifikant unter dem der beiden Gruppen mit direkter Zufuhr von DHA. Man könnte jedoch aufgrund der vernachlässigbar niedrigen Zufuhr an DHA in der Gruppe SMN– vermuten, dass der Plasma-DHA-Gehalt noch weiter hinter dem der Gruppe MM und der Gruppe SMN+ zurückgeblieben sein müsste. Möglicherweise profitierten die Säuglinge der Gruppe SMN– von dem engeren und damit günstigeren Verhältnis von LA : ALA in der SMN gegenüber MM. Dieses könnte in Zeiten hohen Bedarfs aber knapper Verfügbarkeit den Metabolismus der Vor-

läufer-PUFA zu den LC-PUFA in Richtung n3-LC-PUFA (DHA) angeregt haben.

Aus den Ergebnissen lässt sich Folgendes schlussfolgern: Sollen mit Milchnahrungen ernährte Säuglinge ähnliche absolute Plasma-DHA-Werte erreichen wie gestillte Säuglinge, müsste die Anreicherung mit DHA bei den hier verwendeten SMN noch erhöht werden. Möglich ist dies entweder durch eine Erhöhung des DHA-Anteils am Gesamtfett oder durch eine Erhöhung des Gesamtfettes im gesetzlichen und technologisch möglichen Rahmen. Eine alternative oder zusätzliche Maßnahme wäre die Annäherung des Verhältnisses LA : ALA in der Säuglingsmilchnahrung, welches in dieser Untersuchung im Durchschnitt bei 6,1 : 1 (SMN+) bzw. 8,4 : 1 (SMN–) lag, an den unteren gesetzlichen Grenzwert von 5 : 1, um die Eigensynthese von DHA aus ALA anzuregen. Bei nicht mit DHA angereicherter Säuglingsmilchnahrung sollte auf jeden Fall auf ein enges Verhältnis von LA : ALA geachtet werden.

Wichtig wären Langzeitstudien, die eindeutig zeigen, ob bei jungen Säuglingen der Metabolismus zur Eigensynthese von DHA in ausreichendem Umfang stattfindet und ob die direkte Zufuhr von DHA bezüglich visueller und kognitiver Fähigkeiten langfristig einen Vorteil bietet und damit die Anreicherung zur gesetzlichen Pflicht werden könnte. Internationale Experten sprechen sich aktuell deutlich für eine allgemeine Anreicherung von SMN mit LC-PUFA aus [21]. Nach aktuellen Cochrane-Analysen sind die längerfristigen Vorteile einer Anreicherung aber bei Frühgeborenen noch nicht zweifelsfrei nachgewiesen und bei Reifgeborenen bisher nicht ausreichend evidenzbasiert belegt [22, 23].

## Literatur

1. Koletzko B, Larqué E, Demmelmaier H (2007) Placental transfer of long-chain polyunsaturated fatty acids (LC-PUFA). *J Perinat Med.* 35 Suppl 1: 5–11
2. Kim HY (2007) Novel metabolism of docosahexaenoic acid in neural cells. *J Biol Chem.* 282 (26): 18661–18665
3. Scott BL, Bazan NG (1989) Membrane docosahexaenoate is supplied to the developing brain and retina by the liver. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 86 (8): 2903–2907
4. Carnielli VP, Wattimena DJ, Luijckendijk IH et al. (1996) The very low birth weight premature infant is capable of synthesizing arachidonic and docosahexaenoic acids from linoleic and linolenic acids. *Pediatr Res.* 40 (1): 169–174
5. Salem N, Wegher B, Mena P, Uauy R (1996) Arachidonic and docosahexaenoic acids are biosynthesized from their 18-carbon precursors in human infants. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 93 (1): 49–54
6. Makrides M, Neumann MA, Jeffrey B et al. (2000) A randomized trial of different ratios of linoleic to alpha-linolenic acid in the diet of term infants: effects on visual function and growth. *Am J Clin Nutr.* 71 (1): 120–9
7. Heird WC (2001) The role of polyunsaturated fatty acids in term and preterm infants and breastfeeding mothers. *Pediatr Clin North Am.* 48 (1): 173–188
8. Makrides M, Neumann MA, Byard RW et al. (1994) Fatty acid composition of brain, retina, and erythrocytes in breast- and formula-fed infants. *Am J Clin Nutr.* 60 (2): 189–194
9. Jensen CL, Heird WC (2002) Lipids with an emphasis on long-chain polyunsaturated fatty acids. *Clin Perinatol.* 29 (2): 261–81, vi
10. Lauritzen L, Hansen HS, Jørgensen MH, Michaelsen KF (2001) The essentiality of long chain n-3 fatty acids in relation to development and function of the brain and retina. *Prog Lipid Res.* 40 (1-2): 1–94
11. Richtlinie 96/4/EG der Kommission vom 16. Februar 1996 zur Änderung der Richtlinie 91/321/EWG über Säuglingsanfangsnahrung und Folgenahrung. *Amtsblatt L 49 vom 28/02/1996.* 12–16
12. Schwartz J, Dube K, Sichert-Hellert W et al. (2009) Modification of dietary polyunsaturated fatty acids via complementary food enhances n-3 LC-PUFA synthesis in healthy infants – a double blinded randomized controlled trial. *Arch Dis Child.* 94 (11): 876–882
13. Dube K, Schwartz J, Mueller MJ et al. (2010) Complementary food with low (8 %) or high (12 %) meat content as source of dietary

- iron: a double-blinded randomized controlled trial. *Eur J Nutr* 49 (1): 11–18
14. Butte NF (2005) Energy requirements of infants. *Public Health Nutr*. 8 (7A): 953–967
  15. Sichert-Hellert W, Kersting M, Chahda C et al. (2007) German food composition database for dietary evaluations in children and adolescents. *Journal of Food Composition and Analyses* 20: 63–70
  16. Souci SW, Fachmann W, Kraut H. *Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwert-Tabellen*. 7. Auflage, Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart (2008)
  17. Fidler N, Sauerwald T, Pohl A et al. (2000) Docosahexaenoic acid transfer into human milk after dietary supplementation: a randomized clinical trial. *J Lipid Res*. 41 (9): 1376–1383
  18. Bergmann RL, Haschke-Becher E, Klassen-Wigger P et al. (2008) Supplementation with 200 mg/day docosahexaenoic acid from mid-pregnancy through lactation improves the docosahexaenoic acid status of mothers with a habitually low fish intake and of their infants. *Ann Nutr Metab*. 52 (2): 157–166
  19. Brenna JT, Varamini B, Jensen RG et al. (2007) Docosahexaenoic and arachidonic acid concentrations in human breast milk worldwide. *Am J Clin Nutr*. 85: 1457–1464
  20. Jensen RG (1999) Lipids in human milk. *Lipids*. 34 (12): 1243–1271
  21. Koletzko B, Lien E, Agostoni C et al. (2008) The roles of long-chain polyunsaturated fatty acids in pregnancy, lactation and infancy: review of current knowledge and consensus recommendations. *J Perinat Med*. 36 (1): 5–14
  22. Simmer K, Schulzke SM, Patole S (2008) Longchain polyunsaturated fatty acid supplementation in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev*. (1): CD000375
  23. Simmer K, Patole SK, Rao SC (2008) Longchain polyunsaturated fatty acid supplementation in infants born at term. *Cochrane Database Syst Rev*. (1): CD000376
  24. Schwartz J, Drossard C, Dube K et al. (2010) Dietary intake and plasma concentrations of PUFA and LC-PUFA in breast-fed and formula fed infants under real-life conditions. *Eur J Nutr*. 49 (3): 189–195

## Zusammenfassung

DHA im Plasma vier Monate alter Säuglinge in Abhängigkeit von ihrer Milchernährung im dritten und vierten Lebensmonat

Claudia Drossard, Jana Schwartz, Katharina Dube, Mathilde Kersting, Dortmund; Frank Kannenberg, Münster; Clemens Kunz, Gießen; Hermann Kalhoff, Dortmund

Die langkettige mehrfach ungesättigte n3-Fettsäure DHA ist für die Entwicklung des Gehirns und der Retina bei Säuglingen wesentlich. In Deutschland werden immer mehr Säuglingsmilchnahrungen (SMN) nach dem Vorbild der Muttermilch mit langkettigen mehrfach ungesättigten Fettsäuren (LC-PUFA) angereichert.

Für einen Vergleich unterschiedlich (milch-)ernährter Säuglinge bezüglich ihrer Fettsäurezufuhr und der Fettsäuren im Plasma wurden 103 gesunde, reif geborene Säuglinge aus der DINO-Studie retrospektiv nach Art ihrer Milchernährung im dritten und vierten Monat in drei Gruppen unterschieden: Muttermilch (MM, n = 73), angereicherte SMN (SMN+, n = 15), nicht angereicherte SMN (SMN-, n = 15).

Säuglinge der Gruppe SMN+ erreichten die relativen DHA-Plasma-Werte (in % der Gesamt-Fettsäuren) der gestillten Säuglinge, nicht jedoch die absoluten. Säuglinge der Gruppe SMN- wiesen die geringsten DHA-Plasma-Werte auf, profitierten möglicherweise aber von dem engen Verhältnis LA: ALA in der Säuglingsmilchnahrung, das den Metabolismus bei hohem Bedarf aber knapper Zufuhr in Richtung DHA angeregt haben könnte.

**Schlüsselwörter:** LC PUFA, n3-Fettsäuren, DHA, Säuglingsmilchnahrung, Muttermilch

## Summary

DHA in the plasma of four month old infants: influence of infant formula in the third and fourth months

Claudia Drossard, Jana Schwartz, Katharina Dube, Mathilde Kersting, Dortmund; Frank Kannenberg, Münster; Clemens Kunz, Gießen; Hermann Kalhoff, Dortmund

The long chain polyunsaturated n3 fatty acid DHA plays an important role in the development of the infant brain and retina. In Germany, more and more infant formulas are being enriched with LC-PUFA, taking human milk as a standard.

To compare the fatty acid intake and plasma concentrations in infants fed different kinds of milk, 103 healthy term infants in the DINO study were retrospectively classified into three groups, according to the kind of milk they had been fed in the third and fourth month of life: breast milk (MM, n = 73), enriched formula (SMN+, n = 15), formula without LC-PUFA (SMN-, n = 15). In comparison to breast fed infants, infants in the SMN+ group exhibited similar plasma levels of DHA relative to total fatty acids, but had significantly lower absolute levels. Infants in the SMN- group exhibited the lowest level of plasma DHA, but may have benefitted from the small ratio of LA/ALA in the formula. This ratio possibly could have favoured the synthesis of n3 LC-PUFA during periods when the requirement for DHA was high, although the availability was low.

**Key words:** LC PUFA, n3-fatty acids, DHA, infant formula, breast milk

Ernährungs Umschau 57 (2010) S. 364–369