

V. Böhm
G. Peiker
A. Starker
E. Weske
G. Schaarmann
R. Schubert
R. Bitsch
G. Flachowsky

Gehalte der Vitamine B₁, B₂, A und E sowie β -Carotin in transitorischer Frauenmilch und Vergleichsuntersuchungen im Blut der Mütter und im Nabelschnurblut

The contents of vitamin B₁, B₂, A, and E as well as β -carotene in transitional human milk and comparative examinations with maternal blood and cord blood

Zusammenfassung Die Gehalte der transitorischen Frauenmilch an den Vitaminen B₁ (27 ng/ml), B₂ (57 ng/ml), A (1,3 μ g/ml) und E (9,7 μ g/ml) sowie β -Carotin (0,2 μ g/ml) wurden bei bis zu 35 Frauen im Alter zwischen 19 und 31 Jahren untersucht. Zusätzlich wurden die Vitamingehalte

im Plasma der Wöchnerinnen und in der Nabelschnur nach der Geburt sowie bei den wasserlöslichen Vitaminen die Aktivitäten der Transketolase und der Glutathion-Reduktase in den Erythrozyten ermittelt. Ernährungsprotokolle liefern einen Überblick über die Vitaminzufuhr. Bei den fettlöslichen Vitaminen erhielten die Säuglinge beim Stillen die von der DGE empfohlene Menge, während die Empfehlungen zur Zufuhr wasserlöslicher Vitamine in den ersten beiden Stillwochen mit einer Aufnahme von 13,5 μ g/500 ml (B₁) und 28,5 μ g/500 ml (B₂) nur zu 5–10 % erreicht wurden. Plasmaspiegel (B₁: 6,1 \pm 2,8 ng/ml) und erythrozytäre Enzymaktivitäten (α ETK: 0,86–1,62; α EGR: 1,08–1,75) der Wöchnerinnen wiesen eine unzureichende bis adäquate Versorgung aus, während die Werte im Nabelschnurblut (B₁: 19,8 \pm 6,5 ng/ml; α ETK: 0,62–1,62; α EGR: 1,01–1,47) eine gute bis befriedigende Versorgung der Säuglinge belegten.

Summary The contents of the vitamins B₁ (27 ng/ml), B₂ (57 ng/ml), A (1.3 μ g/ml), and E (9.7 μ g/ml) as well as β -carotene (0.2 μ g/ml) in transitional human milk were determined for up to 35 women aged between 19 and 31 years. Additionally, the vitamin content in maternal and cord

plasma as well as the erythrocytic transketolase- and glutathion-reductase activities of the water soluble vitamins were measured. Dietary recalls were evaluated for the nutritional intake of vitamins. Concerning the fat soluble vitamins, the breast fed newborns received the recommended amounts of the German Society of Nutrition (DGE) for this group. In contrast to this, the supply of the water soluble vitamins (B₁: 13.5 μ g/500 ml; B₂: 28.5 μ g/500 ml) attained only 5 to 10 % of the recommendations for newborns during the first two weeks after parturition with breast feeding. Vitamin content of maternal plasma (B₁: 6.1 \pm 2.8 ng/ml) and erythrocytic enzyme activities (α ETK: 0.86–1.62; α EGR: 1.08–1.75) indicated a low or sufficient intake, while the values in cord blood (B₁: 19.8 \pm 6.5 ng/ml; α ETK: 0.62–1.62; α EGR: 1.01–1.47) were in accordance with a satisfactory supply.

Schlüsselwörter Frauenmilch – Thiamin – Riboflavin – Vitamin A – Vitamin E

Key words Human milk – thiamine – riboflavin – vitamin A – vitamin E

Eingegangen: 1. August 1996
Akzeptiert: 25. April 1997

Diese Untersuchungen wurden im Rahmen der Diplomarbeiten von A. Starker und E. Weske durchgeführt.

Dr. V. Böhm (✉) · A. Starker · E. Weske
G. Schaarmann · R. Schubert · R. Bitsch
Institut für Ernährung und Umwelt der
Friedrich-Schiller-Universität
Dornburger Straße 24–29
07743 Jena

G. Peiker
Klinik für Frauenheilkunde und Geburts-
hilfe der Friedrich-Schiller-Universität
Bachstraße 18
07743 Jena

G. Flachowsky
Institut für Tierernährung der Bundes-
forschungsanstalt für Landwirtschaft
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Einleitung

Schwangere und Stillende haben einen Mehrbedarf an Proteinen, Vitaminen und Mineralstoffen unter anderem aufgrund des Wachstums des Fetus bzw. der Versorgung des Säuglings. Der voll gestillte Säugling deckt seinen Nährstoffbedarf in den ersten Lebensmonaten ausschließlich über die Frauenmilch. Neben einer Studie zu Vitamingehalten in reifer Frauenmilch (1) untersuchen andere Autoren teilweise nur einzelne fettlösliche Vitamine (9, 22), während weitere Untersuchungen (14, 17) schon längere Zeit zurück liegen. Daher sollte vorliegende Studie aktuelle Daten zu den Gehalten der Vitamine B₁, B₂, A und E sowie des β -Carotins in der transitorischen Frauenmilch (1. und 2. Laktationswoche) liefern. Zusätzlich wurde die Versorgung der Frauen mit diesen Vitaminen im Zeitraum der Entbindung und im Wochenbett ermittelt.

Material und Methoden

Von bis zu 35 Frauen (19–31 Jahre) aus dem Raum Jena (Thüringen) wurden eine Woche vor der Entbindung (5–7 Tage) und bis zur Entlassung aus der Klinik (4–12 Tage) Ernährungsprotokolle erhoben, die mittels Computer-Software EBIS 1.1 auf der Grundlage des Bundeslebensmittelschlüssels ausgewertet wurden. Kurz nach der Entbindung (38.–42. Schwangerschaftswoche) wurde aus der Nabelschnur Mischblut entnommen. Den Wöchnerinnen wurde Blut am Tag der Entlassung aus der Klinik (7.–12. Tag nach der Geburt) entnommen. Die Frauenmilchproben konnten in den ersten beiden Stillwochen (3.–12. Laktationstag) jeweils morgens um 6.00 Uhr zu Beginn des Stillvorganges gewonnen werden.

Die Gehalte der beiden wasserlöslichen Vitamine Thiamin (Thiaminchlorid) und Riboflavin wurden in Plasma und Frauenmilch flüssigchromatographisch an einer Umkehrphase (C₁₈) mit fluorimetrischer Detektion bestimmt, wobei beim Thiamin eine Nachsäulenderivatisierung zum Thiochrom erfolgte (4, 8, 11, 15). Die β -Carotin-Gehalte in Plasma und Frauenmilch wurden flüssigchromatographisch an einer Umkehrphase (C₁₈) mit UV-Detektion (451 nm), die Gehalte der Vitamine A (Retinol) und E (α -Tocopherol) flüssigchromatographisch an einer Normalphase (NH₂) mit UV-Detektion (325 nm bzw. 292 nm) ermittelt (16). Die Aktivitäten der Transketolase und der Glutathion-Reduktase wurden in den Erythrozyten photometrisch (334 nm) mit der NADH- bzw. NADPH₂-Methode (13) bestimmt. Die Fettgehalte der Frauenmilch wurden photometrisch mit dem Milkoscan ermittelt (2).

Alle Vitamingehalte sind angegeben als Mittelwerte \pm Standardabweichung. Unterschiede zwischen den Mittelwerten wurden mittels Varianzanalyse auf signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) geprüft.

Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt die getrennte Auswertung der Ernährungsprotokolle für die Zeiträume vor der Entbindung und nach der Geburt. Hieraus wird ersichtlich, daß zwischen beiden Zeiträumen kein signifikanter Unterschied in der Vitamingehalte besteht. Im Mittel wurden vor der Entbindung 60 % (0,9 mg/d) der Zufuhrempfehlung für Schwangere (6) an Vitamin B₁, 72 % (1,3 mg/d) der Empfehlung für Vitamin B₂, 127 % (1,4 mg/d) der für Vitamin A (Retinoläquivalente) empfohlenen Menge und 53 % (7,4 mg/d) der Empfehlung für Vitamin E (α -Tocopheroläquivalente) von den Frauen aufgenommen. Die Stillenden nahmen 59 % (1,0 mg/d) der entsprechenden Empfehlung für Vitamin B₁, beim Vitamin B₂ 65 % (1,5 mg/d), beim Vitamin A 106 % (1,9 mg/d) und beim Vitamin E 39 % (6,7 mg/d) der Empfehlung auf. Die Schwangeren wiesen eine mittlere Energieaufnahme von 1 639 kcal/d (66 % der Empfehlung) auf. Die Stillenden nahmen 62 % (1 765 kcal/d) der entsprechenden Empfehlung auf.

Eine Betrachtung der Ernährungsprotokolle zeigt, bezogen auf die verzehrten Lebensmittel, daß Vollkornerzeugnisse sowie Milch und Milchprodukte nicht oder nur in sehr geringer Menge verzehrt wurden. Vermehrt verzehrten die Probandinnen Obst und Obstsafte sowie Gemüse.

Tab. 1 Aufnahme der Vitamine B₁, B₂, A (Retinoläquivalente) und E (α -Tocopheroläquivalente) sowie Energie- und Fettaufnahme bei Frauen vor der Entbindung (I) und nach der Geburt (II), ermittelt aus Ernährungsprotokollen (n = 22)

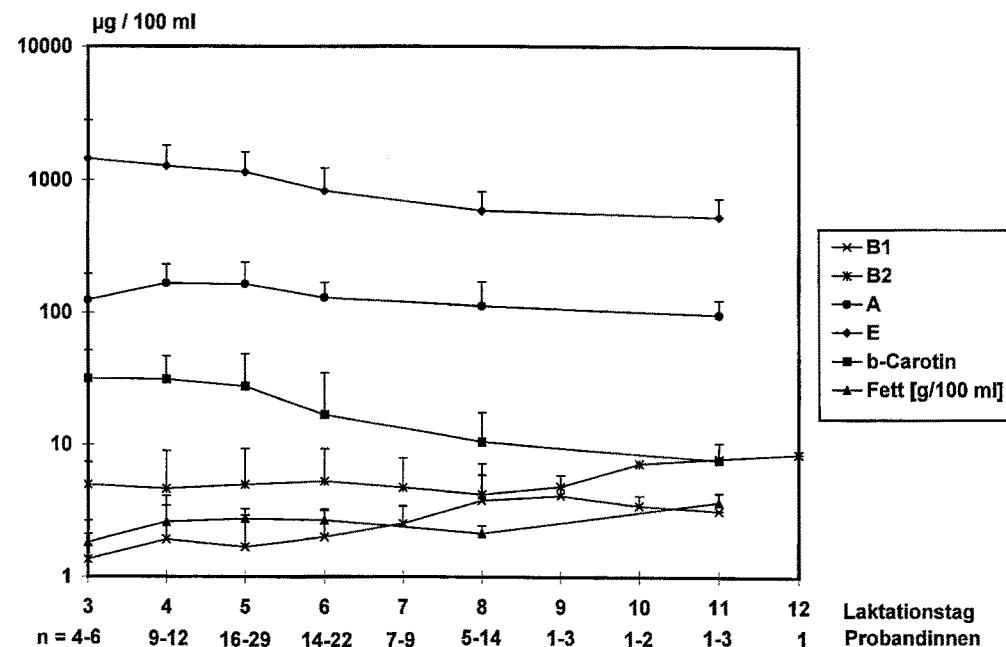
Vitamin	Zeitraum	MW	\pm s	min	max
Vitamin B ₁ (mg/d)	I	0,9	0,3	0,4	1,2
	II	1,0	0,2	0,5	1,4
Vitamin B ₂ (mg/d)	I	1,3	0,4	0,4	2,2
	II	1,5	0,6	0,8	3,2
Energie (kcal/d)	I	1 639	447	666	2 621
	II	1 765	388	1 001	2 651
Vitamin A (mg/d)	I	1,4	1,5	0,3	7,1
	II	1,9	1,6	0,6	7,4
Vitamin E (mg/d)	I	7,4	2,9	2,0	15,5
	II	6,7	1,8	3,2	9,7
Fett (n = 13) (g/d)	I	69	20	32	94
	II	73	21	33	101

MW: Mittelwert, s: Standardabweichung, min: minimaler Wert, max: maximaler Wert

Tab. 2 Aktivierungskoeffizienten der Transketolase (α_{ETK}) und der Glutathion-Reduktase (α_{EGR}) in den Erythrozyten des Wöchnerinnenblutes und des Nabelschnurblutes, angegeben ist jeweils die Variationsbreite (min/max)

	Wöchnerin	Nabelschnur
α_{ETK}	0,86 – 1,62 (n = 19)	0,62 – 1,62 (n = 13)
α_{EGR}	1,08 – 1,75 (n = 22)	1,01 – 1,47 (n = 12)

Abb. 1 Mittlere Gehalte der Frauenmilch an den Vitaminen B₁ (Thiaminchlorid), B₂ (Riboflavin), A (Retinol) und E (α -Tocopherol), sowie β -Carotin, jeweils in $\mu\text{g}/100\text{ ml}$, und zugehörige Fettgehalte (g/100 ml) in Abhängigkeit vom Laktationstag



Die Untersuchungen des Plasmas der Wöchnerinnen ergaben für Vitamin B₁ $6,1 \pm 2,8 \text{ ng/ml}$ und im Plasma der Nabelschnur $19,8 \pm 6,5 \text{ ng/ml}$. Die ermittelten Gehalte für Vitamin A waren $127 \pm 24 \text{ ng/ml}$ im Plasma der Wöchnerinnen und $96 \pm 92 \text{ ng/ml}$ im Plasma der Nabelschnur. Für β -Carotin betrugen die Gehalte $85 \pm 65 \text{ ng/ml}$ bzw. $4 \pm 6 \text{ ng/ml}$. Für Vitamin E lagen sie bei $3,22 \pm 0,01 \mu\text{g/ml}$ bzw. $0,76 \pm 0,16 \mu\text{g/ml}$.

Die Untersuchungen der Enzymaktivitäten (Tab. 2) ergaben Aktivierungskoeffizienten der erythrozytären Transketolase (α_{ETK}) von 0,86 bis 1,62 (Frauenblut) und von 0,62 bis 1,62 (Nabelschnurblut) und bei der Glutathion-Reduktase (α_{EGR}) Werte von 1,08 bis 1,75 (Frauenblut) sowie von 1,01 bis 1,47 (Nabelschnurblut).

Die Gehalte der Vitamine in der Frauenmilch sowie die zugehörigen Fettgehalte in Abhängigkeit vom Laktationstag sind in Abbildung 1 dargestellt. Die Frauenmilch enthielt während der ersten beiden Laktationswochen durchschnittlich $131 \mu\text{g}/100\text{ ml}$ an Vitamin A und $1,0 \text{ mg}/100\text{ ml}$ an Vitamin E sowie $20,8 \mu\text{g}/100\text{ ml}$ an β -Carotin. Im Verlauf der untersuchten Laktationsperiode wurde eine signifikante Abnahme dieser Vitamine in der Frauenmilch festgestellt, während der mittlere Fettgehalt der Frauenmilchproben signifikant von $1,8 \text{ g}/100\text{ ml}$ bis auf $3,7 \text{ g}/100\text{ ml}$ anstieg. Die Thiamin- und Riboflavingehalte stiegen innerhalb der beiden Laktationswochen tendenziell leicht an (statistisch nicht signifikant) und lagen im Mittel bei $2,7 \mu\text{g}/100\text{ ml}$ bzw. $5,7 \mu\text{g}/100\text{ ml}$.

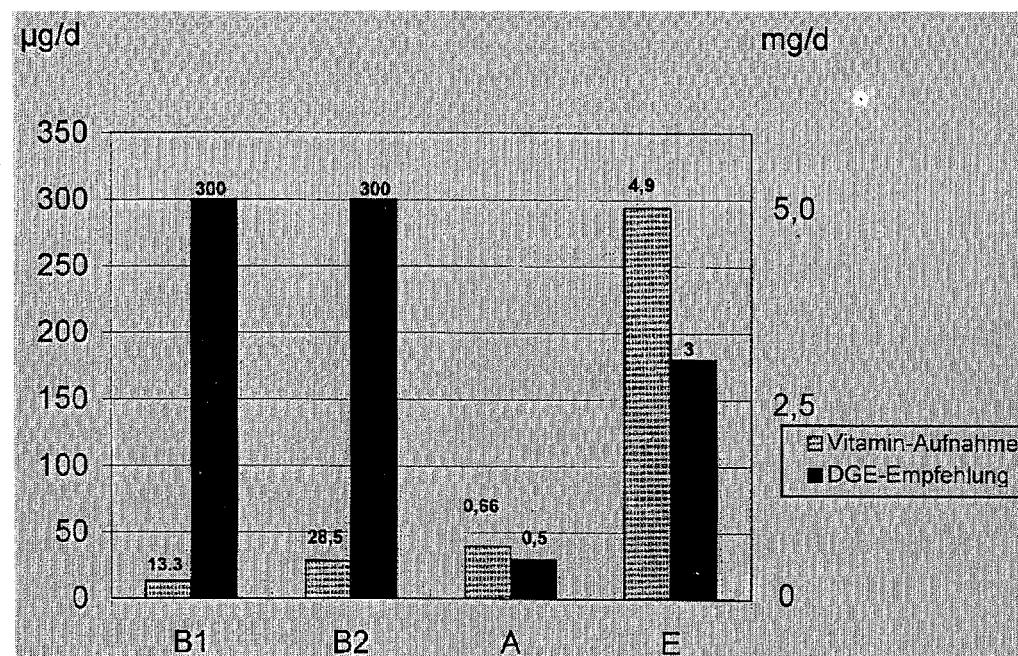
Die Vitaminzufuhr der gestillten Säuglinge wurde aus den Vitamingehalten der Frauenmilch berechnet, wobei auf eine tägliche Aufnahme von durchschnittlich 500 ml bezogen wurde (18). Abbildung 2 zeigt die so ermittelten Werte im Vergleich zu den DGE-Empfehlungen für Säug-

linge (0–4 Monate), wobei zu beachten ist, daß der Säugling erst etwa ab dem 8. Stilltag eine Milchmenge von 500 ml aufnimmt (18). Die Empfehlungen für die fettlöslichen Vitamine wurden danach überdurchschnittlich erfüllt, die Thiamin- und Riboflavinempfehlungen innerhalb der ersten beiden Stillwochen nur zu 5–10 %.

Diskussion

Bei den Müttern ist die Zufuhr an den untersuchten Vitaminen gemessen an den Zufuhrempfehlungen der DGE als unzureichend anzusehen. Die Vitaminzufuhr ist bei den beiden wasserlöslichen Vitaminen B₁ und B₂ vergleichbar mit den Ergebnissen der Nationalen Verzehrsstudie (1985–1989) (12) für weibliche Personen der Altersgruppe 19–24 Jahre. Diese Werte erreichen annähernd die entsprechenden DGE-Empfehlungen für weibliche Erwachsene dieser Altersgruppe, sind aber nicht ausreichend zur Deckung des Mehrbedarfs von Schwangeren und Stillenden. Auch die mittlere Energieaufnahme ist nicht ausreichend zur Deckung des Mehrbedarfs. Die ermittelte Zufuhr an Vitamin A (Retinol-Äquivalente) liegt bei etwa 170 % der NVS-Werte, während unsere Probandinnen für Vitamin E (α -Tocopherol-Äquivalente) im Vergleich nur die Hälfte aufnehmen. Bei diesen Betrachtungen ist zu beachten, daß die Nationale Verzehrsstudie (NVS) nur die alten Bundesländer als Erhebungsgebiet enthält, während die hier vorgestellte Studie Frauen aus den neuen Bundesländern untersucht. Vergleicht man jedoch die Gehalte im Plasma der Wöchnerinnen (Tab. 3) mit Literaturwerten von gesunden Erwachsenen (B1: 4–

Abb. 2 Durchschnittliche Aufnahme der Säuglinge an den Vitaminen B₁ (Thiaminchlorid), B₂ (Riboflavin), jeweils in $\mu\text{g}/\text{d}$, sowie A (Retinoläquivalente) und E (α -Tocopherol), jeweils in mg/d , basierend auf einer täglichen Frauenmilchaufnahme von 500 ml, verglichen mit den DGE-Empfehlungen für Säuglinge 0–4 Monate (beim Vitamin E als α -Tocopheroläquivalente) (6)



9 ng/ml (5), A: 450 ng/ml (10), E: 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (10), β -Carotin: 570 ng/ml (10), so liegt das Ergebnis für Vitamin B₁ in der gleichen Größenordnung, während die Werte für die Vitamine A und E sowie für β -Carotin bei etwa 15–30 % der Literaturwerte liegen. Im Vergleich mit einer niederländischen Studie (20) ist der hier vorgestellte Vitamin-A-Gehalt im Plasma der Wöchnerinnen annähernd gleich dem dort ermittelten Wert im Serum zum Zeitpunkt der Entbindung ($138 \pm 89 \text{ ng}/\text{ml}$). Die Aktivierungskoeffizienten α_{ETK} und α_{EGR} weisen mit 1.14 ± 0.12 bzw. 1.14 ± 0.22 auf einen etwas besseren Versorgungsstatus der niederländischen Probandinnen (20) mit den Vitaminen B₁ und B₂ hin.

Die Versorgung der Säuglinge über die Frauenmilch mit den beiden fettlöslichen Vitaminen A (Retinoläquivalente) und E (α -Tocopherol) ist verglichen mit den Zufuhrempfehlungen der DGE als gut anzusehen. Eine tägliche Aufnahme von 500 ml Frauenmilch durch den Säugling wird für die ersten Lebenswochen als realistisch angesehen und ist auch aus Gründen der Vergleichbarkeit als Bezugsgröße gewählt worden. Genaue Daten über die tägliche Milchaufnahme der einzelnen, untersuchten Säuglinge liegen nicht vor. Aber selbst bei einer Aufnahme von weniger als 500 ml Milch pro Tag ist die Zufuhr der beiden fettlöslichen Vitamine ausreichend. Die Thiamin- und Riboflavaaufnahme über die Frauenmilch hingegen erfüllt in den ersten beiden Stillwochen in Übereinstimmung mit Dostálová et al. (7) nur etwa 5–10 % der entsprechenden DGE-Empfehlungen. Dieser Studie zufolge erhöht sich der Gehalt der reifen Frauenmilch gegenüber den ersten beiden Stillwochen beim Thiamin um den Faktor 10 (1 000 %) und beim Riboflavin um etwa 30 %. Bei einer analogen Übertragung würden dann

in der vorliegenden Studie die Empfehlungen zu 50 bzw. 13 % erfüllt. Unter Berücksichtigung der den DGE-Empfehlungen zugrunde liegenden Bezugsmenge von 750 ml Frauenmilch, die etwa ab dem dritten Lebensmonat verzehrt wird, würde der mittlere Vitamin-B₁-Gehalt dieser Studie die Empfehlung zu etwa 75 % erfüllen. Die Zufuhrempfehlung für Vitamin B₂ würde dagegen immer noch nur zu etwa 20 % erreicht. Betrachtet man jedoch die in Souci-Fachmann-Kraut (19) angegebenen Riboflavingehalte von 20 $\mu\text{g}/500 \text{ ml}$ in transitorischer Milch, der mit den hier vorgestellten Ergebnissen gut übereinstimmt, und von 190 $\mu\text{g}/500 \text{ ml}$ in reifer Frauenmilch, so ergibt sich ein Faktor von etwa 10 (1 000 %) zwischen transitorischer und reifer Frauenmilch und nicht nur eine Erhöhung um 30 % (7). Legt man diesen höheren Faktor zugrunde, so würden schon 500 ml reife Frauenmilch die Vitamin-B₂-Zufuhrempfehlung beinahe zu 100 % erfüllen. Diese differierenden Werte erfordern eine erneute Überprüfung der Riboflavingehalte in transitorischer und reifer Frauenmilch, um damit die Riboflavinzufluss des gestillten Säuglings zu ermitteln.

Tabelle 3 zeigt die Gehalte der Vitamine im Plasma der Wöchnerinnen und im Nabelschnurblut im Vergleich zu anderen Autoren (3, 21). Die Werte von Zempleni et al. aus dem Jahre 1992 (21) decken sich in etwa mit unseren Ergebnissen. Dagegen liegen die mikrobiologisch bzw. chemisch ermittelten Ergebnisse von Baker et al. (1975) (3) deutlich über den Meßwerten. Die Vitamingehalte im Plasma der Nabelschnur liegen bei den beiden wasserlöslichen Vitaminen sowohl nach unseren Untersuchungen als auch in den bereits erwähnten Studien (3, 21) immer höher als im Plasma der Wöchnerinnen. Der in der hier vorgestellten Studie ermittelte Thiamingehalt

Tab. 3 Gehalte der Vitamine B₁, B₂, A (Retinol) und E (α -Tocopherol) sowie β -Carotin im Plasma der Wöchnerinnen und im Plasma der Nabelschnur im Vergleich mit anderen Studien

Vitamin	Plasma (Wöchnerin)			Plasma (Nabelschnur)		
	eigene Werte	Baker et al. (1975) (3)	Zempleni et al. (1992) (21)	eigene Werte	Baker et al. (1975) (3)	Zempleni et al. (1992) (21)
B ₁ (ng/ml)	6,1 ± 2,8 (n = 22)	19	1,5	19,8 ± 6,5 (n = 16)	78	14,5
B ₂ (ng/ml)	n.n. (n = 22)	186	8,4	n.n. (n = 16)	280	40,7
A (ng/ml)	127 ± 24 (n = 24)	240	—	96 ± 92 (n = 13)	130	—
E (μg/ml)	3,22 ± 0,01 (n = 24)	11,0	—	0,76 ± 0,16 (n = 13)	4,0	—
β -Carotin (ng/ml)	85 ± 65 (n = 24)	1 300	—	4 ± 6 (n = 13)	250	—

n.n.: nicht nachgewiesen

liegt im Plasma der Nabelschnur um den Faktor 3,2 höher als im Plasma der Wöchnerinnen. Dies läßt einen bereits von Zempleni et al. (21) vermuteten, aktiven transplacentaren Transportmechanismus weiterhin möglich erscheinen. Die Gehalte der beiden fettlöslichen Vitamine sind im Plasma der Nabelschnur niedriger als im Plasma der Wöchnerin. So liegt also für diese Vitamine kein gerichteter Transport in Richtung Fetus vor. Bei den fettlöslichen Vitaminen wäre ein zusätzlicher Bezug der Ergebnisse auf den Lipid- bzw. Cholesteringehalt im Plasma sinnvoll gewesen. Diese Parameter wurden im Rahmen der hier vorgestellten Studie jedoch nicht ermittelt, sind aber bei jungen Frauen während der Schwangerschaft und in der Stillzeit nach Aussagen der in diesem Bereich tätigen Ärzte in keiner Weise großen Schwankungen unterlegen.

Diese Studie zeigt erneut, daß eine optimale Zufuhr der hier untersuchten, wasserlöslichen Vitamine Thiamin und Riboflavin notwendig ist, um den Mehrbedarf in Schwangerschaft und Stillzeit zu decken. Gerade Vollkornerzeugnisse sowie Milch- und Milchprodukte fehlten oft völlig in den untersuchten Ernährungsprotokollen. Diese Lebensmittelgruppen tragen aber wesentlich zur Thiamin- und Riboflavinversorgung bei. Ihr geringer Verzehr kann somit als Ursache für die niedrigen Aufnahmen dieser beiden Vitamine angesehen werden. Beide Vitamine werden bekanntlich vom Organismus kaum gespeichert, und somit ist eine ständige Zufuhr notwendig. Die untersuchten Säuglinge sind bei der Geburt gut mit diesen Vitaminen versorgt. Der Versorgung der Frauen mit diesen Nährstoffen, die als kritisch zu betrachten ist, sollte eine erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet werden, auch wenn bei den Frauen noch keine marginale Versorgung zu beobachten ist. Die frühen Stadien eines Nährstoffmangels könnten sich aber bereits negativ auf die Entwicklung von Fetus bzw. Säugling auswirken, und sollten deshalb besonders beobachtet werden.

Zukünftige Studien sollten die hier gewonnenen Erkenntnisse an einem größeren Kollektiv und über einen längeren Zeitraum prüfen, um umfangreichere Daten zu der Vitaminaufnahme und -versorgung von Mutter und Säugling zu erhalten. Für eine genauere Untersuchung der Korrelationen zwischen Vitamingehalten im Blut und denen in der Frauennmilch wäre eine parallele Probenahme von Blut und Frauennmilch wünschenswert, was aber aufgrund der häufigen (täglichen) Blutentnahmen auf Akzeptanzprobleme stößt.

Literatur

1. Al-Othman AA, El-Fawaz H, Hewedy FM, Al-Khalifa AS (1996) Mineral and vitamin content of mature breast milk of Saudi lactating mothers. *Ecol Food Nutr* 34:327-336
2. Arbeitskreis der Referenten für Milchwirtschaft der Länder, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bundesanstalt für Milchforschung (1994) Routineverfahren zur Untersuchung der Anlieferungsmilch auf Fett und Eiweiß sowie die bakteriologische und zytologische Beschaffenheit nach § 2 (5) der Milch-Güte-VO vom 9.7.89. pp 3-5
3. Baker H, Frank O, Thomson AD, Langer A, Munves ED, De Angelis B, Kaminetzky A (1975) Vitamin profile of 174 mothers and newborns at parturition. *Am J Clin Nutr* 28:59-65
4. Bötticher B, Bötticher D (1986) Simple rapid determination of thiamin by a HPLC method in foods, body fluids, urine and faeces. *Int J Vitam Nutr Res* 56:155-159
5. Bötticher B, Bötticher D (1987) A new HPLC method for the simultaneous determination of B₁-, B₂- and B₆-vitamers in serum and whole blood. *Int J Vitam Nutr Res* 57:273-278
6. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (1992) Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. Umschau Verlag, Frankfurt/Main
7. Dostálová L, Salmenperä L, Václavinková V, Heinz-Erian P, Schüep W (1988) Vitamin concentration in term milk of European mothers. In: Berger H (ed) *Vitamins and Minerals in Pregnancy and Lactation*, Nestlé Nutrition Workshop Series Vol. 16. Nestec Ltd., Vevey/Raven Press, New York, pp 275-298
8. Fidanza F (1991) *Nutritional Status Assessment - A Manual for Population Studies*. Chapman & Hall, London, pp 251-258
9. Haug M, Laubach C, Burke M, Harzer G (1987) Vitamin E in human milk from mothers of preterm and term infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 6:605-609
10. Herbeth B, Zottoun J, Miravet L, Bourgeay-Causse M, Carre-Guery G, Delacoux E, Le Devehat C, Lemoine A, Mareschi JP, Martin J, Potier de Courcy G, Sancho J (1986) Reference intervals for vitamins B₁, B₂, E, D, retinol, beta-carotene, and folate in blood: usefulness for dietary selection criteria. *Clin Chem* 32:1756-1759
11. Hideaki O, Toshiro B, Yoshihiko S, Eiji O (1984) High-performance liquid chromatographic analysis of thiamine in rice flour with fluorimetric post-

- column derivatization. *J Chromatogr* 284:281–284
12. Adolf T, Eberhardt W, Heseker H, Hartmann S, Herwig A, Matiaske B, Moch KJ, Schneider R, Kübler W (1994) In: Kübler W, Anders HJ, Heeschen W (Hrsg) Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland (Oktober 1985 bis Januar 1989) Ergänzungsband zum Ernährungsbericht 1992 auf der Basis der Nationalen Verzehrsstudie. Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Niederkleen
13. Speitling A, Hüppé R, Kohlmeier M, Matiaske B, Stelte W, Thefeld W, Wetzel S (1992) In: Kübler W, Anders HJ, Heeschen W, Kohlmeier M (Hrsg) Methodenhandbuch der Verbundstudie Ernährungserhebung und Risikofaktoren Analytik. Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Niederkleen, pp 79–81, 85–87
14. Lammi-Keefe CJ, Jensen RG (1984) Fat-soluble vitamins in human milk. *Nutr Rev* 42:365–371
15. Matissek R, Wittkowsky R (1992) High performance liquid chromatography in food control and research. Behr's Verlag, Hamburg
16. Matthey M, Graf H, Flachowsky G (1991) Die Bestimmung fettlöslicher Vitamine in der Milch mittels HPLC. In: Flachowsky G, Schubert R (Hrsg) 3. Symposium „Vitamine und weitere Zusatzstoffe bei Mensch und Tier“.
17. Nail PA, Thomas MR, Eakin R (1980) The effect of thiamin and riboflavin supplementation on the level of those vitamins in human breast milk and urine. *Am J Clin Nutr* 33:198–204
18. Niessen KH (1995) Ernährung des Säuglings. TRIAS Thieme Hippokrates Enke Verlag, Stuttgart, pp 47–48
19. Souci-Fachmann-Kraut (1994) Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen. Medpharm Scientific Publ, Stuttgart
20. Van den Berg H (1988) Vitamin and mineral status in healthy pregnant women. In: Berger H (ed) Vitamins and Minerals in Pregnancy and Lactation, Nestlé Nutrition Workshop Series Vol. 16. Nestec Ltd., Vevey/Raven Press, New York, pp 93–108
21. Zempleni J, Link G, Kübler W (1992) The transport of thiamine, riboflavin and pyridoxal 5'-phosphate by human placenta. *Int J Vitam Nutr Res* 62:165–172
22. Zheng MC, Zhou LS, Zhang GF (1993) α -tocopherol content of breast milk in China. *J Nutr Sci Vitaminol* 39:517–520