

Folsäure

Lehrmaterial für den Unterricht

Ausführliche Informationen für Lehrerinnen und Lehrer

Fehlbildungsmonitoring Sachsen-Anhalt

an der Medizinischen Fakultät
der Otto-von-Guericke-Universität

Leipziger Str. 44
D - 39120 Magdeburg

<http://www.med.uni-magdeburg.de/fme/zkh/mz>



Inhaltsverzeichnis

1	Vitamine	Seite 1
2	Folsäure	Seite 2
2.1	Chemische Struktur und Vorkommen	Seite 2
2.2	Resorption und Stoffwechsel	Seite 3
2.3	Funktionen	Seite 3
3	Präventivmedizinische Bedeutung der Folsäure	Seite 4
3.1	Folsäure und Neuralrohrdefekte	Seite 5
3.2	Homocysteinstoffwechsel	Seite 6
4	Bioverfügbarkeit und Zufuhrempfehlungen der Folsäure	Seite 7
5	Folsäureversorgung in der deutschen Bevölkerung	Seite 8
6	Folsäureversorgung in der Schwangerschaft.....	Seite 9
7	Maßnahmen zur Prävention von Neuralrohrdefekten	Seite 10

Literaturverzeichnis

Anhang

1 Vitamine

Vitamine sind lebenswichtige organische Verbindungen, die der menschliche Organismus nicht oder nicht ausreichend produzieren kann. Es ist demnach notwendig, Vitamine über pflanzliche oder tierische Nahrungsmittel aufzunehmen.

Sie bezeichnen Substanzen, die im Körper bestimmte Funktionen einnehmen, aber nicht zu den Bauelementen von Zellen und Organen gehören und keine Energie liefern. Den Vitaminen werden im wesentlichen katalytische (als Coenzyme) und steuernde Funktionen (als hormonähnliche Stoffe) zugesprochen.

Bislang sind für den Menschen 13 Vitamine bekannt. Nach ihrem unterschiedlichen lipophilen und hydrophilen Löslichkeitseigenschaften werden sie in zwei Gruppen eingeteilt (*nach Bässler et al. 2002, Biesalski et al. 2004, Schauder & Ollenschläger 2003*):

1. fettlösliche Vitamine

- Retinol (Vitamin A)
- Calciferol (Vitamin D)
- Tocopherol (Vitamin E)
- Mena- und Phyllochinon (Vitamin K)

2. wasserlösliche Vitamine

- B-Vitamine:
 - Thiamin (Vitamin B₁)
 - Riboflavin (Vitamin B₂)
 - Pyridoxin (Vitamin B₆)
 - Cobalamin (Vitamin B₁₂)
 - Niacin Nicotinsäure, Nicotinsäureamid
 - Pantothersäure
 - Folsäure
 - Biotin
- Ascorbinsäure (Vitamin C)

2 Folsäure/Folate

2.1 Chemische Struktur und Vorkommen

Die Begriffe Folsäure und Folate sind zu unterscheiden. Folat ist der Oberbegriff für eine Vielzahl von Verbindungen mit Folsäurecharakter, die in der Nahrung vorkommen. Folate bestehen aus einem Pteridinring und para-Aminobenzoessäure, an deren Carboxylende bis zu acht Glutaminsäurereste gebunden sind (Pteroylpolyglutamate) (Engelhardt 2006). Natürliche Folate unterscheiden sich in der Länge der Glutamylkette, im Hydrierungsgrad des Pteridinringes und in der Substitution von C₁-Einheiten, wie z. B. Methyl- an N-5 und N-10. Das Grundgerüst der Folate bildet immer die Pteroylmoglutaminsäure (PGA), die auch als freie Folsäure bezeichnet wird (Abb. 1). Sie besitzt im Gegensatz zu den Folaten lediglich einen Glutaminsäurerest. Neben natürlich vorkommender Folsäure kann die Substanz synthetisch hergestellt werden und findet so ihren Einsatz in Arzneimitteln und Nahrungsergänzungsmitteln (Bässler et al. 2002, Engelhardt 2006, Koletzko & Pietrzik. 2004).

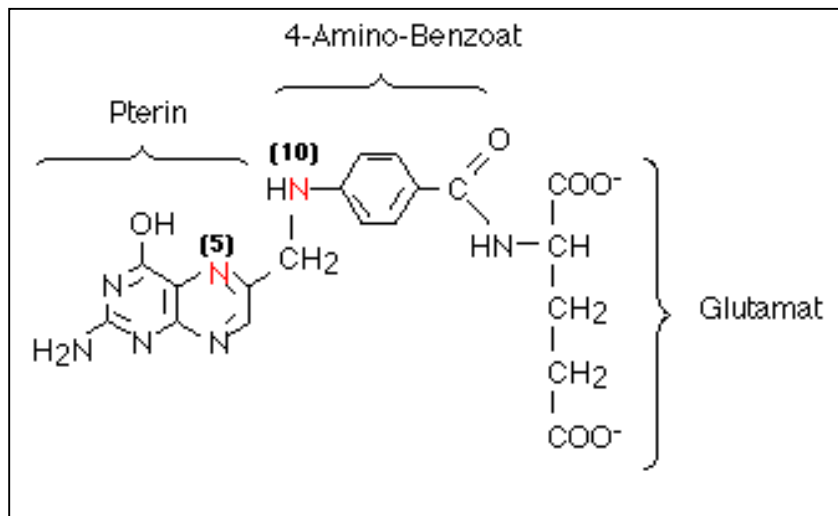


Abb. 1: Strukturformel der Folsäure

Folate kommen sowohl in pflanzlichen als auch in tierischen Lebensmitteln vor. Besonders hoch ist der Folatgehalt in Spinat, Salat, Spargel, Getreide (Weizenkeime und Weizenkleie) und Leber. Rindfleisch, Fisch und Obst sind hingegen relativ folatarm. Grundsätzlich können Folate aus tierischen Nahrungsmitteln besser resorbiert werden als aus pflanzlichen (Bässler et al. 2002, Biesalski et al. 2004).

2.2 Resorption und Stoffwechsel

Die Nahrung enthält fast ausschließlich Polyglutamatverbindungen. Da eine Resorption ausschließlich über Monoglutamate erfolgen kann, werden die Polyglutamate im Bürstensaum der Mukosazellen des Duodenums und des oberen Jejunums mit Hilfe der γ -Glutamylcarboxypeptidase (Konjugase) zu resorbierbaren Monoglutamatverbindungen abgebaut.

Die überwiegend aktive Resorption wird durch Glukose und Natrium-Ionen stimuliert. Ein Teil der Folate wird auch durch passive Diffusion aufgenommen (*Bässler et al. 2002, Mahan et al. 2000*).

Im Blut werden die Folate zur Leber transportiert, hier in die methylierte Form umgewandelt und zu biologisch verwertbaren Tetrahydrofolatverbindungen reduziert. Der Weitertransport im Blut zu den Körperzellen erfolgt hauptsächlich über 5-Methyl-Tetrahydrofolat gebunden an Albumin, α -Makroglobulin und Transferrin. Daneben existiert ein spezifisches Folatbindungsprotein, das Folat nur in geringen Mengen, aber mit einer hohen Affinität binden kann (*Biesalski et al. 2004*). Im Gewebe wird Tetrahydrofolat in die Polyglutamatform umgewandelt (*Bässler et al. 2002, Biesalski et al. 2004, Engelhardt 2006, Koletzko & Pietrzik 2004*).

Methyl-Tetrahydrofolsäure wird von der Leber relativ schnell in die Galle sezerniert, gelangt in den enterohepatischen Kreislauf und ist damit wesentlich an der Folat-homöostase beteiligt (*Biesalski et al. 2004*). Die Gesamtfolatmenge im menschlichen Organismus beläuft sich auf 5-10 mg. Hauptspeicherorgan ist die Leber, sie reguliert die Versorgung der anderen Organe. Mit Hilfe der geringen Körperreserven kann bei Entzug des Nahrungsfolats der Serumfolatspiegel eines normal ernährten Menschen, von 7-17 ng/ml, 3-4 Wochen aufrecht gehalten werden (*Bässler et al. 2002*).

2.3 Funktionen

Die biologisch aktive Form der Folsäure ist die nach der Reduktion entstehende 5,6,7,8-Tetrahydrofolsäure und ihre Derivate (*Bässler et al. 2002*). Sie ist die bedeutendste Coenzymform in einer Vielzahl von Stoffwechselreaktionen, indem sie als Akzeptor und Überträger von Hydroxymethylgruppen (aktivierter Formaldehyd) und Formylgruppen (aktivierte Ameisensäure) fungiert. C₁-Reste werden an Tetrahydrofolat gebunden und auf weitere geeignete Akzeptoren übertragen (*Biesalski et al. 2004*).

Folsäure dient als Coenzym zur:

- Umwandlung von Serin zu Glycin
- Beteiligung am Tryptophan- und Histidinstoffwechsel
- Purin- und Pyrimidinbiosynthese im Nucleinsäurestoffwechsel
 - ↳ DNA- und RNA-Synthese
 - ↳ Zellteilung und Zellneubildung
- Methylierung von Homocystein zu Methionin mit Hilfe von Vitamin B₁₂ (Homocysteinstoffwechsel)

(Bässler et al. 2002, Engelhardt 2006, Schlieper 2000)

3 Präventivmedizinische Bedeutung von Folsäure

Eine besondere Bedeutung hat Folsäure in der Prävention von Neuralrohrdefekten. In zahlreichen Interventionsstudien konnte bewiesen werden, dass mit Hilfe einer optimierten mütterlichen Folsäureversorgung das Risiko des Auftretens von Neuralrohrdefekten reduziert werden kann. Wald et al. untersuchten 2001 aus 14 veröffentlichten Studien den Zusammenhang zwischen dem Serumfolatspiegel, der Folsäuresupplementation und dem präventiven Effekt der Folsäure auf die Entstehung von Neuralrohrdefekten. Die Autoren fanden heraus, dass bei einer täglichen perikonzeptionellen Folsäuresupplementation von bis zu 5 mg das Risiko des Auftretens von Neuralrohrdefekten um bis zu 85 % reduziert werden kann (u. a. Wald et al. 2001, Wald 2004).

Weitere positive Effekte werden Folsäure in den folgenden Bereichen zugesprochen:

- Verhütung anderer Fehlbildungen, z. B. angeborene Herzfehler, Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, Fehlbildungen der Harnwege und der Extremitäten
- verminderte Gefahr des Auftretens von Leukämie bei Kindern, deren Mütter während der Schwangerschaft zusätzlich Folsäure einnahmen
- verringertes Risiko des Auftretens von Arteriosklerose durch Senkung des Homocysteinspiegels
- Verhütung einiger Krebserkrankungen, z. B. Colonkarzinom
- eventuell präventive Wirkung auf psychische Erkrankungen, z. B. Alzheimer Krankheit

(Übersicht bei Tönz 2006)

3.1 Folsäure und Neuralrohrdefekte

Neuralrohrdefekte sind die am häufigsten auftretenden Fehlbildungen des Zentralnervensystems. Das Neuralrohr ist eine Entwicklungsstufe des zentralen Nervensystems, aus der sich später Gehirn und Rückenmark entwickeln (*akademie.de asp GmbH*). Die Entstehung des Neuralrohrs ist der erste organogene Vorgang in der Embryonalphase. Beim Menschen beginnt dieser circa am 21. Tag nach der Konzeption und ist 7 Tage später beendet (*Pietrzik & Prinz-Langenohl 2000, Bässler et al. 2002*). Wird er nicht komplett abgeschlossen, können Teile des Nervensystems beim Ungeborenen nicht vollständig ausgebildet werden. Der fehlende oder unzureichende Verschluss des Neuralrohrs hat schwerwiegende Entwicklungsstörungen der Wirbelsäule, des Rückenmarks und des Gehirns zur Folge (*Bässler et al. 2002, Müller 2003*).

Folgende Formen der Neuralrohrdefekte werden unterschieden:

- **Anencephalie**

beschreibt das partielle Fehlen des Schädeldaches, der bedeckenden Haut und des Gehirns (*ICBDMS 2002/2003*).

- **Encephalocoele**

ist eine congenitale Fehlbildung, die durch den Austritt von Gehirn oder Hirnhäuten charakterisiert ist. Hervorgerufen wird dies durch einen Defekt im knöchernen Schädel (*ICBDMS 2002/2003*).

- **Spina bifida (offener Rücken)**

bezeichnet eine Gruppe von Verschlussdefekten des Spinalkanals, die eine Herniation bzw. einen Austritt des Rückenmarks und/oder der Hirnhäute zur Folge haben (*ICBDMS 2002/2003*).

Geborene mit Anencephalie sind nicht lebensfähig. Kinder mit Encephalocoele haben, wenn sie nicht zum Tode führt, schwere geistige und körperliche Behinderungen (*Gärtner et al. 2006, Koletzko & Pietrzik 2004, Müller 2003*). Von Spina bifida betroffene Kinder haben heute durch frühzeitige Operationen gute Überlebenschancen, wobei aber oftmals trotz optimaler Versorgung eine Behinderung aufgrund der neurologischen Beeinträchtigungen nicht ausbleibt. Je nach Lokalisation der spinalen Läsion kommt es zu Lähmungen und Sensibilitätsstörungen in den Beinen, Fehlstellungen der Füße, sowie zu Funktionsstörungen des harnableitenden Systems. Zwei Drittel der Patienten sind aufgrund der gestörten Nervenversorgung der Muskulatur auf den Rollstuhl angewiesen (*Gärtner et al. 2006, Koletzko & Pietrzik 2004, Müller 2003*).

Weltweit wird die Zahl der mit Neuralrohrdefekt betroffenen Schwangerschaften auf 250.000/Jahr geschätzt (Wald 2004). In Deutschland werden jährlich 470-800 Kinder mit Neuralrohrdefekten lebend geboren, weitere 500 Fälle werden pränatal diagnostiziert und die Schwangeren treffen die Entscheidung zur vorzeitigen Beendigung der Schwangerschaft (Bässler et al. 2002). Die Wiederholungswahrscheinlichkeit für Frauen, die bereits eine vorausgehende Schwangerschaft mit einem Kind mit Neuralrohrdefekt hatten, erneut ein Kind mit Neuralrohrdefekt zu bekommen, ist um das zwanzig- bis dreißigfache gegenüber Frauen ohne derartig belastete Schwangerschaften erhöht (Tönz 2002).

Die Ursache für den präventiven Effekt von Folsäure bei der Entstehung von Neuralrohrdefekten ist noch nicht vollständig geklärt (Koletzko & Pietrzik 2004). Es wird vermutet, dass von dem zytotoxisch und neurotoxisch wirkenden Homocystein die fruchtschädigende Wirkung in der Frühschwangerschaft ausgeht (Bässler et al. 2002, Bung 2000).

3.2 Homocysteinstoffwechsel

Homocystein ist eine schweflige Aminosäure, die normalerweise mit Hilfe von 5-Methyl-Tetrahydrofolat schnell wieder zu Methionin remethyliert oder zu Cystein abgebaut wird. Die Synthese von Methionin wird katalysiert von dem Enzym Methioninsynthetase, unter Mitwirkung des Cofaktors Vitamin B₁₂. Ausreichende Folsäurespiegel sind Voraussetzung für den Metabolismus des Homocysteins im Blut. In diesem Stoffwechselschritt liegt wahrscheinlich die präventivmedizinische Bedeutung der Folsäure (Koletzko & Pietrzik 2004). Vitamin B₆ ist unabdingbar für den Abbau von Homocystein zu Cystathionin, welches in einer weiteren Reaktion zu Cystein abgebaut wird (Tönz 2002).

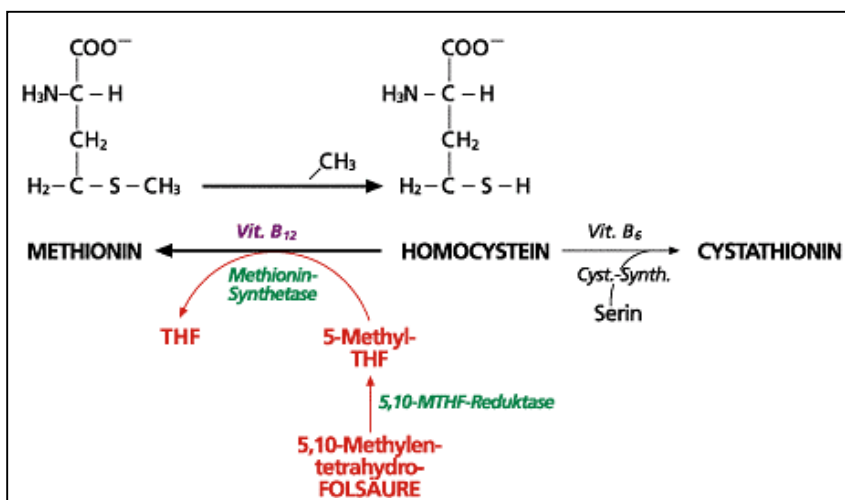


Abb. 2: Methionin-Homocystein-Stoffwechsel unter Mitwirkung von Folsäure (Tönz 2006)

4 Bioverfügbarkeit und Zufuhrempfehlungen der Folsäure

Die Bioverfügbarkeit von Nahrungsfolaten ist nicht immer konstant. Wesentliche Unterschiede in der Bioverfügbarkeit sind vor allem bei den verschiedenen Polyglutamaten zu verzeichnen. Während Monoglutamate fast vollständig resorbiert werden, ist das bei Polyglutamaten nur zu 20 % der Fall (Bässler et al. 2002). Dagegen kann den Lebensmitteln zugesetzte synthetische Folsäure zu 90-95 % und Folsäure in Tablettenform zu 100 % resorbiert werden (Stanger et al. 2003). Um trotzdem verlässliche Berechnungen durchführen zu können, ist der Begriff Folsäureäquivalent eingeführt worden. Im Jahr 2000 hat die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) die folgende Definition für Deutschland übernommen:

1 µg Folatäquivalent = 1 µg Nahrungsfolat = 0,5 µg synthetische Folsäure,
(Bässler et al. 2002)

Die Bioverfügbarkeit der synthetischen Folsäure ist, im Vergleich zu den natürlich vorkommenden Folaten, etwa doppelt so groß (Stanger et al. 2003).

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung und Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (DACH) haben im Jahr 2000 eine gemeinsame Empfehlung für die tägliche Folsäureaufnahme in Form von Referenzwerten festgelegt (Empfehlungen gelten jeweils für die gesunde Bevölkerung):

Tab. 1: Zufuhrempfehlungen für Folsäure (nach DACH 2000)

Personengruppe	Alter	Folsäure (Nahrungsfolat) µg Äquivalent/Tag
Säuglinge	0 bis unter 4 Monate	60
	4 bis unter 12 Monate	80
Kinder	1 bis unter 4 Jahre	200
	4 bis unter 7 Jahre	300
	7 bis unter 10 Jahre	300
	10 bis unter 13 Jahre	400
	13 bis unter 15 Jahre	400
Jugendliche und Erwachsene	15 bis unter 19 Jahre	400
	19 bis unter 25 Jahre	400
	25 bis unter 51 Jahre	400
	51 bis unter 65 Jahre	400
	65 Jahre und älter	400
Schwangere		600
Stillende		600

Untersuchungen ergaben, dass zur Behebung von Folsäuremangelsymptomen gesunder Erwachsener schon 50-100 µg/Tag synthetische Folsäure ausreichen. Wird allerdings die Homocysteinkonzentration im Blut als früher Indikator für eine unzureichende Folatversorgung mit betrachtet, so ist die regelmäßige Aufnahme von 400 µg Folat-äquivalent/Tag notwendig, um eine ausreichende Senkung des Homocysteinspiegels zu erreichen. Deshalb wird gesunden Erwachsenen eine tägliche Folatzufuhr von 400 µg empfohlen (DACH 2000).

5 Folsäureversorgung in der deutschen Bevölkerung

Die empfohlene Tagesaufnahmemenge von Folaten wird über die Nahrung vom Großteil der deutschen Bevölkerung nicht einmal annähernd erreicht (DGE 2000, DGE 2004). Für geringe Folatspiegel im Blut sind nicht nur ungünstige Ernährungsgewohnheiten, wie ein zu geringer Obst- und Gemüseverzehr, übermäßiger Alkoholkonsum oder die Durchführung einseitiger und langanhaltender Schlankheitskuren verantwortlich. Auch das Rauchen und die Einnahme bestimmter Medikamente, wie Antiepileptika und Kontrazeptiva, beeinflussen den Folatstatus in negativer Richtung (BgVV & BZgA 2001, Schauder & Ollenschläger 2003). Die Bedarfsdeckung ist mit einer ausgewogenen Mischkost nicht immer realisierbar (Bässler et al. 2002), außer wenn die Umsetzung der Empfehlung zur Aufnahme von fünf Portionen Obst und Gemüse (600-700g) am Tag gelingt (Stanger et al. 2003). Bei der Lebensmittelauswahl sollten deshalb Nahrungsmittel mit relevantem Folatgehalt bevorzugt werden (Tab. 2), wobei durch Lagerung und küchenmäßige Verarbeitung Verluste von 35-50 % zu berücksichtigen sind.

Tab. 2: Folatgehalte ausgewählter Lebensmittel (nach Heepe & Wigand 2002)

Lebensmittel		Folatgehalt µg Gesamtfolat/100 g
Fleisch und Eier	Rinderleber	590
	Schweineleber	135
	Hühnereidotter	160
Getreide, Getreideprodukte	Weizenaleuronmehl	500
	Weizenkeime	520
	Weizenkleie	195
Obst, Gemüse, Nüsse	Grünkohl	190
	grüne Erbsen	160
	Spinat	145
	Brokkoli, Spargel	110-115
	Himbeere, Mango, Orange	30
	Sauerkirsche	75
	Erdnuss	170

6 Folsäureversorgung in der Schwangerschaft

Noch schwieriger ist die adäquate Versorgung mit Folaten während der Schwangerschaft. In der Gravidität steigt der empfohlene Folatbedarf auf 600 µg/Tag aufgrund der deutlich beschleunigten Zellvermehrung durch die Vergrößerung des Uterus, die Entwicklung der Plazenta und des Brustgewebes, die Expansion des Blutvolumens und das Wachstum des Feten. Wegen des Zellwachstums und der Zelldifferenzierung benötigt der Fetus zusätzlich Folsäure für den DNA-, RNA- und Proteinstoffwechsel. Tritt im frühen Stadium der Schwangerschaft ein Folsäuremangel auf, kann das, angesichts des Folateinflusses auf die Zellteilung und die Zelldifferenzierung, zu Defekten der DNA-Synthese, verringertem Zellwachstum und eingeschränkter Zellreplikation mit defekter Implantation und Organogenese des Feten führen. Schwerwiegende Folgen sind Aborte, congenitale Fehlbildungen, vor allem Neuralrohrdefekte und Entwicklungsstörungen, sowie eine generelle Schwächung des fetalen Wachstums (*Biesalski et al. 2004*).

Die Auffüllung der Folsäurespeicher vor der Schwangerschaft ist somit von besonderer Bedeutung. Wenn es aber schon nicht-schwangeren Frauen nur mit Hilfe einer unter ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten ausgewählten Kost gelingt, den Folatbedarf zu decken, kann die erhöhte Einnahmeempfehlung in der Schwangerschaft selbst mit guten Ernährungskennnissen fast nicht erfüllt werden (*Bässler et al. 2002*). Deshalb empfehlen die DACH-Fachgesellschaften zur Prävention von Neuralrohrdefekten den Frauen, die schwanger werden wollen oder können, zusätzlich 400 µg/Tag synthetische Folsäure in Form von Supplementen aufzunehmen. Die Einnahme sollte perikonzeptionell - mindestens 4 Wochen vor Beginn und während des ersten Drittels der Schwangerschaft - erfolgen (*DACH 2000*).

Eine Gefahr der Überdosierung mit Folsäure bei Vorsorgemaßnahmen besteht kaum, denn selbst bei einer täglichen Aufnahme von 10 mg/Tag über 5 Jahre wurden keine Nebenwirkungen beobachtet (*Stanger et al 2003*). Bei Dosierungen von 15 mg/Tag über etwa einen Monat können allerdings unerwünschte Effekte, wie Schlafstörungen, Reizbarkeit, Depression oder gastrointestinale Symptome hervorgerufen werden (*Schauder & Ollenschläger 2003*). Weiterhin besteht bei einer hochdosierten Monotherapie mit Folsäure die Gefahr der Maskierung einer auf Vitamin B₁₂-Mangel beruhenden megaloblastischen Anämie und irreversibler neurologischer Störungen. Diese tritt jedoch besonders bei älteren Personen infolge einer chronischen atrophischen Gastritis auf. Deshalb hat das amerikanische Food and Nutrition Board (FNB) ein „tolerable up-

per intake level“ (tolerierbare obere Aufnahmemenge) von 1 mg Folsäure/Tag festgelegt, das auch bei einer lebenslangen Substitution als diesbezüglich sicher gilt. (Stanger et al. 2003, Schauder & Ollenschläger 2003)

7 Maßnahmen zur Prävention von Neuralrohrdefekten

Im Folgenden werden Möglichkeiten aufgezeigt und diskutiert, wie durch eine ausreichende Folsäureversorgung in der Schwangerschaft zur Prävention von Neuralrohrdefekten beigetragen werden kann.

Normale Ernährung

Eine gezielte Umstellung der Essgewohnheiten hin zu einer ausgewogenen, vollwertigen Ernährung mit hohem Obst- und Gemüsekonsum zur ausreichenden Folsäureversorgung ist durchaus möglich. Hierzu muss aber ein überdurchschnittliches Ernährungswissen vorhanden sein, damit die Referenzwerte von Folsäure in der Schwangerschaft erreicht werden können. Voraussetzung ist dafür eine intensive Ernährungsberatung und Ernährungsaufklärung. Im Anhang sind hierzu 3 ausgewählte Ernährungspläne aufgeführt, die zeigen wie z. B. eine ausreichende Folatversorgung in der Schwangerschaft über die Ernährung erreicht werden kann.

Eine Veränderung des Ernährungsverhaltens ist allerdings schwierig, da eine Umstellung des Ernährungsverhaltens als sehr langwierig anzusehen ist.

Angereicherte Lebensmittel

Es gibt in Deutschland verschiedene Lebensmittel, wie Frühstückscerealien, Säfte, Getränkepulver, Tee, einige Brotsorten, verschiedene Süßigkeiten, vor allem Bonbons, Milchprodukte und Salz, die mit Folsäure angereichert sind. Gesetzliche Regelungen über die Höhe des Folsäurezusatzes bestehen allerdings nicht und damit sind die Mengen an zugesetzter Folsäure zwischen den Lebensmitteln sehr verschieden (Burger et al. 2004). Der Konsum folsäureangereicherter Lebensmittel in der Bevölkerung schwankt und damit ist auch die Folsäurezufuhr über diese Lebensmittel schwer kalkulierbar. Laut Nährwertkennzeichnungsverordnung ist lediglich die Menge festgelegt, die mindestens im Lebensmittel sein muss, wenn explizit auf das Vitamin Folsäure hingewiesen wird. Sie beträgt mindestens 15 % der angegebenen Tagesdosis von 200 µg Folsäure in 100 g oder 100 ml. Die Tagesdosis bezieht sich dabei auf die Empfehlung der Europäischen Union von 200 µg Folsäure pro Tag für Erwachsene, Schwangere

und Stillende (NKV 1994). Laut geltender Rechtsprechung darf dabei die Tagesverzehrsmenge den dreifachen empfohlenen Tagesbedarf nicht überschreiten.

Die den Schwangeren in Deutschland empfohlene tägliche Aufnahmemenge von 600 µg Folsäure kann über angereicherte Lebensmittel realisiert werden, allerdings muss dabei genau auf die Nährwertkennzeichnung der Produkte geachtet werden. Je nach verzehrter Produktmenge muss dann gezielt die aufgenommene Folsäuremenge berechnet werden.

Supplemente

Frauen sollen bei einer geplanten oder möglichen Schwangerschaft rechtzeitig auf entsprechende Folsäurepräparate zurückgreifen. Bemerkenswert ist hier, dass die Kosten einer Substitution in der Schwangerschaft von den Krankenkassen nicht übernommen werden. Begründet wird es damit, dass nach § 23 Abs.1 SGB V eine Supplementation von Folsäure keine medizinische Vorsorgeleistung in der Schwangerschaft ist, denn entscheidend für eine mögliche Schädigung des Kindes ist der Folsäurespiegel zum Zeitpunkt der Konzeption. Weiterhin wird formuliert, dass damit die Folsäureprophylaxe in einer Schwangerschaft nicht geeignet ist, Neuralrohrdefekte zu verhindern und somit würde es sich nicht um eine allgemeine Präventionsleistung in einer Schwangerschaft handeln. Übernommen werden die Kosten von der gesetzlichen Krankenkasse aber dann, wenn schon ein Kind mit einem Neuralrohrdefekt geboren wurde. Alle anderen Frauen, die schwanger werden wollen, müssen eigenverantwortlich die entstehenden Kosten von etwa 15 Cent täglich, die aber erschwinglich und zumutbar sind, für eine Vorsorgesubstitution selbst tragen (KBV & AkdÄ 2002).

Weiterführende Informationen zum Thema Folsäure finden Sie unter

www.ak-folsaeure.de



Literaturverzeichnis

1. akademie.de asp GmbH: Neuralrohr.
<http://www.lexikon-definition.de/Neuralrohr.html> (Zugriff: 26.01.2006.10.56.MEZ)
2. Bässler, K.-H.; Golly, I.; Loew, D.; Pietrzik, K.: Vitamin-Lexikon für Ärzte, Apotheker und Ernährungswissenschaftler. 3. Aufl., München, Jena: Urban & Fischer 2002
3. Biesalski, H. K.; Fürst, P.; Kasper, H.; Kluthe, R.; Pöler, W.; Puchstein, C.; Stähelin, H. B. (Hg): Ernährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer. 3. Aufl., Stuttgart, New York: Thieme 2004
4. Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV); Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) (Hg): Jod, Folsäure und Schwangerschaft. Merkblatt für Ärzte. Berlin: BgVV 2001
5. Bung, P.: Ernährung in der Schwangerschaft und Stillzeit. In: Kinderärztliche Praxis (Sonderheft Säuglingsernährung), 2000, 15-19
6. Burger, M.; Weißenborn, A.; Przyrembel, H.; Mensink, G.: Möglichkeiten zur Verbesserung der Folatversorgung. Eine Mehlanreicherung auch für Deutschland? In: Ernährungsumschau (51) 2004, 8, 318-324
7. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) (Hg): Ernährungsbericht 2000. Frankfurt a. M.: Heinrich 2000
8. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) (Hg): Ernährungsbericht 2004. Bonn: Plump 2004
9. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE); Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGD); Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung; Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE) (DACH) (Hg): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Frankfurt a. M.: Umschau/Braus 2000
10. Engelhardt, G.: Die Rolle des Vitamins Folsäure in der Ernährung.
http://www.vis-ernaehrung.bayern.de/de/left/fachinformationen/ernaehrung/ernaehrung_allgemein/folsaeure.htm (Zugriff: 26.01.2006.11.28.MEZ)
11. Gärtner, J.; Prinz-Langenohl, R.; Pietrzik, K.; von Kries, R.: Neuralrohrdefekte („offener Rücken“) und Folsäure. Elternmerkblatt.
<http://www.gapinfo.de/gesundheitsamt/alle/vorbeug/fehlb/neuralr.htm> (Zugriff: 26.01.2006.11.31.MEZ)
12. Heepe, F.; Wigand, M.: Lexikon Diätetische Indikationen. Spezielle Ernährungstherapie und Ernährungsprävention. 4. Aufl., Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2002
13. International Clearinghouse for Birth Defects Monitoring Systems (ICBDMS): Annual Report 2003 with data for 2001. The International Centre on Birth Defects 2002/2003
14. Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arzneimittelkommission der Deutschen Ärzteschaft (AkdÄ) (Hg): Folsäure-Substitution in der Schwangerschaft: Therapie und Kosten. In: Wirkstoff aktuell, 2002, 1
15. Koletzko, B.; Pietrzik, K.: Gesundheitliche Bedeutung der Folsäurezufuhr. In: Deutsches Ärzteblatt (101), 2004, 23, 1670-1681

16. Kötz, K.: Aspekte der Folsäure für die fehlbildungsbedingte Morbidität und Mortalität. Vorschläge zur Lösung des Problems Folsäuremangel und Fehlbildungen. Diplomarbeit an der Hochschule Anhalt (FH). Bernburg 1999
17. Mahan, L. K.; Escott-Stump, S.: Krause`s Food, Nutrition & Diet Therapy. 10. Aufl., Philadelphia: W.B. Saunders Company 2000
18. Müller, E.: Folsäure. Wie das B-Vitamin Herz-Kreislaferkrankungen und Krebs verhindert? Stuttgart: Trias 2003
19. Nährwertkennzeichnungsverordnung (NKV): Verordnung zur Neuordnung der Nährwertkennzeichnungsvorschriften für Lebensmittel vom 25.11.1994. (BGBl. I S. 3526), geändert durch Art. 23 der VO zur Neuordnung lebensmittelrechtlicher Vorschriften über Zusatzstoffe vom 29. 1. 1998 (BGBl. I S. 230), Art. 2 der V zur Änd. der DiätV und der NährwertkennzeichnungsV vom 5. 5. 1999 (BGBl. I. S. 924) und Art. 3 der VO zur Änd. der DiätVO und zur Änd. oder Aufhebung weiterer lebensmittelrechtlicher Vorschriften vom 15.6.2004 (BGBl. I S. 1097)
20. Pietrzik, K., Prinz-Langenohl, R.: Wissenschaftliche Ernährungsinformation Folsäure/Folat. Frankfurt am Main: Forum Ernährungsmedizin 2000
21. Schauder, P.; Ollenschläger, G. (Hg): Ernährungsmedizin: Prävention und Therapie. 2. Aufl., München, Jena: Urban & Fischer 2003
22. Schlieper, C. A.: Folsäure. In: Grundfragen der Ernährung. 15. Aufl., Hamburg: Dr. Felix Büchner 2000
23. Seelig, M.: Einige Untersuchungen zum Ernährungsverhalten von Schülerinnen und Schülern Sachsen-Anhalts unter besonderer Berücksichtigung des Kenntnisstandes der Fehlbildungsprotektion durch Folsäure. Diplomarbeit an der Hochschule Anhalt (FH). Bernburg: 2005
24. Seelig, M.; Pöttsch, S.; Steinbicker, V.: Folsäure - ein Vitamin mit besonderer präventivmedizinischer Bedeutung. Ergebnisse einer repräsentativen Schülerbefragung in Sachsen-Anhalt. In: Ernährungs-Umschau (52), 2005b, 8, 315-319
25. Stanger, O.; Hermann, W.; Pietrzik, K.; Fowler, B.; Geisel, J.; Dierkes, J.; Wegner, M.: Konsensuspapier der D.A.CH-Liga Homocystein über den rationellen klinischen Umgang mit Homocystein, Folsäure und B-Vitaminen bei kardiovaskulären und thrombotischen Erkrankungen - Richtlinien und Empfehlungen. In: Journal für Kardiologie (10), 2003, 5, 190-196
26. Tönz, O.: Vom Sinn und Zweck einer generellen Folsäureprophylaxe. In: Schweizerisches Medizinisches Forum (13), 2002, 303-310
27. Tönz, O.: Folsäure & die Wissenschaft.
<http://www.folsaeuremed.ch/wissenschaft/pages/folmed.wissenschaft.html>
(Zugriff: 26.01.2006.14.17.MEZ)
28. Wald, N.: Folic acid and the Prevention of Neural-Tube Defects. In: The New England Journal of Medicine (350), 2004, 2, 101-103
29. Wald, N.; Law, M.; Morris, J.; Wald, D.: Quantifying the effect of folic acid. In: The Lancet (358). 2001, 9298, 2069-2073
30. Weißenborn, A.; Przyrembel, H. (Hg): Folsäureversorgung der deutschen Bevölkerung. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben. In: BfR-Wissenschaft 01/2005. Berlin: Bundesinstitut für Risikobewertung 2005

Anhang

Ernährungspläne (Kötz 1999)

1. Tagesplan

	Menge/g	Art der Speise	EG/kcal	E/g	F/g	KH/g	BST/g	GF/ μ g
Frühstück	50	Weizenmischbrot	120	3,1	1	25	1,8	19
	50	Roggenvollkornbrot	102	3,4	1	20	3,9	18
	10	Margarine	75	0	8	0	-	-
	25	Putenschinken	31	3,9	2	0	0	-
	20	Rahmfrischkäse	59	2,8	5	1	-	5
	20	Himbeerkonfitüre	50	0,1	-	12	-	-
	10	Zucker	40	-	-	10	-	-
	50	Kuhmilch, fettarm 1,5%	24	1,7	1	2	-	2,5
	200	Multivitaminsaft	102	0,8	1	21,4	2	200
Zwischenmahlzeit	30	Haferflocken	113	3,8	2	19	1,6	6,6
	120	Apfel	66	0,4	0	15	1,8	8,4
	150	Joghurt, fettarm 1,5%	80	5,3	2	8	-	15
Mittagessen Hähnchenschnitzel mit Gemüserais	100	Hühnerfleisch	109	22,8	1	-	-	8
	5	Sonnenblumenöl	46	-	5	-	-	-
	10	Weizenmehl Typ 405	34	1	0	7	0,4	1,9
	10	Zitronensaft	3	0	0	1	-	-
	10	Frischkäse	28	0,3	3	0	0	2,3
	60	Naturreis	208	4,3	1	44	1,7	17,4
	50	Broccoli	13	1,6	0	1	1,5	4,5
	50	Schwarzwurzel	8	0,7	0	1	8,5	28,5
	200	Multivitaminsaft	102	0,8	1	21,4	2	200
Zwischenmahlzeit	40	Weizentoastbrot	106	2,7	2	19	1,4	27,6
	10	Margarine	75	0	8	0	-	-
	20	Honig	60	0,1	-	15	-	-
Abendessen Möhrenrohkost mit Käsebrot	150	Möhren	38	1,5	0	7	5,1	18
	30	Joghurt, fettarm 1,5%	16	1,1	0	2	-	3
	3	Distelöl	28	-	3	-	-	-
	10	Sonnenblumensamen	60	2,2	5	1	0,6	10
	50	Grahambrot	110	3,9	0	22	3,2	15,5
	50	Weizenmischbrot	120	3,1	1	25	1,8	19
	10	Butter	77	0,1	8	-	-	-
	25	Camembert	82	5,1	6	0	-	20
	150	Banane	138	1,8	0	33	3	30
Spätmahlzeit								
Gesamt			2323	78,4	68	332,8	40,3	680,2 = 0,68 mg

Legende: EG: Energiegehalt, E: Eiweiß, F: Fett, KH: Kohlenhydrate, BST: Ballaststoffe, GF: Gesamtfolat

2. Tagesplan

	Menge/g	Art der Speise	EG/kcal	E/g	F/g	KH/g	BST/g	GF/ μ g
Frühstück	100	Brötchen	254	8,3	2	50	3	25
	15	Margarine	112	0	12	0	-	-
	20	Honig	60	0,1	-	15	-	-
	20	Erdbeerkonfitüre	47	0,1	-	12	-	-
	200	Multivitaminsaft	102	0,8	1	21,4	2	200
Zwischenmahlzeit	150	Joghurt, fettarm 1,5%	80	5,3	2	8	-	15
	30	Haferflocken	113	3,8	2	19	1,6	6,6
	100	Aprikose	45	0,9	0	10	2	4
Mittagessen Reisplätzchen mit gemischtem Gemüse Eiscreme mit Erdbeersoße	40	Reis	138	2,9	0	29	1,1	11,6
	40	Hühnerrei	67	5,2	4	0	-	26
	2	Petersilie	2	0,4	0	0	0,4	-
	2	Schnittlauch	3	0,4	0	0	-	1,6
	5	Sonnenblumenöl	46	-	5	-	-	-
	100	Aubergine	17	1,2	0	3	1,4	31
	100	Zucchini	18	1,6	0	2	1,1	48
	100	Tomaten	19	0,9	0	3	1,8	39
	5	Sonnenblumenöl	46	-	5	-	-	-
	50	Eiscreme	104	2	6	10	-	2,5
100	Erdbeeren	33	0,8	0	6	2	16	
Zwischenmahlzeit	20	Knäckebrötchen	63	1,9	0	13	2,9	14
	30	Speisequark, mager	23	4,1	0	1	-	9
	20	Brombeerkonfitüre	47	0,1	-	12	-	-
	200	Multivitaminsaft	102	0,8	1	21,4	2	200
Abendessen	100	Roggenvollkornbrot	205	5,8	1	41	7,7	36
	15	Butter	116	0,1	12	-	-	-
	20	Edamerkäse	74	5	6	-	-	7
	20	Brotaufstrich, Champignon	56	0,8	5	2	-	1
	40	Tomaten	8	0,4	0	1	0,7	15,6
	20	Gewürzgurken	4	0,2	0	1	-	1,2
Spätmahlzeit	100	Apfel	55	0,3	0	12	2,3	7
Gesamt			2059	54,2	64	292,8	32	717,1 = 0,72 mg

Legende: EG: Energiegehalt, E: Eiweiß, F: Fett, KH: Kohlenhydrate, BST: Ballaststoffe, GF: Gesamtfolat

3. Tagesplan

	Menge/g	Art der Speise	EG/kcal	E/g	F/g	KH/g	BST/g	GF/ μ g
Frühstück	50	Roggenmischbrot	110	3,2	1	23	3,1	19,5
	50	Brötchen	127	4,2	1	25	1,5	12,5
	20	Schweineschinken, gekocht	43	4,3	3	-	-	-
	20	Brombeerkonfitüre	47	0,1	-	12	-	-
	20	Honig	60	0,1	-	15	-	-
	200	Multivitaminsaft	102	0,8	1	21,4	2	200
Zwischenmahlzeit	100	Kuhmilch, fettarm 1,5%	49	3,3	2	5	-	5
Erdbeermilchshake	100	Erdbeeren	33	0,8	0	6	2	12
	30	Butterkeks	124	2,7	4	20	2,1	2,7
Mittagessen	120	Forelle	134	23,4	3	-	-	7,2
gebackene Forelle mit gerösteten Mandeln Pellkartoffeln	15	Butter	116	0,1	12	-	-	-
	10	Mandel, süß	62	1,9	5	1	1	9,6
	200	Kartoffeln	140	4,1	0	31	5	32
	100	Kopfsalat	11	1,2	0	1	1,5	37
	40	Tomaten	8	0,4	0	1	0,7	15,6
	10	Sonnenblumenöl	93	-	10	-	-	-
Obstsalat	50	Apfel	28	0,2	0	6	1,1	3,5
	50	Wassermelone	18	0,3	0	4	0,1	2,5
	50	Birne	28	0,2	0	6	1,4	7
	50	Banane	46	0,6	0	11	1	10
	10	Zitronensaft	3	0	0	1	-	-
Zwischenmahlzeit	150	Tomatensaft	26	1,1	0	5	-	24
	30	Knäckebrötchen	95	2,8	0	20	4,4	21
	5	Margarine	37	0	4	0	-	-
	20	Lyoner	66	2,5	6	-	-	-
	30	Gewürzgurken	26	0,3	0	1	-	1,8
	Abendessen	50	Weizentoastbrot	132	3,4	2	24	1,8
überbackener Toast mit Tomaten u. Mozzarella	100	Tomaten	19	0,9	0	3	1,8	39
	50	Mozzarella	118	9,9	8	-	-	10
	2	Basilikum	-	-	-	-	-	-
	150	Buttermilch	58	5,2	1	7	-	12
	200	Multivitaminsaft	102	0,8	1	21,4	2	200
Spätmahlzeit	100	Banane	92	1,1	0	21	2	20
Gesamt			2153	79,9	64	291,8	34,5	738,4 = 0,73 mg

Legende: EG: Energiegehalt, E: Eiweiß, F: Fett, KH: Kohlenhydrate, BST: Ballaststoffe, GF: Gesamtfolat