


Research Review

Die Entwicklung der oralen Nahrungsaufnahme bei Frühgeborenen

Die richtige Unterstützung von Frühgeborenen bei der Nahrungsaufnahme ist eine Herausforderung. In diesem Research Review werden die wissenschaftlichen Belege behandelt, die den Methoden und Verfahren zur erfolgreichen Ernährung mit Muttermilch sowie dem Stillen nach der Entlassung aus der neonatologischen Intensivstation zugrunde liegen.



Medela: Umfassende Lösungen für Muttermilch und das Stillen

Seit mehr als 50 Jahren verfolgt Medela ein Ziel: die Gesundheit von Mutter und Kind durch die lebensspendenden Vorteile der Muttermilch zu fördern. In dieser Zeit hat sich das Unternehmen darauf konzentriert, die Bedürfnisse der Mütter und das Verhalten von Säuglingen zu verstehen. Die Gesundheit der Mütter und ihrer Säuglinge während der wertvollen Stillzeit steht im Mittelpunkt aller Aktivitäten von Medela. Auch in Zukunft wird Medela die explorative Forschung im Bereich Muttermilch und Stillen unterstützen und die gewonnenen Erkenntnisse in innovativen Stilllösungen umsetzen.

Durch neue Entdeckungen im Zusammenhang mit den Inhaltsstoffen der Muttermilch, der Anatomie der laktierenden Brust und dem Saugverhalten des Kindes an der Brust hat Medela eine Reihe von Lösungen entwickelt, die neonatologische Intensivstationen dabei unterstützen, die Versorgung mit Muttermilch sicherzustellen und das Stillen zu fördern.

Medela ist sich der Schwierigkeiten bewusst, die die Versorgung mit Muttermilch auf neonatologischen Intensivstationen mit sich bringt. Die Mutter muss ausreichend Milch produzieren, während das Kind diese Milch auch aufnehmen muss. Außerdem gilt es, hygienische und logistische Herausforderungen zu meistern. Mit dem von Medela angebotenen Produktportfolio sollen die Produktion von Muttermilch und die Ernährung mit dieser gefördert werden. Alle Säuglinge sollen zudem die nötige Unterstützung erhalten, um so früh wie möglich von der Mutter gestillt werden zu können.

Medela ist bestrebt, die neuesten evidenzbasierten Forschungserkenntnisse bereitzustellen, um das Stillen und den Einsatz von Muttermilch auf neonatologischen Intensivstationen zu unterstützen. Das Ziel unserer innovativen, forschungsbasierten Produkte in Kombination mit dem Lehrmaterial ist die Lösung der Probleme, die sich im Zuge der Versorgung mit Muttermilch auf neonatologischen Intensivstationen ergeben.



Wissenschaftliche Forschung

Mit Medelas Anspruch einer überragenden wissenschaftlichen Forschung gelang es dem Unternehmen, modernste Milchpumpentechnologien und Produkte für die Fütterung von Muttermilch zu entwickeln. Medela arbeitet mit erfahrenem medizinischen Fachpersonal zusammen und bemüht sich um die Zusammenarbeit mit Universitäten, Krankenhäusern und Forschungseinrichtungen auf der ganzen Welt.



Produkte

Müttern beim Abpumpen von Muttermilch zu helfen, ist Medelas Kernkompetenz. Dies beinhaltet das sichere und hygienische Auffangen der Muttermilch in BPA-freien Behältern. Einfache Lösungen für das Beschriften, Aufbewahren, Transportieren, Wärmen und Auftauen – all das trägt zu einem sicheren Umgang mit kostbarer Muttermilch bei. Damit die Muttermilch beim Kind ankommt, hat Medela eine Reihe innovativer Produkte für verschiedene Stillsituationen entwickelt.



Wissenstransfer

Bei Medela greifen Forschung und Wissenstransfer eng ineinander. Medela bringt Ärzte und Trainer in einer Weise zusammen, die die berufliche Weiterentwicklung, den Wissensaustausch und die Interaktion in der wissenschaftlichen Gemeinschaft fördert.

Um verfügbare Lösungen sowie deren Funktionalität und Wechselwirkungen in den Kontext der Krankenhausabläufe und der evidenzbasierten Entscheidungsfindung zu rücken, hat Medela eine Reihe von Research Reviews erstellt. Die Reviews stehen für Abläufe auf neonatologischen Intensivstationen zur Verfügung, bei denen die Muttermilch und das Stillen eine bedeutende Rolle spielen. Sie behandeln die Entwicklung der Nahrungsaufnahme des Frühgeborenen sowie die Logistik und Infektionskontrolle der Muttermilch.

Die Entwicklung der oralen Nahrungsaufnahme bei Frühgeborenen

Abstract

Stillen ist das oberste Ziel von Mutter und Frühgeborenem. Frühgeburten sorgen jedoch für besondere Herausforderungen, die das Stillen zu Beginn schwierig gestalten. Die Entwicklung Frühgeborener hin zum Stillen wird oftmals durch neurologische oder gastrointestinale Unreife und Begleiterkrankungen (Komorbiditäten) erschwert. Weiterhin können Mütter bei der Initiierung, dem Aufbau und der Aufrechterhaltung der Laktation während dieser frühen Entwicklungsphase der Brust mit vielerlei Problemen konfrontiert werden. In diesem Review werden evidenzbasierte Methoden und Verfahren behandelt, welche die Entwicklung des Stillens auf neonatologischen Intensivstationen unterstützen, sowie auch solche, die es Müttern ermöglichen, ihrem Frühgeborenen eine adäquate Milchmenge bereitzustellen. Auch in Zukunft muss Forschung zum Stillen auf neonatologischen Intensivstationen betrieben werden, um Mütter und Kinder dabei zu unterstützen, diese frühe Herausforderung bei der Ernährung zu meistern.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	5
Die Vorteile des Stillens	6
Ernährung und Schutz	6
Regulierung und Verbesserung der physiologischen Systeme	6
Die Physiologie des Stillens	8
Zungenbewegungen und Vakuum	8
Saug-Schluck-Atem-Koordination	9
Entwicklung des Nervensystems	10
Herausforderungen an die Nahrungsaufnahme auf der neonatologischen Intensivstation	12
Herausforderungen für die Mutter	12
Herausforderungen für den Säugling	12
Überwindung der Herausforderungen an die Nahrungsaufnahme auf der neonatologischen Intensivstation	13
Unterstützung der Mutter	13
Unterstützung des Säuglings	14
I Anfängliche Ernährung	15
I Stillen	17
I Flaschenfütterung	19
I Unterstützung für spezielle Bedürfnisse	20
Zusammenfassung	22
Literaturhinweise	23

Einleitung

Die Bedeutung des Stillens ist weltweit unbestritten und spiegelt sich in der Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) wider, Kinder in den ersten sechs Lebensmonaten nur durch Stillen zu ernähren (Tabelle 1).¹ Der Nutzen des Stillens geht jedoch über die ernährungsphysiologischen Vorteile hinaus;² Stillen schützt das Kind vor Infektionen, reguliert und verbessert die physiologischen Systeme von Mutter und Kind und erleichtert die Entwicklung der Mutter-Kind-Bindung.³ Bei der Geburt wird über ein frühes Saugen eine erste Bindung aufgebaut und die Mutter kann ihren Säugling mit Kolostrum versorgen.⁴ In den ersten Wochen nach der Geburt steigert sich die von der Mutter produzierte Milchmenge, wodurch das optimale Wachstum und die bestmögliche Entwicklung ihres Kindes sichergestellt werden. Die Situation bei Frühgeburten ist eine andere. Die notwendige Entwicklung, die normalerweise erst spät während der Schwangerschaft stattfindet, wird bei Frühgeburten unterbrochen und muss entsprechend im postnatalen Umfeld beschleunigt werden. Bei der Geburt werden Mutter und Kind häufig sofort getrennt, was die Situation zu einer besonderen Herausforderung macht, insbesondere hinsichtlich des Stillens und der Ernährung mit Muttermilch.

Für die Mutter kann die Initiierung und Aufrechterhaltung der Laktation in einem frühen Entwicklungsstadium schwierig sein; für das Frühgeborene wiederum können die orale Nahrungsaufnahme und das Stillen zu einem frühen Zeitpunkt in der Entwicklung gleichermaßen problematisch sein. Da die Versorgung mit Muttermilch in den ersten Lebensmonaten nach einer Frühgeburt besonders wichtig ist⁵, benötigen Mutter wie Kind Unterstützung, um diese anfänglichen Schwierigkeiten in den Griff zu bekommen.

Dieser Review zielt darauf ab, Ärzten und Fachpersonen auf neonatologischen Intensivstationen ein tiefgreifendes Verständnis für die Vorteile und für die Physiologie des Stillens bei früh- und termingeborenen Säuglingen zu vermitteln. Weiterhin werden die Herausforderungen behandelt, mit denen Frühgeborene und deren Mütter beim Stillen und der Ernährung mit Muttermilch konfrontiert werden. Gleiches gilt für die evidenzbasierten Methoden und Verfahren, die erforderlich sind, um diese Herausforderungen zu meistern. Das übergeordnete Ziel ist, Ärzten und Fachpersonen auf neonatologischen Intensivstationen Mittel zur Verfügung zu stellen, um die Ernährung mit Muttermilch bestmöglich umzusetzen und das Stillen so früh wie möglich zu fördern. Hierzu bietet dieser Review einen umfassenden Überblick über die komplette Thematik der Ernährung von Säuglingen und des Stillens – von der Optimierung von Abpumpprotokollen für Mütter, die auf das Abpumpen von Muttermilch angewiesen sind, bis hin zur frühen Ernährung und zum Stillen von Frühgeborenen.

Tabelle 1 – Nach den Definitionen zur Ernährung der Weltgesundheitsorganisation

Ernährungsmethode	Erfordert die Versorgung des Säuglings durch
Ausschließliches Stillen	Muttermilch (einschließlich abgepumpte Muttermilch oder Milch, die von einer Spenderin stammt) als einzige Nahrungsquelle
Überwiegendes Stillen	Muttermilch (einschließlich abgepumpte Muttermilch oder Milch, die von einer Spenderin stammt) als überwiegende Nahrungsquelle
Ergänzendes Stillen	Muttermilch (einschließlich abgepumpte Muttermilch oder Milch, die von einer Spenderin stammt) in Kombination mit fester und halbfester Nahrung
Stillen	Muttermilch (einschließlich abgepumpte Muttermilch oder Milch, die von einer Spenderin stammt)
Flaschenfütterung	Jede Flüssigkeit (einschließlich Muttermilch) oder halbfeste Nahrung aus einer Flasche mit Sauger

Die Vorteile des Stillens

Die Vorteile des Stillens bei termingeborenen Kindern und Frühgeborenen wurden umfangreich dokumentiert. Die Zusammensetzung der Milch schützt das Kind vor Infektionen, sorgt für optimales Wachstum sowie eine bestmögliche Entwicklung und wirkt sich langfristig positiv auf die Gesundheit von Mutter und Kind aus. Dieser Schutz ist insbesondere für Frühgeborene wichtig.

Ernährung und Schutz

Als einzige Nahrungsquelle für termingeborene Kinder bietet Muttermilch die optimale Nährstoffversorgung (Fett, Laktose, Proteine und Makronährstoffe) für das Wachstum und die Entwicklung sowie vollständigen Schutz (biochemische und zelluläre Komponenten) vor Infektionen. Die Milch für Frühgeborene unterscheidet sich von der Muttermilch für termingeborene Kinder dahingehend, dass sie einen höheren Energiegehalt hat und mehr Lipide, Proteine, Stickstoff, Immunoglobuline, entzündungshemmende Stoffe sowie einige Mineralstoffe und Vitamine enthält.⁶⁻⁸ Unabhängig vom Zeitpunkt der Laktation bietet Muttermilch wichtige Schutz- und Entwicklungsvorteile für Frühgeborene.^{7,8}

Säuglinge, die Muttermilch erhalten, sind wesentlich besser ernährt, leiden weniger an Infektionen und chronischen Erkrankungen, verfügen über eine größere gastrointestinale Reife und haben eine bessere neurologische Entwicklung als Kinder, die künstliche Säuglingsnahrung bekommen.^{7,8} Insbesondere Frühgeborene, die mit Muttermilch ernährt werden, haben ein geringeres Risiko einer nekrotisierenden Enterokolitis (NEC), einer enteralen Nahrungstoleranz, einer chronischen Lungenerkrankung, einer Frühgeborenen-Retinopathie, sowie von Entwicklungsverzögerungen des Nervensystems und erneuten Hospitalisierungen.⁹⁻¹⁶ Stillen ist aus verschiedenen Gründen auch für die Entwicklung vorteilhaft; so wird bei termingeborenen Kindern das Stillen mit einer besseren Entwicklung des Nervensystems und der Verhaltensweisen sowie mit weniger Infektionen und einem geringeren Risiko von Übergewicht und Diabetes mellitus Typ 2 im Erwachsenenalter in Verbindung gebracht.^{2,10,17-21} Aus diesem Grund wird Muttermilch für alle Frühgeborenen empfohlen.²²

Trotz ihrer Vorzüge kann die Nährstoffzusammensetzung von Muttermilch den hohen Nährstoffbedarf für das Wachstum des Frühgeborenen nicht vollständig abdecken. Dies gilt insbesondere für Säuglinge mit einem sehr niedrigen Geburtsgewicht (< 1500 g).^{7,15} Muttermilch muss durch Proteine, Nährstoffe, Vitamine und Mineralstoffe ergänzt werden, um ein optimales Wachstum und die bestmögliche Entwicklung des Frühgeborenen sicherzustellen, ohne dabei auf die Vorteile der Muttermilch zu verzichten.²³

Regulierung und Verbesserung der physiologischen Systeme

Die Versorgung mit Muttermilch durch Stillen sorgt für eine wichtige Regulierung und Verbesserung der Mutter-Kind-Beziehung. Das Prinzip des Stillens hat sich entwickelt, um die Regulierung der physiologischen Systeme von Mutter und Kind zu verbessern und das Überleben des Säuglings unter schwierigen Rahmenbedingungen sicherzustellen.³ Ein enger Körperkontakt zwischen Mutter und Kind während der Frühphase nach der Geburt reguliert und optimiert die Körpertemperatur des Neugeborenen, seine Atmung sowie dessen Säure-Basen-Haushalt.³ Außerdem hat der Körperkontakt eine beruhigende Wirkung auf das Kind.²⁴ Während des Stillens führt der enge Körperkontakt auch dazu, dass sich die Stillzeit verlängert. Außerdem kann er dazu beitragen, dass sich der

Magen-Darm-Trakt der Mutter an den erhöhten Energiebedarf während der Stillzeit anpasst und entsprechend reagiert.³ Stillen erhöht die Aufmerksamkeit der Mutter für die Bedürfnisse ihres Kindes.²⁴ Weiterhin beschleunigt das Stillen die Rückbildung der Gebärmutter nach der Geburt, senkt das Risiko von Blutungen, unterstützt die Mutter beim Zurückerlangen ihres Gewichts vor der Schwangerschaft und verringert das Risiko, an Eierstock- und Brustkrebs zu erkranken.²⁵ Stillen senkt zudem das Risiko einer akuten Mittelohrentzündung signifikant¹⁰ und fördert eine normale orofaziale Entwicklung des Kindes²⁶, einschließlich einer verbesserten Dentition, perioralen Muskelaktivität sowie Aktivität des Musculus masseter²⁷ und eines verbesserten palatinalen Wachstums²⁸. Stillen stärkt insbesondere die Bindung zwischen Mutter und Kind. Hautkontakt und Stimulation der Brustwarze durch Berührungen, einschließlich Saugen, führen zu einer Ausschüttung von Oxytocin, einer entscheidenden Komponente des Milchspendereflexes (Abbildung 1), was zu einer Bindung zwischen Mutter und Kind führt.⁴ Die Ausschüttung von Oxytocin erhöht den Blutfluss zur Brust sowie zur Brustwarzengegend der Mutter, wodurch sich die Hauttemperatur erhöht und ein warmes „Wohlfühlumfeld“ für den Säugling geschaffen wird.⁴ Stillen wirkt auch langfristig gegen Stress; bei jedem Stillen sinken der Blutdruck und die Cortisolwerte der Mutter.^{29, 30} Außerdem steigen die Cortisolwerte von stillenden Müttern bei körperlichem Stress nicht so stark wie bei Müttern, die ihre Kinder mit der Flasche füttern.³¹ Stillende Mütter sind tendenziell eher ruhiger und mehr am gesellschaftlichen Leben beteiligt als Frauen in der gleichen Altersgruppe, die nicht stillen oder schwanger sind.^{29, 30} Tatsächlich verbringen Mütter, die sofort nach der Geburt direkten Hautkontakt mit ihrem Neugeborenen haben, mehr Zeit mit ihren Kindern, interagieren während des Stillens mehr mit ihnen²⁴ und stillen ihre Kinder länger³². Obwohl sich dieses Szenario von der Situation von Müttern von Frühgeborenen aufgrund der körperlichen Trennung und anderer medizinischer Umstände unterscheidet, wird Hautkontakt dennoch mit einer erhöhten Milchproduktion und einer früheren Initiierung der Laktation sowie einer besseren körperlichen Verfassung von Frühgeborenen in Verbindung gebracht.^{33–36}

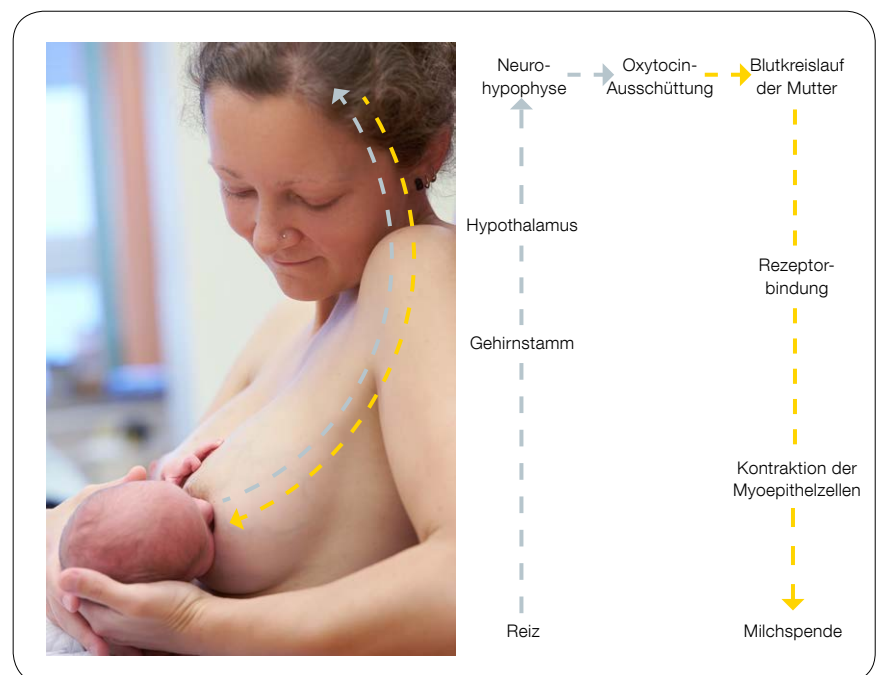


Abbildung 1 – Milchspendereflex

Als Reaktion auf einen Reiz wird von der Neurohypophyse Oxytocin in den Blutkreislauf der Mutter ausgeschüttet. Oxytocin bindet sich an die Rezeptoren der Myoepithelzellen um die Alveolen. Diese Zellen ziehen sich zusammen und drücken so die Milch aus den Alveolen in die Milchgänge in Richtung der Brustwarze.

Die Physiologie des Stillens

Stillen ist ein komplexer Vorgang, der einen Reife- und Lernprozess sowie eine Konditionierung der Mutter und des Säuglings erfordert. Um erfolgreich an der Brust der Mutter zu saugen, muss ein Kind physisch und neurologisch dazu in der Lage sein, Saugen, Schlucken und Atmen während dem Stillvorgang zu koordinieren.

Zungenbewegungen und Vakuum

Bei jedem Stillvorgang wird durch Ausschüttung von Oxytocin aus der Neurohypophyse der Milchspendereflex ausgelöst, was zu einem zeitlich begrenzten Milchfluss an den Säugling führt.⁴ Ein Stillvorgang besteht somit aus Phasen des nutritiven Saugens (NS), in der die Milchmengen schwanken und aus Phasen des non-nutritiven Saugens (NNS), ohne Milchfluss mit gelegentlichem Schlucken von Speichel. Nicht-nutritives Saugen findet normalerweise am Anfang des Stillvorgangs statt und fördert vermutlich den Milchfluss,³⁷⁻³⁹ allerdings wurde es auch schon während und am Ende eines Stillvorgangs beobachtet.^{40, 41}

Zungenbewegungen sind für das Stillen von größter Wichtigkeit; dadurch muss die Milch aus der Brust gesaugt und diese sicher zum Rachen befördert werden, bevor sie geschluckt wird. Bei Föten ab einem Gestationsalter von 14 Wochen wurden im Uterus Zungenbewegungen festgestellt, wobei diese ab einem Gestationsalter von 28 Wochen gleichmäßig und ausgereift waren.⁴² Mit synchronisierten Ultraschall- und Vakuummessungen während des Stillens wurde die Bedeutung ausgereifter Zungenbewegungen und der Erzeugung eines Vakuums zur Entleerung der Brust beim Stillvorgang aufgezeigt.^{41, 43-45}

Ab dem dritten Tag nach der Geburt wurden bei termingeborenen Säuglingen gleichmäßige Zungenbewegungen bei der Entleerung der Brust festgestellt (NS).⁴¹ Der Säugling liegt an der Brust an, indem er ein Basisvakuum erzeugt (Mittelwert: -64 mmHg), das die Brustwarze in die Länge zieht und sie innerhalb von 5 bis 7 mm vor dem Übergang zwischen hartem und weichem Gaumen platziert. An dieser Stelle drückt die Zunge die Brustwarze gleichmäßig zusammen und der hintere Teil der Zunge berührt den harten Gaumen. Während die Zunge in dieser Position ist, fließt keine Milch. Senkt sich die Zunge vom harten Gaumen ab, vergrößert sich die Brustwarze und nähert sich dem Übergang zwischen hartem und weichem Gaumen. Während sich die Zunge absenkt, erhöht sich das Vakuum und die Milch fließt aus der Brustwarze in die Mundhöhle. Erreicht die Zunge ihren tiefsten Punkt, wird das maximale Vakuum erzeugt (Mittelwert maximales Vakuum: -145 mmHg). Bewegt sich die Zunge nach oben, wird die Brustwarze wieder gleichmäßig zusammengedrückt. Das Vakuum erreicht wieder das Basisniveau und die Milch wird von der Mundhöhle unter dem weichen Gaumen in den Rachenbereich befördert, wo sie geschluckt wird (Abbildung 2).⁴³

Beim nicht-nutritiven Saugen ähneln die Zungenbewegungen eines termingeborenen Säuglings den Bewegungen beim nutritiven Saugen. Während sich die Zunge absenkt, erhöht sich das Vakuum, die Brustwarze vergrößert sich weniger als beim nutritiven Saugen und bewegt sich näher zum Übergang zwischen hartem und weichem Gaumen. Erreicht die Zunge ihren absolut tiefsten Punkt, fließt keine Milch und die Größe der Mundhöhle ist geringer. Die Zunge bewegt sich ähnlich wie beim nutritiven Saugen wieder zurück zum harten Gaumen. Beim nicht-nutritiven Saugen ist die Saugrate signifikant höher als beim Transfer der Milch (NS).^{39, 43}

Bei Frühgeborenen sind – im Gegensatz zu termingeborenen Kindern – während des Stillens keine gleichmäßigen Muster von Zungenbewegungen bzw. Vakuum festzustellen.

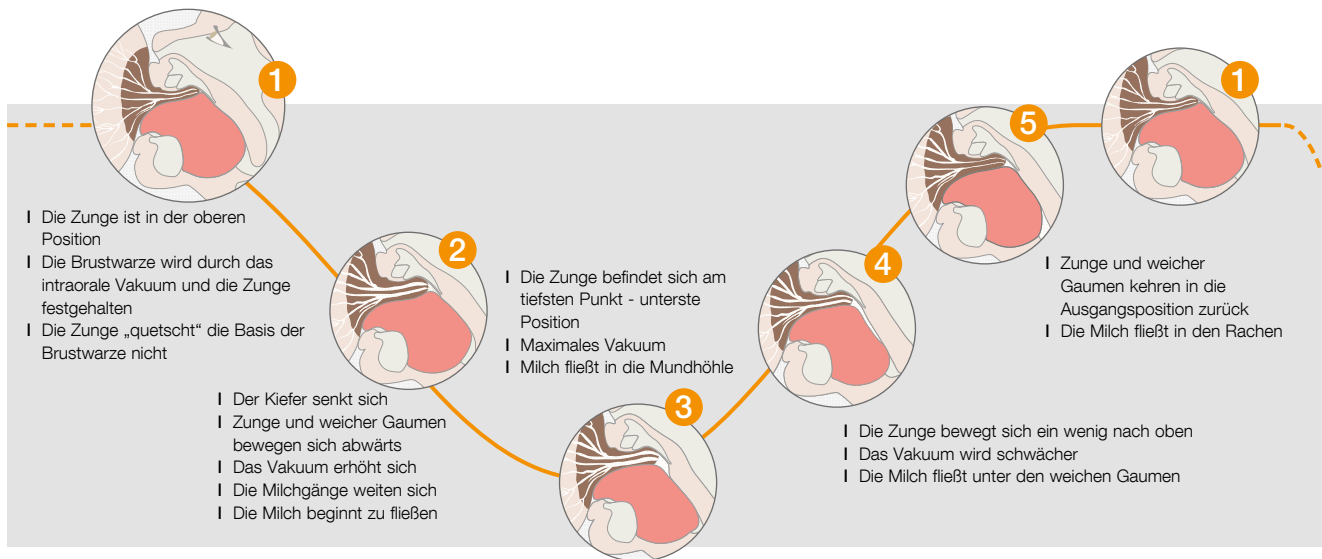


Abbildung 2 – Der Saugzyklus ⁴³

Stattdessen sind Frühgeborene, die in einem Gestationsalter vor der 30. Woche geboren wurden, darauf angewiesen, bei Verwendung eines herkömmlichen Saugers die Milch primär durch Druck zu entnehmen. Zuerst üben diese Säuglinge unkoordiniert Druck aus, ohne ein Vakuum zu erzeugen. Mit zunehmendem Alter und mehr Erfahrung erzeugen jedoch auch sie ein Vakuum und üben bei der Milchentnahme weniger Druck aus. Während sich das von ihnen erzeugte Vakuum dem von termingeborenen Kindern annähert, werden diese Frühgeborenen beim Saugen effizienter und effektiver, da sie ihre Saugphasen länger gestalten und ihre Milchtransferrate pro Minute (ml/min) sowie die Geschwindigkeit bei der Flaschenfütterung erhöhen können. ⁴⁶

Bei Frühgeborenen in einem Gestationsalter von 32–36 Wochen hat sich ebenfalls gezeigt, dass sie lediglich schwache Vakuen erzeugen und dabei nur unregelmäßig Saugen, im Schnitt 2–3-mal pro Sekunde. ^{47, 48} Mit zunehmendem Alter erzeugen diese Kinder stärkere Vakuen, verlängern die Dauer der Saugbewegungen und erhöhen die Milchtransferrate. ⁴⁸ Obwohl es nur eine begrenzte Anzahl an Studien über Stillen bei Frühgeborenen gibt, gilt es als klinisch erwiesen, dass sie Schwierigkeiten haben, dauerhaft an der Brust anzulegen, dass sie schwache Vakuen erzeugen sowie dass sie ungleichmäßig verteilte und kurze Saugphasen haben und oftmals an der Brust einschlafen. ^{49, 50} Frühgeborene werden entsprechend häufig unter Zuhilfenahme eines Brusthütchens gestillt, das dem Kind dabei hilft, dauerhaft richtig an der Brust anzulegen ⁵¹, wodurch aber die Ergebnisse des direkten Saugens an der Brust bei Frühgeborenen unklar sind.

Frühgeborene führen auch nicht-nutritives Saugen durch; dabei saugen sie üblicherweise an einem Schnuller oder Finger. Dies wird eng mit einer früheren Erlangung der Fähigkeit zur oralen Nahrungsaufnahme in Verbindung gebracht. ⁵² Einer Fallstudie mit Frühgeborenen zufolge unterscheiden sich die Zungenbewegungen während nicht-nutritiven Saugens an einem Schnuller von denen beim nutritiven Saugen an einer Flasche. Während des nutritiven Saugens bewegten sich der vordere und der hintere Teil der Zunge mehr als beim nicht-nutritiven Saugen. ⁵³ Zukünftige Forschungsarbeiten zur Klärung des Mechanismus, bei dem nicht-nutritives Saugen Frühgeborenen dabei hilft, die Fähigkeit zur oralen Nahrungsaufnahme früher zu erlangen, könnten sich für die Entwicklung von nicht-nutritiven Saugtrainingsübungen für diese Kinder als vorteilhaft erweisen.

Saug-Schluck-Atem-Koordination

Damit der Stillvorgang erfolgreich verläuft, muss der Säugling nicht nur die Brust entleeren, sondern auch das Schlucken und Atmen koordinieren, um die Milch sicher aus seiner Mundhöhle in das Verdauungssystem zu befördern, wobei eine hohe kardiopulmonale Stabilität gewährleistet werden muss.⁵⁴ Beim Stillvorgang können termingeborene Kinder gleichzeitig saugen und schlucken. Allerdings müssen sie für den Schluckvorgang kurz (ca. 0,5 Sekunden lang) die Atmung unterbrechen.^{54, 55} Im Vergleich zum nicht-nutritiven Saugen ist die Atemfrequenz beim Trinkvorgang während des nutritiven Saugens niedriger (40–65 Atemzüge pro Minute). Die Herzfrequenz ist höher (140–160 Schläge pro Minute), während die Sauerstoffsättigung unverändert bleibt (99 %). All dies beweist die ausgezeichnete Koordinationsfähigkeit des Säuglings.⁴⁰

Termingeborene, gestillte Säuglinge können ihre Saug-Schluck-Atem-Koordination an die sich schnell verändernden Milchflussraten bei der Milchspende anpassen.⁴⁰ Sie müssen ihre Atmung kurz unterbrechen, um zu schlucken, und können dies sowohl beim Ein- als auch beim Ausatmen.^{56–58} Sie können bei starkem Milchfluss schnell ihre Saugphasen verlängern⁴⁰ und auch das Saug-Schluck-Atem-Verhältnis während Phasen des nutritiven und des nicht-nutritiven Saugens verändern. Beispielsweise haben frühere Studien allgemein zwar darauf hingedeutet, dass eine Abfolge von 1:1:1 optimal ist, d. h., dass bei jeder Saugbewegung auch einmal geschluckt und geatmet wird, aber inzwischen wurde festgestellt, dass dieses Verhältnis von 1:1:1 nur selten auftritt. Tatsächlich schwankt dieses Verhältnis während des Milchflusses zwischen 2:1:1 und 3:1:1⁵⁹ und kann auch 12:1:4⁴⁰ erreichen (Abbildung 3). Diese Schwankungen im Verhältnis, die sich beim Stillen ergeben, lassen sich höchstwahrscheinlich mit den Schwankungen des Milchflusses erklären, die während und zwischen den Milchspenden auftreten.⁴⁰

Im Gegenzug haben Frühgeborene vor der 34. Woche nach der Geburt aufgrund von neurologischer Unreife und anderer medizinischer Umstände häufig Schwierigkeiten damit, den Saug-Schluck-Atem-Reflex zu koordinieren.⁶⁰ Bei Säuglingen mit Erkrankungen der Atemwege, wie dem Atemnotsyndrom (Respiratory Distress Syndrome, RDS) oder chronischen Lungenerkrankungen, die eine Sauerstoffversorgung erfordern⁶¹, sind die Saugvakuen weniger stark, die Saughäufigkeit ist geringer und die Saugphasen bei der Flaschenfütterung sind kürzer.^{47, 62, 63}

Frühgeborene, die ab einem postmenstruellen Alter von 32 Wochen beobachtet wurden, schluckten zu Beginn der Flaschenfütterung während verlängerter Atempausen (Apnoen). Sobald sie auf ein postmenstruelles Alter von 36 Wochen zuzugingen, senkten sie tendenziell den Anteil an apnoischen Schluckbewegungen und schluckten mehr beim Beginn der Einatmung bzw. dem Ende der Ausatmung, wenn der Luftstrom nur minimal ist.^{48, 64} Dies wurde bei Frühgeborenen, die gestillt werden, noch nicht untersucht. Ebenso wurde früher ein Saug-Schluck-Atem-Verhältnis von 1:1:1 oder 2:2:1 als optimal und guter Indikator für eine fortgeschrittene Koordination bei der Flaschenfütterung erachtet.⁴⁶ Da diese Verhältnisse beim Stillen nicht festgestellt wurden, kann nicht davon ausgegangen werden, dass sie sich generell auf Frühgeborene anwenden lassen, die von der Mutter gestillt werden.

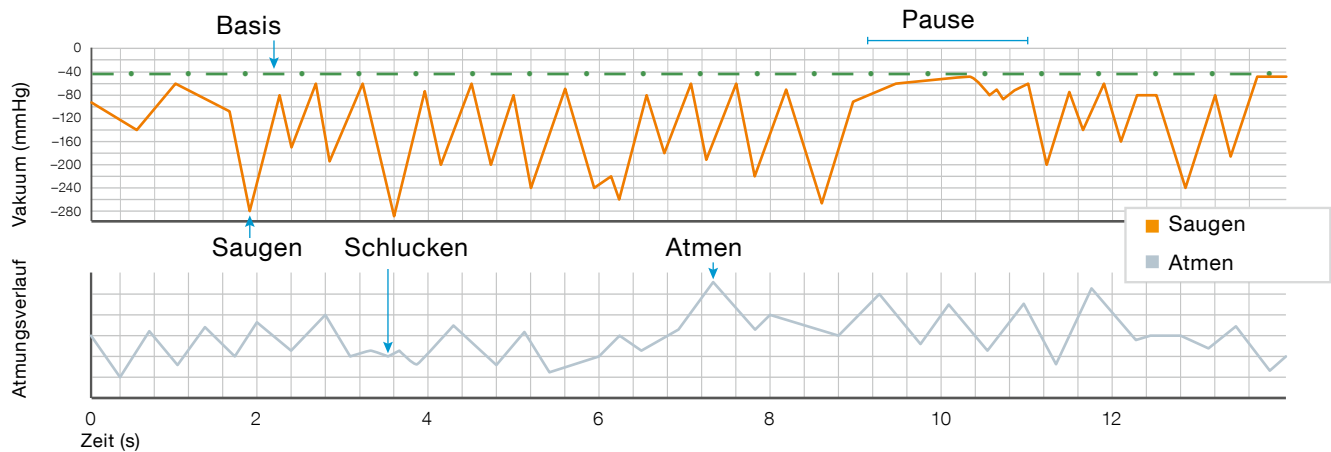


Abbildung 3 – Beispiel für eine synchronisierte Aufzeichnung eines Saug-Schluck-Atem-Musters ⁴⁰

Entwicklung des Nervensystems

Während der mittleren und späteren Gestationsphase und im ersten Jahr nach der Geburt durchlaufen die Leitungsbahnen des Gehirns und des Hirnstamms, die an der oralen Motorik, d. h., Schlucken⁶⁵ und Atmen⁶⁶ beteiligt sind, ein entscheidendes Entwicklungsstadium. Die Myelinisierung des Hirnstamms tritt erst in einem Gestationsalter von 18–24 Wochen auf. In einem Gestationsalter von 20–24 Wochen myelinisieren die Wurzeln der Hirnnerven und die intramedullären Wurzeln der Hirnnerven zur oralen Motorik, was durch die Kiefer- und Zungenbewegungen im Uterus bestätigt wird.⁴² Eine rasche Entwicklung des Gehirngewebes und der Höhepunkt der Synaptogenese der Medulla treten in einem Gestationsalter von 34–36 Wochen auf. Zu diesem Zeitpunkt wird der Saug-Schluck-Atem-Reflex als sicher und koordiniert erachtet;⁶⁷ allerdings ergab eine Studie, dass Stillen bei Frühgeborenen in einem Gestationsalter von 29 bis 36 Wochen sicher ist.⁶⁸ Bis zur 40. Woche erfolgt die Myelinisierung der Formatio reticularis, des Nucleus ambiguus und des Nucleus tractus solitarius im Gehirnstamm; dadurch verbessern sich das Kauen (Mastikation), das Schlucken und die Atemkontrolle und daher auch die Koordination des Saug-Schluck-Atem-Vorgangs, die für das Stillen und die Flaschenfütterung nötig ist.⁶⁰ Die Myelinisierung der subkortikalen und kortikalen Regionen, die in das Schlucken involviert sind, findet einen Monat nach der Geburt zeitgleich mit vielseitigeren Saug- und Schluckbewegungen statt.⁶⁹

Frühgeborene kommen vor diesen entscheidenden Abschnitten in der Entwicklung des Nervensystems auf die Welt, die normalerweise in einem mittleren bzw. späten Gestationsalter auftreten. Dies wirkt sich auf ihre Fähigkeit zur anfänglichen oralen Nahrungsaufnahme aus. Frühgeborene müssen nach der Geburt schnell beim Wachstum und der Entwicklung des Nervensystems nachholen.⁷⁰ Da das Gehirn in den letzten 6 bis 8 Wochen der Gestation um ein Drittel wächst, ist z. B. das Gehirnvolumen von Frühgeborenen, die in der 32. Woche auf die Welt kommen, bei der Geburt um 35 % geringer als bei termingeborenen Kindern. Bei diesen Frühgeborenen muss das verbleibende Wachstum nach der Geburt vonstattengehen.⁷⁰ Da das schnellste Gehirnwachstum normalerweise mit der Anreicherung von Docosahexaensäure (DHA) und Arachidonsäure (AA) aus der Plazenta im letzten Drittel der Schwangerschaft einhergeht⁷¹, ist die Versorgung mit Muttermilch besonders wichtig. Die Milch von Müttern von Frühgeborenen enthält 20 % mehr mittelkettige Fettsäuren (DHA und AA) als die Milch von Müttern von termingeborenen Kindern.^{72, 73}

Herausforderungen an die Nahrungsaufnahme auf der neonatologischen Intensivstation



Abbildung 4 – Beispiel für Hautkontakt zwischen Mutter und Kind

Stillen ist eine Partnerschaft zwischen Mutter und Kind. Deshalb betreffen Probleme auf einer Seite immer beide Beteiligten. Eine Frühgeburt führt für die Mutter, das Kind sowie für die Ärzte und die Fachpersonen zu einzigartigen Herausforderungen bei der Ernährung, die jeweils individuell berücksichtigt werden müssen.

Herausforderungen für die Mutter

Mütter von Frühgeborenen haben häufig Schwierigkeiten damit, die Laktation zu initiieren, da sich ihre Brüste noch in einem frühen Entwicklungsstadium befinden, kein ausreichender Saugkontakt seitens des Kindes besteht, sie die Erfahrungen der Frühgeburt verarbeiten müssen und sie keinen ausreichenden Zugang zu den richtigen Hilfsmitteln und einer zeitnahen Unterstützung haben.⁷⁴ Deshalb sind viele Mütter von Frühgeborenen am Anfang auf das Abpumpen der Muttermilch angewiesen. Fast alle Mütter von Frühgeborenen auf der neonatologischen Intensivstation leiden während der ersten Wochen nach der Entbindung unter starkem Stress und Schlafmangel und machen sich große Sorgen, was sich zusätzlich negativ auf die Initiierung und Aufrechterhaltung der Laktation auswirken kann.^{75, 76} Stresssituationen, z. B. die Trennung von Mutter und Kind sowie mangelnde Unterstützung beim Abpumpen der Milch, können vorübergehend den Milchspendereflex stören, indem sie die Oxytocinausschüttung hemmen⁷⁷ und entsprechend die Milchmenge senken, die dem Kind gegeben oder abgepumpt werden kann⁷⁸. Die Unterstützung der Mütter von Frühgeborenen bei der Initiierung der Laktation und die möglichst häufige Anregung zum Hautkontakt zwischen Mutter und Kind (Abbildung 4) sind die ersten entscheidenden Maßnahmen zur Verbesserung der Stillergebnisse für Mutter und Kind.

Herausforderungen für den Säugling

Frühgeborene sind zu Beginn der oralen Nahrungsaufnahme ebenfalls mit Herausforderungen konfrontiert.⁶¹ Aufgrund ihrer neurologischen und gastrointestinalen Unreife und weiterer medizinischer Komplikationen wie Hypotonie, gastroösophagealem Reflux und chronischen Lungenerkrankungen⁷⁹ ist es oft schwierig für Frühgeborene, sofort an der Brust der Mutter zu saugen. Stattdessen muss häufig auf parenterale und enterale Ernährung zurückgegriffen werden. Frühgeborene versuchen sich normalerweise in einem Gestationsalter von 32 bis 34 Wochen an der oralen Nahrungsaufnahme oder sobald ihr kardiopulmonaler Zustand als stabil gilt.⁶¹ Hier gibt es jedoch signifikante Abweichungen, abhängig vom Gestationsalter des Kindes bei der Geburt, vom Geburtsgewicht, von bestehenden Erkrankungen und von der Gesundheitseinrichtung.^{61, 80} Da die selbstständige orale Nahrungsaufnahme ein Schlüsselkriterium für die Entlassung Frühgeborener aus dem Krankenhaus ist⁶¹, ist die frühestmögliche Entwicklung der Fähigkeit zur oralen Nahrungsaufnahme entscheidend.

Während Frühgeborene die Fähigkeit zur oralen Nahrungsaufnahme erwerben, werden sie auch mit Stresssituationen wie unzureichender Sauerstoffsättigung, Bradykardie, Apnoen, Verschlucken und Aspiration konfrontiert.⁸²⁻⁸⁴ Während des Stillens – und häufiger noch während des Fütterns mit der Flasche – kann die Kombination aus Milchfluss und unreifer Koordination des Saug-Schluck-Atem-Reflexes^{85, 86} beim Schlucken unfreiwillige Reflexe wie Würgen, Husten und Spucken auslösen,⁸⁷ insbesondere bei sehr unreifen Kindern.⁸⁸ Stressfaktoren wie schmerzhaftes Prozeduren oder mangelnder Kontakt zur Mutter während des Krankenhausaufenthalts werden im Vergleich zu termingeborenen Kindern im gleichen Alter mit Veränderungen der Gehirnstruktur in Verbindung gebracht.^{89, 90} Deshalb ist es möglich, dass Säuglinge, die für das Erlernen einer sicheren oralen Nahrungsaufnahme mehr Zeit benötigen und entsprechend erst mit Verzögerung aus dem Krankenhaus entlassen werden, ähnliche Veränderungen bei der Entwicklung des Nervensystems haben. Es ist unbestritten, dass eine mangelhafte orale Nahrungsaufnahme bei termingeborenen Neugeborenen zu einem schlechter entwickelten Nervensystem im Alter von 18 Monaten führt.⁹¹ Hilfsmittel, die den Stress für Mutter und Kind während der Initiierung der Laktation minimieren und die orale Nahrungsaufnahme von Frühgeborenen unterstützen, haben ein großes Potenzial zur Verbesserung der langfristigen gesundheitlichen Entwicklung des Kindes.

Überwindung der Herausforderungen an die Nahrungsaufnahme auf der neonatologischen Intensivstation

Die Versorgung von Frühgeborenen mit so viel Muttermilch wie möglich und das direkte Stillen durch die eigene Mutter sollten zu den wichtigsten Zielen von neonatologischen Intensivstationen zählen. Evidenzbasierte Lösungen sind erforderlich, um allen Herausforderungen zu begegnen, die auftreten und die Entwicklung der Nahrungsaufnahme auf neonatologischen Intensivstationen beeinflussen könnten.

Unterstützung der Mutter

Die Unterstützung der Mutter durch frühes und häufiges Abpumpen steigert die Initiierung der Laktation nach einer Frühgeburt signifikant. Ein Abpumpen während der ersten Stunde nach der Geburt wird im Vergleich zu sechs Stunden nach der Geburt mit einer erhöhten Milchproduktion in der ersten Woche und drei Wochen nach der Geburt in Verbindung gebracht.⁹² Findet weniger als sechs Mal täglich ein Abpumpen statt, so wird dies im Vergleich zu Müttern, die häufiger abpumpen, mit einer reduzierten Milchproduktion in Verbindung gebracht.⁹³ Beidseitiges Abpumpen (Abbildung 5) hat sich bei der Milchproduktion ebenfalls durchgehend als effektiver und effizienter erwiesen als sequentielles Abpumpen, da mit dieser Methode sowohl ein höherer Prozentsatz der verfügbaren Milch als auch ein größeres Milchvolumen⁹⁴⁻⁹⁶ mit einem höheren Fettgehalt⁹⁶ gebildet werden konnte. Es wird deshalb empfohlen, mindestens acht Mal täglich (24 Std.) beidseitig abzupumpen.^{94, 95}

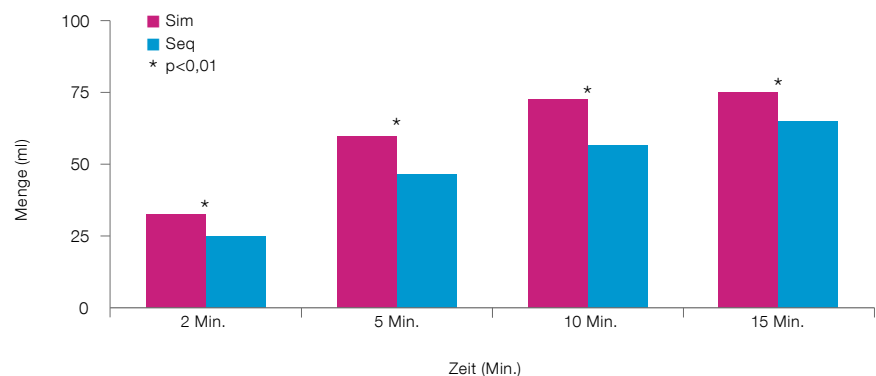


Abbildung 5 – Gewonnene Milchvolumen im Vergleich von beidseitigem Abpumpen (Sim) und sequenziellem einseitigen Abpumpen (Seq)⁹⁶

Elektrische Milchpumpen arbeiten mit einem Mechanismus, der Saugstärke (Vakuum) und Saugbewegungen (Häufigkeit der Zyklen pro Minute) miteinander kombiniert. Durch eine Analyse des Verhaltens von termingeborenen Kindern beim Stillen wurde festgestellt, dass sich das Saugmuster von Säuglingen von schnell vor dem Milchspendereflex auf langsamer und regelmäßiger mit Beginn des Milchflusses ändert.^{99, 97} Entsprechend wurde eine Reihe von elektrischen Pumpen konzipiert, die das Zweiphasenmuster aus Stimulation und Abpumpen der Milch beim Stillen simulieren. Dieses standardmäßige Zwei-Phasen-Muster umfasst eine Stimulationsphase mit einer Zyklusfrequenz von mehr als 100 Zyklen pro Minute zur Stimulation des Milchflusses und eine Abpumpphase mit einer langsameren Zyklusfrequenz von ca. 60 Zyklen pro Minute zur Entleerung der Brust.⁹⁸ Elektrische Milchpumpen für den Krankenhausgebrauch, die dieses Muster mit dem höchsten Vakuum anwenden, das für die Mutter angenehm ist, haben sich beim Entleeren der Brust als effektiver und angenehmer erwiesen als elektrische Pumpen mit nur einer Phase, die lediglich abpumpen.^{98, 99}

Vor Kurzem wurde nachgewiesen, dass ein Pumpmuster, welches das Saugmuster eines Neugeborenen vor der Initiierung der Laktation simuliert, die Milchbildung bei Müttern verbessert, die auf das Abpumpen angewiesen sind. Das bis zur sekretorischen Aktivierung erfasste Initiierungsmuster bestand aus 3 Phasen, die 15 Minuten lang variierten. Diese umfassten

2 Stimulationsphasen mit Zyklusfrequenzen von 120 und 90 Zyklen pro Minute und eine Abpumpphase mit Zyklusfrequenzen zwischen 34 und 54 Zyklen pro Minute. Mütter, die dieses Muster bis zur Initiierung anwendeten und nach der Initiierung auf das 2-Phasen Pumpprogramm zurückgriffen, produzierten zwischen dem 6. und dem 13. Tag nach der Geburt signifikant mehr Milch pro Tag als Mütter, die nur das standardmäßige 2-Phasen-Pumpmuster einsetzten, und ihre Milchmenge pro Minute war im Vergleich ebenfalls erhöht.¹⁰⁰

Weitere Faktoren, die bei der Milchproduktion unterstützend wirken, sind: Pumpen am Bett oder in einer ruhigeren Umgebung, um den Stress der Mutter zu senken;⁴⁹ Hautkontakt, der mit erhöhter Milchproduktion und einer verlängerten Stillzeit in Verbindung gebracht wird;³³⁻³⁶ nicht-nutritives Saugen an der Brust, das vermutlich die Oxytocin- und Prolaktinausschüttung stimuliert und die Milchproduktion verbessert; und Brustmassagen während des Abpumpens, die mit einem Anstieg des Milchvolumens^{94, 101} und des Kaloriengehalts der Milch in Verbindung gebracht werden¹⁰².

Eine familienzentrierte Pflege kann ebenfalls zur Stressreduktion bei Mutter und Kind beitragen und die Ernährungssituation verbessern.¹⁰³⁻¹⁰⁵ Eine Pflege, welche die Anwesenheit der Eltern fördert und der Familie einen besseren Zugang zur neonatologischen Intensivstation ermöglicht, wird mit einer Verbesserung der Stillergebnisse bei Frühgeborenen in Verbindung gebracht. Insbesondere Krankeneinrichtungen, die es den Eltern ermöglichen, bei ihren Kindern zu bleiben, fördern das Stillen.¹⁰³ Wenn Eltern bei ihrem Kind bleiben können, unterstützt dies den Aufbau einer Bindung zwischen Eltern und Kind, und es ergibt sich häufiger die Gelegenheit zum Stillen.¹⁰⁴ Gleichermäßen gilt die Einbindung der Eltern in die Pflege des Kindes als entscheidend für die Verbesserung der eigenen Wahrnehmung ihres Kindes und für die Stressminderung auf Seiten der Eltern.¹⁰⁵

Unterstützung des Säuglings

Die Unterstützung der Entwicklung der Nahrungsaufnahme eines Frühgeborenen ist ein komplexes Thema. Wenn Frühgeborene anfangs nicht zur oralen Nahrungsaufnahme fähig sind, steht häufig zunächst die Versorgung mit Nahrung im Mittelpunkt. Die Ernährungs- und Versorgungsmethoden können vom Gestationsalter bei der Geburt, vom Geburtsgewicht, von medizinischen Komplikationen und von den Gesundheitseinrichtungen abhängen. Die Nahrungsversorgung kann über eine parenterale und enterale Ernährung beginnen, wenn das Kind in einem medizinisch instabilen Zustand oder zu unreif für die orale Nahrungsaufnahme ist (Abbildung 6). Die Versorgung mit Muttermilch während dieser Zeit ist entscheidend, um Infektionen zu vermeiden und die langfristige gesundheitliche Entwicklung des Kindes zu verbessern. Bei der Umstellung des Kindes von enteraler auf orale Ernährung kann die Unterstützung des Kindes bei der sicheren und effektiven Nahrungsaufnahme sicherstellen, dass es so früh wie möglich aus dem Krankenhaus entlassen werden kann.

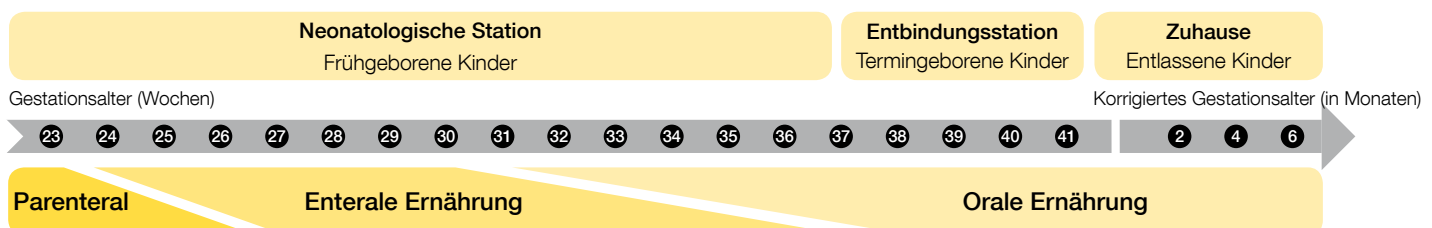


Abbildung 6 – Generelle schematische Darstellung der Entwicklung hin zur oralen Nahrungsaufnahme

Erste Ernährung

Frühgeborene verfügen bei der Geburt nur über begrenzte Nährstoffreserven und unterliegen der Gefahr, signifikante Nährstoff- und Wachstumsdefizite zu entwickeln. Die Ernährung Frühgeborener hat deshalb das vorrangige Ziel, postnatale Wachstumsgeschwindigkeiten zu erreichen, die körperliche Entwicklung von termingeborenen Kindern nachzuholen und gleichzeitig extrauterine Wachstumsverzögerungen zu vermeiden.¹⁰⁶ Dies stellt aufgrund der schnellen Gewebezunahme eine Herausforderung dar, insbesondere für Säuglinge mit einem sehr niedrigen Geburtsgewicht (< 1500 g).¹⁰⁷

Die parenterale Ernährung ist eine intravenöse Ernährungsmethode, die den Nährstoffbedarf deckt, wenn der normale Stoffwechsel- und Nährstoffbedarf mit enteraler Ernährung nicht gedeckt werden kann. Die parenterale Ernährung soll die richtigen Nährstoffe bereitstellen, insbesondere Proteine, um den Anabolismus und das Wachstum des Kindes zu fördern. Fast alle Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht von < 1500 g werden während der ersten Tage nach der Geburt parenteral ernährt.¹⁰⁸

Parenterale Ernährung ist indiziert, wenn eine Ernährung auf enteralem Weg (gastrointestinal) unmöglich oder gefährlich ist. Frühgeborene können Probleme mit einem unreifen Magen-Darm-Trakt und gleichzeitig das Risiko einer nekrotisierenden Enterokolitis (NEC) haben. Dies und eine hohe Inzidenz an muskulärer und neurologischer Unreife, eine Beeinträchtigung der Atmung sowie andere Erkrankungen sind die Gründe dafür, dass direkt nach der Geburt eine parenterale Ernährung empfohlen wird.¹⁰⁸ Die Vorteile der parenteralen Ernährung bei Kindern in stabilerem Zustand, die in einem Gestationsalter von > 32 Wochen zur Welt kamen, sind weniger offensichtlich. Dennoch wird die parenterale Ernährung oft während des Übergangs zur vollständigen enteralen Ernährung eingesetzt. Die durchschnittliche Einsatzzeit von parenteraler Ernährung bis zur vollständigen enteralen Ernährung beläuft sich üblicherweise auf 1–2 Wochen, wobei diese vom Grad der Unreife abhängt.¹⁰⁷

Die parenterale Ernährung enthält normalerweise eine Mischung aus Aminosäuren, Traubenzucker, Fetten, Vitaminen und Mineralstoffen. Bei einer frühen parenteralen Ernährungsstrategie, auch „aggressive“ parenterale Ernährung genannt, wird eine hohe Dosis an Aminosäuren (≥ 2 g/kg/Tag) als parenterale Ernährung in den ersten Stunden nach der Geburt verabreicht.^{107, 109–112} Dieses Vorgehen verhindert erwiesenermaßen postnatale Wachstumsstörungen, verkürzt die Dauer der rein parenteralen Ernährung und verbessert die langfristige Entwicklung des Nervensystems. Die frühe Verwendung von Lipiden ist ebenfalls sicher und stellt eine wichtige Energiequelle (≥ 2 g/kg/Tag) direkt nach der Geburt dar. Das Volumen der parenteralen Ernährung sollte in den ersten 3 Tagen nach der Geburt auf etwa 150 ml/kg/Tag ansteigen und damit einer täglichen Kalorienversorgung von ca. 100 kcal/kg/Tag entsprechen.¹⁰⁷ Das mütterliche Kolostrum, das eine hohe Konzentration an Zytokinen und anderen Immun-Wirkstoffen enthält, kann sich auch vorteilhaft auswirken, wenn es Kindern mit extrem niedrigem Geburtsgewicht während der ersten Lebensstages oropharyngeal verabreicht wird. Die orale Verabreichung von Kolostrum kann das oropharyngeale Lymphgewebe stimulieren und die Mundschleimhaut des Säuglings vor Infektionen schützen.^{113, 114}

Trotz der Bedeutung der parenteralen Ernährung müssen bei deren Einsatz die Risiken und die Vorteile abgewogen werden. Säuglinge mit sehr niedrigem Geburtsgewicht und geringer Körpergröße in Bezug auf ihr Gestationsalter bei der Geburt verfügen nicht über ausreichende Glykogenvorräte, haben oft Schwierigkeiten, ihren Blutzuckerspiegel aufrechtzuerhalten, und laufen deshalb Gefahr, während der parenteralen Ernährung eine Hypoglykämie zu erleiden. Weiterhin ist die Gefahr von Nährstoffdefiziten bei der parenteralen Ernährung groß, vor allem hinsichtlich Mikronährstoffen und Vitaminen (insbesondere bei fettlöslichen Vitaminen).¹¹⁵ Außerdem wird die parenterale Ernährung – vor allem bei langfristigem Einsatz – mit einer Belastung mit Oxidantien und Leberdysfunktion in Verbindung gebracht.¹¹⁶ Gleichermaßen können bei Verwendung eines zentralen Venenkatheters, der normalerweise in die Nabelvene oder perkutan als peripher eingeführter Venenkatheter (PICC) eingeführt wird, Komplikationen auftreten. Mit PICC wird beim Legen des Katheters häufiger das Risiko einer Sepsis,

einer lokaler Hautinfektionen, einer Thrombophlebitis¹¹⁷ und mechanischer Komplikationen in Verbindung gebracht.

Enterale Ernährung

Mit parenteraler Ernährung wird der unmittelbare Nährstoffbedarf Frühgeborener gedeckt. Allerdings wird eine enterale Nährstoffversorgung mit Muttermilch (über den Darm) nach Möglichkeit vorgezogen.¹⁵ Befindet sich während einer parenteralen Ernährung keine Nahrung im Magen-Darm-Trakt des Kindes, so läuft es Gefahr, Verdauungs- und Resorptionsprobleme zu bekommen. Aus diesem Grund wird bereits in der ersten Lebenswoche mit einer frühen enteralen Ernährung mit Muttermilch begonnen, um die Darmmotilität und -entwicklung zu fördern.¹¹⁸

Bei der enteralen Ernährung sind die Säuglinge entweder noch zu unreif oder in zu schlechter Verfassung, um orales Saugen zu koordinieren. Deshalb wird ihnen Milch über eine Sonde zugeführt, die durch die Nase (nasogastral) oder oftmals durch den Mund (orogastral) in den Magen oder den oberen Dünndarm verläuft. Es gibt nur eingeschränkte Beweise, die die Vor- und Nachteile nasogastraler bzw. orogastraler Sonden gegeneinander abwägen. Es gibt bei beiden Formen Einwände. Nasogastrale Sonden können zum Teil das Atmen beim Saugen erschweren, während sich orogastrale Sonden häufiger nicht an der richtigen Stelle befinden und entsprechend beim Saugen zu Aspiration und Beeinträchtigungen der Atmung führen können.¹¹⁹

Eine enterale Ernährung kann kontinuierlich oder als intermittierende Bolus-Zuführung sein. Eine kontinuierliche Ernährung wird mit einer verbesserten Nahrungsverträglichkeit und einer langsameren Gewichtszunahme in Verbindung gebracht¹²⁰, wobei eine Boluszuführung für bessere hormonelle Reaktionen sorgt, die denen der Ernährung von Erwachsenen ähnlich sind.¹²¹ Da sich bei keiner dieser Methoden eine verbesserte Nährstoffresorption gezeigt hat, gibt es nur begrenzte Daten, die eine dieser Ernährungsmethoden über die andere stellen.¹²¹

Normalerweise wird mit der enteralen Ernährung langsam begonnen, wobei die parenterale Ernährung schrittweise zurückgefahren wird, während die über die enterale Ernährung zugeführten Mengen gesteigert werden. Eine enterale Ernährung kann durch Nahrungsunverträglichkeiten, Infektionen, Magen-Darm-Anomalien und Nierenfunktionsstörungen erschwert werden, und eine schnelle Steigerung der zugeführten Menge wird mit einem gehäuften Auftreten einer nekrotisierenden Enterokolitis (NEC) in Verbindung gebracht.^{122, 123} Für die trophische Ernährung werden Verabreichungen in kleinen Boli von jeweils 1–3 ml/kg empfohlen, wobei 15 ml/kg/Tag nicht überschritten werden dürfen.^{118, 124} Früh mit teilweiser enteraler Ernährung zu beginnen wird mit einer verkürzten Übergangszeit zur vollständigen enteralen Ernährung und mit kürzeren Krankenhausaufenthalten in Verbindung gebracht. Jedoch variiert der Zeitpunkt der Einführung der enteralen Ernährung sehr stark je nach Krankenhaus.^{125, 126} Der Übergang von parenteraler zu enteraler Ernährung wird durch verschiedene klinische Faktoren bestimmt, welche die Nahrungsverträglichkeit beurteilen. Dazu zählen Bauchauftreibung und Druckempfindlichkeit des Bauches, gastrische Restvolumina und deren Eigenschaften, Stuhlmenge und klinische Zustände.¹¹⁸

Während Muttermilch für die enterale Ernährung und jede orale Ernährung auf der neonatologischen Intensivstation stark empfohlen wird, muss sie, ob frisch oder eingefroren, häufig mit Proteinen, Nährstoffen, Vitaminen und Mineralien angereichert werden²³, um den hohen Nährstoffbedarf zu decken, den Frühgeborene für ihr Wachstum haben. Wenn keine oder nicht genügend eigene Muttermilch verfügbar ist, wird enterale Ernährung häufig durch Frauenmilch (von Spenderinnen) ergänzt.^{7, 127} Frauenmilch enthält üblicherweise weniger Proteine als die eigene Muttermilch und muss deshalb stärker angereichert werden.^{7, 128} Steht keine Mutter- bzw. Frauenmilch zur Verfügung, werden Frühgeborene mit Formulanahrung ernährt. Da die Bioverfügbarkeit von Nährstoffen geringer ist als bei Mutter- bzw. Frauenmilch und die Versorgung mit Formulanahrung mit negativen klinischen Ergebnissen in Verbindung gebracht wird, wird sie im Allgemeinen nicht zur Ernährung Frühgeborener empfohlen.¹²⁹ Eine ausschließliche Versorgung mit Mutter-/Frauenmilch und Fortifier auf Basis von humaner Milch senkt

erwiesenermaßen das Risiko einer nekrotisierenden Enterokolitis (NEC) im Vergleich zu einer Ernährung auf Grundlage der Muttermilch, die mit Produkten aus Kuhmilch ergänzt wird.¹³⁰

Übergang zur oralen Nahrungsaufnahme

Bei Sondenernährung wird das Saugen an einem Schnuller (nicht-nutritives Saugen) mit einem erleichterten Übergang von Sonden- zu oraler Ernährung in Verbindung gebracht.¹³¹ Ein Cochrane Review hat ergeben, dass nicht-nutritives Saugen bei Frühgeborenen durchgehend für kürzere Krankenhausaufenthalte, kürzere Übergangszeiten zwischen Sondenernährung und Flaschenfütterung sowie für ein einfacheres Füttern mit der Flasche sorgt. Andere klinische Ergebnisse haben sich nicht durchgängig gezeigt. Dies gilt auch für Unterschiede bei der Gewichtszunahme, der Nahrungsverträglichkeit oder dem Alter bei der vollständigen oralen Nahrungsaufnahme. Da sich einige positive, aber keinerlei negative klinische Ergebnisse gezeigt haben, wird nicht-nutritives Saugen bei allen Frühgeborenen auf der neonatologischen Intensivstation empfohlen.¹³²

Eine vollständige orale Nahrungsaufnahme an der Brust oder über die Flasche ist ein wichtiges Kriterium für die Entlassung aus den meisten neonatologischen Intensivstationen, was den Übergang von der enteralen zur oralen Ernährung besonders wichtig macht. Die Bereitschaft zur oralen Nahrungsaufnahme hängt von vielen Faktoren ab, z. B. der Entwicklung des Nervensystems, den Verhaltensweisen, der Saug-, Schluck- und Atemkoordination sowie dem kardiorespiratorischen Zustand. Unabhängig von Reife, Alter und Gewicht bestehen Empfehlungen zur Bereitschaft zur Nahrungsaufnahme auf Grundlage der kardiorespiratorischen Stabilität.⁶⁸ Allerdings werden zur Bestimmung der Bereitschaft eines Kindes zur oralen Nahrungsaufnahme einrichtungsabhängig das korrigierte Gestationsalter, das Gewicht des Kindes und Einschätzungen zu dessen Entwicklungsstand herangezogen.^{80, 105, 133} Methoden zur Einschätzung, wie bereit ein Kind ist, die orale Nahrungsaufnahme zu initiieren, senken erwiesenermaßen die Übergangszeit von parenteraler Ernährung zur vollständigen oralen Nahrungsaufnahme.^{105, 134}

Stillen

Wenn auch in den Einrichtungen bzw. Ländern große Unterschiede in der derzeitigen Praxis der Verabreichung von Muttermilch durch Stillen bzw. Flaschenfütterung bestehen, empfiehlt es sich, mit der oralen Nahrungsaufnahme durch Stillen zu beginnen.¹⁰³ Obwohl auf den meisten neonatologischen Intensivstation die Ernährung mit Muttermilch gefördert wird, kann es vorkommen, dass das direkte Stillen vernachlässigt wird. Es gibt immer mehr Beweise dafür, dass frühes Stillen auf der neonatologischen Intensivstation Vorteile mit sich bringt. Es wird außerdem mit einer früheren Entlassung¹³⁵ und allgemein mit häufigerer Ernährung mit Mutter-/Frauenmilch¹³⁶ in Verbindung gebracht. Dennoch hängt die Möglichkeit, auf der neonatologischen Intensivstation zu stillen, von der Milchproduktion, dem Stress und anderen familiären Verpflichtungen der Mutter, der neonatologischen Intensivstation oder Krankenhausesrichtungen und der Stabilität des Säuglings ab.^{68, 137}

Sobald der Säugling in einem stabilen Zustand ist, können Mütter zum Hautkontakt mit dem Kind angeregt werden und ihm den Zugang zur Brust ermöglichen. Dies kann erfolgen, während das Kind enteral ernährt wird, da hierbei regelmäßig die Gelegenheit besteht, das Stillen an der Brust zu üben.¹⁰³ Entwicklungsfördernde Verfahren, bei denen das Verhalten von Frühgeborenen überwacht wird und sie bei Anzeichen von Stress und Müdigkeit zu Ruhepausen animiert werden, führen zu einem besseren Ernährungsverhalten. Eine Stressminderung für den Säugling durch weniger Licht, Lärm und Umgang mit ihm sowie längere Ruhepausen werden mit Verbesserungen beim kurzfristigen Wachstum und beim Übergang zur oralen Nahrungsaufnahme sowie mit kürzeren Krankenhausaufenthalten in Verbindung gebracht.¹⁰⁵

Normalerweise wird der Übergang zur oralen Nahrungsaufnahme in einem Gestationsalter von 32–34 Wochen initiiert, manchmal allerdings auch erst zwischen der 34. und der 36. Woche, wenn angenommen wird, dass die Saug-Schluck-Atem-Koordination vor der 34. Woche unzureichend ausgereift ist.⁶⁸ Jedoch ist ein früherer Übergang zur oralen Nahrungsaufnahme



Abbildung 7 – Brusthütchen im Einsatz

eventuell vorteilhafter.⁶⁸ Zu Beginn der Übergangsphase können Säuglinge einmal täglich gestillt werden. Während dieser Zeit kann zwischen Stillen und enteraler Ernährung gewechselt werden, damit das Kind zwischen den Phasen der Nahrungsaufnahme ruhen kann. Bei Kindern, die ihren Nahrungsbedarf nicht vollständig mit Stillen decken, kann die verbleibende Menge über eine Sonde zugeführt werden. Während sich Kinder aufgrund der oralen Nahrungsaufnahme dahingehend weiterentwickeln, dass sie physiologisch stabil sind und sie ihren Nahrungsbedarf decken können, saugen sie häufiger pro Tag und erhalten weniger Nahrung über die Sonde.⁸⁰ Bei manchen Müttern gestaltet sich die Fahrt in die Klinik problematisch und familiäre Verpflichtungen können bei manchen Müttern das Stillen erschweren. Krankenhäuser, die es den Eltern ermöglichen, bei ihrem Kind zu bleiben, fördern ein früheres Stillen. In Fällen, in denen die Mutter nicht immer verfügbar ist, werden Frühgeborene oftmals über eine Kombination aus Stillen und alternativen Fütterungsmethoden wie der Muttermilchfütterung durch eine Flasche ernährt. Weiterhin sind die Unterstützung bei der Laktation und die Kontinuität der Betreuung während des Aufenthalts auf der neonatologischen Intensivstation und nach der Entlassung vorteilhaft.¹⁰³

Anfängliches Saugen an der Brust kann Frühgeborenen aufgrund von Müdigkeit, Hypotonie und Koordinationsproblemen beim Saug-Schluck-Atem-Reflex schwerfallen. Da Frühgeborene mit Saugern mit langsamem Milchfluss ein besseres Saug-, Schluck- und Atemverhalten zeigen¹³⁹, kann eine nach dem Abpumpen teilweise oder vollständig entleerte Brust dem Kind ermöglichen, mit dem Saugen in einem Gestationsalter von < 32 Wochen zu beginnen⁴⁹; allerdings hat sich auch schon gezeigt, dass ein Stillen direkt an der vollen Brust bereits in der 29. Woche sicher sein kann.⁶⁸ Füttern zum Teil nach Bedarf hat sich beim Übergang zum Stillen bei Kindern auf der neonatologischen Intensivstation ebenfalls als vorteilhaft erwiesen; hierbei wird dem Kind die Brust gegeben, wenn es Anzeichen von Hunger zeigt. Wenn das Kind keine Anzeichen von Hunger zeigt, nachdem eine gewisse Zeit vergangen ist, wird ihm die Brust und ergänzend Nahrung gegeben.⁶⁸ Diese Methode in Kombination mit frühem und häufigem Stillen und Hautkontakt erhöht erwiesenermaßen die Wahrscheinlichkeit, dass zu einem früheren Zeitpunkt des Aufenthalts auf der neonatologischen Intensivstation erfolgreich gestillt wird.⁶⁸

Beim Hautkontakt bzw. der sogenannten Känguru-Methode trägt das Kind lediglich eine Windel und wird zwischen den Brüsten der Mutter oder der Brust einer Bezugsperson gehalten, um ihm Wärme und Sicherheit zu vermitteln. Hautkontakt wird mit signifikanten Vorteilen während der frühen Phase nach der Geburt und beim Beginn des Stillens in Verbindung gebracht. Er verbessert vor allem die Regulierung der Körpertemperatur und die Stabilität des Frühgeborenen und gibt dem Kind mehr Gelegenheit zu Saugversuchen.¹⁴⁰ Auch für Mütter ist der Hautkontakt von Vorteil, da er die Milchproduktion fördert und zu früherem Stillen und längeren Stillphasen führt.^{33, 141, 142}

Ein Brusthütchen kann beim Stillen eines Frühgeborenen ebenfalls helfen (Abbildung 7). Das Brusthütchen wird normalerweise über der Mamille und Areola platziert, um das Anlegen des Kindes an der Brust zu erleichtern und Schmerzen an der Mamille beim Stillen zu minimieren. Brusthütchen werden auch gerne eingesetzt, um Frühgeborene an der Brust anzulegen und den Milchtransfer zu erhöhen.¹⁴³ Frühgeborene, die auf der neonatologischen Intensivstation mit einem Brusthütchen gestillt wurden, konnten mehr Milch aufnehmen als jene, die ohne Brusthütchen angelegt wurden. Weiterhin haben sich bei einer durchschnittlichen Brusthütchenverwendung von 26 Tagen keine negativen Auswirkungen auf die Dauer des Stillens nach der Entlassung gezeigt.⁵¹ Bei termingeborenen Kindern konnte kein Unterschied beim Milchtransfer mit und ohne Brusthütchen in der frühen Phase nach der Geburt festgestellt werden.¹⁴⁴ Jedoch sind die Auswirkungen einer langfristigen Verwendung von Brusthütchen unbekannt. Bei termingeborenen Säuglingen wurden bezüglich der Brusthütchenverwendung Bedenken hinsichtlich Milchproduktion und Saugverwirrung festgestellt. Deshalb empfiehlt sich eine Überwachung der Milchmenge bei der Brusthütchenverwendung.¹⁴³

Flaschenfütterung

In Abwesenheit der Mutter kann Flaschenfütterung mit Stillen und Sondenernährung kombiniert werden. Bei Säuglingen, die mit der Flasche gefüttert werden, sind jedoch grundsätzlich die Sauerstoffsättigung und die Herzfrequenz schlechter; es kommt zu Sauerstoffsättigungsabfällen, erhöhten Körpertemperaturen und zu einem niedrigeren Energieverbrauch als bei Säuglingen, die gestillt werden.^{83, 84, 145, 146} Eine nasogastrale Sonde wirkt sich ebenfalls auf die Fähigkeit eines Frühgeborenen zur Nahrungsaufnahme aus. Beim Übergang von enteraler Ernährung zur Flaschenfütterung zeigen sich bei Kindern während des Fütterns dreimal mehr Abfälle der Sauerstoffsättigung als bei der enteralen Nahrungsaufnahme;¹⁴⁷ außerdem ergeben sich niedrigere Tidalvolumina, eine schlechtere Atmung und verlängerte Abfälle der Sauerstoffsättigung bei der Flaschengabe, wenn eine nasogastrale Sonde eingesetzt ist.¹⁴⁸

Konventionelle Sauger, die mit Flaschen verwendet werden, sind anders konzipiert als die Mamille der Mutter. Die Milch fließt kontinuierlich unter dem Einfluss der Schwerkraft; die Flussrate hängt von der Größe der Saugeröffnung ab und der Sauger ist komprimierbarer als die Mamille der Mutter.¹⁴⁹ Deshalb gibt es physiologische Unterschiede zwischen Stillen und Flaschenfütterung, insbesondere da beim Stillen die Milch bei der Milchabgabe immer nur vorübergehend fließt und nicht durchgehend verfügbar ist wie bei der Flaschenfütterung.¹⁴⁹ Deshalb saugt und schluckt ein Kind unregelmäßig und häufiger, wenn ein konventioneller Sauger verwendet wird. Kinder setzen bei Verwendung eines konventionellen Saugers auch niedrigere Vakuen und andere Zungenbewegungen ein.¹⁵⁰ Die Sauerstoffsättigung und die Herzfrequenz sind schlechter und es kommt zu Abfällen der Sauerstoffsättigung.^{83, 84, 145, 146}

Insbesondere bei Frühgeborenen kommt es zu Abfällen der Sauerstoffsättigung, Aspiration und Verschlucken bei der Verwendung von konventionellen Saugern, die einen hohen oder unbeschränkten Milchfluss zulassen, im Vergleich zu Saugern, die lediglich einen niedrigen oder beschränkten Milchfluss ermöglichen.¹⁵¹ Es gibt in zunehmendem Maß Beweise dafür, dass Frühgeborene effektiver saugen, wenn der Milchfluss niedriger ist, vor allem dann, wenn sie die Milchmenge kontrollieren können.^{139, 151} Sauger mit einem beschränkten Fluss (kleinere Saugeröffnung) verbessern erwiesenermaßen die orale Nahrungsaufnahme bei Frühgeborenen und erhöhen die Milchaufnahme, senken die Dauer des Fütterns und steigern die Verträglichkeit im Vergleich zu Standardsaugern.¹³⁹ Studien haben insbesondere aufgezeigt, dass es vorteilhaft ist, wenn dem Kind die Regulierung des Milchflusses dahingehend ermöglicht wird, dass die Milch nur dann fließt, wenn das Kind aktiv saugt – im Gegensatz zu konventionellen Saugern, bei denen die Milch aufgrund der Schwerkraft kontinuierlich fließt. Diese Studien haben auch Probleme im Zusammenhang mit dem Vakuumaufbau in der Flasche gezeigt, wodurch das Füttern mit zunehmend leerer Flasche schwieriger wird.^{139, 151}

Weitere Studien haben aufgezeigt, dass die Verwendung eines Saugers, der so konzipiert ist, dass er die Milch nur dann abgibt, wenn der Säugling ein bestimmtes Vakuumniveau erzeugt, bei termingeborenen Kindern und Frühgeborenen zu einem besseren Ernährungsergebnis führt. Anstatt den Milchfluss durch die Lochgröße des Saugers zu beschränken, lässt ein Ventil den Milchfluss nur dann zu, wenn das Kind ein bestimmtes Vakuumlevel erzeugt. Im Gegensatz zu konventionellen Saugern war das für die Milchentnahme erforderliche Vakuum während der Flaschenfütterung durchgehend gleich. Im Vergleich zu Säuglingen, die gestillt wurden, zeigten termingeborene Kinder, die über einen vakuumgesteuerten Sauger ernährt wurden, ähnliche Zungenbewegungen¹⁴⁹, eine ähnliche Saug-Schluck-Atem-Koordination, Sauerstoffsättigung und Herzfrequenz sowie bei der Milchentnahme ein Vakuum, das nur halb so stark war wie das beim Stillen.¹⁵² Zudem wurde im Vergleich von vakuumgesteuerten Saugern mit Stillen erwiesen, dass Kinder, die über einen vakuumgesteuerten Sauger ernährt werden, ihren Mund im gleichen Winkel öffnen wie Kinder, die gestillt werden, und dass sie ihren Kiefer und Hals ähnlich weit bewegen.¹⁵³ Im Gegensatz dazu verkleinern Kinder, die über einen konventionellen Sauger ernährt werden, den Winkel signifikant bis zu einem Punkt, an dem ihr Anlegen als mangelhaft gilt.¹⁵⁴ Wichtig ist, dass vor dem Hintergrund der Vakuumbildung als entscheidender Faktor für die Milchentnahme über den Sauger keine Unterschiede bei der Sauerstoffsättigung und Herzfrequenz zwischen vakuumgesteuerten Saugern und Stillen festgestellt wurden.¹⁵²



Abbildung 8 – Brusternährungsset im Einsatz

Durch die Anwendung des gleichen Prinzips bei Frühgeborenen wurde ein vakuumgesteuerter Sauger konzipiert, der sie beim Erlernen der oralen Nahrungsaufnahme dazu animieren soll, ihr Vakuum stärker einzusetzen, um somit im Laufe der Zeit bei der Nahrungsaufnahme effizienter und effektiver zu werden.⁸² Frühgeborene, die über einen vakuumgesteuerten Sauger ernährt wurden, wenn die Mutter nicht vor Ort war, um sie zu stillen, wurden 2,5 Tage früher aus der neonatologischen Intensivstation entlassen als Kinder, die über einen Standardsauger ernährt wurden. Außerdem war bei Kindern, die über den vakuumgesteuerten Sauger ernährt wurden, die Wahrscheinlichkeit größer, dass sie im Krankenhaus gestillt wurden.¹⁵⁵ So wie bei dem vakuumgesteuerten Sauger für reife Neugeborene machten Frühgeborene ähnliche Zungenbewegungen und erzeugten ein vergleichbares Vakuum, das halb so stark war wie das beim Stillen, wenn sie mit dem vakuumgesteuerten Sauger für Frühgeborene ernährt wurden.¹⁵⁶ Der Einsatz vakuumgesteuerter Sauger kann vorteilhaft sein, da Säuglinge den Milchfluß mit dieser Art von Saugern ähnlich kontrollieren können wie beim Stillen.⁴⁰

Andere Saugerarten und Flaschen sind dazu gedacht, Kinder mit besonderen Bedürfnissen (z. B. Lippen-Kiefer-Gaumenspalte und Hypotonie) bei der oralen Nahrungsaufnahme zu unterstützen. Kinder mit einer Lippen-Kiefer-Gaumenspalte können die Brust oder konventionelle Sauger häufig nicht abdichten und entsprechend nicht oder nur sehr schwer ein Vakuum erzeugen, um die Milch aus der Brust oder Flasche zu trinken.¹⁵⁷⁻¹⁵⁹ Ebenso können Kinder mit neurologischen Störungen aufgrund einer Hypotonie ähnliche Probleme bei der Erzeugung eines Vakuums haben.^{160, 161} Bei Säuglingen mit besonderen Bedürfnissen wird eine nur in eine Richtung durchlässige Ventil-Membrane zwischen Flasche und Sauger eingesetzt. Dies bedeutet, dass der Sauger sich mit Milch füllen kann, bevor das Kind saugt, sodass keine Luft in den Sauger gelangen kann. Weiterhin ermöglicht ein Schlitzventil an der Saugerspitze dem Kind, den Milchfluss eher über Druck als über ein Vakuum zu kontrollieren. Die Bezugsperson kann die Flasche zusammendrücken, um dem Kind beim Trinken behilflich zu sein. Bei Säuglingen mit Spaltfehlbildung hat sich eine verbesserte Gewichtszunahme gezeigt. Sie können mit zusammendrückbaren Flaschen weniger Probleme haben als mit starren Flaschen.^{162, 163}

Unterstützung für spezielle Bedürfnisse

Fingerfütterung ist eine Option für Kinder, die nicht an der Brust saugen können. Dabei wird neben dem Finger der Fachperson eine mit Milch befüllte Spritze oder ein ähnliches Behältnis, mit einem Ernährungsaufsatz aus weichem Silikon in den Mund des Babys eingeführt. Saugt das Frühgeborene an dem Finger mit der Silikonhülle, erhält es Milch aus dem Ernährungsaufsatz. Der FingerFeeder kann für die Vermeidung von Saugverwirrung vorteilhaft sein und das Saugverhalten unterstützen;¹⁶⁴ allerdings fördert er möglicherweise nicht das Öffnen des Kiefers oder Kieferbewegungen, die denen beim Saugen an der Brust ähneln. Während die bestehenden Forschungserkenntnisse zur Verwendung des FingerFeeder auf neonatologischen Intensivstationen extrem gering sind, ergab eine Studie, dass der Einsatz eines FingerFeeder anstatt einer Flasche auf der neonatologischen Intensivstation zu einer besseren Stillrate und einer früheren Entlassung geführt hat.¹⁶⁵

Schlauchsysteme zur Zusatznahrung (z. B. Brusternährungsset, Abbildung 8) sind eine weitere Methode, über die dem Frühgeborenen zusätzlich Milch verabreicht werden kann, während es an der Brust saugt. Das Brusternährungsset besteht aus einem Schlauch, das mit einem um den Hals der Mutter gelegten Milchreservoir verbunden wird. Die andere Seite des Schlauchs wird an der Brustwarze der Mutter befestigt und versorgt das Kind mit zusätzlicher Nahrung während des Stillens. Dieses Produkt gilt als vorteilhaft, da die Kinder damit direkt an der Brust saugen und es unter Umständen die Milchproduktion der Mütter fördern kann;¹⁶⁶ es gibt jedoch noch keine Studien, die seinen Nutzen auf der neonatologischen Intensivstation beurteilen.

Becherfütterung wurde auf der neonatologischen Intensivstation als Alternative zur enteralen Ernährung und anderen Formen des Zufütterns verwendet. Becherfütterung soll Kindern die Möglichkeit bieten, Milch aufzulecken und anschließend zu schlucken und zu atmen, anstatt

gleichzeitig das Saugen, Schlucken und Atmen zu koordinieren. Verschiedene Becher- und Gefäßformen werden in unterschiedlichen Einrichtungen eingesetzt. Zwar hat sich die Nahrungsaufnahme mit einem Becher schon als vorteilhaft erwiesen, was die Förderung des ausschließlichen Stillens bei der Entlassung aus der neonatologischen Intensivstation angeht^{167, 168, 169}, allerdings wird es auch mit Verschütten der Milch, einer geringen Milchaufnahme¹⁷⁰ und keinerlei Förderung des ausschließlichen Stillens nach 3 bzw. 6 Monaten sowie längeren Krankenhausaufenthalten im Vergleich zur Flaschenfütterung in Verbindung gebracht.¹⁶⁹ Deshalb zieht ein aktueller Cochrane Review das Füttern mit einem Becher der Flaschenfütterung bei Frühgeborenen nicht vor.¹⁷¹ Eine neuere Studie hingegen hat aufgezeigt, dass späte Frühgeborene, die mit einem Becher anstatt mit einer Flasche gefüttert werden, bei der Entlassung nach 3 und 6 Monaten häufiger ausschließlich gestillt werden, wobei es im Vergleich zur Flaschenfütterung keinen Unterschied bei der Länge der Krankenhausaufenthalte gibt.¹⁷² Umfassende randomisierte kontrollierte klinische Studien sind erforderlich, um die Auswirkungen des Einsatzes eines Trinkbeckers bei Frühgeborenen genauer zu verstehen.

Zusammenfassung

Die Ernährung mit Muttermilch und direktes Stillen sind entscheidend für das optimale Wachstum und die bestmögliche Entwicklung Frühgeborener. Die Initiierung der Laktation bei Müttern und die Fähigkeit Frühgeborener zur oralen Nahrungsaufnahme nach der Geburt stellen Herausforderungen dar. Evidenzbasierte Methoden zur Unterstützung von Mutter und Kind sind erforderlich, um eine erfolgreiche Ernährung mit Muttermilch und das Stillen bei der Entlassung aus der neonatologischen Intensivstation zu gewährleisten.

Für die Mutter ist es entscheidend, dass eine optimale Milchproduktion sichergestellt wird; deshalb sollte die neonatologische Intensivstation ein frühes und häufiges Abpumpen nach der Geburt sowie beidseitiges Abpumpen und den Zugang zu elektrischen Milchpumpen zur Maximierung der Milchproduktion fördern. Die neonatologische Intensivstation sollte auch Gelegenheiten bieten, dem Kind so nah wie möglich zu sein, wozu auch der Hautkontakt und die Möglichkeit für Eltern, bei ihrem Kind zu bleiben, zählen.

Methoden, die das Stillen Frühgeborener fördern, umfassen frühe und häufige Stillversuche, Ernährung zum Teil nach Bedarf, Hautkontakt und der Einsatz von Brusthütchen, um das Anlegen an der Brust zu erleichtern. Gleichmaßen kann die Verwendung von Saugern, die dem Kind die Kontrolle des Milchflusses ermöglichen, förderlich sein, um die Saug-Schluck-Atem-Koordination zu verbessern, wenn die Mutter nicht auf der neonatologischen Intensivstation vor Ort sein kann.

Ein Verständnis für die Physiologie des Stillens und der Milchproduktion bei termingeborenen und frühgeborenen Kindern kann Müttern und Kindern zusätzlich dabei helfen, die Herausforderungen bei der Ernährung auf neonatologischen Intensivstationen zu meistern. Es besteht weiterhin dringender Forschungsbedarf in Bezug auf das Stillen auf neonatologischen Intensivstationen, um die Entwicklung von Produkten zur Förderung des Stillens und der Versorgung mit Muttermilch für diese Zielgruppe voranzutreiben.

Literaturhinweise

- 1 WHO & UNICEF. Global strategy for infant and young child feeding (World Health Organization, Geneva, 2003).
- 2 American Academy of Pediatrics – Section on Breastfeeding. Breastfeeding and the use of human milk. *Pediatrics* 129, e827-e841 (2012).
- 3 Winberg, J. Mother and newborn baby: Mutual regulation of physiology and behavior – a selective review. *Dev Psychobiol* 47, 217-229 (2005).
- 4 Uvnas-Moberg, K. Neuroendocrinology of the mother-child interaction. *Trends Endocrinol Metab* 7, 126-131 (1996).
- 5 Patel, A.L.; Johnson, T.J.; Engstrom, J.L.; Fogg, L.F.; Jegier, B.J.; Bigger, H.R.; Meier, P.P. Impact of early human milk on sepsis and health-care costs in very low birth weight infants. *J Perinatol* 33, 514-519 (2013).
- 6 Lemons, J.A., Moye, L., Hall, D., & Simmons, M. Differences in the composition of preterm and term human milk during early lactation. *Pediatr Res* 16, 113-117 (1982).
- 7 Schanler, R.J. The use of human milk for premature infants. *Pediatr Clin North Am* 48, 207-219 (2001).
- 8 Schanler R.J. Evaluation of the evidence to support current recommendations to meet the needs of premature infants: The role of human milk. *Am J Clin Nutr* 85, 625S-628S (2007).
- 9 Vohr, B.R. et al. Beneficial effects of breast milk in the neonatal intensive care unit on the developmental outcome of extremely low birth weight infants at 18 months of age. *Pediatrics* 118, e115-e123 (2006).
- 10 Ip, S. et al. Breastfeeding and maternal and infant health outcomes in developed countries. *Evid Rep Technol Assess (Full Rep)* 153, 1-186 (2007).
- 11 Furman, L., Taylor, G., Minich, N., & Hack, M. The effect of maternal milk on neonatal morbidity of very low-birth-weight infants. *Arch Pediatr Adolesc Med* 157, 66-71 (2003).
- 12 Hylander, M.A., Strobino, D.M., Pezzullo, J.C., & Dhanireddy, R. Association of human milk feedings with a reduction in retinopathy of prematurity among very low birthweight infants. *J Perinatol* 21, 356-362 (2001).
- 13 Vohr, B.R. et al. Persistent beneficial effects of breast milk ingested in the neonatal intensive care unit on outcomes of extremely low birth weight infants at 30 months of age. *Pediatrics* 120, e953-e959 (2007).
- 14 Bier, J.A., Oliver, T., Ferguson, A.E., & Vohr, B.R. Human milk improves cognitive and motor development of premature infants during infancy. *J Hum Lact* 18, 361-367 (2002).
- 15 Schanler R.J., Lau, C., Hurst, N.M., & Smith, E.O. Randomized trial of donor human milk versus preterm formula as substitutes for mothers' own milk in the feeding of extremely premature infants. *Pediatrics* 116, 400-406 (2005).
- 16 Sisk, P.M., Lovelady, C.A., Dillard, R.G., Gruber, K.J., & O'Shea, T.M. Early human milk feeding is associated with a lower risk of necrotizing enterocolitis in very low birth weight infants. *J Perinatol* 27, 428-433 (2007).
- 17 Chantry, C.J., Howard, C.R., & Auinger, P. Full breastfeeding duration and associated decrease in respiratory tract infection in US children. *Pediatrics* 117, 425-432 (2006).
- 18 Rosenbauer, J., Herzig, P., & Giani, G. Early infant feeding and risk of type 1 diabetes mellitus - a nationwide population-based case-control study in pre-school children. *Diabetes Metab Res Rev* 24, 211-222 (2008).
- 19 Kramer, M.S. et al. Effects of prolonged and exclusive breastfeeding on child behavior and maternal adjustment: Evidence from a large, randomized trial. *Pediatrics* 121, e435-e440 (2008).
- 20 Kramer, M.S. et al. Breastfeeding and child cognitive development: New evidence from a large randomized trial. *Arch Gen Psychiatry* 65, 578-584 (2008).
- 21 Zutavern, A. et al. Timing of solid food introduction in relation to atopic dermatitis and atopic sensitization: Results from a prospective birth cohort study. *Pediatrics* 117, 401-411 (2006).
- 22 Gartner, L.M. et al. Breastfeeding and the use of human milk. *Pediatrics* 115, 496-506 (2005).
- 23 Kuschel, C.A. & Harding, J.E. Multicomponent fortified human milk for promoting growth in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* CD000343, 1-45 (2004).
- 24 Widstrom, A.M. et al. Short-term effects of early suckling and touch of the nipple on maternal behaviour. *Early Hum Dev* 21, 153-163 (1990).
- 25 Chung, M., Raman, G., Trikalinos, T., Lau, J., & Ip, S. Interventions in primary care to promote breastfeeding: An evidence review for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med* 149, 565-582 (2008).
- 26 Labbok, M.H. & Hendershot, G.E. Does breast-feeding protect against malocclusion? An analysis of the 1981 Child Health Supplement to the National Health Interview Survey. *Am J Prev Med* 3, 227-232 (1987).
- 27 Inoue, N., Sakashita, R., & Kamegai, T. Reduction of masseter muscle activity in bottle-fed babies. *Early Hum Dev* 42, 185-193 (1995).
- 28 Diouf, J.S. et al. Influence of the mode of nutritive and non-nutritive sucking on the dimensions of primary dental arches. *Int Orthod* 8, 372-385 (2010).
- 29 Nissen, E., Gustavsson, P., Widstrom, A.M., & Uvnas-Moberg, K. Oxytocin, prolactin, milk production and their relationship with personality traits in women after vaginal delivery or Cesarean section. *J Psychosom Obstet Gynaecol* 19, 49-58 (1998).
- 30 Uvnas-Moberg, K. & Petersson, M. Oxytocin, a mediator of anti-stress, well-being, social interaction, growth and healing. *Z Psychosom Med Psychother* 51, 57-80 (2005).
- 31 Altemus, M., Deuster, P.A., Galliven, E., Carter, C.S., & Gold, P.W. Suppression of hypothalamic-pituitary-adrenal axis responses to stress in lactating women. *J Clin Endocrinol Metab* 80, 2954-2959 (1995).
- 32 Salaria, E.M., Easton, P.M., & Cater, J.I. Duration of breast-feeding after early initiation and frequent feeding. *Lancet* 2, 1141-1143 (1978).
- 33 Hurst, N.M., Valentine, C.J., Renfro, L., Burns, P., & Ferlic, L. Skin-to-skin holding in the neonatal intensive care unit influences maternal milk volume. *J Perinatol* 17, 213-217 (1997).
- 34 Bier, J.A. et al. Comparison of skin-to-skin contact with standard contact in low-birth-weight infants who are breast-fed. *Arch Pediatr Adolesc Med* 150, 1265-1269 (1996).
- 35 Charpak, N., Ruiz-Pelaez, J.G., Figueroa de, C.Z., & Charpak, Y. A randomized, controlled trial of kangaroo mother care: Results of follow-up at 1 year of corrected age. *Pediatrics* 108, 1072-1079 (2001).
- 36 Acuña-Muga, J. et al. Volume of milk obtained in relation to location and circumstances of expression in mothers of very low birth weight infants. *J Hum Lact* 30, 41-46 (2014).
- 37 Lucas, A. Pattern of milk flow in breast-fed infants. *Lancet* 2, 57-58 (1979).

- 38 Wolff, P.H. The serial organization of sucking in the young infant. *Pediatrics* 42, 943-956 (1968).
- 39 Mizuno, K. & Ueda, A. Changes in sucking performance from nonnutritive sucking to nutritive sucking during breast- and bottle-feeding. *Pediatr Res* 59, 728-731 (2006).
- 40 Sakalidis, V.S. et al. Longitudinal changes in suck-swallow-breathe, oxygen saturation, and heart rate patterns in term breastfeeding infants. *J Hum Lact* 29, 236-245 (2013).
- 41 Sakalidis, V.S. et al. Ultrasound imaging of infant sucking dynamics during the establishment of lactation. *J Hum Lact* 29, 205-213 (2013).
- 42 Miller, J.L., Sonies, B.C., & Macedonia, C. Emergence of oropharyngeal, laryngeal and swallowing activity in the developing fetal upper aerodigestive tract: An ultrasound evaluation. *Early Hum Dev* 71, 61-87 (2003).
- 43 Geddes, D.T., Kent, J.C., Mitoulas, L.R., & Hartmann, P.E. Tongue movement and intra-oral vacuum in breastfeeding infants. *Early Hum Dev* 84, 471-477 (2008).
- 44 McClellan, H.L., Sakalidis, V.S., Hepworth, A.R., Hartmann, P.E., & Geddes, D.T. Validation of nipple diameter and tongue movement measurements with B-mode ultrasound during breastfeeding. *Ultrasound Med Biol* 36, 1797-1807 (2010).
- 45 Elad, D. et al. Biomechanics of milk extraction during breast-feeding. *Proc Natl Acad Sci USA* 111, 5230-5235 (2014).
- 46 Lau, C., Smith, E.O., & Schanler, R.J. Coordination of suck-swallow and swallow respiration in preterm infants. *Acta Paediatr* 92, 721 (2003).
- 47 Gewolb, I.H., Vice, F.L., Schwietzer-Kenney, E.L., Taciak, V.L., & Bosma, J.F. Developmental patterns of rhythmic suck and swallow in preterm infants. *Dev Med Child Neurol* 43, 22-27 (2001).
- 48 Mizuno, K. & Ueda, A. The maturation and coordination of sucking, swallowing, and respiration in preterm infants. *J Pediatr* 142, 36-40 (2003).
- 49 Meier, P.P. Breastfeeding in the special care nursery. Prematures and infants with medical problems. *Pediatr Clin North Am* 48, 425-442 (2001).
- 50 Nyqvist, K.H., Sjöden, P.O., & Ewald, U. The development of preterm infants' breastfeeding behavior. *Early Hum Dev* 55, 247-264 (1999).
- 51 Meier, P. et al. Nipple shields for preterm infants: Effect on milk transfer and duration of breastfeeding. *J Hum Lact* 16, 106-114 (2000).
- 52 Barlow, S.M., Finan, D.S., Lee, J., & Chu, S. Synthetic orocutaneous stimulation entrains preterm infants with feeding difficulties to suck. *J Perinatol* 28, 541-548 (2008).
- 53 Miller, J.L. & Kang, S.M. Preliminary ultrasound observation of lingual movement patterns during nutritive versus non-nutritive sucking in a premature infant. *Dysphagia* 22, 150-160 (2007).
- 54 Arvedson, J. & Brodsky, L. Pediatric and neurodevelopmental assessment in Pediatric swallowing and feeding: assessment and management (Singular publishing group, Albany, NY. 2001)
- 55 Koenig, J.S., Davies, A.M., & Thach, B.T. Coordination of breathing, sucking, and swallowing during bottle feedings in human infants. *J Appl Physiol* (1985) 69, 1623-1629 (1990).
- 56 Selley, W.G., Ellis, R.E., Flack, F.C., & Brooks, W.A. Coordination of sucking, swallowing and breathing in the newborn: Its relationship to infant feeding and normal development. *Br J Disord Commun* 25, 311-327 (1990).
- 57 Weber, F. An ultrasonographic study of the organisation of sucking and swallowing by newborn infants. *Dev Med Child Neurol* 28, 19-24 (1986).
- 58 Kelly, B.N., Huckabee, M.L., Jones, R.D., & Frampton, C.M. The early impact of feeding on infant breathing-swallowing coordination. *Respir Physiol Neurobiol* 156, 147-153 (2007).
- 59 Qureshi, M.A., Vice, F.L., Taciak, V.L., Bosma, J.F., & Gewolb, I.H. Changes in rhythmic suckle feeding patterns in term infants in the first month of life. *Dev Med Child Neurol* 44, 34-39 (2002).
- 60 Delaney, A.L. & Arvedson, J.C. Development of swallowing and feeding: Prenatal through first year of life. *Dev Disabil Res Rev* 14, 105-117 (2008).
- 61 Barlow, S.M. Oral and respiratory control for preterm feeding. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 17, 179-186 (2009).
- 62 Stumm, S. et al. Respiratory distress syndrome degrades the fine structure of the non-nutritive suck in preterm infants. *J Neonatal Nurs* 14, 9-16 (2008).
- 63 Mizuno, K. et al. Infants with bronchopulmonary dysplasia suckle with weak pressures to maintain breathing during feeding. *Pediatrics* 120, e1035-e1042 (2007).
- 64 Lau, C., Smith, E.O., & Schanler, R.J. Coordination of suck-swallow and swallow respiration in preterm infants. *Acta Paediatr* 92, 721-727 (2003).
- 65 Brody, B.A., Kinney, H.C., Kloman, A.S., & Gilles, F.H. Sequence of central nervous system myelination in human infancy. I. An autopsy study of myelination. *J Neuropathol Exp Neurol* 46, 283-301 (1987).
- 66 Carroll, J.L. Developmental plasticity in respiratory control. *J Appl Physiol* (1985) 94, 375-389 (2003).
- 67 Takashima, S., Mito, T., & Becker, L.E. Neuronal development in the medullary reticular formation in sudden infant death syndrome and premature infants. *Neuropediatrics* 16, 76-79 (1985).
- 68 Nyqvist, K.H. Early attainment of breastfeeding competence in very preterm infants. *Acta Paediatr* 97, 776-781 (2008).
- 69 Rogers, B. & Arvedson, J. Assessment of infant oral sensorimotor and swallowing function. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev* 11, 74-82 (2005).
- 70 Kinney, H.C. The near-term (late preterm) human brain and risk for periventricular leukomalacia: A review. *Semin Perinatol* 30, 81-88 (2006).
- 71 Larque, E. et al. Placental transfer of fatty acids and fetal implications. *Am J Clin Nutr* 94, 1908S-1913S (2011).
- 72 Fleith, M. & Clandinin, M.T. Dietary PUFA for preterm and term infants: Review of clinical studies. *Crit Rev Food Sci Nutr* 45, 205-229 (2005).
- 73 Reynolds, A. Breastfeeding and brain development. *Pediatr Clin North Am* 48, 159-171 (2001).
- 74 Meier, P.P. & Engstrom, J.L. Evidence-based practices to promote exclusive feeding of human milk in very low-birthweight infants. *NeoReviews* 18, c467-c477 (2007).
- 75 Lau, C. Effects of stress on lactation. *Pediatr Clin North Am* 48, 221-234 (2001).
- 76 Chatterton, R.T., Jr. et al. Relation of plasma oxytocin and prolactin concentrations to milk production in mothers of preterm infants: Influence of stress. *J Clin Endocrinol Metab* 85, 3661-3668 (2000).

- 77 Newton, M. & Newton, N. The let-down reflex in human lactation. *J Pediatrics* 33, 698-704 (1948).
- 78 Dewey, K.G. Maternal and fetal stress are associated with impaired lactogenesis in humans. *J Nutr* 131, 3012S-3016S (2001).
- 79 Bertoncelli, N. et al. Oral feeding competences of healthy preterm infants: A review. *Int J Pediatr* 2012, 896257 (2012).
- 80 Siddell, E.P. & Froman, R.D. A national survey of neonatal intensive-care units: Criteria used to determine readiness for oral feedings. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs* 23, 783-789 (1994).
- 81 American Academy of Pediatrics – Committee on Fetus and Newborn. Hospital discharge of the high-risk neonate. *Pediatrics* 122, 1119-1126 (2008).
- 82 Lau, C., Alagurusamy, R., Schanler, R.J., Smith, E.O., & Shulman, R.J. Characterization of the developmental stages of sucking in preterm infants during bottle feeding. *Acta Paediatr* 89, 846-852 (2000).
- 83 Chen, C.H., Wang, T.M., Chang, H.M., & Chi, C.S. The effect of breast- and bottle-feeding on oxygen saturation and body temperature in preterm infants. *J Hum Lact* 16, 21-27 (2000).
- 84 Meier, P. Bottle- and breast-feeding: Effects on transcutaneous oxygen pressure and temperature in preterm infants. *Nurs Res* 37, 36-41 (1998).
- 85 Tuchman, D.N. Cough, choke, splutter: The evaluation of the child with dysfunctional swallowing. *Dysphagia* 3, 111-116 (1989).
- 86 Da Costa, S.P., van, d.E.-H., & Bos, A.F. Sucking and swallowing in infants and diagnostic tools. *J Perinatol* 28, 247-257 (2008).
- 87 Committee on injury, v.a.p.p. Policy statement – Prevention of choking among children. *Pediatrics* 125, 601-607 (2010).
- 88 Zhao, J., Gonzalez, F., & Mu, D. Apnea of prematurity: From cause to treatment. *Eur J Pediatr* 170, 1097-1105 (2011).
- 89 Milgrom, J. et al. Early sensitivity training for parents of preterm infants: impact on the developing brain. *Pediatr Res* 67, 330-335 (2010).
- 90 Smith, G.C. et al. Neonatal intensive care unit stress is associated with brain development in preterm infants. *Ann Neurol* 70, 541-549 (2011).
- 91 Mizuno, K. & Ueda, A. Neonatal feeding performance as a predictor of neurodevelopmental outcome at 18 months. *Dev Med Child Neurol* 47, 299-304 (2005).
- 92 Parker, L.A., Sullivan, S., Krueger, C., Kelechi, T., & Mueller, M. Effect of early breast milk expression on milk volume and timing of lactogenesis stage II among mothers of very low birth weight infants: A pilot study. *J Perinatol* 32, 205-209 (2012).
- 93 Hill, P.D., Aldag, J.C., & Chatterton, R.T. Initiation and frequency of pumping and milk production in mothers of non-nursing preterm infants. *J Hum Lact* 17, 9-13 (2001).
- 94 Jones, E., Dimmock, P.W., & Spencer, S.A. A randomised controlled trial to compare methods of milk expression after preterm delivery. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 85, F91-F95 (2001).
- 95 Hill, P.D., Aldag, J.C., & Chatterton, R.T. The effect of sequential and simultaneous breast pumping on milk volume and prolactin levels: A pilot study. *J Hum Lact* 12, 193-199 (1996).
- 96 Prime, D.K., Garbin, C.P., Hartmann, P.E., & Kent, J.C. Simultaneous breast expression in breastfeeding women is more efficacious than sequential breast expression. *Breastfeed Med* 7, 442-447 (2012).
- 97 Kent, J.C., Ramsay, D.T., Doherty, D., Larsson, M., & Hartmann, P.E. Response of breasts to different stimulation patterns of an electric breast pump. *J Hum Lact* 19, 179-186 (2003).
- 98 Meier, P.P. et al. A comparison of the efficiency, efficacy, comfort, and convenience of two hospital-grade electric breast pumps for mothers of very low birthweight infants. *Breastfeed Med* 3, 141-150 (2008).
- 99 Kent, J.C. et al. Importance of vacuum for breastmilk expression. *Breastfeed Med* 3, 11-19 (2008).
- 100 Meier, P.P., Engstrom, J.L., Janes, J.E., Jegier, B.J., & Loera, F. Breast pump suction patterns that mimic the human infant during breastfeeding: Greater milk output in less time spent pumping for breast pump-dependent mothers with premature infants. *J Perinatol* 32, 103-110 (2012).
- 101 Morton, J., Hall, J.Y., Wong, R.J., Benitz, W.E., & Rhine, W.D. Combining hand techniques with electric pumping increases milk production in mothers of preterm infants. *J Perinatol* 29, 757-764 (2009).
- 102 Morton, J. et al. Combining hand techniques with electric pumping increases the caloric content of milk in mothers of preterm infants. *J Perinatol* 32, 791-796 (2012).
- 103 Nyqvist, K.H. et al. Expansion of the ten steps to successful breastfeeding into neonatal intensive care: Expert group recommendations for three guiding principles. *J Hum Lact* 28, 289-296 (2012).
- 104 Pickler, R.H., Best, A.M., Reyna, B.A., Gutcher, G., & Wetzell, P.A. Predictors of nutritive sucking in preterm infants. *J Perinatol* 26, 693-699 (2006).
- 105 Als, H. et al. A three-center, randomized, controlled trial of individualized developmental care for very low birth weight preterm infants: Medical, neurodevelopmental, parenting, and caregiving effects. *J Dev Behav Pediatr* 24, 399-408 (2003).
- 106 American Academy of Pediatrics – Committee on Nutrition. Nutritional needs of low-birth-weight infants. *Pediatrics* 75, 976-986 (1985).
- 107 Embleton, N.D. & Simmer, K. Practice of parenteral nutrition in VLBW and ELBW infants. *World Rev Nutr Diet* 110, 177-189 (2014).
- 108 Rigo, J. & Senterre, J. Nutritional needs of premature infants: Current Issues. *J Pediatr* 149, S80-S88 (2006).
- 109 Ziegler, E.E., Thureen, P.J., & Carlson, S.J. Aggressive nutrition of the very low birthweight infant. *Clin Perinatol* 29, 225-244 (2002).
- 110 Agostoni, C. et al. Enteral Nutrient supply for preterm infants: Commentary from the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 50, 85 (2010).
- 111 Stephens, B.E. et al. First-week protein and energy intakes are associated with 18-month developmental outcomes in extremely low birth weight infants. *Pediatrics* 123, 1337-1343 (2009).
- 112 Tagare, A., Walawalkar, M., & Vaidya, U. Aggressive parenteral nutrition in sick very low birth weight babies: A randomized controlled trial. *Indian Pediatr* 50, 954-956 (2013).
- 113 Rodriguez, N.A. et al. A pilot study to determine the safety and feasibility of oropharyngeal administration of own mother's colostrum to extremely low-birth-weight infants. *Adv Neonatal Care* 10, 206-212 (2010).

- 114 Narayanan,I., Prakash,K., Verma,R.K., & Gujral,V.V. Administration of colostrum for the prevention of infection in the low birth weight infant in a developing country. *J Trop Pediatr* 29, 197-200 (1983).
- 115 Shah,M.D. & Shah,S.R. Nutrient deficiencies in the premature infant. *Pediatr Clin North Am* 56, 1069-1083 (2009).
- 116 Chessex,P. et al. Determinants of oxidant stress in extremely low birth weight premature infants. *Free Radic Biol Med* 49, 1380-1386 (2010).
- 117 Sherlock,R. & Chessex,P. Shielding parenteral nutrition from light: Does the available evidence support a randomized, controlled trial? *Pediatrics* 123, 1529-1533 (2009).
- 118 Schanler,R.J. Enteral nutrition for the high-risk neonate in Avery's diseases of the newborn (eds. Taeusch,H.W., Ballard,R.A. & Gleason,C.A.) (Elsevier Saunders, Philadelphia, 2005).
- 119 Watson,J. & McGuire,W. Nasal versus oral route for placing feeding tubes in preterm or low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev* CD003952 (2013).
- 120 Schanler,R., Shulman,R.J., Lau C., Smith,E.O., & Heitkemper,M.C. Feeding strategies for premature infants: Randomized trial of gastrointestinal priming and tube-feeding method. *Pediatrics* 103, 434-439 (1999).
- 121 Aynsley-Green,A., Adrian,T.E., & Bloom,S.R. Feeding and the development of enteroinsular hormone secretion in the preterm infant: Effects of continuous gastric infusions of human milk compared with intermittent boluses. *Acta Paediatr Scand* 71, 379-383 (1982).
- 122 Theille,A.R., Radmacher,P.G., Anschutz,T.W., Davis,D.W., & Adamkin,D.H. Nutritional strategies and growth in extremely low birth weight infants with bronchopulmonary dysplasia over the past 10 years. *J Perinatol* 32, 117-122 (2012).
- 123 Ziegler,E.E. Feeding: Nutritional management of the preterm infant in lowa neonatology handbook (eds. Bell,E.F., Klein,J. & Segar,J.L.) (The University of Iowa, Iowa, 2006).
- 124 Ziegler,E.E. & Carlson,S.J. Feeding: Enteral feedings in lowa neonatology handbook (eds. Bell,E.F., Klein,J. & Segar,J.L.) (The University of Iowa, Iowa, 2006).
- 125 Krishnamurthy S., Gupta P., Debnath S., & Gomber S. Slow versus rapid enteral feeding advancement in preterm newborn infants 1000-1499 g: A randomized controlled trial. *Acta Paediatr* 99, 42-46 (2010).
- 126 Morgan,J., Bombell,S., & McGuire,W. Early trophic feeding versus enteral fasting for very preterm or very low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev* CD000504 (2013).
- 127 Quigley,M.A., Henderson,G., Anthony,M.Y., & McGuire,W. Formula milk versus donor breast milk for feeding preterm or low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev* 1-41 (2007).
- 128 Cregan,M., De Mello,T., Kershaw,D., McDougall,K., & Hartmann,P.E. Initiation of lactation in women after preterm delivery. *Acta Obstet Gynecol Scand* 81, 870-877 (2002).
- 129 Lapillonne,A., O'Connor,D.L., Wang,D., & Rigo,J. Nutritional recommendations for the late-preterm infant and the preterm infant after hospital discharge. *J Pediatr* 162, S90-100 (2013).
- 130 Sullivan,S. et al. An exclusively human milk-based diet is associated with a lower rate of necrotizing enterocolitis than a diet of human milk and bovine milk-based products. *J Pediatr* 156, 562-567 (2010).
- 131 Bingham,P.M., Ashikaga,T., & Abbasi,S. Prospective study of non-nutritive sucking and feeding skills in premature infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 95, F194-F200 (2010).
- 132 Pinelli,J. & Symington,A.J. Non-nutritive sucking for promoting physiologic stability and nutrition in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* CD001071, (2005).
- 133 Medhurst,A. Feeding protocols to improve the transition from gavage feeding to oral feeding in healthy premature infants: A systematic review. *Evidence in Health Care Reports* 3, 1-25 (2005).
- 134 McCain,G.C., Gartside,P.S., Greenberg,J.M., & Lott,J.W. A feeding protocol for healthy preterm infants that shortens time to oral feeding. *J Pediatr* 139, 374-379 (2001).
- 135 Altman,M., Vanpee,M., Cnatingius,S., & Norman,M. Moderately preterm infants and determinants of length of hospital stay. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 94, F414-F418 (2009).
- 136 Pineda,R. Direct breast-feeding in the neonatal intensive care unit: Is it important? *J Perinatol* 31, 540-545 (2011).
- 137 Nyqvist,K.H. & Kylberg,E. Application of the baby friendly hospital initiative to neonatal care: Suggestions by Swedish mothers of very preterm infants. *J Hum Lact* 24, 252-262 (2008).
- 138 Buckley,K.M. & Charles,G.E. Benefits and challenges of transitioning preterm infants to at-breast feedings. *Int Breastfeed J* 1, 13 (2006).
- 139 Fucile,S., Gisel,E., Schanler,R.J., & Lau,C. A controlled-flow vacuum-free bottle system enhances preterm infants' nutritive sucking skills. *Dysphagia* 24, 145-151 (2009).
- 140 Ruiz-Pelaez,J.G., Charpak,N., & Cuervo,L.G. Kangaroo Mother Care, an example to follow from developing countries. *BMJ* 329, 1179-1181 (2004).
- 141 Whitelaw,A., Heisterkamp,G., Sleath,K., Acolet,D., & Richards,M. Skin to skin contact for very low birthweight infants and their mothers. *Arch Dis Child* 63, 1377-1381 (1988).
- 142 Cattaneo,A. et al. Kangaroo mother care for low birthweight infants: A randomized controlled trial in different settings. *Acta Paediatr* 87, 976-985 (1998).
- 143 Chevalier McKechnie,A. & Eglash,A. Nipple shields: A review of the literature. *Breastfeed Med* 5, 309-314 (2010).
- 144 Chertok,I.R., Schneider,J., & Blackburn,S. A pilot study of maternal and term infant outcomes associated with ultrathin nipple shield use. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs* 35, 265-272 (2006).
- 145 Mathew,O.P. Respiratory control during nipple feeding in preterm infants. *Pediatr Pulmonol* 5, 220-224 (1988).
- 146 Berger,I., Weintraub,V., Dollberg,S., Kopolovitz,R., & Mandel,D. Energy expenditure for breastfeeding and bottle-feeding preterm infants. *Pediatrics* 124, e1149-e1152 (2009).
- 147 Poets,C.F., Langner,M.U., & Bohnhorst,B. Effects of bottle feeding and two different methods of gavage feeding on oxygenation and breathing patterns in preterm infants. *Acta Paediatr* 86, 419-423 (1997).
- 148 Shiao,S.Y., Youngblut,J.M., Anderson,G.C., DiFiore,J.M., & Martin,R.J. Nasogastric tube placement: Effects on breathing and sucking in very-low-birth-weight infants. *Nurs Res* 44, 82-88 (1995).
- 149 Geddes,D.T. et al. Tongue movement and intra-oral vacuum of term infants during breastfeeding and feeding from an experimental teat that released milk under vacuum only. *Early Hum Dev* 88, 443-449 (2012).

- 150 Iwayama,K. & Eishima,M. Neonatal sucking behaviour and its development until 14 months. *Early Hum Dev* 47, 1-9 (1997).
- 151 Lau,C. & Schanler,R.J. Oral feeding in premature infants: Advantage of a self-paced milk flow. *Acta Paediatr* 89, 453-459 (2000).
- 152 Sakalidis,V.S. et al. Oxygen saturation and suck-swallow-breathe coordination of term infants during breastfeeding and feeding from a teat releasing milk only with vacuum. *Int J Pediatr* 2012, ID 130769 (2012).
- 153 Segami,Y., Mizuno,K., Taki,M., & Itabashi,K. Perioral movements and sucking pattern during bottle feeding with a novel, experimental teat are similar to breastfeeding. *J Perinatol* 33, 319-323 (2013).
- 154 Hoover,K. Visual assessment of the baby's wide open mouth. *J Hum Lact* 12, 9 (1996).
- 155 Simmer,K., Kok,C., Nancarrow,K., Hepworth,A.R., & Geddes,D.T. Novel feeding system to promote establishment of breastfeeds after preterm birth: A randomised controlled trial [poster]. 17th Annual Congress Perinatal Society of Australia and New Zealand, 14-17 April 2013, Adelaide, Australia (2013).
- 156 Geddes,D.T., Nancarrow,K., Kok,C.H., Hepworth,A., & Simmer,K. Investigation of milk removal from the breast and a novel teat in preterm infants [poster]. 16th International Society for Research on Human Milk and Lactation Conference, 27 September - 1 October 2012, Trieste, Italy (2012).
- 157 Mizuno,K., Ueda,A., Kani,K., & Kawamura,H. Feeding behaviour of infants with cleft lip and palate. *Acta Paediatr* 91, 1227-1232 (2002).
- 158 Reid,J., Reilly,S., & Kilpatrick,N. Sucking performance of babies with cleft conditions. *Cleft Palate Craniofac J* 44, 312-320 (2007).
- 159 Reilly,S. et al. ABM clinical protocol #18: Guidelines for breastfeeding infants with cleft lip, cleft palate, or cleft lip and palate, revised 2013. *Breastfeed Med* 8, 349-353 (2013).
- 160 Lau,C., Sheena,H.R., Shulman,R.J., & Schanler,R.J. Oral feeding in low birth weight infants. *J Pediatr* 130, 561-569 (1997).
- 161 Thomas,J., Marinelli,K.A., & Hennessy,M. ABM clinical protocol #16: Breastfeeding the hypotonic infant. *Breastfeed Med* 2, 112-118 (2007).
- 162 Bessell,A. et al. Feeding interventions for growth and development in infants with cleft lip, cleft palate or cleft lip and palate. *Cochrane Database Syst Rev* CD003315 (2011).
- 163 Shaw,W.C., Bannister,R.P., & Roberts,C.T. Assisted feeding is more reliable for infants with clefts - a randomized trial. *Cleft Palate Craniofac J* 36, 262-268 (1999).
- 164 Marmet,C. & Shell,E. Training neonates to suck correctly. *MCN Am J Matern Child Nurs* 9, 401-407 (1984).
- 165 Oddy,W.H. & Glenn,K. Implementing the Baby Friendly Hospital Initiative: The role of finger feeding. *Breastfeed Rev* 11, 5-10 (2003).
- 166 Neifert,M. & Seacat,J. Practical aspects of breast feeding the premature infant. *Perin Neonatol* 12, 24-30 (1988).
- 167 Abouelfetoh,A.M., Dowling,D.A., Dabash,S.A., Elguindy,S.R., & Seoud,I.A. Cup versus bottle feeding for hospitalized late preterm infants in Egypt: A quasi-experimental study. *Int Breastfeed J* 3, 27. (2008)
- 168 Gilks,J. Improving breastfeeding rates in preterm babies: Cup feeding versus bottle feeding. *J Neonatal Nurs* 10, 118-120 (2005).
- 169 Collins,C.T. et al. Effect of bottles, cups, and dummies on breast feeding in preterm infants: A randomised controlled trial. *BMJ* 329, 193-198 (2004).
- 170 Dowling,D.A., Meier,P.P., DiFiore,J.M., Blatz,M.A., & Martin,R.J. Cup-feeding for preterm infants: Mechanics and safety. *J Hum Lact* 18, 13 (2002).
- 171 Flint,A., New,K., & Davies,M.W. Cup feeding versus other forms of supplemental enteral feeding for newborn infants unable to fully breastfeed. *Cochrane Database Syst Rev* CD005092 (2007).
- 172 Yilmaz,G., Caylan,N., Karacan,C.D., Bodur,I., & Gokcay,G. Effect of cup feeding and bottle feeding on breastfeeding in late preterm infants: A randomized controlled study. *J Hum Lact* 30, 174-179 (2014).

www.medela.com



Medela AG
Lättichstrasse 4b
6341 Baar/Schweiz
www.medela.com

Germany & Austria

Medela Medizintechnik
GmbH & Co. Handels KG
Postfach 1148
85378 Eching
Germany
Phone +49 89 31 97 59-0
Fax +49 89 31 97 59 99
info@medela.de
www.medela.de