

## リサーチレビュー 早産児の哺乳行動の発達

早産児に十分な栄養を提供することは非常に重要です。本レビューでは、NICU における直接授乳と母乳育児を促進する活動の基礎となるエビデンスについて説明します。

# Medela: 母乳の活用と母乳育児のための包括的なソリューション

Medela は 50 年以上に渡って、生涯を通して母乳から得られる恩恵により、お母さまと赤ちゃんの健康を増進することを使命として努力してまいりました。この間、Medela はお母さまが必要とする支援と赤ちゃんの哺乳行動の理解に全力を注いできました。かけがえのない授乳期間を通じて、お母さまと赤ちゃんの健康を促進することが Medela の最も重要な活動です。Medela は母乳と母乳育児に関する萌芽的研究を継続的にサポートしており、研究成果を革新的な母乳育児ソリューションに採用しています。

母乳の成分、乳房の解剖学、および乳児が乳房から乳汁を飲みとる方法についての新たな発見を通じて、Medela は NICU (新生児集中治療室) での母乳の提供、母乳育児の促進をサポートするソリューションを開発しました。

Medela は NICU で母乳を与えることの難しさを理解しています。十分な乳汁生成や母乳摂取に困難を伴い、さらに、衛生的に保つこと、管理方法も重要な課題です。Medela が提供するポートフォリオ (製品群) は、母乳を確保し、母乳による搾乳を促進し、そして、すべての乳児ができるだけ早い時期に母乳哺乳を達成することを目的とします。

Medela はエビデンスベースの最新の知識を提供し、NICU における母乳育児と母乳の活用を支援します。研究に基づく革新的な製品と、その製品に関する教育資料の目標は、NICU における母乳の活用に関連する難しい課題に対応することです。



## 科学的研究

Medela は卓越したエビデンスに基づいた研究成果を追求します。Medela はこの姿勢に基づいて、最先端の搾乳器と授乳に関する技術を開発しています。Medela は経験豊富な医療者と協力して研究を進め、また世界中の大学、病院、研究機関との共同研究を行っています。



## 製品

お母さまの搾乳のサポートは Medela のコア・コンピテンシーです。例えば、母乳保存容器はビスフェノールが含まれず、丁寧かつ衛生的に収集可能です。ラベル付けから、保管、持ち運び、加温、解凍まで一貫して提供するそれぞれのソリューションが、貴重な母乳の安全な管理をお手伝いします。そして、母乳が乳児に届くように、Medela はさまざまな授乳状況に対応する革新的な製品を開発しています。



## エデュケーション

Medela において、研究と教育は緊密に結び付いています。Medela は臨床医学者と教育者を結び付け、専門性の高い成果を提供します。知識を交換し、広範囲な科学コミュニティと相互交流を図ります。

利用できるソリューション、およびその機能性と相互作用を病院の全体的なプロセスとエビデンスベースの決定に関連付けてご理解いただくため、Medela はリサーチレビューのシリーズを作成しました。リサーチレビューは、母乳と母乳育児が重要な役割を果たす NICU 向けにご活用いただけます。例えば、早産児の哺乳行動の発達、母乳のロジスティクス、および母乳の感染管理などが含まれます。

# 早産児の哺乳行動の発達

## 要約

母乳育児は早産児と母親の最大の目標です。しかし、早産児はさまざまな課題を抱えており、母乳育児は最初から容易なわけではありません。神経や消化管の発達が未熟なこと、また、併存疾患がある場合には、早産児が直接授乳できるようになるまでの道のりは複雑です。また、母親も、母乳育児の早期段階で、乳汁分泌の開始、確立、そして、維持に関するさまざまな問題を経験することがあります。本レビューでは、NICUでの母乳育児をサポートし、同様に母親が早産児にとって適切な量の母乳を産生できるようにするためのエビデンスに基づいた方法について検討します。今後もNICUにおける乳房での授乳に関する研究を継続することで、母親と乳児の初期の栄養摂取に関する課題を克服するお手伝いをして参ります。

## 目次

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| はじめに                       | 5         |
| <b>母乳育児の恩恵</b>             | <b>6</b>  |
| 栄養と保護                      | 6         |
| 生理系の調節と強化                  | 6         |
| <b>直接授乳の生理学</b>            | <b>8</b>  |
| 舌の動きと吸引圧                   | 8         |
| 吸啜、嚥下、呼吸の協調                | 9         |
| 神経発達                       | 10        |
| <b>NICUにおける授乳の課題</b>       | <b>12</b> |
| お母さまの課題                    | 12        |
| 赤ちゃんの課題                    | 12        |
| <b>NICUにおける授乳の課題に対応します</b> | <b>13</b> |
| お母さまをサポート                  | 13        |
| 赤ちゃんをサポート                  | 14        |
| I 初めての栄養                   | 15        |
| I 直接授乳                     | 17        |
| I ボトル授乳                    | 19        |
| I その他の授乳方法                 | 20        |
| <b>結論</b>                  | <b>22</b> |
| <b>参考文献</b>                | <b>23</b> |



# 始めに

母乳育児の重要性は世界的に認められており、世界保健機構 (WHO) は、生後 6 ヶ月間の完全母乳育児 (表 1) を推奨しています<sup>1</sup>。母乳育児は栄養上のメリットを超える恩恵があります<sup>2</sup>。母乳育児によって、乳児を感染から保護し、乳児と母親の生理系を調節して強化します。さらに、母親と乳児の絆を深めることにもなります<sup>3</sup>。産後早期に吸啜接触することで最初の絆が形成され、母親は乳児に初乳を提供できるのです<sup>4</sup>。産後数週間に、乳児が最適な形で発育・発達できるよう、母親の母乳量が増加します。これは早産後の場合は状況が異なります。妊娠後期に起こる必要な発育が中断されるため、生後の環境の中で急速に発達しなければなりません。産後、母親と乳児は直ぐに分離されるため、直接授乳や母乳の授乳が困難な状況になります。

母親が初期の発達段階で母乳分泌を開始し、維持することは容易なことではありません。同様に、早産児にとって、発達がまだ未熟な段階での経口哺乳と直接授乳は大きな問題です。出生後、最初の数ヶ月の母乳育児は大変重要です<sup>5</sup>。また、母親と早産児は産後早期に起こるこれらの問題を克服するためのサポートが必要となります。

本リサーチレビューでは、NICU の専門家に、正期産児と早産児の母乳育児のメリットと生理学について詳細に説明することを目的としています。例えば、直接授乳や母乳の提供の際に早産児と母親が直面する課題や、これらの課題を克服するために必要なエビデンスベースの介入について取り上げます。また、母乳を最大限に活用し、できるだけ早期からの母乳育児を支援するための方法を NICU の専門家に提供することを目的とし、搾乳を必要とする母親向けの最適な搾乳方法から早産児の早期栄養や直接母乳までの全ての授乳方法を包括的に概説します。

表 1 - 世界保健機構 (WHO) による乳児への栄養の定義

| 授乳方法    | 定義                                 |
|---------|------------------------------------|
| 完全母乳育児  | 唯一の栄養源が母乳 (搾母乳やドナーミルクを含む)          |
| 実質的母乳育児 | 主な栄養源が母乳 (搾母乳やドナーミルクを含む)           |
| 補完的母乳育児 | 母乳 (搾母乳やドナーミルクを含む) および固形食または半固形食   |
| 母乳育児    | 母乳 (搾母乳やドナーミルクを含む)                 |
| ボトル授乳   | 液体 (母乳を含む) または半固形食を乳頭/乳首のある瓶から摂取する |

# 母乳育児の恩恵

母乳育児のメリットは正期産児および早産児で共通して確認されています。母乳の成分は乳児を感染から保護して、乳児の理想的な発育と発達を促します。また、母親と乳児の長期的な健康状態を改善します。このことは、特に早産児にとって重要です。

## 栄養と保護

母乳が正期産児の唯一の栄養源の場合は、発育と発達をサポートする最適な栄養（脂肪、乳糖、タンパク質、主要栄養素）、および感染に対する完全保護（生化学成分および細胞成分）となります。早産児向けの母乳の成分は正期産児向けの母乳の成分とは異なります。早産児向けの母乳には、より多くのエネルギー、脂質、タンパク質、窒素、免疫グロブリン、抗炎症成分、およびミネラルとビタミンが含まれています<sup>6-8</sup>。授乳のすべての段階で、母乳は早産児にとって重要な保護と発達上のメリットを提供します<sup>7,8</sup>。

母乳を摂取する乳児は、人工乳と比較して、栄養状態、感染症と慢性疾患の制御、胃腸の発達、および神経の発達が大幅に改善されます<sup>7,8</sup>。特に、母乳を摂取する早産児は壊死性腸炎（NEC）、経腸栄養不耐、慢性肺疾患、未熟児網膜症、神経発達遅延、および再入院のリスクが低下します<sup>9-16</sup>。発達面でも、母乳育児は多くの理由からメリットがあります。正期産児の場合は、母乳育児は神経発達と行動評価の改善、感染率の低下、肥満のリスクの低下、および成人期の2型糖尿病のリスクの低下に関連します<sup>2, 10, 17-21</sup>。これらの理由からすべての早産児に母乳が推奨されるのです<sup>22</sup>。

母乳はメリットが多く栄養成分が豊富ですが、特に、極低出生体重児（1500g未満）など、早産児の発育に必要な高い栄養を完全に満たすことはできません<sup>7, 15</sup>。母乳のメリットを維持しつつ、タンパク質、栄養分、ビタミン、ミネラルなどを強化し、早産児の理想的な発育と発達を保証しなければなりません<sup>23</sup>。

## 生理系の調節と強化

母乳育児を通して母乳を提供することで、母親と乳児に重要な調節機能の強化をもたらします。吸啜は母親と乳児の生理系の調節を強化するために進化しました。吸啜は過酷な環境条件の中での乳児の生存能力を向上させます<sup>3</sup>。産後早期に母親と緊密に肌が触れ合うことによって、新生児は体温、呼吸、酸塩基平衡<sup>3</sup>を強化および調節し、落ち着くことができます<sup>24</sup>。吸啜の間における緊密な肌の触れ合いは、授乳期間の長期化を促し、母親の消化管が授乳中に増加するエネルギー必要量に適合することを助ける役割を果たすこともあります<sup>3</sup>。母乳育児により、母親は乳児により注意を払うようになります<sup>24</sup>。また、産後の子宮回復を促進させ、出血のり

スクを低減し、母親を妊娠前の体重に戻りやすくします。さらに、卵巣ガンと乳ガンのリスクも低減します<sup>25</sup>。また、母乳育児は急性中耳炎のリスクを大幅に低減し<sup>10</sup>、乳児の顎顔面の発育を促進します<sup>26</sup>。歯列が良くなり、口腔周囲の筋肉と咀嚼筋肉の活動を促し<sup>27</sup>、口蓋の発育を促進します<sup>28</sup>。何よりも、母乳育児は母親と乳児の絆を強めてくれます。肌と肌の触れ合い、吸啜運動などによる乳頭の刺激は、射乳反射(図1)の重要な構成要素であるオキシトシンの分泌につながり、母親と乳児の絆を形成します<sup>4</sup>。オキシトシンが分泌されると、母親の乳房と乳頭領域への血液の流れが増加して、肌の温度が上昇し、乳児のための穏やかな養育環境を形成します<sup>4</sup>。また、母乳育児は長期的な抗ストレス作用もあります。母乳授乳中に母親の血圧とコルチゾール値が低下します<sup>29, 30</sup>。また、ボトル授乳をする母親と比較して物理的的刺激に対するコルチゾールの上昇を低く抑えます<sup>31</sup>。母乳育児中の母親は、母乳育児をしていない女性や妊娠していない女性と比較して、より穏やかで社交性があります<sup>29, 30</sup>。実際、産後すぐに新生児と肌の触れ合いをする母親は、より多くの時間を乳児と過ごすことになり、母乳授乳中に乳児との触れ合いも増え<sup>24</sup>、母乳育児の期間も長くなります<sup>32</sup>。早産児の母親の場合は、母子分離や医学的な問題により状況は異なりますが、肌と肌の触れ合いが母乳産生の増加につながり、乳汁分泌の開始も早まり、早産児の生理的な安定性を向上させます<sup>33-36</sup>。



図1 - 射乳反射  
刺激に反応して、オキシトシンが下垂体後葉から母体循環に分泌されます。オキシトシンは乳房の周辺にある筋上皮細胞にある受容体に結合します。これらの細胞が収縮して、乳頭の方向に母乳を乳房から乳管に押し出します。

# 直接授乳の生理学

母乳授乳は母親と乳児の成熟、学習、そして調節が求められる複雑なプロセスです。直接授乳を成功させるためには、乳房から分泌される母乳に反応して、乳児は吸啜、嚥下、呼吸の協調を神経的かつ物理的に行わなければなりません。

## 舌の動きと吸引圧

授乳の度に、下垂体後葉からオキシトシンが分泌されて母乳が射出し、母乳が吸啜する乳児に運ばれます<sup>4</sup>。そのため、授乳は母乳の流れる速さが変化し、乳児が母乳を飲みとる期間である栄養吸啜 (NS) と、母乳が分泌される前の、乳児が唾液を飲み込む期間である非栄養吸啜 (NNS) で構成されます。非栄養吸啜は、通常、授乳の初期に見られ、乳児が射乳反射を促すために行うと考えられています<sup>37-39</sup>。しかし、非栄養吸啜は母乳授乳の中期および終期にも見られます<sup>40, 41</sup>。

舌の動きは哺乳において大変重要です。乳房から母乳を飲みとって、嚥下する前に、安全に咽頭に母乳を移行しなければなりません。子宮内では、在胎 14 週から胎児の舌の動きが観察されます。在胎 28 週以降は一定の成熟した舌の動きが観察されます<sup>42</sup>。授乳中の超音波および吸引圧の同期計測により、授乳中の成熟した舌の動きと吸引圧が母乳を飲みとる際に重要であることが確認されました<sup>41, 43-45</sup>。

母乳育児の正期産児は、出生後 3 日目から母乳を飲みとる際に一定のパターンの舌の動きを示しました<sup>41</sup>。乳児は基準ライン吸引圧を形成して乳房に吸着します (平均値: -64mmHg)。この基準ライン吸引圧で乳頭が伸長し、硬口蓋と軟口蓋の接合点から 5~7mm の位置まで届きます。この時点で、舌は乳頭を均等に圧縮し、舌の後部が硬口蓋と接触します。舌がこの位置にある間は母乳は流れません。舌が硬口蓋から離れると、乳頭が大きくなり、硬口蓋と軟口蓋の接合点に近づきます。舌が下がると吸引圧が増加して、母乳が乳頭から口腔内に流れます。舌が最も低い位置まで来ると、最も強い吸引圧となります (最大吸引圧平均値: -145mmHg)。舌が上がると、乳頭がもう一度均等に圧迫されて、吸引圧が基準ラインまで低下し、母乳が軟口蓋の下にある口腔から咽頭領域に運ばれて、嚥下されます (図 2)<sup>43</sup>。

非栄養吸啜も、母乳育児の正期産児は栄養吸啜と同様のパターンの舌の動きを示します。舌が下がると吸引圧が増加して、乳頭が大きくなり (ただし、栄養吸啜の場合ほどは大きくなりません)、硬口蓋と軟口蓋の接合部に近づきます。舌が最も低い位置まで来ると、母乳は流れなくなり、口腔のサイズが小さくなります。舌が栄養吸啜と同様に硬口蓋に戻ります。非栄養吸啜中は、乳児の吸啜速度は栄養吸啜時よりも大幅に速くなります<sup>39, 43</sup>。

正期産児と違い、早産児の授乳中の舌の動きと吸引圧は一定ではありません。在胎 30 週未満で出生した早産児は、一般のボトル授乳の際に、始めのうちは、母乳を飲みとるために圧迫に大きく依存することになります。始めのうちは、吸引圧をかけずに無秩序なパターンの圧迫を使用します。しかし、成長して経験を積むと、母乳を飲みとるための圧迫の回数が減り、吸引圧を使用することになります。



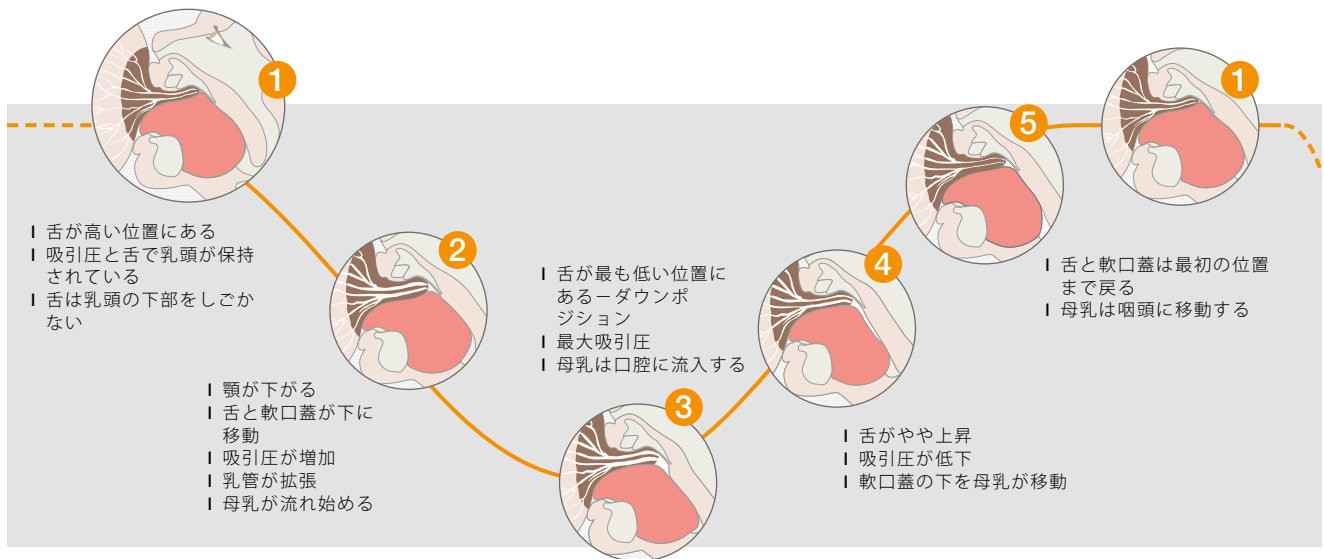


図2 - 吸啜サイクル 43

吸引圧が正期産児と同様のレベルまで増加すると、早産児はより効率的かつ効果的に哺乳できるようになります。吸啜バーストを長く維持できるので、母乳移行量 (mL/分) が高くなり、短時間でボトル授乳を終了します<sup>46</sup>。

在胎 32~36 週で出生した早産児も、吸引圧が弱く、吸啜が不規則 (1 秒当たり平均 2~3 回の吸啜) であることが示されています<sup>47, 48</sup>。成長と共に吸引圧も強くなり、吸啜毎の長さも母乳移行量が改善されるようになります<sup>48</sup>。早産児の母乳育児を評価した研究は多くありませんが、臨床的に、早産児は乳房への吸着を維持することが難しく、吸引圧が弱く、吸啜バーストはパターンが短く不規則であり、直接授乳中に眠入ることが多いことが指摘されています<sup>49, 50</sup>。また、早産児の直接授乳は乳房への吸着をサポートするためにニップルシールドを用いることが多いため<sup>51</sup>、早産児を対象とした直接授乳の効果は明確にはされていません。

早産児も非栄養吸啜を行います。通常、これはおしゃぶりや指への吸啜に関係しており、経口哺乳のスキル習得を強く促します<sup>52</sup>。早産児のケーススタディでは、おしゃぶりで非栄養吸啜中の舌の動きは哺乳瓶での栄養吸啜の舌の動きと異なることが示されています。栄養吸啜中は非栄養吸啜よりも舌の前後への動きが大きくなります<sup>53</sup>。今後の研究では、早産児が早い時期に経口哺乳のスキル習得をサポートする非栄養吸啜のメカニズムを明瞭にすることで、早産児向けの非栄養吸啜のトレーニングプログラムの考案に役立てられるかもしれません。

## 吸啜、嚥下、呼吸の協調

正しく哺乳するために、乳児は乳房から母乳を飲みとるだけでなく、嚥下と呼吸を協調させて、母乳を乳児の口腔から消化系に安全に移行できなければならず、その際には安定した呼吸循環状態を維持する必要があります<sup>54</sup>。直接授乳の間、正期産児は吸啜と嚥下を同時に行いますが、母乳を嚥下するために短期間に呼吸を休む必要があります(約 0.5 秒)<sup>54, 55</sup>。非栄養吸啜と比較して、母乳を飲みとる栄養吸啜時の呼吸数(40 ~ 65 回/分)は低くなり<sup>40, 55</sup>、心拍数は高くなります(140 ~ 160 bpm)が、酸素飽和度は変わりません(99%)。これは乳児の協調性が優れていることを示しています<sup>40</sup>。

正期産児は、吸啜、嚥下、呼吸を協調させ、射乳の際に急速に変化する母乳の流れの速度に適応することができます<sup>40</sup>。嚥下のために呼吸を一時的に停止しなければなりません。また、呼吸の吸気フェーズと呼気フェーズで呼吸を一時的に停止できなければなりません<sup>56-58</sup>。母乳量が多い場合は吸啜バーストを急速に拡張できます<sup>40</sup>。また、栄養吸啜と非栄養吸啜の間に吸啜、嚥下、呼吸の比率を変えることができます。例えば、これまでの報告では 1:1:1 のパターンが理想的であるとされてきました。つまり、吸啜毎に 1 回嚥下して 1 回呼吸するということです。しかし、その後、1:1:1 の比率はほとんど発生しないことが分かっています。母乳が流れている間の比率は 2:1:1 および 3:1:1<sup>59</sup> から 12:1:4<sup>40</sup> までさまざまです(図 3)。授乳の間に観察される比率の範囲は、射乳の際と射乳と射乳の間の母乳の流れの違いによるものと考えられます<sup>40</sup>。

それに対して、早産児は一般に、生後 34 週間までは、神経が未熟であること、およびその他の医学的な理由から、吸啜、嚥下、呼吸反射の協調が難しくなります<sup>60</sup>。酸素補給を必要とする呼吸窮迫症候群や慢性肺疾患などの呼吸器系疾患がある乳児は<sup>61</sup>、ボトル授乳の間の吸啜時吸引圧が低く、吸啜回数が少なく、吸啜バーストが短いことが分かっています<sup>47, 62, 63</sup>。

生後 32 週間以降の早産児は、始めのうちは、哺乳瓶授乳の際に長い一時的な呼吸停止(無呼吸)の間に嚥下します。生後 36 週間になると、早産児の無呼吸状態での嚥下が減り、空気の流れが最も少ない吸気の始まりまたは呼気の終わりのいずれかに嚥下することが多くなります<sup>48, 64</sup>。早産児の母乳授乳中の場合の研究はまだなされていません。同様に、これまでは 1:1:1 または 2:2:1 の吸啜、嚥下、呼吸比が理想的であるとされ、ボトル授乳時に協調が上手くとれていることを示す指標であると考えられてきました<sup>46</sup>。しかし、これらのパターンは直接授乳時の測定は行われていないため、この比率が早産児にも適応されると推察することはできません。

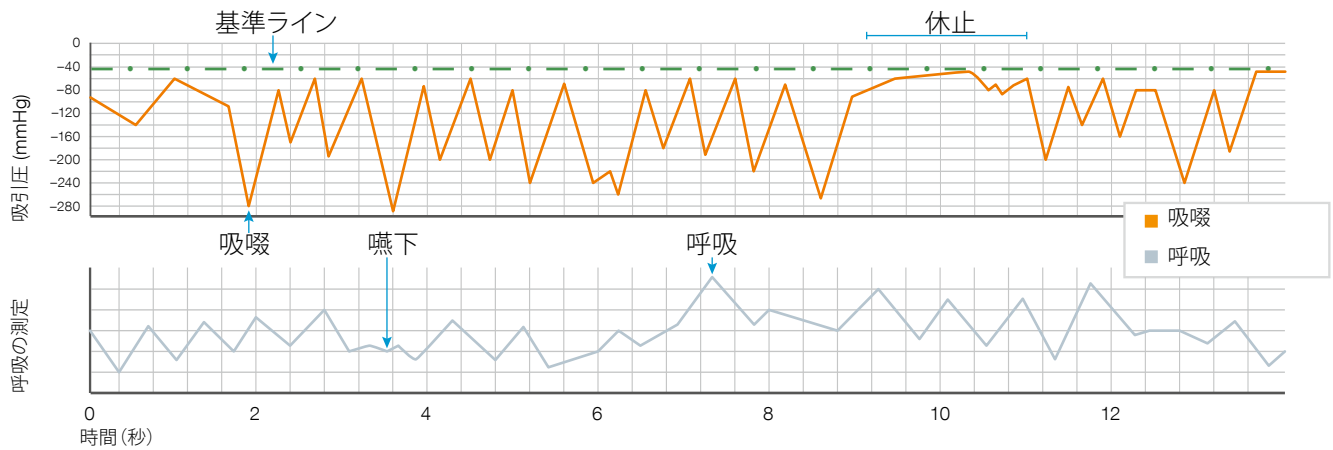


図 3 – 吸啜、嚥下、呼吸パターンの例<sup>40</sup>

## 神経発達

口腔の機能や嚥下<sup>65</sup>、呼吸<sup>66</sup> に関する大脳および脳幹経路は妊娠中期から後期、さらに、生後 1 年間に大きく発達します。脳管の髄鞘は在胎 18 ~ 24 週に形成が始まります。在胎 20 ~ 24 週には、口腔運動機能用の大脳神経の根と大脳神経の髄内根の髄鞘が形成されます。これは子宮内の顎と舌の動きに対応します<sup>42</sup>。在胎 34 ~ 36 週には、脳組織が急速に発達し、骨髄のシナプス形成が最大になります。これは、吸啜、嚥下、呼吸反射が安全かつ協調される時期と一致します<sup>67</sup>。ただし、ある研究では在胎 29 ~ 36 週の早産児に対して安全に授乳が行われたことが示されています<sup>68</sup>。在胎 40 週までに、脳幹内で網様体、疑核、孤束核の髄鞘が形成されます。これにより、咀嚼、嚥下、および呼吸制御が強化されるため、乳房での授乳およびボトル授乳に必要な吸啜、嚥下、呼吸の協調も強化されます<sup>69</sup>。嚥下に関係する皮質下領域と皮質領域の髄鞘形成は、出生後 1 カ月の吸啜と嚥下のさまざまなパターンが現れる時期と一致します<sup>69</sup>。

早産児は妊娠中期から後期に発生するこれらの重要な神経発達の前に出生するため、経口哺乳能力に影響が出ます。早産児は、出生後に急速に発育して神経発達を達成することが求められます<sup>70</sup>。脳の発育の 3 分の 1 は妊娠最後の 6 ~ 8 週間に発生します。例えば、在胎 32 週で出生した早産児の脳の質量は正常産児よりも 35% 少なくなり、残りの発育は出生後に起こらなければなりません<sup>70</sup>。妊娠後期にドコサヘキサエン酸 (DHA) とアラキドン酸 (AA) が蓄積されるにつれて、脳は最も急速に発達するため<sup>71</sup>、母乳を与えることは特に重要となります。早産児の母親の母乳には正常産児の母親の母乳よりも中鎖脂肪酸 (DHA および AA) が 20% 多く含まれています<sup>72, 73</sup>。

# NICU における授乳の課題



図 4 - カンガルーケアの例

直接授乳は母親と乳児の絆を強めます。同様に、母親の問題と乳児の問題も相互に影響するのです。早産児への授乳の課題はそれぞれ異なり、母親、乳児、医療者のために個別に考慮する必要があります。

## お母さまの課題

早産児の母親は、乳房の発達が未熟な段階であったり、乳児の吸啜接触がなく、早産による気持ちの動揺、そして、適切な装置と適時のサポートを得ることが難しいなどの理由から、始めのうちは母乳分泌が容易ではありません<sup>74</sup>。そのため、早産児の母親の多くは、始めは搾乳器を使用する必要があります。NICU におけるほとんどすべての早産児の母親は、産後数週間は著しいストレス、不安、睡眠不足を経験します。これは、母乳分泌の開始と維持にさらなる影響を及ぼします<sup>75, 76</sup>。母子分離や搾乳のための適切なサポートが受けられない場合など、ストレスの多い環境ではオキシトシンの分泌抑制<sup>77</sup>により一時的に射乳反射が抑止されることがあり、そのため直接授乳や搾乳時の母乳量が制限されることがあります<sup>78</sup>。できるだけ頻繁に早産児の母親の母乳分泌の開始を支援し、肌と肌の触れ合いを促進することは(図 4)、母親と乳児のために授乳結果を改善する重要なステップです。

## 赤ちゃんの課題

早産児は経口哺乳の初期にも困難に直面します<sup>61</sup>。早産児は、神経や消化器が未熟なこと、また、低血圧症、胃食道逆流、慢性呼吸器疾患などの医学的合併症があることから<sup>79</sup>、始めは、早産児の直接授乳は容易ではありません。早産児は経静脈栄養や経腸栄養に依存しなければなりません。早産児は、在胎 32 ~ 34 週頃、または呼吸循環状態が安定するとみなされる時期に、経口哺乳を試みます<sup>61</sup>。しかし、これは乳児の出生時の在胎週数、出生体重、既存疾患、および医療機関によって大きく異なります<sup>61, 80</sup>。自律した経口哺乳の習得は、早産児の退院の主要基準です<sup>81</sup>。そのため、経口哺乳のスキルをできるだけ早期に習得することが重要となります。

経口哺乳を習得する際に、早産児は、酸素飽和度の低下、徐脈、無呼吸、窒息、誤嚥などのストレスも経験します<sup>82-84</sup>。直接授乳の間、また、ボトル授乳の間はそれ以上に、母乳の流れと吸啜、嚥下、呼吸反射の協調が取れないため<sup>85, 86</sup>、特に早産児の場合には<sup>88</sup>、嚥下の際に<sup>87</sup>息が詰まったり、咳が出たり、つばをはくなどの不随意運動につながる場合があります。痛みを伴う治療などのストレス要因があったり、または、入院中に母親との触れ合いがなかったりすると、同じ週齢の正期産児と比較したときに、脳構造の変化に関連することになります<sup>89, 90</sup>。そのため、安全な経口哺乳ができるようになるまで長い時間を要し、退院が延期される乳児は、同様の神経発達上の変化を示すことがあります。経口哺乳を上手くできない正期産児の場合も、生後 18 ヶ月で神経発達に悪影響が及びます<sup>91</sup>。乳汁分泌の開始時に母親と乳児に關係するストレスを最小限に抑え、早産児の経口哺乳をサポートするツールにより、乳児の健康状態を長期的に改善できる可能性があります。

# NICU における授乳の課題に対応します

早産児にできるだけ母親の母乳を与え、直接授乳できるようにすることは、NICU の最優先課題です。NICU における哺乳能力の発達を妨げる課題に対応するエビデンスに基づいたソリューションが必要です。

## お母さまをサポート

早い時期から頻繁に搾乳することで母親をサポートし、早産後の母乳分泌を促します。出産後 1 時間以内に搾乳すると、出産後 6 時間で搾乳した場合と比較して、出産後 1 週間および 3 週間時点での母乳量の増加が見られます<sup>92</sup>。1 日当たりの搾乳回数が 6 回未満の場合は、より頻回に搾乳する母親と比較して、母乳量は減少します<sup>93</sup>。ダブルポンプ (図 5) はシングルポンプ (交互搾乳) よりもより効果的かつ効果的に搾乳することができ、乳房内の母乳をより多く搾乳できます<sup>94-96</sup>。さらに、脂肪の含有量が多いことが一貫して示されています<sup>96</sup>。そのため、1 日 (24 時間) 8 回以上のダブルポンプ (両胸同時搾乳) の使用を推奨します<sup>94, 95</sup>。

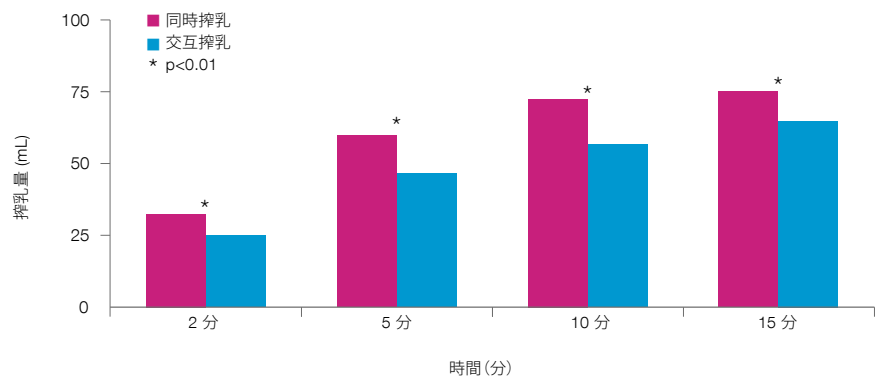


図 5 - ダブルポンプ (両胸同時搾乳) の搾乳量とシングルポンプ (交互搾乳) の搾乳量の比較<sup>96</sup>

電動搾乳器は、吸引強度 (吸引圧) と吸引パターン (吸引回数/分) を組み合わせて動作します。直接授乳中の正期産児を測定したところ、乳児の吸啜パターンが射乳前の速い吸引パターンから、射乳後にはゆっくりとした規則的なパターンに変わることが分かりました<sup>39, 97</sup>。直接授乳中の刺激と搾乳の 2 フェーズパターンを採用した電動搾乳器が設計されました。2 フェーズパターンは、1 分当たり 100 回以上のサイクル数で射乳反射を刺激する刺激フェーズと、1 分当たり約 60 回のゆっくりとしたサイクル数で乳房から母乳を搾乳する搾乳フェーズで構成され、乳房からの搾乳を促進することを目的としています<sup>98</sup>。このパターンを取り入れた病院グレードの電動搾乳器は、母親にとって快適だと感じる最大吸引圧時に、搾乳のみを行う 1 フェーズの搾乳器と同等の効果があり、搾乳中はより快適であることが示されています<sup>98, 99</sup>。

近年、乳汁分泌開始前の乳児の吸啜パターンに近い搾乳パターンを用いることにより、搾乳器を使って授乳をする母親の搾乳量に改善が認められました。乳汁分泌開始までに使用されるパターンは、15分間に異なる3フェーズが用いられます。これは、120回/分および90回/分のサイクルを用いる2つの刺激フェーズと、34～54回/分のサイクルの搾乳フェーズが含まれます。乳汁分泌開始までこのパターンを使用して、開始後にスタンダードの2フェーズパターンを使用した母親は、産後6～13日の間の1日当たりの母乳産生が有意に多いことが分かりました。また、搾乳の際の1分当たりの乳汁量は、スタンダードの2フェーズ搾乳パターンだけを使用した母親よりも多いことが示されました<sup>100</sup>。

母乳産生をサポートするその他の要因もあります。例えば、ベッドサイドや寛ぐことのできる環境で搾乳すれば、母親のストレスが低減されます<sup>49</sup>。肌と肌の触れ合いは、母乳の分泌を増やし授乳期間を延長します<sup>33-36</sup>。乳房での非栄養吸啜は、オキシトシンとプロラクチンの分泌を刺激して、母乳産生を改善すると考えられています。搾乳中に乳房をマッサージすることで、搾乳量が増え<sup>94, 101</sup>、母乳のカロリー含有量も多くなります<sup>102</sup>。

家族中心のケア (Family Centred Care) によって、ストレスの軽減をサポートし、母親と乳児の母乳育児を改善します<sup>103-105</sup>。NICUに親が立ち会えるよう推奨し、NICUに家族がアクセスできるケアを提供することで、早産児の授乳結果の改善につながります。特に、両親が乳児と滞在できる病院施設は母乳育児の促進にもつながります<sup>103</sup>。乳児のベッドに付き添うことができれば、乳児との絆の形成をサポートし、より頻繁に母乳を授乳できるでしょう<sup>104</sup>。同様に、親がケアに関与することで、両親の乳児に対する理解が深まり、親のストレスを軽減すると考えられています<sup>105</sup>。

## 赤ちゃんをサポート

早産児の哺乳行動の発達は複雑です。早産児が経口哺乳できない場合には栄養の供給が最大の課題です。栄養供給と授乳方法は、出生時の在胎週数、出生体重、合併症、および医療機関によって異なります。乳児が医学的に不安定だったり、経口哺乳には未熟な場合は、経静脈栄養および経腸栄養で栄養を供給します(図6)。この時期に母乳を提供することは、感染を抑え、健康状態を長期的に改善するために大変重要です。乳児が経腸栄養から経口授乳へ移行する際、安全かつ効果的な哺乳をサポートすることで、乳児の早期退院が可能となるかもしれません。

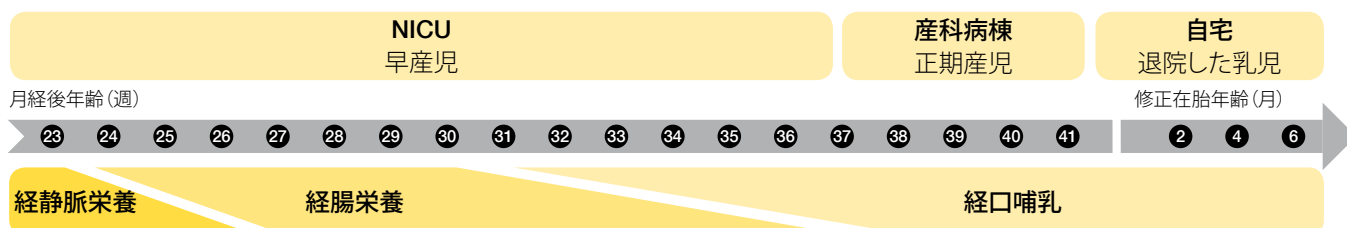


図6 - 経口哺乳までの経過

## 最初の栄養

出生時には、早産児が維持できる栄養は限られており、著しい栄養不足や発育不全につながるリスクがあります。よって、早産児の栄養上の目標は、子宮外発育が制限されないようにし、生後の発育率を達成して、正常産児の胎児身体組成に近づくことです<sup>106</sup>。これは大きな課題です。特に、極低出生体重児（1500g未満）の場合には、組織が急速に成長するため、とりわけ重要です<sup>107</sup>。

経静脈栄養（PN）は、経腸栄養では正常な代謝作用および栄養ニーズを満たすことができない場合に、経静脈的に栄養要件を満たす方法です。経静脈栄養の目的は、十分な栄養素（特に、タンパク質）を供給して、同化作用を促し、胎児の成長を模倣することです。出生体重が1500g未満の早産児はほとんどすべて、出生後数日間は最初の栄養として経静脈栄養を行います<sup>108</sup>。

経静脈栄養は経腸（胃腸）栄養が不可能または危険な場合に使用します。早産児は胃腸管の発達が未熟で、壊死性腸炎（NEC）罹患のリスクや好発する筋肉・神経の発達不全、呼吸器系障害、その他の疾患を併発することがあるため、生後早期の経静脈栄養が推奨されます<sup>108</sup>。在胎32週を超えて、より安定した乳児の場合は経静脈栄養のメリットは明瞭ではありませんが、完全経腸栄養を確立するまでの移行期に使用されることが多々あります。完全経腸栄養までの経静脈栄養の平均期間は、未熟度によって異なりますが、通常1～2週間です<sup>107</sup>。

経静脈栄養は通常、アミノ酸、ブドウ糖、脂質、ビタミン、およびミネラルの混合物です。積極的経静脈栄養として知られる早期の経静脈栄養管理では、多量のアミノ酸（ $\geq 2$  g/kg/日）を生後数時間に経静脈投与します<sup>107, 109-112</sup>。これにより、生後の発育不全を防止して、経静脈栄養だけに依存する期間を短縮し、長期的な神経発達を改善することが示されています。脂質の早期供給もまた安全であり、出生直後の主要なエネルギー源（ $\geq 2$  g/kg/日）となります。経静脈栄養の量は生後3日間に渡って約150 mL/kg/日まで増やし、合計約100 kcal/kg/日のカロリー摂取を供給します<sup>107</sup>。乳児の母親の初乳には高濃度のサイトカインおよびその他の免疫成分が含まれており、超低出生体重児に生後数日間口腔咽頭から投与すると、有用であるとも言われています。初乳を口腔ケアとして使用することで、口腔咽頭に関連するリンパ系組織を刺激して、乳児の口腔粘膜を感染から保護します<sup>113, 114</sup>。

経静脈栄養は重要ですが、その使用の際にはリスクとベネフィットのバランスを考慮しなければなりません。在胎週数の少ない超低出生体重児は、グリコーゲン蓄積が不十分であり、血糖を維持することが難しくなることから、経静脈栄養中に低血糖になるリスクがあります。さらに、経静脈栄養中に栄養素が不足するリスク、特に、微量栄養素とビタミン（特に脂溶性ビタミン）欠乏のリスクが高くなります<sup>115</sup>。また、経静脈栄養は、特に、長期的な使用において、酸化負荷や肝機能障害にもつながります<sup>116</sup>。同様に、通常は臍静脈内または経皮的（PICC、末梢挿入型中心静脈



カテーテル)に用いられる中心静脈カテーテルを使用する場合にも合併症を伴うことがあります。末梢挿入中心静脈カテーテル (PICC) は、しばしば、敗血症、局所的な皮膚感染、血栓性静脈炎につながります<sup>117</sup>。また、静脈カテーテルの留置に関連した機械的合併症を引き起こすことがあります。

### 経腸栄養

経静脈栄養は早産児の即時的な必要栄養素を満たします。しかし、可能であれば、母乳を経腸(腸経由)で供給する栄養管理を実現することが望ましいとされています<sup>15</sup>。経静脈栄養中に胃腸管に食物がないと、乳児の消化と吸収にリスクが及ぶこととなります。この理由から、母乳を用いた早期の経腸栄養を産後 1 週間以内に開始して腸の運動と発達を促します<sup>118</sup>。

経腸栄養の間は、乳児は未熟または健康状態が悪いので、経口(吸啜)摂取の調整を行うことができません。そのため、鼻(経鼻)またはしばしば口(経口)に挿入したチューブを介して胃や腸上部へ母乳を届けます。経鼻または経口どちらがより良いかを示すエビデンスは少なく、どちらの場合も課題があります。経鼻栄養は吸啜授乳中の呼吸の妨げになります。経口胃チューブは外れやすいため、吸啜授乳中の呼吸や吸気に影響することがあります<sup>119</sup>。

経腸栄養は連続的投与または断続的な急速投与で行います。連続的投与は、栄養耐性が改善されて体重がゆっくりと増加します<sup>120</sup>。それに対して、急速投与は大人の食事と同様にホルモン反応を大きく刺激することになります<sup>121</sup>。どちらの方法も栄養素の吸収改善は示されていません。そのため、どちらの栄養摂取方法がより良いかを示すエビデンスは限られています<sup>121</sup>。

通常、経腸栄養はゆっくりと導入し、経静脈栄養を徐々に低減して経腸栄養の量を増加させます。経腸栄養は、栄養不耐性や感染症、消化管障害、腎機能の問題を合併することがあり、急速な栄養投与は NEC 発症率の増加に関連します<sup>122, 123</sup>。栄養投与は、一回の投与ごとに少量の急速投与 1 ~ 3mL/kg とし、15mL/kg/日を超えないことが推奨されます<sup>118, 124</sup>。経腸栄養の早期導入は、完全経腸栄養までの時間短縮と入院期間の短縮につながります。ただし、経腸栄養を導入するタイミングは医療機関によって大きく異なります<sup>125, 126</sup>。経静脈栄養から経腸栄養への移行は、栄養耐性を評価するさまざまな臨床要因によって管理されます。これには、腹部膨満や腹部圧痛、胃内の残留量、および、残留物の特性、排便量、臨床状態などが含まれます<sup>118</sup>。

NICU での経腸栄養および全ての経口哺乳には母乳が強く推奨されます。新鮮な搾母乳でも冷凍でも、早産児の成長に必要な高い栄養素を満たすためにはタンパク質や栄養素、ビタミン、ミネラルで母乳を強化する必要がある場合があります<sup>23</sup>。母親の母乳を使用できない、または、母乳量が足りない場合は、しばしば、ドナーミルクで経腸栄養を補足することがあります<sup>7, 127</sup>。ドナーミルクは母親の母乳よりもタンパク質の含有量が低いため、より高い水準の強化剤を使用する必要があります<sup>7, 128</sup>。母乳が利用できない場合、乳児は早産児向けの人工乳で栄養を摂取します。人工乳は生態利用効率が母乳よりも低く、臨床的結果も不良なため、通常は早産児の栄養供給には推奨されていません<sup>129</sup>。ドナーミルクやヒトの母乳を基に作られた強化剤を含めた完全母乳育児は、ウシ由来の母乳製品との混合栄養の場合と比較した場合に NEC の発症リスクが低減されることが確認されています<sup>130</sup>。



### 経口哺乳への移行

経管栄養中のおしゃぶりの吸啜（非栄養吸啜）は、経管栄養から経口哺乳への移行のサポートにつながります<sup>131</sup>。コクランレビューでは、早産児に非栄養吸啜を導入することで、入院期間が短縮され、経管栄養からボトル授乳への移行期間を短くし、ボトル授乳を改善すると結論付けています。その他、一貫した臨床結果は観察されておらず、体重増加、栄養耐性、または完全経口哺乳の週齢等に差異は認められていません。良好な臨床結果が確認されており、悪い結果がないことから、NICUの早産児に非栄養吸啜を導入することが推奨されます<sup>132</sup>。

直接授乳とボトル授乳を含め、完全経口哺乳は NICU 退院時の重要な基準であるため、経腸から経口授乳への移行は非常に重要となります。経口哺乳できるかどうかは、神経発達、行動組織、吸啜、嚥下、呼吸を協調する能力、および呼吸循環状態にといたった広範囲におよぶ要因によって左右されます。発達、週齢、または体重とは独立して、呼吸循環状態の安定性に基づいて授乳への準備評価を行うことが推奨されてきました<sup>68</sup>。しかし、医療機関によっては、修正在胎週数、乳児の体重、および発達評価基準を使用して、乳児が経口哺乳を始めることができるかどうかを判断しています<sup>80, 105, 133</sup>。乳児が経口哺乳を開始できるかどうかなどの乳児の行動の合図を評価する方法は、経静脈栄養から経腸栄養への移行期間を短縮することが示されています<sup>105, 134</sup>。

### 直接授乳

経口授乳は直接授乳から始めることが推奨されています<sup>103</sup> が、現在臨床では直接授乳とボトル授乳で国や医療機関によって大きく異なります。多くの NICU で母乳の授乳が推奨されていますが、直接授乳は見逃されてしまうことがあります。NICU における早期母乳育児が有用であることを示すエビデンスは増えおり、早期退院<sup>135</sup> や母乳育児率の増加<sup>136</sup> と関連しています。しかし、NICU での乳児の哺乳能力は、母親の母乳産生、ストレス、家族の取り組み、NICU または病院の設備、および乳児の安定性に左右されます<sup>68, 137</sup>。

乳児が安定したら、母親に乳児を抱いて肌と肌の触れ合いを持ち、乳児が胸元で時間を過ごすことができるようにします。これは経腸栄養の間に行うことができ、乳児は直接授乳の練習をする多くの機会を持つことができます<sup>103</sup>。早産児の様子を見守り、乳児がストレスや疲労の様子を示した場合には休憩を促すといった、発達をサポートする実践によって授乳の効果を改善します。照明と騒音、処置を最小限に抑えて乳児のストレスを軽減し、乳児に十分な休憩時間を与えることは、短期的な発育および経口哺乳への移行を促し、早期退院につながります<sup>105</sup>。

従来、経口哺乳への移行は在胎 32 ～ 34 週に開始されていました。ただし、在胎 34 週以前は吸啜、嚥下、呼吸の協調が上手くできないことから、在胎 34 ～ 36 週で始める場合もありました<sup>68</sup>。早期の経口哺乳への切り替えは、より大きなメリットがあります<sup>68</sup>。移行期には、乳児は 1 日に 1 回の吸啜哺乳から開始します。この時期に、直接授乳と経腸栄養を交互に行うことで、乳児が次の授乳までの間に休憩で



図7 - ニップルシールド

きるようにします。全ての母乳を飲みとれない乳児の場合、残りの母乳は経管投与することがあります。経口哺乳できるようになると、幼児は神経が安定して、与えられた母乳量をすべて摂取できます。また、1日当たりの吸啜哺乳の回数が増えて、経管栄養の回数が減ります<sup>80</sup>。

通院や家族の協力などの課題のために、母乳育児の実践が難しい母親もいます。もちろん、両親が乳児と一緒に滞在できる病院施設は、早期の母乳育児達成の助けとなります。母親が常に側にいることができない場合、早産児は、直接授乳と母乳のボトル授乳などのその他の授乳方法を組み合わせて栄養を摂取します。さらに、NICU に入院中および退院後に授乳サポートと継続的なケアを提供することが望まれます<sup>103</sup>。

早産児は、疲労、低筋緊張症、および、吸啜、嚥下、呼吸反射の協調のために、始めは直接授乳が難しいことがあります。流量の制限された乳首を使用することで、早産児の吸啜、嚥下、呼吸が改善されることが分かっています<sup>139</sup>。在胎週齢 32 週未満でも一部もしくは完全に搾乳した後の乳房を吸啜することが可能かもしれません<sup>49</sup>。(在胎週齢 29 週から搾乳する前の乳房で授乳することの安全性は示されています<sup>68</sup>)。半自立哺乳も NICU に入院中の乳児の直接授乳への移行に役立つことが確認されています。これは、乳児が空腹な様子を見せたときに授乳を行い、乳児が哺乳欲求を示さない場合は、一定の時間が経過した後に、授乳や補助栄養を行うものです<sup>68</sup>。この方法を、早期の頻回搾乳とカンガルーケアを組み合わせることで、NICU に入院中、直接授乳をより早く確立できる可能性が高くなることが示されました<sup>68</sup>。

カンガルーケアでは、乳児がおむつだけを付けた状態で母親の乳房の間または看護者の胸に抱くことで、温かさを保ち、安定性を促進します。肌と肌の触れ合いは、産後早期、ならびに乳児が経口栄養を始めるときに、大きなメリットがあります。特に、早産児の体温調節と安定性が向上し、乳児が直接哺乳を試みる機会が増えることとなります<sup>140</sup>。肌と肌の触れ合いは、母乳産生の促進や直接授乳の早期達成と長期的維持をサポートするため、母親にとっても有用です<sup>33, 141, 142</sup>。

ニップルシールドで早産児の直接授乳をサポートすることもできます(図7)。通常、シールドは乳首に取り付けて、乳児の乳房への吸着をサポートし、授乳中の乳房の痛みを最小限に抑えます。また、早産児が経口哺乳を学びながら乳房に吸着して母乳を飲みとるサポートにも使用されます<sup>143</sup>。NICU でニップルシールドを使用して哺乳する早産児は、シールドを使用しないで哺乳する場合と比較して、母乳摂取量が改善することが示されています。さらに、平均 26 日間シールドを使用した場合に、退院後の母乳育児に悪影響は見られませんでした<sup>51</sup>。産後早期の正期産児はシールドの有無にかかわらず、シールドがない場合でも、母乳摂取量に違いは認められませんでした<sup>144</sup>。しかし、ニップルシールドの長期的使用の影響は分かっていません。正期産児の授乳においては、母乳量および乳頭混乱に関して、ニップルシールドを使用することの懸念が指摘されています。そのため、シールドを使用する場合は、母乳摂取量のモニタリングを推奨します<sup>143</sup>。

## ボトル授乳

母親が側にいない場合は、乳児はボトル授乳、直接授乳、経管栄養の組み合わせで栄養を摂取します。しかし、ボトル授乳の乳児では、直接授乳の乳児と比較して、酸素飽和度と心拍数の低下、不飽和化、高体温、低いエネルギー消費が一貫して示されています<sup>83, 84, 145, 146</sup>。さらに、経鼻栄養チューブは早産児の哺乳能力に影響します。経腸栄養からボトル授乳に移行期の乳児は、経腸栄養と比較してボトル授乳の際に酸素飽和度低下の発生率が3倍になります<sup>147</sup>。また、経鼻栄養チューブを入れた状態でボトル授乳を行う場合には、一回換気量、換気量が少なく、酸素飽和度の低下が長引きます<sup>148</sup>。

哺乳瓶に使用されている一般的な乳首は母親の乳頭とは異なります。母乳は重力の影響で継続的に流れます。母乳が流れる速度は乳首の穴のサイズによって異なります。また、乳首は母親の乳頭よりも圧迫されやすくなっています<sup>149</sup>。そのため、直接授乳とボトル授乳は生理学的に異なります。特に、直接授乳の場合は、母乳は射乳中に一時的に流れますが、ボトル授乳の場合は継続的に流れます<sup>149</sup>。その結果、従来の人工乳首で授乳した場合、乳児は無秩序なパターンで、より頻繁に吸啜と嚥下を行うこととなります。また、従来の人工乳首使用時は、乳児の吸引圧は低く、舌の動きのパターンも異なり<sup>150</sup>、酸素飽和度と心拍数も低下します<sup>83, 84, 145, 146</sup>。

特に、母乳流量が高くて無制限に流れる従来の人工乳首は、母乳流量が低くて制限される人工乳首と比較した場合、乳児の酸素飽和度低下、誤嚥、窒息などが認められています<sup>151</sup>。多くのエビデンスは、早産児は母乳の流量が少ない場合、特に、乳児が母乳の摂取量をコントロールできる場合に、より効果的に哺乳できることを指摘しています<sup>139, 151</sup>。流量を制限する(乳首の穴が小さい)乳首は、標準流量の乳首と比較した場合、早産児の経口哺乳を促して、母乳の摂取量が増え、哺乳時間を短縮して、耐性が改善されることが示されました<sup>139</sup>。特に、これらの研究は、乳児が母乳の流れを調節できることのメリットを示しています。つまり、乳児が活発に吸啜した場合にのみ母乳を飲みとることができます。それに対して、一般的な哺乳瓶の場合は、重力の影響を受けて、母乳は継続的に流れるのです。これらの試験では、授乳が進んでボトル内のミルクの量が減少するにつれて母乳の摂取が難しくなるという、ボトル内に蓄積される圧に関する問題も示されています<sup>139, 151</sup>。

その他の研究では、乳児が一定の水準を超える吸引圧を適用した場合にのみ母乳が流れるように設計された乳首を使用した場合に、正産産児と早産児の哺乳結果が改善されることが示されました。乳首の穴のサイズを変えて流量を制限するのではなく、乳児が閾値を超える吸引圧を適用した場合にのみバルブを通して母乳が流れるようになっています。一般的な哺乳瓶と異なり、ボトル授乳全体を通じて、一定の吸引圧レベルで母乳を飲みとることができます。直接授乳と比較して、吸引圧を用いる人工乳首で哺乳した正産産児は同様のパターンの舌の動き<sup>149</sup>、吸啜・嚥下・呼吸の協調、酸素化、心拍数、母乳授乳の場合の半分の吸引圧を示しました<sup>152</sup>。さらに、吸引圧を用いる人工乳首と直接授乳の顎と喉の動きを比較した場合、乳児の口の開きの角度が同等で、顎と喉を動かすときの距離も同様でした<sup>153</sup>。それに対して、従来の乳首で授乳を行った乳児は口を開く角度が大変狭いため、吸着



図 8 - SNS 母乳哺育補助システム

が悪くなります<sup>154</sup>。母乳を飲みとる際に吸引圧を用いることが重要な要素であることから、人工乳首と直接授乳時で酸素飽和度と心拍数に差異は認められませんでした<sup>152</sup>。

同じ原理を用いて、吸引圧を用いる早産児向けの人工乳首が設計されました。これは、早産児が経口哺乳を習得するときに吸引圧を上げていくことで時間と共により効果的かつ効率的に哺乳できるようになるという考えに基づいています<sup>82</sup>。直接授乳ができない時に、吸引圧を用いた乳首を使用した早産児は、標準的な乳首を使用して哺乳した乳児よりも 2.5 日早く NICU から退院しました。さらに、吸引圧を用いた乳首で授乳した乳児は、入院中の母乳育児率も高くなりました<sup>155</sup>。正期産児用の乳首と同様に、吸引圧を用いた早産児用の乳首での授乳においても、早産児は直接授乳と同様の舌の動きを示し、授乳時に適用した吸引圧は直接授乳時の半分でした<sup>156</sup>。吸引圧を用いた乳首は、乳児が直接授乳の時と同様の方法で母乳を飲みとれるよう調整できるため、有用である可能性があります<sup>40</sup>。

口唇口蓋裂や低筋緊張症など、特別なニーズのある乳児向けに、経口哺乳をサポートするその他のタイプの乳首と哺乳瓶もあります。口唇口蓋裂の乳児は、乳房や従来の乳首の周囲を密閉できないことがあり、乳房や哺乳瓶から母乳を飲みとるために必要な吸引圧を形成できないことがあります<sup>157-159</sup>。同様に、神経疾患のある乳児は、低筋緊張症のために吸引圧を形成する際に同様の困難に直面することになります<sup>160, 161</sup>。スペシャルニーズフィーダーは、ボトルと乳首の間に 1 方向弁が装備されており、授乳の前に乳首に母乳を充填できるので、乳首に空気が入りません。さらに、乳首の先にスリットバルブが付いており、吸引圧ではなく圧迫によって母乳流量を調節することができます。看護師は哺乳瓶を圧搾して、乳児の母乳摂取をサポートできます。口唇裂のある乳児は、圧搾可能な哺乳瓶を使用すると、体重増加が改善されて、硬い哺乳瓶を使用する乳児よりも容易に哺乳できることが示されました<sup>162, 163</sup>。

## その他の授乳方法

フィンガーフィーディングは、直接授乳ができない乳児のための授乳オプションです。ソフトフィーダーはミルクで充填したシリンジや容器にテープでとめて接続します。乳児はシリコン製のソフトフィーダーに添えた指を吸啜しながらチューブ内のミルクを飲みとることができます。ソフトフィーダーは乳頭混乱を防止し、吸啜を促すことができる可能性のある革新的な方法です<sup>164</sup>。しかし、指を吸啜する場合は、顎の開きを促進したり、直接授乳時と同様の顎の動きをしたりすることはありません。NICU におけるソフトフィーダーの使用に関する研究は大変限られています。NICU でボトル授乳の代わりにソフトフィーダーを使用することで、退院時の母乳育児率が高くなることを示した研究が 1 件確認されています<sup>165</sup>。

哺乳補助チューブデバイス (SNS 母乳哺育補助システム、図 8) は、早産児が乳房を吸啜しながらさらに母乳を摂取できるようにするためのもう 1 つの方法です。哺乳補助チューブデバイスは、1 本のチューブを母親の首の周辺に取り付けた母乳ボトルに接続します。チューブのもう一方の端は母親の乳頭にテープ止めて、母乳

授乳中に乳児に補助栄養を供給します。これらのデバイスについて、NICU における有効性を評価した研究はありませんが、乳児が乳房で哺乳できること、また、母親の母乳産生を刺激することを促すと考えられるため、メリットが多いとされています<sup>166</sup>。

カップ授乳は NICU で採用されていた経腸栄養やその他の補助授乳方法の代替方法とされてきました。カップ授乳は、吸啜、嚥下、呼吸を同時に協調するのではなく、乳児が母乳を舐めてから、嚥下、呼吸できると考えられています。多くの機関において、さまざまな形状のカップや容器が使用されてきました。NICU 退院時の完全母乳育児を強化する点でカップ授乳が有用であると示されてきました<sup>167, 168, 169</sup>、乳汁がこぼれたり母乳の摂取量が少ないこと<sup>170</sup>、ならびに、3～6 カ月では完全母乳授乳率に変わりがなく、ボトル授乳の乳児よりも入院期間が長いことも指摘されました<sup>169</sup>。その結果、コクランレビューでは早産児に対してボトル授乳以上にカップ授乳を推奨するようなことはされていません<sup>171</sup>。これに対し、最新の研究ではカップ授乳を行った後期早産児は、退院時、3、6 ヶ月時の完全母乳育児率がより高いことが示され、ボトル授乳と比較して入院期間に差は認められませんでした<sup>172</sup>。早産児のカップ授乳の効果をさらに把握するためには、大規模無作為比較試験の実施が求められます。

# 結論

母乳授乳と直接授乳は早産児の理想的な発育と発達にとって大変重要です。産後の課題は母親の乳汁分泌開始と早産児の経口哺乳能力です。NICU 退院時に母乳育児に成功できるよう、エビデンスベースの方法で母親と乳児をサポートすることが求められます。

母親にとっては、最適な母乳産生が重要となります。そのため、NICU では産後早期の頻回搾乳やダブルポンプ（両胸同時搾乳）、電動搾乳器の使用で最大限の母乳産生を促すよう推奨する必要があります。NICU は、肌と肌の触れ合いができるような、できるだけ乳児に近い場所にいることができる可能性を提供する必要があります。また、両親が乳児と一緒にいることができる病院施設が求められます。

早産児の直接授乳をサポートする方法には、早期から頻繁に直接授乳を試みることに、半自立哺乳、カンガルーケア、乳房への吸着をサポートするニップルシールドの使用などが含まれます。同様に、母親が NICU に付き添えない場合は、乳児が母乳の飲みとりを調節できる乳首を使用することで、吸啜、嚥下、呼吸の協調の改善を促します。

正期産児と早産児の直接授乳と母乳の飲みとりの生理学を理解することで、母親と乳児が NICU における授乳の課題を克服するための、更なるお手伝いをします。早産児向けの母乳育児の介入方法を考案するためにも、NICU での直接授乳の研究を進めることが早急に求められています。

# 参考文献

- 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 Theile,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](http://www.medela.com)



Medela AG  
Lättichstrasse 4b  
6341 Baar, Switzerland  
[www.medela.com](http://www.medela.com)

**Japan**

Medela Japan  
13F 2-26-2 Sasazuka,  
Shibuya, Tokyo  
Japan  
Phone +81 3 3373 3450  
Fax +81 3 3373 3457  
[info@medela.jp](mailto:info@medela.jp)  
[www.medela.jp](http://www.medela.jp)