


Onderzoeksreview

Logistiek voor moedermelk en borstvoeding

De logistiek voor het geven van moedermelk in de NICU kan complex zijn. Deze review beschrijft de actuele kennis voor optimalisatie van de logistieke route in de NICU, gericht op het maximaliseren van de hoeveelheid en kwaliteit van moedermelk die beschikbaar is voor de premature baby.



Medela: Totaaloplossingen voor moedermelk en borstvoeding

Medela streeft al meer dan 50 jaar een betere gezondheid voor moeder en kind na door de heilzame voordelen van borstvoeding. In deze periode heeft het bedrijf zich toegelegd op het verkrijgen van inzicht in de behoeften van moeders en in het gedrag van baby's. In al onze activiteiten spelen de gezondheid van moeder en kind tijdens de waardevolle borstvoedingsperiode een centrale rol. Medela blijft verkennend onderzoek naar moedermelk en borstvoeding ondersteunen en verwerkt de resultaten hiervan in innovatieve oplossingen voor borstvoeding.

Op basis van nieuwe ontdekkingen omtrent de bestanddelen van moedermelk, de anatomie van de lacterende borst en de manier waarop de baby melk uit de borst zuigt, heeft Medela een reeks oplossingen uitgewerkt om de neonatale intensive care (NICU's) te steunen bij het geven van moedermelk en het optimaliseren van borstvoeding.

Medela begrijpt welke uitdagingen er zijn verbonden aan het geven van moedermelk in de NICU. Met name de vraag of de moeder voldoende melk kan produceren en of de baby in staat is om de melk tot zich te nemen; en bij het werken aan deze uitdagingen zijn er ook nog de aspecten hygiëne en logistiek. Het productaanbod van Medela is gericht op het verkrijgen van moedermelk, het bevorderen van borstvoeding en het bieden van ondersteuning zodat baby's zo vroeg mogelijk borstvoeding kunnen krijgen.

Medela streeft ernaar de meest actuele, wetenschappelijk onderbouwde kennis te verschaffen om borstvoeding en het gebruik van moedermelk in de NICU te ondersteunen. Met onze innovatieve, op onderzoek gebaseerde producten en educatieve materialen streven wij ernaar hindernissen voor het geven van moedermelk in de NICU uit de weg te ruimen.



Wetenschappelijk onderzoek

Medela streeft ernaar uit te blinken in wetenschappelijk onderzoek. En door deze aanpak heeft het bedrijf geavanceerde borstkolf- en borstvoedingstechnologieën kunnen ontwikkelen. Medela werkt met ervaren medische deskundigen en gaat wereldwijde samenwerkingen aan met universiteiten, ziekenhuizen en onderzoeksinstituten.



Producten

Moeders helpen met het afkolven van melk is de belangrijkste doelstelling van Medela. Dit omvat het zorgvuldig en hygiënisch opvangen van moedermelk in BPA-vrije containers (opvangzakjes, -flessen en -bakjes). Eenvoudige oplossingen voor etiketteren, bewaren, vervoeren, opwarmen en ontdooien – ze dragen allemaal bij tot het veilig omgaan met de kostbare moedermelk. En voor het geven van de moedermelk aan de baby heeft Medela een gamma innovatieve producten ontwikkeld voor uiteenlopende voedingssituaties.



Voorlichting

Bij Medela zijn onderzoek en scholing nauw met elkaar verbonden. Medela brengt artsen en opleiders samen om professionele groei, uitwisseling van kennis en interactie met de bredere wetenschappelijke gemeenschap te stimuleren.

Om de beschikbare oplossingen, hun functionaliteit en interactie binnen de context van de algemene ziekenhuisprocessen en evidence-based besluitvorming te plaatsen, heeft Medela een reeks onderzoeksreviews uitgewerkt. Deze reviews zijn beschikbaar voor NICU-processen waarin moedermelk en borstvoeding een significante rol spelen. Dit betreft de voedingsontwikkeling voor de premature baby, de logistiek van het leveren van moedermelk en infectiebeheersing van de moedermelk.

Logistiek voor moedermelk en borstvoeding

Samenvatting

Moedermelk is van groot belang voor de ontwikkeling en het verbeteren van de gezondheid van de premature baby. Als moedermelk direct aan de borst wordt gegeven, vormt dit de veiligste en meest optimale manier van voeden. Voor veel premature baby's start de borstvoeding echter pas later, wat voeding met afgekolfd melk in de NICU tot prioriteit maakt. Om melk te kunnen geven in een vorm die verse melk aan de borst het dichtst benadert, moeten wetenschappelijk onderbouwde best practices en procedures worden geïmplementeerd. Dit zijn onder andere protocollen voor afkolven die het leeg maken van de borst optimaliseren; bewaar- en hanteringsprocedures die verlies van melkbestanddelen minimaliseren; en verrijgingsprocedures die de voeding voor de baby versterken. Het doel van deze praktijken is het optimaliseren van het gehele moedermelktraject door zowel de kwaliteit als de kwantiteit van moedermelk in de NICU te maximaliseren.

Inhoudsopgave

Inleiding	5
De waarde van borstvoeding en moedermelk	6
Effect van borstvoeding op de gezondheid	6
Bioactieve bestanddelen van moedermelk	7
Voordelen van moedermelk binnen de gezondheidszorg	9
Het traject van moedermelk in de NICU	10
Melk afkolven	11
I Lactatie initiëren, opbouwen en op peil houden	11
I Melkproductie maximaliseren	12
I Hygiënisch verzamelen	15
I Samenbrengen en volgen van afgekolfd melk	15
Bewaren van melk in de NICU	16
I Kamertemperatuur	16
I Koelen	17
I Invriezen	17
Hanteren	19
I Melk ontdooien en opwarmen	19
I Melk verrijken	21
Voeden	22
Conclusie	23
Literatuur	24

Inleiding

De voordelen van borstvoeding worden wereldwijd erkend¹⁻⁵. Borstvoeding garandeert optimale voeding, immunologische bescherming⁶ en versterkt de band tussen moeder en kind direct na de geboorte van een voldragen baby. Daarom wordt borstvoeding in de eerste zes levensmaanden aanbevolen als exclusieve voedingsbron¹⁻⁴. Na een vroeggeboorte is borstvoeding in het begin vaak een grote uitdaging⁷. De noodzakelijke ontwikkeling die normaliter in de laatste fase van de zwangerschap plaatsvindt, wordt onderbroken en moet, ter compensatie, versneld plaatsvinden in de postnatale omgeving. Aangezien moedermelk voor premature baby's met name in de eerste levensmaanden belangrijk is¹, is het van groot belang dat er binnen de NICU optimaal gebruik wordt gemaakt van moedermelk.

De NICU speelt een belangrijke rol bij het ondersteunen van moeder en baby bij het geven van moedermelk. Daarbij kan de NICU vertrouwen op de meest moderne, wetenschappelijk onderbouwde procedures die waarborgen dat de moedermelk van voldoende kwaliteit, hoeveelheid en werkzaamheid is. Deze onderzoeksreview is bedoeld om de zorgverlener in de NICU gedetailleerd te informeren over actuele onderzoeken naar de voordelen van moedermelk voor premature baby's; interventies die moeders steunen bij het initiëren, opbouwen en op peil houden van hun melkproductie en de logistieke uitdaging voor de NICU op het vlak van veilig afnemen, hanteren en toedienen van moedermelk.

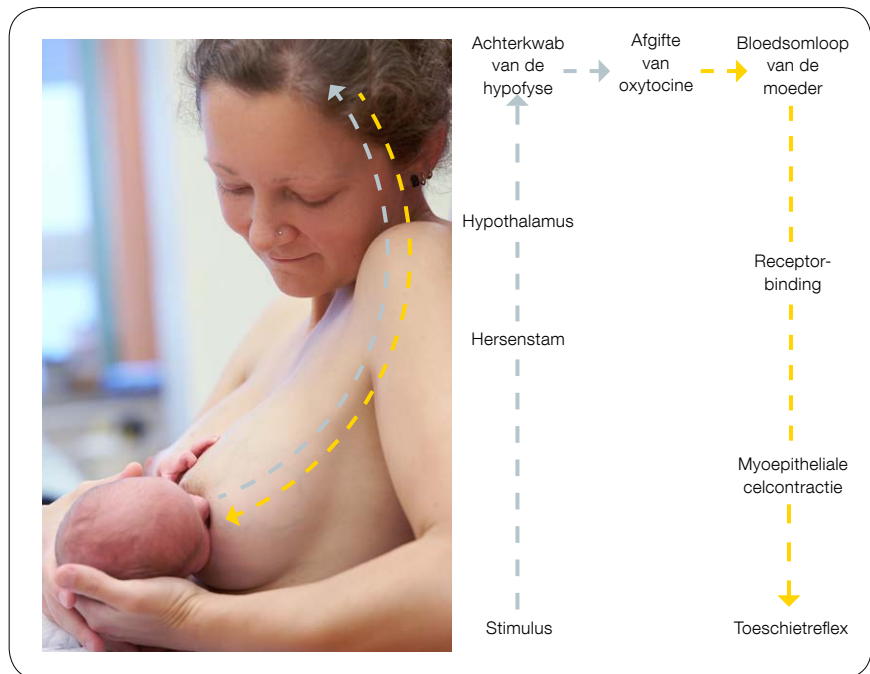
De waarde van borstvoeding en moedermelk

Borstvoeding is meer dan alleen de moedermelk met alle belangrijke bestanddelen voor optimale groei en ontwikkeling van de baby. Het biedt ook immunologische bescherming⁶ en versterkt de band tussen moeder en kind direct na de geboorte. Op basis van de vele belangrijke voordelen wordt moedermelk aanbevolen voor alle voldragen en premature baby's.

Effect van borstvoeding op de gezondheid

Nauw lichaamscontact tussen moeder en kind tijdens de vroege postpartumperiode heeft een regulerend en optimaliserend effect op de temperatuur, ademhaling en de zuur-base balans van de pasgeborene⁸ en biedt troost aan de baby^{9,10}. Tijdens het zuigen helpt het hechte lichaamscontact de lactatieperiode te verlengen en kan het maagdkanaal van de moeder zich beter aanpassen aan de verhoogde energiebehoefte tijdens de borstvoeding⁷. Borstvoeding bevordert met name de band tussen moeder en kind¹¹. Tijdens de toeschietreflex wordt er, als reactie op het zuigen door de baby, oxytocine afgegeven (figuur 1). Dit zorgt voor een sterkere doorbloeding van de borst en het tepelgebied en een hogere huidtemperatuur, waardoor er een warme en koesterende omgeving voor de baby wordt gecreëerd¹¹. Moeders die onmiddellijk na de geboorte huid-op-huidcontact hebben met hun pasgeborene baby, brengen meer tijd door met hun kind, hebben tijdens het zogen meer interactie met de baby¹² en geven langer borstvoeding¹³. Hoewel dit scenario door de fysieke scheiding en andere medische problemen anders is voor moeders van premature baby's, is er ook bij deze groep na huid-op-huidcontact een verband aangetoond met een verhoogde melkproductie, vroeger begin van lactatie en verbeterde fysiologische stabiliteit van premature baby's¹⁴⁻¹⁶.

De voordelen van borstvoeding beïnvloeden de gezondheid van moeder en kind ook op lange termijn. Bij de moeder versnelt borstvoeding de samentrekking van de baarmoeder na de geboorte, is er minder risico op bloedingen en zal zij gemakkelijker het gewicht van voor de zwangerschap terugkrijgen¹⁷. Daarnaast vermindert lactatie het risico van de moeder op eierstok- en borstkanker, osteoporose, diabetes type II, cardiovasculaire aandoeningen en reumatoïde artritis^{1, 18, 19}. Voor baby's is bij borstvoeding het risico op acute middenoorontsteking significant lager¹⁹ en wordt de normale orofaciale groei gestimuleerd²⁰, inclusief het gebit, de werking van de periorale en kauwspier en de groei van het gehemelte^{21, 22}. Het geven van moedermelk gaat verder gepaard met een verminderd risico van infecties van het maagdkanaal, van de luchtwegen, atopische dermatitis, astma in de kinderjaren, leukemie bij kinderen, diabetes type I, obesitas, necrotiserende enterocolitis (NEC) en wiegendood^{1, 19, 23}.



Figuur 1 – Toeschietreflex

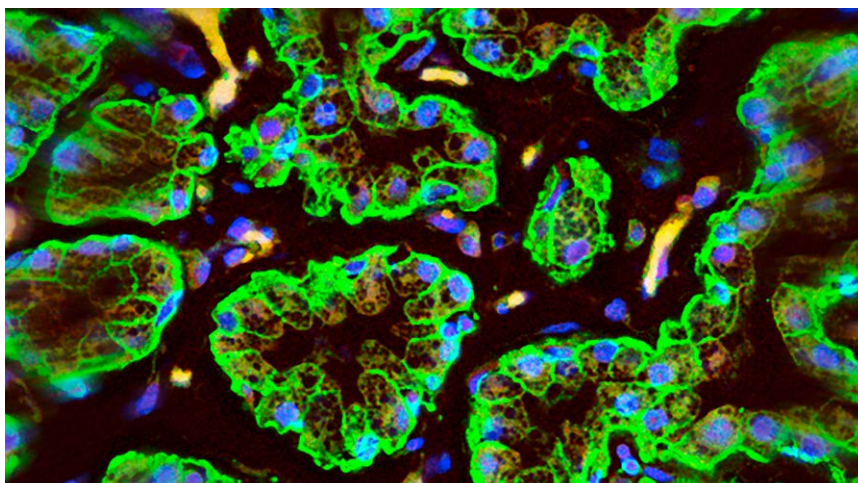
Als reactie op een stimulus scheidt de achterkwab van de hypofyse oxytocine af in de bloedsomloop van de moeder. Oxytocine bindt zich aan de receptoren op de myoepitheliale cellen rondom de alveoli. Deze cellen trekken samen en drijven melk uit de alveoli in de melkkanalen naar de tepel.

Bioactieve bestanddelen van moedermelk

Moedermelk levert alle nodige bestanddelen voor optimale groei en ontwikkeling van de baby. Het bevat de essentiële macronutriënten (vetten, koolhydraten en eiwitten), micronutriënten (vitaminen en mineralen), en ontwikkelingsfactoren (langketenige meervoudig onverzadigde vetzuren (LCPUFA), groeifactoren en cytokines). Moedermelk bevat ook bioactieve componenten die de baby tegen infecties beschermen en de ontwikkeling van het darmkanaal bevorderen.

Multifunctionele eiwitten, zoals slgA, lactoferrine en lysozyme, evenals vrije vetzuren in moedermelk hebben een infectiewerende functie die essentieel is voor de premature baby²⁴. Deze werken samen om zich aan microben te binden, deze te inactiveren of te vernietigen zodat ze zich niet meer in slijmvliezen kunnen nestelen²⁵. Levende cellen van de moeder (figuur 2) worden via de melk overgedragen aan het kind. Dit zijn onder andere uit het bloed afkomstige leukocyten, cellen van het melkkliepitheel, stamcellen en celfragmenten, die de afweer van de baby versterken²⁶⁻²⁸. Daarnaast ontvangt de baby een hoog percentage aan oligosacchariden in de moedermelk; hiervan is bewezen dat ze een belangrijke immunologische functie hebben door hun probiotische werking die de intestinale groei van commensale bacteriën bevordert²⁹ (Tabel 1). Ze dienen ook als lokaas of receptoranalogen om zo de binding van pathogenen – waaronder rotavirussen – aan intestinale oppervlakken te verhinderen³⁰⁻³². Moedermelk bevat ook commensale bacteriën die deel gaan uitmaken van de microflora in de darm en ontstekings- en immunomodulaire processen beïnvloeden. Commensale bacteriën voorkomen niet alleen overmatige groei van pathogene bacteriën, ze verzuren ook het darmkanaal, fermenteren lactose, breken lipiden en eiwitten af en produceren vitamine K en biotine³³⁻³⁵.

Door de diverse en bioactieve aard van moedermelk is het belangrijk dat verwerking ervan gericht is op het behoud van de levensvatbaarheid en werkzaamheid van deze componenten.



Figuur 2 – Voorbeeld van lactierend borstweefsel – Een bron van stamcellen die in moedermelk aanwezig zijn.

Melk van een moeder die bevalt van een premature baby, verschilt van die van een moeder van een voldragen baby. Vergeleken met de melk van moeders van voldragen baby's, is de moedermelk van moeders van premature baby's rijker aan energie, lipiden, proteïnen, stikstof en bepaalde vitamines en mineralen. Daarnaast heeft de melk van moeders met een premature baby meer antistoffen, afweercellen, immunoglobulinen en ontstekingsremmende elementen^{36, 37}. De samenstelling van de melk van moeders met een premature baby is met name belangrijk voor de gastro-intestinale en neurologische ontwikkeling en voor het opbouwen van immunologische bescherming⁶. Hoewel moedermelk wordt aanbevolen voor alle premature baby's⁵ zal de voedingswaarde van moedermelk soms niet volledig voldoen aan de hoge voedingseisen voor de groei van premature baby's, in het bijzonder voor baby's met een zeer laag geboortegewicht (<1500 g)^{37, 38}. Verrijking van moedermelk met eiwitten, voedingsstoffen, vitamines en mineralen wordt daarom aanbevolen voor alle baby's met een geboortegewicht < 1500g om de best mogelijke groei en ontwikkeling te verzekeren³⁹.

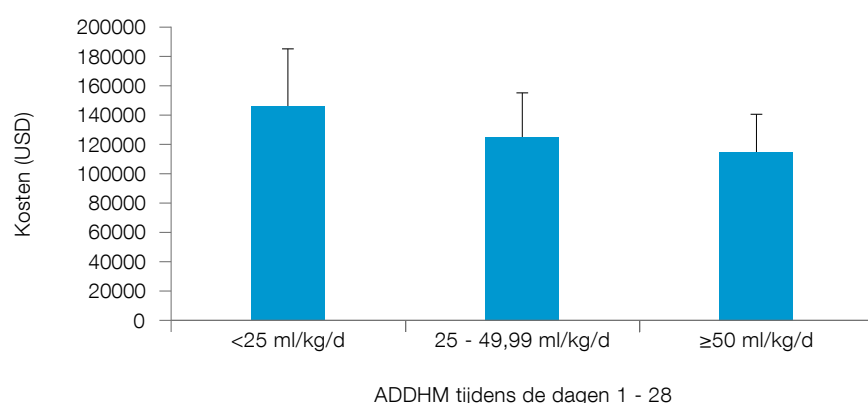
Tabel 1 – Bioactieve melkbestanddelen met overlappende effecten op de bescherming tegen infectie en intestinale ontwikkeling van neonaten²⁵

Functie	Bestanddeel
Compenseert voor onrijpe ontwikkelingsfase van de darm	slgA, lactoferrine, lysozyme, bloedplaatjes-activerende factor acetylhydrolase, cytokines, enzymen
Helpt bij de ontwikkeling van de onrijpe darm	nucleotiden, oligosachariden, groeifactoren
Voorkomt infecties en ontsteking	slgA, lactoferrine, lysozyme, bloedplaatjes-activerende factor acetylhydrolase, cytokines, melkvetglobulemembraan, oligosachariden
Bevordert de vorming van nuttige microbiota	slgA, lactoferrine, lysozyme, oligosachariden, α- linolzuur

Voordelen van moedermelk binnen de gezondheidszorg

Voeding met moedermelk blijkt de incidentie, ernst en/of het risico van aan prematuriteit gerelateerde morbiditeiten op een dosis-respons manier te verminderen, vooral tijdens de eerste levensmaanden. Onderzoek van Patel *et al.*⁴⁰ heeft aangetoond dat de dosis-respons relatie tussen morbiditeiten en de gemiddelde dagelijkse dosis moedermelk (ADDHM) in de NICU zodanig is dat bij elke verhoging van de hoeveelheid geconsumeerde moedermelk met 10 ml/kg/dag, de kans op sepsis met 19% afneemt. Baby's die de laagste dagelijkse dosis moedermelk kregen (<25 ml/kg/d ADDHM) hadden niet alleen het hoogste risico op sepsis, maar ook de hoogste NICU-kosten (figuur 3). De auteurs toonden aan dat het ziekenhuis 20.384 USD per baby of in totaal 1,2 miljoen USD kon besparen door de ADDHM in de eerste 28 levensdagen te verhogen naar 25 - 49 ml/kg/d. Door de ADDHM te verhogen naar ≥ 50 ml/kg/d zou er per baby 31.514 USD en in totaal 1,8 miljoen USD aan ziekenhuiskosten kunnen worden bespaard.

Deze kostenbesparingen zijn gerepliceerd voor andere aan prematuriteit gerelateerde morbiditeiten. Doordat voeding met moedermelk de incidentie en de ernst van sepsis met late aanvang, bronchopulmonale dysplasie, NEC en retinopathie door prematuriteit (retrolentale fibroplasie) significant vermindert, zijn de incrementele kosten verbonden aan deze morbiditeiten ook lager. De incrementele directe kosten van deze morbiditeiten varieerden van 10.055 USD voor sepsis met late aanvang tot 31.565 USD voor bronchopulmonale dysplasie tijdens verblijf in de NICU. Door zowel de incidentie als de ernst van deze ziektes te verminderen, bleek voeding met moedermelk een indirect effect te hebben op de kostprijs van NICU-hospitalisatie, terwijl ook andere kosten door hospitalisatie in de NICU – die onafhankelijk zijn van de gevolgen ervan op deze ziekten – worden verlaagd. Hoewel er voor de NICU een aantal logistieke kosten verbonden zijn aan het geven van moedermelk⁴¹, wegen de economische voordelen van het geven van moedermelk aanzienlijk op tegen de relatief lage kosten voor de moeder en de instelling⁴¹.



Figuur 3 – NICU-kosten bij toenemende doses moedermelk. Overgenomen uit Patel *et al.*⁴⁰.

Het traject van moedermelk in de NICU

Hoewel borstvoeding voor de premature baby aanvankelijk een uitdaging kan vormen, is er overweldigend bewijs voor de voordelen van het voeden van moedermelk aan alle premature en in ziekenhuizen opgenomen baby's tijdens de opbouwfase van borstvoeding. In tegenstelling tot borstvoeding vereist voeding met moedermelk in de NICU meerdere verwerkings- en bereidingsfasen. Als moeders worden aangemoedigd hun melk af te kolven, te verzamelen en te bewaren voor enterale of orale voeding, kunnen er bepaalde essentiële componenten van de melk verloren gaan. Aangezien het verzamelen, opslaan en verwerken van moedermelk gepaard gaat met het risico van verlies van voedingsstoffen, verlies van volume en besmetting van de melk⁴², dient alles in het werk te worden gesteld om verlies van macro- en micronutriënten te beperken en de beschikbare hoeveelheid moedermelk voor de premature baby te maximaliseren.

Daarom is het opstellen van duidelijke protocollen voor het volledige melktraject een essentieel proces dat begint met het toepassen van bewezen best practices. Voor het maximaliseren van de hoeveelheid melk van de eigen moeder die wordt gevoed zijn er moderne interventies voor het initiëren, opbouwen en op peil houden van een adequate melkproductie beschikbaar. Onder het verbeteren van de procedures binnen de NICU voor het bewaken van de melkqualiteit valt ook hygiënisch afkolven en reinigen/ontsmetten. Het is ook zeer belangrijk dat de literatuur over de richtlijnen voor de beste praktijk met betrekking tot veilig bewaren en hanteren van melk wordt begrepen; dit kan gaan over ontdooien, verwarmen en verrijken om de juiste voeding te verkrijgen (tabel 2).

Tabel 2 – Het traject van moedermelk in de NICU en de logistieke overwegingen

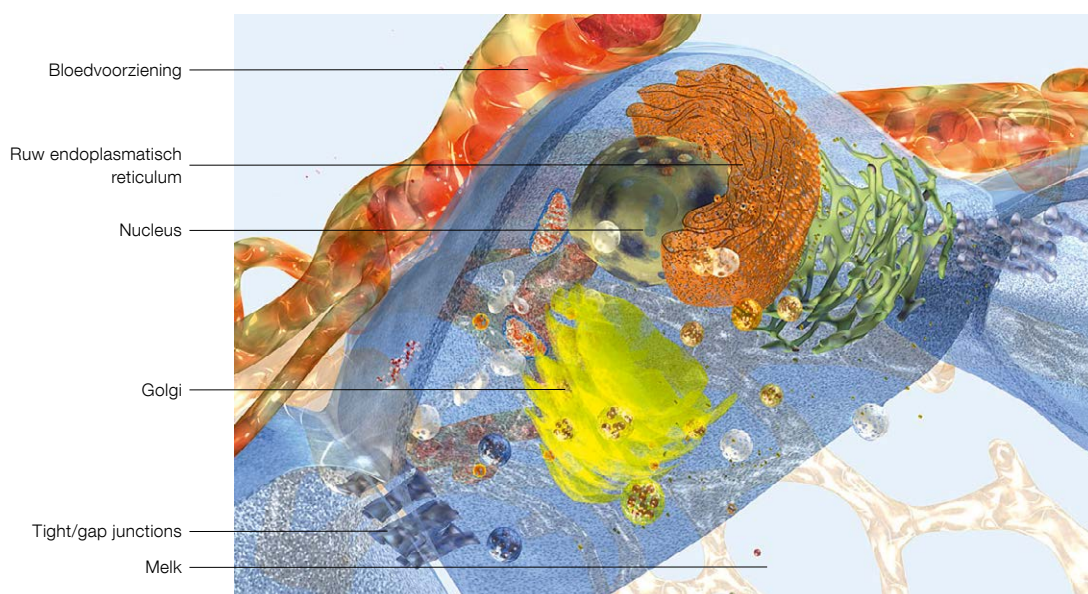
Het traject van moedermelk in de NICU		Logistieke overwegingen
Afcolven:	Thuis afcolven of in de NICU	I borstkolf I borstschilden I melkafname maximaliseren I hygiënisch verzamelen I bewaarcontainers
Vervoer:	Vervoer vanuit huis of bewaring in het ziekenhuis	I koeling I etikettering I bijeengieten
Bewaren:	Kamertemperatuur, gekoeld of ingevroren	I optimale bewaartijden I verrijking I pasteurisatie
Vorbereiding voor voeding:	Ontdooien en opwarmen	I optimale temperatuur I apparaten met water vs apparaten zonder water

Melk afkolven

Voor veel moeders van premature baby's begint het melktraject met afkolven om de lactatie te initiëren en op te bouwen. Door de immaturiteit van hun neurologische systeem, ademhalingsziekte, en andere medische complicaties zijn premature baby's die vóór 34 weken zwangerschap geboren zijn, in het begin vaak niet in staat om aan de borst te drinken⁴³ en moeten dus worden gevoed met afgekolfd moedermelk. Moeders hebben vaak problemen bij het opstarten, opbouwen en op peil houden van lactatie door de vroege fase van hun borstontwikkeling, het onvermogen van de baby om te zuigen, emotionele problemen als gevolg van de vroegtijdige bevalling en slechte toegang tot geschikte apparatuur en tijdige ondersteuning⁴⁴.

Lactatie initiëren, opbouwen en op peil houden

Lactogenese begint met secretorische differentiatie (vroeger lactogenese I genoemd) tijdens de zwangerschap, als de borstklier het vermogen om melk uit te scheiden ontwikkelt. Dit omvat aanzienlijke groei van het klierweefsel van de borst en, in de tweede helft van de zwangerschap, differentiatie van alveolaire epitheelcellen in de melkproducerende cellen (de lactocyten)⁴⁵ (figuur 4). De eerste twee weken na de bevalling worden verondersteld van cruciaal belang te zijn voor de initiatie en inregeling van lactatie^{46, 47}. Bij moeders van voldragen baby's neemt het melkvolume snel toe vanaf ongeveer 36 uur post-partum. Hoewel de geproduceerde melkvolumes sterk kunnen variëren, begint men doorgaans met ~50 - 100 ml/dag op dag 1, ~500 ml/dag op dag 5 en ~750 - 800 ml/dag 1 maand na de geboorte^{48, 49}. Moeders die afhankelijk zijn van de borstkolf lopen echter risico op vertraagde initiatie en bleken 2,81 keer meer kans te hebben op onvoldoende melkproductie (minder dan 500 ml/dag) één maand na de geboorte. Daarbij is er meer variatie in de melkproductie aangetoond dan bij moeders van voldragen baby's⁵⁰. Daarnaast wordt gesuggereerd dat de melkproductie van moeders van premature baby's die afhankelijk zijn van de borstkolf tussen 340 - 640 ml/dag afvlakt en niet verder meer toeneemt^{50, 51}.



Figuur 4 – Componenten van de melk-afscheidende lactocyt binnenin de alveoli

Regelmatig en frequent melk afnemen *via* borstvoeding of door afkolven is zeer belangrijk om een gestage toename van het melkvolume in de eerste week postpartum te ondersteunen. Moeders van voldragen baby's hebben een verhoogde melkproductie als ze afkolven na borstvoeding om de borst verder te legen⁵². Effectief ledigen van de borst is dus voor moeders die afhankelijk zijn van de borstkolf van essentieel belang om de melksynthese en -productie te verhogen. Voor veel moeders van premature baby's is het effectief verwijderen van melk tijdens deze periode vaak problematisch, wat kan resulteren in ontoereikende melkproductie³⁸.

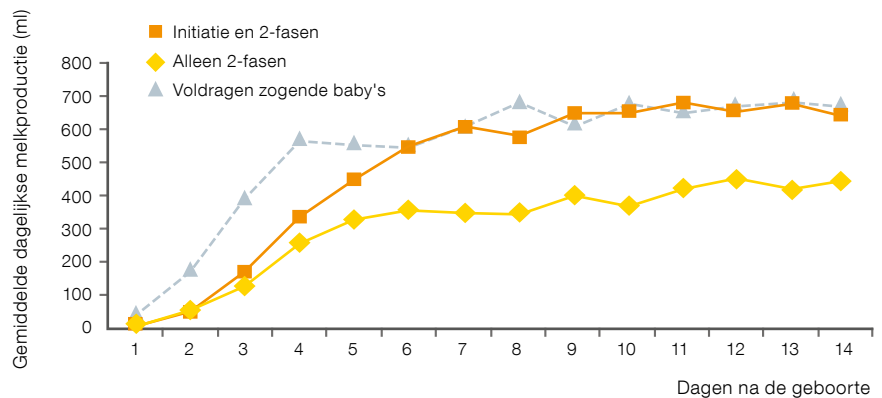
Melkproductie maximaliseren

Door moeders te helpen *via* vroeg en frequent afkolven verbetert de timing van melkstuwing en melkafvoer na een vroeggeboorte aanzienlijk⁵³⁻⁵⁵. Eerdere onderzoeken hebben zonder uitzondering bewezen dat vroeg afkolven de melkproductie bevordert, waarbij onder vroeg afkolven wordt verstaan dat dit binnen de eerste zes uur na een vroeggeboorte plaatsvindt⁵³⁻⁵⁵. Het initiëren van afkolven binnen het eerste uur na de geboorte bleek tot grotere verbeteringen in de melkproductie van moeders van premature baby's te leiden^{56, 57}. In een pilot study is aangetoond dat moeders die binnen het eerste uur na de geboorte met afkolven begonnen (tegenover 2 - 6 uur na de geboorte) over de eerste 7 dagen (1374 vs 608 ml/dag) een grotere totale melkproductie, 3 weken postpartum (614 vs 267 ml/dag) een grotere dagelijkse productie en een vroegere tijd tot melkstuwing (80 vs 136 uur) hadden⁵⁶. Hoewel deze resultaten in een grotere studie zouden moeten worden herhaald, onderstrepen ze het belang van vroeg afkolven voor moeders die afhankelijk zijn van de borstkolf.

Moeders die afhankelijk zijn van de borstkolf en die vaak afkolven (meer dan 6 keer per dag) hebben na 5 en 6 weken een hogere melkproductie dan moeders die minder vaak afkolven^{53, 58}. Dagelijks vaker afkolven ging ook gepaard met een langere lactatieperiode (meer dan 40 weken) bij moeders van premature baby's⁵⁵. Hoewel dit voordeel is waargenomen bij ten minste 6 afkolfsessies per dag, zouden moeders conform algemene klinische aanbevelingen tussen 8 - 10 keer per 24 uur⁵⁹ moeten afkolven om afremming van de melksynthese te voorkomen⁶⁰.

Borstkolven worden verondersteld doeltreffender te zijn als ze vacuümpatronen toepassen die overeenkomen met het zuigen van een baby. Aangetoond is dat baby's vóór de eerste toeschietreflex snel zuigen. Als de melk begint te stromen, vertraagt de zuigsnelheid en oefent de baby een dieper vacuüm uit om melk te verwijderen⁶¹. De voor ziekenhuizen goedgekeurde elektrische kolven die werken met dit tweefasenpatroon voor het stimuleren van de toestroom en afkolven van melk hebben bewezen even effectief te zijn als, en comfortabeler dan, eenfase elektrische pompen. Het tweefasenpatroon dat in deze studie is gebruikt begon met een snellere stimulatiefase van meer dan 100 cycli per minuut om een toeschietreflex en melkstroom op te wekken. Vervolgens moesten moeders overschakelen naar de afkolffase, die bestond uit ~60 cycli per minuut. Bij moeders die dit tweefasenpatroon gebruikten bij een maximale vacuümdiepte die nog comfortabel werd beschouwd, verliep het melkverwijderingsproces effectiever en efficiënter dan bij moeders die lagere vacuümniveaus gebruikten⁶²⁻⁶⁴.

Recentelijk is er een afkolfpatroon dat het zuigen door een pasgeborene tijdens de eerste dagen van lactatie nabootst, opgenomen in een elektrische borstkolf. Dit initiatiepatroon, dat wordt gebruikt tot er melkafscheiding optreedt, bestaat uit drie fasen, variërend over vijftien minuten. Dit bestaat uit twee stimulatiefasen met frequenties van 120 en 90 cycli per minuut, een afkolffase met frequenties van 34 - 54 cycli per minuut, en pauzes tussenin. Moeders die vóór melkstuwung dit initiatiepatroon gebruikten, gevolgd door het tweefasenpatroon, hadden een hogere dagelijkse melkproductie tussen 6 - 13 dagen postpartum en produceerden meer melk per minuut afkolving dan moeders die alleen het tweefasen afkolfpatroon gebruikten (figuur 5) ⁶⁵. Daarnaast is er bij moeders van voldragen baby's op de afdeling hartbewaking, die afhankelijk waren van de borstkolf voldoende melkproductie aangetoond op dag 7 postpartum bij gebruik van dit initiatiepatroon ⁶⁶.

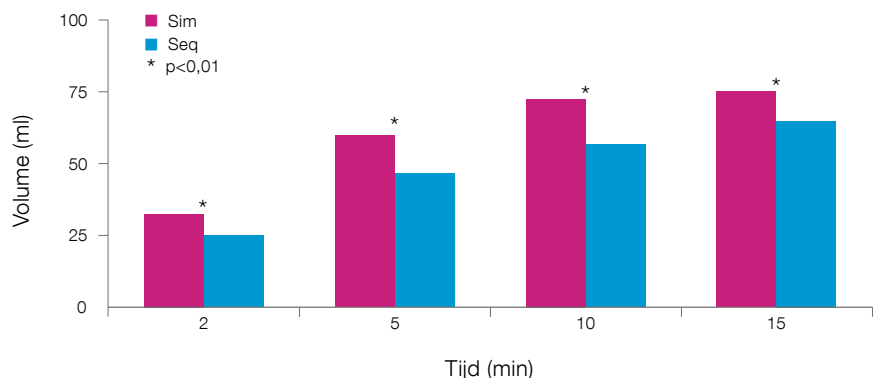


Figuur 5 – Gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek waarin is aangetoond dat de gemiddelde dagelijkse melkproductie significant hoger was ($p < 0,05$) vanaf dag 6 - 13 bij gebruik van het initiatiepatroon gevolgd door het tweefasenpatroon in vergelijking met alleen het tweefasenpatroon ⁶⁵. Deze hogere productie is vergelijkbaar met referentiedata van voldragen baby's die borstvoeding krijgen ⁴⁹.

Hoewel elektrische borstkolven aanbevolen zijn voor moeders die hiervan afhankelijk zijn, is het van belang dat de borstschilden die tijdens het afkolven worden gebruikt de juiste maat hebben ⁶⁷. Slecht passende borstschilden kunnen onvolledige melkafname, trauma en pijn aan de tepels veroorzaken ^{68, 69}. Hoewel de correcte maat voor moeders in de NICU vaak tijdens een klinische beoordeling wordt bepaald, kan deze maat in de loop van de afkolfperiode meerdere keren veranderen ⁶⁸. Ook de mate van uitzetting van de tepel, de hoeveelheid borstweefsel die in de tunnel wordt getrokken en de kracht waarmee het borstschild in het borstweefsel wordt gedrukt, kan de melkstroom beïnvloeden als gevolg van bekneling van de oppervlakkige melkkanalen ⁷⁰; er zijn echter geen studies uitgevoerd die een met bewijs gestaaft richtlijn bieden voor de keuze van de juiste maat borstschild.

Het is ook belangrijk dat het schild past bij de anatomie van de borst en de tepel om wrijving en beschadiging van de tepel en tepelhof tegen de zijkanten van de tunnel te minimaliseren^{69, 71, 72}. Klinische indicatoren van een goed passend borstschild houden in dat de tepel vrij in de tunnel kan bewegen, er geen tepelhof (of slechts een kleine hoeveelheid) in de tunnel wordt getrokken, de tepels niet verbleken, pijnlijk aanvoelen of kloven hebben, en dat de moeder zich comfortabel voelt tijdens het afkolven⁶⁸. Het gebruik van warme borstschilden (39 °C) tijdens elektrisch afkolven kan ook helpen omdat hiermee sneller een melkpbrengst van 80 % wordt bereikt dan met schilden op kamertemperatuur. Er werd echter geen verschil in melkafvoer geconstateerd na 15 minuten⁷³.

Dubbel afkolven met elektrische borstkolven heeft ook consistent aangetoond effectiever en efficiënter te zijn voor het verwijderen van melk dan achtereenvolgend eenzijdig afkolven. Dubbel afkolven levert een hogere melkpbrengst op (figuur 6), zowel bij moeders van premature^{69, 74} als voldragen⁷⁵ baby's. Er is aangetoond dat moeders een extra toeschietreflex hebben tijdens dubbel afkolven in vergelijking met eenzijdig afkolven, en dat de afgekolde melk een hoger caloriegehalte heeft⁷⁵. Andere factoren die kunnen helpen bij de melkproductie van borstkolf-afhankelijke moeders zijn afkolven aan bed of in een meer ontspannen omgeving om stress voor de moeder te minimaliseren⁷⁶; huid-op-huidcontact of kangoeroezorg, dat wordt geassocieerd met verhoogde productie en een langere lactatieperiode^{14, 15, 77, 78}; niet-voedend zuigen aan de borst, waarvan wordt verondersteld dat het de afgifte van oxytocine en prolactine stimuleert en de melkproductie verbetert;⁷⁶ en borstmassage tijdens het afkolven, dat resulteert in een groter afgekolfd melkvolume^{69, 79} en een hogere calorische waarde van de melk⁸⁰.



Figuur 6 – Dubbel afkolven (Sim) resulteert in een significant hogere melkproductie na 2, 5, 10 en 15 minuten dan sequentieel eenzijdig afkolven (Seq). Overgenomen uit Prime *et al.*⁷⁵.

Het is aanbevolen moeders in de vroege postpartumperiode de vaardigheden van het handmatig afkolven te leren^{69, 79}. Tijdens deze vroege persoonlijke ondersteuning wordt moeders geleerd hoe hun borst werkt en wat ze kunnen verwachten. In studies waarin moeders van premature baby's werden gevolgd, waren de resultaten bij handmatig afkolven als enige afkolfmethode wisselend. Hoewel er een verband kon worden aangetoond met een verhoogde afvoer van colostrum in de eerste 2 dagen na de geboorte⁸¹, ging dit ook gepaard met een verminderde melkafvoer in de eerste 8 dagen na de geboorte in vergelijking met afkolven met een elektrische borstkolf⁸². Moeders moeten worden geïnformeerd over de verschillende mogelijkheden die er zijn voor het afkolven van melk.

Hygiënisch verzamelen

Het wassen van de handen is de eerste verdedigingslinie tegen pathogenen en bacteriën⁸³. Pompen, afkolfsets en flessen vormen mogelijke bronnen van besmetting tijdens het afkolven^{84, 85}. Een afkolfset bestaat gewoonlijk uit borstschilden en slangen die worden gebruikt met een elektrische pomp. De slangen die worden blootgesteld aan melk- of waternevel kunnen een probleem vormen als ze worden besmet met bacteriën of schimmels⁴². Wat reiniging/desinfectie betreft kunnen moeders de afkolfsets tussen twee afkolf-sessies desinfecteren of disposable afkolfsets gebruiken die kunnen worden gedesinfecteerd tussen sessies en na één dag worden weggegooid. Het weggooid van afkolfsets na één dag gebruik kan ook de voorkeur hebben boven autoclaveren, omdat autoclaveren over het algemeen duur is en er onvolledige sets kunnen ontstaan^{86, 87}.

Samenvoegen en volgen van afgekolde melk

Ziekenhuizen bewaren moedermelk na elke afkolfsessie gewoonlijk in afzonderlijke containers⁴². Er is onduidelijkheid over de vraag of moeders de melk van elke afkolfsessie apart zouden moeten bewaren of de melk gedurende 24 uur moeten samenvoegen. Met name het samenvoegen van melk wordt vaak aangeraden omdat daarmee een consistentere voedingswaarde van de melk in opeenvolgende voedingen kan worden bereikt. In één studie is inderdaad aangetoond dat het samenvoegen van melk gedurende 24 uur geen verschil in bacteriële kolonisatie geeft en tevens minder variatie in de calorische waarde en het eiwit-, vet- en koolhydraatgehalte van de melk vertoont; dit in vergelijking met afzonderlijk bewaarde melk, die wat het aantal calorieën betreft tot 29% kan variëren. Doordat tussen afzonderlijke afkolfsessies het gehalte aan voedingsstoffen significant verschilde van het gehalte over 24 uur, werd gesuggereerd dat onnauwkeurige supplementatie van voedingsstoffen en calorieën kan plaatsvinden. Het is interessant dat het samenvoegen van melk ook gemakkelijker is voor de moeder dan het bewaren van afzonderlijke porties. Door het samenvoegen van melk kan daarom de verrijking worden afgestemd op de baby en verbetert de overdracht van voedingsstoffen aan de baby⁸⁸.

Melk samenvoegen heeft ook het voordeel dat er slechts één fles hoeft te worden geëtiketteerd in de plaats van meerdere flessen of containers na elke afkolfsessie. Het feit dat de NICU verantwoordelijk is voor volgen en bewaren van moedermelk, betekent dat het onjuist etiketteren van containers foutgevoelig is⁸⁹. Door correcte etikettering met de naam van de patiënt, het melktype, de datum van afkolving en het afgekolde volume kan het aantal verwisselingen worden beperkt. Oplossingen zoals afzonderlijke bewaar dozen voor elke moeder in de diepvriezer of koelkast, of barcodes (vaker gebruikt met donor-melk), kunnen ook bevorderlijk werken^{42, 90, 91}.

Bewaren van melk in de NICU

Om optimale voeding voor de baby te waarborgen is het van groot belang dat de melk in de NICU veilig wordt bewaard. Verse melk bevat levende cellen van de moeder^{28, 92} en de hoogste concentraties voedingsstoffen, groeifactoren en vele andere beschermende componenten²⁵. Bij blootstelling aan variërende temperaturen verliezen deze componenten na verloop van tijd hun kracht, terwijl het risico op bacteriële besmetting en groei van pathogenen toeneemt. Verse moedermelk is niet steriel maar bevat een variëteit aan organismen zoals niet-pathogene bacteriën, pathogene bacteriën, virussen, mycobacteriën en schimmels⁹³⁻⁹⁷. Hoewel de hoeveelheid bacteriën in moedermelk sterk kan variëren, bestaan de aangetroffen organismen over het algemeen uit niet-pathogene normale huidflora van de tepel en de borst van de moeder, of organismen die het spijsverteringssysteem van de pasgeborene beschermen nadat ze *via* de enterale en enteromammaire systemen naar de borst zijn gemigreerd⁹⁸.

Het effect van bewaring op de microbiologische inhoud, lipidesamenstelling, celcomponenten, anti-bacteriële eigenschappen en antioxidantcapaciteit werd uitgebreid onderzocht; maar er zijn nog veel factoren onbekend. Samen met de veranderingen die na verloop van tijd optreden, ontstaan er ook problemen door bewaring bij verschillende temperaturen, zoals kamer-, koelkast en vrieskasttemperaturen.

Kamertemperatuur

Afbraak van melk bij kamertemperatuur, door diverse studies gedefinieerd tussen 25 - 38 °C, is over diverse tijdsperiodes bestudeerd. In een belangrijke studie is de afbraak van melk onderzocht bij 15, 25 en 38 °C, over 24 uur. Hoewel proteolyse en veranderingen in het spijsverteringsenzym na 24 uur bij 15 en 25 °C minimaal waren, hebben de auteurs aangetoond dat al binnen enkele uren bewaring lipolyse optrad, wat resulteerde in een verhoging van 440 - 710% van de concentratie aan vrije vetzuren. Evenzo was de bacteriële groei, die voornamelijk beperkt bleef tot niet-pathogenen, bij 15 °C minimaal en bleef deze bij 25 °C gedurende de eerste 4 - 8 uur laag, maar nam snel toe na 4 uur bij 38 °C. De auteurs kwamen tot de conclusie dat melk bij 15 °C veilig was gedurende 24 uur en bij 25 °C gedurende 4 uur⁹⁹. Via meer gedetailleerde onderzoeken die zijn gericht op de eiwitactiviteit in melk is een verdere verlaging aangetoond in β -caseïne bij 25 °C over 24 uur^{100, 101} en vermindering in lipase binnen 2 uur bewaring bij 25 °C¹⁰⁰. Daarom zijn de optimale bewaaromstandigheden voor kamertemperatuur (25 °C) <4 uur, vooral in de NICU⁴². Voor gezonde, voldragen baby's in een zeer schone omgeving wordt echter maximaal 6 - 8 uur als aanvaardbaar beschouwd⁴² (Tabel 3).

Koelen

Bij koeltemperatuur, gewoonlijk gedefinieerd als 0 - 4 °C, blijft de integriteit van moedermelk langer intact dan wanneer deze bij kamertemperatuur wordt bewaard¹⁰². De meest uitgebreide studie naar bewaring bij 4 °C, suggereert dat de maximumduur voor bewaring van verse melk onder gekoelde omstandigheden 96 uur (4 dagen) is¹⁰³. Na 96 uur en bij 4 °C vertoonde vers gekoelde melk geen significante veranderingen in osmolaliteit, aantal totale en gramnegatieve bacteriekolonies, macronutriënten en immuunfactoren, waaronder vet, sIgA en lactoferrine. Daarnaast werd aangetoond dat koeling de groei van grampositieve bacteriën afremt¹⁰⁴; dit betekent dat het levende afweersysteem in de melk besmetting voorkomt¹⁰⁵. Stijgingen in de concentratie van vrije vetzuren en de daaruit voortvloeiende toename in aciditeit als gevolg van lipolyse zijn ook consistent waargenomen in studies naar koeling^{103, 106}. Lipolyseproducten worden echter niet als een risico beschouwd omdat ze gepaard gaan met antimicrobiële activiteit tegen bacteriën, virussen en protozoa^{103, 106-109}. Er werden minder witte bloedcellen, waaronder macrofagen en lymfocyten, evenals totale eiwitten, waargenomen na 48 uur¹⁰³. Op basis van deze studies werd gesuggereerd dat de optimale bewaartijd bij 4 °C < 4 dagen is, vooral voor baby's in de NICU⁴², met een aanvaardbare bewaarperiode van 5 - 8 dagen onder zeer schone omstandigheden voor voldragen baby's¹¹⁰ (tabel 3).

Invriezen

Invriezen bij -20 °C gedurende maximaal 3 maanden werd voor de NICU als optimaal aanbevolen⁴². Na 3 maanden is het gehalte aan vitamine A, E en B, totaal eiwit, vet, enzymen, lactose, zink, immunoglobulines, lysozyme en lactoferrine nog steeds op peil, hoewel er na 1 maand verlies van vitamine C kan optreden¹¹¹⁻¹¹⁴. Groei van bacteriën vormt tot 6 weken geen significant probleem^{115, 116}. Het bacteriedodende vermogen is over het algemeen echter lager dan bij verse melk^{117, 118}. Tot 12 maanden bij < -20 °C wordt in de NICU als aanvaardbaar beschouwd⁴². Invriezen bij -80 °C kan beter zijn om het bacteriedodende vermogen van moedermelk te behouden, vooral in NICU-omgevingen¹¹⁶. Tijdens invriezen kunnen er verlies van levende cellen, bijvoorbeeld vernietiging van fagocyten, en veranderingen in smaak en geur optreden doordat lipase vet blijft afbreken tot vetzuren¹¹⁰. Opnieuw invriezen van melk na ontdooien in de koelkast bleek een veilige bacteriële lading te garanderen¹¹⁹; maar het volledig tot kamertemperatuur ontdooien en opnieuw invriezen van melk wordt als onveilig beschouwd en wordt daarom afgeraden⁴². Er zijn beperkte wetenschappelijke gegevens over gepaste bewaartijden na ontdooien tot kamertemperatuur, of over de effecten van meerdere keren overgieten van de ene in de andere container en temperaturen op de melkwaliteit⁴². Zelfs melk die al meerdere maanden ingevroren is, is toch nog beter dan flesvoeding. Gekoelde melk wordt als vers beschouwd en dient dus eerder te worden gebruikt dan melk die werd ingevroren⁴².

Tabel 3 – Bewaarrichtlijnen voor moedermelk voor baby's in de NICU. Overgenomen uit HMBANA ⁴².

Moedermelk	Optimale bewaartijd
Vers afgekolfd melk Kamertemperatuur: Koelkast: Diepvriezer:	≤ 4 uur ^{117, 120} ≤ 4 dagen ¹⁰³ ≤ 3 maanden. Aanvaardbaar ≤ 12 maanden ¹¹¹⁻¹¹⁴
Eerder ingevroren Kamertemperatuur: Koelkast: Diepvriezer:	Ontdooien tot kamertemperatuur, gebruiken binnen ≤ 4 uur ^{117, 121} Ontdooien tot koelkasttemperatuur, gebruiken binnen ≤ 24 uur Niet opnieuw invriezen
Vers afgekolfd, verrijkt Kamertemperatuur: Koelkast: Diepvriezer:	Niet bij kamertemperatuur bewaren ≤ 24 uur ^{105, 122-125} Niet invriezen
Eerder ingevroren, verrijkt of gepasteuriseerd Kamertemperatuur: Koelkast: Diepvriezer:	Niet bij kamertemperatuur bewaren ≤ 24 uur Niet opnieuw invriezen
Verwamd tot lichaamstemperatuur Kamertemperatuur: Koelkast: Diepvriezer:	Ter aanvulling van huidige voeding Weggooien Weggooien

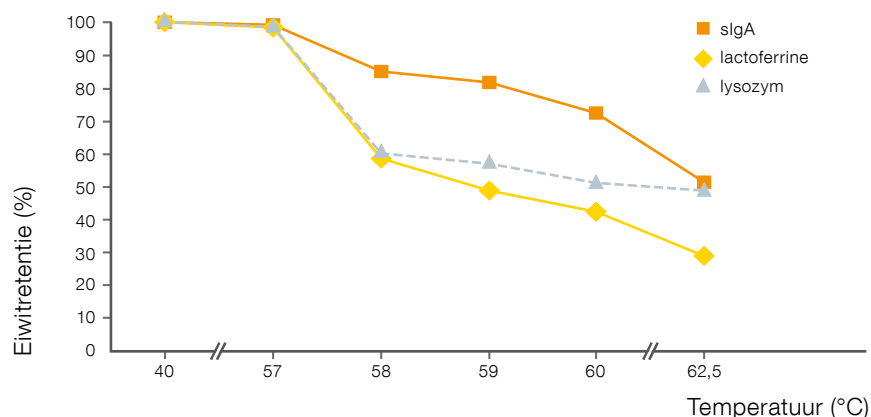
Hanteren

Bij het bereiden van melk voor voeding zijn diverse processen gemoeid, zoals ontdooien, opwarmen en verrijken. Elk proces kan de samenstelling van de melk beïnvloeden en verhoogt het risico op besmetting.

Melk ontdooien en opwarmen

Na invriezen moet melk worden ontdooid; dit gebeurt over het algemeen door de melk in de koelkast te laten of voorzichtig op te warmen. Hoewel er weinig onderzoek is gedaan naar de optimale methode om melk te ontdooien, is het bekend dat pasteurisatie (melk verwarmd tot 62 °C gedurende 30 minuten) van donormelk tot significant verlies leidt van immunologische en ontstekingsremmende bestanddelen van melk, waaronder slgA, lactoferrine en lysozyme, evenals probiotische bacteriën en witte bloedcellen. Deze verliezen zijn lager bij pasteurisatie bij lagere temperaturen ¹²⁶ (figuur 7).

Melk wordt in de NICU vaak ontdooid door deze in de koelkast, bij kamertemperatuur of in warm water te plaatsen. Gebruik van een magnetron, heet of kokend water is niet aanbevolen omdat deze methoden de ontstekingswerende eigenschappen van melk vernietigen ^{127, 128}. Bij op water gebaseerde methoden, die vaak worden gebruikt voor ontdooien en opwarmen, worden flessen of containers melk gewoonlijk in een waterbad of in een met water gevulde houder geplaatst ⁴². Dit levert echter een risico van besmetting via het water op dat mogelijk onder of in de dop van de fles en in de melk terecht kan komen ^{42, 129}. Richtlijnen voor moedermelkbanken ⁴² adviseren snel ontdooien van melk in een met water gevulde houder bij maximaal 37 °C, waarbij erop moet worden gelet dat het water niet in contact komt met de dop van de fles. Melk mag worden ontdooid tot op het moment dat er nog resterende ijskristallen zijn, waarna dient deze in de koelkast te worden geplaatst. Het wordt niet aanbevolen melk meer dan enkele uren bij kamertemperatuur te bewaren om bacteriële groei te voorkomen ¹¹⁸.



Figuur 7 – Berekende retentie van eiwitten: lactoferrine, slgA en lysozyme na 30 minuten pasteurisatie bij diverse temperaturen tussen 40 °C en 62,5 °C met een experimenteel pasteurisatieapparaat. Overgenomen uit Czank *et al.* ¹²⁶.

De temperatuur van de melk kan mede bepalend zijn voor de verdraagbaarheid van de sondevoeding door de baby. Het idee is dat de temperatuur van de melk de lichaamstemperatuur van de baby kan beïnvloeden. Doordat is aangetoond dat de temperatuur van een baby daalt als intraveneuze vloeistoffen bij kamertemperatuur worden toegediend, wordt geadviseerd intraveneuze vloeistoffen, zoals bloed en zoutoplossing, vóór infusie op te warmen tot lichaamstemperatuur ^{130, 131}. In veel NICU's wordt het opwarmen van voeding als een belangrijke stap in het melktraject beschouwd. Een reeks studies waarin het effect van opwarmen van melk op de stabiliteit en maagresten van de premature baby werd onderzocht, leverde wisselende resultaten op. De rectale temperatuur en temperatuur in de maag bleken na sondevoeding op kamertemperatuur lager te zijn dan bij voeding op lichaamstemperatuur; er werden echter geen verschillen in stofwisselingsnelheid waargenomen ¹³⁰⁻¹³². Terwijl in één studie is aangetoond dat de okseltemperatuur bij premature baby's met 0,44 °C steeg tijdens het geven van opgewarmde voeding, konden de auteurs bij deze verhoogde temperaturen geen veranderingen in hartslag, ademhalingsnelheid en zuurstofverzadiging aantonen ¹³³. Anderzijds hadden premature baby's die sondevoeding kregen op koelere temperaturen, kamertemperatuur en lichaamstemperatuur minder maagresidu en verbeterde voedingstoleranties wanneer ze melk kregen op kamertemperatuur (37 °C) in vergelijking met gekoelde melk (10 °C); het type voeding is echter niet meegenomen in deze studie ¹³⁴. In andere studies waarin premature baby's werden gevolgd zijn er geen verschillen in lichaamstemperatuur, maaglediging en hartslag geconstateerd tussen gekoelde, kamer- en lichaamstemperatuur van sondevoedingen ^{135, 136}. Terwijl voldragen baby's melk kunnen drinken op gekoelde, kamer- of opgewarmde temperaturen ¹¹⁰ is dit minder duidelijk voor premature baby's.

De huidige aanbevelingen voor het opwarmen van melk stellen dat melk dient te worden opgewarmd in een container met warm water of onder stromend warm water moet worden gehouden, terwijl de dop van de fles droog moet blijven om besmetting via water te voorkomen ⁴². Het realiseren van de optimale temperatuur met methoden op basis van water vormt een uitdaging. Voor het verkrijgen van de optimale temperatuur dienen diverse factoren in overweging worden genomen, waaronder melkvolume en melktemperatuur aan het begin van het verwarmingsproces, het volume van de melkcontainer en de temperatuur van het water. De temperaturen van het waterbad bleken binnen één instelling bij aanvang van de opwarming uiteen te lopen van 23,5 °C tot 45,5 °C en van 23,8 °C tot 38,4 °C aan het einde van de opwarming. In de temperaturen van de melk op het ogenblik van de voeding was derhalve sprake van een grote spreiding, variërend van 21,8 °C tot 36,2 °C. Hieruit werd geconcludeerd dat er vaak niet wordt gecontroleerd of de melk de gewenste voedingstemperatuur heeft ¹³³. In een andere studie werden vergelijkbare variaties in de temperaturen van het waterbad over 419 melkvoedingen aangetoond. Deze varieerden van 22 °C tot 46 °C, met een gemiddelde van ~31 °C, wat wijst op een gebrek aan standaardisatie in verwarmingspraktijken ¹³⁷.

Melk verrijken

Moedermelk wordt sterk aanbevolen voor enterale voeding en alle orale voedingen in de NICU. Verse of ingevroren melk moet vaak worden verrijkt met eiwitten, voedingsstoffen, vitamines en mineralen om aan de hoge voedingseisen voor de groei van premature baby's te voldoen. De voorraad micro- en macronutriënten, die gewoonlijk tijdens het laatste trimester *in de baarmoeder* worden geleverd³⁹, zijn bij premature baby's sterk verlaagd en moeten snel worden aangevuld. Daarom is verrijking aanbevolen voor alle baby's met een geboortegewicht <1500 g, maar dit kan ook worden aanbevolen voor andere baby's¹³⁸.

Als melk van de eigen moeder niet of beperkt beschikbaar is, wordt vaak donormelk gebruikt^{37,38}. Donormelk heeft over het algemeen een lager eiwitgehalte dan melk van de eigen moeder en moet derhalve verder versterkt worden^{37,38}. Als premature baby's een voedingsvolume van ongeveer 100 ml/kg/dag bereiken, wordt in veel ziekenhuizen de moedermelk verrijkt om het gehalte aan eiwit, calorieën, calcium, fosfor en andere voedingsstoffen te verhogen; deze praktijk wordt echter lang niet overal toegepast¹³⁹. In de VS is een op moedermelk gebaseerde melkverrijkende stof beschikbaar voor ziekenhuizen die geen verrijkende stoffen op basis van koemelk wensen. Tot nu toe heeft onderzoek aangetoond dat voeding die voor 100% op moedermelk is gebaseerd het risico van medische en chirurgische NEC vermindert^{140,141}. Als er geen moedermelk beschikbaar is, krijgen baby's kunstvoeding voor prematuren, dat minder voedingsstoffen bevat dan moedermelk¹⁴². Een dieet met uitsluitend moedermelk, inclusief donormelk met melkverrijkende stoffen, bleek het risico op NEC te verlagen in vergelijking met een kunstvoeding voor prematuren¹⁴⁰.

Ondanks de voordelen gaat verrijking gepaard met veranderingen in de functionele waarde van moedermelk. Van verrijking met stoffen op basis van koemelk is aangetoond dat deze de anti-bacteriële werking van moedermelk en verstoren en veranderen^{105,125}. Doordat verrijkende stoffen de samenstelling van melk kunnen veranderen, is extra voorzichtigheid geboden bij het overwegen van risico's van besmetting en bewaring. Omdat besmetting en osmolaliteit sneller toenemen in verrijkte melk^{143,144}, moeten de richtlijnen en instructies van de fabrikant worden opgevolgd. Toevoeging van verrijkende middelen via aseptische technieken^{122,123} bij kamertemperatuur of kouder blijkt de osmolaliteitstijging te minimaliseren¹⁴⁵. Er worden ook verkorte bewaartijden aanbevolen bij verrijkte melk. Deze verandering hangt ervan af of de melk vers of ingevroren is, eerder is ontdooid, en is ook afhankelijk van de tijdsduur waarop de melk bij kamertemperatuur heeft gestaan¹⁴⁶ (Tabel 3).



Figuur 8 – Voorbeeld van vroege enterale voeding in de NICU

Voeden

De laatste stap van het melktraject is het voeden van de baby. Omdat premature baby's aanvankelijk grote problemen ondervinden bij het oraal voeden en pas later tijdens hun verblijf in de NICU kunnen overschakelen op borstvoeding⁴³, zijn ze in eerste instantie vaak afhankelijk van parenterale voeding en enterale voedingen (figuur 8). Bij premature baby's begint orale voeding over het algemeen op een zwangerschapsleeftijd van ongeveer 32 tot 34 weken of als hun cardiopulmonale status als stabiel wordt beschouwd⁴³. Dit varieert aanzienlijk afhankelijk van de gestationele leeftijd van de baby bij de geboorte^{43, 147}, het geboortegewicht, eventuele medische aandoeningen en de gezondheidszorginstelling. Aangezien het bereiken van zelfstandige orale voeding door premature baby's een belangrijk criterium is voor ontslag uit het ziekenhuis¹⁴⁸, is het zo snel mogelijk ontwikkelen van orale voedingsvaardigheden van cruciaal belang. Daarnaast is het noodzakelijk te waarborgen dat veilige voedingsmethoden worden gebruikt met een laag risico voor de baby. Vanuit logistiek oogpunt betekent dit dat moet worden gewaarborgd dat de juiste melk beschikbaar is voor de juiste baby, en dat de kwaliteit en werkzaamheid van de melk optimaal is en deze de melk direct uit de borst het dichtst benadert.

Conclusie

Om melk te kunnen geven in een vorm die verse melk aan de borst het dichtst benadert, zijn wetenschappelijk onderbouwde best practices en procedures nodig die het volledige melktraject ondersteunen. Deze maximaliseren het gebruik van moedermelk terwijl de kwaliteit en het volume van de voeding met moedermelk in de NICU wordt behouden. Er zijn effectieve afkolfprotocollen vereist met regelmatig, dubbel afkolven voor het initiëren, opbouwen en op peil houden van de melkproductie van de moeder. Ook moet worden gewaarborgd dat de afkolfapparatuur voor en na het afkolven correct wordt gereinigd. Voor de behandeling van melk in het ziekenhuis kunnen er processen worden geïmplementeerd voor het etiketteren, volgen en bewaren van melk die zijn gebaseerd op de meest actuele onderzoeksresultaten. Dit omvat invriezen van verse melk binnen 4 uur en het zo kort mogelijk bewaren van melk in de koelkast of diepvriezer voor maximaal behoud van voedingsstoffen, groeifactoren en veel andere beschermende bestanddelen in melk, terwijl het risico van besmetting wordt beperkt.

Ontdooi- en verwarmingsprocedures dienen te worden gestandaardiseerd omdat te hoge verwarmingstemperaturen de kwaliteit van de melk kunnen aantasten; daarom is het gebruik ervan niet aanbevolen voor hogere dan fysiologische temperaturen. Verder is verrijking vaak een extra stap in de melkbereiding die vereist is om aan de hoge voedingseisen voor de groei van premature baby's te kunnen voldoen. Tijdens dit proces moet het risico van besmetting en verwisseling worden geminimaliseerd terwijl de belangrijke bestanddelen van moedermelk bewaard blijven. Ondanks toenemende bewijzen van het belang van verwerking en voeding in de NICU, is er nog dringend verder onderzoek nodig naar methoden om de kwaliteit van de melk na afkolven te optimaliseren zodat de kwetsbare patiënten in de NICU de maximale voordelen van moedermelk krijgen.

Literatuur

- 1 American Academy of Pediatrics - Section on Breastfeeding. Breastfeeding and the use of human milk. *Pediatrics* 129, e827-e841 (2012).
- 2 UNICEF. Breastfeeding. http://www.unicef.org/nutrition/index_24824.html (2013).
- 3 European Society for Social Pediatrics and Child Health. ESSOP position statement: Breastfeeding (2008).
- 4 WHO. Exclusive breastfeeding. Statement on breastfeeding. http://www.who.int/nutrition/topics/exclusive_breastfeeding/en/ (2014).
- 5 Gartner, L.M. et al. Breastfeeding and the use of human milk. *Pediatrics* 115, 496-506 (2005).
- 6 Callen, J. & Pinelli, J. A review of the literature examining the benefits and challenges, incidence and duration, and barriers to breastfeeding in preterm infants. *Adv Neonatal Care* 5, 72-88 (2005).
- 7 Winberg, J. Mother and newborn baby: Mutual regulation of physiology and behavior - a selective review. *Dev Psychobiol* 47, 217-229 (2005).
- 8 Christensson, K. et al. Temperature, metabolic adaptation and crying in healthy full-term newborns cared for skin-to-skin or in a cot. *Acta Paediatr* 81, 488-493 (1992).
- 9 Michelsson, K., Christensson, K., Rothganger, H., & Winberg, J. Crying in separated and non-separated newborns: Sound spectrographic analysis. *Acta Paediatr* 85, 471-475 (1996).
- 10 Christensson, K., Cabrera, T., Christensson, E., Uvnas-Moberg, K., & Winberg, J. Separation distress call in the human neonate in the absence of maternal body contact. *Acta Paediatr* 84, 468-473 (1995).
- 11 Uvnas-Moberg, K. Neuroendocrinology of the mother-child interaction. *Trends Endocrinol Metab* 7, 126-131 (1996).
- 12 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).
- 13 Salariya, E.M., Easton, P.M., & Cater, J.I. Duration of breast-feeding after early initiation and frequent feeding. *Lancet* 2, 1141-1143 (1978).
- 14 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).
- 15 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).
- 16 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).
- 17 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).
- 18 U.S. Department of Health and Human Services. The Surgeon General's call to action to support breastfeeding (U.S. Department of Health and Human Services, Office of the Surgeon General, Washington, DC, 2011).
- 19 Ip, S. et al. Breastfeeding and maternal and infant health outcomes in developed countries. *Evid Rep Technol Assess (Full Rep)* 153, 1-186 (2007).
- 20 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).
- 21 Inoue, N., Sakashita, R., & Kamegai, T. Reduction of masseter muscle activity in bottle-fed babies. *Early Hum Dev* 42, 185-193 (1995).
- 22 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).
- 23 Bartick, M. & Reinhold, A. The burden of suboptimal breastfeeding in the United States: A pediatric cost analysis. *Pediatrics* 125, e1048-e1055 (2010).
- 24 Newburg, D.S. & Walker, W.A. Protection of the neonate by the innate immune system of developing gut and of human milk. *Pediatr Res* 61, 2-8 (2007).
- 25 Hale, T.W. & Hartmann, P.E. *Textbook of human lactation* (Hale Publishing LLP, Amarillo TX, 2007).
- 26 Hassiotou, F. et al. Maternal and infant infections stimulate a rapid leukocyte response in breastmilk. *Clin Transl Immunology* 2, e3 (2013).
- 27 Hassiotou, F. & Geddes, D. Anatomy of the human mammary gland: Current status of knowledge. *Clin Anat* (2012).
- 28 Hassiotou, F. et al. Breastmilk is a novel source of stem cells with multilineage differentiation potential. *Stem Cells* 30, 2164-2174 (2012).
- 29 Bode, L. Human milk oligosaccharides: Every baby needs a sugar mama. *Glycobiology* 22, 1147-1162 (2012).
- 30 Garrido, D., Kim, J.H., German, J.B., Raybould, H.E., & Mills, D.A. Oligosaccharide binding proteins from *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis* reveal a preference for host glycans. *PLoS One* 6, e17315 (2011).
- 31 Sela, D.A. et al. An infant-associated bacterial commensal utilizes breast milk sialyloligosaccharides. *J Biol Chem* 286, 11909-11918 (2011).
- 32 Wu, S., Grimm, R., German, J.B., & Lebrilla, C.B. Annotation and structural analysis of sialylated human milk oligosaccharides. *J Proteome Res* 10, 856-868 (2011).
- 33 Caicedo, R.A., Schanler, R.J., Li, N., & Neu, J. The developing intestinal ecosystem: Implications for the neonate. *Pediatr Res* 58, 625-628 (2005).
- 34 Claud, E.C. Probiotics and neonatal necrotizing enterocolitis. *Anaerobe* 17, 180-185 (2011).
- 35 Claud, E.C. & Walker, W.A. Hypothesis: Inappropriate colonization of the premature intestine can cause neonatal necrotizing enterocolitis. *FASEB J* 15, 1398-1403 (2001).
- 36 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).
- 37 Schanler, R.J. The use of human milk for premature infants. *Pediatr Clin North Am* 48, 207-219 (2001).
- 38 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).
- 39 Kuschel, C.A. & Harding, J.E. Multicomponent fortified human milk for promoting growth in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* CD000343, 1-45 (2004).
- 40 Patel, A.L. et al. Impact of early human milk on sepsis and health-care costs in very low birth weight infants. *J Perinatol* 33, 514-519 (2013).

- 41 Johnson,T.J., Patel,A.L., Bigger,H.R., Engstrom,J.L., & Meier,P.P. Economic benefits and costs of human milk feedings: A strategy to reduce the risk of prematurity-related morbidities in very-low-birth-weight infants. *Adv Nutr* 5, 207-212 (2014).
- 42 Human Milk Banking Association of North America. 2011 Best practice for expressing, storing and handling human milk in hospitals, homes, and child care settings (HMBANA, Fort Worth, 2011).
- 43 Barlow,S.M. Oral and respiratory control for preterm feeding. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 17, 179-186 (2009).
- 44 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).
- 45 Pang,W.W. & Hartmann,P.E. Initiation of human lactation: Secretory differentiation and secretory activation. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 12, 211-221 (2007).
- 46 Neville,M.C. Anatomy and physiology of lactation. *Pediatr Clin North Am* 48, 13-34 (2001).
- 47 Chapman,D.J., Young,S., Ferris,A.M., & Perez-Escamilla,R. Impact of breastpumping on lactogenesis stage II after cesarean delivery: A randomized clinical trial. *Pediatrics* 107, E94 (2001).
- 48 Saint,L., Smith,M., & Hartmann,P.E. The yield and nutrient content of colostrum and milk of women from giving birth to 1 month post-partum. *Br J Nutr* 52, 87-95 (1984).
- 49 Neville,M.C. et al. Studies in human lactation: Milk volumes in lactating women during the onset of lactation and full lactation. *Am J Clin Nutr* 48, 1375-1386 (1988).
- 50 Hill,P.D., Aldag,J.C., Chatterton,R.T., & Zinaman,M. Comparison of milk output between mothers of preterm and term infants: The first 6 weeks after birth. *J Hum Lact* 21, 22-30 (2005).
- 51 Hill,P.D., Aldag,J.C., & Chatterton,R.T. Effects of pumping style on milk production in mothers of non-nursing preterm infants. *J Hum Lact* 15, 209-216 (1999).
- 52 Dewey,K.G. & Lonnerdal,B. Infant self-regulation of breast milk intake. *Acta Paediatr Scand* 75, 893-898 (1986).
- 53 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).
- 54 Hopkinson,J., Schanler,R., & Garza,C. Milk production by mothers of premature infants. *Pediatrics* 81, 815-820 (1988).
- 55 Furman,L., Minich,N., & Hack,M. Correlates of lactation in mothers of very low birth weight infants. *Pediatrics* 109, e57 (2002).
- 56 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).
- 57 Parker,L.A., Sullivan,S., Krueger,C., & Mueller,M. Association of timing of initiation of breastmilk expression on milk volume and timing of lactogenesis stage II among mothers of very low-birth-weight infants. *Breastfeed Med* (2015).
- 58 Hill,P.D., Aldag,J.C., & Chatterton,R.T., Jr. Breastfeeding experience and milk weight in lactating mothers pumping for preterm infants. *Birth* 26, 233-238 (1999).
- 59 Jones,E. Initiating and establishing lactation in the mother of a preterm infant. *J Neonatal Nurs* 15, 56-59 (2009).
- 60 Peaker,M. & Wilde,C.J. Feedback control of milk secretion from milk. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 1, 307-315 (1996).
- 61 Woolridge,M.W. The 'anatomy' of infant sucking. *Midwifery* 2, 164-171 (1986).
- 62 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).
- 63 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).
- 64 Kent,J.C. et al. Importance of vacuum for breastmilk expression. *Breastfeed Med* 3, 11-19 (2008).
- 65 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 pumpdependent mothers with premature infants. *J Perinatol* 32, 103-110 (2012).
- 66 Torowicz,D.L., Seelhorst,A., Froh,E.B., Spatz,D.L. Human milk and breastfeeding outcomes in infants with congenital heart disease. *Breastfeed Med* 10, 31-37 (2015).
- 67 Engstrom,J.L., Meier,P.P., Jegier,B., Motykowski, J.E., & Zuleger,J.L. Comparison of milk output from the right and left breasts during simultaneous pumping in mothers of very low birthweight infants. *Breastfeed Med* 2, 83-91 (2007).
- 68 Zoppi,I. Correctly fitting Breast shields: A guide for clinicians. *Neonatal Intensive Care* 24, 23-25 (2011).
- 69 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).
- 70 Ramsay,D.T., Kent,J.C., Owens,R.A., & Hartmann,P.E. Ultrasound imaging of milk ejection in the breast of lactating women. *Pediatrics* 113, 361-367 (2004).
- 71 Johnson,C.A. An evaluation of breast pumps currently available on the American market. *Clin Pediatr* 22, 40 (1983).
- 72 Jones,L. Principles to promote the initiation and establishment of lactation in the mother of a preterm or sick infant (UNICEF, 2008).
- 73 Kent,J.C., Geddes,D.T., Hepworth,A.R., & Hartmann,P.E. Effect of Warm Breastshields on Breast Milk Pumping. *J Hum Lact* 27, 331-338 (2011).
- 74 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).
- 75 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).
- 76 Meier,P.P. Breastfeeding in the special care nursery. Prematures and infants with medical problems. *Pediatr Clin North Am* 48, 425-442 (2001).
- 77 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).
- 78 Hill,P.D. & Aldag,J.C. Milk volume on day 4 and income predictive of lactation adequacy at 6 weeks of mothers of nonnursing preterm infants. *J Perinat Neonatal Nurs* 19, 273-282 (2005).
- 79 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).

- 80 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).
- 81 Ohyama, M., Watabe, H., & Hayasaka, Y. Manual expression and electric breastpumping in the first 48 hours after delivery. *Pediatr Int* 52, 39-43 (2010).
- 82 Slusher T. et al. Electric breastpump use increases maternal milk volume in African nurseries. *J Trop Pediatr* 53, 125 (2007).
- 83 Pittet, D., Allegranzi, B., & Boyce, J. The World Health Organization Guidelines on Hand Hygiene in Health Care and their consensus recommendations. *Infect Control Hosp Epidemiol* 30, 611-622 (2009).
- 84 Brown, S.L., Bright, R.A., Dwyer, D.E., & Foxman, B. Breast pump adverse events: Reports to the food and drug administration. *J Hum Lact* 21, 169-174 (2005).
- 85 Jones, B. et al. An outbreak of *Serratia marcescens* in two neonatal intensive care units. *J Hosp Infect* 46, 314-319 (2000).
- 86 Gilks, J., Price, E., Hateley, P., Gould, D., & Weaver, G. Pros, cons and potential risks of on-site decontamination methods used on neonatal units for articles indirectly associated with infant feeding, including breast pump collection kits and neonatal dummies. *J Infect Prev* 13, 16-23 (2012).
- 87 Shetty, A., Barnes, R., Adappa, R., & Doherty, C. Quality control of expressed breast milk. *J Hosp Infect* 62, 253-254 (2006).
- 88 Stellwagen, L.M., Vaucher, Y.E., Chan, C.S., Montminy, T.D., & Kim, J.H. Pooling expressed breastmilk to provide a consistent feeding composition for premature infants. *Breastfeed Med* 8, 205-209 (2013).
- 89 Zeilhofer, U.B., Frey, B., Zandee, J., & Bernet, V. The role of critical incident monitoring in detection and prevention of human breast milk confusions. *Eur J Pediatr* 168, 1277-1279 (2009).
- 90 Dougherty, D. & Nash, A. Bar coding from breast to baby: A comprehensive breast milk management system for the NICU. *Neonatal Netw* 28, 321-328 (2009).
- 91 Drenckpohl, D., Bowers, L., & Cooper, H. Use of the six sigma methodology to reduce incidence of breast milk administration errors in the NICU. *Neonatal Netw* 26, 161-166 (2007).
- 92 Bode, L. et al. It's alive: Microbes and cells in human milk and their potential benefits to mother and infant. *Adv Nutr* 5, 571-573 (2014).
- 93 Boo, N.Y., Nordiah, A.J., Alfizah, H., Nor-Rohaini, A.H., & Lim, V.K. Contamination of breast milk obtained by manual expression and breast pumps in mothers of very low birthweight infants. *J Hosp Infect* 49, 274-281 (2001).
- 94 Novak, F.R., Da Silva, A.V., Hagler, A.N., & Figueiredo, A.M. Contamination of expressed human breast milk with an epidemic multiresistant *Staphylococcus aureus* clone. *J Med Microbiol* 49, 1109-1117 (2000).
- 95 Carroll, L., Osman, M., Davies, D.P., & McNeish, A.S. Bacteriological criteria for feeding raw breast-milk to babies on neonatal units. *Lancet* 2, 732-733 (1979).
- 96 Eidelman, A.I. & Szilagyi, G. Patterns of bacterial colonization of human milk. *Obstet Gynecol* 53, 550-552 (1979).
- 97 Thompson, N., Pickler, R.H., Munro, C., & Shotwell, J. Contamination in expressed breast milk following breast cleansing. *J Hum Lact* 13, 127-130 (1997).
- 98 Perez, P.F. et al. Bacterial imprinting of the neonatal immune system: Lessons from maternal cells? *Pediatrics* 119, e724-e732 (2007).
- 99 Hamosh, M., Ellis, L., Pollock, D., Henderson, T., & Hamosh, P. Breastfeeding and the working mother: Effect of time and temperature of short-term storage on proteolysis, lipolysis, and bacterial growth in milk. *Pediatrics* 97, 492-498 (1996).
- 100 Molinari, C., Casadio, Y.S., Arthur, P.G., & Hartmann, P.E. The effect of storage at 25° C on proteins in human milk. *Internat Dairy J* 21, 286-293 (2011).
- 101 Ferranti, P. et al. Casein proteolysis in human milk: Tracing the pattern of casein breakdown and the formation of potential bioactive peptides. *J Dairy Res* 71, 74-87 (2004).
- 102 Lawrence, R. Storage of human milk and the influence of procedures on immunological components of human milk. *Acta Paediatr Suppl* 88, 14-18 (1999).
- 103 Slutzah, M., Codipilly, C.N., Potak, D., Clark, R.M., & Schanler, R.J. Refrigerator Storage of Expressed Human Milk in the Neonatal Intensive Care Unit. *J Pediatr* 156, 26-28 (2010).
- 104 Sosa, R. & Barnes, L. Bacterial growth in refrigerated human milk. *Am J Dis Child* 141, 111-112 (1987).
- 105 Santiago, M.S., Codipilly, C.N., Potak, D.C., & Schanler, R.J. Effect of human milk fortifiers on bacterial growth in human milk. *J Perinatol* 25, 647-649 (2005).
- 106 Ogundele, M.O. Effects of storage on the physicochemical and antibacterial properties of human milk. *Brit J Biomed Sci* 59, 205 (2002).
- 107 Martinez-Costa, C. et al. Effects of refrigeration on the bactericidal activity of human milk: A preliminary study. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 45, 275-277 (2007).
- 108 Silvestre, D., Lopez, M.C., March, L., Plaza, A., & Martinez-Costa, C. Bactericidal activity of human milk: Stability during storage. *Br J Biomed Sci* 63, 59-62 (2006).
- 109 Igumbor, E.O., Mukura, R.D., Makandiramba, B., & Chihota, V. Storage of breast milk: Effect of temperature and storage duration on microbial growth. *Cent Afr J Med* 46, 247-251 (2000).
- 110 Eglash, A. ABM clinical protocol #8: Human milk storage information for home use for full-term infants (original protocol March 2004; revision #1 March 2010). *Breastfeed Med* 5, 127-130 (2010).
- 111 Friend, B.A., Shahani, K.M., Long, C.A., & Vaughn, L.A. The effect of processing and storage on key enzymes, B vitamins, and lipids of mature human milk. I. Evaluation of fresh samples and effects of freezing and frozen storage. *Pediatr Res* 17, 61-64 (1983).
- 112 Evans, T.J., Ryley, H.C., Neale, L.M., Dodge, J.A., & Lewarne, V.M. Effect of storage and heat on antimicrobial proteins in human milk. *Arch Dis Child* 53, 239-241 (1978).
- 113 Buss, I.H., McGill, F., Darlow, B.A., & Winterbourn, C.C. Vitamin C is reduced in human milk after storage. *Acta Paediatr* 90, 813-815 (2001).
- 114 Bank, M.R., Kirksey, A., West, K., & Giacoia, G. Effect of storage time and temperature on folacin and vitamin C levels in term and preterm human milk. *Am J Clin Nutr* 41, 235-242 (1985).
- 115 Marin, M.L. et al. Cold storage of human milk: Effect on its bacterial composition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 49, 343-348 (2009).
- 116 Takci, S. et al. Effects of freezing on the bactericidal activity of human milk. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 55, 146-149 (2012).

- 117 Pardou,A., Serruys,E., Mascart-Lemone,F., Dramaix,M., & Vis,H.L. Human milk banking: Influence of storage processes and of bacterial contamination on some milk constituents. *Biol Neonate* 65, 302-309 (1994).
- 118 Hernandez,J., Lemons,P., Lemons,J., & Todd,J. Effect of storage processes on the bacterial growth-inhibiting activity of human breast milk. *Pediatrics* 63, 597-601 (1979).
- 119 Rechtman,D.J., Lee,M.L., & Berg,H. Effect of environmental conditions on unpasteurized donor human milk. *Breastfeed Med* 1, 24-26 (2006).
- 120 Lemons,P.M., Miller,K., Eitzen,H., Strodbeck,F., & Lemons,J.A. Bacterial growth in human milk during continuous feeding. *Am J Perinatol* 1, 76-80 (1983).
- 121 Berkow,S.E. et al. Lipases and lipids in human milk: Effect of freeze-thawing and storage. *Pediatr Res* 18, 1257-1262 (1984).
- 122 Barash,J.R., Hsia,J.K., & Arnon,S.S. Presence of soil-dwelling clostridia in commercial powdered infant formulas. *J Pediatr* 156, 402-408 (2010).
- 123 WHO. Safe preparation, storage and handling of powdered infant formula guidelines (Who Press, Geneva, 2007).
- 124 Chan,G.M. Effects of powdered human milk fortifiers on the antibacterial actions of human milk. *J Perinatol* 23, 620-623 (2003).
- 125 Chan,G.M., Lee,M.L., & Rechtman,D.J. Effects of a human milk-derived human milk fortifier on the antibacterial actions of human milk. *Breastfeed Med* 2, 205-208 (2007).
- 126 Czank,C., Prime,D.K., Hartmann,B., Simmer,K., & Hartmann,P.E. Retention of the immunological proteins of pasteurized human milk in relation to pasteurized design and practice. *Pediatr Res* 66, 374-379 (2009).
- 127 Quan,R. et al. Effects of microwave radiation on anti-infective factors in human milk. *Pediatrics* 89, 667-669 (1992).
- 128 Sigman,M., Burke,K.I., Swarner,O.W., & Shavlik,G.W. Effects of microwaving human milk: Changes in IgA content and bacterial count. *J Am Diet Assoc* 89, 690-692 (1989).
- 129 Brown,S.L., Bright,R.A., Dwyer,D.E., & Foxman,B. Breast pump adverse events: Reports to the food and drug administration. *J Hum Lact* 21, 169-174 (2005).
- 130 Nilsson,K. Maintenance and monitoring of body temperature in infants and children. *Paediatr Anaesth* 1, 13-20 (1991).
- 131 Knobel,R. & Holditch-Davis,D. Thermoregulation and heat loss prevention after birth and during neonatal intensive-care unit stabilisation of extremely low-birthweight infants. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs* 36, 280-287 (2007).
- 132 Eckburg,J.J., Bell,E.F., Rios,G.R., & Wilmoth,P.K. Effects of formula temperature on postprandial thermogenesis and body temperature of premature infants. *J Pediatr* 111, 588-592 (1987).
- 133 Dumm,M., Hamms,M., Sutton,J., & Ryan-Wenger,N. NICU breast milk warming practices and the physiological effects of breast milk feeding temperatures on preterm infants. *Adv Neonatal Care* 13, 279-287 (2013).
- 134 Gonzales,I., Durvea,E.J., Vasquez,E., & Geraghty,N. Effect of enteral feeding temperature on feeding tolerance in preterm infants. *Neonatal Netw* 14, 39-43 (1995).
- 135 Costalos,C., Ross,I., Campbell,A.G.M., & Sofi,M. Is it necessary to warm infants feeds. *Arch Dis Child* 54, 899-901 (1979).
- 136 Anderson,C.A. & Berseth,C.L. Neither motor responses nor gastric emptying vary in response to formula temperature in preterm infants. *Biol Neonate* 70, 265-270 (1996).
- 137 Lawlor-Klean,P., Lefaiver,C.A., & Wiesbrock,J. Nurses' perception of milk temperature at delivery compared to actual practice in the neonatal intensive care unit. *Adv Neonatal Care* 13, E1-E10 (2013).
- 138 American Academy of Pediatrics - Committee on Nutrition. Nutritional needs of low-birth-weight infants. *Pediatrics* 75, 976-986 (1985).
- 139 Thomas,N., Cherian,A., Santhanam,S., & Jana,A.K. A randomized control trial comparing two enteral feeding volumes in very low birth weight babies. *J Trop Pediatr* 58, 55-58 (2012).
- 140 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).
- 141 Cristofalo,E.A. et al. Randomized trial of exclusive human milk versus preterm formula diets in extremely premature infants. *J Pediatr* 163, 1592-1595 (2013).
- 142 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).
- 143 Jocson,M.A., Mason,E.O., & Schanler,R.J. The effects of nutrient fortification and varying storage conditions on host defense properties of human milk. *Pediatrics* 100, 240-243 (1997).
- 144 Janjindamai,W. & Chotsampancharoen,T. Effect of fortification on the osmolality of human milk. *J Med Assoc Thai* 89, 1400-1403 (2006).
- 145 Fenton,T.R. & Belk,J. Routine handling of milk fed to preterm infants can significantly increase osmolality. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 35, 298-302 (2002).
- 146 Diehl-Jones,W., Askin,D.F., & Friel,J.K. Microlipid-induced oxidative stress in human breastmilk: In vitro effects on intestinal epithelial cells. *Breastfeed Med* 2, 209-218 (2007).
- 147 Barlow,S.M. Oral and respiratory control for preterm feeding. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 17, 179-186 (2009).
- 148 American Academy of Pediatrics - Committee on Fetus and Newborn. Hospital discharge of the high-risk neonate. *Pediatrics* 122, 1119-1126 (2008).

www.medela.com



Medela AG
Lättichstrasse 4b
6341 Baar, Switzerland
www.medela.com

International Sales

Medela AG
Lättichstrasse 4b
6341 Baar
Switzerland
Phone +41 41 562 51 51
www.medela.com

Netherlands & Belgium

Medela Benelux BV
Uilenwaard 31
5236 WB 's-Hertogenbosch
The Netherlands
Phone +31 73 690 40 40
Fax +31 73 690 40 44
info@medela.nl
info@medela.be
www.medela.nl
www.medela.be