


Forskningsöversikt Säkerhet och infektionskontroll i samband med bröstmjolkshantering

Barn på neonatala intensivvårdsavdelningar ska alltid kunna tillgodogöra sig bröstmjolkens infektionshämmande och näringsmässiga egenskaper på ett så riskfritt sätt som möjligt. Det här är en översikt över forskningen bakom de metoder som rekommenderas för att förhindra kontaminering och fel och möjliggöra säker uppsamling, lagring och hantering av bröstmjolk.



Medela: Heltäckande lösningar för bröstmjolk och amning

I över 50 år har Medela arbetat med att förbättra mammors och barns hälsa genom att underlätta amning och matning med bröstmjolk – något som har livsviktiga fördelar. I det här målmedvetna arbetet har företaget framför allt strävat efter mer kunskap om mammors behov och beteendemönster hos barn. Mammornas och barnens hälsa under den värdefulla amningsperioden är ett självklart fokus för all vår verksamhet. Medela fortsätter att stödja grundforskning om bröstmjolk och amning, och våra innovativa amningslösningar bygger på forskningsresultat.

Medela tar kontinuerligt del av nya rön om bröstmjolkens innehåll, det ammande bröstets anatomi och hur barnet får i sig mjölken från bröstet. Utifrån denna kunskap utvecklar vi lösningar som gör det lättare för neonatala intensivvårdsavdelningar att tillhandahålla bröstmjolk och underlätta amning.

Medela vet vilka utmaningar hanteringen av bröstmjolk innebär för en neonatal intensivvårdsavdelning. Det kan vara svårt för mamman att uppnå tillräcklig mjölkproduktion, barnet kan ha svårt att få i sig mjölken – och dessutom måste det finnas goda hygien- och logistikrutiner. I Medelas produktportfölj finns produkter för att pumpa ut bröstmjolk, underlätta matning med bröstmjolk och möjliggöra amning så tidigt som möjligt för alla barn.

Medela strävar efter att alltid tillhandahålla aktuell och evidensbaserad kunskap för att främja amning och användning av bröstmjolk på neonatala intensivvårdsavdelningar. Målet med våra innovativa, forskningsbaserade produkter och det tillhörande utbildningsmaterialet är att hjälpa neonatala intensivvårdsavdelningar att bemästra svårigheterna med att hantera bröstmjolk.



Vetenskaplig forskning

Medela strävar efter högsta möjliga kvalitet i den vetenskapliga forskning vi bedriver. Det är det som har gjort det möjligt för oss att utveckla avancerad teknik för bröstpumpar och bröstmjölksmatning. Medela samarbetar med erfaren vårdpersonal och med universitet, sjukhus och forskningsinstitut världen över.



Produkter

Att hjälpa mammor att pumpa ur mjölk är Medelas kärnkompetens. Detta innefattar också säker och hygienisk förvaring av bröstmjolk i BPA-fria behållare. Enkla lösningar för märkning, förvaring, transport, uppvärmning och tining gör det lättare att hantera den värdefulla bröstmjölken säkert, och Medelas innovativa produkter för olika matningssituationer hjälper barnet att få i sig bröstmjölken.



Utbildning

Forskning och utbildning är integrerade verksamheter inom Medela. Via Medela knyts kliniker och utbildningsledare till varandra i ett nära samarbete som leder till yrkesmässig utveckling, kunskapsutbyte och samverkan med den akademiska världen.

För att göra det lättare att integrera de tillgängliga lösningarna och deras funktioner i sjukhusens allmänna processer och underlätta evidensbaserat beslutsfattande har Medela utvecklat en serie forskningsöversikter. Dessa översikter rör olika aspekter av neonatal intensivvård där bröstmjolk och amning är av största vikt. Bland annat behandlas utvecklingen av barnets ätförmåga och logistiken vid hantering av bröstmjolk.

Säkerhet och infektionskontroll i samband med bröstmjolkshantering

Sammanfattning

Bröstmjolk minskar risken för (eller minskar svårighetsgraden i) funktionsnedsättande följsjukdomar hos för tidigt födda barn. På neonatala intensivvårdsavdelningar kan det dock ofta vara mycket svårt att bevara helhetsinnehållet och säkerheten för urpumpad mjölk. Uppsamling, hantering och lagring av bröstmjolk inför matning är komplexa processer med flera utmaningar, på grund av bröstmjolkens unika sammansättning. Eftersom bröstmjolk kan innehålla en rad olika kommensala och potentiellt patogena bakterier och virus, varav vissa är farliga för högriskbarn, är det oerhört viktigt att varje steg i hanteringen av bröstmjolk optimeras med avseende på säkerhet och infektionskontroll. Det är också avgörande att evidensbaserade metoder används för att se till att mjölken förblir säker för det för tidigt födda barnet, och att bevara den färska mjölkens näringsmässiga och skyddande egenskaper.

Innehåll

Inledning	5
Fördelar med bröstmjolk för för tidigt födda barn	6
Skyddande beståndsdelar i bröstmjolk	6
Ekonomiska fördelar med bröstmjolk	8
Säkerhets- och hygienproblem vid hantering av och matning med bröstmjolk	9
Bakterier och patogener	9
Virusinfektioner och läkemedel	11
Donerad bröstmjolk	13
Förebygga kontaminering av bröstmjolk	14
Handhygien	14
Rengöring av pumpar och pumpset	15
I Pumpset	15
I Pumpar	17
Spåra och transportera mjölk	17
Lagring av mjölk på neonatala intensivvårdsavdelningar	18
I Lagringsbehållare	19
I Lagring i rumstemperatur	19
I Kylning	20
I Frysning	20
Hantering av bröstmjolk på neonatala intensivvårdsavdelningar	21
I Upptining	21
I Berikning	22
I Uppvärmning	23
Slutsats	25
Referenser	26

Inledning

Forskare över hela världen är eniga: amning rekommenderas som enda näringskälla under de första sex månaderna av ett barns liv¹⁻³. Amning ger barnet bästa möjliga näring och immunologiskt skydd⁴ och stärker anknytningen mellan mamman och barnet direkt efter förlossningen vid fullgången graviditet⁵. Vid för tidiga födselar kan det dock vara svårt för både mammor och barn att amma. Mammorna måste initiera, bygga upp och upprätthålla en tillräckligt stor mjölkproduktion under ett tidigare utvecklingsskede, medan de för tidigt födda barnen ofta har svårt att äta oralt och inte kan börja amma förrän senare under vistelsen på den neonatala intensivvårdsavdelningen. Många för tidigt födda barn kan därför endast matas med urpumpad mjölk från sina mammor under den första tiden.

Det är framför allt under de första levnadsåren som det är avgörande att för tidigt födda barn får i sig bröstmjök⁶. Bröstmjök minskar risken för (och svårighetsgraden i) funktionsnedsättande följsjukdomar hos för tidigt födda barn enligt en dos-responsrelation, där högre andel bröstmjök ger ett bättre skydd^{6, 7}. Innan mjölken kan ges till det för tidigt födda barnet genomgår den flera olika processer och hanteringssteg som kan försämra mjölkens kvalitet. Varje steg, från urpumpning och uppsamling till lagring, berikning, upptining och värmning av bröstmjök, kan påverka mjölkens helhetsinnehåll och exponera den för bakterier och patogener. Detta kan öka infektionsrisken för det för tidigt födda barnet. Det är därför oerhört viktigt att evidensbaserade metoder används för att minimera infektionsrisken, bevara bröstmjölkens kvalitet och helhetsinnehåll och se till att så lite som möjligt går till spillo.

Syftet med den här forskningsöversikten är att ge personal på neonatala intensivvårdsavdelningar fördjupade kunskaper om den senaste forskningen kring hälsomässiga och ekonomiska fördelar med bröstmjök och om hur mammor på ett hygieniskt sätt kan förse sina barn med bröstmjök. Dessutom behandlas de utmaningar som säker hantering av bröstmjök medför på neonatala intensivvårdsavdelningar. I översikten diskuteras de evidensbaserade metoder som bör användas för att bevara bröstmjölkens helhetsinnehåll och minimera riskerna för barnet. Det övergripande syftet är att maximera användningen av bröstmjök på neonatala intensivvårdsavdelningar.

Fördelar med bröstmjök för för tidigt födda barn

För tidigt födda barn som får bröstmjök under sin vistelse på en neonatal intensivvårdsavdelning löper mindre risk att drabbas av nekrotiserande enterokolit (NEC), kronisk lungsjukdom, prematuritetsretinopati, sepsis, nosokomial infektion, kognitiva och neurologiska funktionsnedsättningar, plötslig spädbarnsdöd och återinläggning efter utskrivning från avdelningen⁸⁻¹⁷. Fördelarna med bröstmjök är så stora att alla för tidigt födda barn på neonatala intensivvårdsavdelningar bör matas med det².

Bröstmjölkens positiva inverkan verkar vara kopplad till exponering under tiden precis efter födseln, då det är som allra viktigast att mata barnet uteslutande med bröstmjök och undvika att använda ersättning⁶. Detta är särskilt viktigt när det gäller barn som är inlagda på sjukhus och för tidigt födda barn². För tidigt födda barn föds med omogna anatomiska och fysiologiska system, och behöver därför optimal näring för att kunna växa och utvecklas normalt. Outvecklade gastrointestinala, respiratoriska och neurologiska system samt immunsystem ökar risken för att barnet drabbas av skadliga effekter av de infektioner och inflammatoriska processer som förekommer på en neonatal intensivvårdsavdelning. Bröstmjök kan hämma eller avsevärt minska dessa risker hos för tidigt födda barn, vilket bidrar till bättre infektionskontroll^{9, 14, 16-23}.

Skyddande beståndsdelar i bröstmjök

Bröstmjök innehåller allt som behövs för att ett friskt, fullgånget barn ska kunna växa och utvecklas optimalt. Bland annat innehåller mjölken livsviktiga makronäringsämnen (fetter, kolhydrater och proteiner), mikronäringsämnen (vitaminer och mineraler) och utvecklingsmässiga faktorer (fleromättade fettsyror med långa kedjor, tillväxtfaktorer och cytokiner). Bröstmjök skyddar också mot infektioner tack vare sina infektionshämmande och immunologiska beståndsdelar^{24, 25} (tabell 1).

De flerfunktionella makrofagerna och fria fettsyrorerna i bröstmjök samt proteiner som slgA, laktoferrin och lysozym har skyddande funktioner som är särskilt viktiga för för tidigt födda barn²⁴. Dessa ämnen samverkar för att inaktivera, förstöra eller binda vid särskilda mikrober och förhindrar därmed att de fastnar på slemhinnor²⁵. Det finns även andra komponenter som stärker barnets immunförsvar, till exempel olika typer av celler från mamman: levande vita blodkroppar, celler från livmoderns epitel, stamceller och cellfragment^{26, 27}. Oligosackariderna i bröstmjölk har också en viktig immunologisk funktion. De fungerar som probiotika som underlättar tillväxten av kommensala bakterier i mag-tarmkanalen²⁸. De fungerar även som receptoranaloger som förhindrar att patogener – inklusive rotavirus – binder vid mag-tarmkanalens ytor²⁹⁻³². Bröstmjök innehåller också kommensala bakterier som blir en del av tarmens mikroflora och påverkar inflammatoriska och immunomodulära processer. Kommensala bakterier förhindrar överväxt av patogena bakterier och gör dessutom tarmen surare, får laktos att jäsa samt bryter ned lipider och proteiner³³⁻³⁵.

Mjölken från en mamma som har fött sitt barn för tidigt är annorlunda än mjölken från en mamma som fött ett fullgånget barn. Jämfört med mjölken från mammor till fullgångna barn har mjölken som produceras till för tidigt födda barn ett högre energiinnehåll och högre halter av lipider, proteiner, kväve samt vissa vitaminer och mineraler. Dessutom har mjölken som produceras till för tidigt födda barn högre halter av immunologiska faktorer, inklusive celler, antikroppar och antiinflammatoriska ämnen^{36, 37}. Ämnessammansättningen i den bröstmjök som produceras till för tidigt födda barn är särskilt viktig för utvecklingen av mag-tarmkanalen och nervsystemet och för att stärka immunsystemet⁴.

Bröstmjolk rekommenderas för alla för tidigt födda barn³⁸, men det näringsmässiga innehållet i bröstmjolk hos mammor till för tidigt födda barn räcker inte till för att helt uppfylla barnens stora näringsbehov. Detta gäller framför allt barn med mycket låg födelsevikt (<1 500 g)^{15, 37}. För vissa för tidigt födda barn måste bröstmjölken därför berikas med protein, näringsämnen, vitaminer och mineraler för att trygga bästa möjliga tillväxt och utveckling³⁹. Detta innebär ett extra steg i hanteringsprocessen där kontamineringsrisken måste begränsas. Bröstmjölken egna infektionshämmande egenskaper skyddar den från kontaminering, men det finns ändå en risk att mjölken blir en infektionskälla om den inte hanteras på rätt sätt.

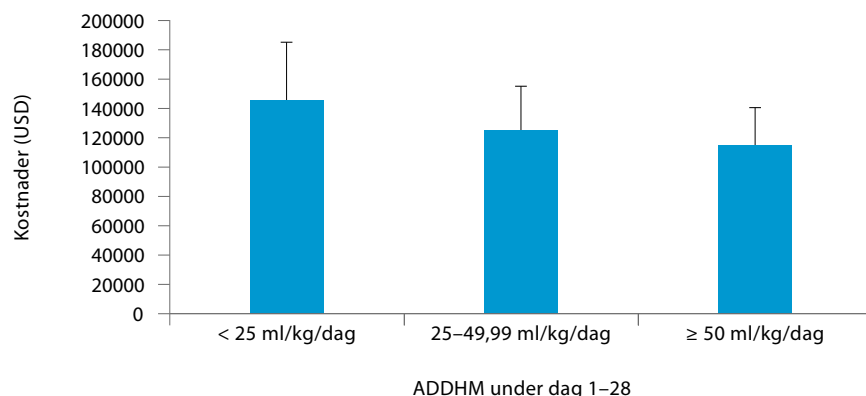
Tabell 1 – Immunologiska beståndsdelar i bröstmjolk. Hämtat från Hanson 2007²⁵.

Immunologiska beståndsdelar i bröstmjolk	Funktion
Antikroppar (framför allt slgA)	slgA-antikropparnas primära funktion är att binda mikrober för att förhindra att de fäster vid slemhinnor, till exempel i luftvägarna eller i mag-tarmkanalen ⁴⁰ .
Laktoferrin	Laktoferrinets antibakteriella funktion kommer av dess järnbindande egenskaper, som hindrar bakterierna från att ta upp det järn de behöver för att växa ⁴¹ .
α-laktalbumin	α-laktalbumin är ett viktigt mjölkprotein, men man vet inte så mycket om hur det fungerar. Forskning har visat att ämnet har tumörhämmande effekter ⁴² .
Oligosackarider	Vissa av dessa glykaner kan fungera som prebiotika, som selektivt stimulerar tillväxten av nyttiga bakterier i mag-tarmkanalen. De har även en annan, ännu viktigare funktion: de förhindrar att patogener binder till sina målreceptorer på slemhinnan i mag-tarmkanalen ²⁸ .
Sekretionshämmande faktor	Forskning tyder på att induktion av den här beståndsdelan i mjölk kan minska risken för mastit hos mamman och diarré hos barnet ^{43, 44} .
Cytokiner, tillväxtfaktorer och andra signaler från mamma till barn	De här beståndsdelarna kan fungera som signaler från mamman till barnet som möjligtvis kan bidra till att olika organ och funktioner mognar ⁴⁵ samt förbättra leukocyternas infektionshämmande funktion ⁴⁶ .
Fett	Efter att bröstmjölken lipider har genomgått enzymatisk nedbrytning utsöndras fria fettsyror som kan angripa vissa bakterier och virus ⁴⁷ .
Defensiner och katelicidin	Flera antimikrobiella defensiner och antimikrobiella peptider (katelicidiner) har påvisats i bröstmjolk ^{48, 49} .
Lysozym	Lysozym är ett enzym som sönderdelar cellväggen och det yttre membranet hos en mängd olika mikroorganismer, vilket orsakar lyses ⁵⁰ .
Laktadherin	Det globulära proteinet laktadherin återfinns i bröstmjölksfettet och bekämpar rotavirus, en viktig patogen som orsakar svår, uttorkande diarré hos barn ⁵¹ .
Leukocyter	Inklusive lymfocyter, makrofager och neutrofiler. Neutrofilernas och makrofagernas huvudsakliga funktion i bröstmjolk kan vara att skydda bröstkörteln mot infektioner ^{26, 27} .

Ekonomiska fördelar med bröstmjök

Bröstmjök bidrar till infektionskontroll genom att minska incidensen av, svårighetsgraden i och/eller risken för följsjukdomar kopplade till för tidig födsel enligt en dos-responsrelation, i synnerhet under de första månaderna. Forskning som nyligen har genomförts av Patel *et al.*⁷ visar följande dos-responsrelation mellan en genomsnittlig daglig dos bröstmjök (ADDHM) på neonatala intensivvårdsavdelningar och följsjukdomar kopplade till för tidig födsel: för varje ökning av mängden bröstmjök med 10 ml/kg/dag minskade risken för sepsis med 19 %. De barn som fick den lägsta dagliga dosen bröstmjök (< 25 ml/kg/dag ADDHM) löpte inte bara störst risk att drabbas av sepsis, utan stod också för de högsta kostnaderna för neonatal intensivvård (figur 1). Forskarna räknade ut att sjukhuset skulle ha kunnat spara 20 384 US-dollar per barn, eller totalt 1,2 miljoner US-dollar, genom att öka den genomsnittliga dagliga dosen bröstmjök till 25–49 ml/kg/dag under de första 28 dagarna. Att öka den genomsnittliga dagliga dosen per barn till ≥ 50 ml/kg/dag under hela sjukhusvistelsen (inte bara under de första 28 dagarna) kan ge besparingar om 31 514 US-dollar per barn och 1,8 miljoner US-dollar i sjukhuskostnader.

De kostnadsbesparingar som matning med bröstmjök kan ge har också reproducerats för andra följsjukdomar kopplade till för tidig födsel. Matning med bröstmjök har visats minska svårighetsgraden i (och de relaterade direktkostnaderna för) sent debuterande sepsis, bronkopulmonell dysplasi, nekrotiserande enterokolit och prematurretinopati på neonatala intensivvårdsavdelningar. Matning med bröstmjök har dessutom visats minska de indirekta vårdkostnaderna på neonatala intensivvårdsavdelningar: vårdkostnaderna minskar även om man inte beaktar matningens inverkan på följsjukdomar kopplade till för tidig födsel. Tillhandahållande av bröstmjök visades medföra vissa kostnader för de neonatala intensivvårdsavdelningarna⁵², till exempel för säkerhetsåtgärder och infektionskontroll. De ekonomiska fördelarna var dock betydligt större jämfört med de relativt låga kostnaderna för mamman och vårdinrättningen⁵².



Figur 1 – Minskade kostnader för neonatala intensivvårdsavdelningar kopplat till ökade doser av bröstmjök. Hämtat från Patel *et al.*⁷.

Säkerhets- och hygienproblem vid hantering av och matning med bröstmjolk

Bröstmjolk är en komplex, levande och dynamisk vätska. Den är inte steril utan fungerar som ett medium för överföring av kommensala och patogena bakterier samt virus. Det är allmänt erkänt att fördelarna med matning med bröstmjolk, framför allt från barnets egen mamma, uppväger de utmaningar som kan uppstå när mjölken ska beredas för matning på ett säkert och hygieniskt sätt. När bröstmjölken hanteras och under matningar är det därför oerhört viktigt att upprätthålla en hög säkerhet och god hygien, för att se till att barnet kan tillgodogöra sig mjölkens immunologiska och näringsmässiga kvaliteter⁵³.

Bakterier och patogener

Beståndsdelarna i bröstmjolk, framför allt de levande cellerna från barnets mamma, kan inte ersättas med artificiella födoämnen. Färsk bröstmjolk (mjolk som barnet får i sig direkt via amning eller nyligen urpumpad mjolk) innehåller levande celler från mamman²⁷. Den innehåller också större mängder av näringsämnen, tillväxtfaktorer och många andra skyddande beståndsdelar^{25, 28} än lagrad bröstmjolk. Färsk bröstmjolk innehåller en mängd olika levande organismer, bland annat icke-patogena och patogena bakterier, virus, mykobakterier och svampar⁵⁴⁻⁵⁸. Över 700 bakteriearter har isolerats i bröstmjolk⁵⁹. Olika mammor har olika mängder och olika arter av bakterier i bröstmjölken⁶⁰. Många av dessa bakterier, inklusive mag-tarmbakterier, tros bidra till den livsviktiga programmeringen av barnets immunsystem som gör att barnet reagerar på rätt sätt på kommensala och patogena bakterier⁶⁰. Mängden bakterier i bröstmjolk varierar mycket. De vanligaste identifierade organismerna utgörs av icke-patogen, normal hudflora från mammans bröstvårta eller bröst, inklusive koagulasnegativa *staphylococcus epidermidis*, difteroider och *streptococcus viridans*. Bröstmjolk kan också innehålla organismer som har migrerat från mammans mag-tarmsystem till bröstkörtlarna och som skyddar det nyfödda barnets mag-tarmsystem, till exempel bifidobakterier eller laktobaciller⁶¹.

Dessutom kan bröstmjolk innehålla patogena mikroorganismer från mamman och/eller den omgivande miljön. Patogena bakterier förekommer ofta i bröstmjolk, till exempel *Staphylococcus aureus* (MRSA), betahemolyserande streptokocker, *Pseudomonas*-arter, *Klebsiella*, *Proteus*-arter och enterobakterier^{55, 57, 61, 62}. Flera utbrott av och fallrapporter om neonatala infektioner har kunnat kopplas till bröstmjolk som kontaminerats med patogener som *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *serratia* spp., *Pseudomonas* spp., *Salmonella* spp., cytomegalovirus (CMV) eller *Acinetobacter baumannii*^{55, 63-65}. Säkerhet och infektionskontroll måste alltså vara centralt på alla neonatala intensivvårdsavdelningar.

Mjölken kan bli kontaminerad under alla steg i hanteringsprocessen. Det kan ske i samband med pumpning, uppsamling, transport, lagring eller hantering⁶⁶. När mjölken kommer i kontakt med främmande ytor kan vanlig hudbakterieflora och olika mikrobiella arter kontaminera mjölken via uppsamlingsanordningen^{57, 67}. Framför allt har kontaminerade pumpar identifierats som bärare av bakteriell kontaminering, särskilt om de använts av flera olika mammor och inte rengjorts ordentligt mellan varje användningstillfälle⁶⁵. En serie fallstudier har visat att mikrobiell kolonisering sker i nästan all mjolk som pumpats ur av mammor till barn på neonatala intensivvårdsavdelningar^{54, 68, 69}. I nuläget finns inga kända skillnader vad gäller förekomsten av kontaminering när man jämför urpumpning av bröstmjolk för hand, med manuell pump respektive med elektrisk pump^{42, 54, 70, 71}.

Flera fallstudier har visat att kontaminerad bröstmjolk kan vara en källa till infektioner^{64, 72-76}, men endast ett fåtal fall av infektioner och infektionsrelaterade incidenter har påvisats hos för tidigt födda barn som har matats med mjölk från sina egna mammor. Det är ännu oklart hur olika halter av normala bakterier påverkar för tidigt födda barn⁶⁴. Det finns dock tecken på att mjölkens antimikrobiella egenskaper spelar en viktig roll och faktiskt skyddar barnet mot olika typer av bakterier⁷⁷.

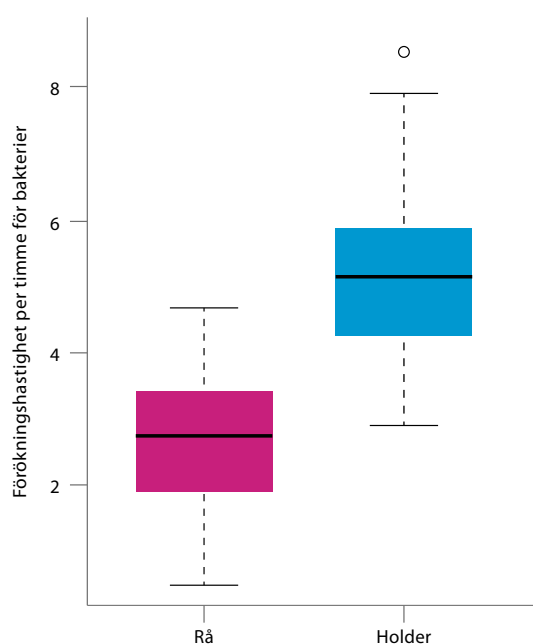
Trots detta kräver vissa läkare rutinmässigt att bröstmjolk från barnets mamma undersöks med bakterieodling innan mjölken ges till barnet⁷⁸. Detta är vanligare i USA än i andra länder, trots att studier har visat att rutinmässiga initiala bakterieodlingar inte ger någon information om resultatet av senare bakterieodlingar eller om hur stor infektionsrisken är för det för tidigt födda barnet^{68, 79}. I vissa situationer kan det dock vara relevant att göra bakterieodlingar. Det gäller till exempel för barn som vårdas på neonatal intensivvårdsavdelning och lider av sent debuterande sepsis och/eller återkommande grupp B-streptokocker, eller när mamman behandlas för grupp B-streptokocker, särskilt om hon också har mastit (även om incidensen av överföring av grupp B-streptokocker via bröstmjolk är relativt låg)⁸⁰⁻⁸².

Mikrobiologisk analys av färsk bröstmjolk på neonatala intensivvårdsavdelningar är en kontroversiell fråga, och rutinerna varierar inom länder och mellan olika geografiska områden^{68, 83}. Det finns inga universella gränsvärden för maximalt acceptabelt antal bakteriekolonier i urpumpad bröstmjolk som ges till mammas eget för tidigt födda eller sjuka barn. Olika bröstmjölksbanksorganisationer tillämpar vissa kriterier när pastöriserad donerad mjölk ges till ett barn utan biologiskt släktskap. Studier har dock visat att dessa kriterier möjligen inte är lika relevanta om ett för tidigt fött barn får mjölk från sin egen mamma^{68, 83}. En undersökning som omfattade 19 neonatala vårdavdelningar i Belgien och Luxemburg visade att 47 % av avdelningarna rutinmässigt undersökte färsk bröstmjolk med bakterieodlingar. Det definierade acceptabla antalet bakteriekolonier varierade dock kraftigt mellan dessa avdelningar^{68, 83}. Vissa avdelningar tillät $<10^5$ kolonibildande enheter av kommensala hudbakterier per ml och 10^4 kolonibildande enheter av patogener per ml, medan andra tillät $<10^4$ kolonibildande enheter av kommensala hudbakterier per ml och inga patogener. Mjolk som innehöll fler kommensala bakterier och patogener än dessa gränsvärden pastöriserades. På vissa neonatala intensivvårdsavdelningar kasserades också mjölk med för höga antal bakteriekolonier eller patogenförekomst. Framför allt kasserades färsk bröstmjolk från den egna mamman om *S. aureus* eller flera andra patogener förekom⁸³. Endast sex av de 19 neonatala intensivvårdsavdelningar som undersöktes hade tillgång till en pastörisator, vilket kan ha påverkat beslutet om att kassera mjölken. Ingen av de 36 neonatala intensivvårdsavdelningar som finns i Sverige har dock rapporterat att man tar bakterieodlingar från eller pastöriserar bröstmjolk från barnets egen mamma före matning⁸⁴.

Förutom de varierande gränsvärdena för bakterier varierade också lagringstiden för färsk mjölk i kylskåp mellan 1–7 dygn på de neonatala intensivvårdsavdelningar i Belgien och Luxemburg som ingick i studien⁸³. Dessa variationer kan vara mindre i länder med mer strikta riktlinjer för lagring^{66, 85}. Det är dock sannolikt att varierande lagringstider påverkar både mjölkens bakterieinnehåll och risken för kontaminering.

Eftersom det inte finns något fastställt övre gränsvärde för antal bakterier och patogener är det oklart huruvida mikrobiologisk analys och pastörisering av mjölk från den egna mamman är nödvändigt. På vissa neonatala intensivvårdsavdelningar pastöriserar man mjölk från den egna mamman för att minska riskerna vid matning av för tidigt födda barn. Det kan dock medföra andra risker för barnen, eftersom pastörisering minskar antalet bioaktiva ämnen i mjölken. Pastörisering innebär vanligtvis att flaskor med bröstmjolk värms i ett vattenbad i 30 minuter vid

62,5 °C⁸⁶. Denna process gör att antalet bakterier i bröstmjölken minskar med 10⁵ kolonibildande enheter per ml¹⁰, men samtidigt påverkas också bröstmjölken bioaktiva näringsmässiga och immunologiska beståndsdelar^{87, 88}. De viktiga immunologiska proteinerna slgA, laktoferrin och lysozym påverkas i hög grad. Endast ~72 %, ~22 % respektive ~39 % finns kvar av dessa proteiner efter värmebehandlingen⁸⁷. Pastörisering leder också till en betydande minskning av antalet vita blodkroppar^{89, 90} och har även visats påverka mjölkens resistens mot bakterietillväxt. Efter tillsättning av bakterier konstaterades att bakterietillväxttakten i Holder-pastöriserad bröstmjolk var två gånger högre än tillväxttakten i rå bröstmjolk⁹¹ (figur 2). Som en följd av detta ser hanteringsprocesserna och rekommendationerna olika ut för pastöriserad respektive opastöriserad mjölk.



Figur 2 – Bakterietillväxt i Holder-pastöriserad bröstmjolk jämfört med rå bröstmjolk efter tillsättning av bakterier. Hämtat från Christen *et al.*⁹¹.

Virusinfektioner och läkemedel

Det finns en viss risk för att barn kan smittas av allvarliga virusinfektioner via bröstmjolk (tabell 2). Cytomegalovirus (CMV) är en vanlig patogen som förekommer i bröstmjolk hos kvinnor som är seropositiva för sjukdomen. CMV utgör normalt sett inte någon hälsorisk för fullgångna barn som före födseln har fått i sig CMV-antikroppar via moderkakan. För tidigt födda barn som saknar dessa antikroppar löper dock risk att drabbas av CMV-infektion genom överföring via bröstmjolk⁹². Överföringsgraden för CMV när det gäller för tidigt födda barn som exponeras för infekterad mjölk varierar också kraftigt: mellan 6 och 55 %⁹²⁻⁹⁴, beroende på förekomsten av smittsamma virus i mjölken, typ av virusstam, världens immunologiska faktorer och huruvida färsk eller fryst mjölk används^{95, 96}. Rutinerna på olika neonatala intensivvårdsavdelningar varierar kraftigt när det gäller matning av för tidigt födda barn med färsk mjölk från den egna mamman i de fall där mamman är känt seropositiv för CMV. Risken för att CMV via bröstmjolk leder till klinisk, svår sepsis som gör att barnet måste få ytterligare vård på en neonatal intensivvårdsavdelning är relativt liten. Ändå väljer vissa sjukhus att undvika att mata för tidigt födda barn med färsk mjölk från den egna mamman, och mjölken pastöriseras eller fryses först in för att eliminera respektive minska risken för

CMV-överföring^{68, 83}. Andra virus, framför allt HIV och humant T-cellslymfotropt virus (HTLV) typ I eller II, förekommer i bröstmjolk och betraktas i de flesta industriländer som kontraindikationer för amning eller matning med bröstmjolk².

Om mamman har läkemedel eller andra ämnen (till exempel alkohol eller nikotin) i kroppen förekommer de även i varierande halter i hennes bröstmjolk. Halterna beror på en mängd olika faktorer, bland annat ursprunglig dos, serumnivåer och ämnets molekylmassa, lipidlöslighet, pH-värde och halveringstid⁹⁷. De flesta rapporter om läkemedelseffekter baseras på fallrapporter och innehåller vanligtvis inte information om läkemedelsinteraktioner. Detta innebär att varje enskild mamma/barn-situation alltid måste utvärderas individuellt när det gäller läkemedels potentiella inverkan på barnet, även om listan över läkemedel som är kontraindicerade under laktation är relativt kort⁹⁷.

Tabell 2 – Infektiösa ämnen som överförs via bröstmjolk⁶⁶

Potentiellt infektiösa ämnen som överförs via bröstmjolk	Risk för sjukdom hos barnet
Bakterie	Inte sannolikt att detta orsakar infektioner hos ett friskt barn, framför allt inte om mamman saknar kliniska tecken på infektion ⁶⁶ .
HIV	HIV kan överföras via bröstmjolk och orsaka sjukdom. I industriländer bedöms risken för överföring vara låg eftersom mammor rekommenderas att undvika amning. I utvecklingsländer har överföringsgraden för HIV visats vara ~15 % vid exklusiv amning under sex månader ^{66, 98} .
Humant T-cellslymfotropt virus typ 1 (HTLV-I) och 2 (HTLV-II)	HTLV-I kan orsaka svår sjukdom. Risken för överföring av HTLV-II är fortfarande oklar ^{66, 99} .
Hepatit B och C	Både hepatit B- och hepatit C-partiklar har identifierats i bröstmjolk. Det är dock inte sannolikt att dessa orsakar sjukdom hos barnet ¹⁰⁰ .
CMV	Överföring av CMV sker relativt ofta, men smittan är normalt endast problematisk för för tidigt födda barn och barn med mycket låg födelsevikt ^{68, 101, 102} .
Rubella (virus och vaccin)	Har identifierats i bröstmjolk, men det finns inga bevis på att det orsakar infektion ⁶⁶ .
Herpes simplex-virus typ 1 och 2	Har identifierats i bröstmjolk men överföring är inte sannolikt. Har framför allt kopplats till lesioner och virusutsöndring ¹⁰³ .
Varicella-zostervirus (VZV)	VZV-DNA har identifierats i bröstmjolk. Risken för sjukdom hos barnet är inte klarlagd ⁶⁶ .

Donerad bröstmjök

Donerad bröstmjök är det näst bästa alternativet i fall där bröstmjölken från den egna mamman inte kan användas på en neonatal intensivvårdsavdelning. Det kan till exempel vara fallet om mamman har HIV, HTLV-I eller HTLV-II, använder olagliga substanser eller kontraindicerade läkemedel eller om hennes mjölkproduktion inte räcker till¹. I USA utgörs donerad mjök vanligtvis av ihopsamlad mjök från olika donatorer. Mjölken har sedan Holder-pastöriserats i en bröstmjölksbank¹⁰⁴. I Europa är situationen annorlunda. Riktlinjerna i Storbritannien avråder till exempel uttryckligen från att samla ihop mjök från olika donatorer. I internationella standarder rekommenderas specifika åtgärder, som bakgrundskontroll av donatorer och bakterieodlingar av behandlad bröstmjök för att se till att mjölken är steril och minimera riskerna för för tidigt födda barn^{66, 85}. För bakgrundskontroller och pastörisering av donerad bröstmjök finns strikta riktlinjer, men detta påverkar inte det faktum att en del näringsmässiga och immunologiska beståndsdelar går förlorade efter pastörisering. Detta kan ge negativa effekter vid matning av för tidigt födda barn. På bröstmjölksbanker i Norge har man en lång tradition av att ge rå, opastöriserad mjök till för tidigt födda barn. Endast på en av Norges bröstmjölksbanker pastöriseras all donerad mjök, som sedan ges till för tidigt födda barn som väger mindre än 1 500 g¹⁰⁵. Prioriteringsordningen är tydlig: bröstmjök från den egna mamman är bättre än donerad bröstmjök, och färsk mjök är bättre än fryst mjök (figur 3). Dessutom krävs noggranna åtgärder för att minimera risken för infektioner och virusöverföring via kontaminerad mjök.



Figur 3 – WHO-rekommendationer för matning med bröstmjök på neonatala intensivvårdsavdelningar. Hämtat från Arnold 2002¹⁰⁶.

Förebygga kontaminering av bröstmjölk



Figur 4 – Exempel på handtvättmetod där alla ytor på händer och fingrar täcks

Bröstmjölk ska ges för att uppfylla det för tidigt födda barnets behov, så att barnet kan växa och utvecklas på bästa sätt. Mjölken ska också ges i optimal form så att dess sammansättning är lika näringsrik och skyddande som färsk mjölk direkt från bröstet, med låg kontamineringsrisk. För att åstadkomma detta på neonatala intensivvårdsavdelningar måste varje steg i bröstmjölks hanteringen optimeras – från hygieniska rutiner för uppsamling av bröstmjölk vid pumpning till en så säker matningsrutin som möjligt. Rutinerna för bröstmjölks hantering – framför allt vad gäller lagring – måste optimeras med avseende på tid, temperatur och märkning. På så sätt kan man minimera kontamineringsrisken och risken för fel vid hantering av bröstmjölk från flera olika mammor (tabell 3). Huvudmålet när matning inte sker vid bröstet är att barnet ska kunna ta del av bröstmjölakens alla fördelar. Mjölken ska vara mikrobiologiskt säker och dessutom näringsmässigt och immunologiskt komplett⁶⁶.

Handhygien

För att förhindra önskad mikrobiologisk överföring på neonatala intensivvårdsavdelningar krävs flera viktiga åtgärder. Alla rutiner för handhygien och säker uppsamling av bröstmjölk måste följas, och uppsamlingssatser och pumputrustningar måste rengöras och torkas efter varje användning. Det första och främsta skyddet mot patogener och bakterier är att tvätta händerna⁶⁶. Mammor som pumpar rekommenderas att tvätta och torka händerna noggrant inför varje pumpning⁶⁶. Evidensen för tvättning med icke-antibakteriell tvål jämfört med antibakteriell tvål för pumpande mammor är oklar. Antibakteriell tvål kan öka risken för resistenta bakterier^{107, 108} eftersom den avlägsnar hudens normala bakterieflora som bidrar till att skydda huden¹⁰⁹, och det finns också risk för att den påverkar T-cellernas mognad¹⁰⁹. Forskning har visat att användning av en tillräckligt stor mängd tvål kan vara en viktigare faktor¹¹⁰. Forskning har visat att det inte verkar finnas några fördelar med extra rengöring av bröstet utöver de dagliga hygienrutinerna. När det gäller att minska antalet bakterier visar forskningen att det inte är mer effektivt att rengöra bröstet med tvål än att rengöra dem med bara vatten. Därför rekommenderas endast normala brösthygienrutiner^{68, 111}.

Användning av desinfektionssprit har införts på sjukhus och andra ställen eftersom det är en bekväm rengöringsmetod, framför allt eftersom inget handfat behövs¹¹². Även om användning av desinfektionssprit rekommenderas på sjukhuset¹¹³ saknas forskningsresultat kring eventuella risker i samband med att kemikalier kommer i kontakt med bröstet eller mjölken. Därför har inga rekommendationer lämnats för huruvida desinfektionssprit (i flytande form eller på våtservetter) ska användas eller inte före urpumpning eller hantering av bröstmjölk eller matningsutrustning⁶⁶.

För vårdpersonal rekommenderas handtvätt med antingen icke-antibakteriell tvål eller antibakteriell tvål och vatten. Alltför varmt vatten ska dock undvikas eftersom det kan orsaka skador på huden. Dessutom rekommenderas vårdpersonal att sanera händerna med antingen desinfektionssprit eller antibakteriell tvål mellan varje patient och inför varje specifik patientvårdsaktivitet¹¹³. Det finns olika rekommendationer om tidsåtgång och tvålmängd för handtvätt med tvål och vatten. Vårdpersonal rekommenderas att använda den tvålmängd som tvållilverkaren rekommenderar, att tvätta alla ytor på händer och fingrar och sedan skölja och torka dem. Hela processen, från tvättning till torkning, bör ta 40–60 sekunder¹¹³ (figur 4). Dessa studier har gjorts på vårdpersonal, men slutsatserna kan också tillämpas av mammor som ska utföra handhygienrutiner före bröstmjölks pumpning.

Händerna kan torkas på flera olika sätt, till exempel med pappershanddukar, frottéhanddukar eller elektriska lufthandtorkar. Torkning med engångshandduk anses vara den bästa och mest hygieniska metoden^{114, 115}, förutsatt att kranen

stängs på ett sådant sätt att händerna inte kontamineras på nytt¹¹³. I studier där man jämfört pappershanddukar och frottéhanddukar på hållare har frottéhanddukar visats medföra större kontamineringsrisker^{116, 117}. Elektriska handtorkar verkar vara säkra i de flesta miljöer. I sjukhusmiljöer kan dock sådana apparater sprida bakterier, vilket ökar risken för luftburen kontaminering¹¹⁷. Därför anses torkning med pappershandduk vara ett bättre alternativ på sjukhus¹¹³.

Naglar och smycken har visats vara viktiga faktorer för uppkomsten av bakteriehärdar på händerna efter rengöring¹¹³. I de evidensbaserade rekommendationerna om handhygien för vårdpersonal fastställs att personalen inte får bära lösnaglar eller nagelförlängningar, att flagnande nagellack ska undvikas, att naglarna ska hållas kortklippta (under 6,5 mm) och att det är viktigt att hålla rent under naglarna¹¹³. Flera studier tyder också på att ringar kan göra det svårare att hålla händerna rena. Ringbärande har förknippats med ett tio gånger högre genomsnittligt antal bakteriekolonier på huden samt med handkontaminering av *Staphylococcus aureus*, gramnegativa baciller och *Candida*-arter^{118–120}. Dessutom blir kontamineringen mer omfattande ju fler ringar en person bär, även efter att han/hon tvättat händerna¹¹⁹.

Rengöring av pumpar och pumpset

Bröstpumpar och pumpset är potentiella bärare av patogena mikroorganismer, precis som all annan sjukhusutrustning^{121, 122}. Därför krävs noggranna rengöringsrutiner för att minimera risken för kontaminering om en pump används av flera olika mammor. Detta gäller också pumpset som används flera gånger av en och samma mamma.

Pumpset

Ett pumpset innefattar vanligtvis brösttrattar och slangar som används tillsammans med en elektrisk pump. På vissa vårdinrättningar och i vissa länder finns det regler om att pumpseten måste vara sterila före varje användning. Det är särskilt viktigt att utrustningen är steril när den används av flera olika mammor¹²³, men på många vårdinrättningar kan det vara svårt att tillhandahålla sterila pumpset före varje användningstillfälle. Det gäller framför allt på neonatala intensivvårdsavdelningar där mammorna ibland pumpar fler än sex gånger per dygn. Autoklivering eller kassering efter varje användningstillfälle kan med tiden bli både dyrt och opraktiskt. Därför har desinficering kommit att accepteras som ett alternativ till sterilisering på vissa vårdinrättningar. Under vistelsen på en neonatal intensivvårdsavdelning får mamman ofta ett eget pumpset, som kan vara återanvändbart eller som kasseras efter ett dygns användning (cirka åtta pumpningstillfällen). I båda dessa fall kan pumpsetet desinficeras i stället för att steriliseras mellan varje användningstillfälle. Ett annat skäl att använda pumpset för endagsbruk i stället för autoklaverbara pumpset är att autoklivering ofta är dyrt, och att delar av pumpseten riskerar att försvinna under processen^{63, 124}.

Pumpdelar som kommer i kontakt med bröstmjolk ska tas loss helt och rengöras noggrant efter användning. Även om ingen mjölkuppsamling sker under en pumpning ska pumpsetet rengöras efteråt. På neonatala intensivvårdsavdelningar är det vanligt att pumpset dekontamineras med kemisk och ångproducerande desinficering eller vanlig diskning. Resultatet av en undersökning av 25 neonatala intensivvårdsavdelningar i Storbritannien visade att den vanligaste metoden var kemisk desinficering (56 %) följt av autoklivering eller ångproducerande utrustning

(16 %), utrustning för engångsbruk (8 %) och vanlig diskning (4 %)⁶³. Var och en av dessa metoder har sina fördelar och nackdelar. Vid dekontaminering genom klordesinficering måste pumpseten tvättas före användning, lösningen måste bytas var 24:e timme och vanlig diskning mellan varje användningstillfälle krävs¹²⁵. Vid vanlig diskning ska utrustningen tvättas i diskmedel och vatten, sköljas av och lufttorkas. Båda dessa metoder medför risk för smittoöverföring om utrustningar förväxlas eller används av fel mamma. Båda metoderna kan också medföra risker för barnet om klorlösning eller diskmedel inte sköljs bort ordentligt från pumpsetet¹²⁴. Det finns flera ångproducerande metoder, bland annat fristående elektriska ångproducerande enheter där vatten tillsätts i botten eller vattenfyllda påsar eller korgar som placeras i mikrovågsugn. Ångpåsar eller -korgar har fördelen att de kan användas individuellt för varje enskild mamma, att dekontamineringen går snabbt och att påsarna är engångsartiklar. Båda dessa typer av ångheter kräver dock stor försiktighet för att undvika skällning¹²⁴ och i båda fallen är pumpseten våta efter avslutad ångning, vilket kan främja bakterietillväxt^{63, 124}. Om pumpseten används många gånger är vanlig diskning ofta den enklaste metoden för mammornas del. På neonatala intensivvårdsavdelningar, där huvuddelen av dekontamineringen görs av vårdpersonal, är det ännu inte klarlagt vilken som är den optimala dekontamineringsmetoden⁶³. Mer forskning krävs för att ta reda på vilken metod som är mest praktisk, säker och kostnadseffektiv¹²⁴.

För mammor som pumpar i hemmet är diskning den vanligaste rengöringsmetoden. Denna metod är också vanlig på neonatala intensivvårdsavdelningar. Efter att pumpsetets delar har tagits loss ska de sköljas i kallt vatten så att mjölkrester, framför allt mjölkproteiner, avlägsnas⁶⁶. Delarna ska sedan diskas i diskmedel och vatten, antingen under rinnande vatten eller i en ren skål/behållare eller ett rent handfat som bara används för detta syfte. Patientspecifika flaskborstar kan användas för att rengöra vissa delar, framför allt trånga eller smala delar¹²⁴. På grund av de höga bakterienivåerna i avlopp, handfat och på kranar bör delarna inte läggas direkt på handfatsytan under rengöringen, och kranen ska stängas med en pappershandduk i handen^{66, 113}.

När delarna är rengjorda ska de sköljas noggrant och sedan placeras på en desinficerad yta för torkning. En ren tyghandduk kan eventuellt användas för torkningen, förutsatt att den inte har använts till något annat sedan den senast tvättades. Lufttorkning är ett annat alternativ⁶⁶. När delarna är rena och torra ska de flyttas från området runt handfatet för att förhindra kontaminering genom stänk från handfatet⁶⁶. Rengöring av pumpseten i diskmaskin efter sköljning har också rekommenderats som ett alternativ till tvättning för hand⁶⁶. Pumpdelar som slangar och anslutningsdelar behöver inte rengöras om de inte är kontaminerade av mjölk, fukt eller andra ämnen. Slangar som exponeras för mjölk eller vatten (i ångformat) kan utgöra en risk om de kontamineras genom tillväxt av bakterier eller mögel⁶⁶. I sådana fall ska tillverkarens rengöringsinstruktioner följas. Slangar och anslutningsdelar som tillhör pumpen får inte användas av flera olika mammor⁶⁶.

Precis som med pumpset måste flaskor som används för pumpning, lagring samt matning av för tidigt födda barn vara hygieniska så att mjölken inte kontamineras av bakterier. Man kan antingen använda sterila flaskor som är återanvändbara efter autoklivering, eller rena flaskor som är avsedda för engångsbruk¹²⁶. Forskning har (anmärkningsvärt nog) inte kunnat påvisa någon skillnad i antal kolonibildande enheter vid uppsamling av mjölk i sterila flaskor/behållare jämfört med i rena flaskor/behållare⁷¹. Eftersom autoklivering medför extrakostnader och risk för att flaskdelar tappas bort har engångsbehållare föreslagits vara ett bättre alternativ på neonatala intensivvårdsavdelningar⁶³.

Tabell 3 – Hanteringsprocessen för bröstmjolk och potentiella risker på en neonatal intensivvårdsavdelning

Hanteringsvägen för bröstmjolk på neonatala intensivvårdsavdelningar		Potentiell risk	Åtgärd
Urpumpning:	Urpumpning i hemmet eller på neonatal intensivvårdsavdelning	<ul style="list-style-type: none"> I bröstpump I brösttrattar I lagringsbehållare I volymförlust 	<ul style="list-style-type: none"> I lämplig handtvätt och tvätt av pump/pumpset före och efter pumpning I fundera kring val av pumpset och behållare: för engångsbruk eller återanvändningsbara?
Transport:	Transport från hemmet eller lagring på sjukhuset	<ul style="list-style-type: none"> I temperaturförändringar I förväxlingar I volymförlust 	<ul style="list-style-type: none"> I märk all urpumpad mjölk omedelbart I upprätthåll kylkedjan under transport
Lagring:	Förvaring i rumstemperatur, kylskåpstemperatur eller frystemperatur. Tillsättning av berikningsprodukter.	<ul style="list-style-type: none"> I bakterietillväxt I förlust av beståndsdelars bioaktivitet I berikningsrelaterade förändringar 	<ul style="list-style-type: none"> I följ rekommendationer om optimala lagringstider I modifiera lagringstiderna beroende på om mjölken är färsk, tinad eller berikad
Förberedelser för matning:	Upptining och värming	<ul style="list-style-type: none"> I bakterietillväxt I förlust av beståndsdelars bioaktivitet 	<ul style="list-style-type: none"> I optimal temperatur I fundera över metodvalet: vattenfria eller vattenbaserade enheter?

Pumpar

Generellt ska alla externa ytor på sjukhusets bröstpumpar och pumpset, särskilt ytor som vidrörs av mammor eller personal under pågående pumpning, desinficeras mellan varje användare. Både mammorna och personalen på neonatala intensivvårdsavdelningar kan vara involverade i rengöringen av sjukhusets pumpar¹²⁷. Förutom själva pumparna bör ytan där de rengjorda pumpdelarna placeras före torkning också desinficeras med desinficeringsmedel eller desinficerande våtservetter, både på sjukhuset och i hemmet. Om desinficeringsmedlets tillverkare rekommenderar det ska ytan sköljas med rent vatten efter desinficeringen för att förhindra att de rengjorda delarna kontamineras av medlet. Den som desinficerar pumpar och ytor ska också tvätta händerna efteråt, för att förhindra att bröstet eller mjölken kommer i kontakt med desinficeringsmedlet⁶⁶.

Spåra och transportera mjölk

När mjölken har pumpats ur följer nästa utmaning: hur ska mjölken lagras och ges till barnet? Efter urpumpning ska mjölken märkas i enlighet med sjukhusets riktlinjer, med datum och klockslag för pumpningen. Därefter ska mjölken kylas så snart som möjligt, eller frysas in om den inte ska användas inom kort. Varje sjukhus ska ha policybaserade rekommendationer för mammor om lagringsbehållare, lagringsförhållanden och lagringstider. Mammor till friska, fullgångna barn kan välja att kyla färsk mjölk och sedan tillsätta den i mjölk som tidigare varit fryst¹²⁸. Någon motsvarande rekommendation finns dock inte i dagsläget för för tidigt födda barn.



Figur 5 – Exempel på gallerhållare för individuell lagring av bröstmjölk på en neonatal intensivvårdsavdelning

På sjukhus lagras bröstmjölk vanligtvis i enskilda behållare direkt efter varje pumpning⁶⁶. Det har diskuterats om mammor bör lagra sin mjölk i enskilda behållare efter varje pumpning, eller om de kan samla all mjölk som pumpas ur under ett dygn i en enda behållare. En fördel som har nämnts med ihopsamling av mjölk är att det kan bidra till ett mer konsekvent näringsinnehåll i mjölken vid olika matningstillfällen. I synnerhet en studie¹²⁹ har visat att ihopsamling av mjölk under ett dygn inte medför några skillnader vad gäller bakteriefloran. Dessutom konstaterades att mjölkens kalori-, protein-, fett- och kolhydratinnehåll varierar mindre jämfört med mjölk som lagras i enskilda behållare (där kaloriinnehållet varierade med upp till 29 % mellan olika behållare). Eftersom näringsinnehållet i mjölk som lagrats i enskilda behållare skilde sig avsevärt från näringsinnehållet i mjölk som samlats ihop under ett dygn, kan det finnas risk för att felaktig berikning med näringsämnen och kalorier görs. Intressant nog mådde också mammorna bättre när mjölken samlades ihop under ett dygn jämfört med när den lagrades i enskilda behållare. Ihopsamling av mjölk ger därför möjlighet att skräddarsy berikningen och förbättra barnets näringsupptag¹²⁹. Pastöriserad donerad mjölk innebär en annan slags situation, där mjölken från en och samma behållare kan användas för fler än ett barn⁶⁶. Användning av opastöriserad donerad mjölk är ett specialfall som kan regleras av begränsningar, beroende på donationsomständigheterna och sjukhusets riktlinjer.

En annan fördel med ihopsamling av mjölk från barnets egen mamma är att endast en flaska behöver märkas, i stället för flera flaskor eller behållare efter varje urpumpning. Om mjölkbehållare inte märks på rätt sätt kan fel uppstå under den rutinmässiga hanteringen och spårningen av bröstmjölk på en neonatal intensivvårdsavdelning¹³⁰. Märkning med patientens namn, typ av mjölk, datum och klockslag för pumpningen och urpumpad mängd bidrar till att minimera risken för förväxlingar av mjölk. Andra bra metoder är till exempel att använda lagringslådor för varje enskild mamma i en särskild frys eller ett särskilt kylskåp (figur 5), eller att använda streckkoder (något som är vanligt på bröstmjölksbanker)^{66, 131, 132}.

Mammor som transporterar mjölk från hemmet till sjukhuset behöver få instruktioner om hur mjölken ska hållas kall med hjälp av kylklampar och isolering i transportväskan, till exempel tidningspapper, som fyller ut utrymmena mellan mjölkbehållarna och kylklamparna⁶⁶. När den urpumpade mjölken kommer till sjukhuset ska det finnas tydliga riktlinjer för hur den ska hanteras och administreras på ett säkert sätt. Sjukhusets riktlinjer ska också innefatta vägledande information om ett barn av misstag får i sig mjölk från någon annan än sin egen mamma. Det ska bland annat finnas information om risken för överföring av sjukdomar via bröstmjölk, om kontroller av den berörda kvinnan och barnet för att fastställa eventuella sjukdomar samt om åtgärdsplaner som utgår från vad testresultaten visar⁶⁶.

Lagring av mjölk på neonatala intensivvårdsavdelningar

Det är oerhört viktigt att mjölk lagras på ett säkert sätt på den neonatala intensivvårdsavdelningen, så att alla inlagda barn får tillgång till optimal näring. Lagringsriktlinjerna varierar beroende på vilken typ av barn det rör sig om (högriskbarn/förtidigt fött, fullgånget eller äldre barn) och beroende på om mjölken är färsk, fryst, upptinad eller berikad. Såväl de levande cellerna i färsk mjölk som näringsämnen, tillväxtfaktorer och många andra skyddande beståndsdelar som laktoferrin, sekretorisk IgA och lysozym²⁵ får minskad effekt över tid om mjölken exponeras för varierande temperaturer. Samtidigt ökar risken för bakteriell kontaminering och tillväxt av patogener i mjölken. Det finns viss forskning på hur lagring av bröstmjölk påverkar det mikrobiologiska innehållet, lipidsammansättningen, de cellulära komponenterna,

de antibakteriella egenskaperna och den antioxiderande förmågan. Mycket är dock ännu outforskat när det gäller upptining och berikning av mjölk, och många av de befintliga rekommendationerna bygger på expertutlåtanden. Den forskning som finns är tydlig på ett par punkter: lagring vid olika temperaturer medför olika typer av problem, och förändringar sker också över tid och beroende på lagringsmiljön.

Lagringsbehållare

Bröstmjolk på den neonatala intensivvårdsavdelningen ska samlas upp och lagras så att mjölkens näringsmässiga och immunologiska sammansättning påverkas i så liten utsträckning som möjligt. De flesta av mjölkens immunologiska egenskaper bevaras om den lagras i behållare av glas eller hårdplast utan polyetylen¹³³. Därför rekommenderas hårdplast- eller glasbehållare för lagring av bröstmjolk^{66, 134, 135}. Användning av polyetylenbehållare har förknippats med en 60-procentig sänkning av immunoglobulin A-nivån¹³³, och behållare i rostfritt stål förknippas med ett minskat antal celler och minskad livskraft hos cellerna jämfört med användning av polyetylen respektive glas^{66, 134, 135}. Dessutom används inte längre behållare som innehåller bisfenol A (BPA) som flaskor för barn, eftersom ämnet ger negativa effekter¹³⁶. Behållare av glas eller BPA-fri livsmedelsklassad hårdplast med läckagesäkra lock är därför de bästa alternativen för lagring av mjölk för barn som vårdas på sjukhus. Rena, aseptiska eller sterila behållare kan också vara acceptabla. Det kan dock finnas riktlinjer på vårdinrättningen som rekommenderar ett visst alternativ före andra⁶⁶.

Lagring i rumstemperatur

Eftersom bröstmjolk innehåller både kommensala och patogena bakterier är bakterietillväxt en av de främsta utmaningarna som lagring av mjölk medför. Bröstmjolk har emellertid visats vara resistent mot bakterietillväxt under kortare perioder och vid lägre temperatur. Studier på bakterietillväxt i rumstemperatur har visat varierande resultat, delvis eftersom definitionen av rumstemperatur kan variera stort (mellan 16 och 29 °C eller ännu högre)^{137–139}. På neonatala intensivvårdsavdelningar finns barn med nedsatt immunförsvar, och för mjölk till dessa barn rekommenderas normalt kortare lagringstider vid rumstemperatur jämfört med mjölk till fullgångna barn. Rekommendationen är att färsk mjölk ska frysas in omedelbart om det är möjligt, och att mjölken får förvaras i rumstemperatur i max fyra timmar⁶⁶.

En viktig studie¹⁴⁰ utvärderade försämringen av mjölkens kvalitet vid 15, 25 respektive 38 °C under 24 timmar. Resultaten visade att förändringarna i proteolys och matsmältningsenzymer var minimala vid 15 och 25 °C efter 24 timmar, men även att lipolys uppstod mycket snabbt inom endast några timmar vid 38 °C, så att halten av fria fettsyror ökade med 440–710 %. Också bakterietillväxten, som i huvudsak var begränsad till icke-patogena bakterier, var minimal vid 15 °C och fortsatt låg vid 25 °C under de första 4–8 timmarna. Däremot ökade den snabbt efter fyra timmar vid lagring vid 38 °C¹⁴⁰. Forskarnas slutsats var att det var säkert att förvara mjölken i 24 timmar vid 15 °C, respektive i 4 timmar vid 25 °C¹⁴⁰. Vid mer noggranna undersökningar av proteinaktiviteten i bröstmjolk har man kunnat konstatera ytterligare minskningar av mängden β -kasein vid 25 °C under 24 timmar^{141, 142}, och en minskad mängd lipaser inom 2 timmars lagring¹⁴¹. Den rekommenderade optimala lagringstiden i rumstemperatur på en neonatal intensivvårdsavdelning är < 4 timmar⁶⁶ (tabell 4). Matning kan därför ske kontinuerligt och säkert under fyra timmar.

Kylskåp

Vid lagring i kylskåp vid cirka 4 °C bevaras bröstmjölakens helhetsinnehåll längre jämfört med om den står i rumstemperatur¹⁴³. Enligt den mest omfattande studie som gjorts på lagring vid 4 °C bör färsk mjölk lagras i kylskåpstemperatur i maximalt 96 timmar (4 dygn)¹³⁸ (tabell 4). Efter 96 timmars lagring uppvisade färsk, kyld mjölk inga betydande förändringar när det gäller osmolalitet, totalt antal bakteriekolonier eller antal gramnegativa kolonier, makronäringsämnen eller immunologiska faktorer (inklusive fett, slgA och laktoferrin). Dock studerades inga effekter efter mer än 96 timmar. Kylning har också visats hämma tillväxten av grampositiva bakterier¹⁴⁴. I studier av kyld mjölk har man också konsekvent kunnat observera ökade halter av fria fettsyror och därmed även ökad surhetsgrad till följd av lipolys^{138, 145}. Produkter av lipolys anses inte utgöra någon risk, eftersom de förknippas med antimikrobiell aktivitet mot bakterier, virus och protozoer^{137, 138, 145-147}. Ett minskat antal vita blodkroppar, däribland makrofager och lymfocyter, samt ett minskat totalt antal proteiner har observerats vid 48 timmar¹³⁸. Baserat på dessa studier anses den optimala lagringstiden vid 4 °C vara < 4 dagar. Detta gäller i synnerhet för nyligen urpumpad, oberikad mjölk som inte varit fryst och som ges till barn som vårdas på neonatal intensivvårdsavdelning⁶⁶. Rutinerna varierar dock mellan olika vårdinrättningar och länder. På vissa neonatalavdelningar i Belgien och Luxemburg håller man färsk mjölk kyld i upp till sju dagar⁸³.

Frysning

Frysning vid -20 °C i upp till 3 månader har rekommenderats som optimalt på neonatala intensivvårdsavdelningar⁶⁶. Efter 3 månaders lagring har man konstaterat bevarade halter av vitamin A, E och B, totalt antal proteiner, fetter, enzymer, laktos, zink, immunoglobuliner, lysozym och laktoferrin. C-vitaminhalten kan dock minska efter 1 månad⁶⁶. Bakterietillväxt är inget signifikant problem vid lagring i upp till 6 veckor^{148, 149}. Den antibakteriella kapaciteten är dock ofta lägre än den hos färsk mjölk^{150, 151}, eftersom levande celler (till exempel fagocyter) går förlorade. Lagring i upp till 12 månader vid <-20 °C anses acceptabelt på neonatala intensivvårdsavdelningar⁶⁶. Djupfrysning vid -80 °C kan vara mer lämpligt för att bevara bröstmjölakens bakteriedödande förmåga, i synnerhet på neonatala intensivvårdsavdelningar⁶⁶. Smak- och luktförändringar kan förekomma vid lagring vid -80 °C i samband med att lipas fortsätter att bryta ned fettet till fettsyror¹²⁸. Studier har också visat att mängden virus (till exempel CMV) i mjölken minskar avsevärt efter frysning, men att virusen inte förstörs helt^{68, 83}.

Omfrysning av mjölk efter upptining i kylskåp har visats leda till att en säker bakteriell belastning bibehålls¹⁵². Mjölk som har tinats upp helt i rumstemperatur anses dock inte vara säker, och bör inte frysas om⁶⁶. Forskningsunderlaget är begränsat när det gäller lämpliga lagringstider efter upptining till rumstemperatur. Detta gäller också frågan om hur mjölakens kvalitet påverkas av förflyttningar mellan olika behållare och temperaturer. Dock är det viktigt att komma ihåg att bröstmjölk är bättre än ersättning även om mjölken har varit fryst i flera månader. Å andra sidan minskar biotillgängligheten och koncentrationen av vissa skyddande beståndsdelar efter frysning, vilket är ytterligare ett skäl till att färsk mjölk är att föredra framför fryst⁶⁶. Kyld mjölk anses som färsk och bör därför prioriteras före mjölk som har varit fryst⁶⁶.

Tabell 4 – Riktlinjer för lagring av bröstmjolk för barn på neonatala intensivvårdsavdelningar. Hämtat från HMBANA⁴²

Bröstmjolk	Optimal lagringstid
Nyligen urpumpad mjolk Rumstemperatur: Kylskåp: Frys:	≤ 4 timmar ¹⁵⁰ ≤ 4 dagar ¹³⁸ ≤ 3 månader. Acceptabelt ≤ 12 månader ^{153–156}
Mjolk som varit fryst Rumstemperatur: Kylskåp: Frys:	Tina till rumstemperatur, använd inom ≤ 4 timmar ¹⁵⁰ Tina till kylskåpstemperatur, använd inom ≤ 24 timmar Frys inte in på nytt
Nyligen urpumpad, berikad mjolk Rumstemperatur: Kylskåp: Frys:	Förvara inte i rumstemperatur ≤ 24 timmar ^{157–161} Frys inte
Mjolk som har varit fryst, berikad eller pastöriserad Rumstemperatur: Kylskåp: Frys:	Förvara inte i rumstemperatur ≤ 24 timmar Frys inte in på nytt
Mjolk som värmts till kroppstemperatur Rumstemperatur: Kylskåp: Frys:	För att slutföra den pågående matningen Släng Släng

Hantering av bröstmjolk på neonatala intensivvårdsavdelningar

När mjölken ska förberedas för matning krävs en rad processer, däribland upptining av fryst mjolk, berikning och värmning. Var och en av dessa processer kan inverka på mjölkens sammansättning och medför en kontamineringsrisk.

Upptining

Upptining och värmning av bröstmjolk är två separata processer som ofta kombineras till en enda process inom sjukhusvården och i hemmet. Tidigare har man vanligtvis tinat mjolk genom att lämna den stående i rumstemperatur, ställa den direkt i kylskåpet eller ställa ned en mjölkflaska i en behållare med varmvatten. Upptiningen är slutförd när den frusna mjölken har övergått i flytande form, fortfarande är kall och fortfarande innehåller en del iskristaller. Förekomsten av iskristaller är ett visuellt tecken på att mjölken inte har tinats mer än till en viss gräns⁶⁶. För att förhindra bakterietillväxt ska den tinade mjölken lagras i kylskåp fram tills precis innan den ska användas, och den får inte stå i rumstemperatur i mer än några timmar⁶⁶. Det kan vara resurskrävande att avgöra exakt hur lång tid som krävs för att tina upp mjolk, eftersom det kräver konstant övervakning. Användning av vattenbad, antingen i mjölkvärmare eller i behållare med varmvatten, medför också risker för kontaminering: antingen via kranvatten som används i vattenbad där flera flaskor tinas, via behållaren eller via händerna på den person som hanterar vattenbadet⁶⁶.



Figur 6 – Exempel på bröstmjölkshantering med aseptisk teknik

Det finns ett begränsat antal studier om optimala metoder för upptining av mjölk. Det är dock välkänt att värming av mjölk under pastörisering leder till signifikanta förluster av immunologiska och antiinflammatoriska beståndsdelar i mjölken, som slgA, laktoferrin och lysozym, liksom probiotiska bakterier och vita blodkroppar. Dessa förluster blir mindre om pastöriseringen sker vid en lägre temperatur⁶⁶. Riktlinjerna för bröstmjölksbanke⁶⁶ fastställer att temperaturen inte får överstiga 37 °C när mjölken tinas i en vattenfylld behållare. Värming i mikrovågsugn eller med hett eller kokande vatten rekommenderas inte, eftersom det kan förstöra mjölkens infektionshämmande egenskaper^{89, 90}. Alla vattenbaserade metoder medför dock en risk för kontaminering, eftersom vattnet kan tränga in under flasklocket och nå mjölken¹²¹. Därför har det föreslagits rekommendationer om att man bör undvika att vattnet kommer i kontakt med flasklocket^{66, 121}.

Berikning

Bröstmjölk är normalt förstahandsvalet för enteral och oral matning på neonatala intensivvårdsavdelningar. Dock kan bröstmjölken (såväl färsk som fryst) behöva berikas för att uppfylla de höga näringsbehoven hos för tidigt födda barn så att de kan växa som de ska. För tidigt födda barn har betydligt mindre depåer av mikro- och makronäringsämnen eftersom de vanligtvis byggs upp under den sista trimestern *in utero*³⁹. Därför är det viktigt att snabbt fylla på de här depåerna. Berikning rekommenderas för alla barn med en födelsevikt på under 1 500 g, men kan även rekommenderas för andra barn¹⁶².

Om ingen eller bara små mängder bröstmjölk från barnets egen mamma är tillgänglig används ofta donerad mjölk som ett komplement till den enterala matningen^{15, 37}. Donerad mjölk har i allmänhet ett lägre proteininnehåll än mjölk från barnets egen mamma, och behöver därför berikas ytterligare^{15, 37}. När för tidigt födda barn når matningsvolymen på cirka 100 ml/kg/dag berikas många sjukhus bröstmjölken för att öka mängden protein, kalorier, kalcium, fosfor och andra näringsämnen. Detta är dock inte praxis överallt^{15, 37}. I USA finns bröstmjölksbaserad berikning tillgänglig för sjukhus som inte vill använda berikning baserad på mjölk från nötkreatur. Forskningen tyder hittills på att en kost som till 100 % är bröstmjölksbaserad minskar risken för medicinsk och kirurgisk nekrotiserande enterokolit^{22, 163}. Om bröstmjölk inte är tillgänglig ges barnen mjölkersättning. Ersättningen har dock sämre biotillgänglighet för näringsämnen jämfört med bröstmjölk^{22, 164}. En kost som uteslutande består av bröstmjölk (inklusive donerad mjölk med bröstmjölksbaserad berikning) har visats innebära mindre risk för nekrotiserande enterokolit än mjölkersättning för för tidigt födda barn²².

Trots de många fördelarna har berikning förknippats med en del förändringar i bröstmjölken funktionella värde. Berikning baserad på mjölk från nötkreatur har visats förändra och inverka på bröstmjölken antibakteriella egenskaper^{160, 161}. Vissa berikningsprodukter kan förändra mjölkens sammansättning, och därför är det viktigt att vara extra uppmärksam på kontaminerings- och lagringsrisker. Eftersom kontaminering och osmolalitet kan öka snabbare i berikad mjölk^{165, 166} är det viktigt att noggrant följa riktlinjer och tillverkarens instruktioner¹⁶⁷. Tillsättning av berikningsprodukter med hjälp av aseptiska tekniker vid rumstemperatur eller lägre temperaturer verkar inte leda till höjda osmolalitetsnivåer (figur 6)¹⁶⁷. Kortare lagringstider har också rekommenderats för berikad mjölk. Den lämpliga lagringstiden varierar dessutom beroende på om mjölken är färsk eller fryst, om den har tinats tidigare och på hur länge den har stått i rumstemperatur¹⁶⁸. Berikad mjölk bör inte heller lämnas i rumstemperatur. Den ska ges till barnet omedelbart, eller ställas direkt i kylskåp och lagras där i maximalt 24 timmar innan den måste kasseras⁶⁶ (tabell 4).

Uppvärmning

Mjölakens temperatur är inte bara viktig för att mjölakens helhetsinnehåll ska bevaras. Den kan även hjälpa till att utveckla barnets förmåga att klara sondmatning. Det finns hypoteser om huruvida mjölakens temperatur kan påverka barnets kroppstemperatur. Det har visats att barnets kroppstemperatur sjunker när rumstempererade vätskor ges intravenöst. Därför har det rekommenderats att intravenösa vätskor som blod och saltlösning värms upp till kroppstemperatur innan de ges som infusion^{169, 170}. På många neonatala intensivvårdsavdelningar anses värmning vara ett viktigt steg i hanteringsprocessen för bröstmjölk. En serie studier om hur värmning av mjölk påverkar stabilitet och gastrisk residualvolym hos för tidigt födda barn har gett blandade resultat. Rektala temperaturer och magtemperaturer har också visats vara lägre efter sondmatning med rumstempererad mjölk jämfört med matning med kroppstempererad mjölk¹⁶⁹⁻¹⁷¹. Man har dock inte sett några skillnader i ämnesomsättning. I en studie upptäckte man att för tidigt födda barns armhåletemperatur steg med upp till 0,44 °C under matning med uppvärmd mjölk. Forskarna fann dock inga förändringar i puls, andningshastighet eller syremättnad när uppvärmd mjölk användes¹⁷². En studie jämförde för tidigt födda barn som sondmatades med svalt tempererad, rumstempererad respektive kroppstempererad mjölk. Där konstaterades lägre gastrisk residualvolym och bättre matningstolerans hos barnet vid matning med kroppstempererad mjölk (37 °C) jämfört med svalt tempererad mjölk (10 °C). Matningstypen var dock inte en faktor som kontrollerades¹⁷³. Andra studier på för tidigt födda barn har inte visat på några skillnader i kroppstemperatur, gastrisk tömning eller puls när man har jämfört sondmatning med mjölk med sval temperatur, rumtemperatur respektive kroppstemperatur^{174, 175}. Fullgångna barn kan matas med såväl kyld som rumstempererad och uppvärmd mjölk¹²⁸, men forskningen är inte lika tydlig när det gäller för tidigt födda barn.

Precis som vid upptining går det att värma mjölk genom att placera mjölkflaskan i en behållare med varmvatten eller genom att hålla flaskan under rinnande varmvatten. Det är dock viktigt att flasklocket hålls torrt för att förhindra kontaminering⁶⁶. Det kan också vara svårt att reglera och uppnå optimal temperatur med vattenbaserade metoder. För att optimal temperatur ska uppnås måste man beakta flera olika faktorer, bland annat mjölkvolym och mjölktemperatur i början av uppvärmningsprocessen, mjölkbehållarens storlek och vattnets temperatur efter värmningen och vid matningstillfället. Vid mätningar vid matningstillfället har stora variationer påvisats vad gäller temperatur (21,8 °C till 36,2 °C) och värmningstider (133 till 2 061 sekunder). Det är alltså ofta inte möjligt att avgöra vad som är lämplig värmningstid och att avgöra när mjölken har nått önskad matningstemperatur¹⁷². I en annan studie mättes sjuksköterskors uppfattning av matningstemperaturen jämfört med den faktiska, uppmätta temperaturen vid matningstillfället. Precis som i tidigare studier visades stora variationer vad gäller mjölakens matningstemperatur över 419 mjölkportioner: mellan 22 och 46,4 °C, med en genomsnittlig temperatur på ~31 °C vid matningstillfället¹⁷⁶. Slutsatsen blev att barn matades med mjölk med olika temperaturer, och att sjuksköterskornas uppskattning av temperaturen inte stämde överens med den uppmätta.

På neonatala intensivvårdsavdelningar kan det vara svårt att använda vattenbaserade metoder, med tanke på risken för användning av kontaminerat vatten. Tidigare forskning har visat att sjukhuskravatten kan vara en källa till nosokomiala infektioner från bakterier och andra smittämnen. Framför allt *Staphylococcus* och *Klebsiella pneumoniae* har identifierats i sjukhuskravatten som används för att värma bröstmjök¹⁷⁷. I en studie konstaterades att dessa bakterier var den direkta orsaken till ett utbrott av septikemi på en neonatal intensivvårdsavdelning. En senare studie (från 2013) av Molina-Cabrillana med kollegor¹⁷⁸ visade att ett utbrott av *Pseudomonas aeruginosa*-infektioner orsakades av kontaminerat kravatten i babykostvärmare.

Ett alternativ som har föreslagits i USA är torrvarmningsenheter för värmning av vätska som kommer i kontakt med patienter¹⁷⁹. CDC (Centre of Disease Control) föreslog i sina riktlinjer från 2003 (Guideline for Infection Control in Health-Care Facilities¹⁸⁰) att vårdinrättningar skulle avlägsna alla källor till kontaminerat vatten så långt det var möjligt. I riktlinjerna konstateras att fuktiga miljöer och vattenbaserade lösningar kan fungera som bärare av vattenburna mikroorganismer i sjukhusmiljöer. Efter ett kravattenrelaterat *Pseudomonas*-utbrott som ledde till att tre barn avled på en neonatal intensivvårdsavdelning på Nordirland utfärdade RQIA (Regulation and Quality Improvement Authority) rekommendationer om att mjölk inte skulle värmas eller tinas genom placering av mjölkbehållare i varmt kravatten¹⁸¹. På vissa neonatala intensivvårdsavdelningar används nu torra, vattenfria värmare i stället för vattenbaserade metoder för att minska risken för kontaminering av mjölken. Än så länge finns det ett begränsat forskningsunderlag om hur tining och värmning med någon av dessa tekniker påverkar mjölken.

I en studie mättes förändringarna i mjölkens sammansättning vid användning av en vattenfri värmnings- och upptiningsapparat jämfört med vattenbaserade metoder¹⁸². Inga skillnader i mjölkens helhetsinnehåll konstaterades mellan vattenfria upptinings- och värmningsmetoder respektive vattenbaserade metoder. Oavsett vilken metod som användes – vattenbaserad eller vattenfri – påvisades liknande förändringar vad gäller mjölkens pH-värde, antal bakteriekolonier och koncentration av fria fettsyror. När mjölken lämnades stående i rumstemperatur i fyra timmar efter att ha tinats och värmts i den vattenfria enheten konstaterades dock en större ökning av antalet bakteriekolonier och fria fettsyror. Trots att bakterieinnehållet var högre efter fyra timmars värmning skilde det sig inte från bakterieinnehållet i färsk mjölk före bearbetning. Tyvärr mätte denna studie inte effekterna på mjölk som värmts i fyra timmar med den vattenbaserade metoden. Förmodligen är det dock både svårt och orealistiskt att kunna bibehålla temperaturen med hjälp av en vattenbaserad metod på en neonatal intensivvårdsavdelning. Det finns hur som helst anledning att göra ytterligare studier kring effekterna av värmning av mjölk under längre perioder.

Slutsats

Evidensbaserade metoder som maximerar kvaliteten på bröstmjölken och samtidigt minimerar risken för kontaminering är ett måste på neonatala intensivvårdsavdelningar. För att kunna införa sådana metoder måste man börja med att beakta hela hanteringsprocessen för bröstmjolk på avdelningen. Allt börjar med säkra och hygieniska rutiner för urpumpning för att se till att mammans händer, pumpen och alla tillbehör är helt rena innan pumpningen påbörjas. För att minska risken för infektioner och förväxlingar måste kylning och frysning utföras på ett sådant sätt att så mycket som möjligt av näringsämnen, tillväxtfaktorer och andra skyddande beståndsdelar i bröstmjölken bevaras. Dessutom måste mjölken alltid vara spårbar.

Procedurerna för upptining och värmning får inte innebära att mjölken exponeras för alltför höga temperaturer eller vatten som kan vara kontaminerat. Dessutom måste berikad mjölk hanteras annorlunda än icke-berikad mjölk, för att bakterietillväxten i bröstmjölken ska kunna minimeras samtidigt som mjölkens beståndsdelar bevaras.

Det finns inga universellt giltiga maxgränser för antalet bakteriekolonibildande enheter vid användning av mjölk från barnets egen mamma. Mikrobiologisk testning med efterföljande pastörisering är alltså en metod som kan ifrågasättas. Ytterligare forskning behövs snarast för att öka kunskapen om hur olika mikroorganismer och kontamineringsnivåer påverkar för tidigt födda barn. Utifrån denna kunskap kan vi sedan se till att barnen får så mycket och så bra bröstmjolk som möjligt.

Referenser

- 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 UNICEF Facts for life (United Nations Children's Fund, New York, 2010).
- 4 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).
- 5 Winberg, J. Mother and newborn baby: Mutual regulation of physiology and behavior - a selective review. *Dev Psychobiol* 47, 217-229 (2005).
- 6 Meier, P.P., Engstrom, J.L., Patel, J.L., Jegier, B.J., & Bruns, N.E. Improving the use of human milk during and after the NICU stay. *Clin Perinatol* 37, 217-245 (2010).
- 7 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).
- 8 Arslanoglu, S., Ziegler, E.E., Moro, G.E., & WAPM working group on nutrition. Donor human milk in preterm infant feeding: evidence and recommendations. *J Perinat Med* 38, 347-351 (2010).
- 9 Bisquera, J.A., Cooper, T.R., & Berseth, C.L. Impact of necrotizing enterocolitis on length of stay and hospital charges in very low birth weight infants. *Pediatrics* 109, 423-428 (2002).
- 10 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).
- 11 Hylander, M.A., Strobino, D.M., & Dhanireddy, R. Human milk feedings and infection among very low birth weight infants. *Pediatrics* 102, E38 (1998).
- 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 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).
- 14 Schanler, R., Shulman, R.J., & Lau, C. Feeding strategies for premature infants: beneficial outcomes of feeding fortified human milk versus preterm formula. *Pediatrics* 103, 1150-1157 (1999).
- 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 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).
- 17 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).
- 18 Meier, P.P. Breastfeeding in the special care nursery. Prematures and infants with medical problems. *Pediatr Clin North Am* 48, 425-442 (2001).
- 19 Sisk, P.M., Lovelady, C.A., Gruber, K.J., Dillard, R.G., & O'Shea, T.M. Human milk consumption and full enteral feeding among infants who weigh <1250 grams. *Pediatrics* 121, e1528-e1533 (2008).
- 20 Corpeleijn, W.E. et al. Intake of own mother's milk during the first days of life is associated with decreased morbidity and mortality in very low birth weight infants during the first 60 days of life. *Neonatology* 102, 276-281 (2012).
- 21 Meinzen-Derr, J. et al. Role of human milk in extremely low birth weight infants' risk of necrotizing enterocolitis or death. *J Perinatol* 29, 57-62 (2009).
- 22 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).
- 23 Taylor, S.N., Basile, L.A., Ebeling, M., & Wagner, C.L. Intestinal permeability in preterm infants by feeding type: Mother's milk versus formula. *Breastfeed Med* 4, 11-15 (2009).
- 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 Hanson, L.A. The role of breastfeeding in the defense of the infant in *Textbook of human lactation* (eds. Hale, T.W. & Hartmann, P.E.) 159-192 (Hale Publishing LLP, Amarillo TX, 2007).
- 26 Hassiotou, F. & Geddes, D. Anatomy of the human mammary gland: Current status of knowledge. *Clin Anat* 26, 29-48 (2013).
- 27 Hassiotou, F. et al. Breastmilk is a novel source of stem cells with multilineage differentiation potential. *Stem Cells* 30, 2164-2174 (2012).
- 28 Bode, L. Human milk oligosaccharides: Every baby needs a sugar mama. *Glycobiology* 22, 1147-1162 (2012).
- 29 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).
- 30 Sela, D.A. et al. An infant-associated bacterial commensal utilizes breast milk sialyloligosaccharides. *J Biol Chem* 286, 11909-11918 (2011).
- 31 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).
- 32 Etzold, S. & Bode, L. Glycan-dependent viral infection in infants and the role of human milk oligosaccharides. *Curr Opin Virol* 7, 101-107 (2014).
- 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 Gartner, L.M. et al. Breastfeeding and the use of human milk. *Pediatrics* 115, 496-506 (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 Hanson,L.A. Immunobiology of human milk: How breastfeeding protects babies (Pharmasoft Publishing, Amarillo Texas,2004).
- 41 Arnold,R.R., Brewer,M., & Gauthier,J.J. Bactericidal activity of human lactoferrin: sensitivity of a variety of microorganisms. *Infect Immun* 28, 893-898 (1980).
- 42 Lönnerdal, B. & Lien,E.L. Nutritional and physiologic significance of alpha-lactalbumin in infants. *Nutr Rev* 61, 295-305 (2003).
- 43 Svensson,K., Lange,S., Lonroth,I., Widstrom,A.M., & Hanson,L.A. Induction of anti-secretory factor in human milk may prevent mastitis. *Acta Paediatr* 93, 1228-1231 (2004).
- 44 Zaman,S., Mannan,J., Lange,S., Lonroth,I., & Hanson,L.A. B 221, a medical food containing antiseecretory factor reduces child diarrhoea: a placebo controlled trial. *Acta Paediatr* 96, 1655-1659 (2007).
- 45 Field,C.J. The immunological components of human milk and their effect on immune development in infants. *J Nutr* 135, 1-4 (2005).
- 46 King,C. & Jones,E. The Benefits of Human Milk for the Preterm Baby in Feeding and Nutrition in the Preterm Infant (eds. Jones,E. & King,C.) 1-13 (Elsevier Churchill Livingstone, Oxford, 2005).
- 47 Hernell,O., Ward,H., Blackberg,L., & Pereira,M.E. Killing of *Giardia lamblia* by human milk lipases: An effect mediated by lipolysis of milk lipids. *J Infect Dis* 153, 715-720 (1986).
- 48 Armogida,S.A., Yannaras,N.M., Melton,A.L., & Srivastava,M.D. Identification and quantification of innate immune system mediators in human breast milk. *Allergy Asthma Proc* 25, 297-304 (2004).
- 49 Murakami,M., Dorschner,R.A., Stern,L.J., Lin,K.H., & Gallo,R.L. Expression and secretion of cathelicidin antimicrobial peptides in murine mammary glands and human milk. *Pediatr Res* 57, 10-15 (2005).
- 50 Kleinman,R.E. & Walker,W.A. The enteromammary immune system: an important new concept in breast milk host defense. *Dig Dis Sci* 24, 876-882 (1979).
- 51 Newburg,D.S. et al. Role of human-milk lactadherin in protection against symptomatic rotavirus infection. *Lancet* 351, 1160-1164 (1998).
- 52 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).
- 53 Tudehope,D.I. Human milk and the nutritional needs of preterm infants. *J Pediatr* 162, S17-S25 (2013).
- 54 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).
- 55 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).
- 56 Carroll,L., Osman,M., Davies,D.P., & McNeish,A.S. Bacteriology of raw breast milk. *Lancet* 2, 1186 (1979).
- 57 Eidelman,A.I. & Szilagyi,G. Patterns of bacterial colonization of human milk. *Obstet Gynecol* 53, 550-552 (1979).
- 58 Thompson,N., Pickler,R.H., Munro,C., & Shotwell,J. Contamination in expressed breast milk following breast cleansing. *J Hum Lact* 13, 127-130 (1997).
- 59 Cabrera-Rubio,R. et al. The human milk microbiome changes over lactation and is shaped by maternal weight and mode of delivery. *Am J Clin Nutr* 96, 544-551 (2012).
- 60 Jeurink,P.V. et al. Human milk: A source of more life than we imagine. *Benef Microbes* 4, 17-30 (2013).
- 61 Perez,P.F. et al. Bacterial imprinting of the neonatal immune system: Lessons from maternal cells? *Pediatrics* 119, e724-e732 (2007).
- 62 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).
- 63 Shetty,A., Barnes,R., Adappa,R., & Doherty,C. Quality control of expressed breast milk. *J Hosp Infect* 62, 253-254 (2006).
- 64 Godambe,S., Shah,P.S., & Shah,V. Breast milk as a source of late onset neonatal sepsis. *Pediatr Infect Dis J* 24, 381-382 (2005).
- 65 Engür,D. et al. A milk pump as a source for spreading *Acinetobacter baumannii* in a neonatal intensive care unit. *Breastfeed Med* 9, 551-554 (2014).
- 66 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).
- 67 el-Mohandes,A.E., Keiser,J.F., Johnson,L.A., Refat,M., & Jackson,B.J. Aerobes isolated in fecal microflora of infants in the intensive care nursery: Relationship to human milk use and systemic sepsis. *Am J Infect Control* 21, 231-234 (1993).
- 68 Schanler,R.J. et al. Breastmilk cultures and infection in extremely premature infants. *J Perinatol* 31, 335-338 (2011).
- 69 el-Mohandes,A.E., Schatz,V., Keiser,J.F., & Jackson,B.J. Bacterial contaminants of collected and frozen human milk used in an intensive care nursery. *Am J Infect Control* 21, 226-230 (1993).
- 70 Becker,G.E., McCormick,F.M., & Renfrew,M.J. Methods of milk expression for lactating women (Review). *Cochrane Database Syst Rev* 1-46 (2008).
- 71 Pittard,W.B., Geddes,K.M., Brown,S., Mintz,S., & Hulsey,T.C. Bacterial contamination of human milk: container type and method of expression. *Am J Perinatol* 8, 25-27 (1991).
- 72 Olver,W.J., Bond,D.W., Boswell,T.C., & Watkin,S.L. Neonatal group B streptococcal disease associated with infected breast milk. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 83, F48-F49 (2000).
- 73 Byrne,P.A., Miller,C., & Justus,K. Neonatal group B streptococcal infection related to breast milk. *Breastfeed Med* 1, 263-270 (2006).
- 74 Botsford,K.B. et al. Gram-negative bacilli in human milk feedings: Quantitation and clinical consequences for premature infants. *J Pediatr* 109, 707-710 (1986).
- 75 Cooke,R.P., Devlin,J., & Robinson,M.J. Breast milk and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Hosp Infect* 10, 312 (1987).
- 76 Widger,J., O'Connell,N.H., & Stack,T. Breast milk causing neonatal sepsis and death. *Clin Microbiol Infect* 16, 1796-1798 (2010).
- 77 Goldman,A.S. Immunologic system in human milk. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 5, 343-345 (1986).

- 78 Ng,D.K., Lee,S.Y., Leung,L.C., Wong,S.F., & Ho,J.C. Bacteriological screening of expressed breast milk revealed a high rate of bacterial contamination in Chinese women. *J Hosp Infect* 58, 146-150 (2004).
- 79 Boer,H.R., Anido,G., & Macdonald,N. Bacterial colonization of human milk. *South Med J* 74, 716-718 (1981).
- 80 Berardi,A. et al. Group B streptococcus late-onset disease: 2003-2010. *Pediatrics* 131, e361-e368 (2013).
- 81 Davanzo,R. et al. To feed or not to feed? Case presentation and best practice guidance for human milk feeding and group B streptococcus in developed countries. *J Hum Lact* 29, 452-457 (2013).
- 82 Jawa,G., Hussain,Z., & da,S.O. Recurrent late-onset group B Streptococcus sepsis in a preterm infant acquired by expressed breastmilk transmission: a case report. *Breastfeed Med* 8, 134-136 (2013).
- 83 Cossey,V., Johansson,A.B., de,H., V, & Vanhole,C. The use of human milk in the neonatal intensive care unit: Practices in Belgium and Luxembourg. *Breastfeed Med* 7, 302-306 (2012).
- 84 Omarsdottir,S., Casper,C., Akerman,A., Polberger,S., & Vanpee,M. Breastmilk handling routines for preterm infants in Sweden: A national cross-sectional study. *Breastfeed Med* 3, 165-170 (2008).
- 85 National Institute for Health and Care Excellence. Donor milk banks: The operation of donor milk bank services. 2010. <http://www.nice.org.uk/guidance/CG93/chapter/1-Guidance> (2014).
- 86 Balmer S.E. & Williams A.F. Guidelines for the establishment and operation of human milk banks in the UK. *Arch Dis Child* 73, 481-482 (1995).
- 87 Czank,C., Prime,D.K., Hartmann,B., Simmer,K., & Hartmann,P.E. Retention of the immunological proteins of pasteurized human milk in relation to pasteurizer design and practice. *Pediatr Res* 66, 374-379 (2009).
- 88 Czank,C., Simmer,K., & Hartmann,P.E. Simultaneous pasteurization and homogenization of human milk by combining heat and ultrasound: effect on milk quality. *J Dairy Res* 77, 183-189 (2010).
- 89 Quan,R. et al. Effects of microwave radiation on anti-infective factors in human milk. *Pediatrics* 89, 667-669 (1992).
- 90 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).
- 91 Christen,L., Lai,C.T., Hartmann,B., Hartmann,P.E., & Geddes,D.T. The effect of UV-C pasteurization on bacteriostatic properties and immunological proteins of donor human milk. *PLoS One* 8, e85867 (2013).
- 92 Capretti,M.G. et al. Very low birth weight infants born to Cytomegalovirus-seropositive mothers fed with their mother's milk: A prospective study. *J Pediatr* 154, 842-848 (2009).
- 93 Sharland,M., Khare,M., & Bedford-Russell,A. Prevention of postnatal Cytomegalovirus infection in preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 86, F140 (2002).
- 94 Meier,J. et al. Human Cytomegalovirus reactivation during lactation and mother-to-child transmission in preterm infants. *J Clin Microbiol* 43, 1318-1324 (2005).
- 95 Sabbaj,S. et al. Breast milk-derived antigen-specific CD8+ T cells: An extralymphoid effector memory cell population in humans. *J Immunol* 174, 2951-2956 (2005).
- 96 Pignatelli,S., Dal,M.P., Rossini,G., & Landini,M.P. Genetic polymorphisms among human Cytomegalovirus (HCMV) wild-type strains. *Rev Med Virol* 14, 383-410 (2004).
- 97 Hale,T.W. & Rowe,H.E. Medications and mothers' milk (Hale Publishing, Plano TX, 2014).
- 98 Read,J.S. Prevention of mother-to-child transmission of HIV through breast milk. *Pediatr Infect Dis J* 27, 649-650 (2008).
- 99 Biggar,R.J. et al. Human leukocyte antigen concordance and the transmission risk via breast-feeding of human T cell lymphotropic virus type I. *J infect Dis* 193, 277-282 (2006).
- 100 Shi,Z. et al. Breastfeeding of newborns by mothers carrying hepatitis B virus: a meta-analysis and systematic review. *Arch Pediatr Adolesc Med* 165, 837-846 (2011).
- 101 Jim,W.T. et al. Transmission of Cytomegalovirus from mothers to preterm infants by breast milk. *Pediatr Infect Dis J* 23, 848-851 (2004).
- 102 Miron,D. et al. Incidence and clinical manifestations of breast milk-acquired Cytomegalovirus infection in low birth weight infants. *J Perinatol* 25, 299-303 (2005).
- 103 Read,J.S., Cannon,M.J., Stanberry,L.R., & Schuval,S. Prevention of mother-to-child transmission of viral infections. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 38, 274-297 (2008).
- 104 Human Milk Banking Association of North America 2011 Guidelines for establishment and operation of a donor human milk bank (HMBANA, Fort Worth, 2011).
- 105 Grøvslien,A.H. & Grønn,M. Donor milk banking and breastfeeding in Norway. *J Hum Lact* 25, 206-210 (2009).
- 106 Arnold,L.D. The cost-effectiveness of using banked donor milk in the neonatal intensive care unit: prevention of necrotizing enterocolitis. *J Hum Lact* 18, 172-177 (2002).
- 107 Tan,L., Nielsen,N.H., Young,D.C., & Trizna,Z. Use of antimicrobial agents in consumer products. *Arch Dermatol* 138, 1082-1086 (2002).
- 108 Aiello,A.E., Larson,E.L., & Levy,S.B. Consumer antibacterial soaps: Effective or just risky? *Clin Infect Dis* 45 Suppl 2, S137-S147 (2007).
- 109 Levy,S.B. Antibacterial household products: Cause for concern. *Emerg Infect Dis* 7, 512-515 (2001).
- 110 Larson,E.L., Eke,P.I., Wilder,M.P., & Laughon,B.E. Quantity of soap as a variable in handwashing. *Infect Control* 8, 371-375 (1987).
- 111 Costa,K.M. A comparison of colony counts of breast milk using two methods of breast cleansing. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs* 18, 231-236 (1989).
- 112 Kac,G. et al. Microbiological evaluation of two hand hygiene procedures achieved by healthcare workers during routine patient care: A randomized study. *J Hosp Infect* 60, 32-39 (2005).
- 113 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).
- 114 Harrison,W.A., Griffith,C.J., Ayers,T., & Michaels,B. Bacterial transfer and cross-contamination potential associated with paper-towel dispensing. *Am J Infect Control* 31, 387-391 (2003).

- 115 Harrison,W.A., Griffith,C.J., Michaels,B., & Ayers,T. Technique to determine contamination exposure routes and the economic efficiency of folded paper-towel dispensing. *Am J Infect Control* 31, 104-108 (2003).
- 116 Gustafson,D.R. et al. Effects of 4 hand-drying methods for removing bacteria from washed hands: A randomized trial. *Mayo Clin Proc* 75, 705-708 (2000).
- 117 Huang,C., Ma,W., & Stack,S. The hygienic efficacy of different hand-drying methods: A review of the evidence. *Mayo Clin Proc* 87, 791-798 (2012).
- 118 Salisbury,D.M., Hutfilz,P., Treen,L.M., Bollin,G.E., & Gautam,S. The effect of rings on microbial load of health care workers' hands. *Am J Infect Control* 25, 24-27 (1997).
- 119 Trick,W.E. et al. Impact of ring wearing on hand contamination and comparison of hand hygiene agents in a hospital. *Clin Infect Dis* 36, 1383-1390 (2003).
- 120 Hoffman,P.N., Cooke,E.M., McCarville,M.R., & Emmerson,A.M. Micro-organisms isolated from skin under wedding rings worn by hospital staff. *Br Med J (Clin Res Ed)* 290, 206-207 (1985).
- 121 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).
- 122 Jones,B. et al. An outbreak of *Serratia marcescens* in two neonatal intensive care units. *J Hosp Infect* 46, 314-319 (2000).
- 123 D'Amico,C.J., DiNardo,C.A., & Krystofiak,S. Preventing contamination of breast pump kit attachments in the NICU. *J Perinat Neonatal Nurs* 17, 150-157 (2003).
- 124 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).
- 125 Atkinson,A. Decontamination of breast milk collection kits - a change in practice. *Midwives Information Resource Services. Midwifery Digest* 11, 381-383 (2001).
- 126 Cossey,V., Jeurissen,A., Thelissen,M.J., Vanhole,C., & Schuermans,A. Expressed breast milk on a neonatal unit: A hazard analysis and critical control points approach. *Am J Infect Control* 39, 832-838 (2011).
- 127 Meier,P.P., Engstrom,J.L., Mingoelli,S.S., Miracle,D.J., & Kiesling,S. The Rush Mothers' Milk Club: Breastfeeding interventions for mothers with very-low-birth-weight infants. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs* 33, 164-174 (2004).
- 128 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).
- 129 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).
- 130 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).
- 131 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).
- 132 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).
- 133 Goldblum,R. et al. Human milk Banking: I. Effects of container upon immunologic factors in mature milk. *Nutr Res* 1, 449-459 (1981).
- 134 Williamson,M.T. & Murti,P.K. Effects of storage, time, temperature, and composition of containers on biologic components of human milk. *J Hum Lact* 12, 31-35 (1996).
- 135 Hopkinson,J., Garza,C., & Asquith,M.T. Human milk storage in glass containers. *J Hum Lact* 6, 104-105 (1990).
- 136 vom Saal,F.S. & Hughes,C. An extensive new literature concerning low-dose effects of bisphenol A shows the need for a new risk assessment. *Environ Health Perspect* 113, 926-933 (2005).
- 137 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).
- 138 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).
- 139 Nwankwo,M.U., Offor,E., Okolo,A.A., & Omene,J.A. Bacterial growth in expressed breast-milk. *Ann Trop Paediatr* 8, 92-95 (1988).
- 140 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).
- 141 Molinari,C., Casadio,Y.S., Arthur,P.G., & Hartmann,P.E. The effect of storage at 25° C on proteins in human milk. *Internat Diary J* 21, 286-293 (2011).
- 142 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).
- 143 Lawrence,R. Storage of human milk and the influence of procedures on immunological components of human milk. *Acta Paediatr Suppl* 88, 14-18 (1999).
- 144 Sosa,R. & Barness,L. Bacterial growth in refrigerated human milk. *Am J Dis Child* 141, 111-112 (1987).
- 145 Ogundele,M.O. Effects of storage on the physicochemical and antibacterial properties of human milk. *Brit J Biomed Sci* 59, 205 (2002).
- 146 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).
- 147 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).
- 148 Marin,M.L. et al. Cold storage of human milk: Effect on its bacterial composition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 49, 343-348 (2009).
- 149 Takci,S. et al. Effects of freezing on the bactericidal activity of human milk. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 55, 146-149 (2012).
- 150 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).
- 151 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).

- 152 Rechtman,D.J., Lee,M.L., & Berg,H. Effect of environmental conditions on unpasteurized donor human milk. *Breastfeed Med* 1, 24-26 (2006).
- 153 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).
- 154 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).
- 155 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).
- 156 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).
- 157 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).
- 158 WHO. Safe preparation, storage and handling of powdered infant formula guidelines (WHO Press, Geneva, 2007).
- 159 Chan,G.M. Effects of powdered human milk fortifiers on the antibacterial actions of human milk. *J Perinatol* 23, 620-623 (2003).
- 160 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).
- 161 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).
- 162 American Academy of Pediatrics - Committee on Nutrition. Nutritional needs of low-birth-weight infants. *Pediatrics* 75, 976-986 (1985).
- 163 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).
- 164 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).
- 165 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).
- 166 Janjindamai,W. & Chotsampancharoen,T. Effect of fortification on the osmolality of human milk. *J Med Assoc Thai* 89, 1400-1403 (2006).
- 167 Fenton,T.R. & Belik,J. Routine handling of milk fed to preterm infants can significantly increase osmolality. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 35, 298-302 (2002).
- 168 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).
- 169 Nilsson,K. Maintenance and monitoring of body temperature in infants and children. *Paediatr Anaesth* 1, 13-20 (1991).
- 170 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).
- 171 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).
- 172 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).
- 173 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).
- 174 Costalos,C., Ross,I., Campbell,A.G., & Sofi,M. Is it necessary to warm infants' feeds? *Arch Dis Child* 54, 899-901 (1979).
- 175 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).
- 176 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).
- 177 Büyükyavuz,B.I., Adiloglu,A.K., Onal,S., Cubukcu,S.E., & Cetin,H. Finding the sources of septicemia at a neonatal intensive care unit: Newborns and infants can be contaminated while being fed. *Jap J Infect Dis* 59, 213-215 (2006).
- 178 Molina-Cabrillana,J. et al. Outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* infections in a neonatal care unit associated with feeding bottles heaters. *Am J Infect Control* 41, e7-e9 (2013).
- 179 Squier,C., Yu,V.L., & Stout,J.E. Waterborne nosocomial infections. *Curr Infect Dis Rep* 2, 490-496 (2000).
- 180 Sehulster,L. & Chinn,R.Y. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *MMWR Recomm Rep* 52, 1-42 (2003).
- 181 The Regulation and Quality Improvement Authority. Independent review of incidents of *Pseudomonas aeruginosa* infection in neonatal units in Northern Ireland - Final report (2012).
- 182 Handa,D. et al. Do thawing and warming affect the integrity of human milk?. *J Perinatol* 34, 863-866 (2014).

www.medela.com



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

Sweden

Medela Medical AB
Box 7266
187 14 Täby
Sweden
Phone +46 (0)8 588 03 200
Fax +46 (0)8 588 03 299
contact@medela.se
www.medela.se