

## #8 만삭아를 위한 가정에서의 모유 저장 정보

2017 개정판

Anne Eglash,<sup>1</sup> Liliana Simon,<sup>2</sup>과 모유수유 아카데미

모유수유 아카데미의 중심 목표는 모유수유 성공에 영향을 미칠 수 있는 흔한 의학적 문제에 대처할 임상 프로토콜을 개발하는 것이다. 이들 프로토콜은 모유수유모와 아기들의 관리를 위한 지침 역할을 할 뿐이며 배타적 치료나 표준 의학 관리 방법을 의미하는 것은 아니다. 치료에 있어서는 개별 환자의 필요에 따라 변용함이 타당할 것이다.

### 배경

모유수유모가 예기치 않은 이유로 아기와 떨어져 지내야 할 경우도 있지만, 그보다는 예정된 일정, 생활 양식의 유연성 및 직장 복귀를 위해 여성들이 젖을 짜서 저장하는 경우가 더 흔하다. 이러한 상황에서 모유수유 성공을 위해서는 적절하게 젖을 다루고 보관하는 방법에 대한 지식이 필수적이다. 한 연구에 따르면 대부분의 여성이 모유 보관은 권장대로 하고 있지만, 약 12%는 모유를 전자레인지로 데우고, 17%는 재사용 전에 인공젖꼭지를 물만 사용하여 행구하고 있어,<sup>1</sup> 이는 각각 모유의 생물학적 특성을 저하시키고 오염 위험을 증가시킬 수 있다. 또 다른 한 연구에 따르면, 신생아 간호사의 모유 수집과 저장에 관한 지식과 실천은 적절하였지만, 모유의 폐기, 저장 및 해동 측면에서는 부적절하였다.<sup>2</sup>

인간 젖은 영양소 외에도 많은 항산화, 항균, 프리바이오틱, 프로바이오틱 및 면역 강화 성분을 함유한 신선하고 살아있는 식품이다. 이러한 영양소와 건강 특성 중 일부는 저장과 함께 변하지만, 인간 젖 저장은 안전할 것이라는 충분한 증거가 있어, 모유수유를 하거나 방금 짠 젖을 사용할 수 없을 때 영아에게 최적의 영양을 줄 수 있다. 직접 모유수유가 불가능한 경우, 저장 모유는 독특한 특성을 유지하므로, 영아 수유의 기본적인 표준이 된다.

### 모유 보관을 위한 준비

- 1. 세척:** 젖을 짜기 전에, 손을 비누와 물로, 혹은 손이 더러워 보이지 않으면 물 없는 손 세정제로 씻어야 한다. 깨끗하지 않은 손은 바이러스와 세균을 옮길 수 있으며, 그 중 일부는 질병을 일으키기도 한다. 연구에 따르면 유축 시 세균이 더 적었던 모유는 세균이 더 많았던 모유에 비해 저장 기간 동안 세균 증식이 덜 일어나고 단백질 함량이 더 높다.<sup>3-5</sup> 추가적인 손 위생 및 유축 전 유방 세척은 필요하지 않다.<sup>6</sup> (IIB) (증거의 질[증거의 단계 증거 IA, IB, IIA, IIB, III, IV]은 미국 국가 임상진료 지침 공개자료<sup>7</sup>에 기초하며 괄호 안에 표시되어 있다.)
- 2. 손이나 유축기:** 모유 유축은 손이나 유축기로 할 수 있다. 적절한 방법으로 손을 씻고, 유축기 제조사의 지침에 따라 유축기 부품을 세척하는 한, 유축기와 손 유축 간에 모유 오염에는 차이가 없는 듯하다.<sup>8,9</sup> (IIB, IV) 유축을 시작하면서 처음 젖 몇 방울을 버릴 필요가 없다. 이 모유가 이후 연속적으로 유축되는 모유보다 오염될 가능성이 더 높은 것은 아니다.<sup>7</sup> 한 연구에 따르면, 집에서 유축된 모유에는 병원에서 유축된 모유보다 세균 오염이 더 많은 듯한데, 이는 개인 위생과는 무관하고, 가정에서의 또는 운반 장비와 관련이 있을 수 있다.<sup>6</sup> (IIB)

<sup>1</sup> Department of Family and Community Medicine, University of Wisconsin School of Medicine and Public Health, Madison, Wisconsin.

<sup>2</sup> Department of Pediatrics, Pediatric Critical Care, University of Maryland School of Medicine, Baltimore, Maryland.

3. **저장 용기 선택:** 사용 가능한 저장 용기의 범위를 평가하기 위한 여러 연구가 수행되었다. 유리, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리카보네이트 또는 폴리에테르설폰 병이나 용기를 사용하면 지방 비율이 크게 감소하고 총 단백질 및 탄수화물 농도가 증가한다.<sup>10</sup> 유리와 폴리프로필렌 용기는 지용성 영양 물질의 용기 표면 부착에 대한 영향,<sup>11</sup> 면역글로블린 A (IgA) 농도 및 저장 모유 중 살아있는 백혈구 수<sup>12</sup>에 있어 비슷한 것으로 보인다. 폴리에틸렌 용기 사용은 강화 유리의 일종인 파이렉스와 비교할 때 IgA(60%)<sup>12</sup>와 모유 살균 효과의 현저한 감소와 연관이 있다.<sup>13</sup> 강철 용기는 폴리에틸렌<sup>14</sup>와 유리<sup>15</sup>에 비해 세포 수와 세포 생존율의 현저한 감소와 관련이 있다. (IIB)

비닐에 구멍이 뚫리면 오염될 수 있기 때문에 폴리프로필렌 백에 저장된 모유의 오염 가능성에 대한 우려가 있어 왔다.<sup>16</sup> (IV) 그러나, 한 연구에서 딱딱한 폴리프로필렌 용기와 부드러운 폴리프로필렌 용기를 비교할 때 오염과 지방 손실에 차이가 없는 것으로 나타났다.<sup>17</sup> 따라서, 모유 저장에 사용되는 비닐 용기는 견고해야 하며, 단단히 밀봉하여, 냉동실 중 비닐 손상이 최소화될 부분에 보관해야 한다.(IIB) 우유병을 비롯한 여러 플라스틱 용기에 들어있는 내분비 교란 물질인 비스페놀 A로 만든 용기는 유해한 영향을 미치는 강력한 증거가 있으므로 사용하지 말아야 한다.<sup>18</sup> 비스페놀 A의 대안인 비스페놀 S 용기도, 문헌에서 잘 입증되지는 않았지만, 유해한 영향을 보일 수 있기 때문에, 사용에 주의해야 한다.

화학 물질의 안전성과 아기의 건강에 미치는 영향에 관한 증거가 충분하지 않으므로, 인간 젖은 병원 검사실용 플라스틱 수집 용기에 저장하지 말아야 한다;<sup>19</sup> 인간 모유 저장으로는 식품 저장용 플라스틱 용기만 사용해야 한다. (IV)

4. **용기 관리:** 모유 보관 및 유축기 모유 수집 도구는 완전히 분해해서 뜨거운 비눗물로 씻은 다음 헹구거나 식기 세척기로 씻어,<sup>8</sup> 공기 중에 완전히 말리거나 종이 타월로 건조시켜야 한다.<sup>20</sup> 살균할 필요는 없다. 비누가 없으면 끓는 물을 사용하는 것이 좋다. (IIB) 화학적 소독은 소독제가 쉽게 비활성화될 수 있으며, 아기가 충분히 세척되지 않은 용기와 잔류 화학 소독제의 불필요한 위험에 노출될 수 있으므로 이상적이지 않다.<sup>20</sup> (IV)

## 모유 보관

1. **실온:** 방금 유축한 모유는 일정 기간 동안 실온(10-29°C, 50-85°F)에서 안전하게 보관할 수 있다. 유축 방법의 청결도와 실내 온도 조건이 크게 달라지기 때문에 연구들이 실온 보관을 위한 다양한 최적 시기를 제시하고 있다. 주변 온도가 더 높을수록 보관 중인 모유 내 세균 수가 더 빨리 증가하는 것과 관련이 있다. 실온이 27~32°C(29°C=85°F) 범위인 경우 4시간이 적절한 한계일 수 있다.<sup>5,21,22</sup> 세균 수가 극히 적은 매우 깨끗하게 유축한 모유의 경우, 낮은 실온에서는 6-8시간이 합리적일 수 있지만, 그 시간 동안 모유를 사용하지 않을 것이면, 가능한 한 빨리 차게 하거나 냉장하는 것이 가장 좋다.<sup>4,23-25</sup> (IIB)

2. **얼음 팩:** 소형 냉장박스 내 얼음 팩에 해당하는 15°C(59°F)에서 모유 보관 안전성을 평가한 연구는 거의 없다. Hamosh 등<sup>21</sup>은 연구 샘플에서 확인된 최소 세균 증식에 근거하여, 모유를 15°C에서 24시간 동안 보관하는 것이 안전하다고 제시하였다. (IIB)

3. **냉장:** 모유 품질의 지표로서 저장된 모유의 살균력을 평가하거나 저장된 모유 샘플의 세균 증식을 측정하여 냉장(4°C, 39.2°F) 모유의 안전성을 입증한 여러 연구가 있다. 저장된 냉장 모유의 살균력은 48-72시간이면 현저하게 감소한다.<sup>26-28</sup> 그러나 유축 당시 거의 오염되지 않은 인간 젖을 대상으로 한 연구에서는 72시간<sup>24</sup> 및 심지어 냉장한지 4-8일 후에도<sup>3,4,29</sup> 모유 내 세균 증식이 안전한 낮은 농도로 나타났다.

냉장 보관 중 모유 조성 변화에 대한 연구는 거의 없다. 한 연구 결과, 지질 조성 및 리파아제 활성이 냉장고에서 최대 96시간까지 안정적이라는 것이 확인되었다.<sup>30</sup> 락토페린 수치는 냉장고에서 4~5일 동안 안정적이다. IgA, 사이토카인, 및 성장 인자 등 초유 내 많은 면역학적 인자는 48시간 동안 냉장하여도 감소되지 않는다.<sup>33</sup> (IIB)

4. **냉동:** 유축된 인간 젖 냉동(-4°C~-20°C=24°F~-4°F)은 적어도 3개월 동안은 안전한 것으로 알려져 왔다. 20°C(-4°F)에서 최소 6주 이상 냉동했다가 해동한 인간 젖은, 유축 당시와 동일한 세균 생존력과 다양성을 가지고 있음을 증명하는 증거가 있다.<sup>34</sup> 냉동의 기본 원칙 상 -18°C(0°F)에 냉동한 식품은 세균 오염으로부터 영구히 안전하지만, 식품 내 고유한 효소 과정이 지속될 수 있어, 모유의 질에는 변화가 있을 수 있다.<sup>35</sup>

신선한 모유에 비해 90일 동안 냉동하면 모유 내 지방, 단백질 및 열량이 감소한다.<sup>36</sup> 냉동된 인간 젖은 3개월까지 유리 지방산의 현저한 상승을 보이는데, 이는 지속적인 리파아제 활동에 기인하는 듯하며, 이로 인해 모유 내 유리 지방산이 증가한다.<sup>37</sup> 매우 소규모 표본을 대상으로 한 소수의 연구에 따르면, 비타민 E는 시간이 지나도 냉동 모유 내에서 안정적이지만, 비타민 C 농도는 1-5개월 보관 후 현저히 감소하는 것으로 보인다.<sup>38,39</sup> 냉동 보관이 거의 모든 비타민과 무기질에 어떤 영향을 미치는 지에 대한 연구는 부족하다.<sup>38-40</sup>

인간 젖의 생리 활성 인자는 냉동에 따라 다양한 방식으로 감소한다. 락토페린 수치와 생체 활성은 3개월 동안 -20°C로 냉동한 모유에서 유의하게 낮다.<sup>13,31,32</sup> 그러나, 여러 종류의 사이토카인, IgA와 초유의 성장 인자는 -20°C(-4°F)에서 최소 6개월 동안 안정적이다.<sup>10,33</sup> 9개월 동안 냉동 모유를 평가한 한 시험에서는 pH와 세균 수의 점차적인 감소와 비에스테르화 지방산의 증가가 확인되었다. 그 연구에서 다른 다량 영양소, 삼투압, 면역 반응성 단백질은 9개월 후에도 변하지 않았다.<sup>41</sup> 냉동실 문을 열 때 간헐적으로 온도가 다시 올라가는 것을 방지하기 위해, 냉동 모유는 냉동실 뒷부분에, 자가 서리제거용 냉동고에서는 벽에서 떨어진 곳에 보관해야 한다. 모유를 담은 모든 용기는 오염 방지를 위해 잘 밀봉해야 한다. (IIb)

5. **저장 모유의 냄새:** 냉장 및 냉동된 모유는 리파아제에 의한 중성지방 분해로 인해 지방산이 생성되기 때문에, 신선 모유와 다른 냄새가 날 수 있다. 이 냄새는 이들 지방산의 산화에 기인할 것이다.<sup>42,43</sup> 이 지방 분해 과정은 해동된 냉동 모유 내 미생물 증식을 방해하는 항균 효과를 갖고 있다.<sup>44</sup> 이러한 냄새 때문에 아기가 종종 모유를 거부한다는 증거는 없다. 계란, 치즈, 생선과 같이 사람이 먹는 많은 음식에는 맛에 영향을 주지 않는 불쾌한 냄새가 있다. 한 연구에 따르면 -80°C(-112°F)로 인간 젖을 냉동하면 -19°C까지 열리는 재래식 냉동과 비교하여 냄새가 덜 변한다.<sup>43</sup> 리파아제를 비활성화하기 위해 모유를 40°C 이상으로 가열하는 것은, 인간 젖 안에 있는 면역학적으로 많은 활성 인자들을 파괴할 수 있으므로 권장되지 않는다. (IIb)

6. **냉동 중 팽창:** 용기에 모유를 채울 때, 냉동 시 팽창에 대비해 용기 상단에 여분 공간을 남겨두어야 한다. 모든 저장 모유 용기에는 유축 날짜와 함께, 유아원에서 먹일 것이라면, 아이의 이름을 표시해야 한다. 유아원에서 한 번에 먹는 수유량은 일반적으로 60-120mL (2-4온스)이다. 따라서, 15-60mL와 같이 다양한 소단위로 모유를 저장하는 것이 해동 모유의 낭비를 막는 편리한 방법이다.

7. **모유 혼합:** 이미 보관되었던 모유의 온도가 다시 높아지는 것을 막기 위해, 방금 유축한 따뜻한 모유는 이미 저온 또는 냉동했던 모유와 섞지 말아야 한다. 따라서, 새로 짠 젖은 먼저 식힌 후에, 기존에 보관했던 모유에 첨가하는 것이 가장 좋다.

모유 저장 지침 요약은 표 1에 나와있다.

**표 1. 모유 보관 지침**

보관 장소	온도	최대 보관 권장 기간
실온	16-29°C(60-85°F)	최적 4시간 매우 위생적인 조건 하에서 6-8시간 용인
냉장	~4°C(39.2°F)	최적 4일 매우 위생적인 조건 하에서 5-8일
냉동	<-4°C(24.8°F)	최적 6개월 12개월 용인

## 저장 모유 사용

- 1. 수유 도구 세척:** 아기에게 먹이기 위해 사용되는 용기와 수유 도구는 매 사용 후후에 비누와 물로 씻고 공기 중에 건조하거나 종이 타월로 말려야 한다. 건강한 아기일 경우 이것들을 멸균할 필요는 없다. (IIB)
- 2. 신선한 모유 먼저 사용:** 신선한 모유가 냉동 모유보다 양질이다. 신선한 모유에는 엄마와 아기의 최근 감염 노출과 연관된 현재의 모체 분비 IgA 항체가 포함되어 있다.<sup>45</sup> 방금 짠 모유에는 냉장 또는 냉동 모유보다 항산화제, 비타민, 단백질, 지방 및 프로바이오틱 세균이 가장 많다.<sup>27,36,38,39</sup> 또한 신선한 모유는 냉장 또는 냉동 모유보다 면역 활성이 가장 뛰어나다.<sup>10,31,46</sup> (IB)
- 3. 냉동 모유 해동:** 냉동 모유를 해동시키는 여러 방법이 있다: 용기를 밤새 냉장실에 옮겨 놓거나; 흐르는 따뜻한 물에 두거나; 따뜻한 물이 담긴 용기 안에 넣어 두거나; 물을 이용하지 않는 가온기를 이용한다. 냉장고에서 천천히 해동하면 따뜻한 물을 녹이는 것보다 지방 손실이 더 적다.<sup>47</sup> (IIB)
- 4. 모유 데우기:** 아기들은 대개 시원하거나, 실온, 혹은 따뜻하게 데운 젖을 마신다; 아기 나름의 선호도를 보일 것이다. 녹인 젖을 체온 정도로 하려면 미지근한 물(40°C 이하)로 20분에 걸쳐 데우는 것이 가장 좋다. 모유를 37°C까지만 데워도 지방을 녹는 점에 이르게 하여, 4°C 냉장 온도에서 고체 상태였던 지방을 액체나 기름 지방으로 변화시키는 것이 촉진된다. 오일 지방은 4°C보다 37°C에서 더 많이 용기 측면에 달라 붙어 모유의 지방 함량을 낮추는 것으로 보인다. 한 연구 결과, 37°C의 따뜻한 물과 물 없는 가온 방법을 비교했을 때, 지방, 단백질, 락토페린 및 분비 IgA의 변화와 관련하여 차이가 없는 것으로 확인되었다.<sup>44</sup>  
  
뜨거운 온탕(80°C, 실제 상황은 드뭅)에 데운 모유는 잘 섞이지 않아 군데군데 뜨거운 부분이 생성된다.<sup>48</sup> 가온 과정에서 과열되면 변성이 일어나고 모유의 생활성 단백질이 불활성화되고 지방 함량이 감소한다. (IIB)
- 5. 전자레인지 사용:** 전자레인지로 모유를 녹이는 연구는 온도 조절이 어려워, 젖을 균일하게 데우지 못한다는 것을 보여준다.<sup>49</sup> 모유를 전자레인지로 데우면 저온살균과 마찬가지로 모유 내 세균을 줄이지만, 모유의 면역 인자들의 활성도도 현저히 떨어져, 아기를 위한 전반적인 건강 특성을 감소시킬 수 있다.<sup>50,51</sup> (IIB)
- 6. 해동 모유 사용:** 일단 냉동 모유를 실온에 꺼내 놓으면, 세균 증식 억제력이, 특히 해동 후 24시간까지, 감소한다. 기존에 냉동했다가 24시간 동안 해동한 모유는 실온에서 2시간 넘게 두지 말아야 한다.<sup>44</sup> (IIB)
- 7. 재 냉동:** 해동된 모유의 재 냉동에 관한 정보는 거의 없다. 해동 모유 내 세균 증식과 항체균력 상실은 모유 해동 방법, 해동 지속 시간, 그리고 유축 당시 모유 내 세균 수에 따라 달라질 것이다. 현재로서는 해동 모유의 재 냉동에 대해 아무런 지침도 정할 수 없다.
- 8. 먹던 모유 사용:** 일단 아기가 유축 모유를 먹기 시작하면, 아기 입에서 모유로 어느 정도 세균 오염이 발생할 수 있다. 아기가 컵이나 병으로 유축 젖을 일부 먹고 나서, 남은 젖을 실온에서 보관할 수 있는 기간은, 이론적으로 모유의 초기 세균 부하, 해동 후 걸린 시간 및 주변 온도에 달려 있다. 이와 관련하여 권고 사항을 제공하기에는 연구가 부족하다. 그러나, 지금까지의 관련 증거에 따르면, 아기가 수유를 마친 후 1-2시간 이내에 남은 젖을 버리는 것이 합리적일 것이다. (IV) 남은 모유를 낭비하거나 버리지 않으려면 엄마가 15, 30, 60mL와 같이 여러 단위로 모유를 보관하는 것을 고려할 수 있다.
- 9. 취급:** 유축 모유는 혈액과 같은 다른 체액에 요구되는 특수 취급(예: 보편적 예방 조치)이 필요하지 않다. 다른 직원들이 음식을 넣어 두는 작업장 냉장고에 보관해도 되며, 다만 이름과 날짜는 반드시 적어야 한다.<sup>53</sup> (IV) 엄마들은 젖을 공동 냉장 구역보다 개인 냉동 팩이나 쿨러에 보관하고 싶어할 수도 있다.
- 10. 감염:** 오염되지 않은 모유에는 자연적으로 신생아 장내 세균총 확립에 중요한 비병원성 세균이 들어 있다.<sup>54,55</sup> 이 세균들은 프로바이오틱스로이며-병원체 증식에 불리한 장내 조건을 생성한다.<sup>55</sup> 엄마가 세균이나 진균 감염에 의한 유방이나 유두 통증이 있는 경우, 저장된 모유를 폐기해야 한다는 증거는 없다. 그러나, 끈끈하거나, 약취가 나거나, 고름이 보이는 젖은 버리고, 아기에게 먹이지 말아야 한다. (IV)

## 미래 연구 분야

인간 모유 저장의 일부 측면에 대해서는 근거가 부족하다. 많은 연구들이 다소 오래되었고, 방법론의 차이 때문에 비교가 어렵다. 이 연구들은 모유 수집 기술, 용기 종류 및 보관 방법, 보관 기간, 모유 해동 및 가온 방법, 저장 장치의 온도 및 유형, 모유 샘플의 배양 기술 등 많은 측면에서 다양하다. 장기간에 걸쳐 다양한 상황에서 인간 젖 저장을 평가하는 양질의 대규모 연구가 필요하다. 배양 기술과 같은 모유의 질을 평가하는 기준을 수립할 필요가 있다. 모유 저장에 대한 보편적인 국제 지침을 마련하는 것이 이상적이겠지만, 하나의 지침으로는 일부 문화권 내 비정상적이거나 제한적인 상황을 대표하는 것이 불가능할 것이다.

인간 젖은 자연적으로 프리바이오틱(prebiotic)과 프로바이오틱(probiotic) 활성을 모두 갖고 있어 아기의 장내 미생물총을 확립하는데 필수적이다. 모유의 프리바이오틱 성분은 장내 유익한 미생물의 성장을 촉진시키는 올리고당과 같이 소화가 되지 않는 인자이다. 인간 모유의 프로바이오틱 성분은 공생 생물이다. 냉장, 냉동, 해동 및 데우기가 인간 모유의 살균력에 미치는 영향 때문에, 아기에게 저장 모유를 먹이는 것은 직접 모유수유에 비해 장 건강에 다른 결과를 초래할 수 있으므로 더 자세히 연구되어야 한다. 마찬가지로 맥락에서, 보관 모유는 이 프로토콜에 포함된 많은 참고 문헌에 제시된 것처럼 시간이 지남에 따라 질이 변화한다. 신선한 모유와 비교하여 저장된 모유가 아기의 건강에 미치는 영향을 연구해야 한다.

안전하지 않은 모유에 대해서도 합의된 정의가 없다. 몇몇 연구들은 특정 온도 및 보관 기간 조건 하에서, 일정 기간의 모유 오염 정도를 전형적으로 밀리리터 당 집락형성단위 수로 기술하고 있다.  $1 \times 10^4$  CFU/mL가 제시되기는 하였지만, 어느 시점에서 모유 섭취를 제한한다는 용인되는 한도는 없다. 다른 연구들에서 저장 모유의 살균력을 조사하였으며, 이는 아기를 위한 면역학적 효과와, 보관 중 시간 경과에 따른 모유의 오염 위험을 반영하였다. 인간 모유를 부적합한 것으로 판단할 살균력 소실률은 아직 정의되지 않았다. 안전하지 않은 모유 또는 폐기해야 할 질 나쁜 모유에 대한 지침을 갖춘, 적절한 모유 질에 대한 정의가 확립되어야 한다.

6개월 냉동 후 인간 젖의 질을 조사한 연구는 단 하나뿐이다. 소수의 매우 소규모 연구들이 3개월 간 냉동 후 일부 비타민 감소를 보여 주었다는 점을 고려할 때, 이것은 특히 중요하다. 일부 영아들은 영양을 전적으로 냉동 모유에 의존하기 때문에 이것이 영양적으로 안전하다는 것을 입증할 연구가 이루어져야 한다.

ABM 프로토콜은 발표 후 5년 경과 시점에 폐기된다. 이 프로토콜의 내용은 발간 당시 가장 최신 지견이다. 5년, 혹은 근거에 중대한 변화가 생길 경우는 그보다 더 일찍, 근거에 입각한 개정을 하게 된다.

번역자: 정유미 (Yoo-Mi Chung, MD, FABM)

Breastfeeding Medicine. June 2017, 12(7): 390-395

The date of the translation: September 2017.

## 참고문헌

1. Labiner-Wolfe J, Fein SB. How US mothers store and handle their expressed breast milk. *J Hum Lact* 2013;29:54–58.
2. Gharaibeh H, Al-Sheyab N, Malkawi S. Breast milk collection and storage in the neonatal intensive care unit: Nurses' knowledge, practice, and perceived barriers. *J Contin Educ Nurs* 2016;47:551–557.
3. Sosa R, Barness L. Bacterial growth in refrigerated human milk. *Am J Dis Child* 1987;141:111–112.
4. Pardou A, Serruys E, Mascart-Lemone F, et al. Human milk banking: Influence of storage processes and of bacterial contamination on some milk constituents. *Biol Neonate* 1994;65:302–309.
5. Eteng M, Ebong P, Eyong E, et al. Storage beyond three hours at ambient temperature alters the biochemical and nutritional qualities of breastmilk. *Afr J Reprod Health* 2001;5:130–134.
6. Haiden N, Pimpel B, Assadian O, et al. Comparison of bacterial counts in expressed breast milk following standard or strict infection control regimens in neonatal intensive care units: Compliance of mothers does matter. *J Hosp Infect* 2016;92:226–228.
7. Shekelle P, Woolf S, Eccles M, et al. Developing guidelines. *Br Med J* 1999;318:593–596.
8. Pittard WB 3rd, Geddes K, Brown S, et al. Bacterial contamination of human milk: Container type and method of expression. *Am J Perinatol* 1991;8:25–27.
9. Boo N, Nordiah A, Alfizah H, et al. Contamination of breast milk obtained by manual expression and breast pumps in mothers of very low birthweight infants. *J Hosp Infect* 2001;49:274–281.
10. Chang Y-C, Chen C-H, Lin M-C. The macronutrients in human milk change after storage in various containers. *Pediatr Neonatol* 2012;53:205–209.
11. Garza C, Johnson C, Harrist R, et al. Effects of methods of collection and storage on nutrients in human milk. *Early Hum Dev* 1982;6:295–303.
12. Goldblum R, Garza C, Johnson C, et al. Human milk banking I. Effects of container upon immunologic factors in human milk. *Nutr Res* 1981;1:449–459.
13. Takci S, Gulmez D, Yigit S, et al. Effects of freezing on the bactericidal activity of human milk. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2012;55:146–149.
14. Manohar A, Williamson M, Koppikar G. Effect of storage of colostrum in various containers. *Indian Pediatr* 1997;34: 293–295.
15. Williamson M, Murti P. Effect of storage, time, temperature, and composition of containers on biologic components of human milk. *J Hum Lact* 1996;12:31–35.
16. Hopkinson J, Garza C, Asquith M. Human milk storage in glass containers. *J Hum Lact* 1990;6:104–105.
17. Janjindamai W, Thatrimontrichai A, Maneenil G, et al. Soft plastic bag instead of hard plastic container for long-term storage of breast milk. *Indian J Pediatr* 2013;80: 809–813.
18. Vom Saal F, Hughes C. An extensive new literature concerning low dose effects of bisphenol A shows the need for a new risk assessment. *Environ Health Perspect* 2005;113: 926–933.
19. Blouin M, Coulombe M, Rhainds M. Specimen plastic containers used to store expressed breast milk in neonatal care units: A case of precautionary principle. *Can J Public Health* 2014;105:e218–e220.
20. Price E, Weaver G, Hoffman P, et al. Decontamination of breast pump milk collection kits and related items at home and in hospital: Guidance from a Joint Working Group of the Healthcare Infection Society and Infection Prevention Society. *J Hosp Infect* 2016;92:213–221.
21. Hamosh M, Ellis L, Pollock D, et al. Breastfeeding and the working mother: Effect of time and temperature of short-term storage on proteolysis, lipolysis, and bacterial growth in milk. *Pediatrics* 1996;97:492–498.
22. Nwankwo M, Offor E, Okolo A, et al. Bacterial growth in expressed breast milk. *Ann Trop Paediatr* 1988;8: 92–95.
23. Pittard WB 3rd, Anderson D, Cerutti E, et al. Bacteriostatic qualities of human milk. *J Pediatr* 1985;107:240–243.
24. Igumbor E, Mukura R, Makandiramba B, et al. Storage of breast milk: Effect of temperature and storage duration on microbial growth. *Cent Afr J Med* 2000;46:247–251.
25. Ajusi J, Onyango F, Mutanda L, Wamola. Bacteriology of unheated expressed breastmilk stored at room temperature. *East Afr Med J* 1989;66:381–387.

26. Martínez-Costa C, Silvestre M, López M, et al. Effects of refrigeration on the bactericidal activity of human milk: A preliminary study. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2007;45: 275–277.
27. Silvestre D, López M, March L, et al. Bactericidal activity of human milk: Stability during storage. *Br J Biomed Sci* 2006;63:59–62.
28. Ogundele M. Effects of storage on the physicochemical and antibacterial properties of human milk. *Br J Biomed Sci* 2002;59:205–211.
29. Slutzah M, Codipilly C, Potak D, et al. Refrigerator storage of expressed human milk in the neonatal intensive care unit. *J Pediatr* 2010;156:26–28.
30. Bertino E, Giribaldi M, Baro C, et al. Effect of prolonged refrigeration on the lipid profile, lipase activity, and oxidative status of human milk. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2013;56:390–396.
31. Raoof NA, Adamkin DH, Radmacher PG, et al. Comparison of lactoferrin activity in fresh and stored human milk. *J Perinatol* 2016;36:207–209.
32. Rollo DE, Radmacher PG, Turcu RM, et al. Stability of lactoferrin in stored human milk. *J Perinatol* 2014;34: 284–286.
33. Ramírez-Santana C, Pérez-Cano FJ, Audí C, et al. Effects of cooling and freezing storage on the stability of bioactive factors in human colostrum. *J Dairy Sci* 2012;95: 2319–2325.
34. Marín ML, Arroyo R, Jiménez E, et al. Cold storage of human milk: Effect on its bacterial composition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2009;49:343–348.
35. USDA. Freezing and food storage. 2013. Available at [https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/safe-food-handling/freezing-and-food-safety/ct\\_index!ut/p/a1/jVfT8lw EP417Nto55CgSWMWDCoiaFAZ-71UetuajHa2h4K\\_3g4k EQNKm1zu5Xnae-5lQmKSKP4uc45SK17WcdJO6RNt Bxdd2h9dBD16N3x9Gt13u7QzPneA6R-AYXgi\\_8iJ6H\\_8\\_gkfnJmH7kNOKopj4UuVaRLngD5X9gOMJXGmtfAtzWDX fsbn6NsCAF2hzvmbasGVKKXKHdgAfDrP0YX\\_g0niOaZ SCViRCUn2u6KBu3fDcNy67Q9DOmr9BhwY2xZwfC5Oe F7q2WZH00jNwo5TaCADA6a5NC5dIFb2skEb1AI386JZ d7tttpr91366o3tNHkzVDfNFaNBz\\_3tsPE](https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/safe-food-handling/freezing-and-food-safety/ct_index!ut/p/a1/jVfT8lw EP417Nto55CgSWMWDCoiaFAZ-71UetuajHa2h4K_3g4k EQNKm1zu5Xnae-5lQmKSKP4uc45SK17WcdJO6RNt Bxdd2h9dBD16N3x9Gt13u7QzPneA6R-AYXgi_8iJ6H_8_gkfnJmH7kNOKopj4UuVaRLngD5X9gOMJXGmtfAtzWDX fsbn6NsCAF2hzvmbasGVKKXKHdgAfDrP0YX_g0niOaZ SCViRCUn2u6KBu3fDcNy67Q9DOmr9BhwY2xZwfC5Oe F7q2WZH00jNwo5TaCADA6a5NC5dIFb2skEb1AI386JZ d7tttpr91366o3tNHkzVDfNFaNBz_3tsPE) (Accessed April 2, 2017).
36. García-Lara NR, Escuder-Vieco D, García-Algar O, et al. Effect of freezing time on macronutrients and energy content of breastmilk. *Breastfeed Med* 2012;7:295–301.
37. Vázquez-Román S, Escuder-Vieco D, García-Lara NR, et al. Impact of freezing time on dornic acidity in three types of milk: Raw donor milk, mother's own milk, and pasteurized donor milk. *Breastfeed Med* 2016;11:91–93.
38. Romeu-Nadal M, Castellote A, Lopez-Sabater M. Effect of cold storage on vitamins C and E and fatty acids in human milk. *Food Chem* 2008;106:65–70.
39. Buss I, McGill F, Darlow B, et al. Vitamin C is reduced in human milk after storage. *Acta Paediatr* 2001;90:813–815.
40. Bank MR, Kirksey A, West K, et al. Effect of storage time and temperature on folacin and vitamin C levels in term and preterm human milk. *Am J Clin Nutr* 1985;41:235–242.
41. Ahrabi A, Handa D, Codipilly C, et al. Effects of extended freezer storage on the integrity of human milk. *J Pediatr* 2016;177:140–143.
42. Spitzer J, Klos K, Buettner A. Monitoring aroma changes during human milk storage at +4°C by sensory and quantification experiments. *Clin Nutr* 2013;32:1036–1042.
43. Sandgruber S, Much D, Amann-Gassner U, et al. Sensory and molecular characterisation of the protective effect of storage at -80°C on the odour profiles of human milk. *Food Chem* 2012;130:236–242.
44. Handa D, Ahrabi AF, Codipilly CN, et al. Do thawing and warming affect the integrity of human milk? *J Perinatol* 2014;34:863–866.
45. Lønnerdal B. Bioactive proteins in breast milk. *J Paediatr Child Health* 2013;49 Suppl 1:1–7.
46. Akinbi H, Meinzen-Derr J, Auer C, et al. Alterations in the host defense properties of human milk following prolonged storage or pasteurization. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2010;51:347–352.
47. Thatrimontrichai A, Janjindamai W, Puwanant M. Fat loss in thawed breast milk: Comparison between refrigerator and warm water. *Indian Pediatr* 2012;49:877–880.
48. Bransburg-Zabary S, Virozub A, Mimouni FB. Human milk warming temperatures using a simulation of

- currently available storage and warming methods. PLoS One 2015; 10:e0128806.
49. Ovesen L, Jakobsen J, Leth T, et al. The effect of micro- wave heating on vitamins B1 and E, and linoleic and linolenic acids, and immunoglobulins in human milk. *Int J Food Sci Nutr* 1996;47:427–436.
  50. Quan R, Yang C, Rubinstein S, et al. Effects of microwave radiation on anti-infective factors in human milk. *Pediatrics* 1992;89:667–669.
  51. Sigman M, Burke K, Swarner O, et al. Effects of micro- waving human milk: Changes in IgA content and bacterial count. *J Am Diet Assoc* 1989;89:690–692.
  52. Hernandez J, Lemons P, Lemons J, et al. Effect of storage processes on the bacterial growth-inhibiting activity of human breast milk. *Pediatrics* 1979;63:597–601.
  53. CDC. Are special precautions required for handling breast milk? 2015. Available at <https://www.cdc.gov/breastfeeding/faq/#Precautions> (accessed June 26, 2017).
  54. Delgado S, Arroyo R, Jimenez E, et al. Mastitis infecciosas durante la lactancia: Un problema infravalorado. *Acta Pe- diatr Esp* 2009;67:564–571.
  55. Heikkilä M, Saris P. Inhibition of *Staphylococcus aureus* by the commensal bacteria of human milk. *J Appl Microbiol* 2003;95:471–478.

The 2004 and 2010 editions of this protocol were authored by Anne Eglash.  
Academy of Breastfeeding Medicine 프로토콜 위원회:

Wendy Brodribb, MBBS, PhD, FABM, Chairperson  
Sarah Reece-Stremtan, MD, Co-Chairperson  
Larry Noble, MD, FABM, Translations Chairperson  
Nancy Brent, MD  
Maya Bunik, MD, MSPH, FABM,  
Cadey Harrel, MD  
Ruth A. Lawrence, MD, FABM  
Yvonne LeFort, MD, FABM  
Kathleen A. Marinelli, MD, FABM  
Casey Rosen-Carole, MD, MPH, MEd  
Susan Rothenberg, MD  
Tomoko Seo, MD, FABM  
Rose St. Fleur, MD  
Michal Young, MD

For correspondence: [abm@bfmed.org](mailto:abm@bfmed.org)