

#31 모유수유 여성의 방사선 및 핵의학 영상검사

Katrina B. Mitchell,¹ Margaret M. Fleming,² Philip O. Anderson,³ Jamie G. Giesbrandt,⁴와

모유수유 아카데미

모유수유 아카데미의 중심 목표는 모유수유 성공에 영향을 미칠 수 있는 흔한 의학 문제에 대처할 임상 프로토콜을 개발하는 것이다. 이 프로토콜은 모유수유모와 아기의 관리를 위한 지침 역할을 할 뿐이며 배타적 치료나 표준 의학 관리 방법을 의미하지는 않는다. 치료에 있어서는 개별 환자의 필요에 따라 변용함이 타당할 것이다.

서론

모유수유 중인 여성이 수유 중 어느 시점에 진단을 위해 영상 및/또는 핵의학 검사를 받아야 할 수 있다. 많은 여성들이 이런 검사 후 젖을 짜서 버리거나 모유수유를 중단하도록 잘못된 안내를 받았다고 이야기한다. 이에 모유수유 중 시행되는 일반적인 영상 및 핵의학 검사의 안전성에 대하여 지침과 권고 사항을 마련하고자 한다. 거의 대부분의 상황에서는 모유수유를 중단할 필요가 없지만, 특정한 예외적인 경우가 존재하며 이를 검토할 것이다. 권고 사항은 표 1에 요약되어 있다.

핵의학 검사 및/또는 영상 검사나 처치를 받는 환자를 돌보는 일에 종사하는 모유수유모는 표준 예방 조치를 지켜야 한다. 그러나, 이들 의료인이 방사성 의약품 및/또는 조영제를 직접 복용하거나 흡입하거나 정맥 내 투여를 받는 것이 아니므로, 이 경우 모유수유를 중단할 필요가 없다. 엄마가 예상치 못하게 노출된 경우는, 기관의 방사선과 안전 책임자(RSO)와 상의해야 한다. 의도치 않은 의료 노출에 관한 권고 사항으로는 MotherToBaby.org 및 Infantrisk.com 등 자료가 있다.

권고 사항

유방 영상

미국방사선과학회(the American College of Radiology: ACR) 등 몇몇 기관이 임신부와 수유 중인 여성의 유방 영상에 대한 권고 사항을 마련하였다.¹⁻¹¹

선별검사. 미국방사선과학회는 유방조영술 선별검사를 시작하거나 지속하는 것은 환자 개인의 위험과 예상 수유 기간을 고려해야 한다고 하였다. 이에는 40 세 미만 중등도 및 고위험군 여성뿐 아니라 40 세 이상 평균 위험군 여성들이 모두 해당된다.

¹ Presbyterian Healthcare Services-MD Anderson Cancer Network, Albuquerque, New Mexico.

² Emory University School of Medicine, Atlanta, Georgia.

³ Division of Clinical Pharmacy, Skaggs School of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, University of California, San Diego, La Jolla, California.

⁴ X-Ray Associates of New Mexico, Albuquerque, New Mexico.

표 1 흔한 핵의학 영상 물질 및 모유수유 권고 사항

영상 촬영 물질	모유수유 중단
비조영제 방사선 사진 요오드화 조영제의 비혈관 투여 요오드 정맥 주사 조영제를 사용하는 CT 가돌리늄 기반 정맥 조영제를 사용하는 MRI	아니오 아니오 아니오 아니오
핵의학 영상검사 양전자방출단층촬영(PET) 골스캔	아니오 아니오
갑상선 영상검사 I-131 I-123 Technetium-99m pertechnetate	현재 아기에서 수유 중단 권고는 최대 3 주까지 다양 용량에 따라 최대 24 시간
신장 영상검사 Tc-99m DTPA Tc-99m MAG3 Tc-99m DMSA Tc-99m glucoheptonate	아니오 ^a 아니오 ^a 아니오 ^a 아니오 ^a
심장 영상검사 Tc-99m Sestamibi Tc-99m Tetrofosmin	아니오 ^a 아니오 ^a
MUGA 생체 외 Tc-99m 적혈구 생체 내 Tc-99m 적혈구	아니오 ^a 용량에 따라 최대 12 시간
VQ 스캔 Tc-99m MAA	12 시간
유방 영상검사 선별 또는 진단적 유방조영술 초음파 가돌리늄 기반 정맥 조영제를 사용하는 MRI	아니오 아니오 아니오

^a 국제원자력기구(International Atomic Energy Administration)는 외부 피폭과 약품 내 자유 Tc-99m pertechnetate 를 고려하여 4 시간 동안 모유수유를 중단하거나, 수유를 1 회 거르도록 권고한다.

CT, computed tomography; MRI, magnetic resonance imaging; MUGA, multigated acquisition scan; Tc-99m MAA, technetium-99m macroaggregated albumin; PET, positron emission tomography; Tc-99m MAG3, technetium-99m mertiatide; Tc-99m DMSA, technetium-99m succimer; VQ, ventilation-perfusion.

모유수유 중 유방조영술 촬영에 금기 사항은 없다. 유방 실질 밀도를 낮추기 위해 유방조영술 전에 젖을 먹이거나 짜도록 권고되며, 그렇게 함으로써 유방조영술 민감도가 높아진다. 초음파 역시 유방조영술과 함께 보조 추가 검사로 사용할 수 있다. 수유로 인한 생리적 혈관 증가 때문에 자기공명영상(MRI)에서 배경 실질이 현저하게 증강된다. 단기간 모유수유를 하는 고위험군 여성은 3 개월간 수유 중단 후 MRI 검사를 해야 한다. 더 오랜 기간 모유수유를 계획하는 고위험 여성은 선별 검사를 위해 유방조영술에 추가로 MRI 검사를 고려할 수 있다.

진단 검사. 수유 중 진단 유방 영상검사는 비수유 여성과 동일하다. 우려되는 부위가 만져지거나 지속적인 혈성 유두 분비물이 보이면 진단적 평가를 위해, 종종 초음파가 초기 영상검사 방식으로 쓰인다. 초음파가 음성이거나 의심스러운 결과를 보이면, 유방조영술을 통한 추가 영상검사를 해야 할 수도 있다.

조영제로 증강하지 않은 방사선 영상

방사선 촬영에서 영상 획득과 관련된 방사선은 모유 자체에 영향을 미치지 않는다. 여기에는 단순 방사선 촬영, 형광 투시, 유방조영술 및 컴퓨터단층촬영(CT)이 있다. 이 검사는 모두 모유수유를 중단하지 않아야 한다.

요오드화 조영제의 비혈관 투여

요오드화 조영제를 비혈관 경로로 투여할 때는, 조영제 전신 흡수도가 낮으며 알려진 이상반응이 거의 없다. 그러나, 이들 약제로 아나필락시스 유사 반응이 보고된 적이 있으며, 어느 정도는 전신적으로 흡수될 수 있다. 장관내 투여 (예: 구강 또는 직장) 시, 배변을 통해 배설되며 장관 통과 시간에 따라 달라진다. 체강 내 (예: 자궁난관조영술) 또는 방광 내(예: 방광조영술)로 투여하면 소량이 흡수되고 신장을 통해 배출된다. 그러나, 대부분의 조영제는 검사 후 체강으로부터 배출된다. 비혈관 경로로 투여된 조영제의 모유 내 농도에 대해서는 정보가 부족하고 그러한 시술 후 모유수유에 대한 지침은 없다.^{12,13} 그러나, 정맥 투여 시 조영제의 전신 흡수율이 매우 낮고 모유 내 배출이 적다고 알려져 있으므로, 이런 류의 처치에 대해 일상적인 모유수유 중단은 권고하지 않는다.

요오드화 정맥 주사 조영제를 사용하는 CT

CT 에는 혈관 구조와 조직 시각화를 위해, 고도로 결합된 요오드가 들어 있는 정맥주사용 조영제가 사용된다. 투여된 모체 용량의 1% 미만이 모유로 배출되며,^{14,15} 아기가 섭취한 조영제의 1% 미만이 위장관으로 흡수된다.¹⁶ 따라서, 아기에게 미치는 전신 선량은 엄마에게 정맥으로 투여된 용량의 0.01% 미만이다. 미국방사선과학회가 출판한 조영제 매뉴얼에서는, 엄마가 요오드화 조영제 정맥 투여 후 모유수유를 지속하는 것이 안전하다고 기술되어 있다.¹² 이 권고 사항은 모유수유 환자에서 요오드화 조영제의 안전성과 효능을 입증한 여러 연구를 기반으로 한 것이다.¹⁴⁻¹⁸ 요오드화 조영제 정맥 투여 후 모유 맛이 약간 바뀔 수 있지만, 모유수유아에게 해롭지는 않다.

가돌리늄 기반 정맥 주사 조영제를 사용하는 MRI

가돌리늄은 MRI 중 혈관 구조 및 기관을 증강시키는 정맥 주사 조영제에 들어있는 중금속이다. 투여된 모체 용량의 0.04% 미만이 모유로 배출되며,^{17,19,20} 아기가 섭취한 조영제의 1% 미만이 위장관으로 흡수된다.^{20, 21} 따라서, 아기에게 미치는 전신 선량은 엄마에게 정맥으로 투여된 용량의 0.0004% 미만이다. 미국방사선과학회가 출판한 조영제 매뉴얼에서는, 엄마가 가돌리늄 기반 조영제 정맥 투여 후 모유수유를 지속하는 것이 안전하다고 기술되어 있다.¹² 이 권고 사항은 모유수유 환자에서 가돌리늄 기반 조영제의 안전성을 입증한 여러 연구를 기반으로 한 것이다.¹⁵⁻²¹ 가돌리늄 기반 조영제 정맥 투여 후 모유 맛이 약간 바뀔 수 있지만, 모유수유아에게 해롭지는 않다.

핵의학 영상검사

핵의학 영상검사에서는 신체의 기능적 영상을 얻기 위해 방사성핵종 또는 방사성의약품이라고 하는 방사성물질이 사용된다. 검사 방법에 따라, 이러한 물질은 흡입, 정맥 주사, 또는 경구로 투여된다. 그런 다음 체내에 축적된 부위를 보여주는 영상이 얻어진다.

모유수유 환자에게 조언할 때는, 아기가 두 가지 경로를 통해 방사능에 노출될 수 있다는 사실을 고려해야 한다. 가장 흔한 노출 경로는 섭취한 모유 자체의 방사능이다. 고려해야 할 또 다른 가능한 경로는 엄마와 가까이 있음으로써 생기는 외부 노출이다. 이 두 번째 상황은 투여된 방사능이, 수유 중 대사적으로 활성화된 유방 조직에 집중될 때 발생한다. 이 두 번째 노출 경로는 양전자방출단층촬영(PET)에 사용되는 fludeoxyglucose-F18(FDG)에서만 문제가 된다. 논의된 다른 물질들은 활동성 유방 조직 내에 축적되지 않는다.²² 구체적인 각각의 물질과 관련된 위험은 아래에 설명된다.

가장 일반적인 진단 핵의학 방사성의약품에 대해서는 노출된 방사능으로 인해 아기에게 미칠 예상 방사선량이 보고되어 왔다. 일반적인 규칙으로, 100mrem (1mSV) 미만 방사선량에 대해서는 모유수유 중단이 필요하지 않다.²³ 원자력규제위원회(the Nuclear Regulatory Commission: NRC) 및 국제방사선방호위원회(the International Commission on Radiological Protection : ICRP)가 가장 일반적으로 사용되는 방사성의약품에 대한 지침을 출간하였다. 일부 물질에 대해서는 원자력규제위원회와 국제방사선방호위원회 간에 권고가 다르고 국제원자력기구(the International Atomic Energy Agency: IAEA)는 외부 피폭과 약품 내 자유 Tc99m pertechnetate 를 고려하여 4 시간 동안 모유수유를 중단하거나, 수유를 1 회 거르도록 권고한다는 점에 유의해야 한다.²²⁻³¹

양전자방출단층촬영. PET 는 가장 일반적으로 시행되는 핵의학 검사이며 암 진단 및 병기 결정에 흔히 이용된다. 여기에 쓰이는 FDG 는 화학적으로 포도당과 비슷하지만, 분자에 치환된 양전자 방출 방사성핵종 불소-18 가 신체의 대사활성 병변을 확인할 수 있게 해 준다.

FDG 는 모유로 배출되지 않는다. 그러나, 유방 조직 자체에 방사능이 집중되므로, 엄마와 아기 사이의 접촉은, FDG 투여 후 12 시간 동안 제한해야 한다. 이 시간 동안 젖을 짜서 아기에게 안전하게 먹일 수 있다. 짠 젖은 버릴 필요가 없다.

골스캔. 골스캔은 골질의 전이성 질환을 감지하는 데 이용할 수 있으며 가장 일반적으로 99m-medronate (Tc-99mMDP)가 사용된다. Tc-99mMDP 는 모유로 거의 배출되지 않는다. 모유수유를 중단할 필요가 없다.

갑상선 영상검사. 핵의학 갑상선 영상에는 다음 세 가지 방사성핵종이 사용된다. I-131, I-123, pertechnetate Tc 99m. I-131 은 갑상선암이나 그레이브스 병 치료에 가장 일반적으로 사용된다. 간혹 갑상선암에서 전이를 평가하는 데 사용되기도 하지만, I-131 은 일반적으로 다음 3 가지 이유로 일상적인 갑상선 영상 촬영에는 사용되지 않는다. 즉 고원리 감마 에너지(364keV), 높은 베타 방출 (갑상선에 대한 다선량 피폭) 및 긴 반감기(8.04 일). I-131 을 사용하려면 이번 아기에서 모유수유를 완전히 중단해야 한다. I-131 치료 용량 투여 최소 4 주 전에 모유수유 중단이 권고된다. 이렇게 하면, 유방에 대한 방사선량과, 모유 내 방사성요오드 누출로 옷이 오염될 위험이 적어진다.³²

일상적인 갑상선 영상을 위해서는 I-123 과 pertechnetate Tc 99m 이 보다 선호되는 방사성핵종이다. I-123 은 I-131 보다 갑상선에 대한 선량이 적고 반감기가 더 짧다(13 시간 대 8 일). I-123 투여 후 모유수유와 관련한 권고는 다양하다. 어떤 자료는 중단이 필요 없다고 하는 반면, 다른 출처는 최대 3 주까지 중단을 권고한다. 이전의 I-124 오염에 대한 우려는 해결되었을 가능성이 높으므로 본 프로토콜 저자들은 각각의 환자에 대한 접근방식에 대해서는 환자 본인의 지역 핵의학과 의사와 상의하기를 권고한다.³² 또한, 아기에게 모유를 주기 전에 모유의 방사능 수치를 측정할 수도 있다.³³

Technetium-99m pertechnetate 는 방사성요오드보다 반감기는 짧지만(6 시간) 기본 선량이 높다. 이는 환자가 최근에 갑상선차단제(예: 요오드 조영제)를 투여 받은 경우 선호되는 제제이다. 다른 방사성 의약품보다 모유 내 농도가 더 높기 때문에 Tc-99m pertechnetate 에 관한 모유수유 권고는 투여량에 따라 달라진다.³⁴ 방사성 의약품에 차이가 있을 수 있으므로, 권고되는 모유수유 중단 기간은 12~24 시간 범위이며, 185Mq (5mCi)의 경우 4 시간까지 짧아질 수 있다.²³ 유축한 모유는 냉장 보관했다가 10 번의 반감기 후, 혹은 약 60 시간 후에 먹일 수 있다.³⁴

신장 영상검사. 일반적인 신장 영상검사에는 4 가지 방사성의약품이 사용된다. Technetium-99m pentetate (Tc-99m DTPA)는 사구체여과율(GFR)을 평가하는 데 사용된다. Technetium-99m mertiatide (Tc-99m MAG3)는 유효 신장 혈류를 추정하는 데 사용된다. Technetium-99m succimer (Tc-99m DMSA)는 신장 피질을 평가하는데 사용된다. Technetium Tc-99m glucoheptonate 로는 신장 관류, 신장 수집계/요관 및 신장 피질 평가를 할 수 있다. 자유 pertechnetate 은 미미하므로 이들 제제는 모두 모유수유를 중단할 필요가 없다.

심장 영상검사. 수유 중인 환자에서 평가해야 할 수 있는 가장 일반적인 두 가지 심장 기능은 심근 관류와 좌심실 기능 평가이다.

'스트레스 테스트'는 심근 관류 평가에 사용되는 검사이다. 원래 스트레스 테스트는 thallium-201 을 이용하여 얻었다. 이 방사성핵종은 그 이후 대체로 Tc-99m sestamibi 와 Tc-99m tetrofosmin 으로 대체되었다. 이제는 이들 새로운 방사성의약품이 심근 관류 평가에 선호된다. Tc-99m sestamibi 나 Tc-99m tetrofosmin 을 사용할 때는, 이러한 Tc-99m 화합물은 소량만 모유로 배출되므로, 모유수유를 중단할 필요가 없다.^{34,35} 탈륨에 대한 권고로 모유수유 중단 기간은 48 시간에서 3 주까지 다양하다. 본 프로토콜 저자들은 각각의 환자에 대한 접근방식에 대해서는 환자 본인의 지역 핵의학과의 의사와 상의하고, 모유의 방사능 측정을 고려하도록 권고한다.²³

MUGA(Multigated Acquisition Scan)는 좌심실 분출률을 평가하는 데 사용하며, technetium-99m pertechnetate 는 이 검사를 위해 자가 적혈구를 표시하는 데 이용되는 방사성핵종이다. MUGA 에 대한 권고 사항은 적혈구 표지가 생체 내, 혹은 생체 외에서 이루어지는지에 따라 달라진다. 생체 외 표지는 환자 체외에서 이루어지며, 모유수유를 중단할 필요가 없다. 그러나, 생체 내 표지의 경우는 6~12 시간 수유 중단이 권고되며, 이 때는 이 프로토콜을 사용하는 환자의 체내에 Tc-99m pertechnetate 가 직접 주입된다. 유축한 모유는 냉장 보관했다가 10 번의 반감기 후, 혹은 약 60 시간 후에 먹일 수 있다.³⁴ 방사능과 전혀 무관하므로, 모유수유 중인 환자에서는, 심초음파 검사를 MUGA 의 대안으로 강력하게 고려해야 한다.

환기 관류 스캔. 환기 관류(VQ) 스캔은 요오드조영제 알레르기나 신부전증이 있는 환자에서 폐색전증을 평가하는 데 사용할 수 있다. 환기와 관류 영상을 모두 다 얻을 수 있다. 관류 영상에서 일치하지 않는 결함이나 나타나면 폐색전증의 존재를 의미할 수 있다. 사용되는 관류제는 technetium-99m macroaggregated albumin(Tc-99m MAA)이다. 환기제로는 Tc-99m DTPA 와 xenon-133 이 있다.

Tc-99m MAA 의 경우, 12 시간 모유수유 중단이 권고된다. 환기제 Tc-99m DTPA 와 xenon-133 에 대해서는 수유 중단이 필요하지 않지만, 이 제제들이 항상 관류제인 Tc-99m MAA 와 함께 사용되기 때문에 모든 환기 관류 스캔의 경우, 12 시간 모유수유 중단이 권고된다.^{34,36,37} 수유 중단 중에, 환자는 3~4 시간마다 10~15 분 또는 젓이 거의 나오지 않을 때까지 유축을 해야 한다. 유축한 모유는 냉장 보관했다가 10 번의 반감기 후, 혹은 약 60 시간 후에 먹일 수 있다.^{34,38-40}

요오드 조영제에 대한 금기사항이 없는 환자라면 모두, 폐색전증이 의심될 경우, CT 혈관 조영술이 평가를 위한 영상 검사 방법으로 선호된다는 점에 유의해야 한다. 조영제 알레르기나 신부전(사구체여과율 GFR<30) 상황에서는 Tc-99m MAA 의 모유수유 중단에 대해 이미 설명한 지침에 따라 환기 관류 스캔을 시행할 수 있다.

미래 연구를 위한 권고

정맥 조영제와 흔히 사용되는 방사성핵종의 안전성은 잘 연구되어 왔다. 새로운 제제가 도입됨에 따라, 추가적인 연구가 수행되어야 한다.

번역자

정유미 (Yoo-Mi Chung, MD, FABM, IBCLC)
Breastfeeding Medicine. April 2019, 14(5): 290-294
The date of the translation: June 2021.

ABM 프로토콜은 발표된 날로부터 5 년째 폐기된다. 본 프로토콜의 내용은 발행 시점의 최신 정보이다. 근거에 입각한 개정은 5 년 이내에, 또는 근거에 중대한 변화가 있는 경우는 더 일찍 이루어진다.

Annotated Bibliography

For more information on radiology and nuclear medicine protocols for lactating women, please see the Supplementary Data.

Supplementary Material

Supplementary Data

참고문헌

1. Boivin G, de Korvin B, Marion J, et al. Is a breast MRI possible and indicated in case of suspicion of breast cancer during lactation? *Diagn Interv Imaging* 2012;93:823–827.
2. Espinosa LA, Daniel BL, Vidarsson L, et al. The lactating breast: Contrast-enhanced MR imaging of normal tissue and cancer. *Radiology* 2005;237:429–436.
3. Expert Panel on Breast Imaging, diFlorio-Alexander RM, Slanetz PJ, et al. ACR appropriateness criteria: Breast imaging of pregnant and lactating women. *J Am Coll Radiol* 2018;15(11S):S263–S275.
4. Helewa M, Levesque P, Provencher D, et al. Breast cancer, pregnancy, and breastfeeding. *J Obstet Gynaecol Can* 2002;24:164–180; quiz 181–184.
5. National Comprehensive Cancer Network Inc. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: Breast Cancer Screening and Diagnosis. 2018; Version 3.2018. Available at https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/breast-screening.pdf (accessed November 1, 2018).
6. Newman J. Breastfeeding and radiologic procedures. *Can Fam Physician* 2007;53:630–631.
7. Obenauer S, Dammert S. Palpable masses in breast during lactation. *Clin Imaging* 2007;31:1–5.
8. Robbins J, Jeffries D, Roubidoux M, et al. Accuracy of diagnostic mammography and breast ultrasound during pregnancy and lactation. *AJR Am J Roentgenol* 2011;196:716–722.
9. Sabate JM, Clotet M, Torrubia S, et al. Radiologic evaluation of breast disorders related to pregnancy and lactation. *Radiographics* 2007;27 Suppl 1:S101–S124.

10. Talele AC, Slanetz PJ, Edmister WB, et al. The lactating breast: MRI findings and literature review. *Breast J* 2003;9:237–240.
11. Vashi R, Hooley R, Butler R, et al. Breast imaging of the pregnant and lactating patient: Physiologic changes and common benign entities. *AJR Am J Roentgenol* 2013;200:329–336.
12. American College of Radiology. ACR Manual on Contrast Media. Administration of contrast media to women who are breast-feeding. 2018 (Version 10.3), 99–100. Available at https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/Contrast_Media.pdf (accessed November 1, 2018).
13. Davis PL. Anaphylactoid reactions to the nonvascular administration of water-soluble iodinated contrast media. *AJR Am J Roentgenol* 2015;204:1140–1145.
14. Bettmann MA. Frequently asked questions: Iodinated contrast agents. *Radiographics* 2004;24 Suppl 1:S3–S10.
15. Webb JA, Thomsen HS, Morcos SK; Members of Contrast Media Safety Committee of European Society of Urogenital Radiology (ESUR). The use of iodinated and gadolinium contrast media during pregnancy and lactation. *Eur Radiol* 2005;15:1234–1240.
16. Tremblay E, Therasse E, Thomassin-Naggara I, et al. Quality initiatives: Guidelines for use of medical imaging during pregnancy and lactation. *Radiographics* 2012;32:897–911.
17. Wang PI, Chong ST, Kielar AZ, et al. Imaging of pregnant and lactating patients: Part 1, evidence-based review and recommendations. *AJR Am J Roentgenol* 2012;198:778–784.
18. Tirada N, Dreizin D, Khati NJ, et al. Imaging pregnant and lactating patients. *Radiographics* 2015;35:1751–1765.
19. Rofsky NM, Weinreb JC, Litt AW. Quantitative analysis of gadopentetate dimeglumine excreted in breast milk. *J Magn Reson Imaging* 1993;3:131–132.
20. Kubik-Huch RA, Gottstein-Aalame NM, Frenzel T, et al. Gadopentetate dimeglumine excretion into human breast milk during lactation. *Radiology* 2000;216:555–558.
21. Lin SP, Brown JJ. MR contrast agents: Physical and pharmacologic basics. *J Magn Reson Imaging* 2007;25:884–899.
22. Siegel J. Guide for Diagnostic Nuclear Medicine. Nuclear Regulatory Commission Regulation of Nuclear Medicine;2002. Available at https://www.nrc.gov/materials/miau/miaureg-initiatives/guide_2002.pdf (accessed November 1, 2018).
23. Stabin MG, Breitz HB. Breast milk excretion of radiopharmaceuticals: Mechanisms, findings, and radiation dosimetry. *J Nucl Med* 2000;41:863–873.
24. International Commission on Radiological Protection, Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals. Annex D. Recommendations on breastfeeding interruptions. ICRP Publication 106, *Annals of the ICRP* 38:163–165, 2008.
25. Alexander EK, Pearce EN, Brent GA, et al. 2017 Guidelines of the American Thyroid Association for the diagnosis and management of thyroid disease during pregnancy and the postpartum. *Thyroid* 2017;27:315–389.
26. Howe DB, Beardsley M, Bakhsh S. Consolidated Guidance About Materials Licenses: Program-Specific Guidance About Medical Use Licenses. Vol. 9; 2008. Available at <https://www.nrc.gov/docs/ML0734/ML073400289.pdf> (accessed November 1, 2018).
27. Jamar F, Buscombe J, Chiti A, et al. EANM/SNMMI guideline for 18F-FDG use in inflammation and infection. *J Nucl Med* 2013;54:647–658.

28. Mettler F, Guiberteau M. Essentials of Nuclear Medicine Imaging. 6th ed. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier, 2012, pp. 565–567.
29. Society of Nuclear Medicine. The SNM Procedure Guideline for General Imaging 6.0. 2010 (Version 6.0). Available at http://snmmi.files.cms-plus.com/docs/General_Imaging_Version_6.0.pdf (accessed November 1, 2018).
30. Mandel SJ, Shankar LK, Benard F, et al. Superiority of iodine-123 compared with iodine-131 scanning for thyroid remnants in patients with differentiated thyroid cancer. *Clin Nucl Med* 2001;26:6–9.
31. International Atomic Energy Agency. Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation, IAEA Safety Standards Series No. SSG-46, IAEA, Vienna. 2018. <https://www.iaea.org/publications/11102/radiation-protection-and-safety-in-medical-uses-of-ionizing-radiation> (accessed April 26, 2019).
32. Drugs and Lactation Database (LactMed) [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US); 2006-. Sodium Iodide I 131. Updated October 31, 2018. Available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK501563> (accessed April 22, 2019).
33. Romney B, Nickoloff EL, Esser PD. Excretion of radioiodine in breast milk. *J Nucl Med* 1989;30:124–126.
34. Leide-Svegborn S, Ahlgren L, Johansson L, et al. Excretion of radionuclides in human breast milk after nuclear medicine examinations. Biokinetic and dosimetric data and recommendations on breastfeeding interruption. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2016;43:808–821.
35. Drugs and Lactation Database (LactMed) [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US); 2006-. Technetium Tc 99m Sestamibi. Updated October 31, 2018). Available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK501581> (accessed April 22, 2019).
36. Howe DB, Beardsley M, Bakhsh S. Appendix U. Model Procedure for Release of Patients or Human Research Subjects Administered Radioactive Materials. NUREG-1556. Consolidated guidance about materials licenses. Program-specific guidance about medical use licenses. Final report. U.S. Nuclear Regulatory Commission Office of Nuclear Material Safety and Safeguards. 2008;9, Rev. 2. Available at www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/staff/sr1556/v9/r2 (accessed April 22, 2019).
37. Mattsson S, Johansson L, Leide Svegborn S, et al. Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals: A compendium of current information related to frequently used substances. *Ann ICRP* 2015;44(2 Suppl):7–321.
38. Mountford PJ, Coakley AJ. A review of the secretion of radioactivity in human breast milk: Data, quantitative analysis and recommendations. *Nucl Med Commun* 1989;10:15–27.
39. Early PJ, Sodee DB. Principles and Practice of Nuclear Medicine. 2nd ed. St. Louis: Mosby-Year Book, Inc., 1995, pp. 1380–1381.
40. Administration of Radioactive Substances Advisory Committee. Notes for guidance on the clinical administration of radiopharmaceuticals and use of sealed radioactive sources. 2006;25–27. Available at www.arsac.org.uk (accessed April 22, 2019).

ABM 프로토콜은 발표된 날로부터 5 년째 폐기된다. 본 프로토콜의 내용은 발행 시점의 최신 정보이다. 근거에 입각한 개정은 5 년 이내에, 또는 근거에 중대한 변화가 있는 경우는 더 일찍 이루어진다.

Katrina B. Mitchell, MD, lead author
Margaret M. Fleming, MD, MSc
Philip O. Anderson, PharmD, FASHP
Jamie G. Giesbrandt, MD

The Academy of Breastfeeding Medicine

Protocol Committee:

Michal Young, MD, Chairperson

Larry Noble, MD, Translations Chairperson

Sarah Reece-Stremtan, MD, Secretary

Melissa Bartick, MD, MSc

Sarah Calhoun, MD

Sarah Dodd, MD

Megan Elliott-Rudder, PhD, MBBS

Laura Rachel Kair, MD

Susan Lappin, MD

Ilse Larson, MD

Ruth A. Lawrence, MD

Yvonne LeFort, MD

Kathleen A. Marinelli, MD

Nicole Marshall, MD

Catherine Murak, MD

Eliza Myers, MD

Adora Okogbule-Wonodi, MD

Audrey Roberts, MD

Casey Rosen-Carole, MD, MPH, MScEd

Susan Rothenberg, MD

Tricia Schmidt, MD

Tomoko Seo, MD

Natasha Sriraman, MD, MPH

Elizabeth K. Stehel, MD

Rose St. Fleur, MD

Nancy Wight, MD

Lori Winter, MD, MPH

For correspondence: abm@bfmed.org