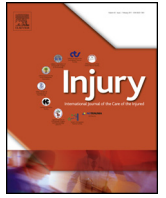


에서 사용할 수 있는 콘텐츠 목록 [사이언스다이렉트](#)

부상

저널 홈페이지: www.elsevier.com/locate/injury

쥐 모델에서 고주파 전자파 자극이 근육 손상에 미치는 영향

송다현[†], 김미화[†], 이용택^비, 이정환^씨, 김경아[†], 김상준^{†,*}

[†] 삼성서울병원 줄기세포재생의학연구소 물리재활의학과
 비성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 재활의학교실
 씨우리들척추병원 물리재활의학과

기사 정보

키워드:

고주파

부상

염증

열

사이토키인

추상적인

소개: 본 연구의 목적은 고주파(HF) 전자파 적용 후 근육 타박상이 있는 조직의 생물학적 변화를 조사하는 것입니다.

행동 양식: 오른쪽 뒷다리에 아크릴 파이프를 놓고 파이프 내부에 금속 공을 떨어 뜨려 근육 타박상을 입혔습니다. 최적의 근육 타박상 조건을 획득한 Sprague-Dawley 쥐 20마리를 심부전 치료군(N=10)과 가짜 치료군(N=10)으로 나누어 오른쪽 대퇴부 근육 타박상을 입혔다. 오른쪽 넓적다리(음성대조군)의 두께와 둘레를 측정하였다(0일). 3일 동안 HF 전자파 자극은 1일 후에 HF 그룹의 타박상 부위에 수행되었습니다. 두께는 양쪽 뒷다리 중 가장 두꺼운 부위에서 측정하였고 둘레는 3일 동안 매일 측정하였다. 모의군은 치료를 하지 않고 동일한 방법으로 둘레와 두께를 측정하였다. 사흘 후, 비피부와 근육층의 세포사멸에 대해 TUNEL assay를 시행하였다.

결과: 1일째 허벅지 근육 두께는 그룹 간에 유의미한 차이가 있었습니다(피 = 0.018) 이 차이는 가짜 그룹과 대조군 모두에서 관찰되었습니다(보정됨). 피 = 0.007), 가짜 그룹과 HF 그룹 사이(보정됨) 피 = 0.043). 허벅지 둘레는 3일째에 크게 달라졌습니다. (P = 0.047) 그리고 이 차이는 가짜 그룹과 대조군 사이에서 발견되었습니다(수정됨). 피 = 0.018), 가짜 그룹과 HF 그룹 사이(보정됨) 피 = 0.032). HF군에서는 염증반응이 대조군과 거의 같은 수준으로 감소하였다. IL-1의 평가비|IHC를 통한 염증성 사이토키인 수준은 IL-1의 현저한 국소화를 보여주었다. 비가짜 그룹의 근육 섬유에서. 그러나 훨씬 적은 IL-1비|HF 처리군의 근육에서 관찰되었다. HF 자극 후 손상이나 세포사멸은 없었다.

결론: HF의 적용은 근육 부종을 감소시켜 근육 타박상에 대한 치료 효과를 나타냈습니다. 이 효과는 손상된 근육에 에너지를 불려일으키는 HF의 항염증 작용에 의해 유발될 수 있습니다.

© 2018 Elsevier Ltd. 판권 소유.

소개

고주파(HF) 전자파는 국제 전기 통신 연합(ITU) 주파수 대역에서 3~30MHz 사이에 존재합니다. HF 전자파는 피부 콜라겐 리모델링을 위해 화장품 산업에서 사용 됩니다.1], 탈장

허리 디스크 치료 [2], 골관절염 무릎 통증 [삼], 난치성 요통 [4]. 이 고주파는 전기적 특성, 열적 특성 및 혈류량에 따라 다양한 정도로 조직에 열을 전달합니다.5].

근골격계 통증 관리를 위해 핫팩, 적외선, 초음파, 단파 등 다양한 종류의 온찜질을 시행하고 있습니다. 조직으로의 열 전달에 대한 많은 연구가 수행되었으며 열의 생물학적 영향이 확립되었습니다.5-7]. 열 요법은 통각 활동을 감소시켜 통증을 조절합니다.8], 혈류 증가 [9] 및 근육 이완 [10], 염증성 사이토키인 조절 [11]. 열

* 교신저자: 서울시 강남구 일원로 81 삼성서울병원 물리재활의학과

이메일 주소: catedral.sjk@gmail.com (SJ Kim).<https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.03.022> 0020-1383/

© 2018 Elsevier Ltd. 판권 소유.

치료는 또한 혈류를 증가시켜 근육 및 피하 타박상의 흡수를 향상시킵니다.^{12,13}].

HF 전자파 치료가 임상 시험에서 사용되었지만 [4,14,15], 조직에 대한 생물학적 효과는 잘 알려져 있지 않습니다. 근골격계 통증 및 부상에 HF 전자파 치료를 적용하려면 열적 특성과 생물학적 영향을 철저히 조사해야 합니다. HF 적용 후 조직의 변화와 근육 타박상에 대한 HF 전자파의 영향은 임상 사용 전에 해명되어야 합니다. 그러나 HF 전자파 적용 후 HF가 근육 타박상이나 조직의 생물학적 변화에 미치는 영향에 대한 연구는 없었습니다.

본 연구의 목적은 HF 전자파 적용 후 근육 타박상이 있는 조직의 생물학적 변화를 조사하는 것이다.

재료 및 방법

근육 좌상 쥐 모델의 준비

근육좌상 쥐 모델은 10주령의 수컷 Sprague-Dawley 쥐(Orient Bio, 가평, 한국) 15마리(체중 300~370g)를 사용하였다. 1주일 간의 적응 기간 후 쥐를 2% isoflurane(Ifran1, 하나약품, 화성, 한국). 양쪽 뒷다리의 앞부분을 전기 이발기로 깎았다. 쥐를 90도 각도로 뒷다리를 고정하여 오른쪽에 배치했습니다. 구부러진 위치, 오른쪽 뒷다리에 아크릴 파이프를 대고 파이프 내부에 금속공을 떨어뜨려 근육 타박상(그림 1). 랫트를 3개의 그룹으로 나누고 각 그룹에서 5마리의 랫트를 각각의 조건으로 실험하였다. 세 가지 조건(30cm 낙하 높이의 200g 금속 공, 300g

30cm 낙하 높이의 금속 공과 20cm 낙하 높이의 500g 금속 공)이 최대 타박상에 필요한 조건을 결정하기 위해 시도되었습니다. 금속구를 한 방울 떨어뜨린 지 5분 후에 가장 눈에 띄는 종창과 타박상이 발견되었을 때 최대 타박상으로 판단하였다.

테스트된 세 가지 부상 조건 중에서 300g 금속 공과 30cm 낙하 높이가 허벅지 근육의 가장 두드러진 부종을 유발했습니다(그림 2). 300g 무게와 30cm 낙하 높이를 사용하여 허벅지 둘레는 7일에 21.7%, 14일에 20.8% 증가했습니다. 200g 무게와 30cm 낙하 높이를 사용하여 허벅지 둘레는 7일에 1.3% 증가했고 마지막으로 500g의 무게와 20cm의 드롭 높이를 사용하여 허벅지 둘레는 7일차에 2.5% 증가했고 14일차에는 4.9% 감소했습니다. HF 실험을 위한 최적의 파이프 높이.

고주파 치료

최적의 근육 타박상 조건을 획득한 랫트 20마리를 심부전 치료군(N=10)과 대조군(N=10)으로 나누어 위의 약물로 마취 후 오른쪽 대퇴부 근육 타박상을 입혔다. 방법. 근육 타박상 후 오른쪽 허벅지와 왼쪽 허벅지(음성 대조군)의 두께와 둘레를 측정하였다(0일). 측정 후 쥐는 마취에서 깨어나 자유롭게 움직이도록 방치하였다. 근육 타박상 모델 제작 1일 후 전기전도젤을 도포하고 마취 후 HF군에서 타박상 부위에 HF파 자극을 시행하였다(그림 3). HF 자극은 HF 전자파 자극기(HIPER-500, JS-온 주식회사, 서울, 한국). 자극 후 전도젤을 제거하고 양쪽 뒷다리의 둘레와 두께를 측정하였다. 두께는 뒷다리 중 가장 두꺼운 부분을 측정하였고, 둘레는 3곳에서 측정하였다. 슬개골 바로 아래를 측정의 두 번째 지점으로 정하고 두 번째 지점 위아래 5mm를 첫 번째 및 세 번째 지점으로 결정했습니다(그림 3b). 팽윤 상태의 변화를 결정하기 위해 세 지점에서의 둘레 측정을 평균하였다. 실험 중 마취 상태에서 3일 동안 자극과 측정을 반복하였다. 하루 동안의 자극과 측정은 약 1시간 정도 소요되었습니다.



그림 1. 근육 좌상 쥐 모델의 경우 양쪽 뒷다리의 앞부분을 전기 클리퍼로 면도했습니다. 쥐를 90도 각도로 뒷다리를 고정하여 오른쪽에 배치했습니다. 플로리다워치를 벗어났습니다. 오른쪽 뒷다리에 아크릴 파이프를 놓고 파이프 내부에 금속 공을 떨어뜨렸습니다.

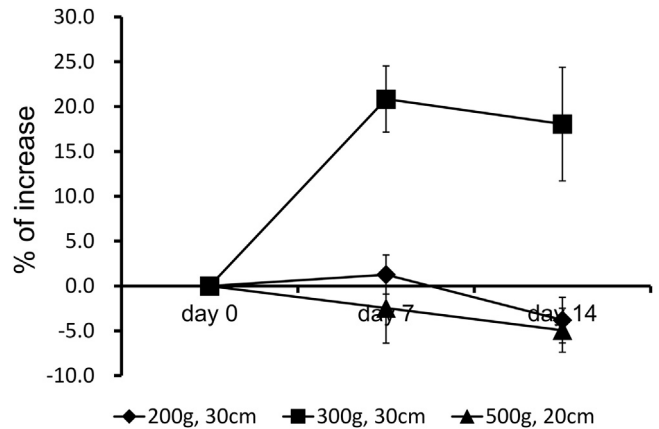


그림 2. 최대 타박상에 필요한 조건을 결정하기 위해 금속 공의 여러 낙하 높이와 무게를 시도했습니다. 테스트된 세 가지 부상 조건 중에서 300g 금속 공과 30cm 낙하 높이는 허벅지 근육의 가장 두드러진 부종을 유발했습니다(허벅지 둘레 증가 %).

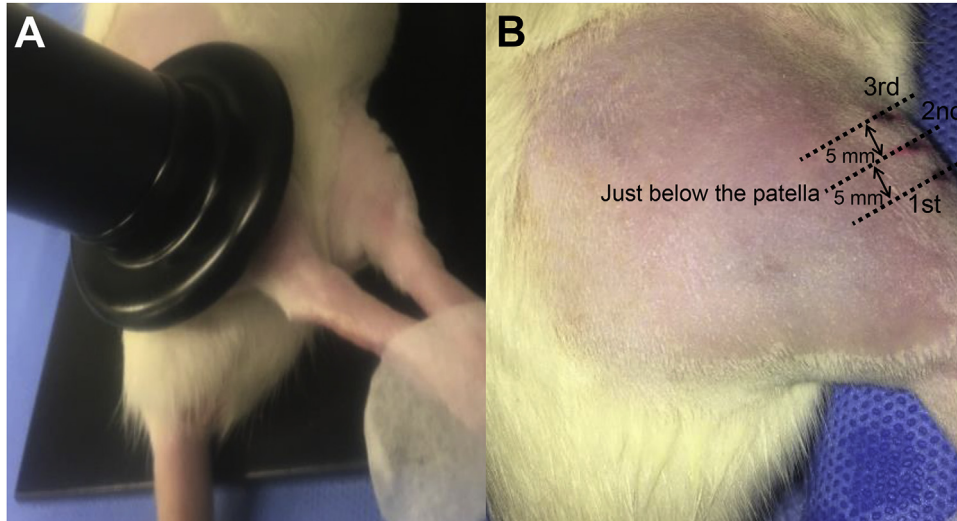


그림 3. 타박상 부위(3A)에 고주파(HF) 전자파 자극을 시행하였다. HF 자극은 HF 자극기를 사용하여 3일 동안 매일 20분 동안 2초 켜짐/2초 꺼짐 펄스 모드로 260mA(35W)의 강도를 사용했습니다. 둘레는 세 지점에서 측정되었습니다. 슬개골 바로 아래를 측정의 두 번째 지점으로 하고, 두 번째 지점 위아래 5mm를 첫 번째 및 세 번째 지점으로 합니다(3B).

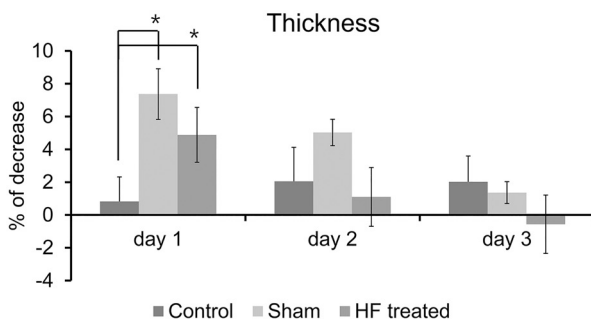
가짜 그룹은 치료를 받지 않았고 근육 좌상 후 자유롭게 움직였습니다. 양쪽 뒷다리의 둘레와 두께는 같은 방법으로 측정하였다.

평균 상태의 경시적인 변화를 관찰하기 위해 두께 및 둘레 측정을 3일 동안 매일 반복하였다. 두께와 둘레의 개인차를 없애기 위해 변화율(%)을 0일의 초기값으로 나누는 값으로 표현하였다.

조직학적 평가

3일간의 치료 기간 후 쥐를 CO2로 안락사시켰다. 가스 흡입 및 양쪽 뒷다리 근육이 적출되었습니다. 하루 동안 10%(v/v) 중성 완충 포르말린(HT5014, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)으로 고정된 후 근육 조직을 파라핀 용액에 포매했습니다. 5가 있는 조직 섹션 중 m 두께를 준비하고 분석을 위해 Hematoxylin과 eosin, 그리고 IHC(immunohistochemical) 염색 용액으로 염색하였다. IL-1에 대한 IHC 염색비 IL-1을 통한 타박상 후 근육 염증 상태 평가를 위해 수행되었습니다. 비항체 결합(카탈로그 번호 ab104279, Abcam, Cambridge, London, UK).

HF의 유해한 영향에 대해 DeadEnd를 사용하여 HF 및 sham 그룹의 피부와 근육의 세포 사멸을 감지했습니다. TM 제조업체의 지침에 따라 형광 측정 말단 데옥시뉴클레오티딜 트랜스퍼라제 데옥시우리딘 트리포스페이트 닉 엔드 라벨링(TUNEL) 시스템(Promega, Madison, WI, USA).



Kruskal-Wallis test를 이용하여 1일차, 2일차, 3일차에 심부전 치료군, sham 군, 음성대조군 간의 두께와 둘레 차이를 분석하였다. 사후 Mann-Whitney유 Kruskal-Wallis 테스트가 그룹 간에 유의성을 보일 때 Bonferroni 조정을 사용한 테스트를 수행했습니다. 모든 실험은 생물 의학 연구소의 인간 및 동물 실험 기관 검토 위원회(Institutional Review Board of Human and Animal Experiments)의 승인을 받았습니다(승인 코드: IACUC 20161018002).

결과

1일째 허벅지 근육 두께는 그룹 간에 유의미한 차이가 있었습니다(피=0.018) 이 차이는 가짜 그룹과 대조군 모두에서 관찰되었습니다(보정됨). 피=0.007), 가짜 그룹과 HF 그룹 사이(보정됨) 피=0.043). 그러나 이러한 차이는 2일차와 3일차 그룹 간에는 발견되지 않았습니다. (P =0.383 및 0.605, 그림 4A).

1일과 2일에 허벅지 근육의 둘레는 그룹 간에 유의미한 차이가 없었습니다(피 = 0.289 및 0.291). 그러나 허벅지 둘레는 3일차에 유의미한 차이를 보였다(피 = 0.047) 그리고 이 차이는 가짜 그룹과 대조군 사이에서 발견되었습니다(수정됨). 피 =0.018), 가짜 그룹과 HF 그룹 사이(보정됨) 피 =0.032, 그림 4B).

H&E 염색은 가짜 그룹의 근육 섬유 사이에 염증 세포가 모이는 것을 보여주었습니다. 그림 5). 반면에 HF 그룹에서는 염증 반응이 거의

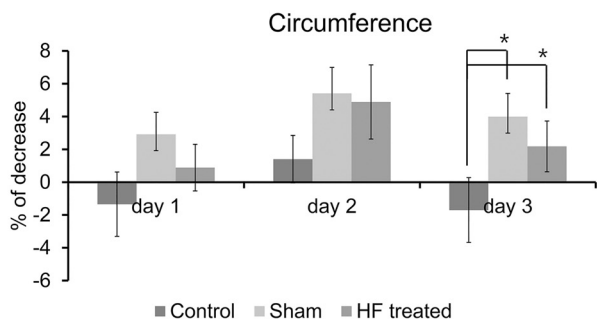


그림 4. 1일째 허벅지 근육 두께는 그룹 간에 유의미한 차이가 있었고 이 차이는 가짜 그룹과 대조군 사이, 가짜 그룹과 HF 그룹 사이에서 관찰되었습니다. 허벅지 둘레는 3일째에 유의미한 차이가 있었고 이 차이는 가짜 그룹과 대조군 사이, 가짜 그룹과 HF 그룹 사이에서 발견되었습니다.

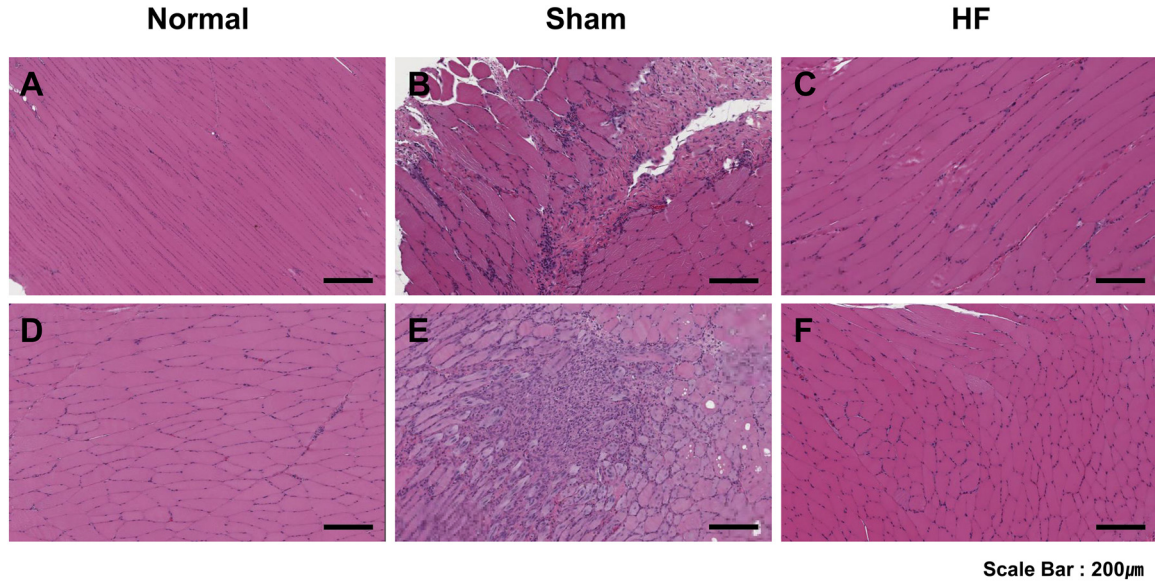


그림 5. H&E 염색은 가짜 그룹의 근육 섬유 사이에 염증 세포가 모이는 것을 보여주었습니다. 반면 HF군에서는 염증 반응이 대조군과 거의 같은 수준으로 감소했다.

대조군과 같은 수준. IL-1의 평가비 IHC를 통한 염증성 사이토카인 수준은 IL-1의 현저한 국소화를 보여주었다. 비가짜 그룹의 근육 섬유에서. 그러나 훨씬 적은 IL-1 비 HF 처리군의 근육에서 관찰되었다(그림 6).

피부의 H&E 염색은 HF 자극 후 손상이 없음을 입증했습니다(그림 7D), 이는 가짜 그룹(그림 7A) HF에서 TUNEL 염색시 피부와 근육층 내에서 세포사멸이 없었다(그림 7E 및 F) 및 가짜 그룹(그림 7B와 C).

논의

HF 전자파가 근육 타박상으로 인한 부기와 염증을 감소시키는 것을 발견했습니다. 또한 HF 전자파는 염증 반응과 염증성 사이토카인인 IL-1을 감소시켰습니다. 비 HF 치료는 피부 병변이나 근육 세포의 세포 사멸을 일으키지 않았습니다.

우리는 고정된 파이프 안에 무거운 공을 떨어뜨려 근육 부상 모델을 만들었습니다. 이전에는 낙하 질량 방법이 여러 연구에서 사용되었습니다. Inageet al. 115g의 무게를 떨어뜨려 사용

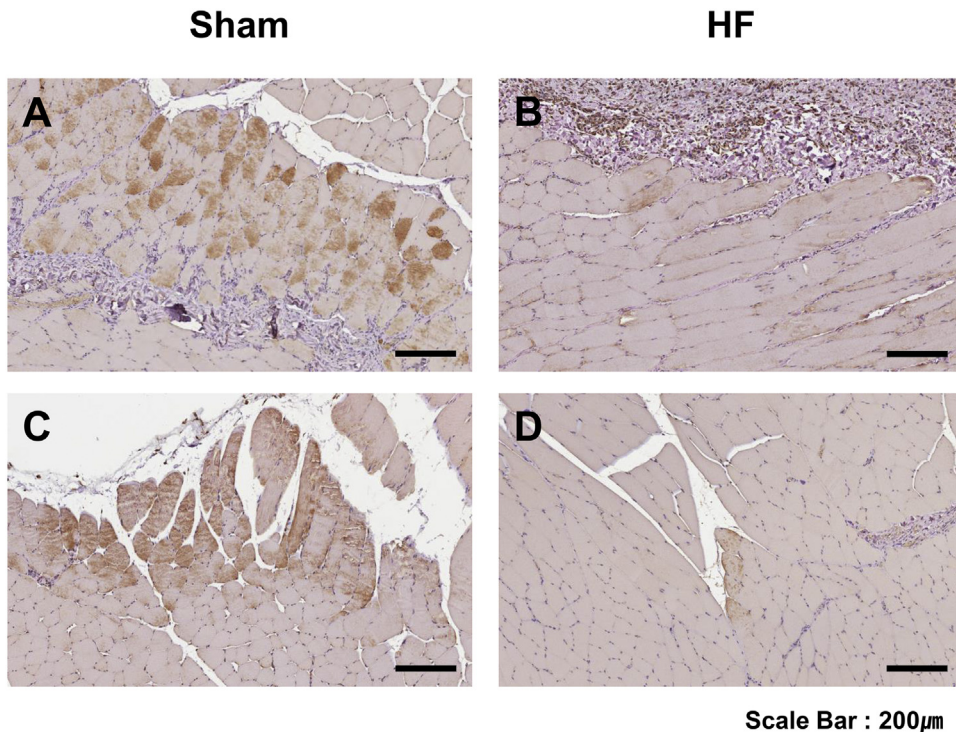


그림 6. IL-1의 발현비 IHC를 통해 IL-1의 현저한 국소화를 보여줌 비가짜 그룹의 근육 섬유에서. 그러나 훨씬 적은 IL-1 비 HF 처리군의 근육에서 관찰되었다.

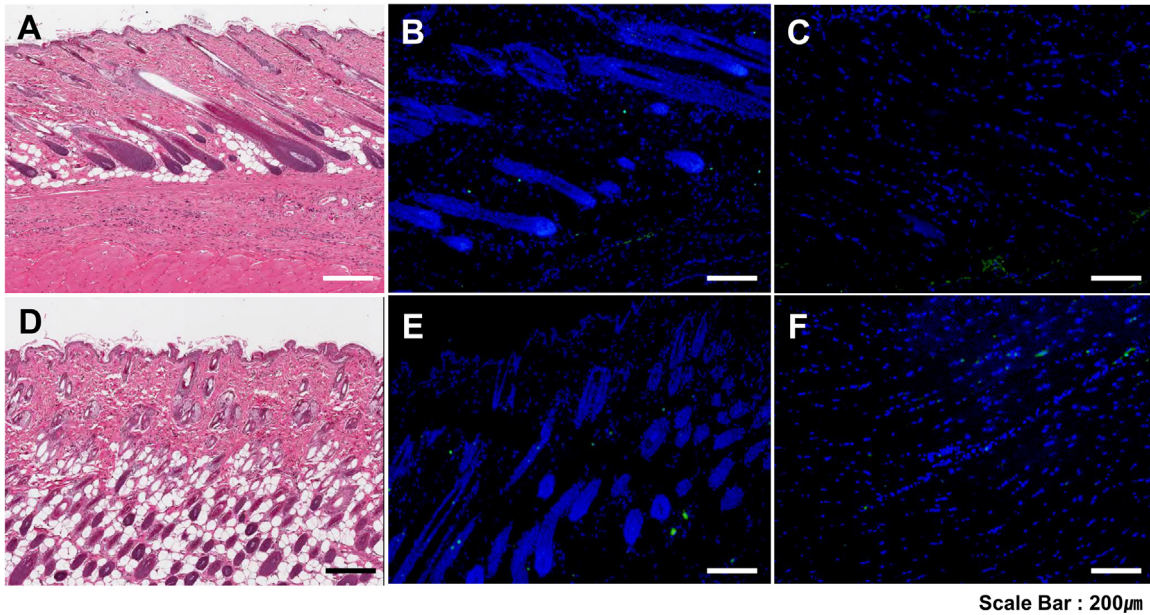


그림 7. 피부의 H&E 염색 결과 HF 전자파 자극(7D) 후 sham 그룹(7A)과 유사하게 손상이 없었고, HF에서 TUNEL 염색 시 피부 및 근육층 내 세포 사멸이 없음을 보여주었다(7E 및 7F) 및 가짜 그룹(7B 및 7C).

1m 높이에서 [16] 및 Silveira 외. 0.18m 높이에서 떨어뜨린 459g 추를 사용 [17]. 30cm 이상의 높이에서 500g 이상의 추를 떨어뜨렸을 때는 쥐의 팔다리가 부러졌지만, 200g 이하의 추를 20cm 이하의 높이에서 떨어뜨렸을 때는 팔다리의 부종이 발생하지 않았다. . 따라서 HF 실험을 위한 최적의 세 가지 조건 세트를 선택했습니다.

첫 번째 실험은 최대 타박상을 획득하고 붓기의 시간적 경과를 알아보기 위해 설계되었으므로 시간이 지남에 따라 어떻게 변화하는지 관찰하기 위해 2주 동안 관찰했습니다. 그러나 타박상 부위에 HF 전자파를 자극하자 3일만에 타박상이 완전히 해소되어 3일 이상의 자극은 의미가 없다고 생각하였다.

열은 바닐로이드 1, PKC 및 cAMP를 포함하는 일시적인 수용체 전위를 통해 골격근 세포로부터 IL-6의 방출을 유도합니다.[11], 그러나 IL-6는 항염증 및 염증촉진 효과가 있어 염증에 대한 열 적용의 역할이 균일하지 않습니다. 또한, 골격근에 국소적인 열을 가하면 당 생성이 촉진되지만 그 기전은 제시되지 않았다.[18]. 이 연구에서 IL-1의 감소비염색 및 염증 세포 침윤은 HF가 근육 손상 후 염증을 감소시킨다는 것을 의미했습니다. 이것은 이전에 근육 손상에 대한 치료 효과를 보인 저수준 레이저 치료의 적용에서 발견되었습니다.[19], 그래서 우리는 HF가 염증 반응을 줄임으로써 근육 손상에 대한 치료 효과를 제공할 수 있다고 제안합니다.

마우스 근육 손상 모델에서 백혈구 침윤을 포함한 전 염증 반응은 손상 후 처음 48시간 동안 우세한 후 감소했다.[20]. 우리 연구의 가짜 그룹은 손상 후 3일째 유사한 염증 반응을 보였지만, HF 그룹은 같은 시간 동안 염증 반응이 감소하여 거의 정상 상태로 돌아왔습니다. 저수준 레이저 치료로 IL-1 감소비급성 근육 손상에서 수준 및 감소된 염증 [19], 이는 우리의 결과와 일치했습니다. 이 저수준 레이저 치료는 골격근 성능을 높이고 골격근 손상 및 cyclooxygenase-2 유전자 발현을 감소시켰습니다. 이 연구에서는 이러한 검사를 수행하지 않았지만 염증 감소는 Almeida의 연구와 유사하게 골격근 성능을 증가시키고 골격근 손상을 감소시킬 수 있습니다. [19].

항염 작용은 근육 손상 및 통증 치료에 중요한 치료 메커니즘입니다. 항염증제는 통증을 감소시키므로 우리의 결과는 행동과 통증 반응을 조사하지는 않았지만 근육 통에서 HF에 대한 가능한 치료 가능성을 시사합니다.[21,22], 임상 시험에서 항염증 작용이 근육 기능과 근육량을 증가시킨다는 증거가 나타났습니다.[23,24]. 또한 집단 분석은 통증 및 섬유증과 같은 염증 과정의 부정적인 영향을 줄이기 위해 염증 반응의 체계적인 조작을 강조합니다.[25].

우리는 피부와 근육에 손상이 없었고, HF 자극 후 피부와 근육층 내에서 세포 사멸이 없음을 발견했습니다. HF는 에너지 전달로 근육과 심부 구조의 손상에 영향을 줄 수 있지만 본 연구에서는 발견되지 않았습니다. 우리는 20분 동안 2초 켜짐/2초 꺼짐 펄스 모드로 260mA의 HF 강도가 부상 없이 쥐의 피부를 효과적으로 자극하기에 안전하다는 가설을 세웠으며, 수용 가능한 치료 대안으로 HF 치료를 채택하기 전에 임상 연구에서 외삽되어야 합니다. .

결론

우리의 연구에서 HF 전자파의 적용은 근육 부종을 감소시켜 근육 타박상에 대한 치료 효과를 보여주었습니다. 이 효과는 손상된 근육에 에너지를 불러일으키는 HF 전자파의 항염증 작용에 의해 유발될 수 있습니다.

자극 출처의 역할

이 연구는 대한민국 보건복지부의 지원으로 한국보건산업진흥원(KHIDI)을 통한 한국보건기술 R&D 사업의 지원을 받아 수행되었습니다(지원금 번호: HI16C1104).

이해 상충

이 연구와 관련하여 이해 상충은 없었습니다. 어떠한 상업 당사자도 이 연구에 관여하지 않았습니다.

참조

- [1]Fritz K., Bernardy J, Tiplica GS, Machovcova A. 피부 콜라겐 리모델링에 대한 단극 고주파의 효능: 수의학 연구. *Dermatol Ther* 2015;28(3):122-5.
- [2]Vigneri S, Sindaco G, Gallo G, Zanella M, Paci V, La Grua M 등 신경병증 특징을 동반한 만성 요천추 신경근 통증에서 다기능 경막외 전극을 이용한 펄스 고주파의 효과. *통증 의사* 2014;17(6):477-86.
- [3]Ikeuchi M, Ushida T, Izumi M, Tani T. 골관절염 무릎의 불응성 전내측 통증을 위한 경피적 고주파 치료. *진통제* 2011;12(4):546-51.
- [4]Cassuto J, Liss S, Bennett A. 난치성 통증 완화를 위해 고주파에 전달되는 변조 에너지 사용. *Int J Clin Pharmacol Res* 1993;13(4):239-41.
- [5]Rossmanna C, Haemmerich D. 고열 및 절제 온도에서 열 특성, 유전 특성 및 생물학적 조직의 관류의 온도 의존성 검토. *Crit Rev Biomed Eng* 2014;42(6):467-92.
- [6]Miller MW, Ziskin MC. 고열의 생물학적 결과. *Ultrasound Med Biol* 1989;15(8):707-22.
- [7]포스터 KR, Ziskin MC, Balzano Q. 마이크로웨이브 에너지에 대한 인간 피부의 열 반응: 비판적 검토. *건강 Phys* 2016;111(6):528-41.
- [8]Melzack R, 벽 PD. 통증 매커니즘: 새로운 이론. *과학* 1965;150(3699):971-9.
- [9]Abramson DI, Mitchell RE, Tuck Jr S, Bell Y, Zays AM. 습열의 국소 적용에 의해 생성된 혈류, 산소 흡수 및 조직 온도의 변화. *Arch Phys Med Rehabil* 1961;42:305-18.
- [10]Tepperman PS, Devlin M. 국소 열과 냉기의 치료적 사용. *Can Fam Physician* 1986;32:1110-4.
- [11]오바 S, 나카지마 T, 하세가와 T, 키쿠치 H, 오구리 G, 타카하시 M 등 열은 TRPV1/PKC/CREB 경로를 통해 골격근 세포에서 인터루킨-6를 유도합니다. *J Appl Physiol* 2017;3:683-94.
- [12]Balci Akpınar R. 헤파린 피하 주사와 관련된 타박상 회복에 대한 국소 건열 팩 적용의 효과. *J Clin Nurs* 2013;22(17-18):2531-5.
- [13]Jarvinen TA, Jarvinen TL, Kaariainen M, Kalimo H, Jarvinen M. 근육 부상: 생물학 및 치료. *Am J Sports Med* 2005;5:745-64.
- [14]Park J, Lee S, Suh E. 고주파 라디오파 전기 수술로 결막 낭종 제거. *Can J Ophthalmol* 2015;50(5):378-83.
- [15]Nose S, Kubota A, Kawahara H, Okuyama H, Oue T, Tazuke Y, et al. 상부위장관 막성 협착증에 고주파 열가미/절단기를 이용한 내시경적 막절제술. *J Pediatr Surg* 2005;9:1486-8.
- [16]Inage K, Sakuma Y, Yamauchi K, Suganami A, Orita S, Kubota G 등. 쥐 근육 손상 모델에서 국소 근육 치료에 대한 광역학 요법의 효과: 통제된 시험. *J Orthop Surg Res* 2015;10:50.
- [17]Silveira PC, Victor EG, de Souza Notoya F, Scheffer DL, da Silva L, Cantu RB 등. 외상성 근육 손상 모델에서 산화 스트레스 매개 변수에 금 나노 입자를 사용한 음파 영동의 효과. *약물 전달* 2016;3:926-32.
- [18]Slivka D, Tucker T, Cuddy J, Hailes W, Ruby B. 국소 열 적용은 글리코제네시스를 향상시킵니다. *Appl Physiol Nutr Metab* 2012;2:247-51.
- [19]de Almeida P, Tomazoni SS, Frigo L, de Carvalho P de T, Vanin AA, Santos LA 등. 저수준 레이저 요법, 디클로페낙 또는 냉동 요법 중 쥐의 외상으로 유발된 급성 골격근 손상에서 전염증성 사이토카인 방출을 감소시키는 최선의 치료법은 무엇입니까? *레이저 Med Sci* 2014;2:653-8.
- [20]Nicholas J, Voss JG, Tsuji J, Fulkerson ND, Soulakova J, Schneider BS. 마우스의 급성 골격근 손상 후 케모카인 발현 및 백혈구 침윤의 시간 경과. *선천적 면역* 2015;3:266-74.
- [21]Mackey AL, Kjaer M, Dandanell S, Mikkelsen KH, Holm L, Dossing S 등. 인간의 운동 유발 근육 전기 세포 반응에 대한 항염증 약물의 영향. *J Appl Physiol* 2007;2:425-31.
- [22]Mikkelsen UR, Langberg H, Helmark IC, Skovgaard D, Andersen LL, Kjaer M 등. 국소 NSAID 주입은 편심 운동 후 인간 골격근에서 위성 세포 증식을 억제합니다. *J Appl Physiol* 2009;5:1600-11.
- [23]Rieu I, Magne H, Savary-Auzeloux I, Averous J, Bos C, Peyron MA, 외. 저등급 증종의 감소는 식후 근육 동화 작용의 둔화를 회복시키고 늙은 쥐의 근감소증을 제한합니다. *J Physiol* 2009;22(Pt 22):5483-92.
- [24]Trappe TA, Carroll CC, Dickinson JM, LeMoine JK, Haus JM, Sullivan BE 등. 노인의 저항 운동에 대한 골격근 적응에 대한 아세트아미노펜과 이부프로펜의 영향. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2011;300(3):R655-62.
- [25]우로스 ML. 항염증제 개입 및 골격근 손상: 이익 또는 손해? *J Appl Physiol* (1985) 2013;115(6):920-8.