

지연성 근육통(DOMS): 종합적인 생리학적 및 실제적 분석

서론

본 보고서는 지연성 근육통(Delayed Onset Muscle Soreness, DOMS)에 대한 결정적이고 전문가 수준의 분석을 제공하는 것을 목표로 한다. 일반적인 오해를 넘어 근수축의 생체역학부터 세포 수준의 염증 반응에 이르기까지 DOMS의 병인을 해부하고, 특히 젖산 이론과 같은 뿌리 깊은 속설을 반증하며, 통증과 근성장 사이의 복잡한 관계를 분석한다. 최종적으로는 관리 및 예방을 위한 증거 기반의 프레임워크를 제시한다. 본 보고서는 운동에 대한 기초적 이해를 바탕으로 자신의 훈련 및 회복 프로토콜을 최적화하기 위해 세밀하고 과학적인 설명을 추구하는 '탐구적인 피트니스 학자'를 대상으로 구성되었다. DOMS는 새롭거나 강도 높은 신장성 운동에 대한 예측 가능한 적응 반응으로, 기계적 미세 손상에 의해 시작되어 지연된 복합 염증 연쇄반응을 통해 통증으로 나타난다. 이는 근육 스트레스의 신호이지만, 근성장을 가능하게 신뢰할 수 없는 대리 지표이며, 최적의 장기적 운동 발달을 위해서는 미묘한 관리 접근이 필요하다.

1. 근육통의 근본적 메커니즘: 미세 손상과 신장성 수축

1.1 DOMS의 정의: 특징과 시간 경과

지연성 근육통(DOMS)은 운동 중 즉각적으로 느껴지는 급성 통증과는 구별되는 특징을 보인다.¹ 주요 특징은 둔하고 쑤시는 통증, 뻣뻣함, 그리고 해당 근육 부위를 눌렀을 때 느껴지는 압통이다. 이러한 증상은 운동 직후가 아닌, 특징적으로 지연되어 나타난다. 일반적으로 운동 후 12시간에서 24시간 사이에 통증이 시작되며³, 24시간에서 72시간 사이에 통증 강도가 최고조에 달한다.³ 이후 증상은 점차 완화되어 특별한 치료 없이도 3일에서 7일 이내에 자연적으로 사라진다.⁵ 통증 외에도 관절 가동 범위 감소, 일시적인 근력 저하, 국소적인 부종과 같은 증상이

동반될 수 있다.¹

1.2 주요 유발 요인: 신장성 수축의 독특한 생체역학

DOMS를 유발하는 운동과 그렇지 않은 운동의 가장 큰 차이점은 근육 수축의 형태에 있다. DOMS는 압도적으로 신장성 수축(**eccentric contraction**)에 의해 발생한다.¹³ 신장성 수축이란 근육이 외부 부하에 저항하며 힘을 생성하는 동시에 길이가 늘어나는 수축 형태를 말한다. 예를 들어, 덤벨을 천천히 내리는 동작, 내리막길을 뛰어 내려가는 동작, 스쿼트의 하강 국면 등이 대표적이다.¹⁶ 반면, 근육의 길이가 짧아지며 힘을 내는 단축성 수축(**concentric contraction**, 예: 덤벨 들어 올리기)이나 길이가 변하지 않는 등척성 수축(**isometric contraction**, 예: 플랭크)은 DOMS를 거의 유발하지 않거나 미미한 수준에 그친다.⁴

신장성 수축의 역설은 DOMS 발생의 핵심을 설명한다. 신장성 수축은 단축성 수축보다 더 큰 힘을 생성하고 근섬유에 더 많은 기계적 스트레스를 가하면서도, 더 적은 수의 운동 단위를 동원하며 산소와 ATP 같은 대사 에너지를 훨씬 적게 소모한다.¹⁵ 즉, 신장성 수축은 대사적으로는 '저렴'하지만 기계적으로는 '비싼' 움직임이다. 신경계는 낮은 에너지 요구량을 감지하여 더 적은 수의 근섬유를 동원하는데, 이로 인해 높은 기계적 부하가 소수의 활성화된 근섬유에 집중된다. 이는 개별 근섬유가 구조적 한계를 초과하는 힘을 받게 만들어 미세 손상의 가능성을 극적으로 높이는 결과를 낳는다.⁴ 이러한 생체역학적-대사적 불일치 때문에 내리막길 걷기와 같이 상대적으로 '쉽게' 느껴지는 활동이 오르막길 걷기보다 더 심한 근육통을 유발할 수 있는 것이다.

1.3 근섬유 내부: 운동 유발성 근손상(EIMD)의 미세적 관점

DOMS의 통증은 운동 자체의 직접적인 결과가 아니라, 운동으로 인해 발생한 근섬유의 미세한 손상, 즉 '미세외상(**microtrauma**)'에 대한 신체의 반응이다.⁵ 이 손상은 주로 근육의 가장 작은 수축 단위인 근절(**sarcomere**)의 경계인 Z-선(**Z-line**)의 파괴와 액틴, 미오신 등 수축 필라멘트 자체의 구조적 붕괴 형태로 관찰된다.⁹

이러한 초기 기계적 손상을 운동 유발성 근손상(**Exercise-Induced Muscle Damage, EIMD**)이라고 칭한다. DOMS는 EIMD에 대한 신체의 반응으로 나타나는 통증과 뻣뻣함 같은 증상이다.⁴ 이 손상의 생화학적 증거로, 손상된 근육 세포에서 크레아틴 키나아제(**creatine kinase, CK**)나 마이오글로빈(**myoglobin**)과 같은 내부 단백질들이 혈류로 유출된다. 혈중 CK 농도는 DOMS의 시간 경과와 유사하게 운동 후 48시간에서 72시간 사이에 최고치에 도달하며, 이는 근손상이 실제로 발생했음을 객관적으로 뒷받침한다.⁶

수축 유형	근육 작용	힘 생성 능력	대사 비용 (에너지/산 소 소모)	DOMS 유발 경향	
신장성 (Eccentric)	부하에 저항하며 근육이 늘어남	높음	낮음	매우 높음	
단축성 (Concentric)	부하를 극복하며 근육이 짧아짐	중간	높음	매우 낮음	
등척성 (Isometric)	길이 변화 없이 근육이 힘을 생성	중간-높음	중간	거의 없음	
표 1: 근육 수축 유형 비교 (데이터 출처: ¹⁴)					

2. 염증 연쇄반응: 통증이 지연되어 나타나는 이유

DOMS의 통증이 운동 직후가 아닌 하루 이틀 뒤에 나타나는 이유는 근손상에서 통증 인지까지 이어지는 과정이 여러 단계를 거치는 복잡하고 시간 의존적인 생물학적 연쇄반응이기 때문이다. 통증은 손상 그 자체가 아니라, 손상에 대한 신체의 '정리 및 복구 과정'의 부산물이다.

2.1 1단계: 초기 기계적 손상과 근초막 파괴 (시간: 0-2시간)

모든 과정은 운동 중 높은 신장성 부하로 인해 근육 세포막(근초막, sarcolemma)과 내부 수축 구조(Z-선 등)가 기계적으로 찢어지면서 시작된다.⁹ 이것은 순수한 기계적 사건으로, 이

단계에서는 아직 유의미한 통증이 느껴지지 않는다. 다만, 근육의 힘 생성 능력은 즉각적으로 감소할 수 있다.²⁸

2.2 2단계: 칼슘 항상성 붕괴와 단백질 분해 효소 활성화 (시간: 2-12시간)

손상된 근초막은 이온 흐름을 제대로 조절하지 못하게 된다. 정상적으로는 근소포체(sarcoplasmic reticulum)에 저장되어 있던 칼슘 이온(Ca^{2+})이 세포질 내로 대량 유입된다.⁶ 세포는 운동 후 ATP가 고갈된 상태이기 때문에, 유입된 칼슘을 다시 펌프질해 빼내는 능력이 저하된다.⁹ 세포 내 비정상적으로 높아진 칼슘 농도는 칼페인(calpain)과 같은 칼슘 의존성 단백질 분해 효소와 인지질분해효소(phospholipase)를 활성화시킨다. 이 효소들은 세포 내 단백질과 세포막을 분해하기 시작하며 초기 기계적 손상을 더욱 악화시킨다.⁴ 이 단계는 손상이 생화학적 차원으로 확산되는 '2차 손상' 단계로 볼 수 있다.

2.3 3단계: 면역 반응 - 호중구와 대식세포의 침투 (시간: 12-24시간)

2단계에서 발생한 세포 파괴 산물들은 급성 염증 반응을 유발하는 신호로 작용한다.³ 면역 세포, 특히 호중구(neutrophil)가 수 시간 내에 손상 부위로 유입되어 세포 잔해를 제거하기 시작한다.²⁸ 이후 12시간에서 24시간에 걸쳐 대식세포(macrophage)가 도착하여 정화 작업을 이어가고, 사이토카인(cytokine)이라는 신호 분자를 방출한다. 이 사이토카인은 염증 반응을 증폭시키고 복구 과정을 조절하는 역할을 한다.²²

2.4 4단계: 화학적 민감화와 통증 인지 (시간: 24-72시간)

DOMS의 통증이 최고조에 달하는 시기이다. 손상된 세포와 면역 세포들이 방출한 화학 물질들—브래디키닌(bradykinin), 히스타민(histamine), 칼륨(potassium), 그리고 특히 프로스타글란딘 E2(Prostaglandin E2)—이 축적되어 국소 부위의 통증 수용기(nociceptor)를 민감하게 만든다.⁸ 이 물질들은 직접적으로 통증을 유발하기보다는 통증 수용기의 활성화 역치를 낮춘다. 그 결과, 평소에는 통증을 유발하지 않는 자극, 즉 근육을 스트레칭하거나 수축하는 것만으로도 통증이 느껴지게 된다. 이 상태를 통각과민(hyperalgesia)이라고 한다.⁹ 또한, 손상 부위에 체액이 축적되어 발생하는 물리적 부종(edema)은 민감해진 신경 말단을 압박하여 통증과 뻣뻣함을 더욱 가중시킨다.³ 최종적으로 이 통증 신호는 A-델타 및 C 신경 섬유를 통해 척수를 거쳐 뇌로 전달되고, 뇌에서 비로소 둔하고 쑤시는 DOMS의 통증으로

인지된다.³⁹

결론적으로, 통증의 지연 현상은 이처럼 다단계에 걸친 시간 의존적 과정 때문이다. 초기 기계적 손상은 통증이 없지만, 이후 생화학적 손상 확산, 면역 세포의 이동, 그리고 통증 매개 물질의 축적 및 신경 민감화 과정에 수십 시간이 소요되기 때문에 통증을 뒤늦게 느끼게 되는 것이다.

3. 젖산에 대한 오해와 진실

운동 후 근육통의 원인이 젖산 축적 때문이라는 속설은 가장 널리 퍼져 있으면서도 명백히 잘못된 상식 중 하나이다. 이 오해는 상관관계를 인과관계로 착각한 데서 비롯되었으며, 젖산의 실제 생리학적 역할을 이해함으로써 바로잡을 수 있다.

3.1 뿌리 깊은 오해의 역사적 배경

젖산 이론은 20세기 초, 오토 마이어호프(Otto Meyerhof)와 아치볼드 힐(Archibald Hill)의 연구에서 시작되었다.⁴² 그들은 산소가 없는 환경에서 개구리 근육이 피로해질 때 젖산이 축적되는 것을 관찰했다. 젖산 축적과 근육 기능 저하 사이의 이러한 상관관계는 젖산이 피로와 통증을 유발하는 '피로 물질' 또는 '노폐물'이라는 잘못된 인과관계적 결론으로 이어졌고, 이 개념은 수십 년간 과학계와 대중 모두에게 정설로 받아들여졌다.⁴²

3.2 과학적 반박: 젖산이 주범이 아닌 이유

현대 생리학 연구는 젖산이 DOMS의 원인이 아니라는 명백한 증거들을 제시한다.

- 빠른 제거 속도: 운동 중 생성된 젖산은 운동 종료 후 30분에서 60분 이내에 혈중 농도가 안정 시 수준으로 돌아온다.⁴⁵ 따라서 수십 시간 후에 최고조에 달하는 DOMS의 원인이 될 수 없다.
- 수축 형태의 역설: 젖산 이론의 가장 강력한 반증은 수축 형태에 따른 젖산 생성량과 DOMS 발생 정도의 불일치에서 나온다. 고강도 사이클링과 같은 단축성 운동은 많은 양의 젖산을 생성하지만 DOMS는 거의 유발하지 않는다. 반면, 내리막 달리기와 같은 신장성 운동은 젖산을 거의 생성하지 않으면서도 극심한 DOMS를 유발한다.⁷
- 화학적 실체: 우리 몸의 정상적인 pH 환경에서 '젖산(lactic acid)'은 생성되자마자 수소 이온(H⁺)과 '락테이트(lactate)'로 분리된다. 운동 중 느끼는 급성 작열감(burning

sensation)은 락테이트가 아닌 수소 이온의 축적으로 인한 산성도 증가 때문이다.⁴⁵ 오히려 락테이트는 생성 과정에서 수소 이온을 소비함으로써 이러한 산성화를 완충하는 역할을 하기도 한다.⁴⁵

3.3 젖산의 실제 역할: 노폐물에서 귀중한 연료로

젖산, 정확히는 락테이트는 노폐물이 아니라 우리 몸의 중요한 대사 중간산물이자 에너지원이다.⁴²

- **코리 회로 (Cori Cycle):** 근육에서 생성된 락테이트는 혈액을 통해 간으로 운반된다. 간은 이를 다시 포도당으로 전환(포도당 신생합성)하여 혈액으로 방출하고, 이 포도당은 근육에서 다시 에너지원으로 사용될 수 있다.⁵⁰
- **직접적인 에너지원:** 심장 근육과 뇌, 그리고 산소 공급이 원활한 다른 근육 세포들은 락테이트를 직접적인 연료로 효율적으로 사용할 수 있다.⁵²
- **신호 분자:** 최신 연구에 따르면 락테이트는 혈관 신생을 촉진하고 상처 치유에 기여하며, 심지어 근합성 관련 경로를 자극할 수 있는 신호 분자(signaling molecule)로서의 기능도 수행하는 것으로 밝혀지고 있다.⁴⁴

결론적으로, 젖산(락테이트)은 DOMS의 원인이 아니며, 운동 중 급성 작열감과 운동 후 지연성 근육통은 발생 메커니즘과 시간 경과가 완전히 다른 별개의 생리 현상이다. 젖산에 대한 오랜 오해를 바로잡는 것은 정확한 운동 과학 지식의 첫걸음이다.

4. 통증-성장 역설: 통증은 발전의 필수 조건인가?

"고통 없이는 얻는 것도 없다(No pain, no gain)"는 격언처럼, 많은 사람들이 근육통의 강도를 근성장의 척도로 여긴다. 운동으로 인한 근육 손상이 근비대(hypertrophy)를 유발하는 신호라는 점은 사실이지만, 주관적인 통증의 '느낌'이 근성장의 신뢰할 만한 지표가 되는지에 대해서는 신중한 접근이 필요하다.

4.1 근손상과 근비대의 신호 전달

근육 성장은 훈련으로 인한 손상을 복구하고, 더 강한 자극에 대비하기 위해 근섬유를 더 크고 강하게 재건하는 적응 과정이다.²³ 운동 유발성 근손상(EIMD)은 근단백질 합성 속도를 높이고,

근육 줄기세포인 위성세포(satellite cell)를 활성화시켜 근육의 복구와 성장에 필수적인 역할을 한다.⁴ DOMS와 관련된 염증 반응 역시 이러한 리모델링과 적응을 시작하게 하는 중요한 신호 전달 과정의 일부이다.³⁸

4.2 증거 평가: DOMS와 근성장의 미약한 상관관계

이러한 기계적 연결고리에도 불구하고, 주관적인 통증의 정도와 실제 근성장 사이의 상관관계는 매우 미약한 것으로 나타났다.⁵⁸ 연구에 따르면, 근육통의 심각성과 근단백질 합성을 또는 장기적인 근비대 정도 사이에는 유의미한 관계가 거의 없다.⁶¹ 즉, 심한 근육 손상을 입고도 통증을 거의 느끼지 않을 수 있으며, 반대로 가벼운 손상에도 심한 통증을 느낄 수 있다.⁶²

근성장은 특히 훈련된 사람들에게서 통증이 전혀 없는 상태에서도 일어날 수 있다.¹⁴ 근비대의 핵심 동력은 점진적 과부하(progressive overload), 즉 근육에 가해지는 기계적 장력을 점차 늘려가는 것이지, 통증 그 자체가 아니다.¹⁴ 통증은 수축성 조직보다는 결합 조직의 손상이나 개인의 신경 민감도와 같은 근비대와 직접적 관련이 적은 요인들에 의해서도 큰 영향을 받는다.⁶¹

4.3 '통증 추구'의 위험성

과도한 근육통은 우수한 운동의 증거가 아니라, 근육의 회복 능력을 초과했다는 신호일 수 있다.³⁸ 심한 통증 상태에서 훈련을 강행하는 것은 여러 위험을 초래한다. 통증은 근육 활성화를 저해하고 운동 수행 능력을 감소시키며, 통증을 피하기 위한 보상 작용으로 인해 비정상적인 움직임 패턴을 유발하여 다른 부위의 부상 위험을 높일 수 있다.¹⁰ 만성적으로 심각한 DOMS를 유발하는 것은 회복 과정을 방해하여 장기적인 근성장을 촉진하기보다는 오히려 저해할 수 있다.²³

이러한 관계는 근손상과 근성장을 별개의 과정으로 이해할 때 명확해진다. 운동은 근육에 손상을 입히고, 이는 염증 반응과 통증(DOMS)을 유발하는 '복구' 신호를 보낸다. 이 신호를 바탕으로 근육이 더 크게 재건되는 것이 '성장(근비대)'이다. DOMS는 복구 과정의 시끄러운 '사이렌 소리'와 같고, 근비대는 조용히 진행되는 '재건축 공사'와 같다. 사이렌 소리가 크다고 해서 재건축이 더 잘 되는 것은 아니며, 때로는 조용한 공사가 더 효율적일 수 있다. 따라서 통증의 정도를 운동 효과의 유일한 척도로 삼는 것은 복구 과정의 부작용과 적응의 최종 결과를 혼동하는 것이다.

5. 다양성의 요인: DOMS가 개인과 근육에 따라 다르게 나타나는 이유

자연성 근육통의 경험은 사람마다, 그리고 같은 사람이라도 어떤 근육을 운동했는지에 따라 크게 달라진다. 이러한 차이는 운동 경험, 근육의 구조적 특성, 그리고 운동 변수들의 복합적인 상호작용에 의해 결정된다. DOMS는 근본적으로 근육에 가해진 부하와 그 부하에 대한 근육의 현재 적응 상태 사이의 '불일치'를 반영하는 증상이다.

5.1 초보자 대 숙련자: '반복 운동 효과'의 이해

DOMS를 예방하는 가장 효과적인 방법은 역설적으로 DOMS를 유발했던 바로 그 운동을 반복하는 것이다. 첫 번째 운동으로 인해 발생한 근손상은 다음 운동 시 손상을 막아주는 강력한 보호 효과를 유발하는데, 이를 '반복 운동 효과(repeated bout effect)'라고 한다.⁶⁴ 운동 초보자가 숙련자보다 훨씬 극심한 DOMS를 겪는 이유가 바로 여기에 있다.⁶

반복 운동 효과의 메커니즘은 복합적이다.

- **신경계 적응:** 신경계는 부하를 분산시키기 위해 더 많은 근섬유를 효율적으로 동원하는 방법을 학습한다. 이를 통해 개별 근섬유에 가해지는 스트레스가 줄어든다.⁶⁷
- **생리학적 적응:** 근섬유 자체가 구조적으로 강화된다. Z-선이 튼튼해지고, 근절이 추가되며, 근육을 둘러싼 결합 조직(세포외 기질)이 보강되어 기계적 스트레스에 대한 저항력이 커진다.⁵⁵
- **세포 적응:** 후속 운동 시 염증 반응이 더 약하게 나타나는 등 세포 수준의 적응도 일어난다.

5.2 근육별 민감도: 근육 구조, 섬유 유형, 기능의 영향

특정 근육 부위가 다른 부위보다 DOMS에 더 취약한 경향이 있다.¹⁴ 예를 들어, 대퇴사두근, 햄스트링, 가슴 근육은 어깨나 이두근보다 더 심한 통증을 느끼는 경우가 많다.

이러한 차이를 유발하는 잠재적 요인은 다음과 같다.

- **근육 구조:** 두 개의 관절을 가로지르는 근육(예: 대퇴사두근, 햄스트링)이나 복잡한 깃털 형태(pennation)의 구조를 가진 근육은 복합적인 움직임 동안 더 큰 기계적 스트레스를

받을 수 있다.⁷⁰

- 근섬유 유형 구성: 폭발적인 힘을 내는 속근섬유(Type II)는 지구력을 담당하는 지근섬유(Type I)보다 손상에 더 취약한 것으로 알려져 있다.¹³ 속근섬유의 비율이 높은 근육은 DOMS를 더 심하게 경험할 수 있다.
- 기능 및 사용 패턴: 점프 후 착지나 내리막 달리기처럼 움직임을 감속시키는 역할을 자주 수행하는 근육(예: 대퇴사두근)은 본질적으로 신장성 부하에 더 많이 노출되어 DOMS 발생 위험이 높다.¹⁶ 다리나 등과 같은 큰 근육군은 높은 힘을 생성하는 복합 운동에 주로 사용되므로 더 심한 통증을 유발할 수 있다.⁴⁷

5.3 운동 변수의 영향: 강도, 볼륨, 그리고 새로움

- 새로움 (Novelty): 가장 결정적인 요인은 운동의 '익숙함'이다. 아무리 낮은 강도라도 새로운 움직임 패턴은 근육이 아직 적응하지 못했기 때문에 DOMS를 유발할 수 있다.⁴
- 강도 및 볼륨: 더 무거운 중량(고강도)과 더 많은 세트 및 반복 횟수(고볼륨)의 신장성 운동은 더 큰 근손상과 더 심한 DOMS로 이어진다.⁶
- 가동 범위: 근육이 최대한 늘어난(신장된) 상태에서 가장 큰 장력이 걸리는 운동은 통증을 유발할 가능성이 더 높다.⁵⁷

이 모든 변수들은 '부하 > 적응'이라는 단일 원리로 통합될 수 있다. DOMS는 부과된 부하가 근육의 현재 적응 수준을 초과할 때 발생하는 증상이다. 이 '적응 격차'는 초보자에게서 가장 크고, 새로운 운동을 할 때 발생하며, 특정 부하에 구조적으로 덜 적응된 근육에서 더 크게 나타난다. 따라서 DOMS를 최소화하려면 적응이 부하를 따라잡을 수 있도록 새로운 자극을 점진적으로 도입하여 이 격차를 줄이는 것이 핵심이다.

6. 증거 기반의 DOMS 완화 및 회복 전략

DOMS 관리는 통증을 완전히 없애는 것이 아니라, 증상을 관리하여 효과적인 훈련으로 더 빨리 복귀하는 것을 목표로 해야 한다. 일부 회복 전략은 단기적인 편안함과 장기적인 적응 사이에 상충 관계가 있을 수 있으므로, 증거에 기반한 현명한 선택이 필요하다.

6.1 능동적 회복 대 수동적 회복: 저강도 움직임의 우수성

완전한 휴식(수동적 회복)은 DOMS 완화에 있어 능동적 회복보다 덜 효과적인 것으로 알려져

있다.⁷⁵ 능동적 회복은 걷기, 수영, 가벼운 사이클링, 부드러운 요가와 같은 저강도, 저충격 운동을 수행하는 것을 의미한다.⁷⁶ 가벼운 움직임은 통증이 있는 근육으로의 혈류를 증가시켜 염증성 부산물의 제거를 돕고, 회복에 필요한 산소와 영양소를 공급하며, 뻣뻣한 느낌을 줄여준다.⁷⁶ 운동은 DOMS 통증을 완화하는 가장 효과적인 방법으로 꼽히지만, 그 효과는 일시적이다.⁸¹

6.2 치료적 중재: 마사지, 폼롤링, 압박 의류 평가

- **마사지:** 운동 직후 20-30분간의 마사지는 DOMS의 심각도를 줄이는 가장 효과적인 전략 중 하나로 평가된다.⁷⁵ 혈류를 증가시키고, 손상 부위로의 호중구 이동을 감소시켜 염증 반응을 완화하는 기전으로 작용하는 것으로 추정된다.⁴
- **폼롤링 (자가 근막 이완):** 통증을 완화하고 뻣뻣함을 줄이며 관절 가동 범위를 개선하는 데 도움이 될 수 있다.⁷⁵ 혈류 증가와 근막 및 근육 조직에 대한 기계적 압력이 복합적으로 작용하는 것으로 보인다.
- **압박 의류:** 부종과 통증 인식을 줄이는 데 긍정적인 효과를 보이지만, 마사지만큼 효과적이지는 않다.⁷⁵

6.3 온열 요법: 냉찜질과 온찜질의 전략적 적용

- **냉찜질 (Cryotherapy/Ice):** 운동 직후부터 48시간 이내의 급성기에 가장 적합하다.⁵ 혈관을 수축시켜 부종과 염증 반응을 제한하고, 신경 말단을 마비시켜 일시적인 통증 완화 효과를 제공한다.³ 다만, 운동 직후의 냉수 침수와 같이 염증 반응을 과도하게 억제하는 것은 장기적인 근육 적응과 근비대를 저해할 수 있다는 연구 결과도 있어 주의가 필요하다.⁴
- **온찜질 (Thermotherapy/Heat):** 급성 염증이 가라앉은 후인 48-72시간 이후에 사용하는 것이 좋다.⁷⁶ 혈관을 확장시켜 혈류를 증가시키고, 근육 이완을 촉진하며 뻣뻣함을 완화하는 데 도움이 된다.⁸⁶ 급성기 염증이 있는 부위에 온찜질을 하면 오히려 염증이 악화될 수 있다.⁸⁸

6.4 근육 회복을 위한 영양 및 수분 공급 전략

- **단백질:** 운동 후 적절한 양의 단백질(보통 20-30g 권장)을 섭취하는 것은 근육 복구와 합성에 필요한 아미노산을 공급하는 데 필수적이다.⁵⁶

- 탄수화물: 고갈된 글리코겐을 보충하는 것은 회복 과정에 필요한 에너지를 공급하기 위해 중요하다.⁷⁵
- 수분 및 전해질: 탈수는 근육통을 악화시키고 회복을 저해할 수 있다.⁵⁶
- 항염증 식품/보충제: 베리류, 지방이 많은 생선 등 항산화 물질과 오메가-3 지방산이 풍부한 식품은 염증 반응 관리에 도움이 될 수 있다. 타트 체리 주스, 마그네슘, 비타민 D와 같은 보충제도 DOMS 감소에 일부 효과를 보이는 것으로 나타났다.²

효과적인 DOMS 관리는 단기적인 통증 완화와 장기적인 신체 적응 사이의 균형을 맞추는 것이다. 비스테로이드성 소염제(NSAIDs)나 즉각적인 냉수 침수처럼 염증을 공격적으로 억제하는 방법은 단기적으로는 효과적일 수 있으나, 근성장에 필요한 중요한 신호 전달 과정을 방해할 수 있다.⁴ 따라서 능동적 회복이나 영양 공급처럼 신체의 자연적인 회복 과정을 '지원'하는 방법을 우선적으로 고려하고, 마사지나 온찜질처럼 증상을 '관리'하는 방법을 보조적으로 사용하며, 염증을 '억제'하는 방법은 장기적인 목표가 근성장이라면 신중하게 사용하는 것이 현명한 접근법이다.

전략	제안된 메커니즘	과학적 증거/효과	최적의 시기/적용법
능동적 회복	혈류 증가, 대사 부산물 제거 촉진	효과적 (통증 및 뻣뻣함 완화)	운동 후 및 휴식일
마사지	혈류 증가, 염증 반응 감소, 근육 긴장 완화	매우 효과적	운동 후 2시간 이내
폼롤링	혈류 증가, 근막 이완	효과적 (통증 및 가동범위 개선)	운동 후 및 휴식일
냉찜질	혈관 수축, 부종 및 염증 억제, 통증 완화	효과적 (급성기 증상 완화)	운동 후 0-48시간
온찜질	혈관 확장, 혈류 증가, 근육 이완	효과적 (뻣뻣함 완화)	운동 후 48시간 이후

단백질 섭취	근육 복구 및 합성을 위한 원료 제공	필수적 (회복 지원)	운동 후 30분 이내 권장	
압박 의류	부종 감소, 혈류 개선	일부 효과 있음	운동 후 24시간 착용	
표 2: 일반적인 DOMS 회복 전략의 효과 (데이터 출처: ³⁾)				

7. 실용적 지침: 통증 중 훈련 및 부상과의 구별

7.1 훈련할 것인가, 말 것인가: DOMS가 있을 때 운동 결정 가이드

일반적으로 경미하거나 중간 정도의 DOMS가 있을 때 운동하는 것은 안전하며, 오히려 뻣뻣함을 완화하는 데 도움이 될 수 있다.⁶⁶ 하지만 근력, 순발력, 균형 감각 등 운동 수행 능력은 저하된 상태일 가능성이 높다.⁶³ 이는 특히 기술적인 정확성이나 균형을 요구하는 동작에서 부상 위험을 증가시킬 수 있다.

따라서 DOMS가 있을 때 훈련을 한다면 강도를 대폭 낮추는 것이 현명하다. 앞서 설명한 능동적 회복에 집중하거나, 통증이 없는 다른 근육 부위를 훈련하는 것이 좋다.⁶⁶ 통증이 있는 근육에 고강도 훈련이나 무거운 신장성 부하를 가하는 것은 통증이 상당히 가라앉을 때까지 피해야 한다.¹⁰ 만약 통증이 일상생활에 지장을 줄 정도로 심하다면, 24시간에서 48시간 동안 완전한 휴식을 취하는 것이 바람직하다.¹⁰

7.2 DOMS 대 근육 염좌: 정확한 자가 진단을 위한 핵심 구별법

운동 후 통증을 느낄 때, 이것이 자연스러운 회복 과정인 DOMS인지, 아니면 치료가 필요한 부상(예: 근육 염좌, 파열)인지 구별하는 것은 매우 중요하다. 통증의 '서사'를 분석하면 둘을

구별하는 데 도움이 된다. DOMS는 예측 가능한 이야기 구조를 가진다: 새로운 운동, 통증 없는 잠복기, 서서히 시작되어 정점을 찍고 사라지는 광범위한 통증. 반면 부상은 급작스러운 외상의 이야기를 가진다: 특정 순간, 날카로운 통증, 그리고 지속되거나 악화되는 국소적 증상.

- 발생 시점: DOMS는 운동 후 12-24시간이 지나서 지연되어 나타난다. 부상으로 인한 통증은 운동 중 특정 동작에서 '뚝'하는 느낌과 함께 즉각적이고 날카롭게 시작되는 경우가 많다.⁵
- 통증의 종류: DOMS는 근육 전체에 걸쳐 둔하고 쑤시는 듯한 통증이다. 부상 통증은 특정 지점에 국한된 날카롭고 찌르는 듯한 통증일 가능성이 높다.⁵
- 지속 및 경과: DOMS는 약 48시간에 정점을 찍고 점차 호전된다. 부상 통증은 시간이 지나도 나아지지 않거나 오히려 악화될 수 있다.¹⁰
- 동반 증상: 심한 부종, 멍, 그리고 부상 당시 '파열음'을 들었다면 단순 DOMS가 아닌 부상일 가능성이 매우 높다.⁵

7.3 전문가 상담이 필요한 경우: 위험 신호 식별하기

다음과 같은 경우에는 자가 진단에 의존하지 말고 의사나 물리치료사의 진료를 받는 것이 안전하다.

- 통증이 극심하여 일상생활이 불가능하거나 7일 이상 지속될 때.¹⁰
- 운동 중 갑작스럽고 날카로운 통증이 발생했을 때.
- 해당 부위에 심각한 부종, 멍, 또는 기능 상실이 동반될 때.⁸⁹
- 통증과 함께 발열이나 콜라색 소변과 같은 전신 증상이 나타날 때. 이는 드물지만 심각한 질환인 횡문근융해증의 신호일 수 있다.²

특징	지연성 근육통 (DOMS)	급성 근육 부상 (염좌/파열)
발생 시점	운동 후 12-24시간 지연되어 발생	운동 중 즉각적으로 발생
통증 양상	둔하고 쑤시는 통증, 전반적인 뻣근함	날카롭고 찌르는 듯한 통증
통증 부위	운동한 근육 전체에 광범위하게 나타남	특정 지점에 국소적으로 나타남

휴식 시 통증	거의 없거나 미미함	있을 수 있음	
동반 징후	경미한 부종, 뻣뻣함	심한 부종, 멍, 파열음, 기능 상실	
경과	24-72시간에 최고조, 이후 점차 호전	시간이 지나도 호전되지 않거나 악화됨	
표 3: DOMS와 급성 근육 부상 구별법 (데이터 출처: ⁵⁾)			

결론

지연성 근육통(DOMS)은 젖산 축적의 결과가 아니라, 주로 신장성 운동으로 인한 근섬유의 미세 손상에 대한 신체의 정상적이고 적응적인 반응이다. 통증은 손상 자체의 신호라기보다는, 필수적인 염증 및 복구 과정이 시작되었음을 알리는 지연된 증상이다.

따라서 '고통 없이는 얻는 것도 없다'는 격언은 재고되어야 한다. 근육통은 근육이 스트레스를 받았다는 것을 의미하지만, 효과적인 운동이나 근성장을 판단하는 신뢰할 수 있거나 필수적인 지표는 아니다. 근성장의 핵심 원동력은 통증의 정도가 아닌 점진적 과부하의 원칙이다.

DOMS에 대한 정교한 생리학적 이해는 단순한 속설을 넘어서게 한다. 이는 개인이 더 지능적인 훈련 프로그램을 설계하고, 증거 기반의 회복 전략을 실행하며, 자신의 신체가 보내는 신호를 정확하게 평가하여 궁극적으로 더 안전하고 효과적으로 피트니스 목표를 달성할 수 있도록 힘을 실어준다.

참고 자료

1. 지연발생 근육통의 냉치료 효과에 대한 연구, 9월 13, 2025에 액세스, <https://koreascience.kr/article/JAKO200136561030759.pdf>
2. What to Know About Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) - Healthline, 9월 13, 2025에 액세스, <https://www.healthline.com/health/doms>
3. 염증과 통증은 운동 시 우리 몸에서 자주 경험하는 현상입니다. 이들은 운동 선수들에게 영향을 미칠 수 있으며, 이해하고 적절하게 다루는 것이 중요합니다. 이제 염증과 통증에 대해 좀 더 자세히 알아보겠습니다. - 스포케어, 9월 13, 2025에 액세스, https://spo-care.co.kr/_vb/page/menu2-3.html
4. Delayed Onset Muscle Soreness - Physiopedia, 9월 13, 2025에 액세스, https://www.physio-pedia.com/Delayed_Onset_Muscle_Soreness

5. Is It Just Soreness or an Injury? Understanding DOMS vs. Muscle, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://libertybaychiro.com/is-it-just-soreness-or-an-injury-understanding-doms-vs-muscle-strain/>
6. 지연성 근통증 - 위키백과, 우리 모두의 백과사전, 9월 13, 2025에 액세스,
https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%A7%80%EC%97%B0%EC%84%B1_%EA%B7%BC%ED%86%B5%EC%A6%9D
7. 실험방법의 차이에 따른 지연 발생 근육통의, 9월 13, 2025에 액세스,
http://www.kptjournal.org/journal/download_pdf.php?spage=37&volume=11&number=3
8. DOMS: Causes, recovery, and prevention - Medical News Today, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.medicalnewstoday.com/articles/delayed-onset-muscle-soreness>
9. Delayed onset muscle soreness - Wikipedia, 9월 13, 2025에 액세스,
https://en.wikipedia.org/wiki/Delayed_onset_muscle_soreness
10. [건강한 가족] 운동하다 생긴 근육통, 골장 운동으로 풀려다간 되레 역효과 - 중앙일보, 9월 13, 2025에 액세스, <https://www.joongang.co.kr/article/24032635>
11. 지연성근육통에 대한 수지요법의 효과, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.e-ajbc.org/upload/pdf/81.pdf>
12. 지연성 근육통 유발 후 냉기 적용 방법이 피부온도의 변화, 냉각 통과 근육 - Korea Science, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://koreascience.kr/article/JAKO201310076758859.pdf>
13. 저항도 원심성 운동과 동적 스트레칭이 지연성 근육통에 미치는 효과 비교, 9월 13, 2025에 액세스, <https://www.kais99.org/jkais/journal/v13n10/42/46t5.html>
14. 지연성 근육통 - 나무위키, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://namu.wiki/w/%EC%A7%80%EC%97%B0%EC%84%B1%20%EA%B7%BC%EC%9C%A1%ED%86%B5>
15. Eccentric Muscle Contractions: Risks and Benefits - PMC - PubMed Central, 9월 13, 2025에 액세스, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6510035/>
16. What Type of Exercise Causes DOMS? Causes, Signs & Prevention - MedicineNet, 9월 13, 2025에 액세스,
https://www.medicinenet.com/what_type_of_exercise_causes_doms/article.htm
17. [선수 관리 방법] 지연성 근육통 대처방법 - 플코 블로그, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://blog.plco.pro/athlete-management-myalgia/>
18. Eccentric Exercise Is Powerful but Can Be Painful - Frontiers for Young Minds, 9월 13, 2025에 액세스, <https://kids.frontiersin.org/articles/10.3389/frym.2020.566235>
19. Effects of Eccentric vs. Concentric Sports on Blood Muscular Damage Markers in Male Professional Players - MDPI, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.mdpi.com/2079-7737/11/3/343>
20. www.pnfjournal.or.kr, 9월 13, 2025에 액세스,
[https://www.pnfjournal.or.kr/journal/download_pdf.php?doi=10.21598/JKPNFA.2016.14.1.15#:~:text=%EC%A7%80%EC%97%B0%EC%84%B1%20%EA%B7%BC%EC%9C%A1%ED%86%B5\(delayed%20onset,%EA%B7%B8%20%EC%9B%90%EC%9D%B8%EC%9C%BC%EB%A1%9C%20%EC%95%8C%EB%A0%A4%EC%A0%B8%20%EC%9E%88%EB%8B%A4.](https://www.pnfjournal.or.kr/journal/download_pdf.php?doi=10.21598/JKPNFA.2016.14.1.15#:~:text=%EC%A7%80%EC%97%B0%EC%84%B1%20%EA%B7%BC%EC%9C%A1%ED%86%B5(delayed%20onset,%EA%B7%B8%20%EC%9B%90%EC%9D%B8%EC%9C%BC%EB%A1%9C%20%EC%95%8C%EB%A0%A4%EC%A0%B8%20%EC%9E%88%EB%8B%A4.)

21. 지연성 근육통 유발 후 유지-이완 기법이 통증과 관절가동범위에 미치는 영향, 9월 13, 2025에 액세스,
https://www.pnfjournal.or.kr/journal/download_pdf.php?doi=10.21598/JKPNFA.2016.14.1.15
22. 운동하고 나면 왜 하루 뒤에 근육통이 생길까? [건강만화] - YouTube, 9월 13, 2025에 액세스, <https://www.youtube.com/watch?v=IPaEkbUGZX8>
23. 건강정보 - 삼성사랑정형외과, 9월 13, 2025에 액세스,
<http://www.samsungsarang.co.kr/News/LectureView.asp?srno=28357&page=1&gubun=&keyword=>
24. Physical Therapies for Delayed Onset Muscle Soreness: A Protocol for an Umbrella and Mapping Systematic Review with Meta-Meta-Analysis - MDPI, 9월 13, 2025에 액세스, <https://www.mdpi.com/2077-0383/13/7/2006>
25. 근육의 수축 - 청춘병원, 9월 13, 2025에 액세스,
https://www.ccreha.com/base/mobile/sub6/01.php?com_board_basic=read_form&com_board_idx=52
26. 신장성 수축은 무조건 느리게?! - 잠백이 카드뉴스, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://jambaekee.com/article/%EB%89%B4%EC%8A%A4/5/379448/>
27. 근 수축의 종류, 9월 13, 2025에 액세스,
<http://contents.kocw.or.kr/KOCW/document/2015/shinhan/seosuyeon/5.pdf>
28. Delayed-muscle-soreness-The-inflammatory-response-to-muscle-injury-and-its-clinical-implications.pdf - ResearchGate, 9월 13, 2025에 액세스,
https://www.researchgate.net/profile/W-Darlene-Reid-2/publication/15718378_Delayed_muscle_soreness_The_inflammatory_response_to_muscle_injury_and_its_clinical_implications/links/00b495342b58f06741000000/Delayed-muscle-soreness-The-inflammatory-response-to-muscle-injury-and-its-clinical-implications.pdf
29. 근육통이 생기면 왜 그 부위가 뻣기나요? 1~2주 이상 갈 수도 있을까요? - 닥터나우, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://doctornow.co.kr/content/qna/1068e121510148bc90210b977132be2d>
30. 한국전문물리치료학회지 제7권 제1호 - KAUTPT Vol. 7 No. 1 2000. - 유지-이완기법과 냉치료가 지연성 - ResearchGate, 9월 13, 2025에 액세스,
https://www.researchgate.net/profile/Heon-Seock-Cynn/publication/277372898_The_Effect_of_Hold-Relax_Technique_and_Cryotherapy_on_Delayed_Onset_Muscle_Soreness/links/5569c0dc08aec22683035a3b/The-Effect-of-Hold-Relax-Technique-and-Cryotherapy-on-Delayed-Onset-Muscle-Soreness.pdf?origin=scientificContributions
31. Inflammation balance in skeletal muscle damage and repair - PMC - PubMed Central, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9909416/>
32. 사이토카인 폭풍: 면역 체계가 과잉 반응하면 어떻게 될까요? - Assay Genie Korea, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.assaygenie.kr/blog/cytokine-storms-and-the-immune-response-kr>
33. :: Exercise Science, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.ksep-es.org/journal/view.php?number=865>
34. 근골격계 통증에 수반되는 근경련의 치료-1 - 후생신보, 9월 13, 2025에 액세스,
<http://www.whosaeng.com/31983>

35. Delayed Onset Muscular Soreness: A Look into Post ... - Touro Scholar, 9월 13, 2025에 액세스,
https://touro scholar.touro.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1143&context=quill_and_scope
36. Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial - PMC - PubMed Central, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2465319/>
37. 만성 통증의 발생 기전과 중재적 신경-근 자극요법, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.kjfm.or.kr/upload/pdf/Jkafm027-05-01.pdf>
38. Understanding Delayed Onset Muscle Soreness and Its Relation to Strength and Hypertrophy - Dabbs Fitness, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.dabbsfitness.com/delayed-muscle-soreness-relation-strength-hypertrophy/>
39. 통증 - Christopher & Dana Reeve Foundation, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.christopherreeve.org/international/korean-hub/v/2%EC%B0%A8-%EC%A7%88%ED%99%98%EA%B3%BC-%EA%B1%B4%EA%B0%95-%EA%B4%80%EB%A6%AC/%ED%86%B5%EC%A6%9D/>
40. 통증의 신호전달: 통증 유입, 통증 전달, 통증 조절 - Metamedic, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://metamedic.co.kr/content/633d2373571b5048b5e903ef>
41. 통증 개요 - 뇌, 척수, 신경 장애 - MSD 매뉴얼 - 일반인용, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.msdmanuals.com/ko/home/%EB%87%8C-%EC%B2%99%EC%88%98-%EC%8B%A0%EA%B2%BD-%EC%9E%A5%EC%95%A0/%ED%86%B5%EC%A6%9D/%ED%86%B5%EC%A6%9D-%EA%B0%9C%EC%9A%94>
42. Science Fact or Science Fiction? Lactic Acid Buildup Causes Muscle Fatigue and Soreness, 9월 13, 2025에 액세스,
https://www.pfizer.com/news/articles/science_fact_or_science_fiction_lactic_acid_buildup_causes_muscle_fatigue_and_soreness
43. 젖산이 근육통 원인? 운동 에너지원으로 재사용! - 한국아파트신문, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.hapt.co.kr/news/articleView.html?idxno=164844>
44. 사람을 살린 상한 우유 '젖산'에 관한 오해와 진실 | 지식채널e - YouTube, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.youtube.com/watch?v=UsR-vVOSY0c>
45. Myth-busting: lactic acid - Equinox, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.equinox.com/articles/2019/09/lactic-acid-lactate-myth-busting>
46. Lactic Acid and Muscle Soreness: Debunking the Myth | BASS Medical Group, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.bassmedicalgroup.com/blog-post/lactic-acid-myth-muscle-soreness>
47. The Application of DOMS Mechanism and Prevention in Physical Education and Training - PMC, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8759844/>
48. 운동 후 피로는 젖산 때문? 피로물질의 진실 - 하이닥, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://news.hidoc.co.kr/news/articleView.html?idxno=15147>
49. What Is Lactic Acid? - Cleveland Clinic, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://my.clevelandclinic.org/health/body/24521-lactic-acid>
50. 근육 빨리 회복시켜주는 영양제 과연 있을까? - 헬스경향, 9월 13, 2025에 액세스,

- <https://k-health.com/news/articleView.html?idxno=66149>
51. 코리 회로 - 위키백과, 우리 모두의 백과사전, 9월 13, 2025에 액세스,
https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%BD%94%EB%A6%AC_%ED%9A%8C%EB%A1%9C
 52. 락트산 - 위키백과, 우리 모두의 백과사전, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%9D%BD%ED%8A%B8%EC%82%B0>
 53. 우리가 몰랐던 젖산의 새로운 기능 - 사이언스타임즈, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.sciencetimes.co.kr/?news=%EC%9A%B0%EB%A6%AC%EA%B0%80-%EB%AA%B0%EB%9E%90%EB%8D%98-%EC%A0%96%EC%82%B0%EC%9D%98-%EC%83%88%EB%A1%9C%EC%9A%B4-%EA%B8%B0%EB%8A%A5>
 54. 젖산염 섭취가 근육(단백질) 합성에 도움이 된다고?! / 차의과대학교 스포츠의학대학원 임상생리학 양우휘, 건국대 대학원 스포츠의학과 김지수 - YouTube, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.youtube.com/watch?v=phD9lOI3Uv4>
 55. Does muscle damage cause hypertrophy? | by Chris Beardsley - Medium, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://sandcresearch.medium.com/does-muscle-damage-cause-hypertrophy-bf99b652694b>
 56. All You Need to Know About DOMS (Delayed Onset Muscle Soreness) - Naked Nutrition, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://nakednutrition.com/blogs/fitness/delayed-onset-muscle-soreness>
 57. Is Post-Exercise Muscle Soreness a Valid Indicator of Muscular Adaptations?, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.cka.ca/en/nlka-current-issues/is-post-exercise-muscle-soreness-a-valid-indicator-of-muscular-adaptations>
 58. 운동 후 '근육통', 근육 생기고 있다는 증거일까? - 하이닥, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://news.hidoc.co.kr/news/articleView.html?idxno=31011>
 59. 운동 후 '근육통', 근육 생기고 있다는 증거일까? > 건강정보 - 성가롤로병원, 9월 13, 2025에 액세스, <https://www.stcarollo.or.kr/0401/5588>
 60. 운동 후 '근육통', 근육 생기고 있다는 증거일까? - 훈훈한내과, 9월 13, 2025에 액세스,
<http://www.hunhunhan.co.kr/Module/News/News.asp?Mode=V&Srno=31529>
 61. 근육통과 근육 성장은 큰 관련이 없습니다 - 잠백이 카드뉴스, 9월 13, 2025에 액세스, <https://jambaekee.com/article/%EB%89%B4%EC%8A%A4/5/373411/>
 62. 근육통은 왜 다음날 나타날까? [근육통과 근성장의 관계] - YouTube, 9월 13, 2025에 액세스, <https://www.youtube.com/watch?v=iPnZhAC7uTA>
 63. 근육통이 있을 때 운동해도 괜찮을까...연구 - 디지털투데이 (DigitalToday), 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.digitaltoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=590904>
 64. Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS): The Repeated Bout Effect and Chemotherapy-Induced Axonopathy May Help Explain the Dying-Back Mechanism in Amyotrophic Lateral Sclerosis and Other Neurodegenerative Diseases - MDPI, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.mdpi.com/2076-3425/11/1/108>
 65. Redalyc.REPEATED BOUT EFFECT: RESEARCH UPDATE AND FUTURE

- PERSPECTIVE, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.redalyc.org/pdf/930/93018594002.pdf>
66. Should You Be Exercising With DOMS? (Sore Muscles) - Veloforte, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://veloforte.com/blogs/fuel-better/should-you-be-exercising-with-doms>
67. Physiological and Neural Adaptations to Eccentric Exercise: Mechanisms and Considerations for Training - PMC - PubMed Central, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4620252/>
68. Physiological and Neural Adaptations to Eccentric Exercise: Mechanisms and Considerations for Training - ResearchGate, 9월 13, 2025에 액세스,
https://www.researchgate.net/publication/282808645_Physiological_and_Neural_Adaptations_to_Eccentric_Exercise_Mechanisms_and_Considerations_for_Training
69. Neural Contributions to Muscle Growth - NSCA, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.nasca.com/education/articles/kinetic-select/neural-contributions-to-muscle-growth/>
70. How to Tell the Difference Between an Ache or Injury - True Sports Physical Therapy, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.truesportsphysicaltherapy.com/blogs/differentiate-ache-from-injury>
71. Effects of Muscle Architecture on Eccentric Exercise Induced Muscle Damage Responses, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.jssm.org/researchjssm-20-655.xml.xml>
72. Does the muscle group that gets DOMS indicate anything? : r/running - Reddit, 9월 13, 2025에 액세스,
https://www.reddit.com/r/running/comments/1g8omts/does_the_muscle_group_that_gets_doms_indicate/
73. Muscle pain When to see a doctor - Mayo Clinic, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.mayoclinic.org/symptoms/muscle-pain/basics/when-to-see-doctor/sym-20050866?p=1>
74. 운동 후 발생하는 지연성 근육통의 모든 것 - YouTube, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.youtube.com/watch?v=F9PfVpGOucc>
75. Muscle Soreness & DOMS: How to Prevent & Treat Sore Muscles - NASM Blog, 9월 13, 2025에 액세스, <https://blog.nasm.org/doms-muscle-soreness>
76. Active Recovery Workouts and How They Can Ease Muscle Soreness - WebMD, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.webmd.com/fitness-exercise/what-to-know-active-recovery-workouts>
77. rightasrain.uwmedicine.org, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://rightasrain.uwmedicine.org/body/exercise/active-recovery#:~:text=Active%20recovery%20includes%20cooldowns%20and.%3B%20gentle%20yoga%3B%20and%20stretching.>
78. How to Reduce Soreness With Active Recovery - Right as Rain by UW Medicine, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://rightasrain.uwmedicine.org/body/exercise/active-recovery>
79. Active vs. Passive Recovery: Which One Is Better For You? | The Output by

- Peloton, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.onepeloton.com/blog/active-vs-passive-recovery>
80. 운동 후 '육신육신' 근육통, 빨리 줄이려면? - 코메디닷컴, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://kormedi.com/1633213/>
 81. Delayed onset muscle soreness : treatment strategies and performance factors - PubMed, 9월 13, 2025에 액세스, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12617692/>
 82. 근막이완 마사지가 하체지연성 근육통의 감소, 근육이완 및 회복에 미치는, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.e-ajbc.org/upload/pdf/7%EA%B9%80%ED%9D%AC%EB%9D%BC.%EB%A5%98%EC%9D%80%EB%AF%B8,%EC%8B%A0%ED%98%84%EC%9E%AC.pdf>
 83. Everything You Need to Know About DOMS - The Body Coach, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.thebodycoach.com/blog/everything-you-need-to-know-about-doms/>
 84. Mean differences in DOMS in muscle groups and relative effect size in... - ResearchGate, 9월 13, 2025에 액세스,
https://www.researchgate.net/figure/Mean-differences-in-DOMS-in-muscle-groups-and-relative-effect-size-in-the-prematch-half_tbl2_320718939
 85. 냉찜질과 온찜질 어떻게 해야할까 > WEBZINE - 하늘병원, 9월 13, 2025에 액세스,
https://www.smcsky.com/forum_06/129?page=18
 86. 온찜질과 냉찜질, 이럴 땐 이렇게 - 매경헬스, 9월 13, 2025에 액세스,
<http://www.mkhealth.co.kr/news/view.php?idx=MKH200421006>
 87. 냉찜질 vs 온찜질, 언제 어떤 찜질을 해야 할까? - 하이닥, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://news.hidoc.co.kr/news/articleView.html?idxno=32666>
 88. 온찜질? 냉찜질? 헷갈리지 말고 '이렇게' 하세요 - 헬스조선, 9월 13, 2025에 액세스,
https://m.health.chosun.com/svc/news_view.html?contid=2022031701683
 89. How to Know the Difference Between Soreness and Pain, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.reboundmd.com/news/how-know-difference-between-soreness-pain>
 90. Does Muscle Soreness Mean a Good Workout? Understanding DOMS - Sheffield Physiotherapy, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://sheffieldphysiotherapy.co.uk/muscle-soreness-mean-youve-effective-workout/>
 91. Doms away! Is delayed onset muscle soreness inevitable after a workout? - The Guardian, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2019/jan/14/doms-away-how-to-cope-with-delayed-onset-muscle-soreness>
 92. DOMS: Causes, Symptoms, and Effective Relief Strategies - Urban Ice Tribe, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://urbanicetribe.com/doms-causes-symptoms-and-effective-relief-strategies/>
 93. How to Treat Delayed Onset Muscle Soreness - Orlin Cohen, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.orlincohen.com/news/how-to-treat-delayed-onset-muscle-soreness>

[s/](#)

94. [www.fitnessfirst.co.uk](https://www.fitnessfirst.co.uk/blog/should-you-exercise-with-doms#:~:text=Should%20I%20workout%20with%20DOMS,a%20pause%20on%20your%20fitness.), 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.fitnessfirst.co.uk/blog/should-you-exercise-with-doms#:~:text=Should%20I%20workout%20with%20DOMS,a%20pause%20on%20your%20fitness.>
95. What Is Delayed Onset Muscle Soreness? - Cedars-Sinai, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.cedars-sinai.org/blog/what-is-delayed-onset-muscle-soreness.html>
96. 근육통 느껴지면, 근육 더 잘 생길까? - 헬스조선, 9월 13, 2025에 액세스,
https://m.health.chosun.com/svc/news_view.html?contid=2023032901652
97. libertybaychiro.com, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://libertybaychiro.com/is-it-just-soreness-or-an-injury-understanding-doms-vs-muscle-strain/#:~:text=It%20tends%20to%20feel%20like,or%20limited%20range%20of%20motion.>
98. libertybaychiro.com, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://libertybaychiro.com/is-it-just-soreness-or-an-injury-understanding-doms-vs-muscle-strain/#:~:text=In%20contrast%2C%20a%20true%20muscle,ability%20to%20use%20the%20muscle.>
99. The Difference Between Muscle Soreness and Injuries - Texas Health Resources, 9월 13, 2025에 액세스,
<https://www.texashealth.org/Health-and-Wellness/Sports-Medicine/The-Difference-Between-Muscle-Soreness-and-Injuries>