



# 골절 후 골다공증의 약물치료 및 낙상 예방

오형근<sup>✉</sup>

인제대학교 의과대학 일산백병원 정형외과학교실

## Medical Treatment of Osteoporosis/Prevention of Falls

Hyoung Keun Oh, M.D.<sup>✉</sup>

Department of Orthopedic Surgery, Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Goyang, Korea

### ✉Correspondence to:

Hyoung Keun Oh, M.D.  
 Department of Orthopedic Surgery,  
 Ilsan Paik Hospital, Inje University  
 College of Medicine, 170 Juhwa-ro,  
 Ilsanseo-gu, Goyang 10380, Korea  
 Tel: +82-31-910-7968  
 Fax: +82-31-910-7967  
 E-mail: osd11@paik.ac.kr

Financial support: None.  
 Conflict of interests: None.

The prevention and treatment of fragility fractures is evolving continuously. Adequate fracture care should involve treating the fracture itself as well as the underlying bone disease. Although effective treatments of osteoporosis are available, a large proportion of patients with fragility fractures are not prescribed anti-osteoporotic medications after their injury. Recent advances in diagnostic tools and medications allow for a more effective and comprehensive treatment of fragility fractures.

**Key Words:** Osteoporosis, Drug therapy, Falls

## 서 론

평균 수명의 연장에 의한 골다공증성 골절 환자의 증가는 치료하는 정형외과 의사뿐만 아니라 사회 경제적으로도 부담이 되고 있다. 고령층에서 발생하는 골절의 치료는 젊은 환자의 골절 치료에 비하여 수술 전 고려 사항도 복잡하고, 수술 후 적절한 전신 상태 관리와 더불어 이차적인 골절을 예방해야 하므로 보다 체계적인 접근이 필요하다.

노인 환자에서 골다공증성 골절 후 이차적인 골절의 위험성이 증가하나 실제로 치료 과정 중 골밀도 측정을 시행하여 골다공증 약물을 처방하는 빈도는 높지 않다.<sup>1)</sup> 일반적으로 고령층의 골절 후 동반된 골다공증의 치료 약물로 비스포스포네이트가 일차적으로 선택되고 있으며, 이차적인 고관절 골절의 발생은 35%, 사망률은 20%~28%까지 줄일 수 있어

초기 골절 후 적절한 평가로 골다공증 치료가 병행되어야 한다.<sup>2,3)</sup> 골절 직후부터 비스포스포네이트 제제를 사용하면 골절 치유에 나쁜 영향을 미치지 않을지 우려되어 수상 직후에는 사용을 권장하지는 않았으나 최근에 발표된 체계적 문헌 고찰(systemic review)에서는 대퇴골, 근위 경골 및 원위 요골 골절 후 비스포스포네이트의 사용 시점이나 용량이 골유합 속도와 유의한 연관성이 없는 것으로 알려지고 있다.<sup>4-7)</sup>

최근에는 파골세포 활성화 및 분화에 필수적인 요소인 receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand (RANKL)에 대한 단세포 항체로 데노스마(denosmab)이 소개되어 기존의 비스포스포네이트를 사용한 골다공증 치료와 비교하여 향상된 결과들이 보고되고 있으며,<sup>8,9)</sup> 6개월 단위로 주사로 사용함으로써 환자의 순응도가 높아질 것으로 예상된다.

골형성 촉진제로 부갑상선호르몬의 간헐적인 투여는 척추 골절의 위험도를 65%, 비척추 골절은 53% 감소시키며, 다발성 골절의 경우도 77%–86% 감소시키는 것으로 나타났다. 또한 요골 골절과 골반골 골절에서는 임상 시험에서도 부갑상선호르몬의 골절 치유 촉진 효과가 입증되어 심한 골다공증 환자의 불안정성 골절에서 부가적인 치료 방법으로 선택 가능하다.<sup>10,11)</sup>

골다공증 약물의 투여 외에도 충분한 칼슘의 섭취와 비타민 D의 보충은 골밀도의 증가와 근력의 회복에도 긍정적인 효과가 있으므로 매일 비타민 D 800 IU와 칼슘 1,200–1,500 mg의 투여가 권장된다.<sup>12,13)</sup>

최근에는 골다공증성 골절의 약물 치료 외에도 골절의 위험도를 높이고 직접적인 원인이 되는 노인의 낙상을 예방하기 위하여 낙상의 위험 요인 분석과 예방 대책 마련에 대한 관심이 높아지고 있다.<sup>14)</sup>

이 장에서는 골다공증성 골절 후 이차적인 골절을 예방하기 위한 약물 치료와 낙상 예방을 위한 전략에 대하여 기술하고자 한다.

## 골다공증성 골절 후 약물 치료

골다공증의 치료 약제는 크게 파골세포의 골흡수를 억제하는 골흡수 억제제와 조골세포의 골형성을 증가시키는 골형성 촉진제로 구분된다. 현재 국내에서 대부분 널리 사용되는 약제는 골흡수 억제제이고, 부갑상선호르몬은 골형성 촉진제에 속한다. 환자의 골교체율을 고려하여야 하여 약물을 선택하는 것이 바람직하며, 폐경기 여성에서와 같이 골교체율이 증가한 경우에는 골흡수 억제제 사용이 좋다. 그러나 골흡수와 골형성은 긴밀하게 연관되어 있으므로 골흡수가 억제되면 결국 골형성도 억제되기 때문에 장기간 투여하면 초기에 사용한 것만큼 효과가 크지 않다. 노인성 골다공증에서는 골형성이 저하된 것이 문제이므로 골형성 촉진제를 사용하는 것이 좋으나 현실적으로 부갑상선호르몬 치료는 최근 국내 건강보험 급여에 포함되었음에도 적용 기준이 까다롭고 고가의 비용으로 심한 골절상을 입은 환자나 심각한 골다공증이 동반된 환자에서 이차적으로 골절 치유의 목적으로 한정적으로 사용되고 있는 현실이다.

이 장에서는 고령층에서 골다공증성 골절 후 가장 널리 사용되는 비스포스포네이트 및 부갑상선 호르몬과 최근 소개된 테노스맵에 대하여 기술한다.

## 1. 칼슘과 비타민 D

골다공증 치료에서 충분한 칼슘 섭취는 기본적으로 이루어져야 한다. 골조직의 주 구성 성분인 수산화인회석은 칼슘과 인의 결정체이므로 칼슘이 부족하면 수산화인회석 결정체가 줄고, 골 골강도가 저하되는 것과 직결되기 때문이다. 한편 우리 몸의 혈중 칼슘은 부갑상선호르몬 등의 영향으로 일정한 농도가 유지되고 있다. 만약 혈중 칼슘이 저하되면 이를 보충하기 위하여 골조직에서 칼슘을 유리하게 되어 칼슘 섭취가 이루어지지 않는 한 골다공증은 치유될 수 없다. 칼슘 섭취량은 일반적으로 하루에 500–1,000 mg 정도가 권장된다. 우리나라의 국민건강영양조사 결과 식이를 통한 한국인의 평균 칼슘 섭취량은 500 mg 미만으로 권장량에 비해 부족하기 때문에 음식으로 칼슘 섭취를 증가시키는 것이 일차적으로 필요하며, 음식을 통한 칼슘 섭취가 용이하지 않은 경우에는 보충제의 사용이 권장된다.<sup>12)</sup> 칼슘의 섭취가 골절 위험도를 감소시킨다는 보고도 있으나 일반적으로는 골다공증 치료의 보조적인 수단으로 사용되는 경우가 대부분이다.

칼슘 보충제 투여 시 일반적으로 위장장애나 변비 이외에는 중대한 이상 반응은 없으나 신결석증, 고칼슘뇨증이 있는 환자에게는 칼슘 투여를 줄이거나 중단하여야 한다. 탄산칼슘(calcium carbonate)은 위산분비가 감소되면 흡수에 지장을 초래하므로 음식과 함께 혹은 식후에 복용하여야 하며, 구연산 칼슘(calcium gluconate)은 위산의 영향을 받지 않기 때문에 편한 시간에 복용이 가능하다. 일반적으로 칼슘은 하루 2–4회 나눠서 복용하는 것이 바람직하다. 최근 칼슘의 안전성과 관련하여 칼슘 보충이 심혈관 질환의 발생을 증가시킨다는 메타분석 결과가 보고되었으나 또 다른 메타분석에서는 상반된 결과가 제시되는 등 논란 여지가 있으며, 심혈관 질환을 일차 목표로 관찰한 무작위 대조군 연구가 부족하여 추가적인 연구가 필요한 상황이다. 결론이 있기까지는 우선 최대한 안전성을 고려하여 식이를 포함한 총 1,200 mg 이상의 칼슘 섭취는 주의가 필요할 것으로 보인다.<sup>12)</sup>

최근에 비타민 D의 중요한 기능이 새로이 밝혀지면서, 노인 환자에서 골다공증 치료와 더불어 근감소증을 예방하기 위한 목적으로 관심이 높아지고 있다.<sup>15,16)</sup> 비타민 D는 자외선에 의해 피부에서 생성되거나 음식을 통해 섭취된다. 비타민 D는 골격의 건강뿐만 아니라 근력, 근육의 수축 및 신경근육 기능 조절에도 필요하다. 메타분석에서 비타민 D의 단독 사용은 골절의 위험도를 감소시키지 못하지만 칼슘과 함께 섭취할 경우 고관절 골절의 위험도가 26% 감소하고 척추 골절

의 위험도가 54% 감소한다는 보고도 있다. 대다수의 노인군에서 햇빛 노출의 부족과 섭취의 감소로 인한 비타민 D 결핍과 피부에서 비타민 D 합성 능력이 감소되어 있으므로 칼슘과 비타민 D의 복용이 권고되며 대한골대사학회의 지침은 골절 예방을 위해서 일일 800 IU를 추천하고 있다.<sup>12)</sup>

골다공증 환자에서 비타민 D 부족 내지는 결핍증이 동반된 사례가 많고 비타민 D 부족은 골절 치유에도 나쁜 영향을 미치는 것으로 보고되고 있기 때문에 노령 환자에서 비타민 D 투여는 매우 중요한 의미가 있다. 비타민 D 결핍이 의심될 경우에는 혈액 25(OH)D 농도 측정이 필요하다. 골다공증의 예방을 위하여 혈액 25(OH)D 농도는 최소 20 ng/ml 이상을 유지하도록 하며, 골다공증의 치료, 골절 및 낙상의 예방을 위해서는 30 ng/ml 이상이 필요할 수도 있다.

## 2. 비스포스포네이트

비스포스포네이트 제제는 pyrophosphate 유도체로서 파골세포의 기능 억제 및 사멸을 유도하여 골흡수를 억제함으로써 골다공증성 골절의 위험성을 감소시킨다. 비스포스포네이트 제제는 체내에서 대사되지 않으며 칼슘과 결합하는 능력이 매우 강하여 골 표면의 수산화인회석과 강력하게 결합하게 된다. 한번 결합된 비스포스포네이트는 잘 분리되지 않아서 알렌드로네이트의 반감기는 10년 이상으로 추정되고 있다. 파골세포가 골흡수를 진행하는 과정에서 뼈에 침착된 비스포스포네이트 제제가 유리되어 나오고, 이것이 파골세포 내로 들어가게 되며, amnion을 가지고 있는 비스포스포네이트 제제의 경우에는 farnesyl pyrophosphate synthase의 기능을 억제하여 파골세포의 주요 기능, 즉 seal up, ruffled border 형성, 산성화 기능 등에 필요한 에너지원의 공급을 차단함으로써 파골세포의 기능을 저해하고 골흡수를 억제한다.<sup>6)</sup> 그동안 여러 임상시험을 통하여 비스포스포네이트 제제를 3-5년 이상 투약 시에 척추 골절, 고관절 골절, 비척추 골절이 감소되는 효과가 증명되었다.<sup>6,7)</sup> 1990년대 중반 처음 임상에 도입된 이후에 지난 20여 년간 비스포스포네이트 제제는 지속적으로 사용량이 증가하였으며 현재까지 많은 가이드라인에서 골다공증 치료의 일차 선택 약제로 권고되고 있지만 비스포네이트 제제의 안정성 역시 고려하여야 한다.

골절 직후부터 비스포스포네이트 제제를 사용하게 되면 파골세포의 기능을 저해하는 비스포네이트의 특성상 간접 골치유(indirect bone healing)에 영향을 주지 않을지 우려가 있지만 최근 여러 동물 실험과 임상 시험에서는 비스포스포

네이트의 조기 투여는 가골의 재형성을 지연시키에도 가골의 양을 증가시켜 오히려 골절부위의 강도가 증가하므로 임상적으로는 골절 치유에 큰 영향을 미치지 않는다고 한다.<sup>5,7)</sup> 최근에 발표된 체계적 문헌고찰(systemic review)에서도 대퇴골, 근위 경골 및 원위 요골 골절 후 비스포스포네이트의 사용 시점이나 용량이 골유합 속도와 유의한 연관성이 없음이 보고되고 있다.<sup>17)</sup> 또한 골절 후 비스포스포네이트의 사용으로 내 고정물 주위 골량 증가 등의 효과로 내 고정물의 안정성이 증가된다는 보고도 있고,<sup>5)</sup> 인공관절치환술 후에도 치환물 주위 골소실을 예방하는 효과도 보고되고 있어<sup>18)</sup> 골절 후 비스포스포네이트의 사용은 골절 치유 과정에 큰 영향 없이 골다공증성 골절 후 이차적인 골절 예방을 위하여 사용하는 것으로 권장된다.

비스포스포네이트의 합병증으로는 위장관계 자극에 의한 식도암의 위험성, 심방 세동과의 연계성 등이 거론되었으나 직접적인 위험성은 없는 것으로 평가되고 있다. 하지만 턱뼈 괴사(osteonecrosis of the jaw)와 비전형 대퇴골 골절(atypical femoral fracture)에 대한 연관성이 점차로 보고되고 있다.<sup>19-21)</sup> 이런 이유로 최근에는 약 3-5년 정도 투약을 지속한 후에도 계속 투여 여부를 결정하고 위험요소가 제거 혹은 감소되었다고 판단되는 경우에는 약물 휴지기(drug holiday)를 수년간 갖는 것을 추천하고 있다.

2015년 대한골대사학회에서 제시한 약물 휴지기 권고 대상은 골절 고 위험군이 아니면 경구용 비스포스포네이트 제제의 경우 5년간 투약 후, 주사용 비스포스포네이트 제제는 3년간 투약한 환자이다. 하지만 골절 고 위험군(비스포스포네이트로 충분한 기간 동안 치료해도 T-값이 -2.5 이하인 경우, 과거의 대퇴골 혹은 척추 골절력, 만성 질환 혹은 약제에 의한 이차성 골다공증)인 경우에는 지속적인 치료를 고려할 수 있다. 휴지기 동안의 추적관찰은 매년 이중 에너지 X선 흡수측정법을 이용한 골밀도를 측정하며 휴지기 이후 골밀도에 유의한 변화가 있을 경우 새로운 골다공증 골절이 발생하거나 T-값이 -2.5 이하로 감소 시에 재치료를 고려한다.<sup>22)</sup>

## 3. 부갑상선호르몬

부갑상선호르몬은 체내 혈중 농도가 지속적으로 높게 유지될 경우에는 골흡수를 증가시키는 반면에 적은 용량으로 간헐적으로 투여 시 골형성을 촉진시킨다. 골형성에 작용하는 기전은 아직까지 잘 알려져 있지 않지만 조골세포에 작용하여 사멸을 억제하고 생존을 증가시키며 이러한 작용에는

insulin-like growth factor-1, fibroblast growth factor-2, Runx2, transforming growth factor- $\beta$  발현 촉진과 Wnt signal의 억제제로 알려져 있는 sclerostin의 분비 억제 등이 관여한다고 알려져 있다.

현재 치료제로 나온 부갑상선호르몬은 두 종류로 84개의 아미노산으로 이루어진 사람의 부갑상선호르몬 중 아미노 말단의 34개 아미노산으로 구성된 PTH 1-34 (teriparatide, teriparatide acetate)와 사람의 부갑상선호르몬과 같은 84개의 아미노산으로 구성된 인간재조합 PTH 1-84 (preotact)가 있다.

부갑상선호르몬(PTH 1-34, teriparatide)을 21개월간 매일 20  $\mu$ g 피하주사 시 요추 골밀도는 9.7% 증가하였으며 대퇴골 경부 골밀도는 2.8% 증가하였다. 부갑상선호르몬을 간헐적으로 투여 시 척추 골절의 위험도를 65%, 비척추 골절은 53% 감소시키며, 다발성 골절의 경우도 77%-86% 감소시키는 것으로 보고되었다.<sup>10,11)</sup> 최근의 이중 맹검 임상시험에서 teriparatide의 사용으로 요골 골절과 골반골 골절에서 골절 치료 촉진 효과가 입증되어<sup>23,24)</sup> 대퇴골에서의 치료 촉진 여부에 대한 임상 시험이 진행 중이다. 또한 비스포스포네이트의 장기간 사용으로 인한 대퇴골 비전형 골절의 치료에도 효과적인 것으로 보고되고 있으나,<sup>25)</sup> 모든 골절부에서 효과적일지는 추가적인 연구가 필요하다.

부갑상선 호르몬의 가장 흔한 합병증은 두통, 심계항진과 혈중 칼슘 상승으로 인한 신장 결석의 우려가 있어 부갑상선 호르몬의 사용 시 칼슘 섭취를 줄이고 정기적인 칼슘 수치 측정이 필요하다. 또한 부갑상선 호르몬의 장기 투여 시에 골육종 발생에 대한 염려가 있으나 동물 실험에서 골육종이 발생한 경우는 실제 임상에서 사용되는 용량보다 3-58배 이상의 용량이 사용되었으며, 시판 후 조사 결과 부갑상선호르몬을 투여 받은 환자들에서 일반 인구 집단에 비해 골육종 발생 위험이 증가하지 않는 것으로 보고되고 있다.<sup>26)</sup>

부갑상선호르몬 투여 중단 후에 다른 약제를 투여하지 않은 경우에는 골밀도가 급격히 감소하는 것이 관찰되었기 때문에 투여 종료 후에는 골흡수 억제제를 순차적으로 투여하는 것이 좋다.

#### 4. Receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand 억제제

데노수맙(denosumab)은 파골세포 활성화 및 분화에 필수적인 요소인 RANKL에 대한 단세포 항체이다. 파골세포

의 분화를 촉진시키는 세포막 단백질 RANKL을 억제함으로써 골 소실을 줄여주고 골량 및 골강도를 증가시키는 작용을 한다. 대사는 정확하게 알려져 있지 않으나 면역글로불린 제거와 비슷한 경로로 제거될 것으로 생각된다.<sup>8,9)</sup> 폐경 후 골다공증 여성을 대상으로 3년간 관찰한 FREEDOM (fracture reduction evaluation of denosumab in osteoporosis every 6 months) 연구에서 요추 골밀도는 9.2%, 대퇴골 골밀도를 6% 증가시켰으며 새로운 척추골절은 발생은 68% 감소시켰고, 고관절 골절은 40%, 비척추골 골절은 20% 감소시켰다.<sup>27)</sup> 최근 발표된 데노수맙의 10년 투여 연구 결과에서도 기존의 비스포스포네이트와는 다르게 지속적인 골밀도 증가와 골절 발생 위험 감소 효과가 보고되었다. 데노수맙 60 mg을 피하 주사로 6개월 간격으로 투여하는 것으로 고 위험군에서도 50% 이상의 골절 위험도 감소 효과를 보이며, 골절 치유 과정에는 영향이 없다.

비스포스네이트와 달리 데노수맙은 골에 강력하게 결합하지 않기 때문에 약제를 중단하면 12개월 내에 골표지자가 정상으로 회복되는 것으로 알려져 있다. 이외에도 데노수맙은 비스포스포네이트에 비하여 위장관 합병증의 빈도가 낮고, 신장으로 배설되지 않아 신장 기능이 저하된 환자에서도 사용할 수 있다는 장점이 있다.

데노수맙을 투여 후 9개월 이상 골다공증 약물 치료를 시행하지 않으면 오히려 척추 골절의 위험도가 증가되는 현상 (rebound phenomenon)이 발생할 수 있어 주의가 필요하고, 드물지만 비스포스포네이트 제제와 마찬가지로 턱뼈 괴사와 비전형 대퇴골 골절 발생이 보고되고 있다.

최근 연구에 의하면 데노수맙과 teriparatide의 병용 요법이 요추, 대퇴 경부 등에서 데노수맙과 teriparatide의 단독 사용에 비하여 골밀도 상승 효과가 우수하며, 해면골 및 피질골에서 골형성이 촉진되어 향후 골다공증성 골절에서 골절 예방 효과로 가장 효과적인 방법으로 기대된다.<sup>11)</sup>

### 낙상 예방

노인성 골절 환자의 대부분이 단순 낙상에 의하여 발생하며, 고령층에서는 만성질환으로 인한 근육 및 전신 상태 약화로 낙상 및 사고의 발생률이 높다. 시력 저하, 평형 및 보행 장애, 느린 반응 시간, 인지 장애 등은 낙상의 발생 빈도를 높이는 요인으로 작용한다.

특히 노인 고관절 골절 후 보행 능력 저하는 수술 후 추시 중 낙상 위험도를 높이며, 또한 섬망 증상의 지속, opioid계



약물 복용, 빈번한 치료 기관 변경 등도 낙상의 위험 요소로 알려져 있다. 이러한 다양한 낙상 위험 요소에 대한 평가 및 예방은, 특히 노인 고관절 골절 수술 후 중요한 관리 항목으로 이차적인 골절을 예방하는 데 필수적이다.<sup>14,28)</sup>

골다공증성 골절 후 적절한 수술 후 재활 치료로 보행 능력과 균형 감각을 조기에 회복하도록 도모하여야 하며, 거주지 환경 또한 낙상의 위험 요소를 제거할 수 있도록 가족과 충분한 상의가 필요하다. 시력과 청각 저하가 있는 경우에도 낙상의 위험도가 높아 적절한 보조 도구 사용이 권장된다. 특히 일본에서는 낙상 방지 프로그램을 통한 사회봉사 활동과 지역사회 계몽이 우리나라보다 조직화되어 있으며 낙상 방지 협회와 학회를 통한 홍보도 강화되고 있다.

골절 후 낙상 예방을 위한 평가 및 치료 방침 외에 지역 사회 노인의 낙상 예방을 위한 위한 최근의 진료 지침을 소개하고자 한다.

## 1. 낙상 위험도 평가

낙상 위험도의 선별검사는 낙상의 위험성이 높은 고 위험군을 찾아내어 낙상에 대한 포괄적 중재를 수행하고 임상적인 이득을 얻을 수 있는 대상자를 선정할 수 있도록 도와준다. 선별검사에서 이상이 발견된 경우에는 낙상의 고 위험군으로 판정되어 추가적으로 낙상의 위험도에 대한 다면적인 평가가 이루어져야 한다.<sup>14)</sup>

낙상의 위험도 평가를 위한 선별검사로 ‘낙상병력청취’와 ‘보행과 균형에 대한 평가’가 가장 많이 활용된다. 낙상병력청취는 손쉽게 할 수 있으며, 지난 1년간 낙상발생 유무와 횟수, 의학적 치료가 필요했던 낙상발생 여부, 그리고 보행이나 균형유지 장애 등에 대한 질문이 포함된다. 보행과 균형에 대한 평가 도구로는 Timed Up and Go Test, Berg Balance Scale, Performance-Oriented Mobility Assessment 등을 이용한다. 지난 1년간 한 번 이상 낙상을 경험하였거나, 보행이나 균형유지 장애의 병력이 있는 경우, 또는 보행과 균형에 대한 평가에서 이상을 보이는 경우에는 다면적 낙상 평가를 실시한다.

다면적인 평가 항목으로는 낙상병력, 보행, 균형, 이동성, 근력에 대한 평가, 골다공증에 대한 평가, 기능 평가, 낙상에 대한 두려움, 시력, 인지기능 평가 및 신경학적 평가, 배뇨장애, 집안 환경의 위험성, 심혈관계 평가 및 약물 복용력 평가 등이 포함된다.

향후 낙상 위험도 평가를 위한 체계적인 항목과 지침이 국내 현실에 맞게 마련되어 진료 현장 및 지역 사회에서 유기적

으로 낙상 고 위험군이 관리, 감독되기를 기대한다.

## 2. 운동

노인에서 규칙적인 개인 운동은 신체기능을 향상시키고, 낙상을 예방하며, 골밀도를 유지시키는 데 도움이 되고, 특히 일상생활 중 쉽게 적용할 수 있다는 장점이 있다. 가정에서의 낙상예방을 위한 개인의 근력강화 및 균형증진 운동도 낙상 위험을 감소시키나 가정에서 시행하는 개인 운동은 집단 운동보다 효과가 떨어지고 순응도가 낮다는 한계가 있다.

근력강화 방법으로 ankle cuff weight, Thera bands 및 일상적인 다양한 근력강화 방법이 알려져 있다. 유산소 운동 및 지구력 강화 운동방법으로 걷기 운동, 정지된 자전거 타기 (exercise on stationary cycles), 앉은 자세에서 하지 압력에 저항하여 다리 펴기(knee and hip extension were performed one leg press in a sitting position), 선 자세에서 고관절 외전 근 들어올리기(hip abduction and extension in a standing position) 같은 방법을 사용할 수 있다.

균형증진 운동방법으로는 정적인 균형증진 방법과 동적인 균형증진 방법이 있으며, 앉았다 일어서기(from a sit to stands), 걷기 및 회전하기, tandem standing, tandem gaiting, unipedal standing, 무릎 구부리고 서기(knee bends), 방향전환(change of direction), 공 던지고 받기(catching/throwing a ball) 및 tai-chi 운동방법 등이 소개되고 있다. 적당한 운동량은 개개인의 건강상태에 맞게 정하는 것이 일반적이며, 운동의 종류나 양에 따라 달라질 수 있다.<sup>29)</sup>

## 3. 환경 개선

낙상 위험도가 높은 환자에서 거주지 환경 개선으로 효과적으로 낙상의 발생을 줄일 수 있으며, 특히 혼자 사는 노인들에게 도움이 된다. 환경 개선 방법으로는 계단에 색칠하기, 너무 밝은 조명 조절, 집안 곳곳에 손잡이 설치, 욕조에 미끄럼 방지 매트 설치, 문턱 제거 등이 있다.

또한 신발의 종류도 낙상에 영향을 미치므로 굽이 낮고 미끄럼 방지 기능이 있는 신발을 선택할 수 있도록 조언해 주어야 한다.<sup>14,29)</sup>

## 4. 시력 및 동반 질환 개선

노인 환자에서는 백내장 등의 안과적 이환 질환이 빈번하

며, 이는 높낮이 구별과 명암 대비 인지 능력을 저하시켜 낙상의 위험도를 증가시킨다. 최근 연구에서도 백내장 수술을 시행한 경우 낙상의 위험도를 상당히 감소시킨다는 보고도 있어 시력에 문제가 있는 환자를 선별하여 이에 대한 조언이 필요하다.<sup>30)</sup> 또한 다초점 렌즈 보다는 단초점 렌즈가 야외 활동에서 낙상 예방에 도움이 된다고 한다.<sup>31)</sup>

인지 능력 저하 역시 낙상의 위험 요소로 노인 환자에서 수술 후 섬망은 1년 후 불량한 기능적 회복과 높은 사망률과 깊은 관련이 있다. 전신 마취에 비하여 부위 마취가 약 50% 이상 섬망 발생 위험도를 줄일 수 있다고 보고되고 있으며, 적절한 수분 및 전해질 관리, 충분한 산소 공급, 통증 조절, 원활한 대소변 조절, 수술 후 조기 거동 등으로 섬망 발생을 줄일 수 있어 노인 골절에 대한 수술 후 다학제간 협조가 고려되어야 한다.<sup>32)</sup>

## 5. 비타민 D 공급

비타민 D는 장에서 칼슘 흡수와 뼈의 미네랄화를 증가시켜 골밀도를 증가시키고 골절 위험을 감소시키며 최근에는 근육이나 신경기능에도 관여하는 것으로 밝혀졌다. 대다수의 노인에서 햇빛 노출의 부족과 섭취의 감소로 인한 비타민 D 결핍과 피부에서 비타민 D 합성 능력이 감소되어 있으므로 칼슘과 비타민 D의 복용이 권고되고 있다. 하지만 현재까지 건강한 노인에게 비타민 D를 보충하여 낙상과 골절을 감소시켰는가에 대한 연구결과들은 일관된 결론을 도출하지 못하고 있다. 이제까지 연구마다 대상자들의 특성이 상이하며, 비타민 D 단독 투여 혹은 칼슘과 병용 투여 차이가 있고, 비타민 D의 용량, 종류, 사용 기간, 기저 비타민 D 농도 등이 달라 결론이 일관되지 않은 양상이다. 그러나 기저 비타민 D 농도가 낮은 노인들에게서 비타민 D 보충은 위약군에 비해 낙상 발생률을 43% 낮췄고 낙상 위험을 30% 감소시켰다는 보고도 있으며, 최근의 국내 지침은 일일 800 IU의 비타민 D를 공급하여 혈중 비타민 농도가 30 ng/ml 이상 유지하여야 낙상 예방에 도움이 되는 것으로 권장되고 있다.<sup>12)</sup>

## 요 약

평균 수명의 연장에 의한 골다공증성 골절 환자의 증가는 치료하는 정형외과 의사뿐만 아니라 사회 경제적으로도 부담이 되고 있다. 고령층에서 발생하는 골절의 치료는 젊은 환자의 골절 치료에 비하여 수술 전 고려 사항도 복잡하고, 수

술 후 적절한 전신 상태 관리와 더불어 이차적인 골절을 예방해야 하므로 보다 체계적인 접근이 필요하다. 이 장에서는 골다공증성 골절 후 이차적인 골절을 예방하기 위한 약물 치료와 낙상 예방을 위한 전략에 대하여 기술하고자 한다.

**색인 단어:** 골다공증, 약물치료, 낙상

## ORCID

오형근, <http://orcid.org/0000-0001-5388-7096>

## References

1. Panneman MJ, Lips P, Sen SS, Herings RM: Undertreatment with anti-osteoporotic drugs after hospitalization for fracture. *Osteoporos Int*, 15: 120-124, 2004.
2. Eriksen EF, Lyles KW, Colón-Emeric CS, et al: Antifracture efficacy and reduction of mortality in relation to timing of the first dose of zoledronic acid after hip fracture. *J Bone Miner Res*, 24: 1308-1313, 2009.
3. Lyles KW, Colón-Emeric CS, Magaziner JS, et al: Zoledronic acid and clinical fractures and mortality after hip fracture. *N Engl J Med*, 357: 1799-1809, 2007.
4. Amanat N, McDonald M, Godfrey C, Bilston L, Little D: Optimal timing of a single dose of zoledronic acid to increase strength in rat fracture repair. *J Bone Miner Res*, 22: 867-876, 2007.
5. Hegde V, Jo JE, Andreopoulou P, Lane JM: Effect of osteoporosis medications on fracture healing. *Osteoporos Int*, 27: 861-871, 2016.
6. Chang JS: Osteoporotic fracture-medical treatment. *J Korean Fract Soc*, 23: 326-340, 2010.
7. Yang KH: Anti-osteoporotic drugs and fracture healing mechanism. *J Korean Fract Soc*, 24: 212-216, 2011.
8. Cummings SR, San Martin J, McClung MR, et al: Denosumab for prevention of fractures in postmenopausal women with osteoporosis. *N Engl J Med*, 361: 756-765, 2009.
9. Lewiecki EM, Miller PD, McClung MR, et al: Two-year treatment with denosumab (AMG 162) in a randomized phase 2 study of postmenopausal women with low BMD. *J Bone Miner Res*, 22: 1832-1841, 2007.
10. Han SL, Wan SL: Effect of teriparatide on bone mineral density and fracture in postmenopausal osteoporosis: meta-analysis of randomised controlled trials. *Int J Clin Pract*, 66: 199-209, 2012.
11. Tsai JN, Uihlein AV, Lee H, et al: Teriparatide and denosumab, alone or combined, in women with postmenopausal osteoporosis: the DATA study randomised trial. *Lancet*, 382: 50-56, 2013.
12. Kim KM, Choi HS, Choi MJ, Chung HY: Calcium and vita-

- min D supplementations: 2015 position statement of the Korean Society for Bone and Mineral Research. *J Bone Metab*, 22: 143–149, 2015.
13. Black DM, Rosen CJ: Clinical practice. Postmenopausal osteoporosis. *N Engl J Med*, 374: 254–262, 2016.
14. Grossman DC, Curry SJ, Owens DK, et al: Interventions to prevent falls in community-dwelling older adults: US preventive services task force recommendation statement. *JAMA*, 319: 1696–1704, 2018.
15. Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Willett WC, et al: Effect of vitamin D on falls: a meta-analysis. *JAMA*, 291: 1999–2006, 2004.
16. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW, Suppan K, Fahrleitner-Pammer A, Dobnig H: Effects of a long term vitamin D and calcium supplementation on falls and parameters of muscle function in community-dwelling older individuals. *Osteoporos Int*, 20: 315–322, 2009.
17. Goldhahn J, Little D, Mitchell P, et al: Evidence for anti-osteoporosis therapy in acute fracture situations: recommendations of a multidisciplinary workshop of the International Society for Fracture Repair. *Bone*, 46: 267–271, 2010.
18. Moroni A, Faldini C, Hoang-Kim A, Pegreff F, Giannini S: Alendronate improves screw fixation in osteoporotic bone. *J Bone Joint Surg Am*, 89: 96–101, 2007.
19. Kim KM, Rhee Y, Kwon YD, Kwon TG, Lee JK, Kim DY: Medication related osteonecrosis of the jaw: 2015 position statement of the Korean Society for Bone and Mineral Research and the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. *J Bone Metab*, 22: 151–165, 2015.
20. Min BW, Koo KH, Park YS, et al: Scoring system for identifying impending complete fractures in incomplete atypical femoral fractures. *J Clin Endocrinol Metab*, 102: 545–550, 2017.
21. Yang KH, Min BW, Ha YC: Atypical femoral fracture: 2015 position statement of the Korean Society for Bone and Mineral Research. *J Bone Metab*, 22: 87–91, 2015.
22. Yoo JH, Moon SH, Ha YC, et al: Osteoporotic fracture: 2015 position statement of the Korean Society for Bone and Mineral Research. *J Bone Metab*, 22: 175–181, 2015.
23. Aspenberg P, Genant HK, Johansson T, et al: Teriparatide for acceleration of fracture repair in humans: a prospective, randomized, double-blind study of 102 postmenopausal women with distal radial fractures. *J Bone Miner Res*, 25: 404–414, 2010.
24. Peichl P, Holzer LA, Maier R, Holzer G: Parathyroid hormone 1–84 accelerates fracture-healing in pubic bones of elderly osteoporotic women. *J Bone Joint Surg Am*, 93:1583–1587, 2011.
25. Im GI, Lee SH: Effect of teriparatide on healing of atypical femoral fractures: a systemic review. *J Bone Metab*, 22: 183–189, 2015.
26. Andrews EB, Gilsenan AW, Midkiff K, et al: The US postmarketing surveillance study of adult osteosarcoma and teriparatide: study design and findings from the first 7 years. *J Bone Miner Res*, 27: 2429–2437, 2012.
27. Adami S, Libanati C, Boonen S, et al: Denosumab treatment in postmenopausal women with osteoporosis does not interfere with fracture-healing: results from the FREEDOM trial. *J Bone Joint Surg Am*, 94: 2113–2119, 2012.
28. Chu LW, Chi I, Chiu AY: Falls and fall-related injuries in community-dwelling elderly persons in Hong Kong: a study on risk factors, functional decline, and health services utilisation after falls. *Hong Kong Med J*, 13(Suppl1): S8–12, 2007.
29. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, et al: Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*, (9): CD007146, 2012.
30. Cumming RG, Ivers R, Clemson L, et al: Improving vision to prevent falls in frail older people: a randomized trial. *J Am Geriatr Soc*, 55: 175–181, 2007.
31. Lord SR, Dayhew J, Howland A: Multifocal glasses impair edge-contrast sensitivity and depth perception and increase the risk of falls in older people. *J Am Geriatr Soc*, 50: 1760–1766, 2002.
32. Marsh JL, Karan MD: Fractures in the elderly patient. In: Rockwood CA, Green DP, Court-Brown CM, Heckman JD, McQueen MM, ed. *Rockwood and Green's fractures in adults*. 8th ed. Philadelphia, Lippincott: 621–650, 2016.