

Management of Elderly Patients with Spinal Disease

수술적 치료 결과 향상을 위한 수술 전후 약물요법:
골다공증의 치료신현규[✉] • 이재욱 • 송승철

성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 정형외과학교실

Perioperative Medical Treatment to Improve Surgical Outcomes:
Management of OsteoporosisHun Kyu Shin, M.D.[✉], Jae Wook Lee, M.D., and Seung Cheol Song, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

As the population grows older and medical treatments are advancing, the number of spine surgeries in elderly patients has been increasing. To obtain a successful outcomes of spine surgery in elderly patients, surgeons should prepare meticulously because elderly patients can have osteoporosis and surgery can be more extensive than in younger patients. Therefore, this study reviewed the perioperative medical treatment, particularly for osteoporosis, to improve the surgical outcomes in elderly patients.

Key words: osteoporosis, elderly, spine surgery, medical treatment, perioperative

서 론

노인에서 골다공증은 척추 압박 골절의 가장 중요한 위험 인자로 70세 이상의 노인에서 약 20%의 빈도로 발생한다.¹⁾ 골다공증이 있는 경우 점진적으로 척추의 변형이 발생하여 정상적인 생리학을 변화시키고 이러한 변화가 누적됨에 따라 통증 및 신경학적 증상을 유발하게 된다. 미국 연구에 따르면 여성인구에서 골다공증의 유병률은 65세 이후에 약 26%, 85세 이후에는 약 50%로 높게 나타났다. 또한 척추 수술을 시행한 50세 이상 환자 중 남자 환자의 46.1%, 여자 환자의 41.1%에서 골감소증을 가지고 있었고, 남자 환자의 14.5%, 여자 환자의 51.3%에서 골다공증을 가지고 있

었다.²⁾

노인 인구에서 퇴행성 척추 질환은 대부분 보존적 치료를 시행하게 되지만 충분한 보존적 치료를 시행하였음에도 불구하고 지속적 통증이 있거나 신경학적 증상이 악화되는 경우에 수술적 치료를 시행하게 된다. 골다공증이 있는 고령인구에서 척추 수술의 적응증은 골다공증이 없는 환자들과 비슷하며 신경근병증, 척수병증, 점진적인 변형의 진행, 퇴행성 척추전위증, 디스크 질환, 협착증 등으로 신경학적 파행이 있는 경우 등이 해당된다.

평균 수명이 늘어남에 따라 노인 인구에서 척추 수술을 하는 경우가 불가피하게 증가하고 있다. 여러 논문에서 적절한 적응증에서 수술적 치료를 시행한 경우에 보존적 치료를 시행한 경우보다 더 나은 결과를 보여주어 노인 인구에서 척추 수술의 필요성을 지지하고 있다.²⁾ 척추관 협착증 환자에서 수술적 치료를 시행 후 생존율은 관절 치환술의 생존율과 비교하였을 때 떨어지지 않았고,³⁾ 수술적 치료를 한 경우가 보존적 치료를 한 경우보다 더 나은 결과를 보였다.²⁾ 수술기술과 수술 전, 후 관리 기술이 향상됨에 따라 이전에 수술의 적응증이 되지 않았던 노인 인구에서 수

Received February 1, 2018 Revised March 15, 2018 Accepted March 15, 2018

[✉]Correspondence to: Hun Kyu Shin, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Kangbuk Samsung Hospital, 29 Saemunan-ro, Jongno-gu, Seoul 03181, Korea

TEL: +82-2-2001-2170 FAX: +82-2-2001-2117 E-mail: coolhkshin@naver.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1504-1668>

술이 가능해짐에 따라 노인 인구에서 척추 수술의 적응증이 점점 더 넓어지고 있다.

하지만 골다공증이 있는 환자에서 척추 고정술 시행하는 경우 고정력이 충분하지 못하여 척추 수술 후 의인성 불안정성 및 척추경 골절, 압박 골절, 불유합, 고정술의 실패 등의 합병증이 발생할 수 있다. 또한 골다공증이 있는 경우 추체간 유합술 후 케이지의 침강도 보고되었다. 골다공증이 있는 노인환자는 골밀도(bone mineral density, BMD)가 낮을 뿐만 아니라 혈류상태가 불량하고 골수 기능이 저하되어 있어 골 형성 능력이 감소되어 있다. 이로 인해 술 후 골 재형성이 잘 되지 않아 불유합의 가능성이 높아진다.⁴⁾ 또한 노인 인구에서 척추 질환에 대해 수술적 치료를 시행하게 되는 경우 젊은 연령의 환자군에 비해 수술 범위가 커지기 때문에 골다공증을 진단하고 치료하는 것이 수술 결과를 향상시키는 데 반드시 필요하다.

골다공증 진단

척추 수술 전 모든 환자에서 이중 에너지 방사선 흡수 계측법(dual energy x-ray absorptiometry, DEXA) 및 이차성 골다공증을 확인하기 위한 검사를 시행하여야 한다. DEXA는 골다공증을 진단하기 위한 표준 검사로 DEXA 검사의 빈도는 초기 골다공증의 정도와 위험 인자에 따라 결정된다. 실험실 검사로는 골대사 지표인 혈청 alkaline phosphatase, osteocalcin, 소변 collagen cross-link degradation products를 검사한다. 그리고 치료를 시작하기 전 대사 질환에 의한 이차성 골다공증의 감별이 필요하다.

환자의 비타민 D 상태를 파악하기 위해 혈청 25-OH 비타민 D를 검사하도록 권장하고 있으며 혈청 칼슘과 인 수치는 이차성 골다공증을 감별하는 데 도움이 된다.

술자는 척추 수술을 하기 전에 수술 후 결과에 악영향을 줄 수 있는 골다공증의 위험 인자를 파악하고 이를 예방할 수 있는 전략을 세워야 한다. 적절한 칼로리 및 칼슘, 비타민 D 섭취를 권장하고 BMD를 증가시킬 수 있는 운동을 격려하여야 한다. 흡연, 음주의 중단 및 절제에 대한 교육도 필요하다.⁵⁾ 골다공증이 있는 것으로 진단되었다면 외과 의사, 내과 의사 등과 협진하여 수술 전 내과적 치료를 시행하여야 한다. 내과적 치료제로 사용할 수 있는 약제로는 칼슘과 비타민 D, 비스포스포네이트, 부갑상선 호르몬, 에스트로젠과 선택적 에스트로젠 수용체 조절제, denosumab, 칼시토닌 등이 있다.

골다공증 치료 약제

1. 칼슘, 비타민 D

미국 식품의약국(Food and Drug Administration, FDA)에서는 50세 이상의 성인에서 하루 1,500 mg의 칼슘과 400 IU의 비타민 D

섭취를 권장하고, National Institutes of Health guidelines에서는 65세 이상의 성인에서 하루 1,500 mg의 칼슘 섭취를 권장하고 있다.⁶⁾ National Osteoporosis Foundation은 51세 이상의 여성과 71세 이상의 남성에서 하루 1,200 mg 이상의 칼슘 섭취를 권장하고 있고, 50세 이상의 성인에서 하루 800-1,000 IU 이상의 비타민 D 섭취를 권장하고 있다.⁷⁾ 동물 실험에서 칼슘 복용이 척추 유합률을 향상시킨다는 보고는 있지만,⁸⁾ 척추 수술을 받은 환자에서 칼슘 복용이 임상적 결과에 미치는 영향에 대한 연구는 아직 없다. 하지만 칼슘 및 비타민 약제의 비용이 저렴하고 부작용이 적기 때문에 골 손실을 줄이기 위한 목적으로 복용을 권장하고 있다. 한 연구에 따르면 하루 최소 1,200 mg의 칼슘을 복용하면 척추 골절의 발생률을 낮춘다고 하였고, 비타민 D를 하루 최소 800 IU 같이 복용하면 그 효과가 향상된다고 하였다.⁹⁾ 그리고 다른 연구에서도 칼슘 단독 복용 또는 비타민 D의 복합 복용이 척추의 골 손실을 감소시킨다고 보고하였다.¹⁰⁾

비타민 D 저하증은 성인에서 40%-90%로 보고될 정도로 아주 흔하고 이는 골다공증 환자에서 골감소와 연관성이 아주 높은 것으로 알려져 있다. 비타민 D 저하증의 위험인자로는 고령, 흡연, 비만, 다른 비타민의 결핍 등이 있으며 비타민 D 저하증은 골절의 위험과 강력한 연관성이 있다. 척추 수술을 받은 환자에서 비타민 D 결핍은 27%까지 보고되고 있다.⁶⁾

비타민 D는 골 형성에 중요한 성분으로 한 동물 실험에서 쥐의 난소를 제거하여 폐경 후 골다공증을 유발한 쥐에서 골절을 일으킨 후 비타민 D를 투여하였을 때 대조군에 비해 골 유합이 증가한 것을 확인하였다.¹¹⁾ 또한 Metzger 등¹²⁾은 척추 유합술을 시행한 쥐에 비타민 D를 보충하였을 때 유합률이 향상되었다고 보고하였다.

한 인체 연구에서는 척추 협착증 환자에서 감압술 및 유합술을 시행한 후 비타민 D 보충 없이 수술 후 비타민 D 수치가 증가하였다고 했으며 수술 후 25-OH 비타민 D의 수치는 수술 후 결과와 연관성을 보였다고 하였다. 그리고 수술 전 비타민 D의 수치가 낮을수록 수술 후 임상 결과가 좋지 않다고 보고하였다.¹³⁾ 척추 수술 환자에서 비타민 D 사용의 유용성에 대한 임상적 연구 결과는 아직 없지만 위에서 언급한 여러 논문의 결론을 통해 볼 때 척추 수술 예정인 환자에서 비타민 D 수치를 확인하고 저하되어 있는 경우 이를 적극적으로 교정해 줌으로써 척추 수술 후 양호한 결과를 기대해 볼 수 있을 것으로 판단된다.

2. 비스포스포네이트(bisphosphonates)

비스포스포네이트와 같은 항-골흡수 제제는 골량을 증가시킬 목적으로 사용되며 골절의 위험을 낮춘다.⁵⁾ 비스포스포네이트는 2가지 종류로 분류할 수 있다. Alendronate, risedronate, pamidronate, ibadronate와 같은 nitrogen-containing 비스포스포네이트는 파골세포의 farnesyl pyrophosphate synthase를 억제함으로써 파

골세포의 골흡수를 방해한다. Tiludronate, clodronate, etidronate와 같은 nonnitrogen-containing 비스포스포네이트는 파골세포의 세포자멸을 유도하여 BMD를 향상시킨다. 비스포스포네이트는 사용약제에 따라 복용 주기가 다양하고 최적의 복용기간에 대해서는 아직 논란이 있다. 일반적으로 BMD의 향상은 골교체를 의미하는 생화학 지표(serum N-terminal propeptide of type I collagen or C-terminal telopeptide)를 통해서 확인하고, 주기적인 BMD 검사 시행은 추천되지 않는다.

척추 유합술에서 비스포스포네이트의 영향에 대한 연구 중 동물연구에서는 비스포스포네이트가 골 유합을 방해하고 척추 유합을 지연시킨다고 하였다.¹⁴⁾ 최근 40명의 골다공증 환자를 대상으로 한 전향적 무작위 대조 시험 연구에서 alendronate를 사용한 그룹이 사용하지 않은 대조군에 비해 척추 유합술 후 1년째 유합률은 의미있게 증가하였고 케이지의 침강은 의미있게 감소하였다.¹⁵⁾

비스포스포네이트를 장기간 사용하였을 때 대퇴골의 비전형적 전자하골절, 턱뼈의 골괴사, 신장 기능 저하, 심방 세동의 합병증이 발생할 수 있으며 최근 연구에서는 칼슘 대사에도 영향을 주는 것으로 알려져 있다.¹⁶⁾ 이러한 위험성 때문에 약제의 사용에 대해 아직 논란이 있다. 또한 골다공증 치료에서 이들 약제의 이상적인 사용기간에 대해 아직 확립된 것이 없기 때문에 적절한 환자를 선택하고 치료 기간도 최소화하여야 한다. 여러 동물 실험과 alendronate를 사용한 무작위 대조 시험 연구에서 척추 수술에 비스포스포네이트 사용이 긍정적 효과를 보일 것으로 기대되나 아직 효과에 대한 근거가 부족한 상황으로 척추 수술 전 이 약제를 사용을 권고하기는 어렵고 앞으로 이와 관련하여 더 많은 연구가 필요하다.

3. 부갑상선 호르몬

갑상선 호르몬은 혈중 칼슘 농도를 높이는 호르몬으로서 신장에서 칼슘 흡수를 증가시키고 뼈에 작용하여 골흡수를 증가시킨다. 하지만 간헐적으로 작용하였을 때 파골세포보다 골 형성세포를 더 자극하여 최종적으로 골 형성을 유발한다.

동물 실험에서 부갑상선 호르몬의 사용이 골 유합률을 증가시킬 뿐만 아니라 유합의 구조를 더 견고히 하였다고 보고하였다.¹⁷⁾

사람에게 사용될 수 있는 제제로는 두 종류의 재합성 parathyroid hormone (PTH) 유도체가 있으며, 하나는 teriparatide를 상품명으로 사용중인 PTH (1-34)로 골 손실을 예방하는 유일한 anabolic 골다공증 치료제이다. 다른 하나는 고칼슘혈증의 위험성 때문에 아직 FDA 승인을 받지 못한 PTH (1-84)이다. 여러 연구에서 척추 수술과 관련하여 PTH가 비스포스포네이트보다 더 우수하다는 것을 보고하였다.

Ohtori 등¹⁸⁾은 퇴행성 척추전위증으로 유합술을 받은 62명의 환자들을 teriparatide 사용군, risedronate 사용군, 위약군의 3군으로

분류한 다음, 추적 관찰한 결과 다른 2군에서 teriparatide 사용군에 비해 pedicle screw loosening이 2배 많게 발생하였다. 또한 척추 수술 후 유합률에 관해서도 3군을 비교하였는데, 1년 추적 관찰한 결과 teriparatide 사용군에서는 82%에서 골 유합을 보였고, risedronate 사용군은 68%에서 골 유합률을 보였다. Ohtori 등¹⁹⁾은 다른 연구에서 척추 유합술에서 teriparatide를 사용하면 더 짧은 시간에 척추 유합을 보인다고 보고하였다.

Teriparatide의 부작용으로는 오심, 두통, 일시적인 고칼슘혈증 및 고칼슘뇨증 등이 있으나 전반적으로 투여에 큰 문제점은 없다. 쥐를 이용한 동물 실험에서는 teriparatide가 육종의 위험성을 증가시키는 것으로 확인되었지만 인체에 사용된 이래 teriparatide를 7년 동안 경과 관찰하였을 때 육종의 발생을 증가시키지는 않는 것으로 확인되었다.²⁰⁾ 하지만 파렛병을 가지고 있는 환자에서 teriparatide의 사용은 골육종 전환의 가능성이 있기 때문에 사용하지 말아야 한다.²¹⁾

Teriparatide는 일반적으로 비스포스포네이트보다 비싸다. 하지만 유럽에서 시행한 연구에 teriparatide를 사용한 군이 약제 미사용군 및 diphosphonate 사용군보다 비용적으로 더 효율적이라고 하였다.²²⁾

Ohtori 등¹⁹⁾이 골다공증 환자에서 척추 수술 전, 후에 teriparatide를 사용하는 것이 수술 후 더 나은 결과를 보여주었지만 이와 비슷한 연구는 아직 없는 것으로 근거가 부족하다. 하지만 teriparatide는 부작용이 적은 약제로 골다공증이 있는 환자에서 척추 수술이 예정되어 있다면 적극적으로 사용하는 것이 현재까지 연구 결과로 보았을 때 추천되는 방법이라 할 수 있다.

4. 에스트로겐과 선택적 에스트로겐 수용체 조절제

에스트로겐은 여성에서 골 형성에 중요한 역할을 하는 호르몬으로서 여성에서 폐경 후 에스트로겐이 인체에 부족해짐에 따라 골 손실이 증가하게 되는데 이때 에스트로겐 호르몬을 보충해주면 골 대사를 감소시켜 골 손실을 줄일 수 있다.

에스트로겐과 선택적 에스트로겐 수용체 조절제(selective estrogen receptor modulators, SERMs)는 골 조직에서 골 형성을 자극하여 골량을 증가시키는 약제로서 대조군과 비교하여 척추 골절의 빈도를 의미있게 감소시킨다.⁶⁾ 하지만 에스트로겐은 유방암, 자궁내막암과 같이 에스트로겐과 관련 있는 암의 재발 위험을 높이고 심혈관계 부작용으로 인해 골다공증에 1차 치료제로 사용되지 않는다. 에스트로겐과 달리 SERMs은 골 조직에만 선택적으로 작용하여 골조직에서 골 형성 세포에 작용하기 때문에 에스트로겐 단독 사용하였을 때 발생할 수 있는 합병증의 위험성이 낮다. 하지만 정맥혈전증의 합병증 가능성 때문에 이 약제 역시 1차 치료제로는 사용하지 않는다. Raloxifene은 2007년 미국 FDA 승인을 받은 약제로 BMD를 호전시켜 주었으며, 임상에서 성공적으로 사용되고 있다.⁶⁾ SERMs의 사용으로 약 40% 정도 척추 골

절의 빈도를 감소시킬 수 있다고 하였지만,¹⁸⁾ 비스포스포네이트보다 골절의 예방에 있어서 효과적이지는 않다.⁶⁾

척추 수술과 관련하여 에스트로겐과 SERMs의 사용에 대한 동물 실험 및 임상연구는 아직 없어 골다공증 환자에서 척추 수술 전, 후 사용의 근거가 희박하다. 또한 이 약제들이 가지고 있는 심각한 부작용을 고려하였을 때 척추 수술 환자에서 사용하는 것은 권유되지 않는다.

5. Denosumab

Denosumab은 골다공증 치료제 중 FDA 승인을 받은 유일한 단일 클론항체로 receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand 수용체를 차단함으로써 파골세포의 골흡수를 억제하는 기전으로 골다공증 치료에 사용된다.

이 약제는 매 6개월마다 피하층 주사로 투여하고, 골 대사의 혈청지표를 통해 그 효과를 확인한다. Denosumab은 임상실험에서 폐경기 여성에서 골 대사의 혈청 지표를 감소시키고 BMD를 증가시키는 것으로 확인되었다. 24-48개월 사용 후 denosumab 사용군과 대조군을 비교하였을 때 사용군에서 BMD가 6.5%-11% 향상되었다.²³⁾ 그리고 3년 동안 3,933명의 denosumab 사용군과 3,935명의 위약 사용군을 비교하였을 때 68%의 척추 골절 위험도를 감소시켰다.²⁴⁾ 또한 비스포스포네이트 약제에 반응하지 않는 골다공증 환자들에게 이 약제를 투여하였을 때 BMD가 유의미하게 증가하였다.²⁵⁾

비스포스포네이트와 달리 만성 신부전 환자에서도 안전하게 사용할 수 있는 장점이 있지만 비스포스포네이트와 비슷하게 장기간 사용 시에 턱뼈의 골괴사와 비전형적 전자하 골절의 합병증이 발생할 수 있다.¹⁸⁾ Denosumab 사용과 척추 수술 결과에 관한 연구는 아직 없다. 따라서 척추 수술 전 골다공증 치료제로 denosumab을 사용하는 것은 아직 권고되고 있지 않고 denosumab과 척추 수술 후 결과에 관해 추후 더 많은 연구가 필요하다.

6. 칼시토닌(calcitonin)

칼시토닌은 척추 압박 골절에서 통증 조절에 효과가 있는 것으로 밝혀짐으로써 주로 통증 조절을 위해 사용되는 약제이다.²⁶⁾ American Academy of Orthopaedic Surgeons guidelines에 따르면 증상이 있는 척추 압박 골절에 통증 조절을 위해서 4주간 사용할 것을 권고한다. 하지만 칼시토닌의 사용은 암 발생의 위험성이 있기 때문에 골다공증 치료에 1차 약제로 사용되지 않는다.²⁷⁾

동물 실험에서 척추 유합술 후 칼시토닌이 유합을 향상시킨다는 보고도 있으나,²⁸⁾ 다른 동물 실험에는 대조군과 차이가 없다고 보고하여¹⁷⁾ 척추 수술에서 칼시토닌 사용에 대해 확립된 근거는 없다.

결론

고령화가 진행됨으로써 고령인구의 골다공증 치료는 점점 중요한 문제로 대두하고 있다. 골다공증으로 인한 골절과 이에 대한 수술적 치료가 증가함에 따라 사회적 비용이 점점 증가하고 있으며 의학 기술의 발전으로 고령 인구에서 척추 수술의 적응증이 넓어지고 있다. 고령 인구에서 척추 수술 후 성공적인 결과를 얻기 위해 기기의 견고한 고정 필수적이다. 그러기 위해서 수술 전 환자의 골다공증 위험인자를 확인하고 골다공증에 대한 검사를 적극적으로 시행하여 환자의 골질에 대한 적절한 평가가 필요하며 필요 시 약제를 선택하여 치료해야 한다. 만약 수술 전 검사에서 골다공증이 심하다면 골다공증 약제를 처방하여 골량을 호전시킨 이후에 수술을 진행하는 것 또한 고령 인구에서 성공적인 척추 수술을 위해 필요하다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Manson NA, Phillips FM. Minimally invasive techniques for the treatment of osteoporotic vertebral fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:1862-72.
2. Malmivaara A, Slätis P, Heliövaara M, et al. Surgical or non-operative treatment for lumbar spinal stenosis? A randomized controlled trial. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007;32:1-8.
3. Ritter MA, Albohm MJ, Keating EM, Faris PM, Meding JB. Life expectancy after total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1998;13:874-5.
4. DeWald CJ, Stanley T. Instrumentation-related complications of multilevel fusions for adult spinal deformity patients over age 65: surgical considerations and treatment options in patients with poor bone quality. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31:S144-51.
5. Meunier PJ, Delmas PD, Eastell R, et al. Diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women: clinical guidelines. *International Committee for Osteoporosis Clinical Guidelines. Clin Ther.* 1999;21:1025-44.
6. Cherniack EP, Levis S, Troen BR. Hypovitaminosis D: a widespread epidemic. *Geriatrics.* 2008;63:24-30.
7. National Osteoporosis Foundation. Calcium and vitamin D are essential for bone health [Internet]. Arlington (VA): National Osteoporosis Foundation; 2015 [cited 2015 Oct

- 29]. Available from: <https://cdn.nof.org/wp-content/uploads/2016/01/1252.pdf>.
8. Cho JH, Cho DC, Yu SH, Jeon YH, Sung JK, Kim KT. Effect of dietary calcium on spinal bone fusion in an ovariectomized rat model. *J Korean Neurosurg Soc.* 2012;52:281-7.
9. Tang BM, Eslick GD, Nowson C, Smith C, Bensoussan A. Use of calcium or calcium in combination with vitamin D supplementation to prevent fractures and bone loss in people aged 50 years and older: a meta-analysis. *Lancet.* 2007;370:657-66.
10. Recker RR, Hinders S, Davies KM, et al. Correcting calcium nutritional deficiency prevents spine fractures in elderly women. *J Bone Miner Res.* 1996;11:1961-6.
11. Fu L, Tang T, Miao Y, Hao Y, Dai K. Effect of 1,25-dihydroxy vitamin D3 on fracture healing and bone remodeling in ovariectomized rat femora. *Bone.* 2009;44:893-8.
12. Metzger MF, Kanim LE, Zhao L, Robinson ST, Delamarter RB. The relationship between serum vitamin D levels and spinal fusion success: a quantitative analysis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2015;40:E458-68.
13. Kim TH, Yoon JY, Lee BH, et al. Changes in vitamin D status after surgery in female patients with lumbar spinal stenosis and its clinical significance. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012;37:E1326-30.
14. Huang RC, Khan SN, Sandhu HS, et al. Alendronate inhibits spine fusion in a rat model. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30:2516-22.
15. Nagahama K, Kanayama M, Togawa D, Hashimoto T, Minami A. Does alendronate disturb the healing process of posterior lumbar interbody fusion? A prospective randomized trial. *J Neurosurg Spine.* 2011;14:500-7.
16. Varenna M, Bertoldo F, Di Monaco M, Giusti A, Martini G, Rossini M. Safety profile of drugs used in the treatment of osteoporosis: a systematical review of the literature. *Reumatismo.* 2013;65:143-66.
17. Lehman RA Jr, Dmitriev AE, Cardoso MJ, et al. Effect of teriparatide [rhPTH(1,34)] and calcitonin on intertransverse process fusion in a rabbit model. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35:146-52.
18. Ohtori S, Inoue G, Orita S, et al. Comparison of teriparatide and bisphosphonate treatment to reduce pedicle screw loosening after lumbar spinal fusion surgery in postmenopausal women with osteoporosis from a bone quality perspective. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013;38:E487-92.
19. Ohtori S, Orita S, Yamauchi K, et al. More than 6 months of teriparatide treatment was more effective for bone union than shorter treatment following lumbar posterolateral fusion surgery. *Asian Spine J.* 2015;9:573-80.
20. Andrews EB, Gilsenan AW, Midkiff K, et al. The US post-marketing surveillance study of adult osteosarcoma and teriparatide: study design and findings from the first 7 years. *J Bone Miner Res.* 2012;27:2429-37.
21. Miller PD. Safety of parathyroid hormone for the treatment of osteoporosis. *Curr Osteoporos Rep.* 2008;6:12-6.
22. Murphy DR, Smolen LJ, Klein TM, Klein RW. The cost effectiveness of teriparatide as a first-line treatment for glucocorticoid-induced and postmenopausal osteoporosis patients in Sweden. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012;13:213.
23. Eastell R, Christiansen C, Grauer A, et al. Effects of denosumab on bone turnover markers in postmenopausal osteoporosis. *J Bone Miner Res.* 2011;26:530-7.
24. Cummings SR, San Martin J, McClung MR, et al. Denosumab for prevention of fractures in postmenopausal women with osteoporosis. *N Engl J Med.* 2009;361:756-65.
25. Kamimura M, Nakamura Y, Ikegami S, Uchiyama S, Kato H, Taguchi A. Significant improvement of bone mineral density and bone turnover markers by denosumab therapy in bisphosphonate-unresponsive patients. *Osteoporos Int.* 2017;28:559-66.
26. Lane JM. Osteoporosis. Medical prevention and treatment. *Spine (Phila Pa 1976).* 1997;22:32S-7S.
27. Lempicki KA, Borchert JS. Cancer risk associated with calcitonin use. *J Am Geriatr Soc.* 2014;62:2447-50.
28. Liu Y, Fan Y, Cao D, Zhang J, Wu Z, Qiu G. Calcitonin enhanced lumbar spinal fusion in a New Zealand rabbit model: a study with morphologic and molecular analysis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012;37:E139-46.

노인 척추 질환의 치료

수술적 치료 결과 향상을 위한 수술 전후 약물요법:
골다공증의 치료신현규[✉] • 이재욱 • 송승철

성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 정형외과학교실

고령화의 진행 및 의학 기술의 발전으로 고령인구의 척추 수술이 증가하고 있다. 하지만 고령인구의 경우 젊은 연령에 비해 수술 범위가 넓어질 수 있고 골다공증이 동반될 수 있기 때문에 성공적인 수술 결과를 얻기 위해서는 세심한 준비가 필요하다. 이에 저자는 고령인구에서 수술적 치료 결과 향상을 위해 수술 전, 후 필요한 약물 요법 중 특별히 골다공증의 치료에 중점을 두어 살펴보고자 한다.

색인단어: 골다공증, 노인, 척추 수술, 약물 요법, 수술 전 후

접수일 2018년 2월 1일 수정일 2018년 3월 15일 게재확정일 2018년 3월 15일

[✉]책임저자 신현규

03181, 서울시 종로구 새문안로 29, 강북삼성병원 정형외과

TEL 02-2001-2170, FAX 02-2001-2117, E-mail coolhkshin@naver.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1504-1668>