

골다공증의 운동치료

이호준

동국대학교 의학과, 동국대일산병원 재활의학과

Exercise in Osteoporosis

Ho Jun Lee, M.D., Ph.D.

Department of Physical Medicine & Rehabilitation, Dongguk University Ilsan Hospital, Dongguk University-Seoul
Goyang 10326, Korea

Abstract

Osteoporosis is a prevalent health concern among older adults and is associated with an increased risk of falls. The prevention of fall and fracture is the essential of management of the osteoporosis. Combining pharmacotherapy with non-pharmacologic therapy is fundamental to the successful treatment of osteopenia and osteoporosis. Exercise is a part of the comprehensive management of patients with osteoporosis and has been associated with improvement of quality of life and lowered risk of future fracture. Various types of exercises should be considered and prescription of exercise according to individual situations. Aerobic exercise with impact activity is usually considered to improve bone density. For osteoporotic subjects combined exercise with aerobic exercise of low or mid intensity impact and resistance exercise is suggest to be most effective exercise type for improvement of bone density. If old patient can't perform impact exercise aquatic exercise including high intensity resistance exercise should be considered. The strengthening of spinal extensor muscle, control of spinal mal-alignment including posture re-education and balance exercise are helpful to improve balance and reduce the risk of fall. Multicomponent exercise program including resistance and balance training can be recommended for individuals with osteoporosis or osteoporotic vertebral fracture. Osteogenic exercises and rehabilitation interventions need to be individualized.

Key Words

Bone density, Exercise, Extensor, Fall, Osteoporosis

접수일 : 2016년 2월 17일

게재 승인일 : 2016년 2월 28일

교신저자 : 이호준

주소 : 경기도 고양시 일산동구 동국로 27

동국대일산병원 재활의학과

Tel : 82 31 961 7487

Fax : 82 31 961 7488

e-mail : hjheet@dumc.or.kr

서론

의학과 산업 기술의 발달로 인간의 수명이 길어지면서 인구가 고령화되고 이로 인한 노인 의학의 필요성과 중요성은 더욱 강조되고 있다. 특히 노화현상의 연장선이기도 한 골다공증은 노인 골절에 큰 영향을 주는 요소이다.

골다공증은 세계보건기구에서 '골량의 감소와 미세구조의

이상을 특징으로 하는 전신적인 골격계 질환으로서 결과적으로 뼈가 약해져서 부러지기 쉬운 상태가 되는 질환'으로 정의하고 있으며, 미국 국립보건원에서는 요약하여 '골강도의 약화로 골절의 위험성이 증가하는 골격계 질환'으로 규정하였다. 국내 조사에서는 50세 이상 성인 중 여성 34.9%, 남성 7.8%의 유병률을 보고하였으며, 2010년 발표된 국내 지역 코호트 기반 연구 결과 50세 성인 중 요추 골다공증 유병률은 여성 24%, 남성 12.9%로 발표되었다. 골다공증 골절은 연령 증가

와 비례하며, 특히 척추 골절의 발생률이 높았다. 특히 50세 여성이 일생 동안 골다공증 골절을 최소 한 번 이상 경험할 확률인 전생애위험도(lifetime risk)는 59.5%로 남성의 23.8%에 비하여 2.5배 높았다.^{1,2}

따라서 인구 고령화에 따라 골다공증 및 이로 인한 골절의 유병률도 증가할 것이므로 악화 방지를 통한 삶의 질 향상을 위하여 집중적 관리가 필요하다. 특히 약물치료와 비교 시 관심을 덜 받고 있는 운동을 비롯한 비약물적 치료의 중요성은 더욱 강조되고 있다.

골다공증에 대한 운동치료는 비약물적 치료의 주요 부분을 차지하고 있으며, 골다공증 환자의 운동은 크게 두 가지 방향의 목표를 고려할 수 있다. 한 가지는 척추 및 하지로의 체중부하를 통한 골밀도 향상을 유도하는 것이며, 다른 한 가지는 척추 근력 운동을 통한 척추 안정화 및 척추 체형 유지를 유도하여 골밀도 향상 및 낙상으로 인한 골절의 감소를 도모하는 것이다.

따라서 이 두 가지 측면에 대한 문헌 고찰을 통하여 골다공증 운동에 대한 효과를 알아보고자 한다.

본 론

1) 골다공증 운동 - 골밀도 향상

골다공증은 서론에서 언급한 바와 같이 연령 증가에 따른 골밀도 감소가 주요 병리현상으로서 골밀도의 향상을 도모하는 것이 중요하다.

골밀도는 새로운 골조직으로의 치환과정인 골 재형성(bone remodeling) 과정이 뒷받침되며 골 형성(bone formation)과 골 흡수(bone resorption)의 균형에 의하여 유지된다. 골다공증은 이러한 균형이 무너져 골 형성보다 골 흡수가 우세하게 되어 나타난 현상으로, 특히 골 재형성이 활발하게 이뤄지는 해면골(trabecular bone)에서 더욱 두드러진다.³

골조직으로의 부하가 반복되면 골 재형성을 촉진하게 된다. 따라서 고강도 충격의 운동(high impact activity)들(예: 배드민턴, 테니스, 배구, 농구 등)은 골조직으로 높은 강도의 부하를 유발하여 골밀도를 높이게 된다. 따라서 유산소 운동보다는 체중부하를 가하는 운동이 특히 하지 골밀도 향상에 더 도움이 된다.^{3,4}

노인 인구에서는 노화가 진행함에 따라 골밀도 감소 외에

근감소증(sarcopenia)가 동반되면서 근력 저하에 함께 신체 활동 및 이동에 제한이 가해져 골밀도 및 근력 저하가 더욱 가속되는 악순환을 하게 된다.^{5,6} 따라서 폐경후 여성은 포함한 노인 인구에서는 골밀도 향상을 위한 체중부하 운동과 근력 운동이 필요하다.

체중부하 운동 및 유산소 운동에 의한 골밀도 향상 효과, 낙상 및 골절 감소 효과에 대한 결론은 논란의 여지가 있다.

폐경기 전 여성들을 대상으로 한 근력운동 및 체중부하 운동 효과에 대한 연구들은 점핑과 같은 고강도 체중부하 운동 (high impact exercise)을 한 경우 대퇴 골밀도 증가에 도움이 되며 고강도 체중부하 운동과 근력운동을 병행한 경우 대퇴 및 요추 골밀도 증가에 도움이 된다고 하였다.^{7,8} 이 연구들은 WHO 기준에 따른 골다공증 진단에 따른 분류로 분석한 결과는 없었다.

폐경기 이후 운동의 골밀도 향상 효과에 대한 메타분석은 다양한 결과를 보고하였다. 4,320명을 대상으로 모든 종류의 운동 효과를 분석한 연구에서 저항성 근력 운동 등 체중부하를 하지 않는 고강도 운동을 하지에 시행하였을 때 대퇴골 골밀도 향상 효과가 가장 좋았으며, 복합 운동(체중부하를 주는 유산소 운동과 저항성 운동 병행)이 대조군에 비하여 요추 골밀도 향상에 가장 효과가 좋았고, 운동이 골절 횟수 증가를 초래하지 않았다고 보고하였다.⁹ 저항성 운동만 시행한 경우와 저항성 운동과 체중부하 운동을 같이 시행한 경우 비교한 연구에서는 두 가지를 병행한 경우 치료 후 고관절과 요추 골밀도를 의미 있게 향상시켰지만 저항성 운동만 시행한 경우 통계적 유의성은 없는 것으로 보고하였다.¹⁰ 체중 부하 운동 또는 유산소 운동만 한 경우는 산책 등의 보행만 하였을 때 대퇴골밀도는 향상시키지만 요추 골밀도에는 큰 영향이 없다는 결과가 있었으며,^{11,12} 6개월간 시행한 고강도 체중 부하 운동이 근력운동만 한 경우와 운동을 안 한 경우와 비교하였을 때 대퇴와 요추골 골밀도 및 골 형성 인자를 의미 있게 향상시켰다는 보고가 있었다.¹³ 저항성 운동만 한 경우 요추 골밀도 1~2% 정도의 향상을 나타냈지만 대퇴(femoral neck) 골밀도 향상에 대하여 효과가 일관되지 않았다. 저강도에서 중등도 강도(조깅, 산책, 계단 오르고 내리기)의 유산소 운동을 포함한 체중부하 운동을 저항성 운동과 같이 시행할 경우 요추 및 대퇴 골밀도 유지에 가장 효과적인 것으로 보고하였다. 반면에 점핑 같은 높은 강도의 충격 운동은 효과가 없다고 하였다.^{4,14}

한편으로 골강도에 대하여 가장 널리 사용되는 지표는 골밀도에 대한 DEXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry)로,

골다공증에 속하지 않거나 골감소증(osteopenia)에 속한 환자들도 가벼운 낙상에 골절을 경험하게 되어 DEXA가 정확한 골밀도 측정 지표로는 한계가 있다는 지적이 있다.^{11, 15} Nikander 등은 최소한 6개월 이상 운동을 시행한 경우 QCT (peripheral quantitative computed tomography) 등으로 골밀도를 측정하거나 다른 방법들로 골강도(bone strength)를 측정한 연구결과들을 종합하여 메타분석을 시행하였다. 운동 기간을 최소한 6개월로 선정한 이유는 골 재형성의 1 주기가 6개월 정도 소요되기 때문이다. 폐경 전과 폐경 후 여성은 대상으로 한 연구 결과는 체중 부하 운동만 시행한 경우 부하가 걸리는 대퇴 및 경골의 골강도 향상에 큰 도움이 안 되는 것으로 보고하였다. 폐경 전 여성들 중 운동에 많이 참여한 그룹에서는 경골 근위부에서의 뼈 크기, 뼈 피질 두께, 뼈 힘의 향상이 있었다. 하지만 이 연구에서 분석된 연구 대상이 너무 적어 해석에 주의가 필요하다.¹⁴

저항성 운동 중 하지 근력운동은 골다공증 환자에게 필수적이다. 특히 고관절 골절 환자에서 하지 근력 운동 및 보행 훈련은 중요하다.

고관절 골절 환자의 경우 초기는 통증 조절과 관절 가동 범위 향상이 필요한 시기로서³ 체중부하 운동이 필요하지만 초기에는 부분적 체중 부하 또는 수중에서의 보행 및 고관절 주변 근육의 하지 근력운동이 필요하다. 또한 후반부에서 언급되겠지만 척추 체형 유지를 위한 코어 운동 및 척추 신전근 근력 운동을 포함한 척추 근력운동도 병행이 필요하다. 특히 고관절 골밀도가 낮을 경우 고관절 골절 발생이 더 낮다는 보고가¹⁶ 있으므로, 고관절 주변 근력의 강화 운동은 골절 예방 및 감소에 필요하며 하지 협응 및 조절 운동(coordination exercise)은 노화에 따른 보행 이상을 감소시키는 데 도움이 되므로 같이 시행해야 한다.³

유산소 운동의 균골격계 영향 외의 부가적인 특징은 심혈관계 기능 향상, 체중 감소 및 당뇨, 고지질혈증, 우울증 등의 향상에 도움이 되어, 삶의 질을 높이는 데 중요하다.⁵

그렇지만 골밀도가 낮아 골절 위험성이 있는 골다공증 환자에서는 체중 부하 운동에 있어 주의가 필요하며 저강도의 체중 부하 또는 체중부하가 없는 상태를 고려해야 한다. 비록 골재형성을 유도하지 못할 정도의 낮은 강도라도 유산소 운동은 위의 부수적인 효과를 기대하고 시행해야 한다. 또는 관절 통증이 수반되는 경우 체중부하 운동이 어려울 경우 수중에서의 근력운동을 적극적으로 고려할 수 있다.³ 체중 부하가 적거나 거의 없는 운동(예: 자전거, 수영)은 체중 부하를 주는 운동과

비교 시 청소년과 성인에서 근력 향상은 되지만 골밀도 향상 효과는 더 적었다.¹⁷ 하지만 폐경 후 여성들에게 수영이 아닌 수중에서 기립자세를 유지하며 시행한 운동의 효과는 한 연구에서 낙상 발생률 감소 효과는 뚜렷하지 않았지만 신체 활동을 향상시켰다고 보고하였다.¹⁸ 24주간 고강도 수중 훈련을 한 연구는 수중 훈련 없이 약물치료만 받는 경우와 비교 시 낙상 발생률 감소와 각종 신체기능 향상을 보고하였다.^{19, 20} 많은 연구 결과는 없지만 고강도의 수중 근력운동을 훌륭한 대안으로 고려할 수 있다.

따라서 폐경기 이후 여성에서는 어떤 운동 형태도 골절의 위험성을 높이지는 않지만, 골밀도가 낮은 상태에서의 고강도 충격을 주는 운동보다는 약간 낮은 강도의 체중부하 유산소 운동과 근력 향상을 위한 저항성 운동을 혼합하는 형태가 더욱 효과적일 시사한다. 체중부하가 어려운 경우 수중에서의 고강도 근력운동을 대안으로 활용할 수 있다. 적절한 유산소 운동의 강도는 주 3회 45분 동안 또는 매일 30분씩 시행하는 것을 추천한다.³ 또한 많은 연구 결과에서 운동 기간은 6개월에서 1년 이상으로 시행한 경우가 많았는데, 골 재형성의 진행기간이 12개월까지도 소요될 수 있으므로 최소 1년 이상 운동을 지속하는 것이 필요하겠다.

2) 골다공증 운동 - 척추 근력운동

골다공증 환자에서 가장 큰 문제는 낙상에 의한 골절로서, 척추 골절, 대퇴골절, 손목 골절 등이 흔히 발생하며 그중 척추 골절이 가장 흔하다.^{1, 2}

따라서 척추 주변 근력운동을 통한 척추 안정성 향상이 척추 측만(kyphosis)의 감소와 골절 감소에 도움이 되므로 골다공증 환자에게 매우 중요하다.^{3, 5}

척추체 변형(axial deformity) 또는 부정렬(mal-alignment)은 척추 주변 근육의 균력과 척추체 자체 모양의 변형에 좌우된다. 노화 진행에 따라 척추골 골밀도 감소, 척추체 종말판(end plate) 퇴화 및 척추 근력(특히 척추 신전근) 위약으로 척추 후만증(kyphosis)이 나타나며, 척추체 골절을 동반하는 경우도 있다. 이러한 변화는 80세 이상에서 척추체 골밀도가 48% 정도 감소하며 후만증은 증가하는 것으로 알려져 있다. 골다공증에서 척추 측만증이 58% 정도 동반되며 후만측만증(kyphoscoliosis) 환자 76%에서 골다공증이 동반될 정도로 다양한 척추 변형이 동반된다.^{21, 22} 후만증은 요통, 일상생활동작 제한 및 자세 불안정에 영향을 주며 낙상의 위험

성이 증가될 수 있다. 또한 고도한 후만증은 장늑골 충돌 증후군(iliocostal friction syndrome), 두통, 폐활량 감소를 초래할 수 있다.²³ 노화에 따른 근감소증과 함께 척추 근력 약화도 보고되고 있다. 건강한 노인에서 여성이 남성보다 척추 근력이 약하며 특히 척추 신전근의 근력은 남성의 54~76% 정도며, 건강한 여성보다 골다공증 여성에서 척추 신전근 근력이 더 낮은 것으로 보고되었다.^{24, 25} 척추 주변 근력 약화는 척추후만증과 척추체 골절 횟수와 음의 관계로 연관성이 있다고 보고되었다.⁵ 척추체 골절은 최초의 경우 흉추 또는 흉요추 경계부에서 뼈 모양으로 흔히 관찰되며, 골다공증이 진행된 시기에는 가운데가 핵물된 양상(biconcavity)으로 요추에서 흔히 관찰된다. 이러한 흉요추 변형에 따른 과도한 후만증(hyperkyphosis)에 대한 보상작용으로 골반 기울임 증가, 요추 전만 증가, 고관절 신전 증가, 슬관절 굴곡 증가 등이 발생하여 자세 불안정 및 비효율적 보행 양상이 나타나기도 한다.⁵

따라서 골다공증에 의한 척추체 변형 방지 및 진행 억제를 위하여 척추 주변 근육 특히 척추 신전근 근력 강화 운동을 효과적 치료 방법으로 고려할 수 있다.

척추 신전근의 근력 강화 운동은 점진적 저항성 운동(progressive resistance exercise)으로서 골다공증이 있는 경우 환자 상태에 맞춰 낮은 강도부터 시작하게 된다. 하지만 수직 방향의 압박 부하가 생역학적 허용능력(biomechanical competence)을 넘을 정도의 강도는 피해야 한다. 이러한 척추 신전근 근력운동은 척추체 골절 위험성을 줄이기 위하여 수직 방향으로 부하가 걸리는 것보다는 엎드린 자세(prone position)로 수행하여 부하가 안 걸리도록 한다. 이러한 운동의 효과는 골밀도 자체를 향상시키는 것보다는 근력 강화와 수평 방향의 해면골(horizontal trabeculae)로 부하가 걸리는 현상을 통하여 나타나는 것으로 추정한다. 저자들은 골다공증이 심할 경우 앓은 자세에서 먼저 시작하며 나중에 엎드린 자세로 진행하며, 척추 골절이 있는 경우도 앓은 자세에서 운동을 시작하도록 권고하고 있다. 척추 골절 급성기에 통증과 부종이 있는 경우는 척추 근육의 등척성 운동을 시행할 수 있다. 복근 위약이 자세 불안정에 기여할 수 있으므로 복근의 등척성 운동도 포함되어야 한다.^{5, 23, 26} 요추 신전근 근력 강화 운동에 대한 내용은 Sinaki의 종설 논문 등에 자세히 소개되어 있다.^{3, 23}

이러한 수평 방향의 부하를 유도하는 척추 신전근 근력 강화 운동은 10년간 장기 추적 관찰한 연구에서 2년간 운동을 한 경우 척추 골절이 의미 있게 더 적게 발생하였으며,²⁷ 운

동을 안 한 경우와 비교하면 척추체 골절이 현저하게 적었으며 기존에 골절이 있던 환자 중 2차 골절 발생률도 의미 있게 적게 관찰되었다.²⁸ 척추 신전근 근력 향상과 요추 운동성(mobility)이 삶의 질 향상의 가장 중요한 요소로 작용한다는 보고가 있다.^{29, 30} 따라서 척추 신전 근력 강화 운동은 안전하며 골다공증에 의한 척추 변형 및 척추체 골절 감소 효과가 우수하다고 할 수 있다.

한편 척추(요추) 굴곡 운동은 운동 및 일상생활에서 많이 시행되는 동작으로, 골다공증 환자에게는 척추체에 과도한 수직 압력이 작용할 수 있으며 일부 생역학적 허용범위를 초과하게 되면 척추골 골절까지 발생할 수 있다. Sinaki는 과도한 허리 굴곡을 포함한 요가 운동을 하면서 발생한 요추 골절 중례 세개를 소개하면서 이러한 과도한 허리 굴곡은 과도한 수직 압력을 가하게 되는데, 골다공증이 동반된 노인들은 골밀도 감소와 주변 조직들의 퇴행성 변화로 더더욱 압력에 취약할 수밖에 없으므로 척추골 골절이 발생할 수 있다고 주장하였다.³¹ 노인들의 척추 유연성(flexibility) 감소 즉 척추의 경직(rigidity)은 요추 굴곡에 의한 요통의 증가 및 골절의 위험성을 감소시키기 위한 기전으로 생각할 수 있다.²³

하지만 척추 신전 근력 운동의 효과는 아직까지 메타 분석 등의 수준 높은 수준의 근거까지 제시되지는 않고 있다.

한편으로 요통 환자의 회복기에서 가장 중요한 요소인 요추 안정화 운동도 골다공증 환자에 적용을 고려해 볼 수 있다. Granacher 등은 골다공증에 무관하게 60세 이상 노인들에게 시행한 척추 근력 운동이 균형, 기능적 수준, 낙상과의 연관성과 요추 안정화 운동 및 필라테스 운동 효과에 대한 메타 분석을 보고하였다. 대상 연구는 20개로 단면적 연구(n=6)에서는 척추 근육의 조성과 균형, 기능적 수행도, 낙상과 크기는 작지만 연관성이 있었다. 코어 운동(n=9) 및 필라테스 운동(n=5)은 각각 척추 근육의 근력, 균형, 기능적 수행도의 향상과 낙상 감소에 대조군에 비하여 효과가 있었다. 하지만 연구의 질적 문제로 결정하기는 어렵지만 코어 운동과 필라테스 운동은 노인들에게 균형 향상과 낙상 방지를 위하여 균형 운동과 근력운동에 추가 또는 대체 수단으로 활용이 가능하다고 제시하였다.³² 이 연구는 골다공증 환자에게 직접 수행한 것은 아니지만, 골감소증 또는 골다공증 초기일 경우 적용 가능할 것으로 생각된다. Sinaki가 제시하는 척추 신전근 강화 훈련의 목표는 국소 안정화 근육 외에 전반적 안정화 근육(global stabilizer)까지만 코어 운동 등 요추 안정화 운동의 강화할 목표 근육은 국소 안정화 근육인 복부횡근(transvers

abdominis)과 다열근(multifidus)으로 약간 차이가 난다. 하지만 코어 운동의 국소 안정화 근육 강화에 의한 보조기 효과가 척추를 신전상태로 유지하는 데에 도움이 되어 골다공증 환자의 후만증 진행 방지에 도움이 될 것으로 생각한다.

3) 골다공증 운동 - 균형 훈련 및 낙상 예방

부위에 불문하고 이전의 골절 경험은 골밀도 수치와 무관하게 2차 골절의 가장 큰 위험인자로 이전에 골절을 경험한 경우 더욱 철저한 골절 예방이 필요하다.³³ 골절 예방에 중요한 것은 낙상 방지이며 이를 위하여 척추 안정화 및 고관절 주변 근력 강화 운동과 균형 능력 향상이 중요하다.

기립 자세 유지는 여러 감각 신경계의 통합에 의하여 이뤄진다. 연령이 증가하면 감각 신경계 노화와 운동 조절의 감소가 동반되면서 이러한 균형 유지 능력도 감소하게 된다. 노화의 특징적 소견인 근감소증(sarcopenia)과 골다공증은 서로 영향을 미치면서 신체 기능에 큰 영향을 주며 또한 균형 감각 저하에 큰 영향을 준다.³⁴ 심지어 중추신경계 질환과 관련된 운동조절의 문제가 없는 노인들에서도 근감소증과 골다공증이 있을 경우 균형 감각의 저하가 나타난다.³⁵ 또한 골다공증 진단을 받은 여성들은 유연성이 감소하여 보행에 지장을 초래하여 낙상의 위험이 남성들보다 높으며,³⁶ 척추 근력 약화에 따른 척추 후만증 증가와 같은 부정렬이 흔히 관찰되며 이로 인한 자세 유지 및 보행에 제한을 갖게 된다. 특히 척추 후만증은 몸의 무게 중심이 전방으로 기울어지며 낙상의 위험이 증가한다.³⁴

낙상과 골절 예방을 위하여 근육 조절 향상과 위약 근육의 강화 운동 그리고 자세 정렬(postural alignment) 등이 중요하다. 균형 능력을 늘리기 위하여 하지 근력 운동과 척추 자세 조절 향상을 고려할 수 있다. 앞서 척추 신전근 근력 강화 운동 및 코어 안정화 운동이 척추 조절을 통해 골절률 감소 및 낙상 감소에 도움이 된다고 소개하였다. 이와 함께 다른 형태의 균형 능력을 높이는 운동도 함께 고려해야 할 것이다.

고유감각(proprioception) 훈련은 자세 조절을 향상시키는데 중요하다. 특히 하지 근력운동과 고유감각 운동을 18주간 같이 시행하였을 때 기능적 능력, 동적 균형의 향상과 낙상 가소가 대조군에 비하여 더 우수하였다는 연구 결과가 있었다.³⁷ 태극권(Tai-chi)은 외국 문헌들에서 노인들에 대한 운동효과가 우수하다고 많이 소개가 되는데, 12주간 주 3회 폐경 후 여성에 시행하여 하지 근력 향상과 균형 능력이 향상되었다는

보고와³⁸ 24주간 시행하였을 때 보폭의 증가, 체간 안정성 향상과 낙상의 감소가 관찰되었다는 보고가 있었다.³⁹

낙상 및 골절 예방을 위하여 척추 근력운동과 함께 고유감각 향상 운동과 균형 능력을 같이 병행하는 것이 필요하며, 태극권, 요가와 같이 비교적 저강도의 운동도 균형 능력 향상에 도움이 되므로 이러한 레크리에이션과 접목하여 지속적 참여가 가능한 운동 형태의 개발이 필요할 것이다.

4) 골다공증 및 골다공증 골절 환자에 대한 운동 권고안

골다공증 환자를 위한 운동 권고안은 2014년 Giangregorio 등이 Grading of Recommendation Assessment, Development, and Evaluation (GRADE) 접근법에 기반을 두어 문헌 분석을 통하여 제시하였다. 그들은 골다공증이 있는 노인들과 골다공증에 의한 척추 골절이 있는 경우 모두 균형 훈련이 결합된 저항성 운동을 포함한 다양한 종목의 운동(multicomponent exercise)을 시행하도록 적극 권장하며 저항성 운동 또는 균형 훈련이 제외된 유산소 운동은 시행하지 말 것을 권장하였다.⁴⁰

Sinaki는³ 구체적으로 골다공증 수치에 따라 정상 골밀도의 경우, 골감소증의 경우, 골다공증의 경우로 분리하여 구체적인 생활 환경 속에서의 동작 제한과 운동 방법을 제시하였다 (Table 1).

결 론

골다공증 환자에서 운동을 포함한 재활치료의 중요한 목표는 후만증 감소, 척추 근력 강화, 정상 척추 정렬 유도, 하지 근력 운동 및 골밀도 향상을 위한 체중부하 운동 등을 통하여 낙상을 예방하고 이에 따른 골절의 발생을 방지하는 것이다. 이를 위하여 적절한 강도의 체중부하 활동을 포함한 유산소 운동과 척추 신전근과 하지 근력 강화를 위한 저항성 운동과 균형 향상을 위한 운동들의 조합이 필요하다. 따라서 폐경 후 골감소증 또는 골다공증 환자에 대하여 약물치료 외에 환자 특성에 맞는 복합 운동을 통하여 삶의 질 향상을 도모하는 것이 필수적이다.

Table 1. Suggested Rehabilitation Guidelines Based on Bone Mineral Density T Scores³

Reduction to -1 SD (Normal)
<ul style="list-style-type: none"> • No treatment • Patient education, preventive measures • Lifting techniques • Proper diet (calcium and vitamin D) • Jogging (short distances) • Weight training • Aerobics • Abdominal and back-strengthening exercises • Conditioning of erector spinae muscles
Reduction to -1 to -2.5 SD (Osteopenia)
<ul style="list-style-type: none"> • Consultation for treatment • Patient education, preventive interventions • Pain management • Back-strengthening exercises • Limit load lifting (\leq10-20 lb) • Aerobic exercises: Walking 40 min/day • Strengthening exercises: Weight training three times a week • Postural exercises: WKO combined with pelvic tilt and back extension • Frenkel exercises, prevention of falls • Thai chi if desired • Antiresorptive agents; if required
Reduction to -2.5 SD or More (Osteoporosis)
<ul style="list-style-type: none"> • Pharmacologic intervention • Pain management • Range of motion, strengthening, coordination • Midday rest, heat or cold, stroking massage, if needed • Back extensor strengthening • Walking 40 min/day, as tolerated; Frenkel exercises • Aquatic exercises once or twice a week • Fall prevention program • Postural exercises: WKO program with pelvic tilt and back extension • Prevention of vertebral compression fractures (orthoses, as needed) • Prevention of spinal strain (lifting \leq5-10 lb) • Evaluation of balance, gait aid • Safety and facilitation of self-care through modification of bathrooms (grab bars) and kitchen (counter adjustment), occupational therapy consultation • Start strengthening program with 1-2 lb and increase, as tolerated, to 5 lb in each hand • SPEED program, if needed • Hip protective measures

SD: Standard deviation, SPEED: spinal proprioceptive extension exercise dynamic, WKO: weighted kypho-orthosis

REFERENCES

1. Korean Society for Bone and Mineral Research. Physician's guide for diagnosis & treatment of osteoporosis. Seoul: IB Design & Planning;2015:1-3
2. Yoo JH, Moon SH, Ha YC, Lee DY, Gong HS, Park SY, et al. Osteoporotic fracture: 2015 position statement of the Korean Society for Bone and Mineral Research. *J Bone Metab* 2015;22:175-181
3. Sinaki M, ch 34. Osteoporosis. In: Braddom RL, editor. Physical Medicine and Rehabilitation, 5th ed, Philadelphia: Elsevier; 2016:747-768
4. Moreira LD, Oliveira ML, Lirani-Galvão AP, Marin-Mio RV, Santos RN, Lazaretti-Castro M. Physical exercise and osteoporosis: effects of different types of exercises on bone and physical function of postmenopausal women. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2014;58:514-522
5. Sinaki M, Pfeifer M, Preisinger E, Itoi E, Rizzoli R, Boonen S, et al. The role of exercise in the treatment of osteoporosis. *Curr Osteoporos Rep* 2010;8:138-144
6. Sinaki M. Relationship of muscle strength of back and upper extremity with level of physical activity in healthy women. *Am J Phys Med Rehabil* 1989;68:134-138
7. Martyn-St James M, Carroll S. Effects of different impact exercise modalities on bone mineral density in premenopausal women: a meta-analysis. *J Bone Miner Metab* 2010;28:251-267
8. Zhao R, Zhao M, Zhang L. Efficiency of jumping exercise in improving bone mineral density among premenopausal women: a meta-analysis. *Sports Med* 2014;44:1393-1402
9. Howe TE, Shea B, Dawson LJ, Downie F, Murray A, Ross C, et al. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;6:CD000333
10. Zhao R, Zhao M, Xu Z. The effects of differing resistance training modes on the preservation of bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis. *Osteoporos Int* 2015;26:1605-1618
11. Martyn-St JM, Carroll S. Meta-analysis of walking for preservation of bone mineral density in postmenopausal women. *Bone* 2008;43:521-531
12. Ma D, Wu L, He Z. Effects of walking on the preservation of bone mineral density in perimenopausal and postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. *Menopause* 2013;20:1216-1226
13. Basat H, Esmaeilzadeh S, Eskiyurt N. The effects of strengthening and high-impact exercises on bone metabolism and quality of life in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2013;26:427-435
14. Nikander R, Sievänen H, Heinonen A, Daly RM, Uusi-Rasi K, Kannus P. Targeted exercise against osteoporosis: A systematic review and meta-analysis for optimising bone strength throughout life. *BMC Med* 2010;21;8:47-863
15. Rubin C, Turner AS, Muller R, Mittra E, McLeod K, Lin W, et al. Quantity and quality of trabecular bone in the femur are enhanced by a strongly anabolic, noninvasive mechanical intervention. *J Bone Miner Res* 2002;17:349-357
16. van Staa TP, Geusens P, Kanis JA, Leufkens HS, Gehlbach S, Cooper C.: A simple clinical score for estimating the long-term risk of fracture in postmenopausal women. *QJM* 2006;99:673-682
17. Guadalupe-Grau A, Fuentes T, Guerra B, Calbet JA. Exercise and bone mass in adults. *Sports Med* 2009;39:439-468
18. Ruoti RG, Toup JT, Berger RA. The effects of non-swimming water exercise on older adults. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994;19:140-145
19. Moreira L, Fronza FC, dos Santos RN, Teixeira LR, Krue LF, Lazaretti-Castro M. High-intensity aquatic exercises (HydrOS) improve physical function and reduce falls among postmenopausal women. *Menopause* 2013;20:1012-1019
20. Moreira LD, Fronza FC, Dos Santos RN, Zach PL, Kunii IS, Hayashi LF, et al. The benefits of a high-intensity aquatic exercise program (HydrOS) for bone metabolism and bone mass of postmenopausal women. *J Bone Miner Metab* 2014;32:411-419

21. Riggs BL, Melton LJ III. Involutional osteoporosis. *N Engl J Med* 1986;314:1676-1686
22. Riggs BL, Wahner HW, Melton LJ III, Richelson LS, Judd HL, Offord KP. Rates of bone loss in the appendicular and axial skeletons of women: Evidence of substantial vertebral bone loss before menopause. *J Clin Invest* 1986;77:1487-1491
23. Sinaki M. Exercise for patients with osteoporosis: management of vertebral compression fractures and trunk strengthening for fall prevention. *PM R* 2012;4:882-888
24. Sinaki M, Nwaogwugwu NC, Phillips BE, Mokri MP. Effect of gender, age, and anthropometry on axial and appendicular muscle strength. *Am J Phys Med Rehabil* 2001;80:330-338
25. Sinaki M, Khosla S, Limburg PJ, Rogers JW, Murtaugh PA. Muscle strength in osteoporotic versus normal women. *Osteoporos Int* 1993;3:8-12
26. Sinaki M, Wahner HW, Offord KP, Hodgson SF. Efficacy of nonloading exercises in prevention of vertebral bone loss in postmenopausal women: a controlled trial. *Mayo Clin Proc* 1989;64:762-769
27. Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, Wollan P, Gelzcer R, Mullan BP, et al. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: A prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone* 2002;30:836-841
28. Sinaki M. Critical appraisal of physical rehabilitation measures after osteoporotic vertebral fracture. *Osteoporos Int* 2003;14:773-779. Erratum in: *Osteoporos Int* 2006;17:1702
29. Miyakoshi N, Hongo M, Maekawa S, Ishikawa Y, Shimada Y, Itoi E. Back extensor strength and lumbar spinal mobility are predictors of quality of life in patients with postmenopausal osteoporosis. *Osteoporos Int* 2007;18:1397-1403
30. Hongo M, Miyakoshi N, Shimada Y, Sinaki M. Association of spinal curve deformity and back extensor strength in elderly women with osteoporosis in Japan and the United States. *Osteoporos Int* 2012;23:1029-1034
31. Sinaki M. Yoga spinal flexion positions and vertebral compression fracture in osteopenia or osteoporosis of spine: case series. *Pain Pract* 2013;13:68-75
32. Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports Med* 2013;43:627-641
33. Klotzbuecher CM, Ross PD, Landsman PB, Abbott TA 3rd, Berger M. Patients with prior fractures have an increased risk of future fractures: a summary of the literature and statistical synthesis. *J Bone Miner Res* 2000;15:721-739
34. Hsu WL, Chen CY, Tsauo JY, Yang RS. Balance control in elderly people with osteoporosis. *J Formos Med Assoc* 2014;113:334-339
35. Turvey MT, Fonseca S. Nature of motor control: perspectives and issues. *Adv Exp Med Biol* 2009;629:93-123
36. Balzini L, Vannucchi L, Benvenuti F, Benucci M, Monni M, Cappozzo A, et al. Clinical characteristics of flexed posture in elderly women. *J Am Geriatr Soc* 2003;51:1419-1426
37. Teixeira L, Peccin S, Silva K, Teixeira T, Imoto AM, Magalhaes J, et al. The effectiveness of progressive load training associated to the proprioceptive training in topics in osteoporosis. 2010;46:216-239
38. Pereira MM, Oliveira RJ, Silva MAF, Souza LHR, Vianna LG. Effects of Tai Chi Chuan on knee extensor muscle strength and balance in elderly women. *Rev Bras Fisioter* 2008;12:121-126
39. Chyu MC, James CR, Sawyer SF, Brismee JM, Xu KT, Poklikuha G, et al. Effects of tai chi exercise on posturography, gait, physical function and quality of life in postmenopausal women with osteopenia: a randomized clinical study. *Clin Rehabil* 2010;24:1080-1090
40. Giangregorio LM, Papaioannou A, Macintyre NJ, Ashe MC, Heinonen A, Shipp K, et al. Too Fit To Fracture: exercise recommendations for individuals with osteoporosis or osteoporotic vertebral fracture. *Osteoporos Int* 2014;25:821-835