

골조송증의 예방과 치료에 있어서 운동요법

서울대학교병원 물리치료실
임인혁, 김동환

Exercise Regimen in the Prophyraxis and Treatment of Osteoporosis

In Hyuk Lim, R.P.T., Dong Hwan Kim, R.P.T
Dept. of Physical Therapy, Seoul National University Hospital

차 례

- I. 서 론
- II. 본 론
 - 1. 정의
 - 2. 원인 및 분류
 - 3. 진단 및 증상
 - 4. 평가
 - 5. 치료 및 예방
 - 1) 자세훈련 및 운동치료
 - 2) 기타치료
 - III. 요약 및 제언
 - 참고문헌

I. 서 론

세상에서 가장 흔한 골 질환이며²⁴⁾ 소리없는 유행병(silent epidemic)¹⁴⁾이라고 하는 골조송증(osteoporosis)은 有孔의 骨(porus bone)을 의미하며^{17, 36)} 정상외 무기질화 골(mineralized bone)보다 골양(bone mass)이 감소된 상태를 말한다.^{17, 31, 34)}

미국에서만 2천만명 이상이 골조송증에 이환된 것으로 추정되며²⁷⁾ 이로인한 척추압박골절(vetebra compression fracture)이나 대퇴경부(interchantric), 요골원위부, 늑골골절 등이 단순하고 정겨운 몸놀림이나 아주 경미한 외력에 의해서도 유발된다.^{2, 5, 24)}

특히 폐경 후 골조송증(postmenopausal osteoporosis)은 중년기 여성의 골절에 있어서 중요한 원인이다.²⁰⁾

골조송증에 의한 골절은 골절과 골조송증을 둘다 치료해야 함은 물론 노령자의 경우 일수록 전신상태의 약화와 각종 성인병 등 만성질환의 합병증으로 사

망에까지 이르는 심각한 질병이다.^{1, 15, 24, 30, 38)} 최근 한국인의 평균수명이 연장됨에 따라 인생의 1/3을 고연령으로 지내야 하는 추세에 맞춰 골조송증은 국민보건에 중요한 문제로 대두되고 있다.

물리치료사는 임상에서 대하는 많은 환자들이 이미 골조송증에 이환되어 있거나, 골조송증 유발인자를 갖고 있으므로 환자의 교육과 가장 적합한 물리치료를 시행하기 위해서 골조송증에 대한 정확한 이해와 지식을 갖추어야 함은 물론 질병을 관리함에 있어서 가장 좋은 치료방법은 예방이므로 골조송증의 예방과 치료에 있어서 운동요법을 최근의 문헌고찰을 통하여 소개하고자 한다.

II. 본 론

1. 정 의

골조송증은 한 마디로 단위면적당 골의 양이 정상보다 감소된 상태라 정의할 수 있으며¹²⁾ Johnston과 Epstein²⁶⁾은 골조송증을 골양이 감소한 상태로서 경미한 외상으로도 골절이 유발되는 골의 역학적인 쇠약상태라 정의하였고 Lane과 Vigorita²⁹⁾는 골양이 손실된 상태로서 방사선 소견상 미만성의 골감소증(osteopenia)의 형태로써 나타나거나 혹은 임상적으로 골절을 유발하는 상태라고 포괄적으로 정의하였다.

2. 원인 및 분류

골조송증의 원인은 여러 가지 복합적인 요소에 의

하여 발생 하는 것으로 생각되며 그 자세한 내용은 아직 정확히 규명되지 않았고 골균형 (bone balance) 이 깨진 상태로 골흡수가 골형성보다 많이 일어남으로써 발생 한다고 볼 수 있다.

체구가 작고 근육이 없는 형 (slender) 이 체구가 크고 근육이 많은 형의 개체보다 더 많이 발생하며 음식 내에 칼슘·인·단백질 등을 많이 섭취하지 못하거나^{23,31,32)} 신경성 식욕불량 (anorexia nervosa) 여성도 골소송증이 발견되며,³⁷⁾ 영양부족은 골소송증을 유발하는 기폭제 역할을 한다.¹⁹⁾ 이것은 아마도 영양이 골소송증과 골개조에 관여하는 세포들의 기능에 영향을 미치기 때문일 것이고²⁵⁾ 칼슘부족도 골소송증을 유발할 수 있으며 우유를 먹고 자란 유아는 모유를 먹고 자란 유아보다 골량이 감소되어 있는 것이 보통이다.²¹⁾

알콜, 흡연¹⁶⁾, 호르몬장애, 유전적소인, 노인성 변화 등도 관여하는 것으로 알려져 있으며 개개인의 활동도, 습관, 운동량과도 밀접한 관계를 맺고 있다.^{10, 23, 24, 36)} 박⁷⁾ 등은 조기 폐경환자의 약 2/3에서 중증 골소송증을 보고하였으며, 폐경기성 골소송증은 폐경기 부인들의 경우 estrogen 양이 감소하면서 발생한다. 최근의 학설에 의하면 estrogen은 부갑상선 홀몬과 같은 골흡수 홀몬과 길항작용을 하고, 비타민 D를 합성시켜 칼슘과 인의 장내흡수와 배설에 직접적으로 작용하는 것으로 알려져 있다.²⁹⁾

폐용성 골소송증 (disuse osteoporosis)은 weightlessness에 의한 골소송증이 가장 지속적이고 심하며 우주비행사의 연구에서 중력이 제거된 상태에서 골밀도가 감소한다는 것을 명확히 보고했다. 또한 이들이 우주여행에서 돌아와 지상에서의 생활을 통해 점진적으로 회복은 되나, 일단 임상적으로 나타난 골소송증을 정상으로 회복하는 것이 불가능하다.³⁰⁾

이⁵⁾ 등은 백서를 이용한 신경과 근육 및 건의 손상 후 사지운동의 제한에 따르는 폐용성 골소송증에 대한 실험에서 근육 및 건이나 신경손상에 의한 골소송증은 손상 후 첫 2주가 가장 심하고 근육 및 건 손상에 비하여 신경손상에 의한 마비일 경우 더욱 심한 골소송증을 유발한다.

류마티스 관절염에 발생 하는 골소송증은 골형성 기능에는 변화가 없는 것으로 생각할 수 있으며 폐용성 골소송증에서와 같이 세포 충실성 (cellularity)의 변화가 아닌 혈관 충실성 (vascularity)의 변화에 의한 골소송증이라 할 수 있고 고정 (immobilization)에 의

한 폐용성 골소송증의 병인론 (pathogenesis)에 대해서는 아직 확실히 밝혀지지 않았다.⁴⁾

편마비 (hemiplegia) 환자의 경우는 조기 합병증으로 골소송증이 나타나는데 손상 후 (postinjury) 2주간의 침상안정으로 인해서 골소송증성 변화가 일어난다고 보고된 바 있다.²²⁾

골소송증의 분류법에는 여러 가지가 있겠으나 여기서는 연령과 성 (sex)을 기준으로 한 1) 원발성 골소송증 (primary osteoporosis)과 골소송증을 유발하는 원인이나 질병인자를 기준으로 한 2) 속발성 골소송증 (secondary osteoporosis)으로 크게 분류되는 Al-oia⁹⁾의 분류법을 소개한다.

1) 원발성 골소송증 (Primary Osteoporosis)	
a) juvenile osteoporosis	소년기 골소송증은 매우 희귀하며 6~15세 남아에 호발되고 특별한 과거 병력없이 척추의 동통이나 골절을 일으킨다.
b) postmenopausal osteoporosis	폐경 후 골소송증은 폐경기 이후 여자에게 발생하고 estrogen과 밀접한 관계가 있으며 난소 절제술 ⁷⁾ 을 받은 경우도 야기된다.
c) idiopathic osteoporosis	특발성 골소송증은 70세 이하의 남자 특히 20~45세에 호발하여 알콜, 흡연 ¹⁶⁾ , 성기능부전 (hypogonadism) 등이 유발인자
d) involtional osteoporosis	65세 이후 남녀에 나타나며 성호르몬 결핍, 활동감소, 영양섭취 부족 등 복합적 요인으로 야기된다.
2) 속발성 골소송증 (Secondary Osteoporosis)	
a) drug induced	glucocorticoids, heparin, alcohol and anticonvulsants
b) congenital	osteogenesis imperfecta
c) dietary	calcium deficiency, starvation
d) other	rheumatoid arthritis, immobilization and leukemia

3. 진단 및 증상

골소송증은 잠행성 (insidious) 질환이므로²⁷⁾ 합병증

으로 골절이 유발되기 전까지는 별증상을 느끼지 않는다.⁴⁰⁾

골절이 호발하는 부위는 척추, 대퇴경부, 요골원위부, 늑골 등이며 작은 외력에 의해서도 쉽게 골절이 일어난다.²⁴⁾ 척추의 경우 물건을 들다가 빼앗히는 경우, 재치기를 하거나 혹은 뛰거나, 털썩주저 앉은 후에 심한 동통을 등배부나 요부에 호소할 수 있으며 이러한 동통은 수일에서 수주동안 계속되며 점진적인 척추압박 골절의 경우 키가 줄어든다.^{24,44)} 폐경 후 골조송증 환자의 주 증상(main complain)은 요통이며, 점진적인 척추 압박골절은 흉추 중간부분과 흉요추 부분에서 잘 일어난다.¹⁷⁾

골조송증성 골절의 세 가지 특징은 1) 여자가 남자보다 호발하며 2) 연령증가에 비례하고, 즉 연령과 골밀도는 반비례하며 3) Cortical bone 보다 trabecular bone의 양이 많을 때 발생한다.⁹⁾

방사선 소견상은 골의 희박성(rarefaction)이 발견되나 단순 방사선 사진에서는 골밀도가 30% 이상 감소되어야 골조송증 진단이 가능하기 때문에 미세한 변화의 측정은 불가능하다.^{23,24,26)}

골조송증의 진단방법으로는 골질량 및 부피측정법, 전산화단층 촬영법(computerized tomography), 캠프톤 산란법(campton scattering), 근위대퇴골소주지표(singh index)⁴²⁾ 광자흡수계측법(photon absorptiometry)에 의한 골밀도 측정법, 핵종 섭취법(radionuclide tomography) 등 여러 가지가 사용되고 있으나 최근에는 방사선 동위원소인 Iodine-125를 에너지원으로 사용하는 광자흡수계측기로 간단하고 비교적 정확히 골조송증의 정도를 측정할 수 있다.^{6,23)}

골밀도(bone mineral density : gm/cm²)는 골무기질량을 골폭으로 나눈 값으로서, 골조송증의 유무, 골의 자연골절 위험도 등을 논할 때 사용되는 지표가 되고 골무기질량(bone mineral content : gm/cm)이란 골단위 길이(cm)당 무기질 재 잔여량(mineral ash residue)을 말하는 것으로 골을 1 cm 길이로 원통 모양으로 자른 뒤 비무기질성분을 모두 연소시키고 남은 무기질재의 질량을 의미한다.³¹⁾

용³⁾ 등은 한국인 정상 성인 남녀 골밀도 측정에서 남성에서는 연령증가에 따른 골밀도 변화가 직선적으로 감소(linear decrease)함을 보였고 여성에서는 35세 전후에서 최대 골질량(peak bone mass)을 보이다가 그 후는 완만한 감소를 보이고 50세 이후는 급격한 감소를 나타내며 65세 이후는 다시 완만한

감소를 나타낸다.

흑인의 골밀도가 백인의 골밀도보다 높은 것으로 알려져 있으며 동양인의 골밀도에 대해서는 거의 연구된 바가 없으나 용³⁾ 등에 의하면 한국인 정상성인 남녀의 요추와 대퇴경부의 골밀도치가 백인에 비해 낮고 이⁴⁾ 등의 연구도 이를 뒷받침하여 종족적 차이가 있음을 시사한다.²³⁾ 신체적 특성과 골밀도간의 상관관계를 보면 연령이 가장 높은 상관관계를 나타낸다.³⁾

4. 평 가

적절한 치료계획을 수립하기 위하여 표 1과 같은 평가노트를 제시하며 환자가 여성일 경우 표 2와 같은 부인과(gynecologic)의 문제도 체크한다.

표 1. 골조송증 환자 Progress note

A. Initial Evaluation

1. Diagnosis

2. Past or present history

- 1) General past & present life style
- 2) Exercise history
- 3) Regular daily routine

3. Previous treatment

4. Past & present occupation

5. Physical examination

1) Standing & Walking Posture

- ① Height(measure \bar{s} shoes)
- ② Weight
- ③ Deviation from normal alignment

2) Movement pattern for the trunk, hip & ribcage

3) ROM

- ① Hip
- ② Trunk
- ③ U/E

※ Pain 때문에 할 수 없으면 시행치 않음

4) Pain type & location

5) Pain intensity & duration

6) ADL

7) Sitting, standing & walking tolerable time

※ Keep the maintenance of normal spinal alignment

8) Ambulation

6. Major problem

7. Treatment plan

Gynecologic history questionnaire				
Name _____		Today's date _____		
Date of birth _____		Height _____ Weight _____		
Chief reason for visit _____				
_____		Age of first period _____		
Date of last period _____		When was your last physical exam? _____		
Did it include a pelvic? _____		A Pap smear? _____ No. of pregnancies _____		
Outcome(No. of live births) _____		(Miscarriages or stillbirths) _____		
Did you breast-feed your children? _____				
		Yes	No	Unsure
Has there been a change in :	the time between your periods ?	_____	_____	_____
	the length of your periods ?	_____	_____	_____
	the amount of menstrual flow ?	_____	_____	_____
Have you had surgery :	involving the ovaries or womb ?	_____	_____	_____
	that required bed rest ?	_____	_____	_____
Have you received hormones for :	birth control ?	_____	_____	_____
	menopause ?	_____	_____	_____
	other reasons ?	_____	_____	_____
At present, are you taking any :	hormones ?	_____	_____	_____
	calcium ?	_____	_____	_____
	vitamin D ?	_____	_____	_____
Do you have :	frequent headaches ?	_____	_____	_____
	backaches ?	_____	_____	_____
	thyroid problems ?	_____	_____	_____
Do you exercise regularly ?		_____	_____	_____
How many times per week ? _____	For how long ? _____			
Do you :	smoke heavily ?	_____	_____	_____
	drink alcoholic beverages ?	_____	_____	_____
	drink lots of coffee ?	_____	_____	_____
	drink milk ?	_____	_____	_____
Has anyone in your family ever had :	cancer of the breast ?	_____	_____	_____
	cancer of the uterus ?	_____	_____	_____
	diabetes ?	_____	_____	_____
	heart trouble? high blood pressure?	_____	_____	_____
	stroke ?	_____	_____	_____
Did your grandmother/mother :	have a hip fracture ?	_____	_____	_____
	have a wrist fracture ?	_____	_____	_____
	walk bent over forward ?	_____	_____	_____
	have a dowager's hump ?	_____	_____	_____
	seem to get shorter as she aged ?	_____	_____	_____

5. 치료 및 예방

1) 자세 훈련과 운동치료

폐경 후 골조송증을 진단받은 여성은 딱딱한 침대에서 낮은 베개로 척추 압박골절과 흉추 후만증(kyphosis)을 방지하며 동통이 심할 경우 침상 안정을 한다.

똑바로 누운 자세에서 무릎을 약간구부려 허리에 strain을 받지 않는 편한 자세를 취하게 한다. 이때 너무 오랜 침상 안정은 골조송증을 더욱 악화시키므로 동통이 완화되는 대로 빨리 weight-bearing exercise를 유도해야 하는데 가장 쉽게 할 수 있는 체중부하 운동인 보행훈련을 위하여 필요하면 tilt table, parallel bar, walker나 cane을 사용해도 좋다.⁴⁴⁾

만일 척추추체가 점진적으로 내려 앉게(collapse)되고 흉추후만증이 나타나기 시작하면 배는 튀어나오고 폐활량이 줄어들게 되므로 deep breathing exercise와 pectoral stretching을 실시한다.^{14, 31)}

일상생활에서는 올바른 자세 유지와 정상적인 척추정렬을 유지하고 앞으로 구부려 앉는 자세(즉 독서, 바느질, TV시청 등)를 피한다.

보행시 굽 높은 신발은 하퇴삼두근(calf muscle)을 단축시키고 신체 중심선이 앞으로 이동하여 척추가 불안정하여 넘어지기도 쉽고 흉추의 후만과 요추의 전만을 증가시켜 쇄기형 척추변형을 유도하므로 편안하고 굽 낮은 softsoled shoes를 신어 척추에 가해지는 미세한 외상도 줄여준다.¹⁸⁾

척추변형이 있을 때는 10 Lb 이하의 물건을 들도록 하고⁴⁴⁾ 허리를 자주 굴곡시키거나, 몸통 뒤틀기, 화분을 들고 창문을 여는 것과 같이 갑자기 힘을 주어야 하는 운동은 피하도록 한다.

골조송증 환자의 퇴화 정도에 따른 특별한 운동치료의 근간은 아직 제시되지 않았고 골조송증 예방과 치료에 대한 대부분의 문헌에는 홀몬과 영양학 분야에 대한 보고이고 운동에 대해서는 간략하거나 자세 훈련에 대한 언급은 거의 없다.

뒷발여 근력강화나 지구력의 중요성에 대한 특별한 연구도 거의 없으나 최근의 몇몇 문헌에 의하면 척추 골조송증 환자 운동치료의 기본원리는 등최성복근 근력 강화운동과 체간신전 운동(그림 1)이며 체간 굴곡운동은(그림 2) 피하는 것이 좋다.^{14, 27, 40, 42)}

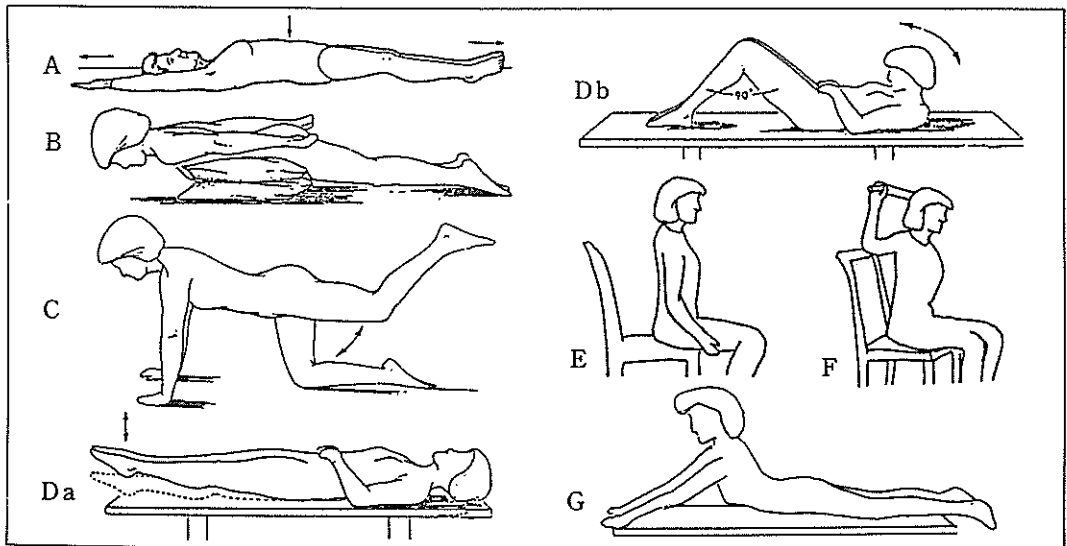


그림 1. (A) Stretch arms and legs to their greatest length. Press in abdomen to flatten back in a straight position. (B) Back extension exercise performed in prone position. In patients with severe osteoporosis, pain can be avoided or minimized by having patient carry on extension exercise in sitting position (C) Exercise for improving strength in lumbar extensors and gluteus maximus muscles. (D) Two techniques for strengthening abdominal muscles isometrically. (E) Proper position for a rib lift. (F) Overhead pulldown, behind head, producing pectoralis stretch, scapular adduction, and depression rib lift, and increased lordosis. (G) Modified press-ups. Note lower extremities abducted and upper extremities approximately 12 inches in front of head.

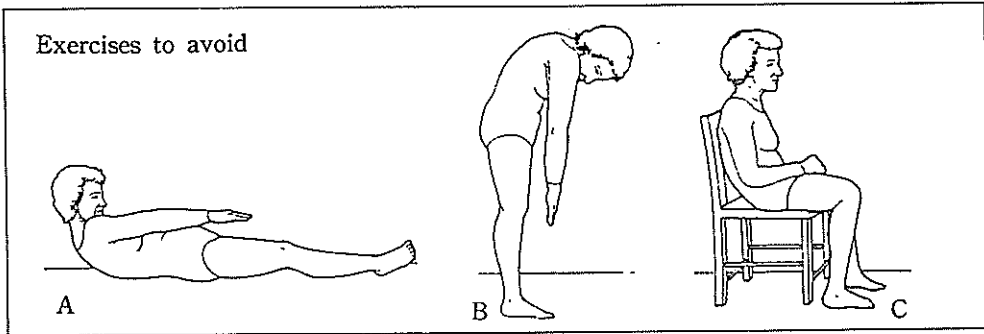


그림 2 Older patients should avoid exercises that acutely flex the dorsal spine, such as (A) strenuous sit-ups and (B) toe touches. Also to be avoided is (C) slouching while seated in a chair.

이를 뒷받침하는 연구로 Simaki⁴²⁾는 46세에서 60세까지의 폐경 후 골조송증 환자 59명을 4그룹(extension exercises(E), flexion exercises(F), extension and flexion exercises(E+F), no therapeutic exercises(N))으로 나누어 1½ ~ 2년 동안 연구한 결과 척추압박골절이 그룹 E, 16%, F, 89%; E+F, 53%, N, 67%로 각각 발생하여 등척성 체간 신전운동이나 등척성 신전운동과 복근근력 강화운동이 체간골극 운동보다 더 적합하다고 보고했으며, Cirullo¹⁴⁾도 45세에서 90세까지의 골조송증 환자 30명을 복근력 강화운동과 체간신전운동을 시킨 임상연구로 이를 뒷받침하고 있다.

Grubbs³⁹⁾는 40세에서 65세의 건강한 여성 50명을 대상으로 back strengthening exercise를 3개월 동안 4~6주마다 평가한 결과 체간신전 근력을 강화하는데 효과가 있고 특별히 back strengthening이 되지 않은 사람도 편안함을 느꼈다고 했다.

또 Mc Phee⁴¹⁾ 등과 Offord³⁴⁾도 back muscle strengthening exercise가 척추의 골밀도에 효과가 있음을 보고했다. 우리는 흔히 골조송증하면 나약한 노인 할머니를 연상하지만 이미 20대에 남성의 골밀도보다 여성의 골밀도는 떨어지며⁴¹⁾ 남성은 물론 여성에서도 30~35세가 되면 골조송증은 시작될 수 있다.³²⁾

연령이 증가하면서 골밀도가 감소되는 것은 생리적인 현상이며 골조송증의 치료예방을 위한 적당한 운동요법은 정상 여성의 노화성으로 인한 골밀도의 감소를 억제시키거나 지연시킬 수 있어^{10, 13, 14, 28)} 모든 사람들에게 골조송증의 예방치료를 위한 운동이 강조되어야겠다.

2) 기타 치료

일단 임상적으로 나타난 골조송증을 정상의 골조적으로 회복하기는 거의 불가능하다.

약물 요법은 여러 가지가 소개되고 있으나 현재 임상적으로는 고칼슘 식이, 에스트로겐 혼론, 비타민 D 등의 투여방법이 이용되는데 칼슘섭취는 초기 폐경기 부인들에게 estrogen과 마찬가지로 효과적이거나^{29, 35)} 칼슘을 너무 많이 섭취하면 변비가 유발될 수 있으며 요석환자에게는 금기 사항이다.²⁹⁾

Estrogen의 장기 투여시는 자궁암, 뇌졸중, 뇌혈전 등의 합병증을 야기할 수 있다.²¹⁾

Estrogen, 칼슘 및 비타민 D 투여는 폐경기 부인에서 골침착을 증가시키지 않지만 생리적 골흡수는 지연시킨다.^{30, 35)}

III. 요약 및 제언

골조송증 환자 예방치료를 위한 기본자세는 “바로 눕고, 바로 앉고, 바로 서기(lie straight, sit straight, stand straight)”라 할 수 있고 weight-bearing exercise가 반드시 추천된다.^{23, 27, 30, 33)}

척추 골조송증 운동치료의 기본원리는 등척성 복근력 운동과 체간신전 운동이다. 구미선진국에서는 골조송증으로 인한 골절이 흔하며 특히 백인여성에게 호발하는 심각한 질병이다.^{23, 31, 36, 38)}

미국에서만 1983년 한 해에 골조송증과 이로 인한 골절치료에 61억달러가 소요된 것으로 추정되나 우리나라에서는 주로 X-선 평면에 의지하고 있어 골무기질 함량이 30% 이상 감소되어야 진단이 가능할 뿐만아니라, 인식부족으로 골조송증 조기진단 및

예방이 요원한 실정이다.²⁾

현대의학의 발달로 노인층 인구는 계속증가 하고 문명의 발달과 자동차의 보급으로 인간의 활동은 점점 감소하며 만성질환 및 골절 등으로 인한 장기 침상환자, 각종약제의 남용 등으로 골조송증 환자는 계속 증가할 것이고 특히 폐경 후 여성 건강관리에 관심을 쏟아야 할 것이다.

골조송증으로 인한 골절은 골절치유가 끝났다 하더라도 골조송증을 치료·예방하지 않는 한 골절이 재발될 위험성은 항상 존재하기 때문에 이의 치료가 중요하다 하겠다. 세계보건기구인 WHO도 2000 년대의 인류의 건강을 「운동을 통한 건강증진」으로 제창하고 있어 물리치료사의 역할 또한 기대되며 질병의 치료와 예방을 위한 운동요법을 더욱 체계적으로 발전시켜 모든 인류가 건강하고 행복한 생활을 누릴 수 있도록 노력해야 겠다.

참 고 문 헌

1. 노성만, 윤영성 : 고령자 대퇴전자간 골절에 대한 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 18 : 755~762, 1983.
2. 문명상, 우영균 : 고령환자의 정형외과적 치료. 대한의학협회지, 32 : 20~25, 1989.
3. 용석중, 임승길, 허갑범, 박병문, 김남현 : 한국인 성인남녀의 골밀도. 대한의학협회지 31 : 1350~1358, 1988.
4. 유명철, 정덕환, 차승균, 금세진 : 정상 한국인과 단순 골조송증이 의심되는 환자에서 방사선 면역학적 방법을 이용한 Osteocalcin치의 비교연구. 대한정형외과학회지, 22(4), 954~961, 1987.
5. 이덕용, 성상철, 최인호, 정진엽, 한준성 : 신경 및 절제술 후 골조송증의 실험적 유발. 대한정형외과학회지, 23 : 589~599, 1988.
6. 이덕용, 최인호, 이춘기, 강신영, 노상권 : 광자 흡수계측법을 이용한 한국인의 정상근과 골절위험군의 골밀도 비교. 대한정형외과학회지, 23 : 945~953, 1988.
7. 한세열, 박기현, 박찬규 : 폐경 전 여성 성선 기능부전환자에 있어 골밀도 측정에 의한 골다공증의 평가. 대한의학협회지, 30 : 1125~1133, 1987.

8. Aloia JF : Exercise and skeletal health. J Am Geriatr Soc 29(3) : 104~107, 1981.
9. Aloia JF : The osteoporoses pathogenesis and diagnosis. Clin Rheumatol in Practice 4(3) : 100~113, 1986.
10. Aloia JF, Cohn SH, Ostuni JA, Cane R, Ellis K : Prevention of involuntional bone loss by exercise. Ann Intern Med 89 : 356~358, 1978.
11. Allman RM Brower AC : Circulatory pattern of deossification. Orthop Clin of N Am, 19 : 553~569, 1981.
12. Apley AG : Apley's system of orthopaedics & fractures. Butterworth Scientific, 76~78, 1982.
13. Ayalon J, Simkin A, Leichter I, Raifmann S : Dynamic bone loading exercises for postmenopausal woman : Effect on the density of the distal radius. Arch Phys Med Rehabil, 68 : 280~283, 1987.
14. Cirillo JA : Osteoporosis. Clin Manage in Phys Ther, 9(1) : 15~19, 1989.
15. Dahl E : Mortality and life expectancy after hip fractures Acta Orthop Scand, 51 : 163~170, 1980.
16. Daniell HW : Osteoporosis and smoking letter to editor. JAMA, 221 : 509, 1972.
17. Finsson BE : Low back pain, J.B. Lippincott Company, 495~502, 1980.
18. Frost HM : Managing the skeletal pain & disability of osteoporosis. Orthop Clin N Am, 3 : 561, 1972.
19. Gallagher JC, Riggs BL : Current concepts in nutrition. Nutrition & Bone Disease. N Engl J Med, 298 : 193~195, 1978.
20. Garraway WM, Stauffer RM, Kirkland LT, et al : Limb fracture in a defined population. Mayo Clin Proc, 54 : 701~713, 1973.
21. Goldsmith NF, Johnston JL : Bone mineral effects of oral contraceptives progranacy and lactation. J Bone and Joint Surg, 57-A : 657~668, 1975.

22. Goodman CE : Osteoporosis as early complications of hemiplegia. NY state J Med, 71 : 1943, 1971.
23. Hahn BM, Peck WA, Riggs BL : Warding off osteoporosis. Patient Care 15 : 20~49, 1985.
24. Jackson TK, Ullrich IH : Understanding osteoporosis. Postgraduate Med, 75(2) : 117~125, 1984.
25. Jaworski ZFG : Physiology and pathology of bone remodeling. Orthop Clin of N Am, 12 : 485~512, 1981.
26. Johnston CC, Epstein S : Clinical, biochemical, radiographic, epidemiologic and economic features osteoporosis. Orthop Clin N Am, 12 : 559~569, 1981.
27. Kinnon JL : Osteoporosis. Phys Ther 68 : 1533~1540, 1988.
28. Krøfner B, Toft B, Nielsen SP, Tondevold E : Physical exercise as prophylaxis against involutional vertebral bone loss : a controlled trial. Clin Sci, 64 : 541, 1983.
29. Lane JM, Vigorita VJ : Osteoporosis. Orthop Clin N Am, 15 : 711~728, 1984.
30. Meema S, Meema HE : Menopausal bone and estrogen replacement. Isr J Med Sci, 12 : 601~606, 1976.
31. Netter FH : The Ciba collection of medical illustrations musculoskeletal system Vol.8 178~228.
32. Nordin BEC, NEED AG, Morris HA : New approaches to the problem of osteoporosis. Clin Orthop, 200 : 181~197, 1985.
33. Notelovitz M : How exercise affects bone density. Contempomary OB/GYN 108~116, 1986.
34. Offord KP, Sinaki M : Physical activity in postmenopausal women : Effect on back muscle strength and bone mineral density of the spine. Arch Phys Med Rehabil, 277~288, 1988.
35. Recker RR, Saville PD : Effect of estrogens and calcium carbonate on bone loss in postmenopausal woman. Ann Intern Med, 87 : 649~655, 1977.
36. Riggs BL, Melton JL : Involutional osteoporosis. N Engl J Med, 314 : 1676~1684, 1986.
37. Rigotti NA, Nussbaum SR, Herzog DB, et al : Osteoporosis in women with anorexia nervosa. N Engl J Med, 311 : 1601~1606, 1984.
38. Salter RB : Text book of disorders and injuries of the musculoskeletal system. The Williams & Wilkins Company, 137~140, 1970.
39. Sinaki M, Grubbs NC : Back strengthening exercise : Quantitative evaluation of their efficacy for women aged 40 to 65 years. Arch Phys Med Rehabil, 70 : 16~20, 1989.
40. Sinaki M : Postmenopausal spinal osteoporosis. Mayo Clin Proc, 57 : 699~703, 1982.
41. Sinaki M, McPhee MC, Hodgson SF, Offord KP : Relationship between bone mineral density of spine and strength of back extensors in healthy postmenopausal women. Mayo Clin Proc, 61 : 116~122, 1986.
42. Sinaki M, Mikkelsen BA : Postmenopausal spinal osteoporosis : Flexion versus extension exercises. Arch Phys Med Rehabil, 65 : 593~596, 1984.
43. Singh M, Nagrath AR, Maini PS : Change in trabecular pattern of the upper end the femur as an index of osteoporosis. J Bone and Joint Surg, 52-A : 457~467, April, 1970.
44. Vaughan CC : Rehabilitation in postmenopausal osteoporosis. Israel J Med Sci, 12(7) : 652~657, 1976.