

# 수중운동과 *Drynariae Rhizoma* 투여가 골다공증 백서의 골밀도 및 골강도에 미치는 효과

## The Change of Bone Mineral Density and Bone Strength by Aquatic Exercise and *Drynariae Rhizoma* on the Osteoporosis-Induced Rats

김찬규, 정대인  
광주보건대학 물리치료과

Chan-Kyu Kim(kchk@ghc.ac.kr), Dae-In Jung(jungdi@ghc.ac.kr)

### 요약

본 연구는 난소적출로 유발된 골다공증 유발 백서에서 골쇄보(*Drynariae Rhizoma*)와 수중운동이 골다공증에 미치는 영향을 알아보기 위하여 6주간 수중운동과 *Drynariae Rhizoma* 투여를 실시하여 골강도, 골밀도, 혈중 osteocalcin, ALP, Ca와 P의 양을 측정하였다. 실험설계는 실험군 I은 대조군, 실험군 II는 수중운동 그룹, 실험군 III은 수중운동과 *Drynariae Rhizoma* 10 mg 투여군, 실험군 IV는 *Drynariae Rhizoma* 10 mg 투여군으로 나누었다.

각 실험군에서 체중은 유의성 있게 증가하였으며, 골강도는 대조군과 비교하여 수중운동과 골쇄보 10mg 투여군과 골쇄보 10mg 투여군에서 유의하게 증가됨을 관찰 할 수 있었고, 골밀도는 대조군과 비교하여 모든 군에서 증가 하였으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 골형성 지표중의 하나인 Osteocalcin 측정치는 대조군과 비교하여 모든 군에서 증가하여 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 혈중 ALP 및 P의 변화는 본 실험에서 유의한 차이를 관찰할 수 없었으나, 혈중 Ca은 골쇄보 투여와 수중 운동으로 인하여 유의하게 감소하였다.

결론적으로, 골다공증 백서에 수중운동과 *Drynariae Rhizoma* 투여는 난소 적출 후 감소된 골밀도와 골강도 증가에 긍정적 영향을 미치는 것으로 생각된다.

■ 중심어 : | 골다공증 | 수중운동 | 골쇄보 | 골밀도 | 골강도 |

### Abstract

This study conducted the following experiment to examine effects of bone metabolism on aquatic exercise, *Drynariae Rhizoma* and aquatic exercise with *Drynariae Rhizoma*. This experiment was conducted to compare bone strength, bone mineral density, weight, change of femur, osteocalcin, ALP, Ca and P effects by aquatic exercise for 6 weeks, *Drynariae Rhizoma* and *Drynariae Rhizoma* for aquatic exercise with 40 SD rats of postophorectomy osteoporosis and it divided 10 subjects. experiment group (I) is applying postophorectomy osteoporosis group, (II) is applying aquatic exercise group, (III) is applying *Drynariae Rhizoma* group and (IV) is applying aquatic exercise with *Drynariae Rhizoma* group. These result lead us to the conclusion that osteocalcin were showed a statically increase and blood Ca level were showed a statically decrease on other groups compare to group(I).

Consequently, aquatic exercise and *Drynariae Rhizoma* would be lead to increment of bone metabolism on postophorectomy osteoporosis.

■ keyword : | Osteoporosis | Aquatic Exercise | *Drynariae Rhizoma* | Bone Mineral Density | Bone strength |

## I. 서론

최근 의학 및 사회 경제적 발전으로 의료혜택 및 사회 제도 확대로 고령인구 증가와 여성인구 증가로 골다공증 환자의 증가는 늘어가고 있는 추세이다. 골다공증(Osteoporosis)은 가장 흔한 뼈의 대사성 질환으로 단위체적당 골질의 감소에 의해 발생하며 골질의 감소는 골형성에 대한 골흡수 비율이 증가하면서 발생한다[1]. 특히 여성의 경우 폐경 후 골소실이 급격히 증가하여 7~8년 사이에 골 소실이 약 1/3~1/2가량 발생하는데 주된 이유는 난소기능의 저하로 에스트로겐의 결핍이 주된 원인이 되며 조골세포(osteoblast)에서 Interleukin-1(IL-1), IL-6 등의 사이토카인의 생성 증가로, 파골세포(osteoclast)를 활성화시킴으로서 골 소실이 발생한다. 결국 골다공증은 단위 용적당 질량(골밀도:bone mass density)이 감소되는 증상으로 요추, 요골 원위단 및 대퇴부근위단의 골절을 쉽게 초래하는 질환으로 사회적 문제가 되고 있다[2].

현재 골다공증의 일반적인 치료로는 칼슘과 비타민D의 섭취, 운동 및 생활습관의 변화를 요구하고 있으며, 약물치료 방법이 있다. 그 중 운동은 골 건강을 개선시키는 것으로 알려져 있는데, 체중 부하의 정도에 따라 골밀도와 연관된다고 보고되어지고 있다[3]. 그 중 수중운동은 지상에서 하는 운동과 달리 관절과 근육에 무리한 체중부하를 가하지 않으면서, 지구성 유산소성 심폐기능을 향상시키며, 전신근육을 사용하게 하는 운동유형이다. 따라서 수중운동은 부분적 또는 직접적으로 골강도와 골밀도의 향상에 기여하며, 체력 향상은 골질량의 증대를 가져오고 구조적으로 골 강도를 강하게 한다[4]. Swissa-Sivan 등[5]은 수중운동은 골의 수화작용의 특성, 골 밀도, 골 질량, 골 광화작용에 영향을 미치고, 관절상해나 골절의 위험을 감소시켜줄 효과적인 운동이라고 많은 연구에서 보고 되고 있다[6].

최근 골 질환에 뛰어난 효과가 있는 천연 약재들에 대한 연구가 많이 진행되고 있는데, 그 중 녀줄고사리라고 불리는 골쇄보(*Drynariae Rhizoma*)는 다년생 초본으로서 염증, 고지방혈증, 근골격계 강화, 골다공증, 골 재흡수 같은 질환에 효과적인 것으로 나타났다

[7][8]. 최근 연구에 의하면 난소 적출된 백서에서 *Drynariae Rhizoma*는 골 손실을 예방하여 골밀도에 영향을 미치는 것으로 알려지고 있고[7], Jeong 등[8]에 의하면 골손실의 예방과 골 재흡수에 효과적이라고 보고 하였으며, 또한, IL-1 $\alpha$ 와 IL-1 $\beta$ 에 자극되는 골 재흡수를 억제하는 효과가 있는 것으로 보고되고 있다[9].

이러한 연구를 통해 *Drynariae Rhizoma*가 골질환에 유효성을 갖는 것으로 보고되었으나, 지금까지 골다공증을 예방하기 위한 많은 연구 중 수중운동과 *Drynariae Rhizoma*를 병행한 연구들은 미흡한 실정이라 사료된다. 따라서 본 연구에서는 백서의 난소적출로 골다공증을 유발시켜 수중운동과 *Drynariae Rhizoma*를 투여하여 골다공증이 유도된 백서의 골 대사에 미치는 영향을 알아보고자 골밀도, 골강도, 체중, 대퇴골 무게, 혈청 Ca, alkaline phosphatase(ALP), phosphorous를 측정하여 골다공증을 예방하고 치료하는데 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 실험동물

실험동물은 12주령된 Sprague-Dawley계 암컷 흰쥐 40마리를 사용하였고, 사육실 환경은 온도 23 $\pm$ 1  $^{\circ}$ C, 상대습도는 55 $\pm$ 5%, 그리고 명암은 12시간 간격(light: 7:00 ~ 19:00)으로 조절하였다. 실험이식은 실험시작 전에 1주간 절식시킨 후 시작하였으며, 사료는 실험소동물용 시판 사료(삼양사)를 사용하여 분말식이통에 넣어 6주간 자유로이 섭취하도록 하였다.

### 2. 실험 설계

실험동물은 실험군 I은 대조군, 실험군 II는 수중운동그룹, 실험군 III은 수중운동과 *Drynariae Rhizoma* 10 mg 투여군, 실험군 IV는 *Drynariae Rhizoma* 10 mg 투여군으로 나누었다.

### 3. 골다공증 유발

체중 Kg당 10mg의 Ketamin hydrochloride(Ketara,

Yuhan Co., Korea)와 체중 kg당 0.15ml의 2% Xyiazine hydrochloride(Lumpun, Bayel Co., Korea)을 근육주사 하여 전신마취를 시행하였다. 일반적인 수술전 처치방법에 따라 10% 포비돈 요오드로 수술부위 및 주위를 세척 및 분리 후 하복부의 피부, 근육, 복막의 절개를 시행하여 양쪽 난소를 모두 노출시킨 후 난소를 절개하고 절제부위는 4호 실크로 결찰한 후 복막, 근육, 피부의 각 층을 3호 실크로 봉합하였다. 난소 절제 후 40~50일 후 실험을 하였다.

#### 4. 수중운동

물의 온도는 33±1℃가 유지되도록 하였으며 수영조의 깊이는 50cm로 한 마리당 수영 면적은 960cm<sup>2</sup>이었다. 수영에 대한 적응을 위하여 1주일간 실험환경에 수영에 적응을 시킨 후 6주까지 2군으로 나누어 매일 60분간 주 5일 6주간 수중운동을 실시하였다. 수중운동그룹과 수중운동과 *Drynariae Rhizoma* 투여한 그룹으로 나누어 실시하였으며, 운동시간은 Swissa-Sivan 등[5]의 방법에 따라 1회 60분으로 설정하였다[표 1]. 수중운동은 수영조에서 자유롭게 수영 할 수 있도록 실시하였으며 백서의 운동량을 증가시키기 위해서 쉬지 못하도록 지속적으로 자극하였다.

표 1. 실험동물에 수중운동방법과 골쇄보투여(*Drynariae Rhizoma*)

Group	intensity(%)+ dosage(mg)	duration (min)/day	frequency/ week
I	-	-	-
II	0%	60	5
III	0% + 10 mg	60	5
IV	10 mg		5

\* : percent(%) of body weight(g)

#### 5. *Drynariae Rhizoma* 추출 및 투여

각 생약을 100 g당 증류수 1,000 ml 비율로 혼합하여 80℃ 수조에서 8시간 중탕 추출하였으며, 고용분 제거 후 현탁액을 200 g에서 10분간 원심분리하여 상층액을 여과하여 강압농축하여 동결건조 시료를 rat 1마리당 10 mg의 실험물질을 주사용 증류수 0.2 ml를 복강내 1

일 1회 투여하였다.

#### 6. 분석방법

체중 변화는 6주 후 실험동물을 모두 질식사 시킨 후 전자저울(Mettler instrument AG CH-8606, Zurich, Switzerland)을 이용하여 체중을 측정하여 각 군별 변화를 비교하였다. 대퇴골의 변화는 골길이, 둘레 측정은 버니어캘리퍼스(Mitutoyo Co., Japan)하였고, 대퇴골 무게 측정은 희생 후 대퇴골을 적출하여 골막 분리 후 alcohol 용액에 담가 지방을 제거한 후 무게(dry weight)를 전자저울을 이용하여 측정하였다. 골밀도 및 골강도 측정에서 밀도 측정을 위해 뼈의 부피는 Archimedes의 원리로 다음 식에 의해 구한 다음 밀도를 측정하였다[10].

$$V = \frac{M - M_w}{D_w}, \quad D = \frac{M}{V}$$

V: 뼈의 부피(cm<sup>3</sup>), M: 뼈의 젖은 무게(mg), M<sub>w</sub>: 물속에서의 무게, D<sub>w</sub>: 실온에서의 물의 밀도, D: 뼈의 밀도(mg/cm<sup>3</sup>).

골 강도 측정은 3-point bending test(Instron)를 실시하여 골절강도를 측정하였다. Osteocalcin 측정을 위한 시약으로 Osteocalcin RIA kit(osteocalcin, Radim Co., Italy)를 사용하여 방사면역 측정법(radioimmunoassay)에 의해 γ-counter(Hewlett Packard, U.S.A)로 측정하였다.

혈액학적 검사는 실험기간 종료 후 심장 채혈 하여 실온에서 30분 방치 후 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리하였고, 기기는 Biochemical Systems International Srl를 사용하였다.

혈청 중 칼슘, Alkaline phosphatase(ALP), Phosphorus 측정 생화학검사키트로 혈청 중의 칼슘, ALP, P활성도 검사 분석 측정을 위한 시약으로(ELITECH. Division of SEPPIM S.A France)을 사용하였다.

7. 통계처리

본 연구의 통계학적 분석은 SPSS 10.0 version을 사용하였다. 실험결과는 각 실험군별로 평균치와 표준편차를 구하였다. 각 실험군의 체중 변화는 평균치간 유의성 검증을 위하여 paired t-test를, 기타 변수의 각 군간 유의성은 one-way ANOVA를 실시하였고, 사후 검정은 Tukey방법으로 하여 통계학적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하여 검정하였다.

III. 연구결과

1. 체중 변화

6주간 실험동물 체중의 변화에 있어서 난소적출 후 치료 시작시 보다 치료 종료 후 모든 그룹에서 체중은 증가 하였으며, I, III, IV군에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다[표 2].

표 2. 각 실험군들의 체중 변화

Group	preweight(g)	postweight(g)	t	p
I	172.50 ± 4.18	268.75 ± 16.52	-19.812	0.000**
II	255.00 ± 5.48	270.00 ± 33.42	-1.936	0.111
III	172.50 ± 4.18	262.00 ± 14.00	-17.581	0.000**
IV	224.17 ± 2.04	262.00 ± 14.00	- 6.550	0.001**

mean±SD, \*\*p < 0.01

2. 대퇴골의 변화 측정

대퇴골 길이, 둘레, 무게는 대조군 I군과 비교하여 다른 모든 그룹에서 전체적으로 감소 하였으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다[표 3].

표 3. 실험군들의 대퇴골 길이, 둘레, 무게 변화

Group parameters	The measurement of femur		
	length(mm)	circumference (mm)	weight(g)
I	36.89 ± 1.13	4.57 ± 0.10	0.60 ± 0.05
II	36.31 ± 1.73	4.25 ± 0.21	0.54 ± 0.12
III	35.99 ± 2.17	4.14 ± 0.06	0.47 ± 0.03
IV	36.39 ± 0.48	4.26 ± 0.09	0.53 ± 0.07

mean±SD

3. 골강도 및 골밀도 측정

골강도 측정에서는 대조군 I군이 10.12±1.61 kg/N으로 다른군과 비교하여 감소하였으며, III군(수중운동군과 *Drynariae Rhizoma* 10 mg 투여군)이 17.42±4.02 kg/N, IV군(*Drynariae Rhizoma* 10 mg 투여군)이 17.76±3.10 kg/N으로 대조군과 비교하여 증가하여 통계학적으로 유의한 차이가 있었다[표 4].

그러나 골밀도 측정에서는 대조군 I군이 1.16±0.11 g/cm<sup>2</sup>으로 대조군보다 모든 군에서 증가하였으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다[표 4].

표 4. 실험군들의 골강도 및 골밀도 변화

Group Parameters	I	II	III	IV	F	post-hoc
MBS# (kg/N)	10.12 ±1.61	13.10 ±0.48	17.42 ± 4.02*	17.76 ± 3.10*	16.137	I, III*, I, IV*
BMD## (g/cm <sup>2</sup> )	1.16 ±0.11	1.22 ±0.06	1.28 ± 0.05	1.20 ± 0.09	0.314	

mean±SD, \*p < 0.05

#: MBS: Measurement of bone strength(kg/N), #: BMD: Bone mineral density(g/cm<sup>2</sup>)

4. Osteocalcin 측정

골형성 지표중의 하나인 Osteocalcin 측정치는 대조군 I군 0.27±0.01 ng/ml보다 모든 군에서 증가하여 통계학적으로 유의한 차이가 있었다[표 5].

표 5. 실험군들의 osteocalcin 변화

Group	I	II	III	IV	F	post-hoc
Osteocalcin (ng/ml)	0.27 ± 0.01	0.36 ± 0.04*	0.37 ± 0.06*	0.39 ± 0.05*	5.169	I, II*, I, III*, I, IV*

mean±SD, \*p < 0.05

5. 혈청 중 ALP와 Calcium 그리고 Phosphorus 측정

1) 혈청 중 ALP 측정

혈청 중 ALP의 측정치는 대조군 I군 240.03±13.80 IU/l 보다 수치적으로 높았으나 통계적 유의한 차이는 없었다[표 6].

2) 혈청 중 Calcium 측정

혈청 중 Calcium의 측정치는 대조군 I 군 4.33± 1.16 ng/ml 과 비교하여 다른 모든 군에서 대조군 보다 통계학적 유의하게 감소한 결과를 보였다[표 6].

3) 혈청 중 Phosphorus 측정

혈청중 phosphorus의 측정치는 대조군 I 군이 3.13±0.31 mg/dl 으로 다른 모든 군에서 대조군 보다 수치적으로 감소하게 나타났으나, 통계학적으로 유의한 차이는 없었다[표 6].

표 6. 실험군들의 ALP, Ca, P 변화

Group Parameters	I	II	III	IV	F	post-h oc
ALP(IU/l)	240.03 ±13.80	243.00 ±16.51	250.10 ±14.10	243.00 ±15.23	1.236	
Ca(mg/dl)	4.33 ±1.16	0.78 ±0.44*	2.13± 0.45*	1.70± 1.02*	125.836	I,II*, I,III*, I,IV*
P(mg/dl)	3.13± 0.31	2.25± 0.18	2.80± 0.87	2.40± 0.32	2.418	

mean±SD, \*p < 0.05

IV. 논의

본 연구에서는 흰쥐의 난소 적출로 골다공증을 유발시켜, 골다공증의 예방과 치료에 기대되는 수중운동과 *Drynariae Rhizoma* 투여를 6주 동안 실시하여, 골다공증에 미치는 여러 인자들을 분석하였다. 골다공증은 골구성성분의 양적 감소가 주된 병변으로 나타나는 대사성 골질환이며, 그 발병 기전으로는 골형성과 골흡수의 불균형에 의한 것으로 알려져 있다[11][12]. 골다공증의 여러 유형 중 폐경기 이후 골다공증에 대해서는 에스트로겐 결핍이나 난소의 호르몬에 대한 작용변화가 골아세포의 기능적 결여와 관련 된다고 알려져 왔는데 Gurkan 등[11]은 난소를 제거한 쥐에서 골밀도가 감소하고 골에서 칼슘과 Hydroxyproline의 함량이 감소하는 것을 관찰하여, 이것이 골다공증의 유효한 표본이 될 수 있음을 제시하였다. 또한 천연자원이 골 질환에 뛰어난 효과가 있음이 알려지기 시작하면서 골질환에

효과가 있다는 *Drynariae Rhizoma*는 한의학에서 염증, 고지방혈증, 골다공증, 골 재흡수와 같은 부인과 질환에 효과적인 것으로 보고 되어졌다[13].

Hong과 Jeong[13](2000)에 의하면 *Drynariae Rhizoma* 추출물이 gelatinase 활성과 PTH, 1,25(OH)2D3, TNF-α, IL-1α 및 IL-1β의 재흡수 인자에 유도되어 진행되는 활성을 억제하였으며, *Drynariae Rhizoma* 전처리시에는 강력한 보호 효과가 나타났다. *Drynariae Rhizoma* 추출물은 IL-1α 와 IL-1β에 자극되는 골 재흡수를 억제하는 효과를 나타내었다고 보고하고 있다.

본 연구에서는 골다공증을 유도하기 위하여 흰쥐의 난소를 적출하였으며, 난소를 적출한 모든 실험군에서는 비교적 체중 증가량이 높게 나타났다. 이러한 난소 절제로 유발된 체중 증가 현상은 기존의 연구에서도 이미 보고 되어진바 있다[14-16]. 골아세포와 지방세포는 같은 배아세포에서 분화되는데[17], 에스트로겐은 같은 배아세포에서 골아세포의 분화를 촉진하는 반면에 지방세포의 분화를 억제시킨다는 보고에 근거 할 때 난소 제거 후 에스트로겐 결핍으로 인한 체중 증가는 지방조직 축적에서 기인 된 것이라 사료 된다[18]. 골의 강도를 알아보기 위하여 3-point bending test를 실시하여 골절강도를 측정하였다. 장력 측정기를 이용한 실험이 골다공증의 판단에 의미가 있을 것으로 사료되어 본 실험에 포함하여 실험하였다. 김남현 등[19]은 태뿔 간부의 골절을 유발시키는 최대응력점은 골쇄보 투여군에서 가장 높게 측정되었으며, 난소만을 제거한 대조군에서 가장 낮은 강도를 보였다. 홍희옥 등[20]에 의하면 뼈의 강도는 대조군이 다른 군들에 비하여 유의적으로 낮게 나타났는데 단위 체중 당으로 환산한 뼈의 무게가 큰 군이 뼈의 강도도 높은 경향을 나타내어 수영운동군과 *Drynariae Rhizoma* 투여군과 *Drynariae Rhizoma* 투여군에서 가장 높았다. 또한 Hong 등[13]의 연구에 의하면 수중운동과 트레드밀 운동시 골강도와 골밀도는 대조군에 비해 증가하며, 이중 트레드밀군이 더 높았다. 무부하 운동인 수중운동은 각기 운동시간과 체중 부하 정도 등의 운동 프로그램에 따라 골에 미치는 영향이 달라진다고 보고하고 있다. Swissa-sivan 등[5]에

의하면 골다공증 유발 쥐에서 대조군 보다 수중운동군에서 골강도, 골밀도가 유의하게 높게 나타났다고 보고하였고, Simkin A[21] 등의 연구에서도 수중운동이 골밀도 증가를 가져온다고 보고하였다. 본 연구에서 골강도의 측정은 대조군과 비교하여 다른 군에서 전체적으로 증가하였으며, 특히 수중운동과 *Drynariae Rhizoma* 투여군과 *Drynariae Rhizoma* 투여군에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 본 실험에서 골강도와 골밀도에서 대조군보다 수중운동군과 수중운동과 *Drynariae Rhizoma* 투여군, *Drynariae Rhizoma* 투여군에서 높은 것은 골쇄보의 효과와 함께 병행한 수중운동의 차이가 영향을 미치는 것으로 보여진다.

폐경으로 여성호르몬이 감소하면 파골세포에 의한 골흡수가 증가하며 이에 따라 골형성도 증가하는데 이런 골대사의 증가를 골대사지표의 측정으로 확인할 수 있다. 폐경 여성에서 여성호르몬의 감소에 의한 골대사의 변화 중 매우 특징적으로 osteocalcin이 약 40%까지 증가하는 것으로 알려져 있다[22]. 이런 골대사지표의 변화는 폐경 여성에서 골대사의 변화 중 골흡수가 골형성에 비해 상대적으로 많이 증가하는 것을 의미한다고 할 수 있다. 다른 연구 또한 폐경 전 여성들의 골대사 지표에 비해 osteocalcin은 40%, total alkaline phosphatase는 48%의 증가로 나타났다[23].

osteocalcin은 골의 구조에서 hydroxyapatite 및 칼슘과 단단하게 결합되어 있는데 새로운 골 형성시 골아세포 활성을 간접적으로 반영하는 골형성 지표로 알려져 있다[24]. 그 기전으로는 골의 대사에서 골흡수가 증가로 인해 골밀도가 감소하는 경우 이차적으로 골아세포 활동이 증가하는데 이때 골아세포에서 osteocalcin 합성이 증가되는 것으로 보고 되고 있다[25][26]. 이는 골다공증시 골아세포 감소에 의한 파골세포 활성도를 민감하게 감지할 수 있을 것으로 보여 지며 본 실험에서 대조군에 비하여 실험군에서 osteocalcin이 감소된 소견을 보여 여러 보고와 일치하는 결과를 보였으며 [24][27], 본 연구 결과에서도 실험군 모두에서 유의한 osteocalcin 감소 억제 효과를 보였다.

혈중 칼슘 농도는 내적, 외적 변화에 대해 항상성을 유지하므로 실험 요인을 변화시켜도 칼슘 농도는 보통

정상 범위 내에 있는 것으로 보고 되어 있으며[28], 김남수 등[29]에서도 실험군들에서 혈장 칼슘 농도는 통계적으로 차이를 나타내지 않았고, 골대사 회전에서 혈장 칼슘농도가 높으면 골흡수가 감소되었지만, 혈장 인 농도가 정상수준보다 높으면 골흡수가 감소됨과 동시에 골형성 또한 활발해진다고 보고되었다. 그러나 칼슘치와 인치 각각의 수치보다는 이들 두 변수의 비율이 더욱 중요한 지표로 알려져 있다. 혈중 칼슘은 대조군과 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 골형성의 biomarker인 혈청 내 ALP 활성을 측정된 결과 각 실험군들 간에 유의한 차이가 없었으나, 대조군보다 다른 실험군에서 보다 높은 경향을 나타냈고[20], 본 연구에서 ALP활성을 측정하여 본 결과 실험군들에서 약간 증가 하였으나 유의한 차이를 보이지는 않았다. 혈중 인은 대조군에서 다른 실험군보다 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

이상의 결과로 살펴 볼 때 골다공증 백서에 수중운동과 *Drynariae Rhizoma* 투여는 골밀도와 골강도 증가에 효과가 있었으며, 특히 골강도에 미치는 영향은 통계학적으로 유의하게 나타나 골다공증의 예방 및 치료 효과의 가능성이 있다고 사료되며, 추후 이에 대한 임상적 연구가 요구된다.

## V. 결론 및 제언

본 연구에서는 골다공증 유발 백서에서 골쇄보 (*Drynariae Rhizoma*)와 수중운동이 골다공증에 미치는 영향을 알아보기로 6주간 수중운동과 *Drynariae Rhizoma*투여를 실시하여 골강도, 골밀도, 혈중 osteocalcin, ALP, Ca과 P의 양을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

각 실험군에서 체중은 유의성 있게 증가하였으며, 골강도는 대조군과 비교하여 수중운동과 골쇄보 10mg 투여군과 골쇄보 10mg 투여군에서 유의하게 증가됨을 관찰 할 수 있었고, 골밀도는 대조군과 비교하여 모든 군에서 증가 하였으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.

골형성 지표중의 하나인 Osteocalcin 측정치는 대조

군과 비교하여 모든 군에서 증가하여 통계학적으로 유의한 차이가 있었다.

혈중 ALP 및 P의 변화는 본 실험에서 유의한 차이를 관찰할 수 없었으나, 혈중 Ca은 골쇄보 투여와 수증 운동으로 인하여 유의하게 감소하였다. 결론적으로, 골다공증 백서에 수증운동과 *Drynariae Rhizoma* 투여는 난소 적출 후 감소된 골밀도와 골강도 증가에 긍정적 영향을 미치는 것으로 생각된다.

### 참고 문헌

- [1] B. E. C. Nordin, J. Aaron, and R. Speed, "Bone formation and resorption as the determinants trabecular bone volume in postmenopausal osteoporosis," *Lancet*, 2, pp.27-279, 1981.
- [2] J. M. Lane, L. Russell, and S. N. Khan, "Osteoporosis," *Clin Orthop Relat Res*, 372, pp.139-150, 2000.
- [3] M. J. Davicco, N. Gaumet-Meunier, and P. Lebeque, "Endurance training and bone metabolism in middle-aged rats," *Mechan Ageing Develop.*, 109; pp83-96, 1999.
- [4] C. M. Snow-Harter, "Bone health and prevention of osteoporosis in active and athletic women," *Review. Clinics in Sports Medicine*, Vol.13, No.2, pp389-404, 1994.
- [5] A. Swissa-Sivan, R. Azoury, and M. Statter "The effect of swimming on bone modeling and composition in young adult rats," *Calcif Tissue Int*, Vol.47, No.3, pp.173-177, 1990.
- [6] S. C. Trok and V. Douglas, "Arthritis water exercise program evaluation. *Arthritis Care Research*," Vol.2, No.1, pp.28-30, 1989.
- [7] J. C. Jeong, S. K. Kang, and C. H. Youn, "Inhibition of *Drynariae Rhizoma* extracts on bone resorption mediated by processing of cathepsin K in cultured mouse osteoclasts," *International munopharmacology*, Vol.3, No.12, pp1685-1697, 2003.
- [8] J. C. Jeong, B. T. Lee, and C. H. Yoon, "Effects of *Drynariae Rhizoma* on the proliferation of human bone cells and the immunomodulatory activity," *Pharmacological Research*, Vol.51, No.2, pp.125-136, 2005.
- [9] 홍시내, 정지천, "골쇄보(骨碎補) 복합제제가 생쥐의 calvarial osteoblast에서 collagen 용해와 골재흡수에 미치는 영향", 동국대학교 한의학 연구소, 동국한의학연구소 논문집, 2000.
- [10] R. D. Wasnich, "Bone mass measurements in diagnosis and assessment of therapy", *Am J Med*, 91; 54s, 1991.
- [11] L. Gurkan, A. Ekland, and K. M. Gautvik, "Bone changes after castration in rats; A model for osteoporosis," *Acta Orthopdica Scandinavica*, 57, pp.67-70, 1986.
- [12] J. Chow, J. H. Tobias, and K. W. Colston, "Estrogen maintains trabecular bone volume in rats not only by suppression of bone resorption but also by stimulation of bone formation," *J Clin Invest*, 89; 74-78, 1992.
- [13] 홍시내, 정지천, "골쇄보(骨碎補) 복합제제가 생쥐의 calvarial osteoblast 에서 collagen 용해와 골재흡수에 미치는 영향", 동국한의학연구소 논문집, 제9권, pp179-191, 2000.
- [14] D. N. Kalu, C. C. Liu, and B. H. Arjmandi, "Effect of ovariectomy and estrogen on the serum levels of insulin-like growth factor-I and insulin-like growth factor binding protein-3," *Bone and Mineral*, 25; pp.135-148, 1994.
- [15] C. A. Frolik, H. U. Bryant, and E. C. Black, "Time-dependent changes in biochemical bone markers and serum cholesterol in ovariectomized rats: Effects of raloxifene HCl, tamoxifen, estrogen and alendronate," *Bone*, 18, pp.621-627, 1996.

- [16] Y. B. Lee, H. J. Lee, and K. S. Kim, "Evaluation of the preventive effect of isoflavone extract on bone loss in ovariectomized rats," *Biosci Biotechnol Biochem*, 68, pp.1040-1045, 2004.
- [17] A. E. Grigoriadis, J. N. Heersche, and J. E. Aubin, "Differentiation of muscle, fat, cartilage, and bone from progenitor cells present in a bone-derived clonal cell population: effect of dexamethasone," *J Cell Biol*, 106, pp.2139-2151, 1989.
- [18] R. Okasaki, D. Inoue, M. Shibata, and M. Saika, "Estrogen promotes early osteoblast differentiation and inhibits adipocyte differentiation in mouse bone marrow stromal cell lines that express estrogen receptor(ER)  $\alpha$  or  $\beta$ ," *Endocrinology*, 143, pp.2349-2356, 2002.
- [19] 김남현, 최종혁, 이환모, "흰쥐의 난소제거 후 발생한 골다공증에 대한 홍삼 사포닌의 효능", 대한정형외과학회지, 제30권, 제4호, pp.808-816, 1995.
- [20] 홍희옥, 이준혜, 정동춘, "운동 형태가 흰쥐의 뼈 형성에 미치는 영향", 한국영학회지, 제34권, 제5호, pp.541-546, 2001.
- [21] A. Simkin, I. Leichter, and A. Swissa, "The effect of swimming activity on bone architecture in growing rats," *J Biomech*, 22, pp.845-851, 1989.
- [22] C. C. Johnston Jr, S. L. Hui, and R. M. Witt, "Early menopausal changes in bone mass and sex steroids," *J Clin Endocrinol Metab*, 61: 905-911, 1985.
- [23] 오한진, 오장균, 이동배, "폐경 후 골다공증의 치료방법별 효과 및 골대사 지표 변화에 의한 골밀도 변화의 예측성", 가정의학회지, 제 22권, 제8호, pp.1234-1246, 2001.
- [24] R. J. Duda, J. F. O'Brien, and J. A. Katzmann. "Concurrent assays of circulating bone-gla protein and alkaline phosphatase: Effects of sex, age, and metabolic bone disease," *J Clin Endocrinol metab*, 66: pp.951-957, 1988.
- [25] A. A. Bouman. P. G. Scheffer, and M. E. Ooms, "Two bone alkaline phosphatase assays compared with osteocalcin as a marker of bone formation in healthy elderly women," *Clin Chem*, 41; pp.196-199, 1995.
- [26] S. A. Bowles, Kurdy and N, Davis AM, "Serum osteocalcin, total and bone-specific alkaline phosphatase following isolated tibial shaft fracture," *Ann Clin Biochem*, 33; pp.196-200, 1996.
- [27] S. E. Papapoulos, M. Frolich, and A. H. Mudde, "Serum osteocalcin in Paget's disease of bone: Basal concentrations and response to bisphosphonate treatment," *J Clin Endocrinol Metab*, 65, pp.89-94, 1987.
- [28] R. C. Watson, H. Grossman, and M. A. Meyers, "Radiologic findings in nutritional disturbances, In: Shi ME, Olson JA, Shike M. Modern nutrition in health and disease," 8th ed. Philadelphia : Lea and Febiger, pp.861-908, 1994.
- [29] 김남수, 유우순, 강창원, "흰쥐에서 난소제거술로 유발시킨 골다공증시 steocalcin, bone-specific alkaline phosphatase, estrogen, IGF-I, Ca<sup>2+</sup>, P와 bone density의 변화", 대한수의학회지, 제40권, 제 4호, pp.755-762, 2000.

저 자 소 개

김 찬 규(Chan-Kyu Kim)

정회원



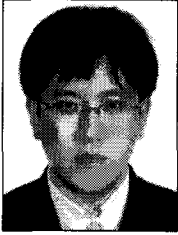
- 1999년 8월 : 조선대학교 보건학과(보건학석사)
- 2005년 2월 : 동신대학교 물리치료학과(이학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 광주보건대학 물리치료과 교수

<관심분야> : 신경계물리치료



정 대 인(Dae-In Jung)

정회원



- 2002년 2월 : 동신대학교 물리치료학과(물리치료학 석사)
- 1996년 2월 : 동신대학교 물리치료학과(이학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 광주보건대학 물리치료과 교수

<관심분야> : 심폐물리치료