

발레운동과 식초섭취가 골감소증을 나타내는 중년여성의 골대사에 미치는 영향*

박소영·하태균·윤정수** 전북대학교

본 연구는 발레운동과 식초섭취가 골대사지표 Osteocalcin, 25(OH)D 그리고 CTx에 미치는 영향을 규명하여, 골감소증이 있는 중년 여성의 골 건강증진에 활용할 수 있는 자료를 제공하고자 하였다. 골감소증이 있는 중년여성(55~65) 40명을 네 집단(통제집단 10명, 발레운동집단 10명, 식초섭취집단 10명, 복합처치집단 10명)으로 구성하여 운동강도 55~60%인 발레운동프로그램에 8주간 참여시킨 후 혈액채취는 실험 전·후로 실시하였다. 골대사인자인 Osteocalcin, 25(OH)D 그리고 CTx의 측정은 효소면역법(ELISA)를 이용하여 측정하였다. 본 연구의 결과 Osteocalcin와 25(OH)D는 운동집단, 식초섭취집단, 복합처치집단에서 증가하는 경향을 보였다. 반면 CTx는 복합처치집단에서 통계적으로 유의하게 감소하는 경향을 보였다. 결과적으로 발레운동과 식초섭취에 따른 복합처치는 골감소증을 나타내고 있는 중년여성에게 골대사의 활성도를 높여 골밀도에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

주요어 : 발레운동, 식초, Osteocalcin, 25(OH)D, CTx

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

최근 경제성장과 의학의 발달로 인간의 수명은 점차 연장되고 있고, 노인의 수도 급격히 증가하고 있다. 그 중 40세 이상의 여성인구도 매년 증가하여 2030년에는 약 40% 이상에 도달할 것으로 추정하고 있으며, 그리하여 전체 인구에 대한 폐경 여성의 점유율도 급격히 증가하고 있다(김혜영, 임지영, 2013). 보통 30~40세경 골소실이 시작되어 여성의 경우에는 폐경 후 골소실 속도가 급격하게 빨라져 퇴행성 골소실이 시작되고, 골손실량의 1/3 정도가 폐경 이후 5년 이내에 진행되므로 폐경기 여성을 위협하는 주요 질환 중 하나가 골다공증이다(International Osteoporosis Foundation, 2006). 골다공증은 일반적으로 동성의 최고 평균 골질량보다 약 30% 이상 적은 경우를 말하며(이명옥, 2014) 뼈를 형성하는 무기질(칼슘)과 기질의 양이 동일한 비율로 과도하게 감소된 상태를 말하는 것으로(김돈규, 2005) 골량(bone mass)의 감소와 골질(bone quality)의 변화로 인하여 뼈의 미세구조가 파괴되는 질환이다(곽규인 등, 2014). 골다공증의 위험인자로는 유전적인 것이 81%이며, 또한 연령 증가, 남성보다 여성, 흑인보다는 백인이나 동양인에게 골다공증이 많을 것으로 나타났고, 작은 체형, 늦은 초경, 조기 폐경, 영양상태 및 식습관, 흡연, 음주, 운동량 부족(NIH consensus conference, 2001), 칼슘섭취 저하, 항경련제, 부신피질 자극 호르몬 등의 투약(Walker, 2008), 건강과 생활습관(Oliver et al., 2007)등

* "이 논문은 2018년도 전북대학교 연구기반 조성비 지원에 의하여 연구되었음"

** 교신저자 : y2865@jbnu.ac.kr

이 보고되고 있다. 주로 노화와 폐경으로 인해 고연령층 여성들에게 가장 많이 나타나는 대표적인 질환이다.

이러한 이유로 운동과 골다공증의 관련성을 규명하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있는데, 폐경 전 여성이나 폐경 후 여성에게 규칙적인 운동은 골밀도를 증가시키고(Kim et al., 2012), 유산소운동이 폐경 후 여성의 골소실을 감소시키며(Bergstrm et al., 2012) 폐경 후 여성들이 24주간 저항성 운동을 한 결과 골밀도를 유의하게 증가시키는 것을 보고하였다(Kelley et al., 2012). 또한, 12주간 태극권을 실시 한 경우에도 폐경 후 여성의 골밀도 및 골대사 지표에 긍정적으로 작용하여 골소실을 지연하는 것으로 보고 하였다(Lee et al., 2005). 신체 활동량이나 운동이 골다공증의 중요한 요인으로 규칙적인 운동은 골밀도를 증가시키며(Hourigan et al., 2008) 폐경기 여성에 있어서 저항성운동과 전신진동운동의 복합운동이 골밀도를 유의하게 증가시키는 것이다(Howe & Dawson 2011). 또한, 규칙적인 운동을 하는 폐경기 여성은 운동을 하지 않은 여성보다 대퇴골 골밀도가 높다(윤상윤 등, 2013).

뼈는 파골세포, 조골세포가 존재하는데 파골세포는 뼈 내에서 기능을 다 한 기질을 청소하는 역할을 담당하며, 조골세포는 새로운 기질을 형성하기 위해 유골을 합성하는 역할을 담당한다. 이 두 세포간의 유기적인 관계가 골량을 적절하게 유지할 수 있도록 하는 기능을 한다. 따라서 최근 골밀도와 생화학적 표지자에 대한 연구가 많이 이루어지고 있는데, 생화학적 표지자는 골 재형성(bone remodeling)의 속도를 알 수 있다. 혈액과 소변으로 검사를 통해 검사할 수 있으며, 생화학적 표지자는 골 형성지표와 골 흡수지표로 나누어진다(Johnson et al., 1998) 골 형성지표 중에 하나인 오스테오칼신(osteocalcin)은 조골세포로부터 합성되는데 청소년기 및 폐경기와 같이 골 전회(bone turnover)이 증가된 시기에 높다고 알려져 있다(윤상윤 등, 2013; Lee et al., 2005). 또한 골 흡수지표인 C-terminal telopeptide of collagent type 1(CTX)은 칼슘의 상상성에도 관여를 하며, 뼈의 손상이 있을 때 혈중으로 유리되어 나오는 콜라겐 물질로써 소변으로의 농도 측정은 물론 혈액검사를 통해서도 골 흡수상태를 측정할 수 있다(Lee and Yoon, 2009). 운동과 관련한 연구에서 폐경기 여성을 대상으로 3개월간 운동을 실시한 결과 혈청 beta CTx의 농도가 감소한 것을 확인했다(Kitareewan et al., 2011).

골대사는 비타민을 비롯한 여러 가지 기능성 식품 및 보조제의 섭취를 통하여 증진될 수 있음이 보고되고 있다. 그 중 식초음료는 피로회복, 건강개선 그리고 골대사 등의 효과 검증 연구가 발표되었으며 식초에 함유되어 있는 단쇄지방산(short chain fatty acids; SCFAs)은 장 내 혐기성(aerobic) 박테리아가 생성하는 물질로 장 및 골격근 조직에서 면역 및 골다공증 방어기전을 향상시킨다(Cornall et al., 2011). 식초음료 섭취가 일반인의 일회성 운동 직후 면역력 향상에 도움을 주는 연구의 결과가 제시되었으며(박대령 등, 2012), 또한 운동 후 피로회복에도 좋은 영향을 미친다는 연구결과가 제시되었지만(김기진 등, 1997) 아직 골다공증에 관련하여 골대사에 기능성보조식품으로써 관련된 연구는 부족하다.

발레동작은 점프와 착지, 돌기 등과 같이 지면의 마찰과 저항에 대한 근육의 최대 수축적 힘(force)을 요구하는 동작들로 강한 근력과 유연성, 지구력 및 절제된 균형과 협응력을 요구하는데 이 운동은 일반인들에게 뼈에 기계적인 자극을 줄 수 있는 체중부하 운동이다(김종원 등, 2009). 또한 발레는 기본적으로 바워크(bar work)와 센터워크(center work)로 나뉘는데 바워크는 신체 근육을 조절하기 위한 여러 가지 동작과 고도의 테크닉을 구사할 수 있는 운동으로, 다리 들고 버티기와 같이 천천히 강한 근육을 사용하는 근저항 운동이다. 반면 센터워크는 몸의 균형과 힘을 얻기 위한 것으로, 짧게 반복적으로 뛰는 운동이다. 즉 지속적인 충격을 주지 않으면서 짧은 시간동안 큰 근육을 사용하는 저항성 운동인 발레는 중년여성을 대상으로 수행 시 강도 조절을 할 수 있고 같은 동작을 반복적으로 하는 운동으로 골다공증 예방 및 치료에 최적의 운동이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 골대사에 영향을 주는 생화학적 표지자들을 분석을 통해 폐경기 중년여성들에게 8주간의 발레운동 과 식초섭취가 골밀도에 미치는 영향 및 그에 따른 골다공증의 예방 효과를 분석 하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 의학적으로 골감소증 증세가 있고, 발레를 처음 접한 초보자로 J시 소재 55~65세 중년여성 40명을 대상으로 하였다. 집단구성은 발레운동집단 10명, 식초섭취집단 10명, 복합처치집단(발레운동프로그램 + 식초섭취)10명, 통제집단 10명으로 나누어 무선배정 하였다. 실험 전 본 연구에 대한 내용과 절차 그리고 예상되는 효과, 잠재적 위험요소 등을 충분히 설명하였으며 이에 자발적으로 동의하는 자들을 대상으로 실험동의서를 받고 실험에 참가하였다. 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 신체적 특성

그룹	나이(년)	신장(cm)	체중(kg)	체질량지수(kg/m ²)
통제집단(N=10)	59.2±2.94	160.9±3.94	58.8±5.26	25.1±2.49
발레운동집단(N=10)	58.1±3.08	158.2±4.16	57.1±4.29	25.9±3.11
식초섭취집단(N=10)	57.6±3.27	159.6±5.12	57.9±6.13	26.1±1.94
복합처치집단(N=10)	58.4±3.94	161.2±3.23	58.1±5.89	25.6±3.29

2. 실험절차

1) 식초음료 및 위약음료 섭취방법

연구를 위한 식초음료의 성분과 섭취 방법은 다음과 같이 설정하였다.<표 2>.식초음료: A사의 제품을 사용할 것이며, 제조사가 제시하는 일일권장량을 사용하였으며, 대군에게는 식초음료제조사 연구소의 자문을 얻어 Placebo를 제조/이용하여, 식초음료에 함유된 영양소의 영향을 최소화 하였다. 식초섭취집단과 복합처치집단은 식사 직후 25ml씩 3회 8주 동안 복용하게 하였으며 복용의 여부는 주단위로 확인하였다.

표 2 . 조성성분에 따른 섭취 및 시기

Vinegar 음료성분	Placebo 조성성분	섭취용량 & 시기
식초 : 48.9%/L 당류 : 10.8%/L 과실농축액 : 10.12%/L	포도당 : 10.8%/L 과실농축액 : 10.12%/L	식사 직후 (25ml x 3회 / Day)

2) 발레운동

발레운동은 10분간 준비운동과 스트레칭, 유연성 체조를 실시하고, 유산소성 발레운동은 45분간, 정리운동을 5분간 실시하였다. 또한, 빠르고 경쾌한 점프동작과 회전동작 그리고 턴을 추가하여 흥미와 운동의 효과를 높였으며, 그리고 운동의 강도를 유지하였다. HRmax 55~60% 1일 60분간 주 3회씩(월, 수, 금) 8주간 실시하였다. 운동 강도는 실험 전 플라를 착용하고 측정하였으며, 운동4주에 다시 측정하여 산출하였다. 발레운동 프로그램은 <표 3>와 같다.

표 3. 발레운동 프로그램

운동기간	빈도(회/주)	운동강도 및 내용	운동시간(분)
		HrMAX 55-60%	60
		Warm up	준비운동 (10)
		1,Bar	
8주	3회/8주	(Plie/Tendu/ RondDeJambeaTerr/ Grand battement/ Limbering)	본운동 (발레프로그램) (45)
		2,Center	
		(SmallJump/EchappeSaute/ Releve)	
		Cool Down	정리운동 (5)

3) 혈액채혈

실험대상자 40명을 대상으로 채혈시작 전 12시간 공복 후 20분간 안정을 취한 후 상완정맥에서 10ml을 혈하였으며, 8주 후 동일한 방법으로 채혈하였다. 채혈한 혈액은 항응고 처리된 tube에 넣어 즉시 원심분리기를 이용하여 3000rpm으로 30분간 원심분리 후 혈청과 혈장을 분석 시까지 -80℃에 보관하였다. 실험 전·후의 채혈을 통해 각 집단별 Osteocalcin, 25(OH)D 그리고 CTx의 활성도 변화를 살펴보았다.

4) 분석방법

혈청 Osteocalcin, 25(OH)D 그리고 CTx(R&D system Quantikine)의 분석은 상용화된 kit를 활용하여 효소면역법(ELISA)으로 측정하였으며 분석방법은 제조사의 매뉴얼을 참고하였다.

Osteocalcin, 25(OH)D 그리고 CTx capture antibody를 coating buffer(0.1M bonateph9.5)에 2μg/ml을 각 ell에 50μl씩 넣어 4℃에서 overnight시켰다. wash buffer로 세척 후 2시간 상온에서 BSA/PBS로 Blocking하고 다시 세척 후 Standard와 Sample을 100μl씩 넣었다. 상온에서 2시간 후에 Osteocalcin, 25(OH)D 그리고 CTx의 Detection antibody를 Blocking buffer에 1μg/ml을 100μl씩 넣고 상온에서 1시간 후 HRP(BD554066)를 넣었다. 30분 이후 Substrate buffer A와B를 1:1비율로 넣고 차광된 상태로 두고 발색이 되면 stop Solution을 넣고 흡광도 450nm에서 측정하였다.

3. 자료처리

측정된 자료를 SPSS Win 24.0 통계프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하고, 실험 전·후 채혈시점에 따라 집단 간의 차이를 분석하기 위하여 one-way ANOVA를 실시하였으며, 집단내의 차이를 알아보기 위하여 Paired sample *t*-test를 실시하였다. 분석결과 유의한 차이가 있을 경우, Duncan방식에 의해 사후검증을 실시하였으며, 가설의 수락기준은 *P*.05수준이다.

III. 연구 결과

1. Osteocalcin의 변화

8주간의 식초 섭취와 발레운동에 따른 각 집단의 Osteocalcin의 변화는 아래의 <표 4>에 제시된 바와 같다. 발레운동집단에서는 사전 20.10±1.21에서 사후 22.05±.73, 식초섭취집단에서는 20.33±.85에서 사후 27.23±.84, 그리고 복합처치 집단에서 사전 20.89±1.34에서 사후 29.18±84으로 유의하게 증가함을 나타냈

으나, 통제집단은 사전 20.33±1.06에서 사후 19.87±.73으로 감소하였으나 유의한 차이는 나타나지 않았다.

표 4. Osteocalcin의변화

항목	시기	통제집단	발레운동집단	식초섭취집단	복합처치집단	F값
Osteocalcin (ng/ml)	사전	20.33±1.06	20.10±1.21	20.33±.85	20.89±1.34	.622
	사후	19.87±.73	22.05±.73	27.23±.84	29.18±84	228.262
	t	.716	-3.715 *	-16.998 *	-13.724 *	

Values are Mean±SD.

Singnificant at * : P<.05

2. 25(OH)D의 변화

8주간의 식초 섭취와 발레운동에 따른 각 집단의 25(OH)D의 변화는 아래의 <표 5>에 제시된 바와 같다. 식초섭취집단에서는 17.06±.58에서 사후 23.82±.53, 그리고 복합처치 집단에서 사전 17.14±.76에서 사후 25.24±.73으로 유의하게 증가함을 나타냈으나, 통제집단은 사전 17.12±.54에서 사후 17.54±.55 그리고 발레운동집단에서 사전 17.38±.69에서 사후 18.45±.79으로 증가는 하였으나 유의한 차이는 나타나지 않았다.

표 5. 25(OH)D의변화

항목	시기	통제집단	발레운동집단	식초섭취집단	복합처치집단	F값
25(OH)D (ng/ml)	사전	17.12±.54	17.38±.69	17.06±.58	17.14±.76	.330
	사후	17.54±.55	18.45±.79	23.82±.53	25.24±.73	238.268
	t	-1.537	-2.194	-29.020 *	-23.233 *	

Values are Mean±SD.

Singnificant at * : P<.05

3. CTx의 변화

8주간의 식초 섭취와 발레운동에 따른 각 집단의 CTx의 변화는 아래의 <표 6>에 제시된 바와 같다. 복합 처치 집단에서 사전 0.33±.03에서 사후 0.28±.02으로 유의하게 감소함을 나타냈으나, 통제집단은 사전 0.35±.04에서 사후 0.35±.04, 발레운동집단에서 사전 0.34±.04에서 사후 0.33±.02으로 그리고 식초섭취 집단에서는 0.34±.04에서 사후 0.33±.02로 감소하는 하였으나 유의한 차이는 나타나지 않았다.

표 6. CTx의변화

항목	시기	통제집단	발레운동집단	식초섭취집단	복합처치집단	F값
CTx(ng/ml)	사전	0.35±.04	0.34±.04	0.34±.04	0.33±.03	.262
	사후	0.35±.04	0.33±.02	0.33±.02	0.28±.02	8.152
	t	.320	-.600	-.845	4.824*	

Values are Mean±SD.

Singnificant at * : P<.05

IV. 논 의

1. Osteocalcin의변화

osteocalcin은 조골세포에서 생산되어 뼈의 세포외 기질에 축적되는데 새로 합성된 것 중 약 30%가 혈중으로 방출되므로 이를 측정하면 골형성의 정도를 예측할 수 있으며, 혈청 osteocalcin은 골형성과 골흡수가

동일하게(coupling) 이루어질 경우 좋은 생화학적 골대사 마커가 될 수 있지만 동일하게 일어나지 않을 경우 골형성의 표지인자가 될 수 있다.

또한 직접적인 골흡수를 나타내지는 않지만 골흡수에서 일어나는 골형성의 증가를 대변할 수 있으며 (Akesson et al., 1995), 폐경기 여성에게는 골밀도와 혈청 osteocalcin 농도는 유의한 상관관계를 나타낸다 (최상한 등, 2000).

폐경 후 여성에게 있어 오스테오칼신 농도는 40% 데옥시피리디놀린(deoxypyridinoline)은 80%까지 증가 하는데, 이는 오스테오칼신의 감소에 상반되는 것처럼 보이나 이러한 골표지자들의 증가는 골 대사에서 골 흡수가 골 형성에 비해 상대적으로 더욱 증가함을 의미하며 전체적인 골, 형성은 노화에 따라 그 비율이 줄어 든다고 하였다 (박형무 등, 2000).

본 연구에서 나타난 Osteocalcin의 변화를 분석한 결과, 중년 여성의 8주간의 발레운동과 식초섭취 후 운동 집단, 섭취집단, 복합처치집단 세 집단 모두 유의하게 증가함을 보였다. 이러한 결과는 박상갑(2006)의 70~80세의 고령여성을 대상으로 걷기 위주의 유산소 운동과 밸런스 트레이닝 그리고 프리웨이트를 이용한 저항운동을 혼합한 복합트레이닝을 1회 60분, 주 3회, 24주간 실시한 결과 Osteocalcin가 유의하게 증가한 것으로 나타났다(보고와 권소영(2010)의 12주간 재즈댄스 후 운동처치 전보다 운동처치 12주에 통계적으로 유의하게 증가하였다는 보고와 일치한다. 반면 저항성 운동 유형인 밴드운동의 경우 유의한 차이가 나타나지 않았는데 이와 관련하여 osteocalcin의 수치는 유산소성 운동 형태와 저항성 운동의 형태에 따라서도 변화가 다르게 날 수 있음을 보여주며(Woitge, et. al., 1998), 운동의 종류에 따라 골대사에 미치는 영향이 서로 다를 수 있으며, 운동의 종류, 기간에 따라서도 영향을 받는다는 다수의 보고들도 있다(Humphries, et. al., 2000).

결론적으로 Osteocalcin는 유산소 운동 시 높은 발현을 나타내며, 식초의 효과로 골대사의 등정적인 영향을 받을 수 있다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 중년 골감소증이 나타나는 중년여성들에게 발레운동이 Osteocalcin의 발현에 효과적이며 식초섭취 또한 긍정적인 변화를 가져올 수 있고, 이러한 복합처치가 보다 높은 골대사의 향상을 위한 효과적인 방법이 될 수 있음을 제시하고 있다.

2. 25(OH)D의 변화

Vitamin D는 여러 유사 물질이 발견되었으나 식물에서 생성된 vitamin D2(ergocalciferol), 동물에서 생성된 vitamin D3만이 동물의 영양에 중요한 것으로 판명되었다. 이러한 비타민D가 인간의 생명 유지에 필수적인 영양소로 비타민D2와 비타민D3가 식이를 통해 섭취되지만, 식품에는 함유량이 많지 않다(Foote et al., 2004)

비타민D는 음식을 통해 흡수하고 또한 피부에 있는 비타민D 전구체인 7-디하이드로콜레스테롤(7-dehydrocholesterol)으로부터 햇빛이나 자외선의 작용때문에 광화학적으로 비타민D가 생성되어(Duncan 등, 2007), 직·간접적으로 혈액 및 림프계를 통해 비타민D 결합 단백질과 결합하여 간을 통해 25-하이드록시비타민D(25-hydroxyvitamin D, 25(OH)D)로 전환되고 다시 신장을 통해 1,25-하이드록시비타민D(1,25-hydroxyvitamin D, 1,25(OH)D)로 전환하여 인체 표적 기관에 작용을 한다(Hamilton, 2011).

비타민D 상태를 평가할 수 있는 가장 좋은 지표는 비타민D의 체내 순환형인 25(OH)비타민D이다(Lau wr al., 2005). 적정 혈중 25(OH)비타민D 농도는 30~60 ng/ml이며 비타민D가 이 범위 안에 있으면 부갑상선 호르몬분비를 최대한 억제하고, 칼슘의 장내 흡수를 최대로 유지하게 된다(Ruohola et al., 2006).

높은 혈중 비타민D 수준은 근력, 신체 균형, 보행능력의 신체기능을 향상하는 것으로 나타나 비타민D와 신체 기능은 유의한 상관관계가 있음을 밝혔다(Muir & Odasso, 2011). 우리나라 성인의 비타민 D 수준을 보면 충분인 사람은 1,078명으로 6.4%를 차지하고 있으며, 불충분인 사람은 4,553명으로 28.7%, 결핍인 사람은 9,360명

으로 64.9%로 나타나 우리나라 성인 인구의 90% 이상이 비타민 D 불충분 또는 결핍인 것으로 조사되었다.

본 연구에서 나타난 O25(OH)D의 변화를 분석한 결과, 중년 여성의 8주간의 발레운동과 식초섭취 후 운동 집단에서 증가를 보였지만 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 섭취집단과 복합처치집단 에서 유의하게 증가함을 보였다. 이러한 결과는 Maimoun(2009)은 건강한 노인을 대상으로 8주간, 주 3회, 일일 40분, brisk aerobic walking을 실시한 결과 25(OH)D 농도의 유의한 증가를 나타냈다고 보고하였고, Tartibian(2010)은 폐경 여성을 대상으로 16주간, 주 3회, 일일 45분, HRmax의 65%로 유산소 운동(walk & jogging)을 실시한 결과 25(OH)D 농도의 유의한 증가와 PTH의 유의한 감소를 보고하였다. 이와 같은 연구들은 유산소 운동을 통하여 25(OH)D 농도의 유의한 증가와 PTH의 감소를 보고하여 유산소 운동이 골밀도에 긍정적인 영향을 미치는 것을 시사하고 있다. 비타민D의 섭취와 운동의 복합처치 경우 김인경(2012)의 연구에서 여성 노인의 근육량 및 신체 기능의 효과적인 향상을 위해 운동과 함께 비타민D를 적용하는 것이 도움 될 수 있는 방법이라고 하였는데 본 연구의 결과도 이를 뒷받침하고 있다.

이러한 결과들을 종합해보면 중년 여성의 8주간의 발레운동과 식초섭취는 25(OH)D의 농도를 증가를 가져올 수 있으며, 식초섭취만으로도 긍정적인 변화를 가져올 수 있지만 운동과 식초를 복합처치 하였을 때 보다 효과적인 25(OH)D의 농도의 증가를 가져올 수 있을 것으로 생각된다.

3. CTx의 변화

혈액의 CTx 면역분석법은 골 흡수 지표로, 혈청에 근거한 자동 분석법이 개인의 변화가 매일 부정확한 소변에 의한 지표보다 임상적 값이 더욱 우수하다(Patrick et al., 2001). 소변의 CTx와 혈액의 CTx는 노화, 폐경, 골다공증 결과를 반영한다.

폐경전군과 폐경후군 골다공증 환자군을 대상으로 소변의 CTx와 혈액의 CTx를 분석한 결과 모든 군에서 소변의 CTx와 혈액의 CTx에 관련이 있었다. 이러한 결과는 민감성이 높은 수준의 폐경과 관련된 골 흡수의 증가를 나타내며, 척추골절 환자는 나이와 동등한 건강한 폐경여성과 비교해 골 흡수지표의 농도가 완만히 증가하나, 반면 힙 골절환자의 골 흡수지표는 건강한 폐경여성과 비교할 때 현저한 증가를 볼 수 있으며, 척추골절 군과 힙 골절 군, 폐경군의 소변의 CTx와 혈액의 CTx는 유의한 차이가 없었고, 소변의 CTx와 혈액의 CTx는 허리와 힙 골절 환자의 경우 골흡수 증가가 나타난다고 보고하고 있다. (Kawana et al., 2002). 여성의 경우 0.025-0.573 ng/ml이 정상혈중 참고치이다.

혈액 CTx의 분석은 폐경여성의 골소실과 골절 위험요소를 예견하기에 정확하며, 사용하기 편리하고, 중요한 상태를 알 수 있으며, 골다공증 환자의 골 흡수지표로 유용하다고 보고하였다(Patrick et al., 2001). CTx의 수준이 정상 혹은 중정도의 낮은 골감소증의 골밀도를 가진 여성보다 골다공증의 여성에게서 훨씬 높다고 보고하고 있다(Trento et al., 2009).

본 연구에서 나타난 CTx의 변화를 분석한 결과, 중년 여성의 8주간의 발레운동과 운동집단과 식초섭취집단에서 감소를 보였지만 유의한 차이는 나타나지 않았으며, 복합처치집단에서 유의하게 감소를 나타냈다. Ellen (2007)은 폐경기 여성을 대상으로 9개월간 주3회 45분 75-85% VO2peak 지구성 운동군과 soy protein 섭취군으로 구분하여 CTx의 감소를 보고하였다. 따라서 폐경기여성의 경우 장기간의 운동과 식이 골 흡수를 감소할 수 있을 것으로 사료된다. 폐경 후 골 대사에 있어 골 흡수 지표의 감소는 장기간의 운동과 식이를 겸비할 때 폐경기 여성에 있어 더 나은 운동효과를 볼 수 있을 것으로 사료된다. 반면 임춘규(2010)은 12주간의 운동 후 CTx의 변화를 고찰한 결과 운동 군에서 CTx의 수준이 증가하였으며, 집단과 시기간의 상호작용효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동이 CTx를 증가(Welsh et al., 1997)시키며, 혹은 감소

(Ellen et al., 2007)하며, 변화가 없다(Maimoun et al., 2009)고 보고하고 있으나, 이러한 불일치는 운동의 타입(유산소, 무산소)과 기간, 강도와 관련된다 할 수 있다 (Woitge et al., 1998).

이러한 결과들을 종합해보면 중년 여성의 8주간의 발레운동과 식초섭취는 CTx의 농도를 감소를 가져 올 수 있으며, 운동과 식초를 복합처치 하였을 때 보다 효과적인 CTx의 농도의 감소를 가져올 수 있을 것으로 생각된다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 J시 소재 골감소증을 나타내고 있는 중년 여성을 대상으로 골대사의 향상을 위해 8주간의 발레운동프로그램과 식초섭취가 골대사와 관련 있는 Osteocalcin, 25(OH)D 그리고 CTx의 발현양상을 알아보았다.

그 결과 첫 번째 Osteocalcin은 운동집단, 식초섭취집단, 복합처치집단에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 두 번째 25(OH)D 운동집단과 섭취집단 그리고 복합처치집단에서 증가를 보였으며 식초 섭취집단과 복합처치집단에서 유의한 증가를 나타냈다. 마지막으로 CTx는 운동집단과 식초섭취집단에서 감소를 나타내었으나 통계적으로 유의하지 않았으며 복합처치 집단에서 유의한 감소를 나타내었다.

이상을 종합해보면 발레운동은 골감소증을 나타내고 있는 중년여성에게서 골대사의 활성도를 높여 줄 수 있는 운동 방법으로 여겨지며, 발레운동과 더불어 식초섭취는 골대사의 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 보조식품으로서의 역할을 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 앞으로 식초섭취에 대한 방법과 골대사에 관련하여 식초에 함유되어 있는 성분을 다양하고 체계적인 방법으로 연구가 지속되면 폐경기 여성뿐만 아니라 골감소증 나아가 골다공증을 예방할 수 있는 연구에 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- 곽규인, 강재희, 김윤주, 이현 (2014) 폐경기 여성 골다공증 환자에서 갱년기지수와 골밀도 간의 상관성 연구. 대한침구의학회지. **31(3)**, 25-33
- 권소영(2010). 재즈댄스 참여가 20대 여성의 골대사 지표와 에너지대사 호르몬에 미치는 영향. 전남대학교대학원박사학위논문.
- 김기진, 배영상, 이순천, 이원재, 이인규, 윤여경, 류전수, 박형국, 하원호(1997). 감식초 투여가 장시간 운동시 산소운반 및 피로회복능력에 미치는 영향. 한국체육학회지, **36(3)**, 102-113.
- 김돈규 (2005) 골다공증과 척추골절의 예방을 위한 운동. 방재와 보험. **107**, 66-69
- 김종원, 이미란, 이경희, 김현준, 최문기, 김도연, 김태운 (2009) 로얄 아카데미 발레댄스 프로그램 수행이 여자 대학생의 신체조성, 체력 및 골밀도에 미치는 영향. **19(8)**, 1093-1103
- 김혜영, 임지영 (2013) 중년기와 노년기 여성의 신체활동이 정신건강에 미치는 영향. 가정간호학회지. **20(2)**, 97-104.
- 박대령, 양민영, 희퇴, 윤정수(2012). 일회성 운동 전·후 식초음료 복용이 인체의 항염증 반응에 미치는 영향. 한국체육과학회지. **21(6)**. 1327-39.
- 박상갑(2006). 복합트레이닝과 일상신체활동이 고령자의 최대산소섭취량, 근량과 전신골밀도 및 전도 위험인자에 미치는 영향. **J KorSports Med**, **24(2)**, 200-210.
- 박형무, 김대철, 강규현, 윤성준, 허민.(2000). 폐경기 호르몬 보충요법에서 골밀도 변화에 대한 골표지자의 예측능력. 대한산부학회지, **43(2)**, 268-275.
- 윤상운, 윤진환, 김유미, 김상배 (2013) 12주간 복합 트레이닝이 폐경기 여성의 요추 골밀도 및 혈중 골대사 지표에 미치는 영향. 한국생활환경학회지. **20(5)**, 671-680

- 이명옥 (2006) 폐경여성의 골밀도 예측요인. *한국간호교육학회지*. 12(2), 214-223
- 임춘규(2010) 탄성밴드운동과 라인댄스가 폐경후기 여성의 건강관련체력·에스트로겐·골 대사 지표·면역기능에 미치는 영향. 부산대학교대학원 체육학과.
- 최상한, 이상엽, 김윤진(2000). 여성에서 폐경에 따른 요중 deoxypyridinoline과 혈청 osteocalcin의 변화. *대한가정의학회지*, 21(12), 1552-1559.
- Akesson, K., Vergnaud, P. H., & Delmas, P. D.(1995). Serum osteocalcin I creases during Fracture healing in elderly women with hip fractures, *Bone*, 16, 427-430.
- Bergstrm, I., Parini, P., Gustafsson, S. A., Andersson, G., Brinck, J. (2012) Physical training increases osteoprotegerin in postmenopausal women. *Journal of bone and mineral metabolism*. 30(2), 202-207.
- Cornall,L,M.,Mathai,M.L.,Hryciw,D.H.,& McAinch,A.J.(2011). Diet-induced obesity up-regulates the abundance of GPR43 and GPR120 in a tissue specific manner. *CellPhysiol Biochem*. 28(5):949-58.
- Ellen, M. E., Susan, B. R., Rachael, E. V., Linda, R. P., & Dennis, T. V.(2007). Effects of soy protein isolate and moderate exercise on bone turnover and bone mineral density in postmenopausal women. *Menopause*, 14(3), 481-488.
- Foot, M. R., Horst, R. L., Huff-Lonergan, E. J., Trenkle, A. H., Parrish, F. C. Jr. & Beitz, D. C.(2004). The use of vitamin D3 and its metabolites to improve beef tenderness. *J. Anim.* 821, 242-49.
- Hamiiton, B.(2011). Vitamin D and Athletic Performance: The Potential Role of muscle. *asian j sports Med. Dec*, 2(4), 211-219.
- Hourigan, S. R., Nitz, J. C., Brauer, S. G., O'Neill, S., Wong, J., Richardson, C. A. (2008) Positive effects of exercise on falls and fracture risk in osteopenic women. *Osteoporosis International*. 19(7), 1077-1086.
- Howe, T. E., Shea, B., Dawson, L. J., Dowine, F., Murray, A., Ross, C., Harbour, R. T., Caldwell, L. M., Creed, G. (2011) Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *The Cochrane Library*. 6(7), CD000333. doi:10.1002/14651858.
- Humphries, B., Newton, R. U., Bronks, R., Marshall, S., McBride, J., Hakkinen, K., Kraemer, W. J., & Humphries, N. (2000). Effect of Exercise intensity on Bone Density, Strength and Calcium Turnover in Older Woman. *Med Sci Sports Exerc*, 32(6),1043-1050.
- Johnson, J. S., Riis, B. J., Delmas, P. D., Plasma, B. G. P. (1998) An indicator of spontaneous bone loss and of effect of estrogen treatment on postmenopausal women. *Eur J Clin Invest* 18, 191-195.
- Kawana, K., Takahashi, M., Hoshino, H., & Kushida, K.(2002). Comparison of serum and urinary C-terminal telopeptide of type I collagen in aging, menopause and osteoporosis. *Clinica. Chimica. Acta.*, 316, 109-115.
- Kelley, G. A., Kelley, K. S., Kohrt, W. M. (2012) Effects of ground and joint reaction force exercise on lumbar spine and femoral neck bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 13(1), 177.
- Kim, K. Z., Shin, A., Lee, J., Myung, S. K., Kim, J. (2012) The beneficial effect of leisure-time physical activity on bone mineral density on pre- and post- menopausal women. *Calcified tissue international*. 91(3), 178-185.
- Kitareewan, W., Boonhong, J., Janchai, S., Akssatanugraha, S. (2011) Effects of the treadmill walking exercise on the biochemical bone markers. *Journal of the Medical Association of Thailand*. 5, s10-16.
- Lau, D. C., Dhillon, B., Yan, H., Samitko, P. E. & Verma, S.(2005). Adipokines: molecular links between obesity and atherosclerosis. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 288, 2031-2041.
- Lee, C. S., Yoon, S. C. (2009) The significance of serum C-telopeptide as a bone marker in chronic hemodialysis patients. *Korean J Med*. 76(4), 443-450.
- Lee, K. M., Han, S. B., Kim, J. S., Baik, K. J., Hong, S. B., Monn, K. H., Kang, S. J., Yoon, S. H. (2005) Bone mineral density and bone turnover makers in patients with femur fracture who visited the emergency department. *J Korean Soc Traumatol*. 18(2), 87-93.
- Maimoun, L., Simar, D., Caillaud, C., Coste, O., Barbotte, E., Peruchon, E., Rossi, M., & Mariano-Goulart, D.(2009). Response of calciotropic hormones and bone turnover to brisk walking according to age and fitness level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 463-467.

- Muir, S. W. & Montero-Odasso, M.(2011). Effect of vitamin D supplementation on muscle strength, gait and balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(12), 2291-2591.
- NIH consensus conference (2001). Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. *J American Medical Association*, 285, 785-795.
- Oliver, H., Jameson, K. A., Sayer A. A., Cooper, C., Dennison, E. M. Hertfordshire Cohort Study Group (2007).Growth in early life predicts bone strength in late adulthood:the hertfordshire cohort study. *Bone*, 41(3), 400-405.
- Patrick, G., Olivier, B., & Pierre, D. D.(2001). Evaluation of Fully Automated Serum Assay for C-Terrminal Cross-Linking Teloepptide of Type 1 Collagen in Osteoporosis. *Clinical Chemistry*, 47(4), 694-702.
- Ruohola, J.-P., Laaksi, I., Ylikomi, T., Haataja, R., Mattila, V. M., Sahi, T., Tuohimaa, P. & Pihlajamaki, H.(2006). *Association Between Serum 25(OH)D Concentrations and Bone Stress Fractures in Finish Young Men*. 21(9). 1483-1488
- Tartibian, B., Maleki, B. H., & Abbasi, A.(2010). The calciotropic hormone eresponsetoomega-3supple-mentation during long-term weight-bearing exercise training in post menopausal women. *Journal of Sports Science and Medicine*. 9(2), 245-252.
- Trento, L. K., Pietropolli, A., Ticconi, C., Gravotte, E., De Martino, M. U., Fabbri, A., & Piccione, E.(2009). Role of type 1 collagen C telopeptide, bone-specific alkaline phosphatase and osteocalcin in the assessment of bone ststus in postmenopausal women. *J. Obstet. Gynaecol. Res.*, 35(1), 152-159.
- Walker, J. (2008). Osteoporosis: pathogenesis, diagnosis and management. *Nursing Standard*, 22(17), 48-56.
- Welsh, L., Rutherford, O. M., James, I., Crowley, C., Comer, M., & Wolman, R.(1997). The acute effects of exercise on bone turnover. *Int. J. Sports Med.*, 18, 247-251.
- Woitge, H. W., Friedmann, B., Suttner, S., Farahmand, I., Müller, M., Schmidt-Gayk, H., Baertsch, P., Ziegler, R., & Seibel, M. J.(1998). Changes in bone turnover induced by aerobic and anaerobic exercise in young males. *J. Bone Miner. Res.*, 13(12), 1797-1804.

ABSTRACT

The Effect of Ballet Exercise and Vinegar Inhalation on the Bone Metabolic of Middle-aged Women, which Indicates Osteopenia

Park, So-Young · Ha, Tae-Geun · Yoon, Chung-Su *Chonbuk Univ.*

This study sought to identify the effects of ballet exercise and vinegar intake on bone metabolic indexes Osteocalcin, 25(OH)D and CTx, and to provide data that can be used to improve bone health in middle-aged women with osteopenia patient. Forty middle-aged women (55~65) with osteoporosis were composed of four groups (tenth control group, 10 ballet group, 10 vinegar group, 10 battleship treatment group) and participated in ballet exercise program with strength of 55~60% for eight weeks before and after the experiment. Measurements of Osteocalcin, 25(OH)D, and CTx, the bone metabolism, were measured using the Enzyme Immunization Method (ELISA). The results of this study showed that Osteocalcin and 25(OH)D tended to increase in the exercise group, vinegar intake group, and compound treatment group. CTx, on the other hand, showed a statistically significant decrease in complex treatment groups. As a result, the combined treatment of ballet exercise and vinegar intake can help bone density by increasing the activity of bone metabolism for middle-aged people who are suffering from osteopenia patient.

Key words : Ballet exercise gymnastics, Vinegar, Osteocalcin, 25(OH)D, CTx

논문투고일: 2019. 02. 28

논문심사일: 2019. 03. 30

심사완료일: 2019. 04. 16