



파킨슨병 환자의 골밀도 영향요인*

김상희¹⁾ · 이은남²⁾ · 박은영³⁾ · 김재우⁴⁾

1) 동아대학교 병원 간호사, 2) 동아대학교 간호학과 교수
3) 대동대학교 간호학과 교수, 4) 동아대학교 의과대학 교수

Factors Affecting Bone Mineral Density of the Femur in Parkinson's Disease Patients*

Kim, Sang Hee¹⁾ · Lee, Eun Nam²⁾ · Park, Eun Young³⁾ · Kim, Jae Woo⁴⁾

1) RN, Dong-A University Medical Center

2) Professor, Department of Nursing, Dong-A University

3) Professor, Daedong College of Nursing

4) Professor, College of Medicine, Dong-A University

Abstract

Purpose: The purpose of this study is to explore the level of bone mineral densities of the femur neck and to identify factors affecting bone mineral density of the femur in Parkinson's disease (PD) patients. **Methods:** Participants were 121 PD patients visiting the outpatient clinic of D University Hospital in B City. Bone mineral density was measured at the femur neck by using a dual-energy x-ray absorptiometry. The serum vitamin D level, the amounts of milk intake, caffeine intake, cigaret smoking, and alcohol consumption, and the

number of steps taken daily were measured. Past and present disease history, the medication history, and duration of the disease were also collected. The level of disability was obtained by neurologists using the Hoehn and Yahr stage and the Unified Parkinson's Disease Rating Scale. **Results:** Among PD patients, 57% had osteopenia and 15.7% had osteoporosis. The bone mineral density of the femur was associated with weight, serum vitamin D level, age, and working status. **Conclusion:** The identification of weight and serum vitamin D level as important predictive factors emphasizes the importance of balanced nutrition for PD patients.

주요어 : 골다공증, 골밀도, 파킨슨병

* 이 논문은 제 1저자 김상희의 석사학위논문 의 축약본임.

* This article is a revision of the first author's master's thesis from Dong-A University

접수일: 2012년 11월 2일 심사완료일: 2012년 11월 27일 게재확정일: 2012년 12월 2일

• Address reprint requests to : Lee, Eun Nam(Corresponding Author)

Department of Nursing, Dong-A University

3 Ga-1, Tongdaesin-Dong, Seo Gu, Busan 602-714, Korea

Tel: 82-51-240-2864 Fax: 82-51-240-2947 E-mail: enlee@dau.ac.kr

Key words : Osteoporosis, Bone density, Parkinson disease

서 론

연구의 필요성

경제수준의 향상과 의학의 발달로 평균수명이 연장되고 노인인구가 증가되면서 파킨슨병의 유병률은 증가 추세이다. 미국 노인의 파킨슨 병의 유병률을 살펴보면 65-69세 노인의 약 0.6%가 앓고 있고, 80세 이상에서는 3%의 유병률을 보여 나이가 증가하면서 증가하는 것으로 알려져 있다(Bezza et al., 2008). 국내에서는 전국적 수준에서의 유병률에 대한 보고가 없고 지역수준에서의 역학적 연구도 매우 제한적이다. 전국적인 자료원과 지역조사를 통해 파킨슨 병의 유병률을 조사한 결과, 전 연령을 대상으로 할 때는 10만 명당 27.8명, 60세 이상에서는 165.9명의 파킨슨병 환자를 보고하여 연령이 증가할수록 파킨슨병 환자가 증가하는 것으로 나타났다(Korea Centers for Disease Control and Prevention [KCDCP], 2007).

파킨슨병은 중뇌의 흑질의 신경세포가 서서히 파괴되어 도파민이라는 신경 전달물질이 부족하게 되어 생기는 질환으로, 몸의 동작이 느려지는 운동완서(bradykinesia), 팔, 다리의 진전(tremor), 근육강직(rigidity), 가속보행, 굽은 자세 등이 특징적으로 나타나며 일상생활을 유지하는데 많은 어려움을 초래하는 만성적인 진행성, 퇴행성 신경질환이다(Vaserman, 2005). 특히 중등도의 파킨슨병 환자들은 근육의 강직이나 자세의 불안정, 균형감의 장애 외에도 연하장애와 소화장애로 인해 영양결핍 증상도 보인다(Lorefalt et al., 2004). 이처럼 파킨슨병 노인환자의 경우 팔, 다리의 진전, 근육강직, 자세반사의 소실과 보행장애로 인한 활동제한과 소화나 영양장애는 골 건강에 부정적인 영향을 미쳐 정상인에 비해 골다공증 유병률이 높으며, 이로 인해 낙상과 골절의 위험도도 높고 사망률도 높다(Grimbergen, Munneke, & Bloem, 2004).

파킨슨병 환자와 정상인과의 골절의 위험도를 비교한 연구(Johnell, Melton, Atkinson, O'Fallon, & Kurland,

1992)결과, 파킨슨병 환자의 골절위험도는 59%로 나타나 정상인 44%에 비해 유의하게 높았으며, 특히 대퇴경부 골절의 발생률이 유의하게 높았다. Bloem, Grimbergen, Gramer, Willemsen과 Zwinderman (2001)도 파킨슨병 환자들이 정상인에 비해서 더 자주 낙상을 경험하며 약 68%의 환자가 1년 동안 한번 이상 넘어지고, 두 번 이상 반복적으로 넘어지는 경우도 약 50%에 이른다고 하였다.

Invernizzi, Carda, Viscontini와 Cisari (2009)는 파킨슨 병환자의 골다공증 원인에 대한 체계적 고찰을 한 결과, 파킨슨병 여성 환자의 91%, 남성 환자의 61%가 골다공증이나 골감소증을 가지고 있으며, 골밀도의 감소 원인으로 활동부족, 비타민 D결핍, 약물복용, 성별, 연령, 체중, 질병기간 및 중증도, 영양부족 등을 제시하였다. 파킨슨 병 환자들은 건강한 사람에 비해 활동량이 적다. 골조직은 골에 미치는 기계적인 자극에 민감하게 반응을 보이며 근 수축과 체중부하 운동에 의해 지속적으로 자극을 받는다. 이러한 기계적인 자극에 반응하여 골세포는 골아세포와 파골세포에 의한 골 재형성과정을 자극하므로 파킨슨 병 환자에서의 활동부족에 의한 기계적 자극의 감소는 골감소를 초래하게 된다(Bikle, 2008). 이러한 기계적인 자극의 감소에 의한 골감소 기전은 파킨슨병 환자에서 영양부족으로 인한 저체중이 골밀도 감소의 또 다른 위험요인이 될 수 있음을 시사한다(Bezza et al., 2008).

파킨슨병 환자를 대상으로 2년간 전향연구를 시도한 연구(Taggart & Crawford, 1995)에서도 요추골과 대퇴골의 골밀도가 남성보다 여성에서 좀 더 감소하였고, 연구기간동안 여성에서 골절이 좀 더 많이 발생하였으며, Ishizaki, Harada, Katayama, Abe와 Nakamura (1993)도 남성 파킨슨 병환자의 경우 중수골의 골감소증이 26%, 여성에서는 53.6% 발생하였음을 보고하여 골다공증의 유병률이 여성에서 좀 더 높은 것으로 알려져 있다.

또한 파킨슨 병환자를 대상으로 한 연구들(Sato, Kikuyama, & Oizumi, 1997; Sato, Kaji, Tsuru, & Oizumi, 2001)에서 파킨슨병의 질병진행단계를 나타내는 Hoehn and Yahr 단계가 높은 환자일수록, 그리고 질병의 이환기간이 길수록 골밀도가 낮음을 보고하여 질병의 중등도와 질병이환기간이 골밀도에 영향을 미

칠 수 있음을 보고한 바 있다. 또한 파킨슨 병환자의 경우 자외선 노출부족과 비타민 D 결핍이 보상성 부갑상선 항진증을 초래하여 골밀도를 감소시킬 수 있다고 하였다. 또한 파킨슨 병 환자에게 투여되는 레보도파(levodopa) 치료에 따른 고호모시스테인 혈증이 골다공증의 위험요인이 될 수 있는데, 호모시스테인의 증가는 골을 구성하는 콜라겐 섬유 교차결합을 방해함으로써 안정적인 콜라겐 삼중 나선 구조를 형성하지 못하도록 하여 골다공증의 위험을 증가시킬 수 있는 것으로 알려져 있다(Lee, 2008).

이상에서 살펴본 바와 같이 파킨슨병 환자들은 건강한 사람에 비해 질병특성으로 인해 골절이나 낙상 위험이 높고 골다공증 유병률도 높은 것으로는 알려져 있으나 그 위험요인에 대한 체계적인 연구는 부족한 실정이며 특히 국내연구는 찾아보기 어렵다. 이에 본 연구는 일반인에 비해 골다공증의 위험이 높다고 알려져 있는 파킨슨병 환자들의 대퇴골 골밀도 정도를 확인하고, 파킨슨 병 환자에서 골절 발생률이 높은 대퇴골 경부의 골밀도 영향요인을 확인함으로써 일반인의 골밀도 영향요인과 다른 점이 무엇인지 확인하여 파킨슨병 환자의 골다공증을 예방하기 위한 프로그램을 개발하는데 이론적 기틀로 삼고자 시도되었다.

연구 목적

본 연구의 목적은 파킨슨병 환자의 대퇴골 경부골밀도에 영향을 주는 요인을 규명하는데 있으며 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 첫째, 파킨슨병 환자의 대퇴골 경부 골밀도 정도를 파악한다.
- 둘째, 파킨슨병 환자의 일반적 특성에 따른 대퇴골 경부 골밀도의 차이를 분석한다.
- 셋째, 파킨슨병 환자의 생활양식요인에 따른 대퇴골 경부 골밀도의 차이를 분석한다.
- 넷째, 파킨슨병 환자의 질병관련요인에 따른 대퇴골 경부 골밀도의 차이를 분석한다.
- 다섯째, 파킨슨병 환자의 일반적 특성, 생활양식요인, 질병관련요인과 대퇴골 경부 골밀도와의 상관성을 파악한다.

여섯째, 파킨슨병 환자의 대퇴골 경부 골밀도에 영향을 미치는 요인을 확인한다.

연구 방법

연구 설계

본 연구는 파킨슨병 환자들의 대퇴골 경부 골밀도에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위한 횡단적 상관관계 연구(cross-sectional correlational study)이다.

연구 대상

본 연구는 B 광역시의 D 대학교 병원의 신경과 외래를 방문하여 파킨슨병 진단을 받은 환자를 대상으로 하였으며, 본 연구의 목적을 이해하고 연구대상으로 참여하기를 수락한 자를 대상으로 하였다. 파킨슨병의 진단은 United Kingdom Parkinson's Disease Society Brain Bank 임상적 진단기준에 따라 신경과 전문의에 의해 판정되었다.

연구표본의 크기는 G*power 3.1 program을 이용하여 다중회귀분석에 필요한 표본수를 결정하였다. 효과크기는 다중회귀분석을 하는데 중간크기인 .10으로 하고 유의수준 $\alpha = .05$, 검정력 .90, 예측인자 수를 11개(연령, 신장, 체중, 비타민 D, 도보수, 성별, 학력, 직업유무, 음주여부, 월수입, 규칙적 운동여부)로 했을 때 최소한 108명이 필요하였다. 이를 근거로 설문지의 응답률을 고려하여 140명을 대상으로 설문지를 배부하였으며, 이 중 응답내용이 불충분한 11명의 자료를 제외하고, 도보수를 확인하지 못한 8명의 자료를 제외한 121명의 자료를 최종분석에 사용하였다.

연구 도구

● 골밀도

골밀도는 이중에너지 방사선흡수법(Dual-energy x-ray absorptiometry; DEXA)의 골밀도 측정기(DISCOVERY-W, Hologic, U.S.A)를 사용하여 대퇴골의 경부에서 골밀도를 측정하였으며 단위는 g/cm^2 이다. 1994년 세계보건기구에서는 골밀도의 T-score가 -1.0보다 클 때는 정상,

-2.5보다 크고 -1.0 이하이면 골감소증, -2.5 이하는 골다공증으로 분류하는 진단기준을 제시하였다.

● 혈중 비타민 D 농도

비타민 D의 영양상태를 평가하기 위해 방사면역법(Radioimmunoassay; RIA)에 의하여 25OH-VIT. D3-RIA-CT kit (BIOSOURCE, Belgium)를 사용하여 혈중 25-OH Vitamin D₃ 를 측정하였다. 혈청 25-OH Vitamin D₃ 의 정상치는 11~70ng/mg이다.

● 생활양식요인

골밀도에 영향을 미칠 수 있는 생활양식요인으로 우유 섭취정도, 카페인 섭취량, 흡연과 음주정도 및 도보수를 측정하였다.

• 우유 섭취정도

우유 섭취정도는 현재의 우유 섭취상태를 측정하며 '전혀 마시지 않는다', '주 1회 마신다', '주 3-4회 마신다'로 구분하여 조사하였다.

• 카페인 섭취정도

카페인 섭취정도는 하루에 마신 커피와 녹차 양을 측정하며, '전혀 마시지 않는다', '주 1-2잔 마신다', '하루에 한잔 마신다', '하루에 2잔 이상 마신다'로 구분하여 조사하였다.

• 음주와 흡연여부

음주여부는 전혀 안함, 과거에 음주했으나 끊었음, 현재도 음주함으로 구분하며, 흡연여부도 전혀 피운 적 없음, 과거에 피웠으나 끊었음, 현재도 흡연함으로 구분하여 조사하였다.

• 도보수

현재의 신체활동량을 측정하기 위해 설문조사 시에 만보계(DMC-03, 신우전자, 한국)를 제공하고 사용법을 알려주었다. 설문조사 후 익일 오전부터 만보계를 착용하도록 하고 착용 후 48시간이 되었을 때 도보수를 확인하여 기록하도록 하였다. 연구자는 설문조사 후 3일째 되는 날 직접 전화를 하여 2일간의 도보수를 확인한 뒤 평균 1일 도보수를 산출하였다.

● 질병관련요인

과거나 현재 앓고 있는 질병을 조사하고, 과거나 현재의 복용약물의 종류와 유병기간을 조사하였다. 그리고 신경과 전문의가 질병의 진행단계(Hoehn and Yahr stage)(Hoehn & Yahr, 1967)와 단일화된 파킨슨병 장애평가척도(Unified Parkinson's Disease Rating Scale : UPDRS)(Fahn & Elton, 2000)를 사용하여 장애정도를 산출하였다. Hoehn and Yahr stage는 0단계, 1단계, 1.5단계, 2단계, 2.5단계, 3단계, 4단계, 5단계로 모두 8단계로 구분한다. 단계가 높을수록 파킨슨 병의 증상이 심함을 의미한다. UPDRS-운동점수(진전, 강직, 운동완서)의 총점은 48점이며 점수가 높을수록 파킨슨병의 장애정도가 심함을 의미한다.

자료 수집 방법

B 광역시 D대학교 병원의 임상윤리심의위원회로부터 승인을 받은 후 신경과 외래를 방문하는 환자를 대상으로 2010년 11월부터 2011년 1월까지 자료 수집을 실시하였다. 자료 수집을 위해 연구자가 연구의 목적을 설명하고 연구참여에 동의한 환자들에게 직접 1:1 면담 방식을 이용하여 설문지를 읽어주고 응답하도록 하였다. 설문지에 대한 자료 수집은 파킨슨센터에서 이루어졌으며 설문에 소요된 시간은 약 15-20분 정도였다. 운동량을 조사하기 위하여 다음 날부터 2일간 만보계를 착용하도록 설명하고 연구자가 전화로 도보수를 확인하였다. 설문조사 2주 이내에 예약된 날짜에 외래를 방문하여 검사실에서 혈중 비타민 D 농도측정을 위한 채혈과 대퇴골 골밀도 측정을 위한 골밀도 검사를 받도록 하였다.

자료 처리 및 분석 방법

수집된 자료는 SPSS/Win 20.0 program을 사용하여 분석하였으며 구체적인 내용은 다음과 같다.

- 대상자의 일반적 특성, 생활양식요인, 질병관련요인 및 대퇴골 경부 골밀도의 분포를 파악하기 위하여 실수와 백분율을 구하였다.
- 대상자의 일반적 특성과 생활양식요인, 질병관련요인에 따른 대퇴골 경부 골밀도의 차이를 검증하기

위하여 독립표본 t-검증과 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, 사후검증으로 Tukey검증을 실시하였다.

- 대상자의 특성 중 연속형 변수들과 대퇴골 경부 골밀도간의 상관성을 파악하기 위하여 Pearson's correlation coefficient를 구하였다.
- 대상자의 대퇴골 경부 골밀도에 영향을 주는 변인들을 파악하기 위하여 단계선택법을 이용한 다중회귀분석을 실시하였다.

윤리적 고려

연구자가 직접 연구대상자들에게 연구 목적과 과정에 대해 충분히 설명하고 DEXA 기계의 경우 방사선 피폭량이 매우 적어 신체에 무해함을 알려주었으며, 환자가 원하지 않으면 언제든지 연구에 참여하지 않을

수 있음을 강조하였다. 그리고 연구자료는 어느 누구에게도 다른 목적으로는 사용되지 않을 것임을 설명하였으며 측정된 자료는 연구종료 즉시 폐기할 것임을 알려주고 서면 동의서를 받았다. 본 연구는 B 광역시 D대학교 병원의 임상윤리심의위원회로부터 승인(10-10-136)을 받아 진행하였다.

연구 결과

대상자의 특성

본 연구의 대상자는 총 121명으로 일반적 특성 및 질병관련 특성은 Table 1과 같다. 대상자의 56.2%가 여자였고 43.8%가 남자였으며, 여성의 평균연령은 66.59세, 남성의 평균연령은 69.19세였다. 여성의 평균 폐경 후 경과기간은 16.96년이었고 파킨슨 병 유병기간은

Table 1. Characteristics of Subjects

(N=121)

Variables	Subcategories	Total	Women(n=68)	Men(n=53)
		n(%)	n(%)	n(%)
Spouse	Yes	86(71.1)	42(61.8)	44(83.0)
	No	35(28.9)	26(38.2)	9(17.0)
Educational level	<Middle school	59(48.8)	46(67.6)	13(24.5)
	≥Middle school	62(51.2)	22(32.4)	40(75.5)
Job	Yes	14(11.6)	7(10.3)	7(13.2)
	No	107(88.4)	61(89.7)	46(86.8)
Monthly income (10,000won)	<100	74(61.2)	48(70.6)	26(49.1)
	≥100	47(38.8)	20(29.4)	27(50.9)
History of fracture	Yes	39(32.2)	24(35.3)	15(28.3)
	No	82(67.8)	44(64.7)	38(71.7)
History of disease	Yes	92(76.0)	54(79.4)	38(71.7)
	No	29(24.0)	14(20.6)	15(28.3)
History of medication	Yes	102(84.3)	57(83.8)	45(84.9)
	No	19(15.7)	11(16.2)	8(15.1)
Classification of bone mineral density	Normal	33(27.3)	15(22.0)	18(34.0)
	Osteopenia	69(57.0)	35(51.5)	34(64.1)
	Osteoporosis	19(15.7)	18(26.5)	1 (1.9)
Variables		Total	Women(n=68)	Men(n=53)
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
Age		67.73±8.52	66.59±8.25	69.19±8.72
Postmenopausal period (yr)			16.96±10.22	
Duration of comorbity (yr)		5.14±4.37	4.48±3.52	5.98±5.18
Hoehn & Yahr stage		2.34±0.65	2.36±0.71	2.32±0.56
UPDRS-motor score*		9.71±3.66	9.38±3.98	10.13±3.19
Bone mineral density (g/cm ²)		0.64±0.11	0.70±0.11	0.60±0.10

* Unified Parkinson's Disease Rating Scale-motor score

평균 5.14년이였다. 질병의 진행단계를 나타내는 Hohn & Yahr의 평균단계는 2.34단계였고 장애정도인 UPDRS 점수는 9.71점이였다. 대상자 중 71.1%가 배우자가 있었고, 중졸 이상이 51.2%를 차지하였으며, 월수입이 100만원 미만인 경우가 61.2%였다. 대상자 중 과거 골절력 경험이 있는 사람이 32.2%였고, 과거 질병력이 있는 경우가 76.0%, 현재 약물을 복용하고 있는 경우가 84.3%였다. 파킨슨 병환자의 대퇴골 골밀도의 t-score를 세계보건기구의 기준에 따라 분류한 결과, 전체 대상자의 27.3%(33명)가 '정상'이었으며, '골감소증'이 57.0%(69명), '골다공증'이 15.7%(19명)이었다. 여성의 경우 '정상'이 22.0%(15명)였고, '골감소증'은 51.5%(35명), '골다공증'이 26.5%(18명)로 나타났다. 남성인 경우 '정상'이 34.0%(18명)였고, '골감소증'은 64.1%(34명), '골다공증'이 1.9%(1명)로 나타났다.

대상자의 일반적 특성에 따른 대퇴골 골밀도의 차이

대상자의 일반적 특성에 따른 대퇴골 경부 골밀도의 차이를 검증한 결과, 유의한 차이를 보인 특성은 성별과 학력, 직업유무, 월수입이었다(Table 2). 성별에 따른 차이를 살펴보면 남자가 0.70g±0.11/cm²로 여자 0.60g±0.10/cm²에 비하여 골밀도가 높은 것으로 나타났으며(t=4.83, p<.001), '중졸이상'인 경우 0.67g±0.10/cm², '중졸미만'은 0.62±0.12g/cm²로 중졸이상인 경우가 중졸미만인 대상자에 비하여 대퇴골 경부골밀도가 유의

하게 높은 것으로 나타났다(t=-2.60, p=.011). 한편 직업이 있는 경우 골밀도는 0.72±0.08g/cm²로 '없는 경우' 0.64±0.11g/cm²에 비하여 골밀도가 높은 것으로 나타났고(t=2.76, p=.007), 월수입이 '100만 원 이상'인 대상자는 0.68±0.12/cm²으로 '100만 원 미만'인 대상자가 0.62±0.10g/cm²인 것에 비하여 골밀도가 유의하게 높았다(t=-3.08, p=.003).

대상자의 생활양식요인에 따른 대퇴골 골밀도 차이

대상자의 생활양식요인에 따른 대퇴골 골밀도의 차이를 검증한 결과, 유의한 차이를 보인 생활양식요인은 음주와 흡연 및 규칙적 운동여부로 나타났다(Table 3). '과거 음주를 했으나 끊은 경우'와 '현재도 음주하는 경우'는 각각 0.69±0.12g/cm²와 0.69±0.11g/cm²로 '음주를 전혀 하지 않는 경우' 0.60±0.09g/cm²에 비하여 골밀도가 유의하게 높은 것으로 나타났다(t=10.10, p<.001). 흡연여부에 대해서는 '흡연을 한 적이 없는 경우'가 0.63±0.11g/cm²로 '과거 흡연을 하였으나 끊었음' 0.70±0.11g/cm²에 비하여 골밀도가 유의하게 낮게 나타났으며(F=5.69, p=.004), 현재 흡연을 하는 사람과는 유의한 차이를 보이지 않았다.

운동여부에 대해서는 '규칙적으로 운동하는 경우'가 0.67±0.11g/cm²로 '규칙적으로 하지 않는 경우' 0.60±0.11g/cm²에 비하여 골밀도가 유의하게 높은 것으로 나타났다(t=2.94, p=.004). 또한 파킨슨 병환자의

Table 2. Differences of Bone Mineral Densities of the Femur according to the General Characteristics (N=121)

Variables	Categories	n(%)	BMD		t(ρ)
			M	SD	
Gender	Male	53(43.8)	.70	.11	4.83(<.001)
	Female	68(56.2)	.60	.10	
Spouse	Yes	86(71.1)	.66	.11	1.93(.056)
	No	35(28.9)	.61	.11	
Educational level	<Middle school	59(48.8)	.62	.12	-2.60(.011)
	≥Middle school	62(51.2)	.67	.10	
Job	Yes	14(11.6)	.72	.08	2.76(.007)
	No	107(88.4)	.64	.11	
Monthly income (10,000won)	<100	74(61.2)	.62	.10	-3.08(.003)
	≥100	47(38.8)	.68	.12	

Table 3. Differences of Bone Mineral Densities of the Femur According to the Lifestyle Factors (N=121)

Variables	Categories	n(%)	BMD		F/t(<i>p</i>)
			M	SD	
Alcohol	Never	60	.60 ^b	.09	10.10(<.001)
	Quit	37	.69 ^a	.12	
	Yes	24	.69 ^a	.11	
Smoking	Never	82	.63 ^a	.11	5.69(.004)
	Ex-smoker	33	.70 ^b	.11	
	Smoking	6	.60 ^{ab}	.09	
Milk ingestion	Never	64	.64	.12	1.31(.274)
	1~4/week	30	.65	.10	
	Daily	27	.67	.11	
Caffeine ingestion	Never	42	.63	.13	1.08(.362)
	1~2cup/week	25	.63	.09	
	1cup/d	36	.67	.12	
Regular exercise	Yes	81	.67	.11	2.94(.004)
	No	40	.60	.11	

a>b: Tukey test

Table 4. Difference of Bone Mineral Densities of the Femur According to the Disease Related Factors (N=121)

Variables	Categories	n	BMD		F/t(<i>p</i>)
			M	SD	
History of fracture	Yes	39	.62	.12	-1.71(.090)
	No	82	.66	.11	
History of disease	Yes	92	.65	.11	0.64(.521)
	No	29	.63	.12	
Medication history	Yes	102	.64	.11	-1.79(.076)
	No	19	.69	.12	
Hoehn & Yahr Stage	1.0	5	.69	.13	0.72(.611)
	1.5	10	.69	.10	
	2.0	41	.65	.10	
	2.5	43	.63	.12	
	3.0	14	.65	.14	
	4.0	8	.60	.07	
UPDRS-motor score*	<10	66	.64	.12	0.31(.734)
	10~14	44	.65	.12	
	≥15	11	.62	.06	

* Unified Parkinson's Disease Rating Scale-motor score

생활양식 요인 중 우유섭취습관 및 카페인 섭취정도에 따른 골밀도 차이는 유의하지 않았다.

대상자의 질병관련 요인에 따른 대퇴골 골밀도의 차이

대상자의 질병관련 요인에 따른 대퇴골 골밀도의

차이를 검증한 결과, 골절경험, 과거 질병력 유무, 약물 복용력, Hoehn and Yahr Stage, UPDRS-motor score에 따른 대퇴골의 골밀도 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다(Table 4).

대퇴골 골밀도에 영향을 미치는 변수들 간의 상관관계

본 연구대상자의 연령, 신장, 체중, 유병기간, 초경 연령, 폐경 후 경과기간, 비타민 D, 평균 1일 도보수와 대퇴골 골밀도 간의 상관관계를 분석한 결과, 연령($r=-.20$), 신장($r=.38$), 체중($r=.45$), 비타민 D($r=.39$), 평균 1일 도보수($r=.23$)와는 정적상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 여성인 경우 폐경 후 경과기간($r=-.39$)과는 부적상관관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 연령이 적을수록, 신장이 클수록, 체중이 많이 나갈수록, 비타민 D 농도가 높을수록, 평균 1일 도보수가 많을수록, 그리고 폐경 후 경과기간이 짧을수록 대퇴골 경부골밀도가 높은 것으로 나타났다(Table 5).

대퇴골의 골밀도 영향요인

파킨슨 병환자의 대퇴골 골밀도에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위해 단변량 분석과 상관관계 분석에서 유의하게 나왔던 변수(연령, 신장, 체중, 비타민 D, 도보수, 성별, 학력, 직업유무, 음주여부, 월수입, 규칙적 운동여부)를 독립변수로 하여 단계선택법을 이용한 다

중회귀분석을 실시한 결과, 대퇴골 골밀도에 가장 영향을 많이 미치는 변인은 체중($\beta=.39$)이었으며, 그 다음으로 혈중 비타민 D농도($\beta=.28$), 연령($\beta=-.19$), 직업유무($\beta=.16$) 순이었다. 즉, 체중이 많이 나갈수록, 비타민 D 농도가 높을수록, 연령이 적을수록, 그리고 직업이 있는 경우에 대퇴골 골밀도가 높은 것으로 나타났다. 파킨슨병 환자의 대퇴골 골밀도에 대한 회귀모형은 유의한 것으로 나타났으며($F=16.1, p<.001$), 4개의 예측변수에 의한 설명력은 41%였다. 그러나 단변량 분석에서 파킨슨 병환자의 대퇴골 골밀도와 유의한 상관성을 보였던 성별, 신장, 학력, 음주여부, 흡연여부, 월수입, 규칙적 운동여부, 도보수가 회귀분석에서는 유의한 영향요인으로 나타나지 않았다(Table 6).

논 의

본 연구에서 평균연령이 68세인 파킨슨 병환자의 대퇴골 경부골밀도의 t-score를 세계보건기구의 골다공증 진단기준에 따라 분류한 결과, 골감소증이 57%, 골다

Table 5. Correlations between Variables Affecting Bone Mineral Density of the Femur

	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	Disease duration (yrs)	Menarche (yrs)	Postmenopausal period(yrs)	Vit D (ng/mg)	Number of Steps	BMD (g/cm ²)
Age(yrs)	1								
Height(cm)	-.02	1							
Weight(kg)	.03	.63**	1						
Disease duration (yrs)	.06	.14	.06	1					
Menarche(yrs)	.23	-.02	.12	-.03	1				
Postmenopausal period(yrs)	.86**	-.26*	-.11	.10	.20	1			
Vit D(ng/mg)	-.03	.14	.07	.24**	-.22	-.19	1		
Number of steps	-.20*	.19*	.13	-.21*	-.12	-.34**	.14	1	
BMD(g/cm ²)	-.20*	.38**	.45**	.08	-.07	-.39**	.39**	.23**	1

p<.05: **<.01

Table 6. Factors Affecting Bone Mineral Density of the Femur Neck

(N=121)

Predictors	B	β	t	P	F	Durbin-Watson
(constant)	.67		7.0	<.001		
Weight	.01	.39	5.3	<.001		
Vit D	.00	.28	3.8	<.001		
Age	-.04	-.19	-2.6	.012	16.1**	1.90
Employment status (Yes=1, No=0)	.05	.16	2.1	.034		

R² =.41; F=16.1; **p<.01

공증이 15.7%로 전체 대상자 중 72.7%가 골감소증이거나 골다공증인 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 105명의 영국의 파킨슨병 환자를 대상으로 요추골과 대퇴골 경부의 골밀도를 조사한 Wood와 Walker (2005)의 연구에서 대상자의 76.2%가 골감소증이나 골다공증이었던 것과 비교했을 때 약간 낮은 유행률이다. 그러나 Wood와 Walker의 연구에서는 대상자의 평균 연령이 75세였고, Wood와 Walker는 대퇴골 골밀도만을 조사한 것이 아니고 요추골과 대퇴골 골밀도를 조사하여 어느 한 부위라도 골다공증을 보이면 골다공증으로 판정을 한 것을 감안하면 본 연구대상자의 골감소증이나 골다공증 유행률은 높다고 할 수 있다. 모로코의 파킨슨병 환자 52명을 대상으로 대퇴골 경부에서 골밀도를 조사한 Bezza 등(2008)의 연구에서는 36.5%만이 골다공증이나 골감소증을 보였는데, 이는 대상자의 평균연령이 60세였으며, 남자가 69.2%였기 때문에 남성이 43.8%를 차지하였던 본 연구보다 유행률이 낮게 나타난 것으로 사려된다. 그러나 Bezza 등의 연구에서 성별과 연령을 짝짓기한 정상군에서의 골다공증이나 골감소증이 17.3%였던 것과 비교하면 파킨슨 병환자들의 골다공증 유행률은 매우 높다고 할 수 있다.

특히 본 연구에서는 남성에 비해 여성의 골밀도가 유의하게 낮게 나타났고, 세계보건기구가 제시한 골다공증 진단기준에 의해 분류했을 때 남성인 경우 단지 1.9%만이 골다공증인 반면에 여성의 경우 26.5%가 골다공증을 보여 특히 여성 파킨슨 병환자의 경우 좀 더 초기에 골밀도 검사를 받도록 하고 골밀도 결과에 따라 적극적인 치료법을 제공해야 함을 시사한다. 특히 본 연구에서 여성 파킨슨 병환자의 골밀도가 낮았던 이유는 여성 대상자의 평균연령이 66.59세고 모두 폐경이 되었으며 폐경 후 경과기간이 16.96년이었다는 것으로 해석이 가능하다. 폐경 후 골다공증의 발생은 에스트로겐 결핍에 의한 것이며, 에스트로겐 결핍은 파골세포의 활동을 촉진시켜 골 파괴를 증가시킨다. Allen (1994)에 따르면 여성에서의 골량감소는 40세에 시작되어 매년 0.3-0.5%씩 감소하며, 폐경 이후에는 매년 2-3%씩 감소한다 하여 본 연구의 대상자들이 폐경 후 경과기간이 평균 16.96년인 폐경 여성이어서 골밀도가 낮게 나타난 것을 뒷받침해준다. 그러나 다중회귀분석에서 성별은 골밀도를 유의하게 예측하지 못했는데, 이

는 성별과 체중, 나이, 직업유무 등이 상호 관련되어 배제된 것으로 사료된다.

대상자의 일반적 특성 중 연령이 증가할수록 골밀도가 감소하는 것은 연령이 증가함에 따라 골대사가 변화되고 칼슘과 인 조절 호르몬의 변화, 고령으로 인한 신체활동량의 감소 그리고 영양부족 등의 요인에 의한 것으로 알려져 있다(Wood & Walker, 2005). 본 연구에서 연령은 다른 요인의 영향력을 고려한 단계적 다중회귀분석에서도 대퇴골 경부골밀도의 유의한 예측요인으로 나타났다. 파킨슨병 환자를 대상으로 한 Wood와 Walker의 연구에서도 연령은 요추골과 대퇴골 골밀도와 유의한 상관성을 보여 본 연구결과와 일치하였다. 따라서 나이가 들면서 증가하는 파킨슨 병의 유행률을 고려하면 파킨슨 병환자의 골다공증 예방은 간호사가 더욱 관심을 가져야 할 건강문제이다.

일반적 특성 중 체중은 단계적 다중회귀분석에서도 유의한 있는 예측요인으로 나타났는데, 이는 파킨슨병 환자를 대상으로 실시한 연구에서 체질량지수와 골밀도와의 유의한 상관성을 보고한 Invernizzi 등(2009)의 연구결과와 일치한다. Schneider, Fink, Ewing, Ensrud와 Cummings (2008)는 파킨슨 병환자와 대조군의 골밀도를 비교한 연구에서 연령을 통제했을 때 체중이 대퇴골 골밀도 차이의 60%를 설명하였음을 보고하였다. 이러한 연구결과는 체중이 골격에 지속적으로 물리적인 자극을 주게 되면 골아세포를 자극하게 되어 골밀도에 긍정적인 영향을 미친다는 사실과 폐경 후 여성에서의 체 지방의 감소는 에스트리올의 생산 감소를 가져와 골밀도의 감소를 초래한다는 사실을 통해 지지될 수 있다. 또한 파킨슨 병환자의 경우 손과 입의 협응장애, 연하곤란, 장운동의 저하, 우울, 인지기능의 결손 및 약물의 부작용 등으로 영양결핍 위험이 높고 이는 저 체중으로 이어져 골밀도를 저하시킨다(Fernandez et al., 2007).

한편 일반적 특성 중 직업유무는 대퇴골 골밀도를 유의하게 예측하는 변수로 나타났는데, 직업유무에 따라 유의한 차이를 보인 것은 본래 파킨슨 병환자의 경우 질병의 특성 상 활동량이 부족한데다가 직장생활을 하지 않는 경우 활동량이 더욱 감소할 수 있기 때문인 것으로 추정할 수 있다. 이러한 관계는 추후에 파킨슨 병환자를 대상으로 직업유무에 따라 활동량의 차이가

있는지를 조사해 본다면 좀 더 명확해질 수 있다.

대상자의 생활양식요인 중 음주와 흡연을 하는 사람이 하지 않는 사람에 비해 골밀도가 높게 나타났는데, 이는 음주와 흡연의 긍정적인 영향을 의미하는 것이 아니라 음주와 흡연을 한 적이 없는 사람은 대부분 여자였기 때문에 성별의 영향으로 골밀도가 낮게 나타난 것으로 추정된다.

한편 혈중 비타민 D 농도는 대퇴골 골밀도와 유의한 정적상관성을 보였으며, 회귀분석에서도 대퇴골 경부 골밀도의 영향력 있는 예측변수로 나타났다. Vaserman (2005)은 파킨슨병 환자에서 비타민 D의 감소가 골밀도에 관여한다고 보고하였고 이러한 인자들은 낙상과 골절의 위험성 증가에 관여한다고 하였다. 그리고 건강한 성인에 비해 파킨슨병 환자들에서 비타민 D 섭취가 불충분한 것으로 보고된 바 있다(Evatt et al., 2008; Sato et al., 2001). Evatt 등(2008)은 비타민 D와 골밀도와의 관련조사에서 정상인군은 36%, 파킨슨병 환자는 55%가 비타민 D 결핍이 있는 것으로 보고하였다. 비타민 D가 부족하면 칼슘흡수가 감소되고, 부갑상선 호르몬이 증가되어 골흡수가 증가됨으로써 골다공증의 발생에 영향을 미칠 수 있다(Sato et al., 1997). Chapuy 등(1992)은 노인 여성에게 비타민 D와 칼슘을 3년 동안 매일 투여한 결과 대퇴골의 골절위험도가 43% 감소하였고, 비 척추골절 위험도가 32% 감소되었음을 보고하여 골밀도 유지에 비타민 D 섭취가 중요함을 보고한 바 있다. 파킨슨병 환자들에서 저체중이 자주 보고되고 있고 증상이 심한 중등도의 환자들에서 저체중 현상은 좀 더 흔하다(Lorefalt et al., 2004). 그리고 많은 파킨슨병 환자들에서 영양결핍을 보이는데 이러한 원인은 연하장애와 소화장애에 기인한다고 한다(Fernandez et al., 2007). 이런 이유로 파킨슨병 환자들은 영양섭취가 부족하여 골밀도와 관련성을 보이는 비타민 D의 섭취에도 영향을 줄 것으로 예상된다. 본 연구에서 혈중 비타민 D 농도가 파킨슨병 환자의 골밀도 예측요인으로 밝혀짐에 따라 향후 파킨슨병 환자들에게 비타민 D 섭취를 높이고 적당한 자외선 노출을 고려해야 하는 중요한 결과라고 할 수 있다.

한편 본 연구에서 규칙적인 운동여부와 신체활동량을 나타내는 도보수는 대퇴골 골밀도와 정적 상관성을 보였으나 다중회귀분석에서는 유의한 예측요인으로

로 나타나지 않았다. 본 연구에서 파킨슨병 환자들의 활동량을 측정하기 위해 만보계를 이용하여 평균 1일 도보수를 확인하였는데 이는 조사 당시 기후나 질병과 관련된 건강상태, 그리고 일상생활의 여건들로 인해 도보수가 평소의 운동량을 충분히 반영하지 못했을 가능성을 배제하기 어렵다. 따라서 추후 연구에서는 평소의 운동량을 좀 더 정확히 사정할 수 있는 도구개발이 필요하다.

또한 본 연구에서 파킨슨 병환자의 운동기능점수(UPDRS-motor score)와 Hoehn and Yahr stage 그리고 유병기간은 대퇴골 골밀도와 유의한 상관성을 보이지 않았다. 이는 Kamanli, Ardıcoglu, Ozgocmen and Yoldas (2008)의 연구에서 운동기능점수와 Hoehn and Yahr stage가 골밀도와 유의한 연관성을 보임으로서 파킨슨병의 운동장애가 골다공증의 주된 위험인자로 작용하였음을 보고한 것과는 다른 결과이다. Di Monaco, Vallero, Di Monaco, Tappero and Cavanna (2006)도 파킨슨 병환자의 유병기간과 Hoehn and Yahr stage가 대퇴골 밀도와 유의한 상관관계가 있음을 보고하여 본 연구와 차이를 보였다. 그러나 Lee (2008)는 파킨슨 병환자의 유병기간, Hoehn and Yahr stage와 골밀도 및 골절의 위험성 간에 유의한 상관성을 확인하지 못해 본 연구결과와 일치하였다. 본 연구에서 대상자의 Hoehn and Yahr stage의 평균은 2.4단계였고 유병기간은 5.3년으로 Di Monaco 등의 연구에서 대상자의 평균 질병단계가 3.0단계이었던 것에 비해 질병이 덜 진행되었음을 알 수 있고 유병기간도 짧았다. 따라서 이러한 요인으로 인해 골밀도와의 상관성이 유의하지 않았을 가능성을 짐작해 본다. 본 연구에서 Hoehn and Yahr stage의 단계별 골밀도를 분석해본 결과 유의하지는 않았으나 4.0 단계의 대상자에서 골밀도가 특히 낮았다. 이는 추후에 질병의 중등도가 높은 대상자 수를 늘려 골밀도 차이를 비교해 볼 필요가 있음을 시사한다.

본 연구의 단변량 분석에서는 대상자의 대퇴골 경부 골밀도와 유의한 관련성을 보인 신장, 성별, 학력, 음주 및 흡연여부, 월수입이 다중회귀분석에서는 유의한 예측요인으로 나타나지 않았는데 그 이유는 신장의 경우 체중과 상관성이 매우 높고 여성의 경우 대부분 음주와 흡연을 하지 않으며 성별과 월수입, 체중은 상호관련성이 높아 다른 변수의 영향력을 고려했을 때 배제

된 것으로 사료된다.

본 연구에서 단계적 다중회귀분석한 결과 체중과 비타민 D, 연령, 그리고 직업유무가 파킨슨병 환자의 대퇴골 경부 골밀도의 유의한 예측요인으로 나타났으며, 그 중 체중이 대퇴골 경부골밀도의 강력한 예측인자임을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 파킨슨병 환자에게 충분한 영양을 섭취하도록 하여 적절한 체중을 유지하는 것이 중요함을 시사해준다. 또한 대퇴골 경부 골밀도의 중요한 예측요인으로서 혈중 비타민 D농도의 확인은 추후 파킨슨병 환자들에게 영양섭취의 중요성을 강조하는 간호중재가 필요함을 시사해준다. 그러나 본 연구는 1개 대학병원의 파킨슨 센터를 방문한 파킨슨 병 환자를 대상으로 하였기 때문에 파킨슨 병 환자 전체로 연구결과를 일반화하는데 제한이 있다. 또한 활동량을 측정하기 위해 도보수를 2일간 측정하였으나 2일간의 도보수가 평상시 운동량을 반영하지 못했을 가능성을 배제할 수 없다.

결론 및 제언

본 연구에서 파킨슨병환자는 57%가 골감소증을, 15.7%가 골다공증인 것으로 나타났으며, 파킨슨병 환자의 대퇴골 경부 골밀도의 가장 강력한 예측요인은 체중이었으며, 그 다음으로 혈중 비타민 D농도, 연령, 직업유무 순이었다. 즉, 체중이 많이 나갈수록, 혈중 비타민 D농도가 높을수록, 연령이 적을수록, 그리고 직업이 있는 경우 대퇴골 경부 골밀도가 높은 것으로 나타났다. 이상의 예측요인을 바탕으로 파킨슨 병 환자의 대퇴골 골밀도를 향상시키기 위한 프로그램의 개발이 필요하며 이 때 본 연구에서 예측요인으로 나온 비타민 D 섭취 증가에 대한 효과를 검증해볼 것을 제언한다.

REFERENCES

Allen, S. H. (1994). Exercise considerations for postmenopausal women with osteoporosis. *American College of Rheumatology*, 7(4), 205-214.

Bezza, A., Ouzzif, Z., Naji, H., Achemlal, L., Mounach, A., Noujjai, M., et al. (2008). Prevalence and risk factors of osteoporosis in patients with Parkinson's disease. *Rheumatology International*, 28(12), 1205

-1209. <http://dx.doi.org/10.1007/s00296-008-0632-6>

Bikle, D. D. (2008). Integrins, insulin like growth factors, and the skeletal response to load. *Osteoporosis International*, 19(3), 1237-1246. <http://dx.doi.org/10.1007/s00198-008-0597-z>

Bloem, B. R., Grimbergen, Y. A., Cramer, M., Willemsen, M., & Zwinderman, A. H. (2001). Prospective assessment of falls in Parkinson's disease. *Journal of Neurology*, 248(11), 950-958.

Chapuy, M. C., Arlot, M. E., Duboeuf, F., Brun, J., Crouzet, B., Arnaud, S., et al. (1992). Vitamin D₃ and calcium to prevent hip fractures in the elderly women. *The New England Journal of Medicine*, 327, 1637-1642. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM199212033272305>

Di Monaco, M., Vallero, F., Di Monaco, R., Tappero, R., & Cavanna, A. (2006). Bone mineral density in hip-fracture patients with Parkinson's disease: a case-control study. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 87, 1459-1462. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2006.07.265>

Evatt, M. L., DeLong, M. R., Khazai, N., Rosen, A., Triche, S., & Tangricha, V. (2008). Prevalence of vitamin D insufficiency in patients with Parkinson's disease and Alzheimer disease. *Archives of Neurology*, 65, 1348-1352.

Fahn, S., & Elton, R. L. (2000). Unified Parkinson's disease rating scale. In S. Fahn, C. D. Marsden, D. Calne, & M. Goldstein (Ed). *Recent developments in Parkinson's disease*(153-163). New York: Macmillan Health Care Information.

Fernandez, M. C., Parisi, M. S., Diaz, S. P., Mastaglia, S. R., Deferrari, J. M., Seijo, M., et al. (2009). A pilot study on the impact of body composition on bone and mineral metabolism in Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorder*, 13, 355-358. <http://dx.doi.org/10.1016/j.parkreldis.2006.12.010>

Grimbergen, Y. A., Munneke, M., & Bloem, B. R. (2004). Falls in Parkinson's disease. *Current Opinion in Neurology*, 17(4), 405-415. <http://dx.doi.org/10.1097/01.wco.0000137530.68867.93>

Hoehn, M. M., & Yahr, M. D. (1967). Parkinsonism: Onset, progression, and mortality. *Neurology*, 17, 427-442.

Invernizzi, M., Carda, S., Viscontini, G. S., & Cisari, C. (2009). Osteoporosis in Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, 15(5), 339-346. <http://dx.doi.org/10.1016/j.parkreldis.2009.02.009>

Ishizaki, F., Harada, T., Katayama, S., Abe, H., & Nakamura, S. (1993). Relationships between osteopenia

- and clinical characteristics of Parkinson's disease. *Movement Disorder*, 8, 507-511.
- Johnell, O., Melton, L. J., Atkinson, E. J., O'Fallon, M., Kurland, L. T. (1992). Fracture risk in patient with Parkinsonism: A population-based study in Olmsted county, Minnesota. *Age and Ageing*, 21(1), 32-38.
- Korea Centers for Disease Control and Prevention (2007). *Prevalence of Parkinson's disease*. Seoul: Author.
- Kamanli, A., Ardicoglu, O., Ozgocmen, S., & Yoldas, T. K. (2008). Bone mineral density in patients with Parkinson's disease. *Aging Clinical and Experimental Research*, 20, 277-289.
- Lee, S. H. (2008). *Hyperhomocysteinemia due to levodopa treatment as a risk factor osteoporosis in patients with Parkinson's disease*. Unpublished master thesis, Ulsan University, Ulsan.
- Lorefalt, B., Ganowiak, W., Palhagen, S., Toss, G., Unosson, M., & Granerus, A, K. (2004). Factors of importance for weight loss in elderly patients with Parkinson's disease. *Acta Neurologica Scandinavica*, 110(3), 180-187. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0404.2004.00307.x>
- Sato, Y., Kaji, M., Tsuru, T., & Oizumi, K. (2001). Risk factors for hip fracture among elderly patients with Parkinson's disease. *Journal of Neurology Science*, 182, 89-93.
- Sato, Y., Kikuyama, M., & Oizumi, K. (1997). High prevalence of vitamin D deficiency and reduced bone mass in Parkinson's disease. *American Academy Neurology*, 49, 1273-1278.
- Schneider, J. L., Fink, H. A., Ewing, S. K., Ensrud, K. E., & Cummings, S. R. (2008). The association of Parkinson's disease with bone mineral density and fracture in older women. *Osteoporosis International*, 19(7), 1093-1097. <http://dx.doi.org/10.1007/s00198-008-0583-5>
- Taggart, H., & Crawford, V. (1995). Reduced bone density of the hip in elderly patients with Parkinson's disease. *Age & Ageing*, 24(4), 326-328.
- Vaserman, N. (2005). Parkinson's disease and osteoporosis. *Joint Bone Spine*, 72(6), 484-488. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbspin.2004.04.012>
- Wood, B., & Walker, R. (2005). Osteoporosis in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 20(12), 1636-1640. <http://dx.doi.org/10.1002/mds.20643>