

아래턱뼈와 척추뼈, 아래팔뼈, 넙다리뼈 뼈밀도 사이의 상관관계

송용태[†], 서윤경[†], 전유미, 최윤영¹, 백두진

한양대학교 의과대학 해부·세포생물학교실, ¹핵의학교실

(2010년 9월 2일 접수, 2010년 9월 26일 수정접수, 2010년 9월 27일 게재승인)

간추림: 골다공증은 뼈량의 감소가 특징적으로 나타나며 골절을 야기시키는 질환이다. 아래턱뼈에서 해면뼈의 양상은 몸통뼈대가 골절되는 가능성을 예측할 수 있어 골다공증의 진단과 치료에 활용할 수 있다. 특히, 아래턱뼈의 양적, 질적 평가는 턱끝성형술, 아래턱뼈 절제술, 임플란트 등의 빈도가 증가함에 따라 그 중요성이 높아지고 있으며 아래턱뼈의 뼈밀도와 부피는 시술의 성공여부를 예측하는 결정적인 인자라고 할 수 있다.

본 연구에서는 한국인의 넙다리뼈와 목뼈, 허리뼈, 아래팔뼈의 뼈밀도와 아래턱뼈의 뼈밀도 사이의 연관성을 확인하고 어떤 뼈가 아래턱뼈의 뼈밀도를 예측할 수 있는 인자인지 알아보았다.

고정된 한국 성인 신신 42구(남자 22구, 여자 20구, 평균 나이 66.95세)에서 분리한 둘째부터 다섯째목뼈 각 42쪽, 첫째부터 넷째허리뼈 각 42쪽, 왼쪽 아래팔뼈 42쪽, 왼쪽 넙다리뼈 42쪽과 아래턱뼈 61개를 대상으로 이중에너지방사선흡수계측기를 이용하여 뼈밀도를 측정하고 분석하였으며 남녀, 연령별로 나누어 SPSS 12.0 프로그램으로 통계적 유의성을 검증한 후 상관관계를 분석하고 골다공증 정도에 따라 분류하여 비교한 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 턱뼈각의 뼈밀도는 평균 0.40 g/cm^2 , 턱뼈결합의 뼈밀도는 평균 0.64 g/cm^2 , 허리뼈의 뼈밀도는 평균 0.76 g/cm^2 , 넙다리뼈목의 뼈밀도는 평균 0.58 g/cm^2 , 아래팔뼈 먼쪽 1/3 부위 뼈밀도는 평균 0.34 g/cm^2 , 아래팔뼈 먼쪽 뼈밀도는 평균 0.58 g/cm^2 이었다.

2. 턱뼈각, 첫째큰어금니와 둘째큰어금니 사이, 첫째큰어금니와 둘째작은어금니 사이, 앞니분절의 뼈밀도는 모두 아래팔뼈 먼쪽 1/3 부위의 뼈밀도와 상관관계가 가장 높았고($r=0.742, 0.697, 0.618, 0.652$), 첫째작은어금니와 둘째작은어금니 사이는 넙다리뼈목 전체 뼈밀도와 상관관계가 가장 높았다($r=0.542$).

3. 아래턱뼈와 넙다리뼈목의 뼈밀도는 모든 항목 중 아래턱뼈각 부위와 넙다리뼈목 전체의 상관관계가 가장 높았다.

4. 첫째큰어금니와 둘째큰어금니 사이의 아래턱뼈 뼈밀도는 다섯째목뼈의 뼈밀도와 상관관계가 가장 높았고($r=0.543$), 아래턱뼈 앞니 부위의 뼈밀도는 셋째허리뼈와 상관관계가 가장 높았다($r=0.561$).

5. 아래턱뼈의 부분별 뼈밀도를 몸통뼈대의 뼈밀도를 기준으로 정상, 골감소증, 골다공증으로 분류하여 비교해본 결과 몸통뼈대의 뼈밀도가 감소하면 아래턱뼈 뼈밀도도 감소하는 경향을 보였다.

이상의 결과를 종합하면 골다공증이 될 때 몸통뼈대의 부위별 뼈밀도로 아래턱뼈의 뼈밀도 예측이 가능하며 넙다리뼈 돌기사이 부위 또는 아래팔뼈의 뼈밀도를 이용하는 것이 가장 정확도가 높을 것으로 판단된다.

찾아보기 낱말: 아래턱뼈 척추뼈 아래팔뼈 넙다리뼈 뼈밀도

서론

골절의 위험은 뼈밀도와 연관되어 있기 때문에 많은 연구자들은 양적전산화단층촬영술(Quantitative comput-

ed tomography, Cann 등 1985), 이중양성자흡수계측법(Dual-photon absorptiometry, Mazess 등 1988), 이중에너지 X-ray absorptiometry, Kin 등 1991) 등을 이용하여 뼈밀도를 측정하였다. 현재 이중에너지방사선흡수계측법은 팔다리뼈대뿐 아니라 몸 전체 뼈량을 측정하는 가장 적절한 방법으로 널리 사용되고 있으며(Bozic과 Ihan Hren 2006), 치아

[†] 공동 제1저자로 동등한 역할을 수행하였다.

교신저자: 백두진(한양대학교 의과대학 해부·세포생물학교실)

전자우편: paikdj@hanyang.ac.kr

탈락 후 시간경과에 따라 변화되는 아래턱뼈의 상태 변화를 관찰하는 데 사용된다(Klemetti 등 1993b).

Kribbs 등(1990)은 넙다리뼈목과 허리뼈의 뼈밀도가 인체에서 일반적인 뼈밀도의 상태를 반영한다고 하였고, Kribbs(1990)는 골다공증 환자의 경우, 아래턱뼈의 뼈량과 뼈밀도, 치밀뼈 두께는 정상과 다르며, 이틀돌기 흡수에도 영향을 미친다고 하였다.

Horner 등(1996, 2002)은 노인 여성의 경우 아래턱뼈의 방사선사진에서 나타나는 해면뼈 양상으로 넙다리뼈의 골절 가능성을 예측할 수 있고, 이를 골다공증의 진단과 치료에 활용할 수 있다고 하였다. Jonasson 등(2007)은 여성의 경우 아래팔뼈의 뼈밀도와 아래턱뼈의 해면뼈 양상은 상관관계가 높아 아래턱뼈의 해면뼈 양상으로 아래팔뼈의 뼈밀도를 예측할 수 있다고 하였다. Taguchi 등(1995)은 일본 여성의 첫째허리뼈에서 넷째허리뼈의 뼈밀도의 감소와 이틀돌기높이의 감소는 서로 관련이 있다고 하였다.

그러나, Friberg 등(2001)과 Cho 등(2004)은 몸통뼈대

나 팔다리뼈대의 골다공증이 위턱이나 아래턱의 질환과는 상관이 없으며 임프란트(implant) 시술 시에도 예측인자로 볼 수 없다고 하였다. Amorim 등(2006)도 허리뼈와 넙다리뼈목의 뼈밀도는 아래턱뼈 아래쪽 치밀뼈와 해면뼈 양상과 관련이 없다고 하였다.

이에 본 연구에서는 한국인의 넙다리뼈와 허리뼈, 아래팔뼈 (bones of forearm)의 뼈밀도와 아래턱뼈의 뼈밀도 사이의 연관성을 확인하고 어떤 뼈가 가장 정확히 아래턱뼈의 뼈밀도를 예측할 수 있는 가능인자인지 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

한양대학교 의과대학 해부·세포생물학교실에서 실습한 고정된 한국 성인 시신 42구(남자 22구, 여자 20구, 평균 나이 66.95세)에서 분리한 둘째부터 다섯째목

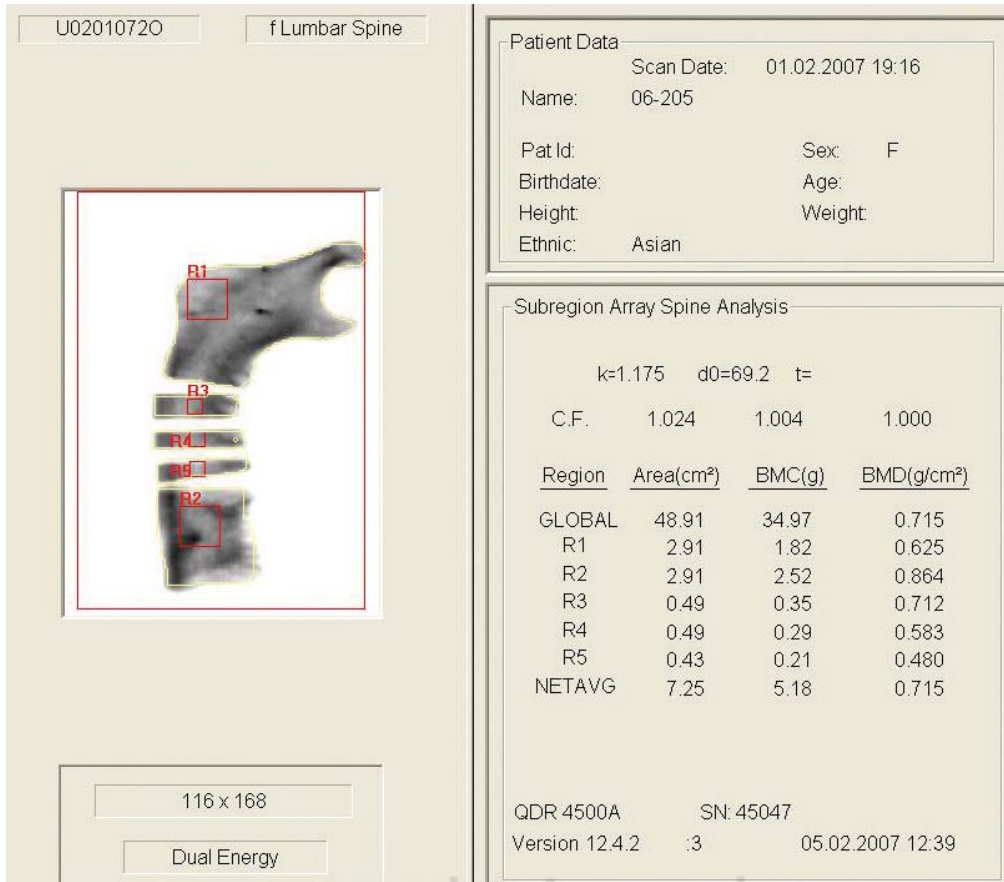


Fig. 1. Data sheet from DXA.

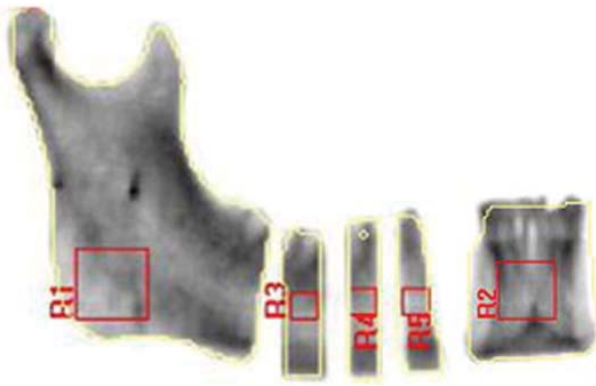


Fig. 2. Scan for the bone mineral density of the mandible. R1: angle of the mandible, R2: incisor portion of the mandible, R3: Scan for the bone mineral density between the 1st molar and the 2nd molar, R4: Scan for the bone mineral density between the 1st molar and the 2nd premolar, R5: Scan for the bone mineral density between the 2nd premolar and the 1st premolar.

뼈, 첫째부터 넷째허리뼈, 왼쪽 아래팔뼈, 왼쪽 넙다리뼈와 아래턱뼈를 사용하였다.

2. 방법

1) 해부 및 계측방법

아래턱뼈에서 첫째작은어금니 가운데, 둘째작은어금니 가운데, 첫째큰어금니 가운데, 둘째큰어금니 가운데를 절단한 다음 각 치아분절과 아래턱뼈의 앞니분절과 오른쪽과 왼쪽의 아래턱뼈가 분절로 나누었다. 둘째~다섯째목뼈, 첫째~넷째허리뼈, 아래팔뼈, 넙다리뼈목을 분리한 후로 이중에너지방사선흡수계측기 (Dual energy X-ray absorptiometry, DXA)인 Hologic QDR-4500A (Hologic Inc., Waltham, MA, USA)를 사용하여 뼈밀도를 측정하고 분석하였다 (Fig. 1).

2) 관찰내용 및 계측항목

(1) 뼈밀도 측정

A. 아래턱뼈의 뼈밀도 측정

아래턱뼈를 턱뼈각, 앞니분절, 첫째작은어금니와 둘째작은어금니 사이, 둘째작은어금니와 첫째큰어금니 사이, 첫째큰어금니와 둘째큰어금니 사이를 절단하여 각 분절을 허리뼈스캔타입 (L-spine examination)으로 뼈밀도를 측정하였고, 아래턱뼈 전체 뼈밀도를 측정하였다 (Fig. 2).

B. 목뼈의 뼈밀도 측정

허리뼈스캔타입으로 둘째~다섯째목뼈 각각의 뼈밀도를 측정하였고, 네 목뼈 전체 뼈밀도를 측정하였다

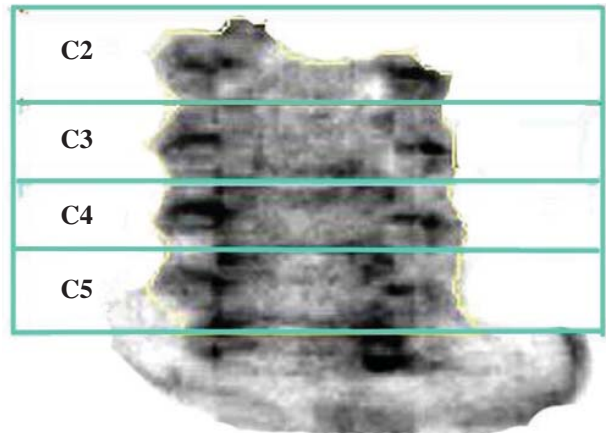


Fig. 3. Scan for the bone mineral density of the cervical vertebrae. C2: 2nd cervical vertebra, C3: 3rd cervical vertebra, C4: 4th cervical vertebra, C5: 5th cervical vertebra.

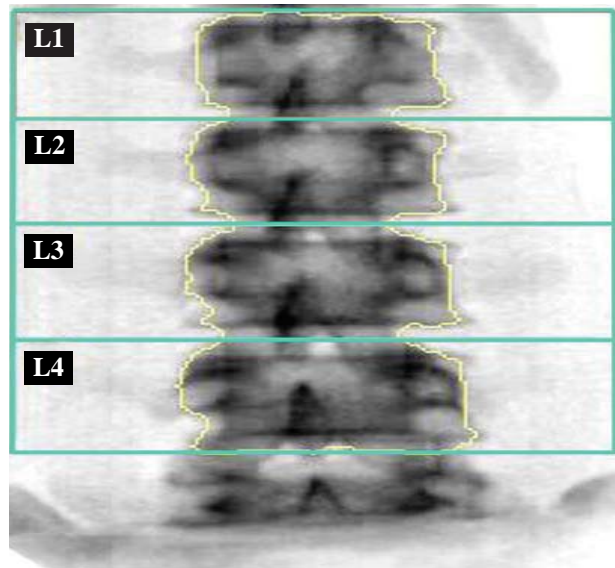


Fig. 4. Scan for the bone mineral density of the lumbar vertebrae. L1: 1st lumbar vertebra, L2: 2nd lumbar vertebra, L3: 3rd lumbar vertebra, L4: 4th lumbar vertebra.

(Fig. 3).

C. 허리뼈의 뼈밀도 측정

허리뼈스캔타입으로 첫째~넷째허리뼈 각각의 뼈밀도를 측정하였고, 네 허리뼈 전체 뼈밀도를 측정하였다 (Fig. 4).

D. 아래팔뼈의 뼈밀도 측정

아래팔뼈스캔타입 (forearm examination)으로 아래팔뼈의 먼쪽과 가운데, 먼쪽 1/3 지점의 뼈밀도를 각각 측

정하였고, 아래팔뼈 전체 뼈밀도를 측정하였다(Fig. 5).

E. 넓다리뼈의 뼈밀도 측정

엉덩이스캔타입(Hip examination)으로 넓다리뼈목, 큰 돌기, 돌기사이, 몸쪽 뼈밀도를 각각 측정하였고, Ward's triangle의 뼈밀도를 측정하였다(Fig. 6).

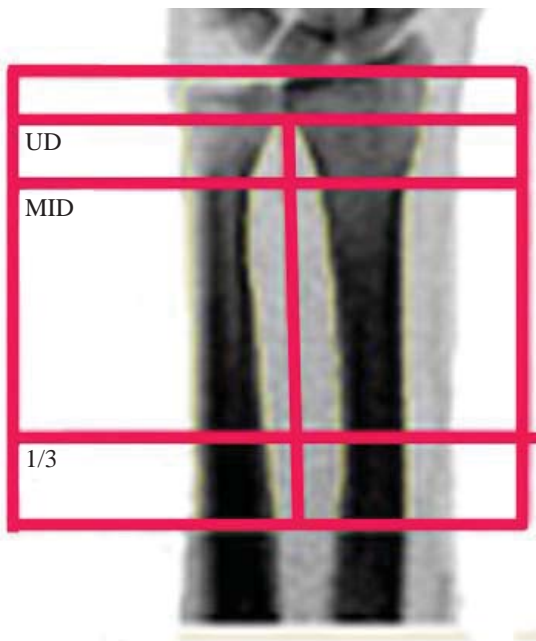


Fig. 5. Scan for the bone mineral density of the forearm. UD: ultra distal part of forearm, MID: mid-distal part of forearm, 1/3: 1/3 distal.

3) 통계처리

각 항목의 계측치는 남자와 여자로 구분하여 평균값과 표준편차를 구하였고, 나이를 기준으로 40대, 50대, 60대, 70대, 80대 군으로 분류하고 아래턱뼈를 제외한 모든 계측치는 WHO의 골다공증 진단기준에 따라 정상, 골감소증, 골다공증으로 나누어 비교하였다(Lim 등 2009).

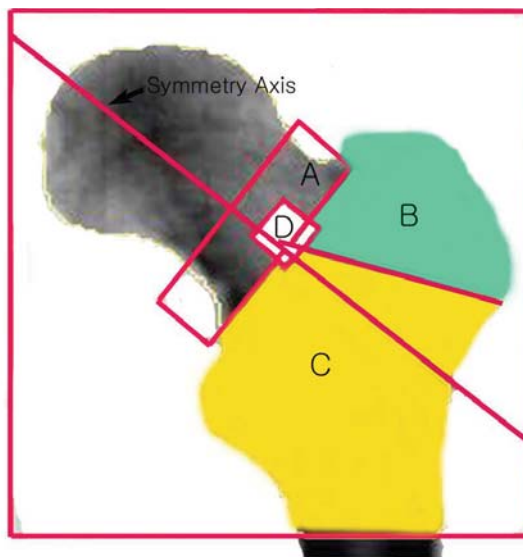


Fig. 6. Scan for the bone mineral density of the femur. A: femur neck, B: trochanteric region, C: inter-trochanteric region, D: Ward's triangle.

Table 1. Measured values of the bone mineral density of the mandible

		BMD of the angle			BMD of the 2nd molar-1st molar			BMD of the 1st molar-2nd premolar			BMD of the 2nd premolar-1st premolar			BMD of the middle part			
		Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	
All		0.40	0.11	82	0.61	0.23	82	0.56	0.19	82	0.47	0.14	74	0.64	0.15	82	
Sex	Male	0.45 [†]	0.10	44	0.74 [†]	0.20	44	0.66 [†]	0.19	44	0.53 [†]	0.13	41	0.68 [†]	0.16	44	
	Female	0.34	0.10	38	0.47	0.17	38	0.44	0.12	38	0.40	0.11	33	0.59	0.12	38	
Age	40~49	0.51 [†]	0.06	10	0.77	0.10	10	0.66	0.11	10	0.58	0.09	8	0.73	0.10	10	
	50~59	0.42	0.12	8	0.70	0.26	8	0.64	0.29	8	0.50	0.18	8	0.66	0.24	8	
	Male	60~69	0.50	0.09	12	0.76	0.20	12	0.74	0.14	12	0.57	0.11	12	0.73	0.14	12
		70~79	0.34	0.06	8	0.63	0.23	8	0.53	0.12	8	0.50	0.11	8	0.60	0.13	8
	80~	0.44	0.06	6	0.86	0.19	6	0.68	0.24	6	0.45	0.18	5	0.62	0.20	6	
	Female	40~49	0.37 [†]	0.09	6	0.54 [†]	0.13	6	0.47	0.13	6	0.38	0.05	4	0.57 [†]	0.07	6
		50~59	0.44	0.06	6	0.66	0.21	6	0.54	0.14	6	0.40	0.09	5	0.72	0.11	6
		60~69	0.42	0.11	4	0.39	0.05	4	0.40	0.04	4	0.40	0.06	4	0.66	0.10	4
70~79		0.35	0.05	10	0.46	0.11	10	0.45	0.07	10	0.46	0.10	9	0.58	0.10	10	
80~	0.24	0.03	12	0.35	0.12	12	0.38	0.14	12	0.34	0.13	11	0.51	0.09	12		

Value: Mean (g/cm²)±S.D., n: number, BMD: bone mineral density, †: significant difference between the age groups statistically (p<0.05), ‡: significant difference between male and female statistically (p<0.05)

각 값은 SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 남자와 여자는 Independent samples *t*-test로, 각 계측값 사이는 One-Way ANOVA로 통계적 유의성을 구하였고, 상관계수 (*r*)는 Pearson Correlation 방법으로 분석하였다.

결 과

1. 뼈밀도 측정

1) 아래턱뼈의 뼈밀도 측정

남자의 턱뼈각, 여자의 턱뼈각, 앞니분절, 첫째큰어금

니와 둘째큰어금니 사이의 뼈밀도는 연령층별로 차이가 나는 경향이 있었고, 턱뼈각의 뼈밀도, 첫째작은어금니와 둘째작은어금니 사이, 둘째작은어금니와 첫째큰어금니 사이, 첫째큰어금니와 둘째큰어금니 사이와 아래턱뼈의 앞니쪽의 뼈밀도는 남·녀 사이의 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 1).

2) 목뼈의 뼈밀도 측정

둘째에서 다섯째목뼈 전체 뼈밀도는 0.51 ± 0.10 g/cm²이었다. 여자의 둘째목뼈, 셋째목뼈, 넷째목뼈, 네 목뼈 전체의 뼈밀도는 연령층별로 차이가 나는 경향이

Table 2. Measured values of the bone mineral density of the cervical vertebrae

		BMD of the C2			BMD of the C3			BMD of the C4			BMD of the C5			BMD of the total C			
		Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	
All		0.50	0.12	62	0.52	0.12	62	0.50	0.10	62	0.50	0.10	62	0.51	0.10	62	
Sex	Male	0.53	0.10	32	0.56 [†]	0.13	32	0.55 [†]	0.11	32	0.55 [†]	0.09	32	0.54 [†]	0.10	32	
	Female	0.48	0.13	30	0.47	0.08	30	0.45	0.08	30	0.45	0.10	30	0.47	0.09	30	
Age	Male	40~49	0.47	0.06	10	0.53	0.05	10	0.54	0.02	10	0.53	0.03	10	0.52	0.03	10
		50~59	0.57	0.16	6	0.61	0.23	6	0.52	0.15	6	0.55	0.11	6	0.56	0.16	6
		60~69	0.58	0.12	8	0.59	0.15	8	0.57	0.16	8	0.57	0.14	8	0.58	0.14	8
		70~79	0.49	0.01	4	0.52	0.02	4	0.52	0.01	4	0.55	0.02	4	0.52	0.01	4
		80~	0.54	0.05	4	0.55	0.10	4	0.55	0.11	4	0.52	0.08	4	0.54	0.08	4
	Female	40~49	0.60 [†]	0.15	6	0.56 [†]	0.07	6	0.54 [†]	0.10	6	0.52	0.11	6	0.56 [†]	0.11	6
		50~59	0.54	0.07	4	0.49	0.03	4	0.47	0.06	4	0.50	0.15	4	0.51	0.04	4
		60~69	0.42	0.09	6	0.47	0.05	6	0.45	0.05	6	0.45	0.06	6	0.45	0.06	6
		70~79	0.45	0.09	8	0.44	0.04	8	0.41	0.04	8	0.40	0.08	8	0.43	0.06	8
		80~	0.40	0.14	6	0.40	0.08	6	0.42	0.06	6	0.42	0.09	6	0.41	0.09	6

Value: Mean (g/cm²)±S.D., n: number, BMD: bone mineral density, C: cervical vertebra, [†]: significant difference between the age groups statistically (*p*<0.05), [‡]: significant difference between male and female statistically (*p*<0.05)

Table 3. Measured values of the bone mineral density of the lumbar vertebrae

		BMD of the L2			BMD of the L3			BMD of the L4			BMD of the L5			BMD of the total L			
		Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	
All		0.74	0.16	60	0.75	0.17	66	0.77	0.21	66	0.78	0.22	64	0.76	0.18	66	
Sex	Male	0.78	0.16	30	0.81 [†]	0.16	34	0.84 [†]	0.21	34	0.86 [†]	0.22	34	0.82 [†]	0.18	34	
	Female	0.71	0.16	30	0.69	0.17	32	0.70	0.19	32	0.68	0.19	30	0.70	0.17	32	
Age	Male	40~49	0.78 [†]	0.09	10	0.86 [†]	0.09	10	0.89 [†]	0.10	10	0.87	0.11	10	0.86 [†]	0.09	10
		50~59	0.91	0.17	4	0.90	0.20	4	0.93	0.23	4	0.96	0.30	4	0.93	0.23	4
		60~69	0.87	0.15	6	0.88	0.17	8	0.96	0.30	8	0.96	0.30	8	0.92	0.23	8
		70~79	0.74	0.07	4	0.74	0.07	6	0.76	0.07	6	0.76	0.04	6	0.75	0.04	6
		80~	0.61	0.18	6	0.62	0.13	6	0.64	0.14	6	0.73	0.23	6	0.65	0.17	6
	Female	40~49	0.84 [†]	0.15	6	0.87 [†]	0.15	6	0.87 [†]	0.18	6	0.75 [†]	0.03	4	0.85 [†]	0.15	6
		50~59	0.84	0.00	2	0.84	0.00	2	0.87	0.00	2	0.68	0.00	2	0.80	0.00	2
		60~69	0.70	0.00	4	0.70	0.07	6	0.71	0.11	6	0.71	0.11	6	0.69	0.08	6
		70~79	0.73	0.18	8	0.69	0.14	8	0.73	0.17	8	0.81	0.17	8	0.74	0.15	8
		80~	0.58	0.12	10	0.55	0.13	10	0.53	0.13	10	0.54	0.22	10	0.56	0.14	10

Value: Mean (g/cm²)±S.D., n: number, BMD: bone mineral density, L: lumbar vertebra, [†]: significant difference between the age groups statistically (*p*<0.05), [‡]: significant difference between male and female statistically (*p*<0.05)

Table 4. Measured values of the bone mineral density of the forearm

		BMD of the UD			BMD of the MID			BMD of the distal 1/3 of forearm			BMD of the total forearm			
		Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	
All		0.34	0.13	80	0.48	0.14	80	0.58	0.15	80	0.47	0.14	80	
Sex	Male	0.40 [†]	0.13	42	0.56 [†]	0.14	42	0.67 [†]	0.13	42	0.55 [†]	0.13	42	
	Female	0.26	0.09	38	0.40	0.10	38	0.48	0.10	38	0.39	0.09	38	
Age	Male	40~49	0.50 [†]	0.10	10	0.67 [†]	0.07	10	0.77 [†]	0.05	10	0.65 [†]	0.07	10
		50~59	0.42	0.19	6	0.56	0.22	6	0.63	0.22	6	0.55	0.21	6
		60~69	0.42	0.11	12	0.56	0.11	12	0.69	0.10	12	0.56	0.11	12
		70~79	0.30	0.11	8	0.45	0.10	8	0.58	0.10	8	0.44	0.10	8
		80~	0.35	0.05	6	0.50	0.06	6	0.61	0.07	6	0.49	0.06	6
	Female	40~49	0.35 [†]	0.02	6	0.53 [†]	0.06	6	0.63 [†]	0.06	6	0.51 [†]	0.04	6
		50~59	0.32	0.06	6	0.44	0.06	6	0.53	0.03	6	0.44	0.05	6
		60~69	0.27	0.05	4	0.41	0.02	4	0.49	0.01	4	0.40	0.03	4
		70~79	0.28	0.09	10	0.41	0.07	10	0.48	0.09	10	0.39	0.08	10
		80~	0.17	0.05	12	0.30	0.04	12	0.39	0.03	12	0.29	0.04	12

Value: Mean (g/cm³)±S.D., n: number, BMD: bone mineral density, UD: ultra distal part of forearm, MID: mid-distal part of forearm, †: significant difference between the age groups statistically (p<0.05), ‡: significant difference between male and female statistically (p<0.05)

Table 5. Measured values of the bone mineral density of the femur

		BMD of the femur neck			BMD of the trochanter			BMD of the intertrochanter			BMD of the total femur			BMD of the Ward's triangle			
		Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	
All		0.58	0.22	80	0.52	0.14	80	0.80	0.21	80	0.69	0.19	80	0.44	0.25	80	
Sex	Male	0.67 [†]	0.22	42	0.57 [†]	0.15	42	0.88 [†]	0.20	42	0.77 [†]	0.19	42	0.53 [†]	0.29	42	
	Female	0.48	0.16	38	0.47	0.11	38	0.72	0.19	38	0.61	0.15	38	0.35	0.16	38	
Age	Male	40~49	0.70	0.13	10	0.63	0.08	10	1.01 [†]	0.10	10	0.87	0.10	10	0.58	0.13	10
		50~59	0.64	0.05	6	0.55	0.12	6	0.77	0.19	6	0.69	0.15	6	0.50	0.06	6
		60~69	0.80	0.35	12	0.61	0.18	12	0.94	0.24	12	0.84	0.25	12	0.68	0.47	12
		70~79	0.55	0.07	8	0.48	0.16	8	0.82	0.14	8	0.69	0.13	8	0.36	0.04	8
		80~	0.55	0.10	6	0.53	0.14	6	0.72	0.15	6	0.64	0.15	6	0.40	0.11	6
	Female	40~49	0.57 [†]	0.19	6	0.51	0.15	6	0.79 [†]	0.29	6	0.67 [†]	0.22	6	0.48 [†]	0.20	6
		50~59	0.61	0.09	4	0.50	0.01	4	0.82	0.14	4	0.69	0.09	4	0.46	0.07	4
		60~69	0.48	0.10	6	0.49	0.07	6	0.83	0.06	6	0.67	0.06	6	0.29	0.07	6
		70~79	0.52	0.13	10	0.44	0.12	10	0.75	0.14	10	0.62	0.13	10	0.39	0.18	10
		80~	0.36	0.16	12	0.45	0.11	12	0.59	0.17	12	0.50	0.11	12	0.24	0.09	12

Value: Mean (g/cm³)±S.D., n: number, BMD: bone mineral density, †: significant difference between the age groups statistically (p<0.05), ‡: significant difference between male and female statistically (p<0.05)

있었고, 셋째목뼈, 넷째목뼈, 다섯째목뼈, 네 목뼈 전체의 뼈밀도는 남·녀 사이에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 2).

3) 허리뼈의 뼈밀도 측정

둘째에서 다섯째허리뼈의 뼈밀도는 0.76±0.18 g/cm² 이었다. 남자의 전체 뼈밀도, 둘째허리뼈, 셋째허리뼈, 넷째허리뼈의 뼈밀도에서, 여자의 둘째허리뼈, 셋째허리

뼈, 넷째허리뼈, 다섯째허리뼈, 네 허리뼈 전체의 뼈밀도에서 연령층별로 차이가 나는 경향이 있었고, 셋째허리뼈와, 네 허리뼈, 다섯째허리뼈, 전체의 뼈밀도는 남·녀 사이에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 3).

4) 아래팔뼈의 뼈밀도 측정

아래팔뼈 전체 뼈밀도는 0.47±0.14 g/cm²이었다. 남·녀 모두 네 항목 전체에서 연령층별로 차이가 나는 경

Table 6. Classification of bone mineral density of the mandible by T-score of cervical vertebrae

		BMD			BMD of mandible angle			BMD of 2nd molar-1st molar			BMD of 1st molar-2nd premolar			BMD of middle part		
		Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n
C2	Normal	0.79	0.00	2	0.41	0.01	2	0.60	0.05	2	0.51	0.07	2	0.64	0.00	2
	Osteopenia	0.71	0.02	6	0.51	0.11	6	0.86	0.11	6	0.76	0.11	6	0.87	0.16	6
	Osteoporosis	0.47	0.09	52	0.40	0.11	51	0.63	0.22	51	0.58	0.20	51	0.64	0.13	51
C3	Normal	0.90	0.00	2	0.80	0.01	2	0.52	0.11	2	0.45	0.11	2	0.99	0.15	2
	Osteopenia	0.81	0.00	2	0.78	0.06	2	0.68	0.06	2	0.40	0.09	2	0.94	0.21	2
	Osteoporosis	0.49	0.08	56	0.53	0.12	57	0.48	0.25	57	0.38	0.33	57	0.57	0.22	57
C4	Normal	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0
	Osteopenia	0.82	0.00	2	0.32	0.14	2	0.54	0.29	2	0.40	0.15	2	0.56	0.17	2
	Osteoporosis	0.49	0.09	58	0.42	0.11	56	0.66	0.22	56	0.61	0.20	56	0.67	0.15	56
C5	Normal	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0
	Osteopenia	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0
	Osteoporosis	0.50	0.11	60	0.41	0.11	59	0.65	0.22	59	0.60	0.20	59	0.67	0.15	59
TC	Normal	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0
	Osteopenia	0.76	0.02	4	0.45	0.05	4	0.83	0.11	4	0.70	0.08	4	0.83	0.18	4
	Osteoporosis	0.49	0.08	56	0.41	0.12	55	0.64	0.22	55	0.59	0.20	55	0.66	0.14	55

Value: Mean (g/cm²)±S.D., n: number, BMD: bone mineral density, C2: 2nd cervical vertebra, C3: 3rd cervical vertebra, C4: 4th cervical vertebra, C5: 5th cervical vertebra, TC: total cervical vertebra

향이 있었고, 남·녀 사이에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 4).

5) 넓다리뼈의 뼈밀도 측정

넓다리뼈목, 큰돌기와 돌기사이 부분의 평균 뼈밀도는 0.69±0.19 g/cm²이었다. 남자의 넓다리뼈 돌기사이, 여자의 넓다리뼈목, 넓다리뼈 돌기사이와 앞의 세부분 전체의 뼈밀도, Ward's triangle의 뼈밀도에서 연령층별로 차이가 나는 경향이 있었고, 전체 항목에서 남·녀 사이의 통계적 유의한 차이를 보였다(Table 5).

2. 골다공증 진단에 따른 분류

아래턱뼈의 부분별 뼈밀도를 몸통뼈대의 뼈밀도를 세계보건기구(WHO)에서 분류한 골다공증진단규정에 의거하여 기계적으로 산출된 T-score를 이용하여 그 값이 -1.0 이상은 정상, -1.0과 -2.5 사이는 골감소증, -2.5 이하를 골다공증으로 분류하여(Lim 등 2009) 비교한 결과 몸통뼈대의 뼈밀도가 감소함에 따라 아래턱뼈의 뼈밀도도 감소하는 경향을 보였다(Tables 6~9).

3. 상관관계수(r)

각 부분별 뼈밀도 사이의 상관관계를 알아보기 위해 상관관계수(r)는 Pearson Correlation으로 분석하였다(Ta-

bles 10~13).

고 찰

아래턱뼈의 양적, 질적 평가는 임플란트(implant), 턱 끝성형술(genioplasty), 아래턱뼈 절제술(mandibular osteotomy) 등이 증가함에 따라 그 중요성이 높아지고 있다(Knezović 등 2007). 임플란트 시술의 성공 여부는 시술부위의 아래턱뼈 부피와 뼈의 질에 달려 있으며(Büchter 등 2005), 뼈밀도가 낮으면 의치가 고정되기 어렵다(Martinez 등 2001, Büchter 등 2005). Horner 등(1996)은 아래턱뼈 몸통이 일반적으로 뼈량을 예측하는 가장 적절한 위치라고 하였다. 이틀뼈의 뼈밀도가 저작과 관련이 있음에도 불구하고(Jonasson 등 1999), 사람의 경우 저작에 거의 영향을 받지 않는 아래턱 첫째작은어금니(Kiliaridis 등 1996)의 치아뿌리 부위가 뼈밀도 측정에 가장 적합한 것으로 알려져 있다(Jonasson 등 2001).

Jonasson 등(2006)은 아래턱뼈 뼈밀도는 허리뼈, 넓다리뼈목, 아래팔뼈의 뼈밀도와 관련이 있으며, periapical 방사선사진에서 나타나는 아래턱뼈 이틀돌기의 변화는 몸통뼈대의 뼈밀도와 상관관계(r=0.39)가 있다고 하였다. Klemetti 등(1993a)은 폐경기 이후 여성에서 허리뼈

Table 7. Classification of bone mineral density of the mandible by T-score of lumbar vertebrae

		BMD			BMD of mandible angle			BMD of 2nd molar-1st molar			BMD of 1st molar-2nd premolar			BMD of middle part		
		Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n
L2	Normal	0.93	0.09	18	0.46	0.11	18	0.74	0.17	18	0.66	0.14	18	0.75	0.18	18
	Osteopenia	0.72	0.04	30	0.43	0.11	28	0.69	0.24	28	0.60	0.21	28	0.64	0.12	27
	Osteoporosis	0.51	0.08	10	0.29	0.07	10	0.46	0.16	10	0.45	0.14	10	0.51	0.12	10
L3	Normal	0.98	0.09	16	0.47	0.11	16	0.73	0.17	16	0.66	0.15	16	0.74	0.19	16
	Osteopenia	0.77	0.00	22	0.46	0.10	20	0.72	0.21	20	0.67	0.22	20	0.68	0.09	20
	Osteoporosis	0.62	0.08	26	0.34	0.09	26	0.57	0.23	26	0.50	0.16	26	0.59	0.14	26
L4	Normal	1.05	0.07	10	0.43	0.10	10	0.70	0.19	10	0.62	0.15	10	0.73	0.22	10
	Osteopenia	0.82	0.04	20	0.50	0.08	20	0.76	0.19	20	0.68	0.17	20	0.72	0.10	20
	Osteoporosis	0.69	0.21	34	0.36	0.10	32	0.58	0.23	32	0.53	0.20	32	0.60	0.14	32
L5	Normal	1.10	0.17	13	0.48	0.08	13	0.80	0.17	13	0.70	0.15	13	0.78	0.15	13
	Osteopenia	0.85	0.04	11	0.42	0.15	9	0.67	0.25	9	0.66	0.24	9	0.63	0.17	9
	Osteoporosis	0.67	0.12	38	0.39	0.11	38	0.61	0.22	38	0.55	0.19	38	0.63	0.14	38
TL	Normal	1.03	0.12	14	0.47	0.11	14	0.73	0.18	14	0.66	0.16	14	0.75	0.20	14
	Osteopenia	0.78	0.04	28	0.45	0.10	26	0.68	0.21	26	0.63	0.21	26	0.67	0.09	26
	Osteoporosis	0.61	0.09	22	0.34	0.08	22	0.58	0.24	22	0.51	0.17	22	0.59	0.15	22

Value: Mean (g/cm³)±S.D., n: number, BMD: bone mineral density, L2: 2nd lumbar vertebra, L3: 3rd lumbar vertebra, L4: 4th lumbar vertebra, L5: 5th lumbar vertebra, TL: total lumbar vertebra

Table 8. Classification of bone mineral density of the mandible by T-score of femur

		BMD			BMD of mandible angle			BMD of 2nd molar-1st molar			BMD of 1st molar-2nd premolar			BMD of middle part		
		Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n
N	Normal	0.86	0.25	18	0.49	0.11	17	0.74	0.16	17	0.68	0.17	17	0.74	0.18	17
	Osteopenia	0.61	0.05	22	0.40	0.11	20	0.67	0.27	20	0.60	0.22	20	0.60	0.14	20
	Osteoporosis	0.44	0.11	40	0.36	0.10	40	0.53	0.21	40	0.49	0.16	40	0.61	0.13	40
T	Normal	0.66	0.10	32	0.49	0.09	16	0.71	0.14	16	0.70	0.21	16	0.67	0.13	16
	Osteopenia	0.47	0.04	32	0.45	0.10	20	0.83	0.19	20	0.67	0.18	20	0.72	0.20	20
	Osteoporosis	0.36	0.07	16	0.34	0.10	42	0.48	0.18	42	0.46	0.13	42	0.59	0.12	42
IT	Normal	0.99	0.13	34	0.48	0.07	26	0.79	0.14	26	0.70	0.15	26	0.74	0.11	26
	Osteopenia	0.77	0.07	22	0.42	0.11	19	0.68	0.23	19	0.59	0.17	19	0.66	0.16	19
	Osteoporosis	0.57	0.11	24	0.32	0.09	33	0.45	0.16	33	0.44	0.16	33	0.53	0.12	33
TN	Normal	0.84	0.08	32	0.47	0.09	30	0.78	0.16	30	0.68	0.15	30	0.72	0.16	30
	Osteopenia	0.64	0.04	20	0.38	0.10	20	0.51	0.22	20	0.52	0.21	20	0.63	0.10	20
	Osteoporosis	0.56	0.22	28	0.33	0.11	28	0.52	0.20	28	0.47	0.16	28	0.56	0.14	28
W	Normal	0.81	0.33	16	0.49	0.09	16	0.71	0.14	16	0.70	0.21	16	0.67	0.13	16
	Osteopenia	0.46	0.04	20	0.45	0.10	20	0.83	0.19	20	0.67	0.18	20	0.72	0.20	20
	Osteoporosis	0.30	0.08	44	0.34	0.10	42	0.48	0.18	42	0.46	0.13	42	0.59	0.12	42

Value: Mean (g/cm³)±S.D., n: number, BMD: bone mineral density, N: femur neck, T: trochanter, IT: intertrochanter, TN: total femur neck, W: Ward's triangle

와 턱다리뼈목, 아래턱뼈 치밀뼈의 뼈밀도는 PMI (panoramic mandibular index)와 상관관계가 높다고 하였다. Kribbs 등(1989)은 X선미량밀도측정법(micro-densitometry)으로 측정된 아래턱뼈 뼈밀도는 단일양자흡수계측법(single photon absorptiometry)으로 측정된 아래

팔뼈(r=0.34), 칼슘 흡수(r=0.28)와 통계적으로 유의한 상관관계를 가지며, 몸전체 칼슘량과 아래턱뼈량 사이의 상관계수(0.54)가 높아 아래턱뼈가 아래팔뼈나 허리뼈보다 전체 몸통뼈대의 상태를 잘 반영할 것이라 하였다.

Table 9. Classification of bone mineral density of the mandible by T-score of forearm

		BMD			BMD of mandible angle			BMD of 2nd molar-1st molar			BMD of 1st molar-2nd premolar			BMD of middle part		
		Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n	Mean	SD	n
UD	Normal	0.47	0.09	26	0.48	0.07	26	0.79	0.14	26	0.70	0.15	26	0.74	0.11	26
	Osteopenia	0.36	0.03	19	0.42	0.11	19	0.68	0.23	19	0.59	0.17	19	0.66	0.16	19
	Osteoporosis	0.22	0.09	35	0.32	0.09	33	0.45	0.16	33	0.44	0.16	33	0.53	0.12	33
MID	Normal	0.64	0.07	25	0.46	0.09	25	0.78	0.17	25	0.69	0.17	25	0.71	0.12	25
	Osteopenia	0.51	0.04	14	0.48	0.08	14	0.76	0.16	14	0.64	0.15	14	0.75	0.12	14
	Osteoporosis	0.38	0.10	41	0.32	0.09	39	0.47	0.18	39	0.46	0.17	39	0.54	0.12	39
D1/3	Normal	0.73	0.06	30	0.46	0.08	30	0.77	0.17	30	0.68	0.17	30	0.73	0.12	30
	Osteopenia	0.61	0.06	8	0.49	0.10	8	0.73	0.14	8	0.64	0.15	8	0.74	0.15	8
	Osteoporosis	0.46	0.08	42	0.32	0.09	40	0.48	0.20	40	0.46	0.16	40	0.54	0.12	40
TFA	Normal	0.62	0.08	30	0.46	0.08	30	0.77	0.17	30	0.68	0.17	30	0.73	0.12	30
	Osteopenia	0.50	0.04	10	0.49	0.09	10	0.75	0.13	10	0.64	0.13	10	0.75	0.14	10
	Osteoporosis	0.36	0.07	40	0.32	0.08	38	0.46	0.18	38	0.45	0.16	38	0.53	0.11	38

Value: Mean (g/cm²)±S.D., n: number, BMD: bone mineral density, UD: ultra distal part of forearm, MID: mid-distal part of forearm, D1/3: 1/3 distal of forearm, TFA: total forearm

Table 10. Correlation between the mandible and cervical vertebrae

		BMD of mandible angle	BMD of 2nd molar-1st molar	BMD of 2nd molar-1st molar	BMD of 1st molar-2nd premolar	BMD of middle part
BMD of the C2	Pearson coefficient	.398**	.395**	.311*	.232	.363**
BMD of the C3	Pearson coefficient	.431**	.519**	.396**	.310*	.465**
BMD of the C4	Pearson coefficient	.484**	.537**	.449**	.367**	.429**
BMD of the C5	Pearson coefficient	.446**	.543**	.431**	.381**	.449**
BMD of the total C	Pearson coefficient	.472**	.525**	.416**	.337*	.454**

BMD: bone mineral density, C2: 2nd cervical vertebra, C3: 3rd cervical vertebra, C4: 4th cervical vertebra, C5: 5th cervical vertebra, C: cervical vertebra, *: $p < 0.1$, **: $p < 0.05$

Table 11. Correlation between the mandible and lumbar vertebrae

		BMD of mandible angle	BMD of 2nd molar-1st molar	BMD of 2nd molar-1st molar	BMD of 1st molar-2nd premolar	BMD of middle part
BMD of the L2	Pearson coefficient	.437**	.385**	.413**	.437**	.540**
BMD of the L3	Pearson coefficient	.516**	.430**	.435**	.459**	.561**
BMD of the L4	Pearson coefficient	.495**	.402**	.409**	.428**	.507**
BMD of the L5	Pearson coefficient	.446**	.430**	.378**	.393**	.405**
BMD of the total L	Pearson coefficient	.490**	.434**	.425**	.441**	.515**

BMD: bone mineral density, L2: 2nd lumbar vertebra, L3: 3rd lumbar vertebra, L4: 4th lumbar vertebra, L5: 5th lumbar vertebra, L: lumbar vertebra, **: $p < 0.05$

von Wowern (1977)은 아래팔뼈와 아래턱뼈 모두 치밀뼈 80%, 해면뼈 20%로 이루어진 치밀뼈이므로, 둘을 비교하는 것이 타당하다고 하였는데 본 연구의 결과에서는 턱뼈각의 뼈밀도와 아래팔뼈 먼쪽 1/3 부위의 뼈밀도 값이 평균 0.40 g/cm², 평균 0.34 g/cm²로 차이가

적게 나타났다.

Jonasson과 Kiliaridis (2005)는 치아가 없는 여성 160명을 대상으로 한 연구에서 아래팔뼈 뼈밀도가 아래턱뼈의 해면뼈 분포 양상과 가장 높은 상관관계($r=0.62$)를 나타낸다고 하였으며, Honer 등 (1996)은 아래팔뼈

Table 12. Correlation between the mandible and femur

		BMD of mandible angle	BMD of 2nd molar-1st molar	BMD of 2nd molar-1st molar	BMD of 1st molar-2nd premolar	BMD of middle part
BMD of the femur neck	Pearson coefficient	.483**	.430**	.441**	.402**	.312**
BMD of the trochanter	Pearson coefficient	.529**	.516**	.543**	.499**	.480**
BMD of the intertrochanter	Pearson coefficient	.601**	.534**	.495**	.528**	.498**
BMD of the total femur	Pearson coefficient	.607**	.557**	.545**	.542**	.490**
BMD of the Ward's triangle	Pearson coefficient	.435**	.385**	.426**	.368**	.240*

BMD: bone mineral density, *: $p < 0.1$, **: $p < 0.05$

Table 13. Correlation between the mandible and forearm

		BMD of mandible angle	BMD of 2nd molar-1st molar	BMD of 2nd molar-1st molar	BMD of 1st molar-2nd premolar	BMD of middle part
BMD of the UD	Pearson coefficient	.704**	.633**	.513**	.436**	.586**
BMD of the MID	Pearson coefficient	.716**	.661**	.558**	.478**	.620**
BMD of the distal 1/3 of forearm	Pearson coefficient	.742**	.697**	.618**	.523**	.652**
BMD of total forearm	Pearson coefficient	.729**	.673**	.571**	.481**	.621**

BMD: bone mineral density, UD: ultra distal part of forearm, MID: mid-distal part of forearm, **: $p < 0.05$

몸쪽과 먼쪽이 턱뼈각 ($r=0.52$), 아래턱뼈 몸통 ($r=0.73$), 턱뼈결합 ($r=0.44$)과 유의한 상관관계를 가진다고 하였다.

본 연구에서 아래턱뼈의 모든 항목과 아래팔뼈의 모든 항목은 높은 상관관계를 보였고, 아래턱뼈각 부위와 아래팔뼈 먼쪽 1/3 부위의 뼈밀도 사이의 상관계수가 0.742로 가장 높았고, 둘째작은어금니와 첫째큰어금니 사이의 뼈밀도와 아래팔뼈 먼쪽 뼈밀도 사이의 상관계수가 0.436으로 가장 낮았다. 따라서 아래턱뼈의 뼈밀도를 예측할 때 아래팔뼈의 뼈밀도를 비교하는 것은 타당성이 있다고 할 수 있다.

Klemetti 등(1993b)은 QCT로 측정된 아래턱뼈 뼈밀도와 이중에너지방사선흡수계측법으로 측정된 넙다리뼈목의 뼈밀도 사이에 상관관계가 있다고 하였다. Honer 등(1996)은 넙다리뼈목이 턱뼈각 ($r=0.38$), 턱뼈몸통 ($r=0.45$), 턱뼈결합 ($r=0.41$)과 상관관계가 있다고 하였으며, Kanis 등(2001)은 이중에너지방사선흡수계측법으로 측정된 넙다리뼈 몸쪽 뼈밀도가 골절의 위험을 예측하는 가장 좋은 인자라고 하였다.

본 실험에서 아래턱뼈와 넙다리뼈목의 뼈밀도는 모든 항목에서 서로 상관관계를 가지고 있었으며 턱뼈각과 넙다리뼈목 전체 사이의 상관관계 ($r=0.607$)가 가장 높아 턱뼈각의 ($r=0.607$) 뼈밀도를 예측함에 있어 넙다리뼈목 전체 부위를 비교하는 것은 의미 있는 것으로 판단된다.

Klemetti 등(1993b)은 QCT로 측정된 아래턱뼈 뼈밀도와 이중에너지방사선흡수계측법으로 측정된 허리뼈 사이에 상관관계가 있다고 하였으며, Honer 등(1996)은 허리뼈가 턱뼈각 ($r=0.52$), 턱뼈몸통 ($r=0.49$), 턱뼈결합 ($r=0.49$)과 상관관계가 있다고 하였다. Kribbs 등(1989)은 턱뼈각점(gonion)과 팔꿈치주변(cubitus)의 치밀뼈 두께는 척추뼈의 뼈밀도와 상관관계가 있다고 하였다.

본 실험에서는 아래턱뼈를 허리뼈뿐만 아니라 목뼈의 뼈밀도와도 함께 비교하였다. 아래턱뼈의 모든 항목과 둘째목뼈부터 다섯째목뼈 전체의 뼈밀도는 상관관계가 있었으며 첫째큰어금니와 둘째큰어금니 사이, 아래턱뼈의 뼈밀도와 다섯째목뼈의 뼈밀도의 상관관계 ($r=0.543$)가 있었다. 아래턱뼈의 부위별 뼈밀도와 둘째 허리뼈부터 다섯째허리뼈 전체의 뼈밀도는 아래턱뼈의 모든 항목과 상관관계를 보였으며 특히 아래턱뼈 앞니 부위의 뼈밀도와 셋째허리뼈의 뼈밀도와의 상관관계 값은 0.561이었다. 이와 같이 목뼈와 허리뼈의 뼈밀도는 아래턱뼈의 뼈밀도와 상관관계가 나타났으나, 턱뼈각과 목뼈의 상관계수 ($r=0.472$), 턱뼈각과 허리뼈의 상관계수 ($r=0.490$)는 턱뼈각과 아래팔뼈 먼쪽 1/3지점의 상관계수 ($r=0.742$), 턱뼈각과 넙다리뼈목 전체와의 상관계수 ($r=0.607$)보다 낮게 나타난 것을 확인할 수 있어 턱뼈각의 뼈밀도 예측은 아래팔뼈나 넙다리뼈목의 뼈밀도를 이용하는 것이 더욱 정확도가 높으리라 생각된다.

Kribbs (1990)는 골다공증군과 정상군 사이의 아래턱뼈 뼈밀도, 턱뼈각점 부위의 치밀뼈 두께, 아래턱의 치아 상태를 비교한 결과, 정상군의 아래턱뼈 뼈밀도(평균 0.574 g/cm²)가 골다공증군의 아래턱뼈 뼈밀도(평균 0.507 g/cm²)보다 큰 것으로 보아 골다공증이 아래턱뼈에 영향을 준다고 하였다.

본 연구에서는 몸통뼈대의 뼈밀도를 정상, 골감소증, 골다공증으로 분류하여 아래턱뼈의 부분별 뼈밀도를 비교해 보았다. 현재 아래턱뼈의 T-score를 측정할 수 없는 한계가 있지만, 본 자료는 몸통뼈대의 뼈밀도와 아래턱뼈의 뼈밀도의 비교를 통해 아래턱뼈의 T-score를 규정짓는 참고 자료가 될 것이다.

본 연구의 결과를 종합하면 아래턱뼈의 뼈밀도를 예측할 때 넙다리뼈목과 아래팔뼈 뼈밀도를 이용하는 것이 가장 정확도가 높으며, 골다공증일 때 몸통뼈대의 부위별 뼈밀도로 아래턱뼈의 뼈밀도 예측이 가능하다고 할 수 있다.

참 고 문 헌

- Amorim MAL, Takayama L, Jorgetti V, Pereira RMR : Comparative study of axial and femoral bone mineral density and parameters of mandibular bone quality in patients receiving dental implants. *Osteoporos Int* 17: 1494-1500, 2006.
- Bozic M, Ihan Hren N : Osteoporosis and mandibles. *Dentomaxillofac Radiology* 35: 178-184, 2006.
- Büchter A, Kleinheinz J, Wiesmann HP, Kersken J, Nienkemper M, Weyhrother H, Joos U, Meyer U : Biological and biomechanical evaluation of bone remodeling and implant stability after using an osteotome technique. *Clin Oral Implants Res* 16: 1-8, 2005.
- Cann CE, Genant Hk, Kolb FO, Ettinger B : Quantitative computed tomography for prediction of vertebral fracture risk. *Bone* 6: 1-7, 1985.
- Cho P, Schneider GB, Krisan K, Leler JC : Examination of the bone implant interface in experimentally induced osteoporotic bone. *Implant Dent* 13: 79-87, 2004.
- Friberg B, Ekestube A, Mellstron D, Sennerby L : Branemark implants and osteoporosis: a clinical exploratory study. *Clin Implant Dent Relat Res* 3: 50-56, 2001.
- Honer K, Devlin H, Alsop CW, Hodgkinson IM, Adams JE : Mandibular bone mineral density as a predictor of skeletal osteoporosis. *Br J Radiol* 69: 1019-1025, 1996.
- Honer K, Devlin H, Harvey L : Detecting patients with low skeletal bone mass. *J Dent* 30: 171-175, 2002.
- Jonasson G, Bankvall G, Kiliaridis S, Goteborg B : Estimation of skeletal bone mineral density by means of the trabecular pattern of the alveolar bone, its interdental thickness, and the bone mass of the mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 92: 346-352, 2001.
- Jonasson G, Jonasson L, Kiliaridis S : Changes in the radiographic characteristics of the mandibular alveolar process in dentate women with varying bone mineral density: 5 year prospective study. *Bone* 38: 714-721, 2006.
- Jonasson G, Jonasson L, Kiliaridis S : Skeletal bone mineral density in relation to thickness, bone mass, and structure of the mandibular alveolar process in dentate men and women. *Eur J Oral Sci* 115: 117-123, 2007.
- Jonasson G, Kiliaridis S, Gunnarsson R : Cervical thickness of the mandibular alveolar process and skeletal bone mineral density. *Acta Odontol Scand* 57: 155-161, 1999.
- Jonasson G, Kiliaridis S : Changes in the bucco-lingual thickness of the mandibular alveolar process and skeletal bone mineral density in dentate women: a five year prospective study. *Eur J Oral Sci* 113: 114-120, 2005.
- Kanis JA, Johnell O, Oden A, De Laet C, Mellstrom D : Diagnosis of osteoporosis and fracture threshold in men. *Calcif Tissue Int* 69: 218-221, 2001.
- Kiliaridis S, Bresin A, Holm J, Strid KG : Effects of masticatory muscle function on bone mass in the mandible of the growing rat. *Acta Anat (Basal)* 155: 200-205, 1996.
- Kin K, Kushida K, Yamazaki K, Okamoto S, Inoue T : Bone mineral density of the spine in normal Japanese subjects using dual-energy X-ray absorptiometry: effect of obesity and menopausal status. *Calcif Tissue Int* 49: 101-106, 1991.
- Klemetti E, Kolmakov S, Heiskanen P, Vainio P, Lassila V, Kuopio : Panoramic mandibular index and bone mineral densities in postmenopausal women. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 75: 774-779, 1993a.
- Klemetti E, Vainio P, Lassila V, Alhava E : Cortical bone mineral density in the mandible and osteoporosis status in postmenopausal women. *Scand J Dent Res* 101: 219-223, 1993b.
- Knezović ZD, Pandurić J, Korsić M, Dodig D : Assessment tools in early detection of osteoporosis in dentistry. *Arh Hig Rada Toksikol* 58: 33-39, 2007.
- Kribbs PJ : Comparison of mandibular bone in normal and osteoporotic women. *J Prosthet Dent* 63: 218-222, 1990.
- Kribbs PJ, Chesnut CH, Ott SM, Kilcoyne RF : Relationships

- between mandibular and skeletal bone in a population of normal women. *J Prosthet Dent* 63: 86-89, 1990.
- Kribbs PJ, Chesnut CH, Ott SM, Kilcoyne RF : Relationships between mandibular and skeletal bone in an osteoporotic population. *J Prosthet Dent* 62: 703-703, 1989.
- Lim LS, Hoeksema LJ, Sherin K : ACPM prevention practice committee: Screening for osteoporosis in the adult U.S. population: ACPM position statement on preventive practice. *Am J Prev Med* 36: 366-375, 2009.
- Martinez H, Davarpanah M, Missika P, Celletti R, Lazzara R : Optimal implant stabilization in low density bone. *Clin Oral Implants Res* 12: 423-432, 2001.
- Mazess RB, Barden H, Ettinger M, Schultz E : Bone density of the radius, spine, and proximal femur in osteoporosis. *J Bone Miner Res* 3: 13-18, 1988.
- Taguchi A, Tanimoto K, Sueti Y, Otani K, Wada T : Oral signs as indicators of possible osteoporosis in elderly women. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 80: 612-616, 1995.
- von Wowern N : Variation in structure within the trabecular bone of the mandible. *Scand J Dent Res* 85: 613-622, 1977.

Correlations of Bone Mineral Density between Mandible and Vertebra, Forearm, and Femur

Young-Tai Song[†], Youn-Kyoung Seo[†], Yu-Mi Jeon, Yun-Young Choi¹, Doo-Jin Paik

Department of Anatomy and Cell Biology, ¹Department of Nuclear Medicine, College of Medicine, Hanyang University

Abstract : Generally, osteoporosis is caused by the age-related physiologic bone loss. In cases of severe osteoporosis, the reduced bone mass and increased skeletal fragility make the risk of fracture high. Recently, the relationship between the mandible and the condition of the skeletal bone, the morphometric data about the quality and quantity of the mandible are very important in the diagnosis and treatment of osteoporosis.

This study was undertaken to clarify the correlations of the mineral density between mandible and other bones, to predict the bone mineral density (BMD) of the mandible.

Cervical (2nd~5th) and lumbar (1st~4th) vertebrae, the bones of forearm and proximal femurs, mandibles from 42-embalmed cadavers (22/M, 20/F, mean age: 66.95 years) were examined. The BMD was measured by dual energy X-ray absorptiometry. The data were analysed with SPSS 12.0 program according to age, gender, to verify the statistical significance.

1. The BMD in the mandibular areas were variable. The BMD in the angle of the mandible (mean 0.40 g/cm²) was similar with that of ultra-distal part of the forearm (mean 0.34 g/cm²).

2. The BMD in the mandible was highly correlated with that of around the forearm. The correlation coefficient between density in the angle, the part between 1st and 2nd molar, the part between 1st molar and 2nd premolar and incisor portion of the mandible and density in the 1/3-distal part of the forearm was high (r=0.742, 0.697, 0.618, 0.652). The correlation coefficient between density in the part between 1st and 2nd premolar and density in the total femur was high (r=0.542).

3. The BMD in the mandible was correlated with that of around the femur neck (r=0.607).

4. The correlation coefficient between the BMD in the 1st and 2nd molar of the mandible and the BMD in the 5th cervical vertebra was high (r=0.543). And also, the correlation coefficient between the BMD in the incisor area of the mandible and the BMD in the 3rd lumbar vertebra was high (r=0.561).

5. Bony status of the mandible was classified into normal, osteopenia, osteoporosis by BMD of WHO criteria. The data represented that BMD of the mandible was decreased as BMD of the skeletal bones decreased.

It is concluded that it could be possible to predict BMD of the mandible by the measurement of BMD in the forearm.

Keywords : Mandible, Vertebra, Bone of forearm, Femur, BMD

[†]These authors contributed equally to this work.

Correspondence to : Doo-Jin Paik (Department of Anatomy and Cell Biology, College of Medicine, Hanyang University)

E-mail : paikdj@hanyang.ac.kr