

Hounsfield unit을 이용한 임플란트 식립부위의 골질 평가

조선대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

문성용, 정미경, 김수관, 김학균

I. 서론

최근 임플란트 무치악의 재건을 위해 많이 사용되어 지고 있으며, 그 성공률은 환자의 전신적 건강 상태, 임플란트 재료의 생체 적합성, 술자의 술식, 골의 질과 양에 따라 좌우된다¹⁾. "bone quantity"는 임플란트 식립시 유용한 골의 양을 나타내고 "bone quality"는 골의 생리, 광화작용의 정도 등의 다양한 면을 종합적으로 평가하는 용어이다²⁾. Lekholm and Zarb는 피질 골과 해면골의 양을 비교하여 4가지 형태로 bone density를 분류하였고³⁾ 더 나아가 Misch는 드릴링 시 술자가 느끼는 감각에 따라 4가지 골질을 소개하였다⁴⁾. 술전에 임플란트 부위의 골량과 골질을 평가 하는 것은 매우 유용하게 사용될 수 있다. 왜냐하면 임플란트 실패율은 좋지 않은 골질에서 훨씬 높게 나타나기 때문이다. 골질과 임플란트 안정성의 상관관계를 조사한 Turkyilmaz와 Tumer의 논문에서 hounsfield unit(HU)과 quality가 좋지 않은 경우에 implant stability quotient (ISQ)가 낮은 것으로 보고하였다^{5,6)}.

1972년에 Godfrey Hounsfield는 computerized axial transverse scanning을 이용하여 치밀골과 해면골의 상대적인 분포정도를 파악하는 방법을 제시하였으며, Hounsfield unit(HU)으로 조직의 attenuation coefficients를 직접적으로 측정할 수 있다고 하였다.

Hounsfield scale은 공기, 물, dense bone의 density value를 기준으로 하고 있으며 각각 -1000, 0, +1000이다⁷⁾. Schwarz 등은 computerized tomography(CT) scan을 이용하여 술전에 환자의 골량에 대한 평가를 처음 소개하였다^{8,9)}. 이후 CT를 이

용하여 골의 형태와 골밀도에 대한 연구가 이루어졌다. Fanuscu등은 사체의 상,하악 치조골에서 HU를 측정하여 골 밀도를 조사한 결과 하악에서 51-529HU, 상악에서 186-389HU의 값을 보였다고 보고하였다¹⁰⁾.

본 연구에서는 매식체 주위 골조직의 HU를 간편하게 제공하는 Vimplant 2.0™ software(Cybermed, Seoul, Korea)를 이용하여 임플란트 식립부의 골밀도를 HU 스케일로 측정하고, 식립 부위에 따른 골질을 HU의 값에 따라 비교하고, 술중에 평가된 Lekholm and Zarb의 주관적 골질 분류법³⁾과 비교하여 분석함으로써 상관관계에 대해 연구하고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

2008년 4월부터 6월까지 조선대학교 치과병원에 임플란트를 위해 내원한 환자들 중 cone beam CT(CBCT)영상이 있는 13명의 환자, 33개의 임플란트 식립 부위를 대상으로 하였다. 그 중 여성이 8명, 남성이 6명이었으며 상악 전치부 3부위, 상악 구치부 14부위, 하악 전치부 6부위, 하악 구치부 10부위였다.

Cone beam CT의 촬영 장치로 CB Mercuray™(Hitachi, Tokyo, Japan)을 이용하여 DICOM 3.0 format의 512매 횡단면 영상을 얻었으며 관전압 120kVp, 관전류 15mA, 노출시간 9.6초의 조건하에 촬영하였다.

임플란트 식립부위에 Vimplant 2.0™ software(Cybermed, Seoul, Korea)를 이용하여 10mm × 3.25mm의 가상 임플란트를 시뮬레이션 하여 식립하였다(Fig. 1,2). 그리고 가상 임플란트 주위 2mm 골

조직의 골밀도를 HU 평균치로 계산하였다(Fig. 3).

이를 토대로 임플란트 식립부위 즉, 상악 전치부, 상악 구치부, 하악 전치부, 하악 구치부의 네 부위에 대한 HU를 비교하였다. 또한 술중에 임플란트를 식립한 한명의 술자가 평가한 골질과 비교하여 Mann-Whitney test를 통해 유의성을 검정하였다. 술자는 Lekholm과 Zarb의 분류에 따라 각각의 bone quality를 분류하였다³⁾.

Quality 1: 약골이 전반적으로 높은 밀도의 치밀골로 이루어진 경우

Quality 2: 높은 밀도의 해면골과 그를 둘러싸는 두터운 피질골

Quality 3: 높은 밀도의 해면골과 그를 둘러싸는 얇은 피질골

Quality 4: 낮은 밀도의 해면골과 그를 둘러싸는 얇은 피질골

III. 결과

33개의 임플란트 각각의 HU와 골질을 측정 한 후 (Table 1) 임플란트 식립 부위를 4부분으로 나누어 HU와 Lekholm & Zarb에 의한 bone quality를 비교한 결과 상악의 전치부에서는 HU의 평균값이 266.3, 상악 구치부에서는 166.1, 하악 전치부에서는 462.1, 하악 구치부에서는 418.3으로 나타났다(Table 2).

골질에 따라 나누어 비교한 결과 Q1의 평균 HU값은 496.9 Q2는 306.25, Q3은 194.14, Q4는 37.0으로 나타났으며 Q4는 모두 upper posterior area이었다 (Table 3). 또한 술중에 기록된 골질과 술전에 측정된 HU값 사이에는 HU값이 높을수록 bone quality가 좋을음을 보여주었으며, 이는 통계학적으로 유의한 상관관계를 보여주었다(Fig. 4).

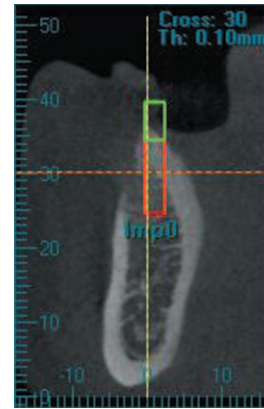


Fig. 1. Implant placement with Vimplant 2.0 software

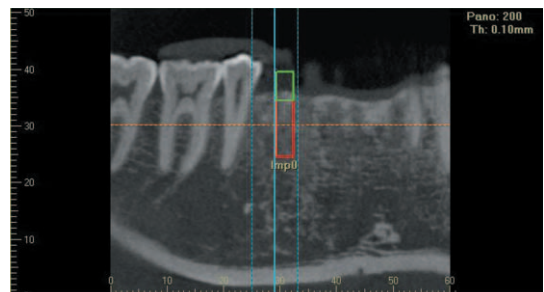


Fig. 2. Implant placement with Vimplant 2.0 software

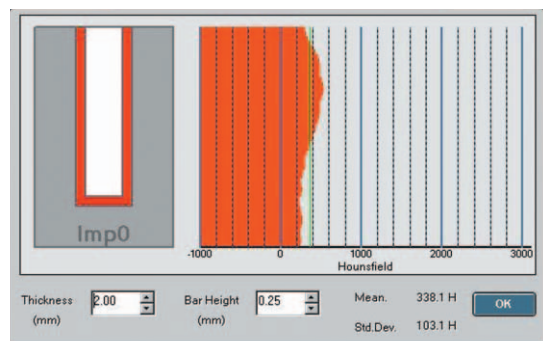


Fig. 3. Mean HU at the 2mm bone of peri-implant area

Table 1. Measurement of bone quality and Hounsfield units and implant site

Bone quality by Lekholm & Zarb	Hounsfield units (HU)	Implant site
1	452	LP
1	453	LP
1	406	LP
1	401	LA
1	498	LP
1	513	LP
1	607	LP
1	515	LA
1	504	LA
1	620	LA
2	308	LA
2	282	UP
2	191	UP
2	260	UP
2	270	UP
2	425	LA
2	250	LP
2	240	UA
2	320	UP
2	315	UA
2	389	LP
2	425	LP
3	190	LP
3	151	UP
3	110	UP
3	216	UP
3	244	UA
3	155	UP
3	223	UP
4	28	UP
4	69	UP
4	27	UP
4	24	UP

UP: upper posterior area, UA: upper anterior area
LP: lower posterior area, LA: lower anterior area

Table 2. Hounsfield unit and bone quality according to sites

Sites (n)	Hounsfield unit			Bone quality (n)
	Max	Mean	Min	
Upper anterior area (n=3)	315	266.3	244	Q2(2),Q3(1)
Upper posterior area (n=14)	320	166.1	24	Q2(5),Q3(5),Q4(4)
Lower anterior area (n=6)	620	462.1	308	Q1(4)>Q2(2)
Lower posterior area (n=10)	607	418.3	190	Q1(6),Q2(3),Q3(1)

Table 3. Hounsfield unit and implant site according to bone quality

Bone quality (n)	Hounsfield unit			Sites (n)
	Max	Mean	Min	
Q1 (n=10)	620	496.9	401	LP (6) ,LA (4)
Q2 (n=12)	425	306.25	191	UP(5),LP(3),LA(2),UA(2)
Q3 (n=7)	244	184.14	110	UP(5),LP(1),UA(1)
Q4 (n=4)	69	37.0	24	UP (4)

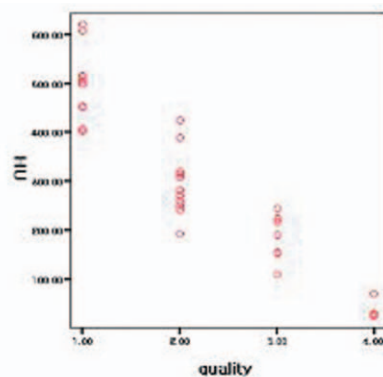


Fig. 4. Scatter plot illustrating the relationship between Hounsfield Units and the Lekholm and Zarb ratings. (Mann-Whitney test: $P < 0.001$)

IV. 총괄 및 고찰

불량한 골질에서 임플란트의 실패율이 높은 것으로 많은 문헌에서 보고하고 있으며^{5,6,11,12)} 그러므로 시술 전 골의 상태를 평가하는 것은 임플란트의 성공률을 높일 수 있는 한 방법이다. CT를 이용했을 경우 골의 양과 질 모두를 평가할 수 있는 장점이 있으며 HU를 직접적으로 측정할 수 있다. Quantitative cone-beam computerized tomography (QCBCT)와 quantitative computerized tomography (QCT)사이의 HU를 비교한 논문에서 Aranyarachkul 등은 전반적으로 QCBCT의 HU가 높았다고 보고하였다¹³⁾.

Vimplant 2.0™ software를 이용한 결과에서 하악 전치부 대부분이 Q1이었고 Q4의 전부가 상악 구치부였다. 하악 전치부와 구치부에서 대부분 골질이 우수한 것으로 나타났으며 Hounsfield unit의 평균치도 높았다. 본 논문의 결과와 유사하게 Rubelisa등도 type1은 400HU 이상, type2와 3은 200에서 400 HU, type4는 200이하인 것으로 보고하고 있다²⁾. 이번 연구에서 부위별 HU 평균치의 순서는 하악 전치부>하악 구치부>상악 전치부>상악 구치부로 나타났으나 악골의 부위별로 나누어 조사한 Turkyilmaz등의 논문에서는 하악 전치부가 944.9 HU(mean) >상악 전치부 715.8 HU>하악 구치부 674.3 HU>하악 구치부 455.1 HU의 순서를 보여주고 있다¹⁾.

Cadaver를 대상으로 한 여러 연구 중에 Shahlaie등은 9구의 human cadaver의 62개 임플란트 식립 부위를 조사한 결과 18-1265 HU 범위의 bone density가 나타났다고 보고하였다⁴⁾.

Norton과 Gamble의 연구에서, 32개의 CT영상을 대상으로 Hounsfield unit을 이용하여 골질을 평가하였다. 가상 임플란트 주변 1mm의 골질을 평가하였으며 HU는 77에서 1421까지 나타났다. 전치부와 구치부 사이의 큰 차이는 없었으며 시술시 type 2와 type 3 두 그룹의 bone quality 차이를 느끼는 것이 어렵기 때문에 한 그룹으로 보았다¹⁵⁾. 또한 Shapurian등은

HU와 골질을 비교한 논문에서 HU와 type 4와의 관계가 가장 유의할 만 하다고 밝혔다¹⁶⁾.

상악과 하악의 피질골과 해면골의 HU를 평가한 Park등의 논문에서, 상악은 견치와 소구치 부위에서 가장 높고, 상악 결절부위에서 가장 낮은 density를 나타냈으며 하악에서는 상악보다 높고, 전치부에서 후구치 부위로 갈수록 높아지는 density를 나타낸다고 보고하였다¹⁷⁾. Bassi등은 골의 흡수에 따른 bone density를 조사하였는데, 무치악 부위보다 치아가 있는 부위가, 여성보다 남성에서 density가 높다고 밝혔다. 그러나 흡수된 비율과 density와는 상관관계가 없는 것으로 보고하였다¹⁸⁾. Lee등은 삽입토크와 HU사이에는 높은 상관관계가 있으며 drilling시 bone density를 구별하기 위해서는 180 HU 이상의 차이가 있어야 한다고 하였다¹⁹⁾.

본 연구에서 골질에 따른 HU의 값으로 술전에 골질을 평가하여 술중에 측정된 골질과의 비교에서, 통계학적으로 유의한 차이를 보였으며, 이는 술전 CT를 통하여 골량 및 골질에 대한 평가가 이루어질 수 있음을 보여주었다. 추후 더 많은 데이터를 통하여 HU값에 대한 기준치의 범위를 제시할 수 있는 연구가 필요하며, 술전 불량한 골질부위에 임플란트 매식시 불량한 골질의 회복을 위한 외과적 술식 후에 변화된 HU값 측정의 연구가 더 이루어지면 좋을 것으로 사료된다.

V. 결론

임플란트 성공률이 많이 향상된 현재에도 실패는 여전히 존재한다. 그 중 골질이 불량한 상악구치부위의 실패가 많은 것은 사실이다. 본 연구에서 술전 CT를 이용한 골질의 평가에서 술중에 기록된 골질과 상관관계를 이루는 것을 알 수 있었으며, 또한 술전 CT상에서 측정된 HU의 값이 골질에 따라 차이가 있음을 알 수 있었다. 이를 바탕으로 골질이 좋지 못한 부위에 임플란트 매식을 해야 하는 경우에는 술전에 양호한 골질을 확보하기 위한 외과적 술식을 계획하고 계

획에 맞게 시술을 하게 된다면, 골질이 좋지 못한 부위에 임플란트 성공률에 향상을 가져올 수 있을 것으로 기대한다.

REFERENCES

1. Turkyilmaz I, Tözüm TF, Tumer C. Bone density assessments of oral implant sites using computerized tomography. *J Oral Rehabil* 2007;34:267-72.
2. de Oliveira RC, Leles CR, Normanha LM, Lindh C, Ribeiro-Rotta RF. Assessments of trabecular bone density at implant sites on CT images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;105:231-8.
3. Lekholm U, Zarb GA. Patient selection. In: Brånemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T (eds). *Tissue-Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Chicago: Quintessence, 1985;199-209.
4. Misch C. Classifications and treatment options of the completely edentulous arch on implant dentistry. *Dent today*, 1990; 28-30.
5. Turkyilmaz I, Tumer C, Ozbek EN, Tözüm TF. Relations between the bone density values from computerized tomography, and implant stability parameters: a clinical study of 230 regular platform implants. *J Clin Periodontol* 2007;34:716-22.
6. Turkyilmaz I, Tözüm TF, Tumer C, Ozbek EN. Assessment of correlation between computerized tomography values of the bone, and maximum torque and resonance frequency values at dental implant placement. *J Oral Rehabil* 2006;33:881-8.
7. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography): Part I. Description of system. *Br J Radiol* 1995;68:166-72.
8. Schwarz MS, Rothman SLG, Rhodes ML, Chafez N. Computed tomography: Part I. Preoperative assessment of the mandible for endosseous implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1987;2:133-141.
9. Schwarz MS, Rothman SLG, Rhodes ML, Chafez N. Computed tomography: Part II. Preoperative assessment of the maxilla for endosseous implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1987;2:133-148.
10. Fanuscu MI, Chang TL. Three-dimensional morphometric analysis of human cadaver bone: microstructural data from maxilla and mandible. *Clin Oral Implants Res* 2004;15:213-8.
11. Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Brånemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. *J Periodontol* 1991;62:2-4.
12. Martinez H, Davarpanah M, Missika P, Celletti R, Lazzara R. Optimal implant stabilization in low density bone. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:423-32.
13. Aranyarachkul P, Caruso J, Gantes B, Schulz E, Riggs M, Dus I, Yamada JM, Crigger M. Bone density assessments of dental implant sites: 2. Quantitative cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:416-24.
14. Shahlaie M, Gantes B, Schulz E, Riggs M, Crigger M. Bone density assessments of dental implant sites: 1. Quantitative computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:224-31.
15. Norton MR, Gamble C. Bone classification: an objective scale of bone density using the computerized tomography scan. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:79-84.
16. Shapurian T, Damoulis PD, Reiser GM, Griffin TJ, Rand WM. Quantitative evaluation of bone density using the Hounsfield index. *Int J Oral*

Maxillofac Implants 2006;21:290-7.

17. Park HS, Lee YJ, Jeong SH, Kwon TG. Density of the alveolar and basal bones of the maxilla and the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:30-7.

18. Bassi F, Procchio M, Fava C, Schierano G, Preti G. Bone density in human dentate and edentulous mandibles using computed tomography. *Clin Oral Implants Res* 1999;10:356-61.

19. Lee S, Gantes B, Riggs M, Crigger M. Bone density assessments of dental implant sites: 3. Bone quality evaluation during osteotomy and implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:208-12.

Abstract

Bone density assessments of dental implant sites using the Hounsfield unit

Seong-Yong Moon, Mi-Kyung Jung, Su-Gwan Kim, Hak-Kyun Kim

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Chosun University

Purpose : To evaluate density of alveolar bone of the maxilla and the mandible on DICOM images(V Implant software) and compare with the bone quality of during installed implant.

Materials & Methods : Thirty-three implant sites of thirteen patients were selected, and bone quality was measured with V implant imaging software(Cybermed, Seoul, Korea). Objective scale of the bone density based on the Hounsfield unit and evaluation of correlation between bone density value and subjective quality score when implant was installed.

Results : Mean density of Hounsfield unit of Upper anterior area was 266.3 HU, upper posterior area was 166.1 HU, lower anterior area was 462.1 HU, lower posterior area was 418.3 HU. Mean Hounsfield units according to bone quality was Q1-496.9 HU, Q2-306.25HU, Q3-184.14HU, Q4-37.0HU.

Conclusion : Measurement of Hounsfield unit can be helpful as a valuable supplement to bone density evaluation before implant installation.

Keywords : Hounsfield unit, bone density, Implant, bone quality