

컴퓨터 영상을 이용한 임플란트 식립부위의 골밀도와 조직학적 연구

손장호 · 최병환 · 박수원 · 조영철 · 성일용 · 이지호* · 변기정

울산대학교 의과대학 울산대학병원 구강악안면외과학교실
울산대학교 의과대학 산업의학과*

Abstract

BONE DENSITY AND HISTOMORPHOMETRY ASSESSMENT OF DENTAL IMPLANT USING COMPUTERIZED TOMOGRAPHY

Jang-Ho Son, Byung-hwan Choi, Soo-Won Park, Yeong-Cheol Cho, Iel-Yong Sung, Ji-Ho Lee*, Ki-Jung Byun
Department of Oral and maxillofacial Surgery, College of medicine, Ulsan University Hospital, Ulsan University,
**Department of Occupational and Environmental Medicine, College of medicine, Ulsan University Hospital, Ulsan University*

Bone density in the recipient implant site seems to be an important factor for long term success of endosseous implants. Preoperative evaluation of bone density is very helpful to assist the clinician with the treatment planning of implant therapy. Accurate information on bone density will help the surgeon identify suitable implant sites, thereby improving the success rate of the procedure.

Purpose: The aim of this study was to evaluate a correlation between bone density measured preoperatively with computerized tomography and histologically measured bone density by bone biopsy.

Patients and methods: Twenty seven patients were selected. All the patients were in good health, with no systemic disorder and additional bone graft. Preoperatively the patients underwent CT scanning to evaluate Hounsfield Unit(HU). Each patients wore a surgical template for implant placement. During surgery 2mm in diameter and 6mm in length specimens were taken. Histomorphometric analysis was performed using digitalized image analysis software Axiovision 4.3. Also, the Resonance frequency analysis(RFA) and insertion torque values were recorded.

Results: The highest histomorphometric values was found in the posterior mandible 32.3 ± 3.8 , followed by 29.9 ± 2.6 for the posterior maxilla, 29.4 ± 2.6 for the anterior maxilla, 28.6 ± 2.3 for the anterior mandible($p=0.214$). The hounsfield unit was 989.2 ± 258.1 in the posterior mandible, 845.0 ± 241.5 in the anterior maxilla, 744.5 ± 92.6 in the anterior mandible, 697.3 ± 136.9 in the posterior maxilla($p=0.045$). This results may suggest that there are strong correlation between the histomorphometric values and hounsfield unit($r=0.760$, $p<0.05$). The RF measurements were 81.9 ± 2.4 ISQ in the posterior mandible, 79.0 ± 1.4 ISQ in the anterior mandible, 78.3 ± 4.6 ISQ in the posterior maxilla, 76.5 ± 5.0 ISQ in the anterior maxilla($p=0.048$). The insertion torque values was 43.2 ± 4.2 Ncm in the posterior mandible, 42.0 ± 0.0 Ncm in the anterior mandible, 41.3 ± 4.1 Ncm in the posterior maxilla, 40.8 ± 3.8 Ncm in the anterior maxilla($p=0.612$). This results may suggest that there are statistical significance between the hounsfield unit and the insertion torque values($r=0.494$, $p<0.05$), the histomorphometric values and the insertion torque values($r=0.689$, $p<0.05$). But there was no correlation between histomorphometric values and ISQ. There was no statistical significance in age and gender effect on parameters.

Conclusions: There was significant correlations between bone density and implant stability parameters. The bone density measurements using preoperative CT may help clinicians to predict primary stability before implant insertion, which is associated with implant survival rates.

Key words: Bone density, Dental implants, Computerized tomography

*이 논문은 울산대학교병원(생의과학연구소 학술연구비)의 지원을 받아 연구되었음 (08-11)

I. 서 론

현재까지 임플란트는 상실된 치아를 재건하고, 저작 기능을 회복하는데 가장 좋은 방법으로 알려져 있고, 많은 논문에서 90%이상의 성공률을 보이고 있다¹⁾. 이러한 임플란트의 성공률은 주로 환자의 전신상태, 술자의 숙련도, 임플란트의 외과적 시술과정, 임플란트 표면처리, 환자의 저작습관 등 여러 가지 요소에 의존하지만 무엇보다도 임플란트 식립부위의 골질이 가장 중요하다²⁻³⁾. 골질의 정확한 평가는 술자가 임플란트의 정확한 식립부위를 알 수 있어 결국 임플란트의 성공률을 높일 수 있다. 일반적으로 하악골이 상악골보다 골밀도가 높고, 하악 전치부가 가장 골밀도가 높은 것으로 알려져 있다. 상악 구치부가 임플란트의 실패율이 가장 높는데 이 부위가 골량이나 골밀도가 가장 부족하기 때문이다. 임플란트 식립부위의 골질을 분석하기 위한 노력들이 있어 왔는데 Lekholm과 Zarb⁴⁾는 방사선학적으로 골질을 4등급으로 분류하였고, 1993년 Misch⁵⁾는 드릴링시 술자가 느끼는 단단한 정도에 따라 골질을 분류하였다. 그 외에도 2001년 Norton과 Gamble은⁶⁾ 골밀도분석에 Computerized tomography(CT)를 이용한 것을 보고하였다. Norton과 Gamble은 CT와 조직학적 검사를 이용하여 Lekholm과 Zarb의 골분류를 비교하였는데, 훨씬 더 다양하게 골질이 분류되는 것을 경험하였다. CT상에서는 임플란트 식립부위의 골량과 위치를 알 수 있게 해 줄 뿐만 아니라 Hounsfield Unit(HU)을 이용하여 골밀도를 알 수 있다. 이 HU를 이용하여 악골의 골밀도를 알 수 있는데, 일반적으로 HU는 공기, 물, 치밀골 등에 따라 다르게 나타나며, 물일때를 0 으로 해서 -1000에서 +3000까지 다르게 나타날 수 있다. 악골에서는 HU이 일반적으로 치밀골일때는 >600HU, 해면골일 때는 <200로 나타난다고 보고되었지만⁷⁾ 이것은 CT 기계종류에 따라 다르게 나타날 수 있다. CT는 일반 방사선 사진에서와는 달리 치밀골과 해면골의 상태를 알 수 있고, HU값을 알 수 있기 때문에 골밀도를 측정할 수 있는 좋은 방법이라 할 수 있다⁸⁾.

임플란트 식립의 성공여부를 결정하는 요인중의 하나가 초기고정성이라 할 수 있다. 이 초기고정성은 골밀도와 관련이 깊고, 식립시 토크(Torque)나 임플란트 매식체와 주위골과의 적합성을 측정함으로써 어느 정도 예측이 가능하다. Johansson과 Strid⁹⁾는 토크를 이용하여 골밀도를 간접적으로 측정하는 방법을 제안하였고, Meredith등¹⁰⁾은 공명주파수분석(resonance frequency analysis)을 이용하여 매식체와 주위골과의 적합성을 측정하였다. 공명주파수분석은 임플란트 식립의 초기고정성을 측정할 수 있을 뿐 아니라, 임플란트의 성공여부를 주기적으로 측정할 수 있는 방법이라 할 수 있다. 골밀도 분석을 위해 Thomsen등¹¹⁾은 골의 조직검사소견을 보고하였고 Devlin¹²⁾은 densitome-

try를 골밀도 분석에 사용하였다. Hans등¹³⁾은 초음파를 이용하여 골밀도를 분석하였다. 그러나 이런 방법은 골밀도를 분석하는데는 도움을 줄 수 있지만, 실제로 임플란트를 식립하는 임상가에게는 도움이 되지 못했다.

본 연구는 임플란트 성공에 있어서 가장 중요한 골밀도와 임플란트 매식체의 초기 고정성을 CT를 이용해 예상해 보는 것이다. 임플란트 식립부위의 치조골을 채취하여 조직학적으로 분석하고, 이것을 CT상의 HU와 비교, 분석한다. 토크와 공명주파수도 측정하여 HU와 어느 정도 상관관계가 있는지 알아보고자 한다. 만약에 술전에 임플란트 식립부위의 골밀도를 포함한 충분한 조건을 알 수 있다면, 임플란트의 성공률을 높일 수 있을 것이다. 이에 저자 등은 임플란트 식립을 위해 본원에 내원한 환자들을 대상으로 술전에 CT를 찍고, 실제 임플란트 식립시의 소견과 비교하여 CT가 임플란트 시술시 예측인자로 사용가능한지에 대해 알아보고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

2008년 3월부터 5월까지 3개월동안 울산대학교병원 구강악안면외과에서 임플란트를 식립한 환자를 대상으로 연구하였다. 연구의 표준성을 위해 전신질환이 없고, 최근 1년 이내에 발치한 적이 없는 부위를 선택하였고, 골이식등의 부가적인 시술을 하지 않은 환자 27명을 대상으로 술전에 임플란트 식립부위에 수술용 stent를 이용하여 CT로 식립부위를 확인하고, 통상의 임플란트 식립과정을 거쳐서 임플란트를 식립하였다. 골밀도를 확인하기 위해 하악구치부(zone 1), 상악구치부(zone 2), 상악전치부(zone 3), 하악전치부(zone 4)등의 4 부분으로 나누었고, 임플란트 재료는 두께 4.0mm, 길이 11.5mm(Osstem® US II, Korea)로 통일하였다. 모든 시술은 1인의 구강악안면외과의사에 의해 이루어졌으며, 울산대학교병원 생명윤리 심의위원회의 승인하에 이루어졌다.

2. 연구방법

1) 골조직 채취 및 조직검사

Surgical stent를 이용하여 미리 CT상에서 임플란트를 식립할 부위의 치조골을 내경이 2mm, 길이 6mm인 Trephine bur를 이용하여 골조직을 채취하였다. 일반적으로 임플란트 매식체의 두께는 4mm이므로 Trephine bur에 의한 두께는 임플란트의 초기 고정에 영향을 주지 않는다. 채취된 골조직을 4% paraformaldehyde 고정액에 24시간 동안 고정시킨 후 증류수 1750 ml에 250 g의 EDTA

와 25 g의 NaOH를 녹인 탈회액에 7주간 탈회시켰다. 그 후 조직을 조직캡슐에 넣어 흐르는 물에 12시간동안 수세한 다음, 통상적인 방법에 따라 alcohol과 xylene으로 탈수와 투명화를 한 후 paraffin에 포매하고 6 μm 두께의 시상연속절편을 만들었다. 하악골의 깊이에 따른 뼈형성 정도를 관찰하기 위해 표본을 H-E법으로 염색하여 표본을 광학현미경 (Zeiss Axioscop, Germany)으로 검사하였다. H-E로 염색된 표본을 각 군당 상,중,하 3개씩 선택하여 광학현미경 (Zeiss Axioscop, Germany)을 통하여 카메라 (AxioCam MRC⁵, Zeiss, Germany)로 찍고 컴퓨터를 이용한 영상분석장치 (AxioVision 4.3, Germany)를 이용하여 뼈조직의 density를 측정하여 평균값을 구하였다(Fig. 1).

2) Hounsfield Unit (HU)측정

이 연구를 위해 울산대학교병원 영상의학과 의 Computerized tomography (CT)를 사용하였다. 사용된 CT는 독일 Zimmer[®]사의 16Ch Somatom이다 (120Kv, 80mAs). 노출 시간은 4초이고, slice두께는 0.75mm이다. 술전에 수술용 stent를 사용하여 식립 부위를 정하고, CT상의 시상면에서 식립 부위의 stent를 기준으로 채취된 골조직 양만큼의(2mm X 6mm) HU를 측정하였다. HU측정의 정확성을 위해 CT상에서 채취된 골조직 양과 동일한 크기의 ROI(Region of Interest)를 정하고, 수술용 stent의 hole중앙부위에서 측정하여 평균값을 구하였다(Fig. 2).

3)공명주파수분석(resonance frequency analysis)과 Torque 측정

공명주파수분석을 위해 Osstell™ mentor를 사용하여 ISQ(Implant Stability Quotient)를 측정하였다. ISQ는 골과 임플란트 매식체와의 결합력을 나타내는 것으로 골질과 임플란트의 초기 고정성을 평가해 줄 수 있다. 일반적으로 ISQ는 1-100사이로 측정되며 평균 70정도로 측정된다. 임플란트를 식립하고, 즉시 임플란트 매식체의 4군데, 협측, 설측, 근심측, 원심측에서 ISQ값을 측정하였고, 그 평균값을 정하였다.

토크측정을 위해 INTRAsurg300plus motor(Kavo[®], Germany)를 사용하였다. 이 기구는 임플란트 식립을 위해 6단계로 프로그램이 내장되어 있고, 골조직에 드릴링시에는 11-1,500 rpm, 임플란트 매식체 식립시에는 10-50 rpm을 사용할 수 있다. 임플란트 식립시 토크는 4-55 Ncm으로 표시된다. 임플란트를 식립한 후 motor상에 표시되는 최대 토크값을 기록하였다.

3. 통계분석

총 27명의 연구대상자에 대해 부위별로 골밀도, 이차 ISQ 값, HU 값, 토크 값을 측정하였다. 적합도 검정을 위해 Kolmogorov-Smirnov test를 실시한 결과 정규분포를 벗어난 변수는 없었다. 성별, 연령군별(39세미만, 40대, 50대 및 60세 이상), 부위별 차이를 분석하기 위해 t-test와 ANOVA를 실시하였다. 또한, 뼈밀도, 이차 ISQ 값, HU 값, 토크 값 사이의 관련성여부를 파악하기 위해 상관분석을 실시하였다.

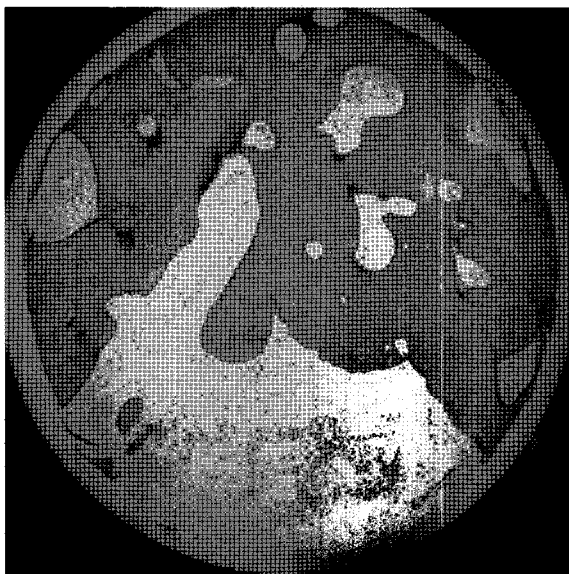


Fig. 1. Histologic micrograph of one of the bone biopsy. (H & E stain, X40).

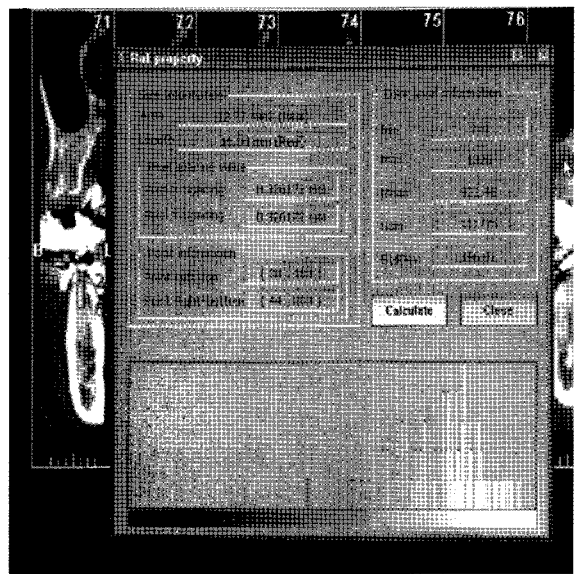


Fig. 2. Image of transaxial cut of CT designated mandibular implant site. The hounsfield unit measurement feature of CT was utilized to evaluate the bone density.

Ⅲ. 연구결과

1. 조직학적 분석

총 27명의 환자에서 채취된 치조골을 조직학적 골밀도를 분석한 결과, 남자가 31.5 ± 3.7 , 여자가 29.8 ± 2.6 로 남자가 다소 높게 나왔지만 통계적 유의성은 없었다($p=0.212$)(Table 1). 나이별로는 30대와 50대가 다소 높게 나왔지만 통계적 유의성은 없었다($p=0.235$)(Table 2). 부위별 조직학적 검사에서는 하악구치부(zone 1)가 32.3 ± 3.8 , 상악구치부(zone 2) 29.9 ± 2.6 , 상악전치부(zone 3) 29.4 ± 2.6 , 하악전치부(zone 4) 28.6 ± 2.3 순이었다($p=0.214$)(Table 3).

2. HU측정

CT상에서 HU수치는 남자가 862.3 ± 261.0 , 여자가

864.8 ± 231.0 로 나타났고(Table 1), 연령별로는 50대에서 가장 높은 것으로 나타났다(Table 2). 임플란트 식립 부위에 따른 HU값은 하악구치부 989.2 ± 258.1 , 상악전치부 845.0 ± 241.5 , 하악전치부 744.5 ± 92.6 , 상악구치부 697.3 ± 136.9 순서로 나타났다($p=0.045$)(Table 3).

3. 공명주파수측정

Osstell™ mentor를 이용한 공명주파수측정에서는 여자가 81.3 ± 2.7 , 남자가 78.9 ± 4.4 로 여자가 다소 높게 나타났다(Table 1). 연령별로는 모든 연령대에서 비슷한 결과가 나와서 통계학적으로 유의성은 없었다($p=0.863$)(Table 2). 부위별로는 하악구치부 81.9 ± 2.4 , 하악전치부 79.0 ± 1.4 , 상악구치부 78.3 ± 4.6 , 상악전치부 76.5 ± 5.0 순이었다($p=0.048$)(Table 3).

Table 1. Comparisons of mean histomorphometric density(HMD), implant stability quotient(ISQ), hounsfield unit(HU), and maximun insertion torques(MIT) between sex.

	No	HMD	ISQ	HU	MIT
Male	17	31.5 ± 3.7	78.9 ± 4.4	862.3 ± 261.0	42.4 ± 3.6
Female	10	29.8 ± 2.6	81.3 ± 2.7	864.8 ± 231.0	41.9 ± 4.7
p value		0.212	0.131	0.980	0.778

Values are mean \pm standard deviation(s.d.).

* p values were taken by t-test

Table 2. Results of ANOVA for mean histomorphometric density(HMD), implant stability quotient(ISQ), hounsfield unit(HU), and maximun insertion torques(MIT) according to age group.

	No	HMD	ISQ	HU	MIT
Below 39 yrs	6	32.7 ± 4.7	80.3 ± 4.0	914.8 ± 311.0	44.7 ± 3.8
40 yrs	9	29.7 ± 2.4	80.1 ± 4.0	813.2 ± 210.6	40.1 ± 3.6
50 yrs	6	32.0 ± 3.7	78.5 ± 5.3	970.5 ± 292.7	43.7 ± 3.8
Over 60 yrs	6	29.7 ± 2.3	80.0 ± 3.2	779.3 ± 175.3	41.3 ± 3.3
p value		0.235	0.863	0.502	0.101

Values are mean \pm standard deviation(s.d.).

Table 3. Results of ANOVA for mean histomorphometric density(HMD), implant stability quotient(ISQ), hounsfield unit(HU), and maximun insertion torques(MIT) according to implant site.

	No	HMD	ISQ	HU	MIT
Zone 1	13	32.3 ± 3.8	81.9 ± 2.4	989.2 ± 258.1	43.2 ± 4.2
Zone 2	8	29.9 ± 2.6	78.3 ± 4.6	697.3 ± 136.9	41.3 ± 4.1
Zone 3	4	29.4 ± 2.6	76.5 ± 5.0	845.0 ± 241.5	40.8 ± 3.8
Zone 4	2	28.6 ± 2.3	79.0 ± 1.4	744.5 ± 92.6	42.0 ± 0.0
p value		0.214	0.048	0.045	0.615

Values are mean \pm standard deviation(s.d.).

Zone 1 : Posterior Mandible, Zone 2 : Posterior Maxilla, Zone 3 : Anterior Maxilla, Zone 4 : Anterior mandible

4. Torque

토크 측정 결과는 남자가 42.4±3.6, 여자가 41.9±4.7로 나타났고(Table 1), 연령별로는 통계적 유의성이 없었다(p=0.101)(Table 2). 부위별로는 하악구치부 43.2±4.2 하악전치부 42.0±0.0, 상악구치부 41.3±4.1, 상악전치부 40.8±3.8순이었다(p=0.615)(Table 3).

5. 통계학적 분석

변수들 간의 성별간 차이를 파악하기 위해 t-test를 실시한 결과 나이는 남자가 작았고, 골밀도는 남자가 다소 높았으나 통계학적으로 유의한 차이는 아니었다. ISQ, HU값, 및 토크는 성별간 차이가 거의 없었다(Table 1). 연령군에 따른 변수간 차이를 분산분석을 통해 분석한 결과 골밀도, HU값, 토크가 40대와 60세 이상에서 낮게 나타났으나 연령군간에 통계적으로 의미있는 차이는 발견하지 못했다(Table 2). 임플란트 위치에 따른 변수간의 차이를 분산분석을 통해 살펴본 결과 하악구치부에서 골밀도, ISQ, HU값 및 토크가 다른 군에 비해 높았으며, ISQ값과 HU값은 군간에 통계적으로 의미있는 차이가 있었다(Table 3). 각 변수간의 관련성을 상관분석을 통해 파악한 결과 골밀도와 HU값 및 토크는 상관계수가 각각 0.760 및 0.689였고, 토크와 HU값 간의 상관계수도 0.494로 나타났으며 통계학적으로 의미가 있었다. 나이와 골밀도, ISQ 및 토크는 역상관이 있었지만 통계적으로 의미를 발견할 수 없었다(Table 4).

IV. 총괄 및 고찰

임플란트 치료의 성공을 위해서 골밀도를 평가하는 것은 임플란트의 성공률을 높이는 요소 중에서 가장 중요하다고 할 수 있다. 많은 저자들이 임플란트 성공률을 높이기 위해 노력해 왔으며, 특히, 임플란트의 초기 고정성이 매우 중요하다고 하였다¹⁴⁾. 초기 고정성을 얻는데 중요한 요인으로는 임플란트 매식체의 표면구조, 식립과정, 골량과 골밀도를

Table 4. Correlation coefficients between the variables.

ISQ	0.107			
HU	0.760*	0.181		
Age	-0.157	-0.144	0.003	
MIT	0.689*	0.005	0.494*	-0.122
	HMD	ISQ	HU	Age

Abbreviations are mean No : Numbers of patients,
HMD : histomorphometric density,
HU : hounsfield unit, ISQ : implant stability quotient,
MIT : maximun Insertion torque

* p<0.05

생각할수 있다¹⁵⁾. 기술의 발달에 따라 임플란트 표면의 구조도 식립하기 쉽도록 변화였고, 식립 시간을 줄이고, 골삭제시 충격도 줄이게 되었다. 이러한 요소들은 결국 임플란트의 초기 고정성을 강하게 하여, 임플란트의 성공률을 높일수 있게 하는 것이다¹⁶⁾. 또 하나 생각해 볼 수 있는게 골밀도인데, 골밀도를 평가할 수 있는 여러 가지 방법들이 보고되어 왔다. 골밀도를 평가 할 수 있는 가장 좋은 방법이 임플란트 식립부위의 골조직을 채취해서 조직 검사를 하는 것인데, 이 방법은 임상에서는 사용하기 어려운 방법이다. 그 외에 임상에서 골밀도를 평가 할 수 있는 방법이 단순방사선사진을 이용하는 것인데, 이 또한 단순방사선사진은 단지 흑화도만 나타내기 때문에 골밀도를 평가하는데 제한 점이 있다. 그래서 실질적으로 임플란트를 식립할 때 대부분의 임상가들은 드릴링시 저항력을 많이 사용한다. 골밀도를 평가하고, 분류하는 방법으로 가장 많이 사용하는 것이 Lekhlom과 Zarb⁴⁾의 방법이나, Misch⁵⁾의 방법이다. Lekhlom과 Zarb⁴⁾는 방사선 사진에서 피질골과 해면골의 분포에 따라 분류하였고, Misch⁵⁾는 드릴링시 저항력에 따라 분류하였다. 그러나 이 방법은 술전에 골밀도를 평가하는 방법은 아니며, 또한 Trisi 와 Rao¹⁷⁾ 임플란트 식립부위의 골조직을 채취해 조직검사를 하였는데, Lekhlom과 Zarb에 의한 4등급 분류보다 훨씬 복잡하게 골밀도가 분류된다고 하였다. 그러면 이렇게 다양하게 나타나는 골조직의 밀도를 술전에 정확하게 예측할 수 있다면 훨씬 더 임플란트의 성공률을 높일 수 있을 것이고, 이런 방법에 대해 연구할 필요가 있을 것이다. 1996년 Fanfani와 Pierazzini¹⁸⁾ CT상에서 Hounsfield Unit를 이용하여 골밀도를 분석하였다. HU는 -1000에서 +3000수치까지 나타날 수 있는데 0은 물에 해당한다. 골조직에서는 100에서 1900까지 나올 수 있다. 100-350 HU는 type IV 골조직이고, 350-700 HU는 type III, 700-1200는 type II, 1200-1900 HU는 type I 골조직에 해당한다고 하였다. 이런 방법으로 CT상에서 HU를 분석하는 것은 술전에 골밀도를 평가할 수 있는 좋은 예측인자가 될 것이다.

그 외에 Osstell™ mentor를 사용하여 공명주파수를 분석하여 임플란트 매식체와 골과의 적합성을 평가하는 것, 임플란트 식립시 토크를 측정하는 방법이 있는데 이 방법들은 임플란트 식립시에 간접적으로 골밀도를 평가해 볼 수 있는 것들이다. Turkyilmaz¹⁹⁾은 공명주파수분석의 ISQ와 토크가 직접적으로 상관관계가 있고, 골밀도와도 상관관계가 있다고 보고하였다.

임플란트 식립 부위의 골조직을 채취하여 조직학적 분석을 한 결과 하악구치부(zone 1)가 32.3±3.8, 상악구치부(zone 2) 29.9±2.6, 상악전치부(zone 3) 29.4±2.6, 하악전치부(zone 4) 28.6±2.3 순이었다. 남자가 31.5±3.7, 여자가 29.8±2.6, 나이별로는 30대와 50대가 다소

높게 나왔지만 통계적 유의성은 없었다. Todisco와 Trisi는²⁰⁾ 골조직의 조직학적 검사 결과 하악구치부의 골밀도가 제일 높고, 상악구치부가 제일 낮은 것으로 보고하여, 본 논문과 다른 결과였으나, 하악구치부가 골밀도가 제일 높은 것으로 나와 본 논문과 같은 결과였다. 또 이런 결과는 일반적으로 임플란트의 실패율과 관련이 있는데, Friberg 등²¹⁾은 임플란트 실패의 66%가 상악에서 일어났다고 보고하였는데, 이것은 상악이 하악에 비해 덜 치밀한 골로 이루어져 있기 때문이라고 하였다. 그러나 본 논문에서는 구치부가 전치부에 비해 더 치밀한 골로 이루어진 것으로 나왔는데, 이것은 골채취 부위가 치조정 6mm에 해당하기 때문에 다소 차이가 있다고 생각한다. CT를 이용한 HU측정에서는 남자가 862.3 ± 261.0 , 여자가 864.8 ± 231.0 , 나이별로는 50대가 970.5 ± 292.7 로 가장 높았고, 임플란트 식립 부위에 따른 HU값은 하악구치부 989.2 ± 258.1 , 상악전치부 845.0 ± 241.5 , 하악전치부 744.5 ± 92.6 , 상악구치부 697.3 ± 136.9 순서로 나타났다. Fanuscu와 Chang은²²⁾ 72세 남자 사체에서 HU를 측정된 결과 하악골에서 51-529 HU, 상악골에서 186-389 HU로 분포되는 것을 보고하였고, Turkyilmaz등²³⁾은 85명의 환자를 대상으로 연구한 결과 HU가 하악전치부에서 912 ± 238 , 상악전치부에서 751 ± 181 , 하악구치부에서 698 ± 205 , 상악구치부에서 467 ± 124 HU로 보고하였다. Shapurian등²⁴⁾은 101명의 환자를 대상으로 연구한 결과 하악전치부에서 559 ± 208 , 상악전치부에서 517 ± 177 , 상악구치부에서 333 ± 199 , 하악구치부에서 321 ± 132 로 보고하였다. 각 논문마다 부위별로 HU수치가 다르게 나타나는데 이것은 CT종류가 다르고, 식립부위, 환자의 연령, 성별의 분포가 다르기 때문이다. 특히, 본 논문에서는 임플란트 매식체의 전체길이 만큼의 HU를 측정된 것이 아니고, 채취된 골조직만큼, 즉, 치조정 2mm X 6mm크기에 해당하는 부위의 HU를 측정된 것이다. Da Cunha등²⁵⁾은 ISQ와 임플란트 식립시 토크값이 직접적인 상관관계가 있다고 보고하였다. Turkyilmaz²³⁾등도 비슷한 결과를 보고하였는데, 하악전치부에서 HU와 토크가 제일 높게 나왔다고 발표하였다. 즉, 골밀도가 높은 곳이 ISQ나 토크가 높게 나타난다는 것이었다. 그러나 본 연구에서는 공명주파수분석에서는 하악구치부 81.9 ± 2.4 ISQ, 하악전치부 79.0 ± 1.4 ISQ, 상악구치부 78.3 ± 4.6 ISQ, 상악전치부 76.5 ± 5.0 ISQ이었고, 토크는 하악구치부 43.2 ± 4.2 Ncm, 하악전치부 42.0 ± 0.0 Ncm, 상악구치부 41.3 ± 4.1 Ncm, 상악전치부 40.8 ± 3.8 Ncm이었다. 이것은 부분적으로 골밀도가 높은 곳이 ISQ나 토크가 높게 나온 것이지만 Da Cunha나 Turkyilmaz의 실험결과와 일치하는 것은 아니었다. 나이별이나 성별에 따라서도 통계적 유의성은 없었다. 이것은 아마도 수술용 엔진과 드릴등의 Surgical Kit가 다르고, 식립시 protocol이 다르기 때문이

라 생각된다. 결과적으로 골밀도가 부위별, 성별, 나이별로 다르다고 하더라도 본 연구에서는 ISQ나 토크는 영향을 받지 않기 때문에 초기 고정성을 얻는데 별 지장을 주지 않는다는 것을 의미하는 것이었다. 지금까지 본 연구 결과를 볼 때, 하악구치부에서 골밀도가 가장 높고, ISQ, HU값 및 토크값도 다른 군에 비해 높게 나타났다. 그러나 타 논문과는 다른 결과가 나왔는데, 이것은 임플란트의 종류, 채취한 골조직의 부위, 측정된 CT상에서의 부위가 다르기 때문이다. 본 연구에서는 치조정 6 mm에 해당하는 골조직을 채취하였고, 이 부분의 HU를 측정하였다. 또 상악전치부와 하악전치부의 실험대상자가 각각 4명과 2명으로 실험대상자 수가 다소 부족하였다. 토크와 HU값 간의 상관계수도 0.494로 나타났으며 통계학적으로 의미가 있었다. 성별, 나이와 골밀도, ISQ 및 토크는 역상관이 있었지만 통계적으로 의미를 발견할 수 없었다. 골밀도와 HU값은 통계학적으로 직접적으로 상관관계가 있었다. 결국 술전에 CT상에서 HU값을 확인하는 것은 임플란트를 식립하기전에 식립부위의 골밀도를 예상할 수 있게 하여 임플란트의 성공률을 높일 수 있는 좋은 방법이라 생각한다.

V. 결 론

임플란트 식립을 위해 울산대학교병원에 내원한 환자 27명을 대상으로 술전에 CT를 찍어서 골밀도를 평가하고, 골조직을 채취하여 조직학적 검사 및 공명주파수분석, 토크 분석을 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 하악구치부에서 골밀도가 가장 높았다.
2. CT상에서 HU 수치가 높을수록 골밀도가 높게 나와 HU수치와 골밀도는 밀접한 상관관계가 있었다.
3. 나이, 성별은 골밀도와 상관관계를 발견할 수 없었다.
4. 공명주파수분석과 골밀도는 통계학적으로 의미가 없었지만, 토크는 골밀도와 통계학적으로 의미있는 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

연구대상환자수가 다소 부족하지만 술전에 CT를 이용하여 골밀도를 예상하는 것은 임상가에게 임플란트의 식립위치나 골량등의 충분한 정보를 제공하므로 임플란트의 성공률을 높일 수 있는 좋은 방법이라 생각한다.

References

1. Goodacre CJ, Kan JYK, Rungcharassaeng K : Clinical complication of osseointegrated Implants. J Prosthet Dent 81 : 537, 1999.
2. Adell R, Lekholm U, Rockler B *et al* : A 15 year study of osseointegrated Implants in the treatment of the edentulous jaw. Int J Oral Surg 10 : 387, 1981.
3. Engquist B, Bergendal T, Linden U : A Retrospective multicenter evaluation of osseointegrated Implants supporting overdenture. Int J Oral Maxillofac Implants 3 : 129, 1998.

4. Lekholm U, Zarb GA : Patient selection and preparation. In branemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T(eds). Tissue-Integrated Prostheses : osseointegration in Clinical Dentistry. Chicago, Quintessence, 1985, p199.
5. Mische CE. Density of bone : Effect on treatment planning surgical approach, and healing. In : Misch CE(ed). Contemporary Implant Dentistry, St Louis, Mosby-Year Book, 1993, p469.
6. Norton MR, Gamble C. Bone classification : An objective scale of bone density using the computerized tomography scan. Clin Oral Implants Res 12 : 79, 2001.
7. Martinez H, Davarpanah M, Missika P *et al* : Optimal implant stabilization in low density bone. Clin Oral Implants Res 12 : 423, 2001.
8. Duckmanton NA, Austin BW, Lechner SK *et al* : Imaging for predictable maxillary implants. Int J Prosthodont 7 : 77, 1994.
9. Johansson P, Strid KG : Assessment of bone quality from placement resistance during implant surgery. Int J oral Maxillofac Implants 9 : 279, 1994.
10. Meredith N, Alleyne D, Cawley P : Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. Clin Oral Implants Res 7 : 261, 1996.
11. Thomsen JS, Ebbensen EN, Mosekilde L : Relationships between static histomorphometry and bone strength measurements in human iliac crest bone biopsies. Bone 22 : 153, 1998.
12. Devlin H, Horner K, Ledgerton D : A Comparison of maxillary and mandibular bone mineral densities. J Prosthet Dentistry 79 : 323, 1998.
13. Hans D, Fuerst T, Uffmann M : Bone density and quality measurement using ultrasound. Current Opinions in Rheumatology 8 : 370, 1996.
14. Sennerby L, meredith N : Resonance frequency analysis : measuring implant stability and osseointegration. Compend Contin Educ Dent 19 : 493, 1998.
15. Meredith N : Assessment of implants stability as a prognostic determinant. Int J Prosthodont 11 : 491, 1998.
16. Friberg B, Sennerby L, Meredith N *et al* : A comparison between cutting torque and resonance frequency measurements of maxillary implants. A 20 months clinical study. Int J Oral Maxillofac Implants 28 : 297, 1999.
17. Trisi P, Rao W : Bone Classification: Clinical-histomorphometric comparison. Clin Oral Implants Res 10 : 1, 1999.
18. Fanfani F, Pierazzini A : La Tomografia Assiale Computerizzata del Distretto Maxillo-facciale. 3D-Dentascan e derivati. Torino, Italy : UTET Perioici, 1996.
19. Turkyilmaz I, Tumer C, Ozbek EN *et al* : Relations between the bone density values from computerized tomography, and implants stability parameters ; a clinical study of 230 regular platform implants. J Clin Periodontol 34 : 716, 2007.
20. Todisco M, Trisi P : Bone mineral Density and Bone Histomorphometry are Statistically Related. Int J Oral Maxillofac Implants 20 : 898, 2005.
21. Friberg B, Jemt T, Lekholm U : Early failure in 4641 consecutively placed Branemark dental implants : a study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses. Int J Oral Maxillofac Implants 3 : 129, 1988.
22. Fanuscu MI, Chang TL : Three-dimensional morphometric analysis of human cadaver bone : microstructural data from maxilla and mandible. Clin Oral Implants Res 15 : 213; 2004.
23. Turkyilmaz I, Tozum TF, Tumer C *et al* : Assessment of correlation between computerized tomography values of bone and maximum torque and resonance frequency values at dental implant placement. J Oral Rehabil 33 : 881, 2006.
24. Shapurian T, Damoulis PD, Reiser GM *et al* : Quantitative Evaluation of Bone Density Using the Hounsfield Index. Int J Oral Maxillofac Implants 21 : 290, 2006.
25. Da Cunha HA, Francischone CE, Filho HN *et al* : A Comparison between cutting torque and resonance frequency in assessment of primary stability and final torque capacity of standard and TiUnite single tooth implants under immediate loading. Int J Oral Maxillofac Implants 19 : 578, 2004.

저자 연락처

우편번호 682-714
울산시 동구 전하동 290-3번지
울산대학병원 치과 구강약안면외과학교실
조영철

원고접수일 2008년 12월 29일
게재확정일 2009년 03월 06일

Reprint Requests

Yeong-Cheol Cho
Department of Oral & Maxillofacial Surgery, College of Medicine,
Ulsan University Hospital, Ulsan University
290-3 Jeonha-dong, Dong-gu, Ulsan 682-714, Korea
Tel:82-52-250-7230 Fax:82-52-250-7236
E-mail: lovenip@mail.ulsan.ac.kr

Paper received 29 December 2008
Paper accepted 6 March 2009