

Prevalence of Different Bone Types on Implant Placement Site Using Cone-beam Computed Tomography Images

Amir Eskandarloo^{1,*} , Karim Ghazikhanloo², Leyli Tapak³, Hamed Sartipi⁴

¹ Associate Professor, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

² Assistant Professor, Department of Radiology, School of Paramedicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

³ Assistant Professor, Department of Biostatistics, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

⁴ Dentist, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

* **Corresponding Author:** Amir Eskandarloo, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. Email: eskandarloo@umsha.ac.ir

Abstract

Received: 17.08.2020

Accepted: 09.11.2020

How to Cite this Article:

Eskandarloo A, Ghazikhanloo K, Tapak L, Sartipi H. Prevalence of Different Bone Types on Implant Placement Site Using Cone-beam Computed Tomography Images. *Avicenna J Clin Med.* 2020; 27(3): 164-170. DOI: 10.29252/ajcm.27.3.164

Background and Objective: Dental implants are a reliable tool for the replacement of missing teeth, and the use of advanced imaging techniques for the examination of the location of implants is on the rise these days. The present study aimed to assess the frequency of different types of bone at the implant site in different age groups in Cone Beam Computed Tomography (CBCT) images.

Materials and Methods: A number of 320 CBCT images (ProMax®) which were obtained for implant replacement were evaluated in this descriptive study. Patients were assigned to 10 groups according to age (5-year intervals) from 20-70 years old. The bone type was determined based on Zarb and Lekholm classifications. In order to determine the bone type, cross-sectional images with 1mm thickness were prepared in the most suitable place for implant placement, and the resulting images were evaluated by two observers.

Results: Out of 1042 implant sites, 461 581 sites were in maxilla and mandible, respectively. According to Kappa statistical analysis, there was a significant inter-observers statistical correlation (82%). the most commonly observed bone types were D3, D2, D4, and D1, respectively. Bone type D3 and D1 were the most and least prevalent types in men, whereas in women, the most and least prevalent types were D3 and D1, respectively. The prevalence of D3 and D4 bone type increases with age. Moreover, D1 and D3 were the least and most prevalent bone types in younger ages, respectively.

Conclusion: As evidenced by the obtained results, CBCT is a reliable tool for identifying the type of bone in the implant placement area and subsequently determining the prognosis of the treatment plan.

Keywords: Bone Type, Cone Beam Computed Tomography, Dental Implants

بررسی فراوانی انواع تیپ‌های استخوانی در محل جایگزینی ایمپلنت در تصاویر توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی

امیر اسکندرنلو^{۱*}، کریم قاضی خانلو ثانی^۲، لیلی تاپاک^۳، حامد سرتیپی^۴

^۱ دانشیار، گروه رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
^۲ استادیار، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
^۳ استادیار، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
^۴ دندان‌پزشک، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

* نویسنده مسئول: امیر اسکندرنلو، گروه رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
 ایمیل: eskandarlo@umsha.ac.ir

چکیده

سابقه و هدف: ایمپلنت‌های دندانی ابزار قابل‌اعتمادی برای جایگزینی دندان‌های از دست‌رفته هستند و امروزه استفاده از روش‌های تصویربرداری پیشرفته برای بررسی محل قرارگیری ایمپلنت رو به گسترش است. هدف از انجام این مطالعه تعیین فراوانی انواع تیپ‌های استخوانی در محل جایگذاری ایمپلنت در گروه‌های سنی متفاوت در تصاویر توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی (CBCT: Cone Beam Computed Tomography) است.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۲۷

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۸/۱۹

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه توصیفی، تصاویر توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی تهیه‌شده از ۳۲۰ بیمار بررسی شد که برای جایگذاری ایمپلنت با دستگاه Promax تهیه شده بود. بیماران در ۱۰ گروه سنی با فاصله ۵ سال از ۲۰ تا ۷۰ سال تقسیم شدند. نوع استخوان بر اساس طبقه‌بندی Lekholm و Zarb تعیین شد. به‌منظور تعیین نوع استخوان مقاطع کراس‌سکشن با ضخامت ۱ میلی‌متر در مناسب‌ترین محل جایگذاری ایمپلنت در ناحیه بی‌دندانی تهیه و تصاویر حاصل را دو مشاهده‌گر ارزیابی کردند.

یافته‌ها: از مجموع ۱۰۴۲ محل جایگزینی ایمپلنت، ۴۶۱ مورد در فک بالا و ۵۸۱ مورد در فک پایین تعیین شده بود. تحلیل آماره کاپا توافق آماری معناداری بین مشاهده‌گرها نشان داد (۸۲ درصد). تیپ‌های استخوانی D1، D2، D3، D4 به ترتیب بیشترین شیوع را داشتند. در مردان استخوان تیپ D3 بیشترین و D1 کمترین شیوع را داشتند. در زنان هم تیپ D3 و D1 به ترتیب بیشترین و کمترین شیوع را داشتند. با افزایش سن میزان فراوانی تیپ استخوانی D3 و D4 بیشتر می‌شود. همچنین کمترین فراوانی تیپ استخوانی در سنین پایین از نوع D1 و بیشترین آن مربوط به D3 بود.

نتیجه‌گیری: تصاویر توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی ابزار قابل‌اعتمادی برای تعیین انواع تیپ‌های استخوانی در ناحیه جایگذاری ایمپلنت و متعاقباً تعیین پیش‌آگهی طرح درمان است.

واژگان کلیدی: ایمپلنت‌های دندانی، توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی، نوع استخوان

مقدمه

تأثیرگذار باشند، کمیت و کیفیت استخوان هستند [۳، ۴]. کیفیت استخوانی مناسب پیش‌شرطی حیاتی برای دستیابی به ثبات اولیه ایمپلنت است، اما مفهوم و چگونگی ارزیابی آن به‌خوبی مشخص نشده است [۵].

تعریف‌های متفاوتی از کیفیت استخوان وجود دارد [۶]، اما قابل‌قبول‌ترین سیستم طبقه‌بندی بافت استخوانی در حوزه

ایمپلنت‌های دندانی ابزار قابل‌اعتمادی برای جایگزینی دندان‌های از دست‌رفته هستند. امروزه استفاده از روش‌های تصویربرداری پیشرفته برای بررسی محل قرارگیری ایمپلنت رو به گسترش است [۱، ۲]. دو عاملی که برای استحکام سطح تداخل ایمپلنت با استخوان مهم هستند و می‌توانند روی تکنیک جراحی، زمان ترمیم و بارگذاری حین بازسازی‌های پروتزی بسیار

همدان صورت نگرفته است، این مطالعه در نظر دارد فراوانی انواع تیپ‌های استخوانی را در محل جایگزینی ایمپلنت در تصاویر توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی در جمعیت این شهر بررسی کند.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش تصاویر توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی تهیه شده از ۳۲۰ بیمار کاندید جایگذاری ایمپلنت بررسی شد که ۱۰۴۲ ناحیه بی‌دندانی در فک بالا و پایین داشتند. بیماران در ۱۰ گروه سنی با فاصله ۵ سال از ۲۰ تا ۷۰ سال تقسیم شدند. تصاویر دارای آرتیفکت، بیماران دارای ضایعات استخوانی در ناحیه فک و صورت و افرادی که اطلاعات دموگرافیک آن‌ها در سیستم آرشیو موجود نبود، از مطالعه خارج شدند.

تصاویر توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی بیماران با استفاده از دستگاه Planmeca Promax 3D (ساخت کشور فنلاند) با شرایط اکسپوزر ۸۴ کیلوولت و ۱۲ ثانیه و اندازه و کسل ۰/۳۲ میلی‌متر تهیه شد. پس از تعیین محل مناسب قرارگیری ایمپلنت، از ناحیه مدنظر مقاطع کراس‌سکشن به ضخامت برش ۱ میلی‌متر و فاصله بین برش‌های ۱/۵ میلی‌متر با نرم‌افزار Romexis تهیه شد (شکل ۱)

یک رادیولوژیست فک و صورت و یک دستیار سال آخر رشته رادیولوژی دهان، فک و صورت به‌عنوان مشاهده‌گر انتخاب شدند. چگونگی تشخیص کیفیت استخوان موجود در ناحیه بی‌دندانی بر اساس طبقه‌بندی Lekholm و Zarb [۷، ۱۳] با استفاده از برشی که برای هر ایمپلنت انتخاب شده بود به مشاهده‌گران آموزش داده شد. انواع تیپ‌های استخوانی عبارت بودند از: نوع D1: تقریباً به‌طور کامل از استخوان متراکم هموزن متشکل است.

نوع D2: لایه ضخیمی از استخوان متراکم که بخش مرکزی متشکل از استخوان تراپیکولار متراکم را احاطه کرده است.
نوع D3: لایه نازکی از استخوان متراکم که بخش مرکزی متشکل از استخوان تراپیکولار متراکم را احاطه کرده است.
نوع D4: لایه نازکی از استخوان متراکم که بخش مرکزی متشکل از استخوان تراپیکولار با دانسیته کم را احاطه کرده است (شکل ۲).

شرایط بررسی برای هر دو مشاهده‌گر یکسان بود. تصاویر مقاطع ایجادشده در یک مانیتور (اندازه نمایشگر ۱۶/۴ اینچ، قدرت تفکیک ۱۶۰۰×۹۰۰ پیکسل، فتاوری Black light LCD و Video RAM 512MB) و در شرایط محیطی یکسان در اختیار مشاهده‌گران قرار داده و از آن‌ها خواسته شد تشخیص نوع استخوان را به‌صورت چشمی در چک‌لیست مربوطه وارد کنند. درنهایت تحلیل آماری داده‌ها با روش معادلات برآوردی تمم‌یافته و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام گرفت.

دندان‌پزشکی را Lekholm و Zarb معرفی کردند [۷]. آن‌ها دانسیته استخوان را بر اساس مشاهده میزان استخوان کورتیکال در مقابل استخوان اسفنجی در ناحیه مشخصی از زائده به چهار طبقه تقسیم کردند. اصطلاح کیفیت به انواع دانسیته‌های استخوانی اشاره دارد. کمیت و کیفیت استخوان عموماً با رادیوگرافی‌ها یا هنگام جایگذاری ایمپلنت برآورد می‌شود و فرض بر این است که ایمپلنت‌هایی که در نواحی با کیفیت کم استخوان قرار می‌گیرند، احتمال بیشتری برای شکست دارند. باین‌حال، چنین برآوردی مستعد داشتن تناقض بین مشاهده‌گران است [۸، ۱].

برای ارزیابی دانسیته استخوان از روش‌های تصویربرداری بسیاری استفاده شده است که از میان آن‌ها CT محبوبیت بسیاری دارد. اولین بار Schwartz و همکارانش در سال ۱۹۸۷ این ایده را معرفی کردند و پس‌از آن استفاده از CT در بیماران نیازمند درمان ایمپلنت افزایش یافت. در CT مولتی‌اسلایس هانسفیلد یونیت‌های (HU) کالیبره شده می‌توانند مستقیماً به اندازه‌گیری دانسیته استخوان منجر شوند و با ضریب تضعیف یافت مرتبط هستند [۹]. این اندازه‌گیری‌ها در هر دو فک بسیار معتبر هستند [۱۰، ۴]. باین‌حال، دز اشعه ایکسی که بیمار حین اسکن CT جذب می‌کند، نسبت به سایر روش‌های تصویربرداری بیشتر است [۱۱، ۱۲] و همین مسئله استفاده از آن را در روند تشخیص معمولی یا ارزیابی‌های دوره‌ای محدود کرده است [۱۳].

در سال‌های اخیر از توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی (CBCT: Beam Computed Tomography Cone) به‌عنوان ابزاری اختصاصی در تصویربرداری ناحیه سر و گردن استفاده می‌شود. مزایای کلی توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی عبارت‌اند از: افزایش دسترسی برای متخصصان حرفه دندان‌پزشکی، نیاز به فضای کمتر در محیط درمانگاه، کیفیت تصویر بالا، دز کمتر تشعشع و نیز قیمت کمتر آن نسبت به CT [۱۴]. همچنین توموگرافی کامپیوتری ابزار تشخیصی ارزشمندی برای طرح‌ریزی درمان ایمپلنت پیش از جراحی است [۱۵] که علاوه بر ارزیابی بصری خصوصیات مورفولوژیک استخوان، توانایی اندازه‌گیری کمی کیفیت استخوان در ناحیه احتمالی جایگذاری ایمپلنت را نیز دارد [۱۶]. باین‌حال برخلاف CT، توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی توانایی نمایش واقعی محدوده دانسیته‌های خاکستری را ندارد که به‌صورت HU بیان می‌شود [۹].

مطالعات مربوط به بررسی تیپ استخوان در محل قرارگیری ایمپلنت بسیار اندک هستند و مطالعه جامعی روی تصاویر توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی برای ارزیابی انواع استخوان به چشم نمی‌خورد [۱۷، ۱۸، ۲]. از آنجایی که با توجه به منابع موجود تاکنون مطالعه جامعی در خصوص بررسی انواع تیپ‌های استخوانی در نواحی مختلف فک در جمعیت شهری

جدول ۱: میزان شیوع انواع تیپ‌های استخوانی بر اساس طبقه‌بندی Zarb و Lekholm در فک بالا و پایین

تیپ استخوانی	مشاهده‌گر اول		مشاهده‌گر دوم		میانگین کل	
	فک بالا	فک پایین	فک بالا	فک پایین	فک بالا	فک پایین
D1	۴۸	۸۶	۳۷	۸۵	۹/۲۱	۱۴/۷۱
D2	۹۶	۱۷۸	۱۰۲	۱۸۹	۴۰/۸۸	۳۱/۵۸
D3	۱۹۱	۲۱۴	۱۸۶	۲۰۳	۴۰/۸۸	۳۵/۸۸
D4	۱۲۶	۱۰۳	۱۳۶	۱۰۴	۲۸/۴۱	۱۷/۸۱
کل	۴۶۱	۵۸۱	۴۶۱	۵۸۱	۱۰۰	۱۰۰

جدول ۲: میزان شیوع انواع تیپ‌های استخوانی بر اساس طبقه‌بندی Zarb و Lekholm در مردان و زنان

تیپ استخوانی	مشاهده‌گر اول		مشاهده‌گر دوم		میانگین کل	
	مرد	زن	مرد	زن	مرد	زن
D1	۹۰	۴۴	۸۳	۳۹	۱۶/۵۰	۸/۰۱
D2	۱۵۵	۱۱۹	۱۷۰	۱۲۱	۳۱/۰۱	۲۳/۱۶
D3	۱۹۸	۲۰۷	۱۸۰	۲۰۹	۳۶/۰۶	۴۰/۱۵
D4	۸۱	۱۴۸	۹۱	۱۴۹	۱۶/۴۱	۲۸/۶۶
کل	۵۲۴	۵۱۸	۵۲۴	۵۱۸	۱۰۰	۱۰۰

هنوز به فرایندی معمولی تبدیل نشده است. دلیل آن احتمالاً تردیدی است که جراحان به صحت اندازه‌گیری‌های دانسیته استخوانی به‌دست‌آمده با تصاویر توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی دارند.

نتایج این مطالعه بیانگر آن است که با افزایش سن، میزان فراوانی تیپ استخوانی D3 و D4 بیشتر می‌شود. کمترین فراوانی تیپ استخوانی در سنین پایین از نوع D1 و در سنین ۲۰ تا ۲۵ سال و بیشترین تیپ استخوانی مربوط به D3 بود. بیشترین فراوانی تیپ استخوانی در سنین بالا D2 بود که در سنین ۶۵ تا ۷۰ سال مشاهده شد. کمترین تیپ استخوانی در این گروه سنی D1 گزارش شد.

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد میزان شیوع تیپ استخوانی D3 در قسمت خلفی فک پایین نسبتاً بیشتر از بقیه تیپ‌های استخوانی بوده است. علاوه‌براین، حین جراحی جایگذاری ایمپلنت با توجه به نوع استخوان موجود در ناحیه، از تکنیک‌های مختلفی برای دستیابی به استواینتگریشن بهتر استفاده می‌شود؛ از جمله تکنیک Bone Taping در استخوان نوع ۱ یا دریل کردن کمتر در استخوان نوع ۴.

در مطالعات انجام‌شده قبلی، محققان همگی از دستگاه سی‌تی‌اسکن برای ارزیابی نوع استخوان استفاده می‌کردند. Turkeyilmaz و همکارانش در مطالعه‌ای دانسیته استخوانی در مناطق مختلف فک را بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد بیشترین شیوع تیپ استخوانی در نواحی قدامی و خلفی ماگزایلا D3 و در قسمت‌های قدامی و خلفی مندیبل D2 و D3 بود (۲) که با نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر همسو است.

کمترین فراوانی تیپ استخوانی در سنین پایین از نوع D1 و بیشترین آن مربوط به D3 بوده است.

جدول ۱ میزان شیوع انواع تیپ‌های استخوانی توسط مشاهده‌گر اول و دوم را بر اساس طبقه‌بندی Zarb و Lekholm نشان می‌دهد که نتایج بیانگر این است که بیشترین تیپ استخوانی در هر دو مشاهده‌گر D3 و کمترین D1 است.

با توجه به نتایج جدول ۲، میزان شیوع تیپ‌های استخوانی به‌دست‌آمده توسط مشاهده‌گران بیانگر آن است که D3 در هر دو جنس بیشترین شیوع و D1 کمترین شیوع را داشته است. میزان توافق بین دو مشاهده‌گر اول و دوم با استفاده از آماره کاپا ۸۲ درصد بود. بیشترین میزان اختلاف در تعیین کیفیت استخوانی نوع D2 و D3 بود.

بحث

ارزیابی وضعیت استخوان پیش از جراحی در طرح‌ریزی درمان ایمپلنت ضروری است. این کار به جراح در تعیین ناحیه مناسب برای جایگذاری ایمپلنت و همچنین نیاز به پیوند استخوان و کاربرد تکنیک‌های خاص حین جراحی کمک می‌کند و از این طریق باعث بهبود طرح درمان، تعیین دقیق‌تر پیش‌آگهی و افزایش میزان موفقیت ایمپلنت می‌شود.

توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی ابزاری ارزشمند در تعیین کمیت و کیفیت استخوان است که به‌طور گسترده‌ای برای ارزیابی پیش از جراحی ایمپلنت استفاده می‌شود. با این حال اندازه‌گیری تیپ استخوان در نواحی جایگذاری ایمپلنت در تصاویر توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی پیش از جراحی

نتیجه‌گیری

این مطالعه تأکید می‌کند تصاویر توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی ابزار قابل‌اعتمادی برای تعیین انواع تیپ‌های استخوانی در ناحیه جایگذاری ایمپلنت و متعاقباً تعیین پیش‌آگهی طرح درمان است. همچنین نتایج نشان داد میزان شیوع تیپ‌های استخوانی D2 و D3 بیشتر است.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از پایان‌نامه دوره دندان پزشکی عمومی مصوب دانشگاه علوم پزشکی همدان به شماره ۹۶۰۸۰۹۵۰۰۵ است. بدین‌وسیله از زحمات افرادی قدردانی می‌شود که در انجام این پروژه همکاری داشتند و از ما حمایت کردند.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تضاد منافی گزارش نشده است.

ملاحظات اخلاقی

این طرح از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی همدان با کد IR.UMSHA.REC.1396.520 نام‌تأییدیه اخلاق در پژوهش دارد.

سهم نویسندگان

نویسنده اول (پژوهشگر اصلی): مسئول مکاتبات، طراحی پروژه، تدوین بخش نتایج و بحث، نگارش و ویرایش مقاله (۶۰ درصد)، نویسنده دوم (پژوهشگر همکار): مشاور علمی طرح و مشارکت در نگارش مقاله (۱۰ درصد)، نویسنده سوم (پژوهشگر همکار): تدوین بخش روش‌شناسی و تحلیلگر آماری طرح (۱۰ درصد)، نویسنده چهارم (پژوهشگر اصلی): تدوین بخش مقدمه، بازنگری متون و جمع‌آوری نمونه‌ها و داده‌ها (۲۰ درصد).

حمایت مالی

این پروژه با حمایت مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان انجام شده است.

REFERENCES

1. Eskandarloo A, Abdinian M, Salemi F, Hashemzadeh Z, Safaei M. Effect of object location on the density measurement in cone-beam computed tomography versus multislice computed tomography. *Dent Res J (Isfahan)*. 2012;9(Suppl 1):S81-7. PMID: 23814567
2. Turkyilmaz I, Tozum TF, Tumer C. Bone density assessments of oral implant sites using computerized tomography. *J Oral Rehabil*. 2007;34(4):267-72. PMID: 17371564 DOI: 10.1111/j.1365-2842.2006.01689.x
3. Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. *J Periodontol*. 1991;62(1):2-4. PMID: 2002427 DOI: 10.1902/jop.1991.62.1.2
4. 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*.

Homolka و همکارانش [۱۹] در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که قسمت‌های قدامی فک در مقایسه با قسمت‌های خلفی دانسیته استخوانی بیشتری دارند که معمولاً این نوع دانسیته بر اساس طبقه‌بندی Lekholm و Zarb تیپ D1 و D2 را شامل می‌شود. در مطالعه حاضر نیز هم‌راستا با نتایج آنان قسمت‌های قدامی تیپ‌های استخوانی D1 و D2 فراوانی بیشتری داشتند.

در مطالعه Truhlar و همکارانش [۲۰] که پراکندگی کیفیت استخوان را با کمک سیستم طبقه‌بندی Lekholm و Zarb بررسی کردند نیز نتایج به‌دست‌آمده با مطالعه ما همسو بود؛ بدین معنی که میزان شیوع تیپ استخوانی D1 و D4 مکرراً خیلی کمتر از تیپ استخوانی D2 و D3 بود. اگرچه تراکم در تمامی مناطق متفاوت بود، تیپ استخوانی D1 و D2 در مندیبل و D3 و D4 در ماگزایلا بیشتر شایع بود و برای هر دو منطقه قدام و خلف فک، تیپ استخوانی D2 و D3 بیشتر بود.

Fuh در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۰ انجام داد، اظهار داشت دانسیته استخوان ترایکولار عامل مهمی در دستیابی به نتایج مناسب است؛ زیرا استخوان ترایکولار مسئول پاسخ بیولوژیک و ساپورت مکانیکی ایمپلنت است. محدوده دانسیته استخوانی در D2 و D3 بسیار وسیع و بیشترین میزان هم‌پوشانی مقادیر دانسیته نیز بین این دو نوع استخوان بود [۲۱]. نتایج به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر با یافته‌های این مطالعه همسو است. هرچند محققان از دستگاه سی‌تی‌اسکن برای مطالعات خود استفاده کرده‌اند، دستگاه توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی نیز می‌تواند برای تعیین تیپ‌های استخوانی در محل جایگزینی ایمپلنت کمک‌کننده باشد.

با وجود اینکه با افزایش سن، دانسیته استخوانی کاهش پیدا کرده است و به نظر می‌رسد تیپ استخوانی D3 و D4 بیشتر باشد، ولی در این مطالعه در سنین بالا تیپ استخوانی D1 و D2 شیوع بیشتری داشته است که این موضوع می‌تواند به علت زیادتربودن بیماری‌ها باشد که تمام دندان‌های خود را از دست داده بودند و برای این بیماران معمولاً در نواحی قدامی ایمپلنت جایگذاری می‌شود. طبق مطالعه ما و سایر محققان تیپ استخوانی D1 و D2 در نواحی قدامی شیوع بیشتری داشت.

- 2003;18(2):224-31. PMID: 12705300
5. Bergkvist G, Koh KJ, Sahlholm S, Klintstrom E, Lindh C. Bone density at implant sites and its relationship to assessment of bone quality and treatment outcome. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010;25(2):321-8. PMID: 20369091
6. Eskandarloo A, Arabi R, Bidgoli M, Yousefi F, Poorolajal J. Association between marginal bone loss and bone quality at dental implant sites based on evidence from cone beam computed tomography and periapical radiographs. *Contemp Clin Dent*. 2019;10(1):36-41. PMID: 32015639 DOI: 10.4103/ccd.ccd.185.18
7. Lekholm U, Zarb G. Patient selection and preparation. In: Branemark PI, Zarb G, Albrektsson T, editors. *Tissue-integrated prostheses:osseointegration in clinical dentistry*. Chicago: Quintessence Pub Co; 1985. P. 199-209.

8. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology: principles and interpretation. 5th ed. St. Louis: Mosby; 2019. P. 259.
9. Parsa A, Ibrahim N, Hassan B, Motroni A, van der Stelt P, Wismeijer D. Reliability of voxel gray values in cone beam computed tomography for preoperative implant planning assessment. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012;**27**(6): 1438-42. [PMID: 23189294](#)
10. 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**(2):231-8. [PMID: 18230392](#) [DOI: 10.1016/j.tripleo.2007.08.007](#)
11. Ekstubbbe A, Thilander A, Grondahl K, Grondahl HG. Absorbed doses from computed tomography for dental implant surgery: comparison with conventional tomography. *Dentomaxillofac Radiol*. 1993;**22**(1):13-7. [PMID: 8508935](#) [DOI: 10.1259/dmfr.22.1.8508935](#)
12. Dula K, Mini R, van der Stelt PF, Lambrecht JT, Schneeberger P, Buser D. Hypothetical mortality risk associated with spiral computed tomography of the maxilla and mandible. *Eur J Oral Sci*. 1996;**104**(5-6):503-10. [PMID: 9021317](#) [DOI: 10.1111/j.1600-0722.1996.tb00133.x](#)
13. Aranyarachkul P, Caruso J, Gantes B, Schulz E, Riggs M, Dus I, et al. Bone density assessments of dental implant sites: 2. Quantitative cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005;**20**(3):416-24. [PMID: 15973953](#)
14. Isoda K, Ayukawa Y, Tsukiyama Y, Sogo M, Matsushita Y, Koyano K. Relationship between the bone density estimated by cone-beam computed tomography and the primary stability of dental implants. *Clin Oral Implants Res*. 2012;**23**(7):832-6. [PMID: 21545533](#) [DOI: 10.1111/j.1600-0501.2011.02203.x](#)
15. Angelopoulos C, Aghaloo T. Imaging technology in implant diagnosis. *Dent Clin North Am*. 2011;**55**(1):141-58. [PMID: 21094723](#) [DOI: 10.1016/j.cden.2010.08.001](#)
16. Valiyaparambil JV, Yamany I, Ortiz D, Shafer DM, Pendrys D, Freilich M, et al. Bone quality evaluation: comparison of cone beam computed tomography and subjective surgical assessment. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012;**27**(5): 1271-7. [PMID: 23057044](#)
17. Li FB, Yu LY, Cai YD, Xie C. Jaw bone density assessments of implant sites using spiral CT and Simplant software. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue*. 2009;**18**(1):52-5. [PMID: 19290428](#)
18. Eskandarloo A, Saati S, Purabdolahi Ardakani M, Jamalpour M, Mezerji NM, Akheshteh V. Diagnostic accuracy of three cone beam computed tomography systems and periapical radiography for detection of fenestration around dental implants. *Contemp Clin Dent*. 2018;**9**(3):376-81. [PMID: 30166830](#) [DOI: 10.4103/ccd.ccd_103_18](#)
19. Homolka P, Beer A, Birkfellner W, Nowotny R, Gahleitner A, Tschabitscher M, et al. Bone mineral density measurement with dental quantitative CT prior to dental implant placement in cadaver mandibles: pilot study. *Radiology*. 2002;**224**(1): 247-52. [PMID: 12091691](#) [DOI: 10.1148/radiol.2241010948](#)
20. Truhlar RS, Orenstein IH, Morris HF, Ochi S. Distribution of bone quality in patients receiving endosseous dental implants. *J Oral Maxillofac Surg*. 1997;**55**(12 Suppl 5):38-45. [PMID: 9393425](#) [DOI: 10.1016/s0278-2391\(16\)31196-x](#)
21. Fuh LJ, Huang HL, Chen CS, Fu KL, Shen YW, Tu MG, et al. Variations in bone density at dental implant sites in different regions of the jawbone. *J Oral Rehabil*. 2010;**37**(5):346-51. [PMID: 20113389](#) [DOI: 10.1111/j.1365-2842.2010.02061.x](#)