

Comparative analysis of crestal bone loss and Periotest Value in implants adjacent to edentulous areas, endodontically treated teeth with crowns, and healthy teeth

Mahdis Masoumi¹, Sobhan Choulaki^{2*}, Parisa Ranjbarian³, Azadeh Tork Zadeh⁴, Ehsan Rafie⁵

1- Dental Student, School of Dentistry, Khorasgan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

2- Dental Student, Student Research Committee, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

3- Assistant Professor, Department of Endodontics, School of Dentistry, Khorasgan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

4- Assistant Professor, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Khorasgan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

5- Associate Professor, Department of Periodontics, School of Dentistry, Khorasgan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article History:
Received: 11 Mar 2026
Accepted: 17 Jul 2026
Published: 22 Jul 2026

Corresponding Author:
Sobhan Choulaki

Dental Student, Student Research
Committee, Babol University of Medical
Sciences, Babol, Iran

(Email: choulaki.dent@gmail.com)

Abstract

Background and Aims: Considering the importance of long-term implant stability and the potential influence of adjacent tooth and bone conditions, this study aimed to compare the crestal bone loss and Periotest Value in implants adjacent to edentulous areas, endodontically treated teeth with appropriate crowns, and healthy teeth.

Materials and Methods: This prospective cohort study was conducted at 1404 on 42 patients who attended Khorasgan Dental School (Iran) and required single-tooth implant treatment. The patients were enrolled through convenience sampling and allocated into three groups according to the condition of the adjacent tooth: Group A, implants adjacent to edentulous areas; Group B, implants adjacent to endodontically treated teeth with appropriate crowns; and Group C, implants adjacent to healthy teeth. Age and gender were matched among the groups. Three months after implant placement and healing abutment connection, standardized parallel periapical radiographs were obtained. Crestal bone loss was evaluated by comparing the baseline and follow-up radiographs. In addition, Periotest values (PTV) were recorded three times for each implant at a standardized buccal site after healing abutment placement, and the mean value was used for statistical analysis. Data were entered into SPSS 27 software and statistical analyses were performed using one-way ANOVA and Chi-square tests at a significance level of 95%.

Results: The distribution of patients in terms of gender and age was similar between the three groups ($p \geq 0.05$). The implant crestal bone loss in groups A, B and C was 0.72 ± 0.37 , 0.68 ± 0.36 and 0.68 ± 0.39 mm, respectively. Also, the implant periosteum value in groups A, B and C was -2 ± 0.55 , -3.29 ± 3.52 and -2.5 ± 3.35 mm, respectively. No statistically significant difference was observed in the mean bone loss ($p=0.939$) and periosteum value ($p=0.618$) of the implant between the three groups of patients.

Conclusion: Based on the results of this study, it can be concluded that implant stability (based on crestal bone loss and Periotest value) did not differ in various regions adjacent to edentulous areas, endodontically treated teeth with appropriate crowns, and healthy teeth. Other factors are likely to have a greater impact on the implant stability.

Keywords: Implant, Crestal bone loss, Osseointegration, Tooth nonvital

Cite this article as: Masoumi M, Choulaki S, Ranjbarian P, Tork Zadeh A, Rafie E. Comparative analysis of crestal bone loss and Periotest Value in implants adjacent to edentulous areas, endodontically treated teeth with crowns, and healthy teeth. J Dent Med-TUMS. 2026;39:27. [Persian]



مقایسه میزان تحلیل استخوان کرسنال ایمپلنت و Periotest Value در ایمپلنت گذاری در مجاورت ناحیه بی‌دندانی، دندان درمان ریشه شده دارای روکش و دندان سالم

مهديس معصومی^۱، سبجان چولکی^{۲*}، پریسا رنجبریان^۳، آزاده ترکزاده^۴، احسان رفیعی^۵

۱- دانشجوی دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

۲- دانشجوی دندانپزشکی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

۳- استادیار، گروه آموزشی اندودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

۴- استادیار، گروه آموزشی رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

۵- دانشیار، گروه آموزشی پرودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

چکیده	اطلاعات مقاله
زمینه و هدف: با توجه به اهمیت پایداری بلندمدت ایمپلنت‌ها و تأثیر احتمالی شرایط دندان‌ها و استخوان‌های مجاور، این مطالعه با هدف مقایسه میزان تحلیل استخوان کرسنال ایمپلنت و Periotest Value در ایمپلنت گذاری در مجاورت ناحیه بی‌دندانی، دندان درمان ریشه شده دارای روکش و دندان سالم انجام شد. روش بررسی: در مطالعه کوهورت آینده نگر حاضر در سال ۱۴۰۴، ۳۲ بیمار مراجعه کننده به دانشکده دندانپزشکی خوراسگان و نیازمند درمان ایمپلنت، به روش نمونه گیری در دسترس وارد مطالعه شدند و بر اساس شرایط دندان مجاور در سه گروه قرار گرفتند: گروه A، ایمپلنت در مجاورت ناحیه بی‌دندانی. گروه B، ایمپلنت مجاور دندان‌های درمان ریشه شده و دارای روکش مناسب و گروه C، ایمپلنت مجاور دندان سالم. سن و جنس بین گروه‌ها یکسان سازی شد. سه ماه بعد از کاشت ایمپلنت و بعد از بستن هیلینگ اباتمنت از بیماران عکس پری اپیکال موزی تهیه شد. سپس عکس اولیه پری اپیکال و پری اپیکال از بستن هیلینگ به منظور بررسی تحلیل کرسنال استخوان مورد استفاده قرار گرفت. علاوه بر آن پریوتست و لیو برای هر ایمپلنت بعد از بستن هیلینگ توسط دستگاه پریو تست اندازه گرفته شد. پریوتست و لیو برای هر ایمپلنت ۳ مرتبه در نقطه ثابت (در سطح باکال) ثبت و میانگین اعداد به دست آمده برای هر ایمپلنت ثبت شد. داده‌ها در نرم افزار SPSS27 وارد و آنالیزهای آماری با آزمون واریانس یک طرفه و آزمون کای در سطح معنی داری ۹۵ درصد انجام گرفت. یافته‌ها: توزیع بیماران از نظر جنسیت و سن بین سه گروه مشابه بود ($p \geq 0.05$). میزان تحلیل استخوان کرسنال ایمپلنت در گروه A، B و C به ترتیب 0.72 ± 0.37، 0.68 ± 0.36 و 0.68 ± 0.39 میلی متر بود. همچنین مقدار پریوتست ایمپلنت در گروه A، B و C به ترتیب -2.0 ± 3.55، -3.29 ± 3.52 و -2.5 ± 3.35 میلی متر بود. تفاوت آماری معنی داری در میانگین میزان تحلیل استخوان ($p=0.939$) و مقدار پریوتست ($p=0.618$) ایمپلنت بین سه گروه بیماران مشاهده نشد. نتیجه گیری: با توجه به نتایج مطالعه حاضر میتوان گفت، ثبات ایمپلنت (بر اساس میزان تحلیل استخوان کرسنال و پریوتست و لیو) در نواحی مختلف مجاورت ناحیه بی‌دندانی، دندان با درمان ریشه و روکش مناسب و دندان سالم تفاوتی ندارد و سایر عوامل در ثبات ایمپلنت تأثیر بیشتری خواهند داشت. کلید واژه‌ها: ایمپلنت، تحلیل استخوان کرسنال، استئواینترگریشن، دندان غیر زنده	نوع مقاله: مقاله پژوهشی دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۲۰ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۲۶ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۳۱ نویسنده مسؤول: سبجان چولکی استادیار گروه آموزشی اندودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران (Email: cholaki.dent@gmail.com)

مقدمه

ایمپلنت‌های دندانی به‌عنوان یکی از روش‌های قابل پیش بینی در جایگزینی دندان‌های از دست‌رفته، در دهه‌های اخیر به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته‌اند و به دلیل شباهت عملکردی و زیستی به دندان طبیعی، جایگاه مهمی در درمان‌های دندانپزشکی یافته‌اند (۱).

با وجود مزایای ایمپلنت‌های دندانی، این درمان نیز ممکن است با چالش‌هایی مانند خونریزی، عفونت و در نهایت شکست ایمپلنت مواجه شود (۲). یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده موفقیت درمان، پایداری ایمپلنت است که نقش کلیدی در پیش‌آگهی درمان دارد (۳،۴).

Periotest به عنوان یکی از روش‌های غیرتهاجمی برای ارزیابی پایداری ایمپلنت معرفی شده است که با اندازه گیری میزان تحرک ایمپلنت، اطلاعاتی درباره وضعیت استئوآینتگریشن ارائه می‌دهد (۵). با این حال، در مطالعات مختلف، نتایج متفاوتی در خصوص دقت و قابلیت اطمینان این شاخص گزارش شده است (۶-۸). Osstell (Resonance Frequency Analysis, RFA) از روش‌های دیگر ارزیابی پایداری ایمپلنت است که بر پایه تحلیل فرکانس رزونانس و شاخص ISQ عمل می‌کند. در میان روش‌های موجود برای ارزیابی پایداری ایمپلنت، به دلیل در دسترس بودن و سهولت کاربرد در شرایط بالینی، استفاده از Periotest در بسیاری از مطالعات رایج‌تر گزارش شده است (۶).

از دست دادن استخوان کرسنال در اطراف ایمپلنت نیز به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل در موفقیت یا شکست درمان ایمپلنت‌ها شناخته شده است. تحلیل استخوان کرسنال می‌تواند به افزایش تجمع باکتری‌ها و پری ایمپلنتیت منجر شود که در نهایت به شکست ایمپلنت می‌انجامد. عوامل متعددی مانند بیوتیپ لثه‌ای، تراکم استخوان، عرض بیولوژیک، و عمق کاشت ایمپلنت، بر روی میزان تحلیل استخوان کرسنال تأثیرگذارند (۹،۱۰).

تحقیقات اخیر به بررسی تأثیر عوامل مختلف بر تغییرات سطح استخوان مارژینال (MBL) (Marginal Bone Level) اطراف ایمپلنت‌ها پرداخته‌اند. مطالعه‌ای جامع توسط Trombelli و همکاران (۹) انجام شد که MBL را در بازه‌های زمانی مختلف بررسی کرد. نتایج این مطالعه نشان داد که عواملی مانند سابقه پریودنتیت، مصرف داروهای بیس فسفونات (Bisphosphonates, BP)، دیابت و نوع سطح ایمپلنت

به طور معنی داری با تغییرات MBL مرتبط هستند. بیمارانی که سابقه پریودنتیت داشتند یا BP مصرف می‌کردند، ریسک بیشتری برای از دست دادن استخوان مارژینال بیش از ۲ میلی متر داشتند. همچنین، ایمپلنت‌های قرار داده شده در فک پایین نسبت به فک بالا احتمال بیشتری برای از دست دادن استخوان نشان دادند. مطالعه دیگری توسط O'Brien و همکاران (۱۰) به بررسی پایداری ایمپلنت با استفاده از دستگاه پریوتست (PTV) پرداخت. این مطالعه نشان داد که مقادیر PTV تحت تأثیر محل اندازه‌گیری و تراکم استخوان قرار دارد. نتایج حاکی از آن بود که دستگاه پریوتست می‌تواند به طور معتبری پایداری ایمپلنت را در تراکم‌های مختلف استخوان اندازه گیری کند. همچنین، مطالعه‌ای توسط Shim و همکاران (۱۱) بر روی بیماران مسن انجام شد که نشان داد پایداری ایمپلنت‌ها در طول زمان بهبود می‌یابد، اما نتایج در قسمت‌های مختلف فک متغیر است. همچنین مرور سیستماتیکی توسط Berlin-Broner و همکاران (۱۲) تأثیر وضعیت ریشه دندان‌های مجاور بر موفقیت ایمپلنت‌های دندانی را بررسی کرد. نتایج نشان داد که ایمپلنت‌های مجاور دندان‌های دارای ضایعات پری آپیکال یا درمان ریشه، موفقیت کمتری داشتند. اگرچه شواهدی برای ارتباط بین وضعیت ریشه دندان مجاور و موفقیت ایمپلنت وجود دارد، اما برای اثبات یک رابطه علیتی کافی نیست. همچنین، در مطالعه Laird و همکاران (۱۳)، موفقیت و بقای ایمپلنت‌های دندانی در شرایط مختلف مجاورت دندانی و همچنین احتمال بروز اندودنتیک ایمپلنتایتیس (E-I) (Endodontic implantitis) (درگیری‌های اندو که منجر به شکست در ایمپلنت می‌شود) و ایمپلنت اندودنتیک (I-E) (Endodontic implants) (شکست‌های درمان ریشه ناشی از قراردهی ایمپلنت) مورد بررسی قرار گرفت. شرکت کنندگان در سه گروه شامل ایمپلنت بدون دندان مجاور، ایمپلنت مجاور دندان‌های بدون درمان ریشه، و ایمپلنت مجاور دندان‌های دارای درمان ریشه طبقه بندی شدند. نتایج کلی نشان داد که میزان موفقیت و بقای ایمپلنت‌ها در گروه‌ها بالا بوده و بروز E-I و I-E نادر است، با این حال موارد محدود گزارش شده عمدتاً در گروه دارای دندان‌های درمان ریشه شده مشاهده شد.

در این مطالعه، با هدف بررسی میزان تحلیل استخوان کرسنال و نتایج پریوتست در ایمپلنت‌هایی که در مجاورت نواحی با شرایط مختلف دندانی شامل ناحیه بی‌دندانی، دندان درمان ریشه شده دارای روکش و

سابقه پرتو درمانی در ناحیه سر و گردن، استفاده از پیوند استخوان حین ایمپلنت گذاری، داشتن عادات پارافانکشنال مانند دندان قروچه و کلنچینگ شدید، وجود ضایعه پری اپیکال یا درمان نامناسب ریشه یا روکش نامناسب در دندان مجاور ناحیه ایمپلنت، بارداری در زمان ایمپلنت گذاری، عدم امکان تصویربرداری با زاویه تقریباً موازی از ایمپلنت و وجود دندان نیازمند درمان ریشه یا با پوسیدگی شدید در ناحیه مجاور ایمپلنت از معیارهای خروج از مطالعه بود. همچنین بیمارانی که نیاز به بازسازی استخوان هدایت شده (GBR) به صورت همزمان یا پیش از جراحی ایمپلنت داشتند، به منظور همگن سازی شرایط استخوانی و حذف اثر مخدوش کننده مداخلات بازسازی استخوان، از مطالعه خارج شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار آماری G*Power (۱۴) مبتنی بر آزمون آنالیز واریانس یک طرفه، برای انجام آزمون در سطح معنی داری ۵ درصد ($\alpha=0.05$)، با توان آزمون ۸۰ درصد ($\beta=0.2$) و اندازه اثر بزرگ ($f=0.5$) (۱۵) و تعداد ۳ گروه، انجام شد. محاسبه حجم نمونه با استفاده از توان آماری و بر اساس توزیع FF غیرمرکزی صورت گرفت. فرمول اصلی برای تعیین پارامتر غیر مرکزی (λ) که مبنای محاسبه توان آزمون در ANOVA می باشد، به صورت $\lambda = F^2 \times N$ تعریف می شود. با جایگذاری مقادیر اندازه اثر، سطح خطای نوع اول و توان مورد انتظار، نرم افزار G*Power از طریق محاسبات تکرار شونده بر روی تابع توزیع احتمال FF، حداقل حجم نمونه لازم را ۴۲ مورد (۱۴ نفر برای هر گروه) تعیین کرد که در این حالت توان واقعی آزمون به ۰/۸۰۳ ارتقا یافت (جدول ۱).

[1] -- Monday, February 19, 2024 -- 22:40:54	
F tests - ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way	
Analysis:	A priori: Compute required sample size
Input:	
Effect size f	= 0.5
α err prob	= 0.05
Power (1- β err prob)	= 0.8
Number of groups	= 3
Output:	
Noncentrality parameter λ	= 10.5000000
Critical F	= 3.2380961
Numerator df	= 2
Denominator df	= 39
Total sample size	= 42
Actual power	= 0.8034136

جدول ۱ - برآورد حجم نمونه با استفاده از نرم افزار G*Power مبتنی بر آزمون ANOVA یک طرفه

اطلاعات با استفاده از چک لیست محقق ساخته شامل سؤالاتی درباره ناحیه ایمپلنت گذاری، Periotest Value، میزان تحلیل کرستال،

دندان سالم قرار گرفته اند، به مقایسه و تحلیل این عوامل پرداخته شده است. نتایج این پژوهش می تواند در بهبود تصمیم گیری های درمانی و انتخاب پروتکل های مناسب در درمان ایمپلنت نقش داشته باشد.

با وجود پیشرفت های قابل توجه در حوزه ایمپلنتولوژی و گزارش های متعدد درباره عوامل مؤثر بر موفقیت ایمپلنت، همچنان شواهد موجود درباره نقش وضعیت دندان های مجاور در تغییرات هم زمان پایداری ایمپلنت (ارزیابی شده با Periotest) و میزان تحلیل استخوان کرستال (MBL) محدود و غیرقطعی است. مطالعات پیشین عمدتاً یا بر تحلیل استخوان کرستال تمرکز داشته اند یا پایداری ایمپلنت را به صورت مجزا بررسی کرده اند، و در بسیاری از موارد، اثر نوع دندان مجاور به صورت تفکیک شده و مقایسه ای مورد توجه قرار نگرفته است. علاوه بر این، نتایج مطالعات موجود در خصوص تأثیر دندان های درمان ریشه شده یا دندان های دارای روکش در مجاورت ایمپلنت ها، ناهمگون بوده و در برخی موارد حتی متناقض گزارش شده اند.

بنابراین، یک خلأ مهم در ادبیات علمی به صورت نبود شواهد یکپارچه و مقایسه ای درباره تأثیر انواع مختلف دندان های مجاور بر هر دو شاخص کلیدی موفقیت ایمپلنت (پایداری مکانیکی و تحلیل استخوان کرستال) وجود دارد. بر این اساس، انجام مطالعه حاضر با هدف پر کردن این شکاف دانش، ارائه شواهد دقیق تر برای شرایط بالینی واقعی و کمک به بهینه سازی برنامه ریزی درمان ایمپلنت ها ضروری و دارای اهمیت بالینی قابل توجه است.

روش بررسی

این مطالعه به صورت کوهورت آینده نگر در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان در بازه زمانی دی ۱۴۰۳ تا مهر ۱۴۰۴ پس از اخذ کد اخلاق با شناسه IR.IAU.KHUISF.REC.1403.022 در پژوهش از کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان) انجام شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل داشتن سن بین ۱۸ تا ۶۰ سال، وضعیت سلامتی در گروه ۱ و ۲ ASA، داشتن بهداشت دهانی مناسب (شاخص پلاک ≥ 1 و ایندکس خونریزی سولکوس (Bleeding Sulcus Index) ≥ 1)، موجود بودن تصویر رادیوگرافی پانورامیک (OPG) از ناحیه درمان در روز جراحی و امکان ایمپلنت گذاری در نواحی خلفی بود. بیماران معناد یا مصرف کنندگان مشروبات الکلی،

جنسیت و سن جمع آوری شد. ۴۲ بیمار که به بخش پرودونتیکیس مراجعه کرده و نیازمند درمان ایمپلنت تک دندان بودند و معیارهای ورود به مطالعه را داشتند، به روش نمونه‌گیری در دسترس در یکی از سه گروه مطالعه قرار گرفتند. لازم به ذکر است که تخصیص افراد به گروه‌های مطالعه به صورت تصادفی انجام نشد، بلکه بر اساس ویژگی‌های بالینی ناحیه مجاور ایمپلنت صورت گرفت. به این ترتیب، ابتدا وضعیت دندان مجاور ناحیه ایمپلنت در هر بیمار از نظر نوع بافت دندانی و وضعیت درمانی (ناحیه بی‌دندانی، دندان سالم، یا دندان دارای درمان ریشه و روکش مناسب) ارزیابی شد و سپس بیماران بر اساس این ویژگی‌ها در سه گروه طبقه بندی شدند:

گروه A: ایمپلنت گذاری در مجاورت ناحیه بی‌دندان

گروه B: ایمپلنت گذاری در مجاورت دندان‌های سالم

گروه C: ایمپلنت گذاری در مجاورت دندان با درمان ریشه و روکش مناسب

تمامی جراحی‌های ایمپلنت در این مطالعه توسط یک جراح متخصص (عضو هیئت علمی بخش پرودونتیکیس) و با پروتکل جراحی یکسان انجام شد تا از ایجاد سوگیری ناشی از تفاوت تکنیک‌های جراحی و اپراتورهای مختلف جلوگیری گردد. جایگذاری فیکسچرهای ایمپلنت مطابق با پروتکل استاندارد شرکت سازنده و بر اساس شرایط آناتومیک هر بیمار انجام شد و در اغلب موارد، قرارگیری ایمپلنت در سطح کرست استخوان (crestal placement) صورت گرفت. در مواردی که شرایط استخوانی و آناتومیک اجازه می‌داد، تنظیم عمق به گونه‌ای انجام شد که حداکثر تطابق با سطح کرست استخوان حاصل گردد. هدف اصلی، دستیابی به موقعیت مناسب سه‌بعدی ایمپلنت و ایجاد ثبات اولیه مطلوب بوده و عمق قرارگیری فیکسچر بر اساس اصول بیومکانیکی و شرایط بالینی هر کیس تعیین شده است.

بعد از جراحی، از بیماران گرافی پری اپیکال تهیه شد. در این مطالعه، CBCT پیش از جراحی برای برنامه ریزی درمان و ارزیابی اولیه وضعیت استخوان در بیماران در دسترس بوده و مورد استفاده قرار گرفته است. با این حال، به دلایل اخلاقی و برای جلوگیری از تحمیل دوز اضافی اشعه، انجام CBCT در پیگیری سه ماهه امکان پذیر نبوده و از نظر اخلاق پژوهش توجیه نداشته است. بنابراین، ارزیابی تغییرات تحلیل استخوان کرستال در فاز پیگیری با استفاده از رادیوگرافی پری اپیکال

استاندارد و با تکنیک موازی انجام شد که در مطالعات طولی ایمپلنت به طور گسترده به‌عنوان روش قابل اعتماد برای بررسی تغییرات سطح استخوان پذیرفته شده است. تصاویر با تکنیک موازی (paralleling technique) و با استفاده از فیلم هولدر استاندارد از نوع XCP انجام شد تا از ایجاد خطای هندسی ناشی از تغییر زاویه تابش جلوگیری شود و امکان مقایسه دقیق‌تر در ارزیابی تغییرات ارتفاع استخوان کرستال در طول زمان فراهم گردد. در تمامی بیماران، موقعیت گیرنده تصویر به صورت ثابت و با استفاده از هولدرهای یکسان تنظیم شد تا شرایط تصویربرداری در نوبت‌های مختلف (بلافاصله پس از جراحی و در پیگیری سه ماهه) قابل تکرار و استاندارد باشد. در تمامی مراحل، تلاش شد زاویه تابش، موقعیت سنسور و شرایط تصویربرداری تا حد امکان بین دو زمان تصویربرداری یکسان حفظ شود تا خطای ناشی از projection geometry به حداقل برسد.

سه ماه بعد از کاشت ایمپلنت و بعد از بستن هیلینگ اباتمنت، عکس پری اپیکال مشابهی گرفته شد. عکس‌ها برای ارزیابی تحلیل استخوان کرستال مورد استفاده قرار گرفتند. برای ارزیابی تغییرات ارتفاع استخوان، مختصات نقاط کلیدی ایمپلنت مانند شولدر، اپیکال‌ترین نقطه و اولین تماس استخوان با ایمپلنت در نواحی مزایال و دیستال مشخص گردید. اندازه تحلیل استخوان با استفاده از فرمول مربوطه و نرم افزار اسکنورا اندازه گیری شد. تمامی ارزیابی‌های رادیوگرافیک و کلینیکی توسط یک مشاهده‌گر واحد، متخصص جراحی دهان، فک و صورت و عضو هیئت علمی دانشگاه انجام شد. پیش از شروع مطالعه، ایشان در خصوص پروتکل اندازه گیری، تعیین نقاط آناتومیک (شولدر ایمپلنت، اپیکال‌ترین نقطه و سطح اولین تماس استخوان-ایمپلنت) و نحوه محاسبه میزان تحلیل استخوان کرستال، بر اساس روش استاندارد مطالعه آموزش و کالیبره گردید. به‌منظور کاهش خطاهای مشاهده‌گر و افزایش دقت اندازه گیری‌ها، تمامی تصاویر در شرایط استاندارد تحلیل شدند. علاوه بر این، به‌صورت تصادفی ۲۰٪ از نمونه‌ها در دو نوبت مجزا توسط همان مشاهده‌گر و با فاصله زمانی مشخص مجدداً اندازه گیری شدند تا پایایی درون‌مشاهده‌گر (intra-examiner reliability) ارزیابی گردد. میزان توافق بین اندازه گیری‌های تکراری با استفاده از ضریب همبستگی درون طبقه‌ای (ICC) (Intraclass Correlation Coefficient) محاسبه شد. برای این منظور، از مدل دو طرفه

آزمون آنالیز واریانس یک طرفه مناسب به نظر می‌رسید. نرمال بودن توزیع داده‌ها در هر گروه از پیش فرض‌های لازم برای این آزمون است که به وسیله‌ی آزمون شاپیروویلیک بررسی شد. بر اساس نتیجه آزمون شاپیروویلیک، p مقدار آزمون در دو متغیر میزان تحلیل استخوان و مقدار پروتست در هر دو گروه بزرگ‌تر از مقدار $0/05$ بوده و لذا گواهی بر رد فرض نرمال بودن داده‌ها وجود نداشت ($p > 0/05$).

تحلیل استخوان: در این مطالعه، میزان تحلیل استخوان کرسنال بر اساس اختلاف بین اندازه گیری انجام شده بلافاصله پس از جراحی ایمپلنت و اندازه گیری سه ماهه پس از جراحی محاسبه شد. بنابراین، مقادیر گزارش شده در جدول ۲ بیانگر «میزان تغییرات تحلیل استخوان» طی دوره پیگیری سه ماهه است، نه مقادیر مطلق اندازه گیری در هر زمان به صورت جداگانه. از آنجا که هدف مطالعه، مقایسه میزان تغییرات نهایی تحلیل استخوان و وضعیت پایداری ایمپلنت بین سه گروه مورد بررسی بود، مقایسه بین گروهی بر اساس مقادیر نهایی تغییرات انجام شد. نتیجه آزمون آنالیز واریانس یک طرفه تفاوت معنی داری در میانگین میزان تحلیل استخوان بین سه گروه بیماران با دندان ایمپلنت شده در مجاورت ناحیه بی‌دندانی، دندان درمان ریشه شده دارای روکش مناسب و دندان سالم نشان نداد ($p = 0/939$) (جدول ۲).

مقدار پروتست: مقادیر Periotest در زمان پیگیری سه ماهه و پس از بستن هیلینگ اباتمنت ثبت و میانگین سه اندازه گیری متوالی برای هر ایمپلنت در تحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفت. نتیجه آزمون آنالیز واریانس یک طرفه تفاوت معنی داری در میانگین مقدار پروتست بین سه گروه بیماران با دندان ایمپلنت شده در مجاورت ناحیه بی‌دندانی، دندان درمان ریشه شده دارای روکش مناسب و دندان سالم نشان نداد ($p = 0/618$) (جدول ۳).

در جدول ۴، میزان تغییرات تحلیل استخوان کرسنال ایمپلنت در سه گروه مورد مطالعه بین زنان و مردان مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج آزمون آنووا نشان داد که در هیچ‌یک از گروه‌ها، تفاوت معنی داری بین دو جنس از نظر میزان تحلیل استخوان کرسنال وجود ندارد. به طور کلی، اگرچه مقادیر میانگین تحلیل استخوان در گروه‌های مختلف جنسیتی اندکی تفاوت جزئی نشان می‌دهد، اما این اختلاف‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبوده و نمی‌توان آن‌ها را به جنسیت نسبت داد.

(two-way mixed effects model) و معیار توافق مطلق (absolute agreement) استفاده گردید. مقدار ICC برابر با $0/92$ به دست آمد که نشان دهنده پایایی بسیار خوب درون مشاهده‌گر و تکرارپذیری مناسب اندازه‌گیری‌ها بود. از دستگاه Periotest® (Gulden Medizintechnik, Bensheim, Germany) جهت اندازه‌گیری پایداری ایمپلنت استفاده شد. این دستگاه یک روش غیرتهاجمی و مکانیکی-الکترونیکی است که با اعمال ضربات کنترل‌شده به سطح اباتمنت، مقدار عددی (PTV) Periotest Value را در محدوده تقریبی ۸- تا ۵۰+ ارائه می‌دهد؛ به طوری که مقادیر پایین‌تر نشان دهنده پایداری بیشتر ایمپلنت است (۵،۱۶). پس از بستن هیلینگ اباتمنت، داده‌ها در سه نوبت در یک نقطه ثابت در سطح باکال هر ایمپلنت ثبت شد و مقدار متوسط برای آنالیزهای بیشتر مورد استفاده قرار گرفت.

جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات در سطح توصیفی از نمودارهای آماری و شاخص میانگین، انحراف معیار و در سطح استنباطی از آزمون واریانس یک طرفه و آزمون کای دو استفاده شد. آزمون‌ها در سطح خطای پنج درصد و با استفاده از نسخه ۲۷ نرم افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌ها

تعداد ۴۲ بیمار که تحت درمان ایمپلنت قرار گرفته بودند در قالب سه گروه ۱۴ نفری مورد بررسی قرار گرفتند. بیماران در گروه اول که درمان ایمپلنت آنان در مجاورت ناحیه بی‌دندانی بود شامل ۶ زن (۴۲/۹ درصد) و ۸ مرد (۵۷/۱ درصد)، در گروه دوم که درمان ایمپلنت آنان در مجاورت دندان ریشه شده بود شامل ۸ زن (۵۷/۱ درصد) و ۶ مرد (۴۲/۹ درصد) و در گروه سوم که درمان ایمپلنت آنان در مجاورت دندان سالم بود شامل ۷ زن (۵۰/۰ درصد) و ۷ مرد (۵۰/۰ درصد) بودند. نتیجه آزمون کای دو اختلاف معنی داری بین توزیع جنسیت بیماران سه گروه نشان نداد ($p = 0/05$). میانگین سن بیماران در گروه اول $48/8 \pm 7/1/84$ سال، در گروه دوم $48/0 \pm 10/50$ سال و در گروه سوم $46/0 \pm 11/21$ سال بود. نتیجه آزمون آنالیز واریانس یک طرفه تفاوت معنی داری در میانگین سنی بیماران سه گروه نشان نداد ($p = 0/777$). با توجه به طرح تحقیق و برای پاسخ به سؤالات پژوهش استفاده از

جدول ۲- میزان تغییرات تحلیل استخوان کرسنال ایمپلنت در مجاورت نواحی مختلف

گروه	تعداد	انحراف معیار $\pm$ میانگین (میلی متر)	کمترین	بیشترین	P-Value*
مجاورت ناحیه بی‌دندانی	۱۴	0.72 ± 0.37	۰	۱/۳۱	۰/۹۳۹
مجاورت دندان درمان ریشه شده	۱۴	0.68 ± 0.39	۰	۱/۲۷	
مجاورت دندان سالم	۱۴	0.68 ± 0.36	۰	۱/۲۳	

* آزمون ANOVA

جدول ۳- مقادیر Periotest در ارزیابی سه ماهه پس از ایمپلنت گذاری در مجاورت نواحی مختلف

گروه	تعداد	انحراف معیار $\pm$ میانگین (میلی متر)
مجاورت ناحیه بی‌دندانی	۱۴	3.55 ± 2
مجاورت دندان درمان ریشه شده	۱۴	3.35 ± 2.5
مجاورت دندان سالم	۱۴	3.52 ± 3.29

* آزمون ANOVA

جدول ۴- میزان تغییرات تحلیل استخوان کرسنال ایمپلنت در مجاورت نواحی مختلف به تفکیک جنسیت

گروه	تعداد	انحراف معیار $\pm$ میانگین (میلی متر)	کمترین	بیشترین	P-Value*
مجاورت ناحیه بی‌دندانی	۸	0.73 ± 0.36	۰	۱/۳۰	۰/۵۸۱
مجاورت دندان درمان ریشه شده	۶	0.67 ± 0.40	۰	۱/۲۵	
مجاورت دندان سالم	۷	0.69 ± 0.35	۰	۱/۲۳	
مجاورت ناحیه بی‌دندانی	۶	0.71 ± 0.39	۰	۱/۳۱	۰/۶۱۹
مجاورت دندان درمان ریشه شده	۸	0.68 ± 0.38	۰	۱/۲۷	
مجاورت دندان سالم	۷	0.67 ± 0.37	۰	۱/۲۰	

* آزمون ANOVA

جدول ۵- مقادیر Periotest در ارزیابی سه ماهه پس از ایمپلنت گذاری به تفکیک جنسیت

گروه	تعداد	انحراف معیار $\pm$ میانگین (میلی متر)	کمترین	بیشترین	P-Value*
مجاورت ناحیه بی‌دندانی	۸	3.25 ± 2.10	-۸/۰۰	۱/۳۰	۰/۶۴۳
مجاورت دندان درمان ریشه شده	۶	3.33 ± 2.08	۰	۱/۲۵	
مجاورت دندان سالم	۷	3.50 ± 3.28	-۸/۰۰	۱/۲۳	
مجاورت ناحیه بی‌دندانی	۶	3.56 ± 2.50	-۸/۰۰	۳/۰۰	۰/۶۹۰
مجاورت دندان درمان ریشه شده	۸	3.63 ± 2.15	-۸/۰۰	۲/۰۰	
مجاورت دندان سالم	۷	3.53 ± 3.30	-۸/۰۰	۳/۰۰	

* آزمون ANOVA

جدول ۶- همبستگی بین سن با تغییرات تحلیل استخوان و Periotest به تفکیک گروه‌های مورد مطالعه

سن		گروه	
Periotest	تحلیل استخوان		
- ۰/۱۱۸	۰/۱۴۱	ضریب همبستگی	مجاورت ناحیه بی‌دندانی
۰/۷۱۳	۰/۶۳۳	P-Value*	
- ۰/۰۹	۰/۱۸۸	ضریب همبستگی	مجاورت دندان درمان ریشه شده
۰/۹۷۷	۰/۵۴۹	P-Value*	
- ۰/۱۳۵	۰/۱۸۷	ضریب همبستگی	مجاورت دندان سالم
۷۲۰۰	۰/۷۳۴	P-Value*	

* آزمون همبستگی پیرسون

در جدول ۵ مقدار Periotest در سه گروه مطالعه به تفکیک جنسیت مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس یافته‌ها، تفاوت معنی داری بین زنان و مردان در هیچ یک از گروه‌ها از نظر پایداری ایمپلنت بر اساس Periotest مشاهده نشد. اگرچه مقادیر میانگین Periotest در گروه‌های مختلف جنسیتی اندکی تفاوت‌های جزئی را نشان می‌دهد، اما این تفاوت‌ها از نظر آماری معنی دار نبوده و نشان دهنده عدم تأثیر جنسیت بر میزان ثبات اولیه و ثبات سه ماهه ایمپلنت است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در این مطالعه، جنسیت به عنوان یک متغیر مداخله‌گر تأثیر قابل توجهی بر شاخص‌های پایداری ایمپلنت نداشته است.

نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد که در هر سه گروه مورد مطالعه، بین سن بیماران و میزان تغییرات تحلیل استخوان کرسنال ایمپلنت و مقادیر Periotest همبستگی آماری معنی داری وجود ندارد. اگرچه در برخی موارد ضرایب همبستگی به صورت ضعیف مثبت یا منفی مشاهده شده است، اما این روابط از نظر آماری معنی دار نبوده و از نظر بالینی نیز قابل اتکا نیستند. به عبارت دیگر، در این مطالعه سن بیماران نقش قابل توجهی در تغییرات تحلیل استخوان یا پایداری ایمپلنت نداشته و نتایج به دست آمده در گروه‌های مختلف مستقل از سن قابل تفسیر هستند.

بحث و نتیجه گیری

در مطالعه حاضر، اثر موقعیت دندان مجاور ایمپلنت (ناحیه بی‌دندانی، دندان درمان ریشه شده دارای روکش مناسب و دندان سالم) بر میزان تغییرات تحلیل استخوان کرسنال و پایداری ایمپلنت مورد بررسی قرار گرفت. همچنین نقش متغیرهای دموگرافیک شامل سن و جنسیت

به عنوان عوامل بالقوه مداخله‌گر در نتایج ارزیابی شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که میزان تحلیل استخوان کرسنال در دوره پیگیری سه ماهه بین سه گروه مورد مطالعه تفاوت معنی داری ندارد. به طور مشابه، مقادیر Periotest نیز به عنوان شاخص پایداری ایمپلنت در سه گروه تفاوت آماری معنی داری نشان نداد. این موضوع بیانگر آن است که نوع دندان مجاور ایمپلنت در بازه زمانی مورد بررسی تأثیر قابل توجهی بر میزان تحلیل استخوان و ثبات ایمپلنت نداشته است. مطالعات متعددی همچون مطالعه Trombelli و همکاران (۹)، O'Brien و همکاران (۱۰) و Shim و همکاران (۱۱)، عوامل موثر بر ثبات ایمپلنت و میزان تحلیل MBL را بررسی کرده و نشان دادند که عواملی مانند کیفیت و تراکم استخوان گیرنده، موقعیت آناتومیک ایمپلنت، طراحی و ویژگی‌های سطح ایمپلنت (roughness و نوع پوشش سطحی)، نحوه قرارگیری ایمپلنت (primary stability در زمان جراحی)، و همچنین بارگذاری پروتزی و زمان آن می‌تواند در ثبات ایمپلنت تأثیرگذار باشد. با توجه به اینکه شرایط استخوان می‌تواند تحت تأثیر وضعیت دندان‌های موجود (دندان سالم، دندان با درمان ریشه و یا عدم حضور دندان) باشد، این مطالعه با هدف مقایسه ثبات ایمپلنت در این نواحی انجام شد. هر چند تاکنون مطالعه‌ای که به صورت مستقیم به این مساله پرداخته شده باشد انجام نپذیرفته بود.

در مورد دندان‌های با درمان ریشه و میزان موفقیت و پایداری ایمپلنت مطالعاتی انجام شده است. در مرور نظام‌مند Berlin-Broner و همکاران (۱۲) نشان داده شد که موفقیت درمان ایمپلنت در حضور دندان‌های با ضایعات اپیکال به طور معنی دار کمتر است، اما در مورد

دندان‌های با درمان ریشه نتایج ضد و نقیضی گزارش شد. در مطالعه حاضر، تفاوتی در میزان ثبات ایمپلنت در مجاورت دندان سالم و دندان با درمان ریشه چه در بررسی PTV و چه در بررسی میانگین میزان تحلیل استخوان کرسنال گزارش نشد. همچنین در مطالعه López-Martínez و همکاران (۱۷) نشان داده شد که درمان ریشه ناموفق بر احتمال ایجاد پری ایمپلنت در ایمپلنت‌های مجاور در این دندان به طور معنی داری موثر است. در مطالعه حاضر درمان ریشه ناموفق و وجود ضایعات پری اپیکال از مطالعه حذف شدند و متدولوژی این مطالعه با مطالعه ذکر شده متفاوت است و می‌تواند علت تفاوت در نتایج جاصل در این مطالعه باشد. شبیه‌ترین مطالعه به مطالعه حاضر مطالعه Laird و همکاران (۱۳) بود که به بررسی میزان موفقیت و میزان بقای ایمپلنت‌ها پرداخته بودند. نتایج نشان داد که میزان موفقیت و بقا در ایمپلنت‌ها در ناحیه دارای دندان سالم بیشتر بود و کمترین میزان موفقیت در مجاورت دندان با درمان ریشه مشاهده شد، از این لحاظ مطالعه حاضر با مطالعه Laird و همکاران (۱۳) تفاوت دارد. هرچند در مطالعه لیرد کیفیت درمان‌های ریشه انجام شده و وجود و عدم وجود ضایعات پری اپیکال مورد بررسی قرار نگرفته است، که می‌تواند عامل مؤثری در میزان بقای ایمپلنت‌های مجاور این دندان‌ها باشد. در این زمینه، مطالعه Winkler و همکاران (۱۸) نشان داده است که مقادیر Periotest (PTV) می‌تواند به عنوان شاخصی برای ارزیابی پایداری دندان‌های طبیعی و ایمپلنت‌ها در شرایط بالینی مورد استفاده قرار گیرد. در این مطالعه گسترده که شامل دندان‌های طبیعی و ایمپلنت‌ها بود، مقادیر PTV در ایمپلنت‌ها نسبت به دندان‌های طبیعی پایین‌تر (منفی‌تر) گزارش شد که نشان‌دهنده ثبات بیشتر ایمپلنت‌ها است. همچنین تغییرات PTV در طول زمان در هر دو گروه دندان طبیعی و ایمپلنت پایدار بوده و تفاوت معناداری مشاهده نشد.

همچنین در بررسی نقش متغیرهای دموگرافیک، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که جنسیت تأثیر معنی داری بر میزان تغییرات تحلیل استخوان کرسنال در هیچ یک از سه گروه مورد بررسی ندارد. اگرچه در برخی زیرگروه‌ها تفاوت‌های جزئی در میانگین مقادیر مشاهده شد، اما این اختلاف‌ها از نظر آماری معنی دار نبودند و بنابراین نمی‌توان آن‌ها را به تفاوت‌های بیولوژیک بین زنان و مردان نسبت داد. این یافته نشان می‌دهد که فرآیند ریمودلینگ استخوان اطراف ایمپلنت در بازه زمانی

سه ماهه بیشتر تحت تأثیر عوامل موضعی و مرتبط با شرایط بیومکانیکی و کیفیت استخوان قرار دارد تا ویژگی‌های جنسیتی بیماران. به طور مشابه، در ارزیابی پایداری ایمپلنت بر اساس شاخص Periotest نیز تفاوت معنی داری بین زنان و مردان در هیچ‌یک از گروه‌ها مشاهده نشد. با وجود وجود نوسانات جزئی در میانگین مقادیر Periotest بین دو جنس، این اختلاف‌ها از نظر آماری معنی دار نبودند و نشان دهنده عدم نقش تعیین کننده جنسیت در ثبات اولیه و ثبات سه ماهه ایمپلنت هستند. یافته‌های حاضر با نتایج مطالعه Winkler و همکاران (۱۸) هم راستا است. در مطالعه طولی آن‌ها که شامل بیش از ۹۰۰ دندان طبیعی و تعداد زیادی ایمپلنت در پیگیری طولانی مدت بود، نشان داده شد که ایمپلنت‌ها نسبت به دندان‌های طبیعی پایداری بیشتری داشته و تغییرات Periotest در طول زمان از ثبات نسبی برخوردار است و تحت تأثیر معنی دار متغیرهای فردی قرار نمی‌گیرد. این نتایج از این فرضیه حمایت می‌کند که Periotest عمدتاً شاخصی از ویژگی‌های مکانیکی - بیولوژیک رابط استخوان - ایمپلنت است و کمتر تحت تأثیر ویژگی‌های دموگرافیک بیماران قرار می‌گیرد. در مجموع می‌توان بیان کرد که جنسیت در این مطالعه به عنوان یک متغیر مداخله‌گر اثر قابل توجهی بر پیامدهای بالینی ایمپلنت نداشته است. نتایج این مطالعه با مطالعاتی که نقش عوامل بیولوژیک فردی را در حد محدود گزارش کرده‌اند نیز همسو است. به طور کلی، تفاوت‌های هورمونی و تراکم استخوانی بین زنان و مردان در برخی مطالعات به عنوان عامل بالقوه مطرح شده‌اند، اما این اثرات عمدتاً در شرایط سیستمیک شدید (مانند پوکی استخوان پیشرفته) یا در بازه‌های طولانی مدت بالینی مشاهده می‌شوند و در دوره‌های پیگیری کوتاه مدت مانند مطالعه حاضر، معمولاً اثر قابل تشخیص آماری ندارند (۲۱-۱۹). این موضوع می‌تواند توجیه کننده عدم مشاهده تفاوت معنی دار بین دو جنس در این مطالعه باشد.

از سوی دیگر، بررسی ارتباط سن با میزان تغییرات تحلیل استخوان کرسنال و مقادیر Periotest نیز نشان داد که در هیچ یک از سه گروه مورد مطالعه، همبستگی آماری معنی داری بین سن بیماران و شاخص‌های ارزیابی شده وجود ندارد. اگرچه در برخی موارد ضرایب همبستگی به صورت ضعیف و مثبت یا منفی مشاهده شد، اما هیچ یک از این روابط از نظر آماری معنی دار نبودند. این موضوع بیانگر آن است که در محدوده سنی بیماران حاضر، سن به تنهایی نقش تعیین کننده‌ای

گزارش شده در برخی مطالعات دیگر نیز احتمالاً ناشی از اختلاف در طراحی مطالعه، مدت پیگیری، ویژگی‌های جمعیت مورد بررسی، وجود بیماری‌های سیستمیک، و یا تفاوت در پروتکل‌های جراحی و پروتزی است.

در مجموع، یافته‌های این مطالعه نشان داد که موقعیت دندان مجاور ایمپلنت (ناحیه بی‌دندانی، دندان درمان ریشه شده دارای روکش مناسب و دندان سالم) تأثیر معنی داری بر میزان تغییرات تحلیل استخوان کرسنال و پایداری ایمپلنت در دوره پیگیری سه‌ماهه ندارد. همچنین متغیرهای دموگرافیک شامل سن و جنسیت نیز ارتباط قابل توجهی با این شاخص‌ها نشان ندادند، که بیانگر نقش محدود عوامل فردی در بازه زمانی کوتاه مدت و غالب بودن عوامل موضعی و بیومکانیکی در تعیین نتایج درمان است. به طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط کنترل شده این مطالعه، ایمپلنت‌های دندانی در مجاورت انواع مختلف دندان‌های طبیعی یا درمان شده، از نظر ثبات اولیه و تغییرات استخوان کرسنال رفتار مشابهی دارند و پیامدهای بالینی بیشتر تحت تأثیر ویژگی‌های ایمپلنت، کیفیت استخوان و شرایط جراحی قرار می‌گیرد تا متغیرهای دموگرافیک یا وضعیت دندان مجاور.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با کد رساله ۱۷۵۲۲۱۲۸۹۱۱۵۴۱۹۶۰۲۴۱۶۲۷۹۹۱۴۷ و کد اخلاق IR.IAU.KHUISF.REC.1403.022 در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) مورد تصویب قرار گرفت.

References:

- 1- Sotova C, Yanushevich O, Kriheli N, Grigoriev S, Evdokimov V, Kramar O, et al. Dental implants: modern materials and methods of their surface modification. *Materials*. 2023;16(23):7383.
- 2- Kochar SP, Reche A, Paul P. The etiology and management of dental implant failure: a review. *Cureus*. 2022;14(10):e30455.
- 3- Heimes D, Becker P, Pabst A, Smeets R, Kraus A, Hartmann A, et al. How does dental implant macrogeometry affect primary implant stability? A narrative review. *Int J Implant Dent*. 2023;9(1):20.
- 4- Huang YC, Huang YC, Ding SJ. Primary stability of implant placement and loading related to dental implant materials and designs: A literature review. *J Dent Sci*. 2023;18(4):1467-76.
- 5- Semenzin Rodrigues A, de Moraes Melo Neto CL, Santos Januzzi M, Dos Santos DM, Goiato MC. Correlation between Periotest value and implant stability quotient: a systematic review. *Biomed Tech (Basel)*. 2023;69(1):1-10.

در میزان تحلیل استخوان یا پایداری ایمپلنت ندارد و تغییرات مشاهده شده بیشتر ناشی از عوامل موضعی مرتبط با شرایط استخوانی، ویژگی‌های ایمپلنت و فرآیند جراحی است تا ویژگی‌های دموگرافیک بیماران. در مجموع، نتایج این بخش از مطالعه نشان می‌دهد که متغیرهای سن و جنسیت در تبیین تغییرات تحلیل استخوان کرسنال و ثبات ایمپلنت نقش قابل توجهی ندارند و یافته‌ها در گروه‌های مختلف از نظر این متغیرها قابل تعمیم و مستقل از ویژگی‌های فردی بیماران هستند. در این راستا، Trombelli و همکاران (۹) گزارش کردند که عوامل مرتبط با بارگذاری عملکردی، کیفیت استخوان و شرایط کلینیکی طولانی مدت ایمپلنت نقش مهم‌تری نسبت به متغیرهای فردی مانند سن و جنسیت در میزان تحلیل استخوان کرسنال دارند و تغییرات استخوانی بیشتر به عوامل محیطی و پروتزی وابسته است. همچنین در مطالعه Shim و همکاران (۱۱)، اگرچه تفاوت‌هایی در پایداری ایمپلنت بر اساس محل قرارگیری و سن بیماران مشاهده شد، اما این تفاوت‌ها در بسیاری از موارد از نظر آماری معنی دار نبودند و نویسندگان نتیجه گرفتند که اثر عوامل سیستمیک نسبت به عوامل موضعی کمتر است. این موضوع با یافته‌های مطالعه حاضر همخوانی دارد، به ویژه اینکه در بازه سنی بررسی شده، سن تأثیر قابل توجهی بر تغییرات استخوانی یا شاخص‌های پایداری نشان نداد.

در مجموع، مقایسه یافته‌های این مطالعه با مطالعات پیشین نشان می‌دهد که عدم تأثیر معنی دار سن و جنسیت بر تحلیل استخوان کرسنال و پایداری ایمپلنت با اکثریت شواهد موجود همخوانی دارد. تفاوت‌های

- 6- Reynolds I, Winning L, Polyzois I. A three-year prospective cohort study evaluating implant stability utilising the osstell® and periotest™ devices. *Front Dent Med*. 2023;4:1139407.
- 7- Matijević L, Ivanišević Z, Tomas M, Matijević M. Assessment of Implant Stability Using ISQ, Periotest, and CBCT in a Split-Mouth Pilot Study. *Applied Sci*. 2026;16(5):2358.
- 8- Sachelarie L, Feier R, Ștefănescu C-L, Grigorian M, Murineanu R-M, Agripina Z, et al. A Predictive Bioengineering Model of Dental Implant Instability in Systemic Bone Disorders: A Periotest-Based Analysis. *Bioengineering*. 2026;13(3):297.
- 9- Trombelli L, Farina R, Tomasi C, Vignoletti F, Paolantonio G, Giordano F, et al. Factors affecting radiographic marginal bone resorption at dental implants in function for at least ۵ years: A multicenter retrospective study. *Clin Oral Implants Res*. 2024;35(11):1406-17.
- 10- O'Brien C, Naughton D, Honari B, Winning L, Polyzois I.

An In Vitro Evaluation of Periotest Implant Stability Measurements Taken on Implant Retained Crowns and Healing Abutments. Clin Exp Dent Res. 2024;10(3):e910.

11- Shim JS, Kim MY, An SJ, Kang ES, Choi YS. Evaluation of implant stability measurements according to implant placement site and duration in elderly patients: A prospective multi-center clinical study. J Clin Med. 2023;12(15):5087.

12- Berlin-Broner Y, Levin L. Dental Implant Success and Endodontic Condition of Adjacent Teeth: A Systematic Review. Int J Oral Maxillofac Implants. 2020;35(6):e91-e97.

13- Laird BS, Hermesen MS, Gound TG, Al Salleh F, Byarlay MR, Vogt M, et al. Incidence of endodontic implantitis and implant endodontitis occurring with single-tooth implants: a retrospective study. J Endod. 2008;34(11):1316-24.

14- Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. Behav Res Methods. 2007;39(2):175-91.

15- Cohen J. Statistical power analysis. Current Directions in Psychological Sci. 1992;1(3):98-101.

16- Maly T, Coopman R, De Bruyn H, Van Doorne L. Predictive value of Periotest® assessment for failure of Mini Dental Implants supporting maxillary overdentures: a pilot study. J Stomatology Oral Maxillofac Surg. 2025;126(6S):102502.

17- O López-Martínez F, Gómez Moreno G, Olivares-Ponce P, Eduardo Jaramillo D, Eduardo Maté Sánchez de Val J, Calvo-Guirado JL. Implants failures related to endodontic treatment. An observational retrospective study. Clin Oral Implants Res. 2015;26(9):992-5.

18- Winkler S, Morris HF, Spray JR. Stability of implants and natural teeth as determined by the Periotest over 60 months of function. J Oral Implantol. 2001;27(4):198-203.

19- Tunheim EG, Skallefold HE, Rokaya D. Role of hormones in bone remodeling in the craniofacial complex: A review. J Oral Biol Craniofac Res. 2023;13(2):210-7.

20- Cauley JA. Estrogen and bone health in men and women. Steroids. 2015;99:11-5.

21- Chen S, Patel J, Katzmeyer T, Pei M. Sex-dependent variation in bone adaptation: from degeneration to regeneration. J Orthop Translat. 2025;52:325-34.