

اتصال ایمپلنت به دندان

مفاهیم بنیادی و پروسه کلینیکی

تألیف و گردآوری :

دکتر صفورا قدسی

دکتر ساسان رسایی پور

دستیاران تخصصی رشته پروتزهای دندانی دانشکده دندانپزشکی شیراز

سرشناسه	: قدسی، صفورا، ۱۳۶۱- گردآورنده
عنوان و نام پدیدآور	: اتصال ایمپلنت به دندان/ تألیف و گردآوری صفورا قدسی، ساسان رسائی پور.
مشخصات نشر	: تهران : شایان نمودار، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	: ۷۰ ص.
شابک	: 978-964-237-098-6
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا.
موضوع	: کاشت دندانی
شناسه افزوده	: رسائی پور، ساسان، ۱۳۵۸-، گردآورنده
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۰ ق ۲/ ۶۶۷ RK
رده‌بندی دیویی	: ۶۱۷/۶۹۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۶۲۹۲۰۹

نام کتاب: اتصال ایمپلنت به دندان مفاهیم بنیادی و پروسه کلینیکی
تألیف و گردآوری: دکتر صفورا قدسی، دکتر ساسان رسائی پور
ناشر: انتشارات شایان نمودار (عضو انجمن فرهنگی ناشران کتاب دانشگاهی)
مدیر تولید: لیدا عدالتی
حروفچینی و صفحه‌آرایی: انتشارات سائسی
طرح جلد: آتلیه طراحی شایان نمودار (مریم خزعلی)
شمارگان: ۲۰۰۰
نوبت چاپ: اول
تاریخ چاپ: بهار ۱۳۹۱
قیمت: ۷۸۰۰۰ ریال
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۳۷-۰۹۸-۶



انتشارات شایان نمودار

تهران / میدان فاطمی / خیابان چهلستون / خیابان بوعلی سینای شرقی / شماره ۳۷ / بلوک B / طبقه همکف

تلفن: ۸۸۹۵۱۴۶۲ (۴ خط)

دفتر فروش شماره ۲: تهران / امیرآباد شمالی / روبروی بیمارستان قلب / خ شهید کیومرث شکرالله / پلاک ۱۰۰ / طبقه همکف

تلفن: ۸۸۰۲۳۸۱۴

(این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه

مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت)

انسان عبارت است از تمام آنچه می‌اندیشد، طلب می‌کند و دوست می‌دارد ...
تمام آنچه می‌پندارد حقیقت است و ناگزیر از وقوع ...

Paul Twichell

مقدمه

سپاس خداوند سبحان را که به ما فرصت اندیشیدن و توفیق بندگی داد. به نام او و با تکیه بر حضور امیدبخشش.

تاریخچه کاربرد ایمپلنت‌های ریشه‌ای شکل به هزاران سال قبل بر می‌گردد اما تا سال ۱۹۷۷ که برانمارک پس از ۱۰ سال بررسی نتایج کاربرد اولین ایمپلنت‌های مدرن در انسان را گزارش نمود، این روش جایگزین کردن دندان عمومیت نیافت.

امروزه استفاده از ایمپلنت در درمان بیماران دچار بی‌دندانی کامل یا پارسیل و حتی بیماران دچار نواقص فک و صورت به یک شیوه درمانی قابل پیش‌بینی و معمول در دندانپزشکی تبدیل شده و با توجه به مزایایی که در قیاس با روش‌های قدیمی‌تر جایگزینی دندان دارد توجه روز افزونی را به خود معطوف داشته است. ناگفته پیداست که هر چه کاربرد ایمپلنت فراگیرتر می‌شود مواجهه با موارد پیش‌بینی نشده نیز بیشتر می‌شود. گواه این گفته مقالات متعددی است که در مجلات معتبر به صورت case report در رابطه با ایمپلنت به چاپ می‌رسد.

اتصال ایمپلنت به دندان از جمله موارد بحث بر انگیز در این زمینه است که با توجه به عدم وجود مرجعی جامع در این رابطه تصمیم‌گیری را در صورت مواجهه مشکل می‌کند. با توجه به این کمبود، بر آن شدیم راهنمایی کاربردی در رابطه با اتصال ایمپلنت به دندان با استفاده از کتب مرجع ایمپلنت و مقالات منتشر شده در این زمینه گردآوری نماییم به امید آن که راهگشای قضاوت آگاهانه در رابطه با کاربرد یا عدم کاربرد روش مذکور باشد.

ضمن سپاس از اساتید محترم بخش پروتز دانشکده دندانپزشکی شیراز به ویژه سرکار خانم دکتر وجدانی و جناب آقای دکتر آهنگری که جرعه احساس نیاز و میل به جستجو را در دلمان شعله‌ور ساختند و جناب آقای مهندس خزعلی و خانم آقازاده که با همکاری صمیمانه خود این تلاش را تسهیل کردند، از راهنمایی‌ها و انتقادات تمامی همکاران محترم استقبال می‌نماییم.

safura_gh82@yahoo.com

دکتر صفورا قدسی

دکتر ساسان رسایی پور

sasanrasaei@yahoo.com

زمستان ۹۰

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵.....	پیشگفتار
۷.....	فصل اول تفاوت دندان و ایمپلنت
۲۷.....	فصل دوم پروتزهای متکی بر ایمپلنت و دندان (اصول بنیادی)
۴۵.....	فصل سوم روش‌ها و راهنمای اتصال (اصول کاربردی)
۶۳.....	فصل چهارم بحث و نتیجه‌گیری

پیشگفتار

با معرفی ایمپلنت به علم دندانپزشکی حوزه جدیدی در درمان‌های معمول دندانپزشکی گشوده شد، اصول خاصی معرفی شد و پایبندی به آنها از سوی پیشگامان این حوزه ضروری تلقی شد؛ با گذشت زمان عده‌ای از دندانپزشکان کنجکاو اصول اولیه را به چالش کشیدند و جالب اینکه با تغییر آنها دیدگاه‌های جدیدی آفریدند. منشاء بسیاری از این اصول شکنی‌های مثبت، "نیاز" بود، نیاز به کاهش تعداد ایمپلنت‌ها "all on four" را معرفی کرد، نیاز به ساینز کوچک‌تر ایمپلنت‌ها "mini implant" را پدید آورد و نیاز به تصمیم‌گیری راجع به دندان‌های باقیمانده بین ایمپلنت بحث "tooth-implant connection" را مطرح نمود. با مطرح شدن هر مبحث جدید، نیاز به تحقیقات موشکافانه جهت بررسی اثرات آن، عوارض احتمالی، پیش‌آگهی دراز مدت و عوامل مؤثر در موفقیت و شکست هر روش بوجود آمد. آنچه در این کتاب به آن پرداخته شده یکی از این حوزه‌های بحث برانگیز یعنی مبحث اتصال ایمپلنت به دندان است.

اگر چه پروتزهای متکی بر ایمپلنت مزایای بیولوژیکی و بیومکانیکی غیرقابل انکاری نشان داده‌اند، با توجه به کاربرد گسترده ایمپلنت در بیماران نیمه بی‌دندان، مواجه شدن با موارد اتصال اجباری بین ایمپلنت و دندان نادر نیست. اما به علت تفاوت‌های این دو جزء به ویژه در نوع مکانیسم ساپورتشان، پروگنوز دراز مدت این نوع درمان هنوز موضوعی چالش برانگیز است.

در مقالات متعددی در ۲۵ سال اخیر این مسئله به نوعی مطرح شده و راجع به موارد تجویز، مزایا، معایب و عوارض آن صحبت شده است. شاید بتوان گفت مزیت اصلی این روش درمانی، کاهش نیاز به پروتز متحرک می‌باشد. چرا که چنین درمانی در بسیاری از موارد به عنوان آخرین روش درمان ثابت در بیمارانی مطرح می‌شود که در آنها امکان ساخت پروتز کاملاً متکی بر ایمپلنت وجود نداشته و چاره‌ای به جز استفاده از پروتز متحرک وجود ندارد. اگرچه در برخی مقالات این روش کاربرد گسترده‌تری یافته اما منطقی است که تا زمانی کارایی فاقد مشکل آن اثبات نشده به استفاده محدود روش اتصال دندان به ایمپلنت در مواردی که امکان ساخت پروتز کاملاً متکی بر ایمپلنت به هر دلیل وجود ندارد بسنده کنیم. با رعایت راهنماهای مطرح شده مبتنی بر تحقیقات می‌توان عوارض را به حداقل رساند و از چنین درمانی انتظار سرویس دهی دراز مدت‌تری داشت.

در این کتاب تلاش شده پس از معرفی روش و ویژگی‌های آن، به شیوه‌های عملی کاربرد اتصال دندان به ایمپلنت پرداخته شود تا راهنمایی کاربردی در اختیار همکاران محترم قرار گیرد. با این حال لازم به ذکر است که این موضوع هنوز جای بحث و بررسی بیشتری دارد و مطالعات گسترده‌تری را می‌طلبد.

پیشاپیش از نواقص و کاستی‌های کتاب موجود پوزش طلبیده و از پیشنهادات و انتقادات همکاران عزیز استقبال می‌نماییم.

کتاب حاضر مشتمل بر ۴ فصل است :

فصل اول : در رابطه با تفاوت دو جزء متصل شونده (دندان و ایمپلنت) است و مجموعه اختلافات آنها را که دانستشان قطعاً در اتصال دندان و ایمپلنت اهمیت دارد مطرح می‌کند.

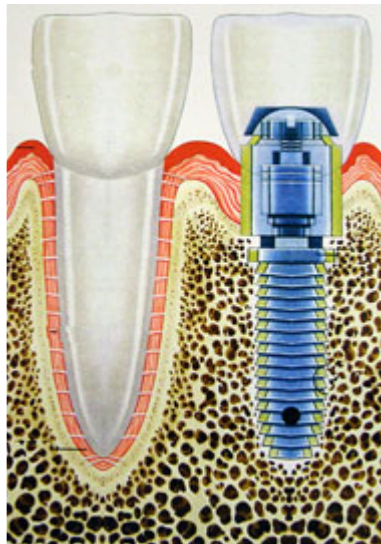
فصل دوم : در رابطه با اصول پایه‌ای پروتزهای متکی بر اتصال دندان و ایمپلنت است و به تاریخچه، موارد تجویز، مزایا، معایب و عوارض این روش می‌پردازد.

فصل سوم : در رابطه با اصول کاربردی ساخت پروتزهای متکی بر دندان و ایمپلنت است و روش‌های شایع موجود و خصوصیات هر یک را تشریح می‌کند.

فصل چهارم : به جمع‌بندی، بررسی مقالات و نتیجه‌گیری اختصاص دارد.

فصل اول

تفاوت دندان و ایمپلنت



مسئله اتصال دندان به ایمپلنت قرن‌هاست که ذهن محققین مختلف را به خود مشغول ساخته است. علت تردید در رابطه با این طرح درمان عمدتاً به تفاوت دو جزء متصل شونده بر میگردد. تفاوت دندان و ایمپلنت که منشاء مشکلات بالقوه پروتزیهای ثابت متکی بر اتصال این دو جزء است در دو حیطة قابل توجه است:

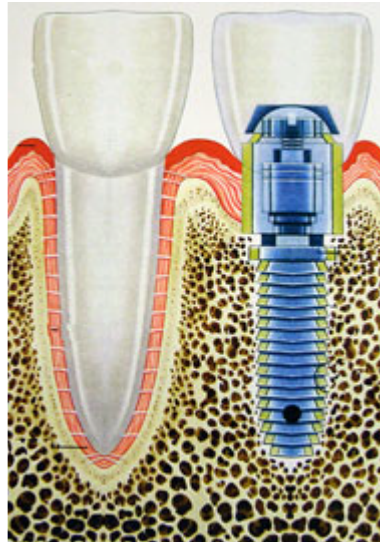
۱- رفتار بیومکانیکی تحت بارگذاری

۲- میزان بقا (survival rate)

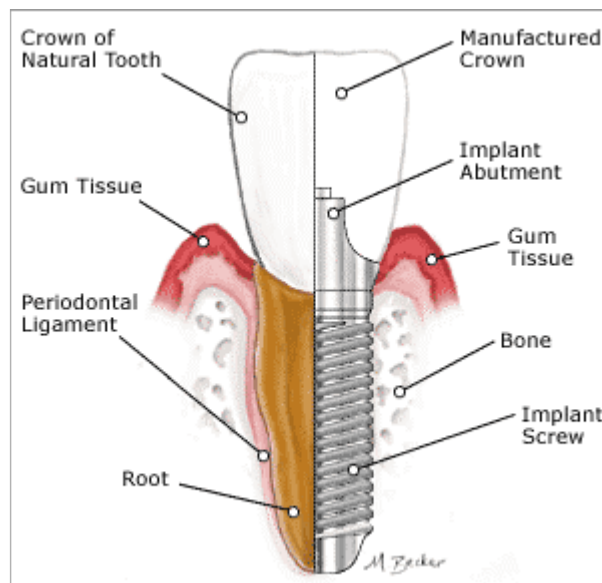
تفاوت در رفتار بیومکانیکی ایمپلنت و دندان تحت بارگذاری به تفاوت در مکانیسم اتصال آنها به استخوان بر می‌گردد. مشکل بیومکانیک اصلی که پیش روی پروتز متکی بر اتصال ایمپلنت و دندان قرار دارد، تفاوت در میزان حرکت و انعطاف‌پذیری این دو جزء است (تصویر ۱-۱). فقدان PDL اطراف ایمپلنت باعث ایجاد اتصالی سخت و آنکیلوز مانند به استخوان می‌شود که هیچ‌گونه انعطافی در این اتصال وجود ندارد. در مقابل وجود PDL اطراف دندان طبیعی، امکان حرکت بیشتری را در ابعاد طرفی و عمودی فراهم می‌کند. در برخی مطالعات حرکت ایمپلنت استواینتره $\frac{1}{16}$ حرکت دندان طبیعی^۱ و در برخی مطالعات $\frac{1}{8}$ تا $\frac{1}{4}$ ارزیابی شده است. تحت فشار طرفی یکسان میزان حرکت دندان ۱۰۸-۵۶ میکرومتر و میزان حرکت ایمپلنت ۵۰-۱۰ میکرومتر و تحت فشار عمودی مشابه، میزان حرکت اپیکالی دندان ۱۰۰-۲۵ میکرومتر و ایمپلنت ۵-۳ میکرومتر نشان داده شده است.^۳

طراحی سیستم ساپورت دندان به نحوی است که به شیوه‌های مختلف سبب کاهش انتقال نیرو به کرس استخوان می‌گردد (تصویر ۲-۱). علاوه بر وجود PDL، طرح بیومکانیکی و ضریب الاستیک مواد سازنده دندان طبیعی، خونرسانی و عصب‌دهی مجموعه و ماده سازنده بخش اکلوزالی (مینا) خطر فشار بیش از حد به استخوان را کاهش می‌دهند.^۴

مجموعه تفاوت‌های بیومکانیکی دندان و ایمپلنت در جدول ۱-۱ خلاصه شده است که به تفصیل توضیح داده می‌شوند. آنچه این تفاوت‌ها را حائز اهمیت می‌کند، رفتار ایمپلنت و دندان در برابر فشارهای اکلوزالی به پروتز متصل‌کننده آنها است؛ در واقع فشار اکلوزن بر روی پروتز به ویژه در ناحیه پونتیک منجر به افزایش بار بر روی ایمپلنت (نه دندان) خواهد شد که در نتیجه عوارضی همچون شل شدن پیچ اباتمنت یا رستوریشن، شکستن پیچ، صدمه به مکانیسم اتصال ایمپلنت به استخوان و نهایتاً از دست رفتن ایمپلنت پس از آن مورد انتظار خواهد بود.



تصویر ۱-۱ تفاوت اصلی دندان و ایمپلنت در وجود PDL انعطاف‌پذیر اطراف دندان و فقدان آن در محل اتصال ایمپلنت به استخوان است.



تصویر ۱-۲ ساختار کلی دندان به روش‌های مختلف باعث کاهش انتقال نیروی وارده به استخوان می‌شود. وجود PDL، شکل ریشه، ضریب الاستیک ساختاری، عصب‌دهی مجموعه و ماده سازنده تاج دندان در این پروسه کاهش استرس نقش دارند.

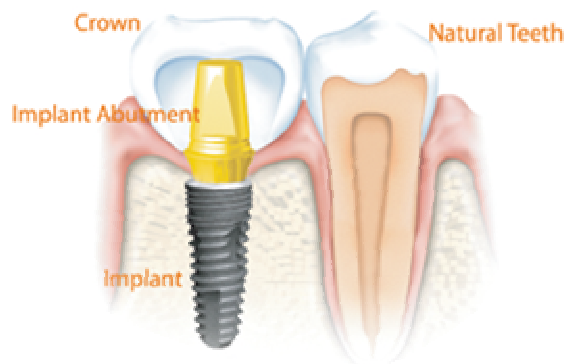
جدول ۱-۱ تفاوت های بیومکانیکی دندان و ایمپلنت		
ایمپلنت	دندان	معیار
Osseointegration (branamark) Functional ankylosis(Schroeder)	PDL	نحوه اتصال به استخوان
گرد است کم	گرد نیست زیاد	طرح بیومکانیکی : مقطع عرضی قطر
۵-۱۰ برابر استخوان کورتیکال	نزدیک به استخوان	ضریب الاستیک
پایین	بالا	توان حسی
ندارد	دارد	اعصاب حسی
Osseoperception	Proprioception	حس عمقی
ترابکولار	کورتیکال (cribriform plate)	استخوان اطراف
پرسن، فلز، آکریل	مینا	ماده اکلوزالی
کرست استخوان	1/3 اپیکال ریشه	تکیه گاه در حرکات لترالی
تروماتیک و مخربند	نسبتاً تحمل می شوند	نیروهای غیر عمودی
تمرکز استرس در کرست استخوان	Shock absorbing/ stress distributing	خصوصیات تحمل نیرو
لقی یا شکستن پیچ، شکستن پروتز یا اباٹمنت، شکست درمان	اتساع PDL، لقی، سایش، فرمیتوس، درد	علائم بارگذاری بیش از حد
تنها حرکت ثانویه (تدریجی)	حرکت اولیه: ناگهانی، غیر خطی و پیچیده حرکت ثانویه: تدریجی، خطی و الاستیک	الگوی حرکتی
۳-۵ micrometer	۲۵-۱۰۰ micrometer	حرکت عمودی (اگزیاال)
۱۰-۵۰ micrometer	۵۶-۱۰۸ micrometer	حرکت طرفی (لترال)
در صورت سلامت فاقد لقی است	متغیر	لقی
افزایش یافته	کاهش یافته	ضربه نیرو
باعث تحلیل استخوان می شود	ممکن است سالها بدون تخریب وجود داشته باشد	اختلال اکلوزن (تداخل اکلوزالی)

رفتار بیومکانیکی تحت بارگذاری

۱- نحوه اتصال به استخوان (تصویر ۱-۳)

مکانیسم اتصال دندان طبیعی به استخوان (PDL) به عنوان بالشتکی ضربه گیر عمل می کند و با خاصیت ویسکوالاستیک خود مقدار استرس انتقالی به استخوان را کاهش می دهد. لیگامان پرودنتال مدت زمان اعمال و توزیع نیرو را طولانی تر می کند و در نتیجه ایمپالس و ضربه نیرو کاهش می یابد، ایمپلنت فاقد این بالشتک ویسکوالاستیک است و لذا ایمپالس و ضربه نیروی وارده به آن افزایش می یابد.^۵ به علاوه PDL نیرو را در اطراف دندان توزیع می کند در حالی که در ایمپلنت نیروها به طور عمده در ناحیه کرست استخوان متمرکز می شوند؛ PDL دارای پایانه های عصبی می باشد که عامل پروپروسپشن (حس عمقی) هستند؛ الیاف PDL جهت تحمل نیروهای اگزیاال جهت گیری

فانکشنال خاصی دارند که هم باعث تنظیم فانکشنال - فیزیولوژیک استرس های اکلوزالی می شود و هم باعث تطابق فانکشنال - پرپودنتال جهت تغییر شرایط استرس می گردد؛^۳ و نهایتاً اینکه وجود PDL اطراف ریشه دندان باعث جذب و توزیع استرس در راستای محور طولی دندان می شود. این بدان معناست که دندان قابلیت تطابق بالاتری در قیاس با ایمپلنت در برابر نیرو نشان می دهد؛ در ایمپلنت نیرو بسته به نوع استخوان اطراف در ۷-۱۰ میلی متر کرسنال استخوان توزیع می گردد^۷ و مکانیسمی هم جهت کاهش شدت و تنظیم فانکشنال - فیزیولوژیک آن وجود ندارد. فقدان پایانه های عصبی جهت حس عمقی در اطراف ایمپلنت باعث عدم ایجاد باز خورد (feed back) مناسب در صورت وجود تداخل اکلوزالی می گردد و این به نوبه خود عامل تشدید و تداوم استرس خواهد بود.



تصویر ۱-۳ تفاوت ایمپلنت و دندان در نحوه اتصال به استخوان.

۲- طرح بیومکانیکی (تصویر ۱-۴)

می توان گفت که تقریباً عرض هر دندان طبیعی بیشتر از عرض ایمپلنتی است که برای جایگزینی آن به کار می رود. افزایش مقطع عرضی هم در دندان و هم در ایمپلنت باعث افزایش سطح مقطع ساختار شده و استرس وارده به استخوان را کاهش می دهد.

از طرفی شکل مقطع عرضی دندان طبیعی در ناحیه کرسنال استخوان انعکاس دهنده مقاومت دندان در برابر نیروهای وارده بوده و با مقاومت در برابر شکستگی خمشی (bending fracture resistance) مرتبط است.^۸ برای مثال دندان های قدام مندیبل برای مقاومت در برابر نیروهای پیش گرایی در جهت باکولینگوالی قطورترند و دندان های کائین به علت تحمل نیروهای شدید طرفی سطح مقطع خاصی دارند و مولرها به علت تحمل نیروهای مضغی شدیدتر نسبت به پرمولرها، سطح مقطع قطورتری دارند (تصویر ۵-۱). در مقابل، ایمپلنت ها تقریباً همگی برای سهولت جراحی سطح مقطعی گردی دارند و مقاومت کمی در برابر نیروهای طرفی نشان می دهند. در اکثر موارد نیز (هر چند به اشتباه) اندازه ایمپلنت بر اساس حجم استخوان موجود تعیین می گردد.^۴

ضریب الاستیسیته (elastic modulus or stiffness) دندان بیشتر از هر بیومتریال مصرفی در ساخت ایمپلنت، به استخوان نزدیک است و در حالی که الاستیسیته ایمپلنت ۵-۱۰ برابر استخوان کورتیکال است. این تفاوت، در

استخوان ضعیف از لحاظ تراکم (خلف فک بالا) تشدید می‌شود. هر چه تفاوت قابلیت ارتجاعی و ضریب الاستیسیته دو ماده دارای تماس بیشتر باشد، تمرکز استرس هنگام اعمال نیرو در محل تماس آنها شدیدتر خواهد بود. پس تحت شرایط مشابه از لحاظ بارگذاری، ایمپلنت‌ها تمرکز بالاتری از استرس و استرین را در ناحیه تماس با استخوان و خصوصاً ناحیه کرس استخوان ایجاد خواهند کرد.



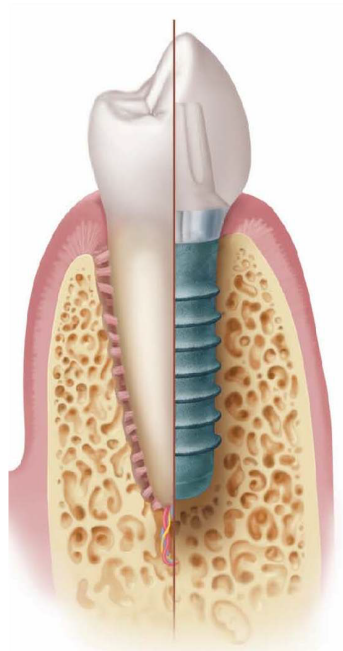
تصویر ۴-۱ تفاوت ایمپلنت و دندان در طرح بیومکانیکی.



تصویر ۵-۱ تفاوت ایمپلنت و دندان در شکل مقطع عرضی.

۳- تفاوت های حسی (تصویر ۶-۱)

در داخل و اطراف دندان مجموعه‌ای از اعصاب حسی وجود دارد. این اعصاب در راستای کنترل نیرو و جهت حرکات دهانی (قدرت و جهت جویدن) بازخوردهایی فراهم می‌کنند. در واقع بر اساس نیروهای وارده بر دندان‌ها، انتهای عصبی مذکور پیام‌هایی به مغز مخابره می‌کنند که برای کنترل حرکات ماهیچه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این، این اعصاب مسئول ایجاد علائم اولیه وجود تماس پیش‌رس یا ترومای اکلوزالی در دندان طبیعی می‌باشند. به دلیل وجود آنهاست که می‌توان ترومای اکلوزالی را با علائمی نظیر حساسیت دندان به ضربه یا سرما تشخیص داد و قبل از آنکه باعث تغییر برگشت ناپذیر شود درصدد درمان آن برآمد. حتی اگر اکلوزن تصحیح نشود دندان با افزایش لقی و جابه‌جایی ارتودنتیک به آن پاسخ می‌دهد و به نحوی خود را از عامل استرس دور می‌کند و این گونه پاسخ‌ها تا حدی برگشت پذیر هستند. در واقع دندان‌های طبیعی نوعی سنسور در سیستم عصبی هستند، مکانورسپتورهای پرئودنتال دارای خصوصیت رمزگذاری نیرو (Force encoding) می‌باشند و در نتیجه در کنترل رفتارهای جویدن نقشی فانکشنال دارند.^{۱۱} با استفاده از روش میکرونوروگرافی، سیگنال‌هایی که از یک عصب پرئودنتال به عصب آلوئولار تحتانی منتقل می‌شود، ثبت می‌گردد؛^{۱۲} با استفاده از همین روش مشخص شده که مکانورسپتورهای پرئودنتال اطلاعات مربوط به اینکه کدام دندان‌ها تحت فشار هستند و جهت نیروی وارده بر هر دندان را مخابره می‌کنند.^{۱۳}



تصویر ۶-۱ تفاوت ایمپلنت و دندان در وجود اعصاب حسی. ایمپلنت فاقد اعصاب پالپی و پرئودنتال به شکلی که در دندان وجود دارد می‌باشد.

با جایگزین شدن دندان توسط ایمپلنت و از بین رفتن PDL، اعصاب پریودنتال هم از دست می‌روند. در نتیجه بازخوردهای کنترل عضلات جهت کاهش تروما به ایمپلنت هم از دست می‌رود، علائم اولیه نشان دهنده وجود تداخل اکلوزنی نیز بروز نخواهد کرد. بر خلاف دندان، تحلیل استخوان اطراف ایمپلنت بدون ایجاد هیچ علامت هشدار دهنده‌ای پیشرفت می‌کند^{۱۳} و باز بر خلاف دندان، لقی ناشی از تروما در ایمپلنت برگشت پذیر نخواهد بود. هنگامی که ایمپلنت به صورت مکانیکی تحت فشار قرار می‌گیرد، حسی ایجاد می‌شود که آن را استوپرسپشن (osseoperception) می‌نامند. سیگنال‌های حسی که پشت این پدیده هستند از نظر کیفیت با سیگنال‌های ناشی از دندان طبیعی متفاوتند. همان طور که گفته شد انسان‌ها جهت کنترل قدرت و جهت حرکات فک از سیگنال‌های پریودنتال استفاده می‌کنند، در نتیجه در افراد فاقد این سیگنال‌ها، کنترل حرکات ظریف مندیبل دچار نقص است.^{۱۳} در یک تحقیق از ۳ دسته بیمار خواسته شد یک بادم زمینی را به مدت ۳ ثانیه بین دندان‌هایشان نگه داشته و بعد آن را خرد کنند. گروه دارای دندان طبیعی مشکلی در نگه داشتن و خرد کردن بادم زمینی نداشتند، گروه بیماران دارای دنچر متحرک در نگه داشتن بادم بدون افتادن یا جایجایی آن مشکلات بیشتری را تجربه نمودند و گروه بیماران دارای پروتز متکی بر ایمپلنت مشکلی با نگه داشتن بادم نداشتند اما نیروی خرد کردن بادم زمینی در آنها ۴ برابر گروه دارای دندان طبیعی بود.^{۱۴} فقدان پروپریوسپشن می‌تواند باعث ایجاد نیروی بایت بیشتر در بیماران دارای ایمپلنت گردد.

اطلاعات حسی مخابره شده توسط دندان و ایمپلنت از نظر کیفی متفاوت است؛ فشار زیاد روی دندان، دردی واضح و فوری ایجاد می‌کند که آغازگر مکانیسم تطابق است اما در ایمپلنت حس مخابره شده، دردی ملایم و مبهم است که باعث ایجاد واکنش‌های تأخیری (البته در صورت ایجاد) می‌گردد.^{۱۵}

دندان در قیاس با ایمپلنت از آگاهی اکلوزالی بیشتری سود می‌برد. Van steenberghe و Jacobs آگاهی اکلوزالی (occlusal awareness) را از طریق میزان درک تماس‌های پیش رس مورد بررسی قرار دادند. تحقیقات آنها نشان داد وقتی دو دندان طبیعی مقابل هم قرار می‌گیرند، تداخلی در حد ۲۰ میکرومتر قابل درک است، وقتی یک ایمپلنت مقابل یک دندان طبیعی قرار دارد تداخل قابل تشخیص به ۴۸ میکرومتر می‌رسد که تقریباً ۲ برابر ضعیف‌تر از آگاهی اکلوزالی در حالت اول است، هنگامی که دو ایمپلنت مقابل هم قرار دارند تداخل در حد ۶۴ میکرومتر قابل شناسایی خواهد بود و وقتی یک آوردنچر متکی بر ایمپلنت (پروتز متحرک) مقابل دندان طبیعی قرار می‌گیرد، آگاهی اکلوزالی به حد ۱۰۸ میکرومتر می‌رسد که ۵ بار ضعیف‌تر از حالت اول (دو دندان مقابل هم) می‌باشد.^{۱۶،۱۷} چنین حسی باعث می‌شود دندان‌ها الگوی بستن فک را با ایجاد حافظه عضلانی تغییر دهند تا از ایجاد تماس پیش رس مخرب جلوگیری شود. متأسفانه به دلیل کاهش آگاهی اکلوزالی در ایمپلنت، تماس پیش رس نمی‌تواند نقطه آغازی برای مکانیسم تطابق باشد. در تحقیقات آستانه حداقل فشار قابل درک به میزان قابل توجهی در ایمپلنت بالاتر گزارش شده است.^{۱۸،۱۹} Mericke-Stern و همکارانش حس لمس را با فویل‌های استیل اندازه‌گیری کردند و به این نتیجه رسیدند که آستانه حداقل فشار قابل درک به میزان قابل توجهی در ایمپلنت بالاتر از دندان طبیعی است (۳/۲ در برابر ۲/۶).^{۱۸} یافته مشابهی توسط Hammerle و همکارانش گزارش شد که متوسط آستانه ایمپلنت (۱۰۰/۶ gr) نسبت به دندان طبیعی (۱۱/۵ gr) ۸/۷۵ بار بیشتر بود.^{۱۹}

در تداخلات اکلوزالی و تماس‌های پیش رس اغلب نیرو به ناحیه کوچکی وارد می‌شود و در واقع به دلیل محدود بودن این ناحیه، تمرکز استرس بالا رفته و فشار افزایش می‌یابد، در اکثر موارد این ناحیه مداخله‌گر بر روی شیب

دندان‌های خلفی قرار دارد. چنین رویدادی در پروتز متکی بر ایمپلنت می‌تواند محل تماس (interface) استخوان ایمپلنت را در معرض استرس شدیدی قرار دهد.

بنابر آنچه گفته شد، ایمپلنت به دلیل عدم توانایی در توزیع نیرو و تطابق با نیروهای اکلوزالی و کاهش مکانوپرسپشن (حس عمقی) نسبت به بارگذاری بیش از حد اکلوزالی (occlusal overload) مستعدتر و حساس‌تر است.

حس لمس (Tactile) در ایمپلنت ۳۰-۲۰٪ در مقایسه با دندان کمتر است،^{۲۰} البته این حس در افراد مختلف در دندان‌های طبیعی نیز متفاوت است.^{۲۱} چون رسیپتورهای متعددی در حس لمس درگیرند. ممکن است کاهش این حس در ایمپلنت صرفاً ناشی از فقدان رسیپتورهای پرودنتال نباشد. فاکتورهای مؤثر در حس لمس ایمپلنت (osseoperception) شامل سن و جنس بیمار،^{۲۰} زمان کاشت ایمپلنت، خصوصیات ایمپلنت نظیر سطح و جنومتری، طول و قطر،^{۲۲} میزان استخوان در تماس با ایمپلنت و مدت زمان فانکشن پروتزی ایمپلنت می‌باشند.^{۲۳} هر چه ایمپلنت قوی‌تر باشد و هر چه میزان تماس آن با استخوان بیشتر باشد حس Tactile بیشتر خواهد بود.^{۲۲}

در مطالعات روی سگ‌ها نشان داده شد که ایمپلنت در نواحی تماس با استخوان با فیبرهای عصبی احاطه شده است، این مشاهده منجر به این فرضیه شد که ممکن است اعصاب مذکور از بقایای PDL دندان کشیده شده منشاء گرفته باشند و به همین دلیل در نواحی از فک که از کشیدن دندان مدت زمان بیشتری گذشته باشد، میزان کمتری از حس لمس مورد انتظار است.^{۲۵}

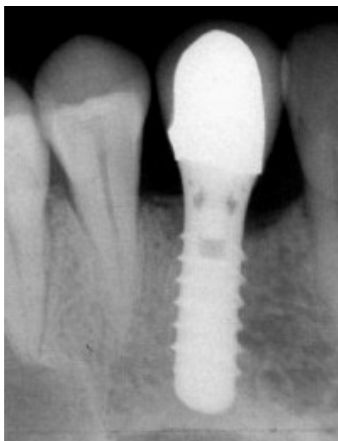
اما مطالعات دیگر چنین اختلافی را تأیید نکردند.^{۲۶} جهت بررسی بیشتر فرضیه مذکور روی ایمپلنت‌هایی که در گرفت کرسٹ ایلیاک قرار داده شده بودند مطالعه‌ای صورت گرفت. پیوند ایلیاک فاقد هر گونه ساختار پرودنتالی باقیمانده است اما بررسی نشان داد که ایمپلنت‌های کاشته شده درون آن حس لمس مشابه با ایمپلنت‌های کاشته شده در استخوان فک دارند.^{۲۸} نتیجه این مطالعه و مطالعات دیگر با فرضیه حس لمس ناشی از بقایای بافت پرودنتال در اطراف ایمپلنت در تناقض هستند.^{۲۲، ۲۸-۲۶}

هنگامی که یک ایمپلنت در کنار دندان‌های طبیعی کاشته می‌شود، PDL دندان‌های مجاور و مقابل به درک بهتر حس لمس کمک می‌کنند.^{۲۰} در مطالعاتی که توسط Stuge و Bonte صورت گرفتند نشان داده شد که لمس ایمپلنت باعث ایجاد یک پاسخ رفلکسی در عصب تریجیمینال (سه قلو) می‌شود که وابسته به وجود دندان‌های باقیمانده است. این محققین چنین نتیجه گرفتند که رفلکس‌های مهارتی عضلات جونده پس از بارگذاری ایمپلنت ممکن است از فعال شدن رسیپتورهای پرودنتال دندان‌های مجاور منشاء بگیرد. انتقال نیرو به استخوان و انتقال آن از طریق منابع بینابینی در استخوان اسفنجی ممکن است دلیل فعال شدن رسیپتورهای پرودنتال دندان‌های مجاور یا گیرنده‌های پرئوستال مجاور باشد.^{۳۱}

بنابر این به نظر می‌رسد حس لمس ایمپلنت حاصل مجموعه حسی دندان‌های مجاور و مقابل و در عین حال حس خود استخوان اطراف ایمپلنت است، اما باید توجه داشت که ایمپلنت ۱۰-۸ برابر آستانه بالاتری برای حس لمس غیر فعال (passive tactile sense) نسبت به دندان‌های طبیعی دارد^{۲۷} و نیز در دریافت حس لمس توسط یک ایمپلنت، عضلات، تاندونها و گیرنده‌های TMJ هم دخیل‌اند.^{۳۲}

۴- استخوان اطراف (تصویر ۷-۱)

در اطراف دندان طبیعی استخوان شبه کورتیکال (cribriform plate) وجود دارد که تا حدی نسبت به تغییر مقاوم است، اما استخوان اطراف یک ایمپلنت استوایتگره از نوع تراکولار ظریف و مستعد به تغییر است.



تصویر ۷-۱ تفاوت ایمپلنت و دندان در استخوان اطراف. ایمپلنت برخلاف دندان فاقد صفحه غریبالی در مجاورت خود می‌باشد.

با از دست رفتن دندان، صفحه کورتیکال اطراف آن نیز از بین می‌رود، این مسئله نشان‌دهنده وابستگی این لایه به استرین ایده آل می‌باشد. برخلاف دندان، استخوان مجاور ایمپلنت به دلیل فقدان PDL، قدرت توزیع نسبی نیرو را ندارد و لذا نیرو با شدت بیشتری به استخوان مجاور منتقل می‌شود، در حالی که هیچ مکانیسمی (نه بالشتک ضربه گیر و نه خصوصیات خود استخوان اطراف) قابلیت مقابله با آن را ندارد. این مسئله ایمپلنت را به ترومای اکلوزالی مستعدتر می‌کند.

مثال ملموس در این رابطه کوبیدن میخ با چکش فلزی یا لاستیکی به داخل چوب است. چکش فلزی ضربه شدیدتری به میخ وارد می‌کند و آن را بیشتر در چوب فرو می‌برد. چکش لاستیکی با انعطاف خود مقداری از نیرو را جذب کرده و فشار کمتری به میخ وارد می‌کند.

۵- ماده اکلوزالی

مواد موجود در سطح اکلوزالی بر انتقال نیروها و حفظ تماس اکلوزالی اثر دارند، نوع ماده اکلوزالی علاوه بر اثر روی نیروهای ضربه‌ای، بر روی زیبایی، کارایی جوشی، سایش و مقاومت به شکستگی (که یکی از رایج ترین معضلات در رستوریشن‌ها محسوب می‌شود)^{۳۳} نیز مؤثر است. ماده اکلوزالی بر انتقال نیرو به استخوان اثر می‌گذارد. بین سختی ماده و توانایی آن در جذب استرس ارتباط وجود دارد. سطح اکلوزالی پرسنی ۲/۵ برابر سخت تر از دندان طبیعی است.^۴ بر حسب عدد knoop، سختی مینا 350 kg/mm^2 و سختی اکریل 171 kg/mm^2 می‌باشد^{۳۴} که نشان می‌دهد