ایمپلنت‌های دندانی به‌عنوان استاندارد طلایی در جایگزینی دندان‌های از دست‌رفته، نقشی کلیدی در حفظ function و esthetic دارند.
یکی از نوآوری‌های کلینیکی در این حوزه، استفاده از تکنیک **Immediate Implant Placement in Fresh Sockets** است. این روش که در آن ایمپلنت،بلافاصله پس از خارج کردن دندان درون ساکت دندانی قرار می‌گیرد، نه تنها زمان درمان را کاهش می‌دهد، بلکه از تحلیل استخوان و تغییرات نامطلوب بافت نرم نیز جلوگیری می‌کند.

این تکنیک بر اساس دستیابی به **Primary Stability** مناسب استوار است، که یک شرط ضروری برای موفقیت در **Osseointegration** محسوب می‌شود. عواملی مانند **morphology** حفره دندانی، **design** ایمپلنت، **bone density** و استفاده از **grafting materials** و ... می‌توانند تأثیرات قابل توجهی بر نتایج درمانی داشته باشند.

علی‌رغم مزایای متعدد از جمله حفظ **gingival papillae** و کاهش نیاز به **extensive bone augmentation**، این تکنیک چالش‌های زیادی را به همراه دارد. انتخاب صحیح بیمار، ارزیابی دقیق شرایط استخوانی و اجرای دقیق تکنیک‌های جراحی از عوامل کلیدی در موفقیت این روش هستند که در این مطلب به استفاده ی مناسب از روش fresh socket implantation برای گرفتن ثبات اولیه ی ایده آل با معرفی عوامل مرتبط با آن میپردازیم.

در ابتدا باید با مقوله ی primary stability یا ثبات اولیه ایمپلنت که یکی از عوامل کلیدی در موفقیت ایمپلنت‌های دندانی است، اشنا شویم.

در کتاب **"Contemporary Implant Dentistry"** نوشته **Carl E. Misch**، **ثبات اولیه (Primary Stability)** به عنوان توانایی ایمپلنت برای مقاومت در برابر movement ها یا micro movement ها پس از کاشت اولیه تعریف شده است. این ویژگی مستقیماً به میزان تماس مکانیکی بین سطح ایمپلنت و استخوان میزبان بستگی دارد. *(کمی خودمونی تر: ثبات اولیه در واقع همون میزان سفتی ایمپلنت موقع قرار دادنشه)*

مقدار عددی این پارامتر خود با دو عامل اندازه گیری میشود:

1. **ISQ:** مخفف عبارت **Implant Stability Quotient** است، که به معنای "ضریب پایداری ایمپلنت" می‌باشد.

این اصطلاح در کتاب میش به این صورت تعریف میشود: ISQ یک مقدار بدون واحد است که از اندازه‌گیری تحلیل فرکانس تشدید (RFA) به دست می‌آید و نشان‌دهنده سختی و استحکام رابط بین ایمپلنت و استخوان است. این شاخص در ارزیابی پایداری اولیه و ثانویه ایمپلنت کاربرد دارد.

بر اساس این منبع :

- مقادیر بالاتر از **65** نشان‌دهنده پایداری بالای ایمپلنت هستند.
- مقادیر بین **55 تا 65** معمولاً قابل قبول‌اند، اما نیازمند توجه بالینی بیشتر هستند.
- مقادیر زیر **45** ممکن است نشان‌دهنده ریسک شکست ایمپلنت باشند.

2. **Torque of insertion:** بر اساس کتاب میش :گشتاور نصب به نیروی چرخشی اعمال‌شده برای جای‌گذاری ایمپلنت دندانی در استخوان در طول جراحی اشاره دارد. این گشتاور میزان درگیری مکانیکی بین ایمپلنت و استخوان اطراف را اندازه‌گیری می‌کند.*(کمی خودمونی تر:مقداری زوری که میزنیم تا ایمپلنت رو داخل استخوان قرار بدیم)*

این میزان بر اساس همین کتاب به این صورت است:

- **15 تا 30 Ncm:**

مقدار قابل قبول برای delayed insertion.

در استخوان‌های با کیفیت متوسط و ضعیف، این مقدار ممکن است کافی باشد.

- **30 تا 45 Ncm:**

مقدار ایده‌آل برای **Immediate Loading** در اکثر شرایط بالینی.

این مقدار نشان‌دهنده درگیری مکانیکی مناسب ایمپلنت با استخوان است.

- **بیشتر از 45 Ncm:**

نشان‌دهنده پایداری بسیار بالای ایمپلنت است.

اما با این حال، مقادیر بسیار بالا ممکن است خطر شکستگی استخوان اطراف ایمپلنت را افزایش دهند، به خصوص در استخوان‌های شکننده.

همچنین در یک مقاله ی systematic review که مقالات مرتبط با این اعداد را طی سالهای ۱۹۸۳ تا ۲۰۱۳ بررسی کرده است این نتایج ارائه شد:(Javed et al., 2013)

Numerical Findings on Primary Stability of Dental Implants

Parameter	Value/Range	Notes
ISQ	> 65	Indicates optimal primary stability
ISQ	< 45	Indicates poor primary stability
Insertion Torque	15–20 Ncm	Acceptable for poor bone quality with immediate loading
Insertion Torque	32–40 Ncm	Optimal for immediate loading conditions

در مطالعه ی مروری دیگری در سال ۲۰۲۰ نیز اعداد زیر اعلام شد:(H et al., 2020)

Numerical Findings on Primary Stability of Dental Implants

Parameter	Value/Range	Notes
ISQ	> 65	Indicates optimal primary stability
ISQ	< 45	Indicates poor primary stability
Insertion Torque	15–20 Ncm	Acceptable for poor bone quality
Insertion Torque	32–40 Ncm	Optimal for immediate loading

حال اگر میزان ثبات اولیه ایمپلنتمان در زمان کاشت کمتر از مقادیر گفته شده،باشد طبق مطالعه ای در بازه ی سالهای ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶ ،نتایج و اثرات زیر مشاهده می‌شود:(Cobo-Vázquez et al., 2018)

- **افزایش احتمال از دست دادن ایمپلنت:**

ایمپلنت‌هایی با **ثبات نوع C** (چرخش بدون مقاومت) بیشترین نرخ failure را داشتند.

در مقابل، ایمپلنت‌های با **ثبات نوع B** و **ثبات نوع D** از دست نرفتند.

در این مقاله این کلاس بندی به این صورت تعریف شده بود:

1. **کلاس B**: زمانی که چرخش مختصری همراه با احساس مقاومت وجود دارد.
2. **کلاس C**: زمانی که ایمپلنت بدون مقاومت می‌چرخد.
3. **کلاس D**: زمانی که هم چرخش و هم نوسان جانبی (Lateral Oscillation) در ایمپلنت وجود دارد.

- **تأثیر بر استئواینتگریشن:**

اگر ثبات اولیه پایین باشد، احتمال کاهش موفقیت در فرایند اتصال استخوانی (Osseointegration) افزایش می‌یابد، که ممکن است به از دست دادن ایمپلنت در مراحل اولیه منجر شود.

- **عدم تأثیر قطعی در بلندمدت:**

این مطالعه نشان داد که عدم وجود ثبات اولیه به‌تنهایی عامل تعیین‌کننده‌ای برای شکست ایمپلنت نیست و سایر عوامل مانند طراحی ایمپلنت و تکنیک جراحی نیز نقش دارند.

و در مقابل بر اساس مطالعه ی مروری دیگری میزان ثبات اولیه ی زیاد مزایا و معایبی دارد: (Huang et al., 2023)

مزایا:

- **Osseointegration:**

ثبات اولیه بالا می‌تواند باعث کاهش حرکات میکروسکوپی ایمپلنت شود و اتصال استخوانی بهتری فراهم کند.

- **Immediate Loading:**

ایمپلنت‌هایی با ثبات اولیه بالا امکان بارگذاری فوری را فراهم می‌کنند که درمان را برای بیماران سریع‌تر می‌کند.

- **کاهش ریسک شکست ایمپلنت:**

ایمپلنت‌هـــای بـــا ثبـــات بـــالا، اســـتحکام مکـــانیکی بیشـــتری در برابـــر نیروهـــای اولیـــه جویدن دارند که احتمال شکست در مراحل اولیه را کاهش می‌دهد.

معایب:

- **فشرده‌سازی بیش از حد استخوان:**

گشـتاور نصـب بـالا می‌توانـد باعـث فشـار مکـانیکی بـیش از حـد بـر اسـتخوان شـود کـه ممکن است منجر به تحلیل استخوان یا کاهش جریان خون در استخوان شود.

- **ایجاد استرس در محل ایمپلنت-استخوان:**

اســـترس بـــیش از حـــد در محـــل اتصـــال ایمپلنـــت و اســـتخوان می‌توانـــد بـــه تحلیـــل استخوان یا شکست مکانیکی منجر شود.

- **احتمال کاهش کیفیت استخوان اطراف ایمپلنت:**

فشـــار بـــیش از حـــد می‌توانـــد بـــا کـــاهش خونرســـانی کیفیـــت بازســـازی اســـتخوان را کاهش دهد و روند درمان را مختل کند.

اما تأمین **ثبات اولیه (Primary Stability)** هنگام قراردهی ایمپلنت، به عوامل متعددی بستگی دارد که می‌توان آن‌ها را در سه دسته‌ی کلی طبقه‌بندی کرد:

1. عوامل مربوط به **ناحیه قرارگیری ایمپلنت**،
2. عوامل مرتبط با **طراحی و نوع ایمپلنت**،
3. و در نهایت، **مهارت دندانپزشک** در انجام فرایند.

این عوامل نشان‌دهنده‌ی تأثیر متقابل عوامل محیطی، طراحی مهندسی و توانایی بالینی در دستیابی به نتایج موفقیت‌آمیز است که در ادامه به بررسی آنها میپردازیم:

1. عوامل مرتبط با ناحیه قراردهی ایمپلنت:

پایداری اولیه ایمپلنت به میزان زیادی به کیفیت و کمیت استخوان و نوع دندان جایگزین شده بستگی دارد:

- **چگالی استخوان:**

بر اساس مطالعه ای برروی ۱۱۱ بیمار و ۳۰۰ ایمپلنت که در نواحی قدام و خلف مگزیلا و مندیبل قرار داده شدند نواحی دارای تراکم بالای استخوان و به طور خاص ناحیه قدامی فک پایین (Anterior Mandible) منجر به پایداری بهتر می‌شود. تحقیقات نشان داده‌اند که تراکم استخوان در این ناحیه به‌طور میانگین بالاترین مقدار را دارد (846 ± 234 HU)، که باعث موفقیت بالای ایمپلنت در این ناحیه شده است .

در مقابل نواحی خلفی فک بالا (Posterior Maxilla) با چگالی 267±47 HU به دلیل تراکم کمتر استخوان و چالش‌های مکانیکی، کمترین میزان پایداری اولیه را نشان داده‌اند .(Turkyilmaz & McGlumphy, 2008)

در مطالعه ی دیگر برروی ۵۶ بیمار و ۲۱۴ ایمپلنت قرارداده شده در ۴ ناحیه مقادیر شاخص پایداری ایمپلنت (ISQ) در محل‌های مختلف به طور معناداری متفاوت بود، به طوری که بالاترین مقادیر در فک پایین مشاهده شد. در جدول زیر مقادیر عددی هر ناحیه مشخص شده است:(Monje et al., 2014)

Mean ISQ Values and CI Obtained at the Baseline

Implant Location	Mean Value (mm)	SE (Standard Error)
Posterior Maxilla	74.21	0.807
Anterior Maxilla	74.53	1.254
Posterior Mandible	75.42	0.893
Anterior Mandible	77.45	1.683

همچنین در مطالعه ی دیگری برروی ۴۴ بیمار و ۱۰۰ ایمپلنت در فک بالا و پایین که پایداری اولیه و ثانویه انها اندازه گیری شده نشان داد ایمپلنت‌های فک پایین در

تمـامی بازه‌هـای زمـانی مقـادیر ISQ بـالاتری داشـتند کـه نشـان‌دهنده برتـری در پایـداری اولیه است.(Gehrke & da Silva Neto, 2014)

- **نوع دندان جایگذاری شده:**

ایمپلنـت قـرار داده شـده میتوانـد در نـواحی دنـدان هـای تـک ریشـه یـا چنـد ریشـه و در مندیبل و یا مگزیلا باشد.

در مطالعــه ای بــرروی ۴۰ ایمپلنــت در نــواحی مــولر هــای منــدیبل بــه طــور واضــح بــه اهمیت حضور استخوان inter radicular در primary stability اشاره شده است.

در این مطالعه بیان میکند:

استخوان بین‌ریشه‌ای در پایداری اولیه ایمپلنت‌های فوری در مولر اول پایین نقش حیاتی دارد، به‌خصوص در Vertical Stabilizationو کاهش فضا های اطراف ایمپلنت.

bone support در نــواحی بین‌ریشــه‌ای, بیشــتر در نــواحی بــا ایمپلنت‌هــای بلنــدتر (13.5 میلی‌متــر) دیــده شــد، در حــالی کــه ایمپلنت‌هــای کوتــاه‌تر (8.5 میلی‌متــر) حمایت محدودی ارائه دادند.

Inter radicular bone support در نـواحی باکـال و لینگـوال تفـاوت معنـاداری نداشـت در ایمپلنت‌هــای بلنــدتر و بــا قطــر معمــولی (13.5 میلی‌متــر و 4.7 میلی‌متــر) بیشــترین حمایت را در سطوح مزیال و دیستال ارائه دادند. (A. Sayed et al., 2021)

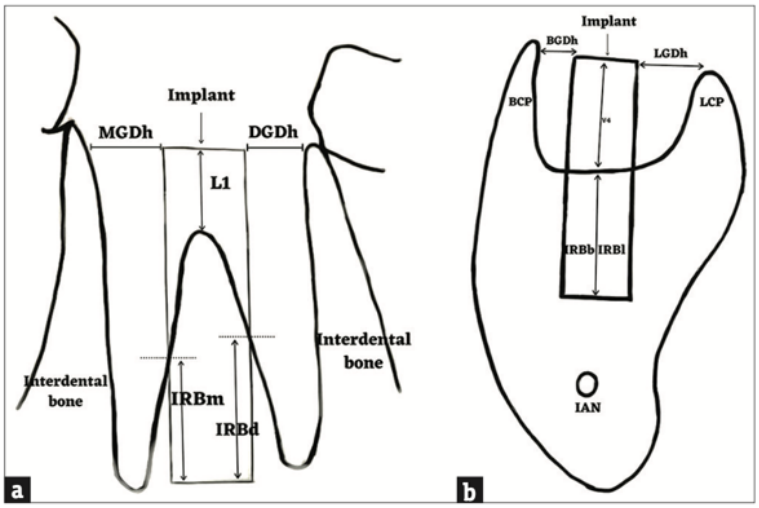


Figure 2: Schematic picture showing gap defects and interradicular bone support around immediate mandibular first molar implants. (a) MGDh: Mesial horizontal gap defect, DGDh: Distal Horizontal, gap defect L1: Vertical gap defect (mesial, distal), IRBm: Mesial interradicular bone support, IRBd: Distal interradicular bone support (b) BGDh: Buccal horizontal gap defect, LGDh: Lingual horizontal, gap defect V4: Vertical gap defect (4 walls – mesial, distal, buccal, and lingual), IRBb: Buccal interradicular bone support, IRBl: Lingual interradicular bone support, BCP: Buccal cortical plate, LCP: Lingual cortical plate

اما در مورد تفاوت جایگذاری هر یک از دندان های مولر فک پایین در مطالعه ای که برروی قراردهی ایمپلنت ۳۰۰ دندان مولر اول و ۳۰۰ دندان مولر دوم مندیبل انجام شد primary stabilityدر ناحیه دندان مولر اول مندیبل بهتر از ناحیه مولر دوم بود به دلایل زیر:

1. **ابعاد استخوان بین‌ریشه‌ای:**

مولار اول عرض بیشتری در استخوان بین‌ریشه‌ای نشان داد:

- در اپکس: میانگین **3.73 ± 1.31 میلی‌متر** برای مولار اول در مقابل **2.34 ± 1.37 میلی‌متر** برای مولار دوم.
- در نواحی بالاتر از اپکس (3 و 6 میلی‌متر): مولار اول همچنان مقادیر بالاتری از عرض استخوان بین‌ریشه‌ای داشت.

2. **ضخامت استخوان کرتیکال:**

هرچند ضخامت استخوان کرتیکال در مولار دوم کمی بیشتر بود (1.33 ± 0.38 میلی‌متر برای M2 در مقابل 1.15 ± 0.26 میلی‌متر برای M1)، این افزایش جزئی تأثیر کمتری در جبران تفاوت در IRB داشت.

3. **مورفولوژی ساکت دندانی:**

مولار اول بیشتر دارای ساکت‌های نوع **B** بود که استخوان بین‌ریشه‌ای کافی(اما نه کامل) را فراهم می‌کند، در حالی که مولار دوم بیشتر ساکت‌های نوع **C** داشت، که نشان‌دهنده استخوان بین‌ریشه‌ای ناکافی است. (A. J. Sayed et al., 2021)

Socket Classification for Immediate Molar Implants

Socket Type	Description	Stability Level	Clinical Relevance
Type A	Implant completely within the septal bone with no gaps between implant and socket walls.	High	Ideal for immediate implant placement; no grafting required.
Type B	Septal bone stabilizes the implant but does not fully surround it, leaving gaps.	Moderate	May require bone grafting or membranes to fill gaps; delayed loading advised.
Type C	Little to no septal bone; implant engages peripheral socket walls for stability.	Low	Requires advanced regenerative procedures; delayed placement or submerging recommended.

این نتایج در فک بالا به مورفولوژی سپتوم بین ریشه هم بستگی دارد:
در مطالعه ای برروی ۱۶۰ مولر اول و ۱۹۳ مولر دوم مگزیلا مورفولوژی سپتوم به ۵ گروه تقسیم شد:

- **Arrow**
- **Boat**
- **Drop**
- **Palatal Convergence**
- **Buccal Convergence**

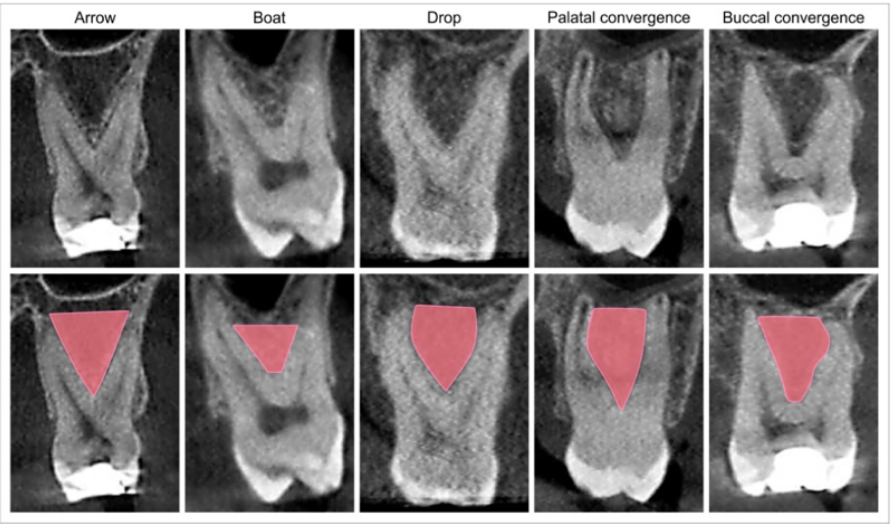


Figure 2. Typical maxillary molars' IRS shapes (with the marked borders) in the coronal CBCT view.

شکل **Palatal Convergence** بیشترین عرض و سطح را درسطوح بالایی IRS(نزدیک به اپکس و سینوس) نشان داد و شکل **Drop** کمترین عرض و سطح را داشت، به‌ویژه در سطح فورکیشن.

و در **نتیجه:**

- IRS به‌عنوان محل ایده‌آل برای کاشت ایمپلنت فوری مولار های فک بالا شناخته می‌شود، اما ویژگی‌های مورفومتریک آن نقش کلیدی در موفقیت درمان دارد.

- بهترین ثبات اولیه در IRS(inter radicular septum) با شکل " Palatal Convergenc" گزارش شده است.
- در مولر دوم، به دلیل کمبود ارتفاع و عرض IRS، ممکن است نیاز به جراحی‌های اضافی مانند بالابردن کف سینوس وجود داشته باشد.

به طور خاص در مورد تفاوت مولر اول و دوم مگزیلا،در مطالعه ای گذشته نگر بر ۱۰۰ بیمار نشان داده شد که ثبات اولیه در مولر اول فک بالا بهتر است زیرا:

1. **عرض سپتوم بین‌ریشه‌ای (IRS)** مولر اول فک بالا در تمام سطوح (A-D) عرض بیشتری نسبت به مولر دوم دارد.
2. مولر اول مساحت سطح سپتوم بزرگ‌تری دارد، که به افزایش سطح تماس ایمپلنت با استخوان کمک می‌کند.

3. زاویه بین ریشه‌های مولر اول معمولاً بازتر است، که فضای بیشتری برای قرارگیری ایمپلنت فراهم می‌کند و از تراکم استخوان بهره‌برداری بیشتری می‌کند.(Milenkovic et al., 2022)

در رابطه با حضور سپتوم در دندان های پره مولر ابتدا در فک بالا در مطالعه ای برروی ۲۴۶ پره مولر اول در حاشیه ی خلیج فارس ۸۱ درصد دندان ها دارای دو ریشه بودند که ۴۵ درصد انها دو ریشه ی کاملا مجزا داشتند که حضور سپتوم بین ریشه ای را تایید میکند (Graphics Inc, 2007) و در مطالعه ای دیگر برروی ۲۱۷ دندان پره مولر دوم فک بالا در همان منطقه ۴۴ درصد دندان ها دو ریشه بودند که حضور این حالت در مردان از زنان بیشتر بود.(Al-Ghananeem et al., 2014)
همچنین در فک پایین در مطالعاتی مروری برروی ۴۴۶۲ پره مولر اول و ۴۰۱۹ پره مولر دوم، 1.8% از دندان‌های پره مولر اول و 0.3% از دندان‌های پره مولر دوم فک پایین دارای دو ریشه بودند که نشان دهنده ی احتمال بسیار کم حضور سپتوم بین ریشه ای جهت گرفتن ثبات اولیه در هنگام قراردهی ایمپلنت می باشد. (Cleghorn et al., 2007a, 2007b)

و در نهایت مطالعه ای برروی ۳۲۴ ایمپلنت قرار داده شده در نواحی دندان های تک ریشه که ۴ میلی متر فراتر از ناحیه ی اپکس دندان قرار داده شدند نشان داد کاشت ایمپلنت بلافاصله پس از کشیدن دندان در دندان‌های تک‌ریشه‌ای، اگر به درستی انجام شود، نتایج بالینی،ثبات اولیه و زیبایی موفقیت‌آمیزی دارد.(Balaji et al., 2015)

2. عوامل مرتبط با طراحی و نوع ایمپلنت

نوع و طراحی ایمپلنت تأثیر بسزایی در پایداری اولیه دارد:

- **طراحی thread‌ها:**

Thread Design ایمپلنت تأثیر قابل‌توجهی بر ثبات اولیه دارد، زیرا شکل، عمق، و زاویه thread ها نقش مهمی در افزایش سطح تماس ایمپلنت با استخوان و توزیع یکنواخت نیروهای مکانیکی ایفا می‌کند.

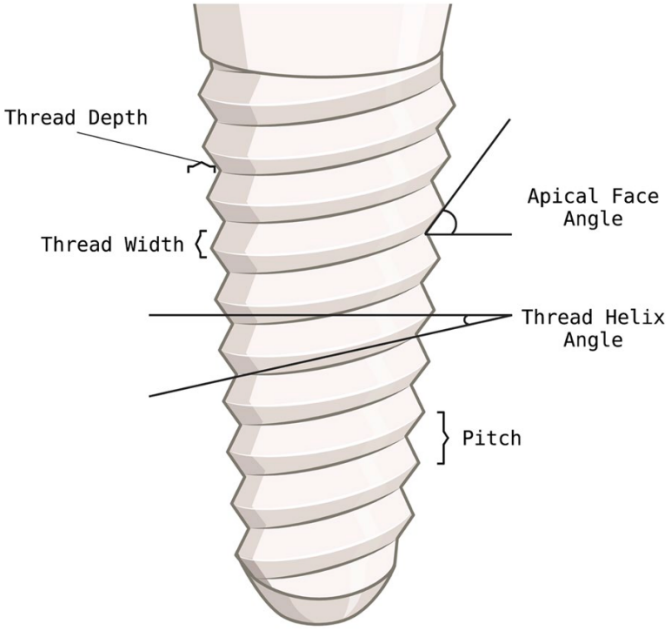
در رزوه های فیکسچر ایمپلنت چندین پارامتر دخالت دارد:

عمق رزوه (Thread Depth): فاصله بین بیرونی‌ترین لبه رزوه و بدنه اصلی ایمپلنت.

عرض رزوه (Thread Width): فاصله بین بالاترین و پایین‌ترین نقطه یک رزوه.

Thread Helix Angle: زاویه بین مسیر رزوه و محور طولی ایمپلنت.

فاصله رزوه‌ها (Thread Pitch): فاصله محوری بین مرکز دو رزوه متوالی.



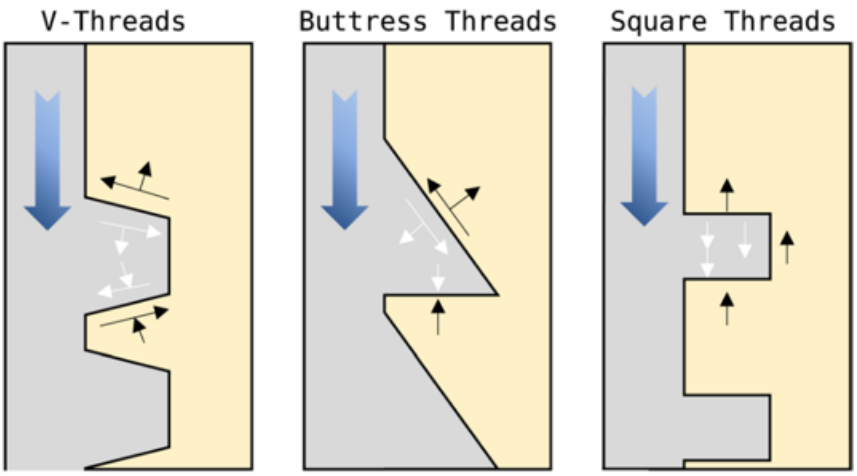
در یک مطالعه ی مروری در سال ۲۰۲۳ برروی ۷۵ مطالعه نتایج زیر حاصل شد:

- عمق رزوه بیشتر باعث **افزایش سطح تماس ایمپلنت با استخوان** و **بهبود ثبات اولیه** می‌شود که برای **استخوان‌های نرم (D3 و D4)** مناسب است، زیرا فشرده‌سازی بهتری در اطراف ایمپلنت ایجاد می‌کند.
- Thread Helix Angle بالا باعث سرعت بیشتر در کاشت ایمپلنت می‌شود، اما ممکن است **ثبات اولیه** را **کاهش** دهد.
- فاصله کمتر بین رزوه‌ها باعث افزایش تعداد رزوه‌ها در واحد طول می‌شود که **بهبود ثبات اولیه** را به دنبال دارد.

- رزوه‌هـــای Self-tapping بـــرای **افـــزایش ثبـــات اولیـــه**، بـــه‌ویژه در اســـتخوان‌های نرم، موثر هستند.

همچنین در همین مقاله در رابطه با شکل های مختلف threadها آمده است:

- **رزوه‌هـــای V شـــکل** مناســـب بـــرای شـــرایط عمـــومی و اســـتخوان‌های بـــا کیفیـــت خوب است.
- **رزوه‌هـــای مربعـــی** بـــرای بارگـــذاری فـــوری ایمپلنت‌هـــا (Immediate Loading) و در استخوان نرم ایده‌آل هستند.
- **طراحـــی Buttress** باعـــث **افـــزایش ثبـــات اولیـــه در اســـتخوان نـــرم** می‌شـــود زیـــرا فشـــار کمتـــری بـــر دیواره‌هـــای اســـتخوان وارد می‌کنـــد. مناســـب بـــرای شـــرایطی کـــه نیـــاز بـــه توزیـــع نیروهـــای فشـــاری و کـــاهش اســـترس جـــانبی بـــر اســـتخوان دارنـــد.(Heimes et al., 2023)



در مطالعه ای دیگر برروی سه نوع ایمپلنت به شرح زیر:

1. ایمپلنت تک‌رزوه با گام 1.2 میلی‌متر (S12) به‌عنوان مرجع.
2. ایمپلنت دورزوه با گام 0.6 میلی‌متر و زاویه هدایت ثابت (D06).
3. ایمپلنت تک‌رزوه با گام 0.6 میلی‌متر و زاویه هدایت نصف مرجع (S06).

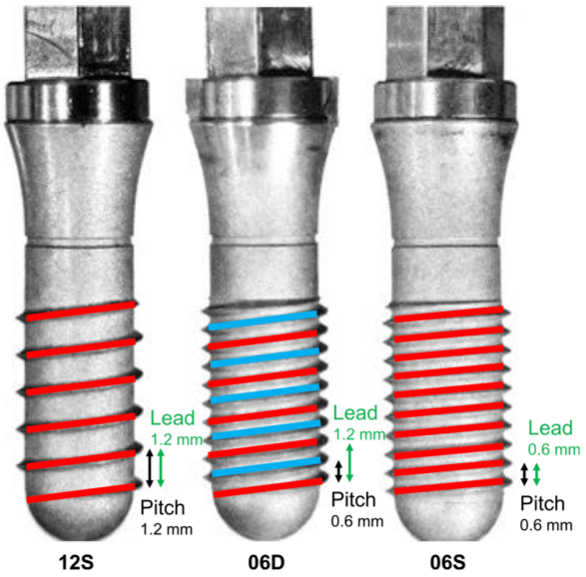


Fig. 1 Implants. Implant code 12S is similar to a commercially available standard single-threaded implant with equal thread pitch and a 1.2-mm lead. The thread length of implant code 06D is doubled by adding the second thread (light blue). The thread length of implant code 06S is doubled by a 50% reduction in pitch and lead angles. Characteristics of each implant are summarized in Table 1

نشـان داده شـد اسـتفاده از ایمپلنـت هـایی بـا Pitch Thread کـم و lead angle کوچـک‌تر منجـر بـه افـزایش تمـاس سـطح ایمپلنـت بـا اسـتخوان و در نتیجـه پایـداری بهتر می‌شود.

همچنـین ایـن مطالعـه نشـان داد ایمپلنـت هـای Double-Threaded ممکـن اسـت باعـث افـزایش سـرعت نصـب شـوند، امـا می‌تواننـد فشـار بیشـتری بـه اسـتخوان وارد کننـد و در عـین حـال، پایـداری کمتـری نسـبت بـه طراحـی تـک‌رزوه بـا pitchکاهش‌یافته داشته باشند. (Yamaguchi et al., 2020)

- **Design ایمپلنت:**

در مطالعـه ای در سـال ۲۰۱۷ بـرروی ۴۰ ایمپلنـت کـه در خلـف فـک پـایین کاشـته شـدند تفـاوت معنـاداری در مقـادیر ثبـات اولیـه و ثانویـه در هـیچ یـک از طراحـی هـا نشـان داده نشد.

همچنـین در یـک مطالعـه مـروری سیسـتماتیک و متاآنـالیز در سـال ۲۰۱۸کـه از ۵ مطالعـه ی RCT بـا ۳۳۶ ایمپلنـت و ۳۰۳ شـرکت کننـده تشـکیل شـده بـود و تـاثیر دو

طراحی ایمپلنت برروی ثبات ایمپلنت بررسی کرده بود نتایج این مطالعات نشان داد ایمپلنت‌های tapered در مقایسه با ایمپلنت‌های straight-walled در زمان کاشت و پس از 8 هفته، مقادیر ثبات بالاتری داشتند، اما این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود.(Atieh et al., 2018)

در مطالعه ی مروری و متاآنالیز دیگری که با هدف ارزیابی ثبات ایمپلنت‌های دندانی مخروطی‌شکل در مقایسه با ایمپلنت‌هایstraight-walled انجام شده است نیز نشان داده شد:

ایمپلنت‌های مخروطی‌شکل در زمان جایگذاری و پس از 8 هفته ثبات بالاتری نسبت به ایمپلنت‌های با دیواره موازی نشان دادند.

اما این تفاوت از لحاظ آماری معنادار نبود.(Steigenga JT, 2003)

شواهد کافی برای نشان دادن اثربخشی ایمپلنت‌های مخروطی‌شکل در مقایسه با ایمپلنت‌های دیواره موازی وجود ندارد.

هر دو مقاله ی بالا تأکید می‌کنند که در حالی که ایمپلنت‌های مخروطی‌شکل در برخی جنبه‌ها بهتر عمل می‌کنند، شواهد قوی‌تری برای تایید قطعی مزایای آن‌ها مورد نیاز است.

و اما در مقابل:

در مطالعه ای در سال ۲۰۲۴ برروی ۱۰۲ ایمپلنت و ۵۳ بیمار نتایج به این صورت بود:

Comparison of Stability in Two Implant Designs

Parameter	Cylindrical Implants	Tapered Implants
Primary Stability (Day of Surgery)	Higher ISQ and IT values (P < 0.001).	Lower ISQ and IT values in softer bone (D3 and D4).
Secondary Stability (After 3 Months)	ISQ remained higher than tapered implants (P < 0.001).	Gradual improvement in ISQ, but lower than cylindrical implants.
Factors Influencing Stability	More effective in denser bone types (D1, D2).	Better suited for softer bone types (D3, D4).

- ایمپلنت‌های سیلندری ثبات اولیه و ثانویه بالاتری نسبت به ایمپلنت‌های مخروطی ارائه دادند.
- طراحی مخروطی برای استخوان‌های نرم مناسب‌تر است.(Quispe-López et al., 2024)

- **سطح ایمپلنت:**

سطح تیتانیومی ایمپلنت نقش مهمی در فرآیند osseointegration دارد و می‌تواند برای بهبود ویژگی‌های زیستی آن با روش‌های مختلفی پرداخت شود که هدف آن‌ها افزایش سطح تماس ایمپلنت با استخوان و تسریع فرآیند ترمیم است. تغییرات در سطح ایمپلنت می‌توانند تأثیر مستقیمی بر موفقیت درمان داشته باشند.

در مطالعه ای برروی ۲۰۸ ایمپلنت اشترومن و ۵۹ بیمار تاثیر سطح ایمپلنت برروی ثبات ایمپلنت بررسی شد.

در این مطالعه از دو نوع ایمپلنت با سطوح SLAو SLActive که نسخه ی شیمیایی اصلاح شده ی SLA است استفاده شد.

SLA (Sandblasted, Large-grit, Acid-etched):

سطحی است که از طریق فرآیند sandblasting با ذرات بزرگ ایجاد شده و باعث زبری ماکرو می‌شود.

سپس، این سطح در یک حمام اسیدی با ترکیب HCl و H2SO4 پرداخت میشود که منجر به ایجاد زبری میکرو می‌شود.

هدف این طراحی، افزایش سطح تماس ایمپلنت با استخوان و بهبود استحکام اولیه است.

:SLActive

این سطح با یک فیلم هیدروکسیله و هیدراته TiO2 پوشیده شده است.

بـــرای حفـــظ خصوصـــیات شـــیمیایی، ایـــن ســـطح در محلـــول ایزوتونیـــک نگهـــداری می‌شود.

هدف این طراحی، بهبود ترمیم و تسریع در روند ادغام اولیه استخوان است.

در مقایســه ی ایــن دو نــوع ایمپلنــت در میــزان ثبــات اولیــه تفــاوت معنــاداری مشــاهده نشده بود.(Guler et al., 2013)

Results Related to Implant Surface

Measurement Stage	Observations
Initial Measurement	No significant difference in ISQ values was observed between SLA and SLActive surfaces.
Second Measurement	SLActive surfaces showed higher ISQ values compared to SLA. This suggests SLActive may enhance early-stage bone healing.
Third Measurement	No significant difference in ISQ values was found between SLA and SLActive surfaces, indicating similar long-term performance.

همچنــین در بررســی یــک مطالعــه ی مــروری در ســال ۲۰۲۴ در 10 مطالعــه از 11 مطالعــه، هــیچ ارتبــاط آمــاری معنــاداری بــین زبــری ســطح و ثبــات اولیــه مشــاهده نشــد.(Romero-Serrano et al., 2024)

در مطالعــه ی مــروری دیگــری در یــک بــازه ی ۲۰ ســاله تــأثیر زبــری ســطح ایمپلنــت بــر ثبــات اولیــه بررســی شــد و مطالعــات بــالینی تفــاوت معنــاداری در نــرخ بقــای ایمپلنت‌هــای صــاف و زبر گزارش نکرد.

امــا در نهایــت تــأثیر زبــری ســطح بیشــتر بــر **ثبــات ثانویــه (بیولــوژیکی)** قابــل مشــاهده اســت و نقش آن در **ثبات اولیه** همچنان بحث‌برانگیز است.(Javed et al., 2011)

- **اندازه ی ایمپلنت:**

طول و قطر ایمپلنت از مهم‌ترین ویژگی‌های طراحی آن هستند که بر اساس شرایط استخوان و فضای موجود در محل درمان انتخاب می‌شوند. ایمپلنت‌های با طول و قطر متنوع به گونه‌ای طراحی شده‌اند که در شرایط مختلف بالینی، از جمله تراکم استخوان کم یا محدودیت‌های آناتومیکی، قابل استفاده باشند. این ویژگی‌ها انعطاف‌پذیری بالایی را در برنامه‌ریزی درمان فراهم می‌کنند و به جراح امکان می‌دهند تا ایمپلنت مناسب را برای هر بیمار انتخاب کند.

در مقاله ی Ahmet Umut Guler et al برروی ایمپلنت های اشترومن که بالاتر بررسی کردیم،در رابطه با تاثیر طول و قطر ایمپلنت برروی ثبات ان تحقیقاتی انجام شده است.

طول ایمپلنت های انتخابی در این مطالعه در بازه ی ۸-۱۴ میلی متر بود که در تمامی مراحل اندازه‌گیری (اولیه، دوم، و سوم)، طول ایمپلنت تأثیر قابل توجهی بر مقادیر ISQ نشان نداد این یافته نشان می‌دهد که استفاده از ایمپلنت‌های بلندتر لزوماً به پایداری بیشتر منجر نمی‌شود.

قطر ایمپلنت ها در این مطالعه در سه گروه 3.3، 4.1 و 4.8 میلی‌متر دسته‌بندی شده است و این نتایج را به دنبال داشت:

Impact of Implant Diameter on ISQ Values

Measurement Stage	Numerical Results (Mean ± SD)	Textual Interpretation
Initial Measurement	3.3 mm: 62.78 ± 6.95 4.1 mm: 65.07 ± 8.19 4.8 mm: 65.54 ± 8.71	No significant difference in ISQ values between different diameters.
Second Measurement	3.3 mm: 60.81 ± 6.76 4.1 mm: 63.53 ± 7.55 4.8 mm: 64.68 ± 8.03	Implants with 4.8 mm diameter showed higher ISQ values compared to 3.3 mm diameter.
Third Measurement	3.3 mm: 67.74 ± 6.31 4.1 mm: 71.20 ± 5.57 4.8 mm: 72.12 ± 6.50	Implants with 4.8 mm and 4.1 mm diameters had higher ISQ values compared to 3.3 mm.

این یافته نشان می‌دهد که قطر ایمپلنت تأثیری در **ثبات اولیه** نداشت. اما می‌تواند با افزایش سطح تماس استخوان با ایمپلنت ثبات بیشتری را در طول زمان فراهم کند.(Guler et al., 2013)

همچنین در مقاله ی Norberto Quispe-López et al برروی ۱۰۲ ایمپلنت کاشته شده که در قسمت طراحی به ان اشاره کردیم،تاثیر طول و قطر ایمپلنت ها برروی ثبات اولیه هم بررسی شده است.

در این مقاله از ایمپلنت هایی با قطر های استاندارد (کمتر از ۴.۵ میلی‌متر) و wide (۴.۵ میلی‌متر یا بیشتر) استفاده شد که قطرهای استاندارد مقادیر ISQ بالاتری در روز جراحی و پس از سه ماه نسبت به قطرهای وسیع داشتند.

و طول ایمپلنت های استفاده شده کمتر از ۱۰ میلی متر و بیشتر از ۱۰ میلی متر بوده که هیچ تفاوت معناداری در **ثبات اولیه** مشاهده نشده اما ایمپلنت‌های بلندتر مقادیر بیشتری از ISQ پس از سه ماه نسبت به ایمپلنت‌های کوتاه‌تر داشتند.(Quispe-López et al., 2024)

در مطالعه ی دیگری برروی ۵۵۹ ایمپلنت در ۱۹۵ بیمار که تفاوت تاثیر دو طول ایمپلنت را بر ثبات ان بررسی کرده بود هم همانند مطالعات قبلی ، تفاوت معناداری در میزان primary stability مشاهده نشد . (Aragoneses et al., 2020)

در مطالعه ی دیگری برروی ۳۶ بیمار و ۸۲ ایمپلنت که طول های ۹،۱۱،۱۳ و قطر های ۳،۵ و ۴ را بررسی کرده بود:
تفاوت معناداری در **ثبات اولیه (ISQ1)** بین طول‌ها و قطر های مختلف مشاهده نشد. (Rengo et al., 2020)

3. مهارت دندانپزشک

مهارت و دانش دندانپزشک در انتخاب مواد مناسب و ایمپلنت مناسب و جایگذاری مناسب آن نقش حیاتی دارد.

- **گشتاور درج (Insertion Torque)**: که در ابتدای مطلب به مقدار ایده آل آن اشاره شد.
- **انتخاب مواد پیوندی:**

در مـواردی کـه فاصـله بـین ایمپلنـت و دیـواره اسـتخوانی وجـود دارد، اسـتفاده از مـواد پیونـدی ماننـد زنوگرافـت می‌توانـد پایـداری اولیـه را بـه‌طور معنـاداری افزایش دهد .

پیونـد اسـتخوان، بـه‌ویژه بـرای ایمپلنت‌هـای fresh socket بـا فاصـله افقـی بـیش از 1 میلی‌متر قرار می‌گیرند، توصیه می‌شود.

در مطالعـه ای بـرروی ۱۸ بیمـار سـالم کـه از زنوگرافـت بـا انـدازه ذرات 1–2 میلی‌متـر بـرای پـر کـردن فاصـله افقـی بـین دیـواره اسـتخوانی حفـره و ایمپلنـت اسـتفاده شـد و ISQ ایمپلنـت قبـل و بعـد از پیونـد اسـتخوان انـدازه گیـری شـد، نتـایج نشـان داد گـروه بـا پایـداری اولیـه پـایین (ISQ < 65) بیشـترین افـزایش را در ISQ داشـتند (6.87 ± 3.62)؛ درحالی‌کـه افـزایش در گـروه بـا پایـداری اولیـه بـالا (ISQ > 65) فقـط 2.36 ± 2.05 بود.(Jun et al., 2018)

در مطالعه ای دیگر برروی ۱۰ بیمار که هر بیمار دو ایمپلنت fresh socketداشتند در یکی از حفره ها **Autogenous Dentin Graft** و در حفره ی دیگر **کریستال های هیدروکسی اپاتیت** با اندازه ذرات 0.1 تا 0.4 میلی‌متر به عنوان ماده ی پیوندی استفاده شد و ایمپلنت‌های کاشته شده در حفره‌های با گرافت دندانی اتولوگ مقادیر ISQ بیشتری نشان دادند. این تکنیک به‌دلیل پتانسیل بالای بازسازی استخوان و صرفه‌جویی اقتصادی در حال گسترش در درمان‌های دندانپزشکی است.(Hashmi et al., 2020)

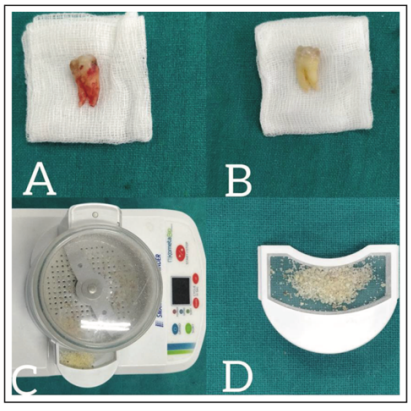


Figure 2. Process of Obtaining Dentin Particles.

Al-Ghananeem, M. M. F., Haddadin, K., Al-Khreisat, A. S., Al-Weshah, M., & Al-Habahbeh, N. (2014). The number of roots and canals in the maxillary second premolars in a group of jordanian population. In *International Journal of Dentistry* (Vol. 2014). Hindawi Publishing Corporation. https://doi.org/10.1155/2014/797692

Aragoneses, J. M., Aragoneses, J., Brugal, V. A., Gomez, M., & Suarez, A. (2020). Relationship between implant length and implant stability of single-implant restorations: A 12-month follow-up clinical study. *Medicina (Lithuania)*, *56*(6). https://doi.org/10.3390/medicina56060263

Atieh, M. A., Alsabeeha, N., & Duncan, W. J. (2018). Stability of tapered and parallel-walled dental implants: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *20*(4), 634–645. https://doi.org/10.1111/cid.12623

Balaji, P., Balaji, S. M., & Ugandhar, P. (2015). Immediate implant in single rooted teeth-Study on primary stability and bone formation. *Indian Journal of Dental Research*, *26*(4), 421–426. https://doi.org/10.4103/0970-9290.167631

Cleghorn, B. M., Christie, W. H., & Dong, C. C. S. (2007a). The Root and Root Canal Morphology of the Human Mandibular First Premolar: A Literature Review. *Journal of Endodontics*, *33*(5), 509–516. https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.12.004

Cleghorn, B. M., Christie, W. H., & Dong, C. C. S. (2007b). The Root and Root Canal Morphology of the Human Mandibular Second Premolar: A Literature Review. In *Journal of Endodontics* (Vol. 33, Issue 9, pp. 1031–1037). https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.03.020

Cobo-Vázquez, C., Reininger, D., Molinero-Mourelle, P., González-Serrano, J., Guisado-Moya, B., & López-Quiles, J. (2018). Effect of the lack of primary stability in the survival of dental implants. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, *10*(1), e14–e19. https://doi.org/10.4317/jced.54441

Gehrke, S. A., & da Silva Neto, U. T. (2014). Does the Time of Osseointegration in the Maxilla and Mandible Differ? *Journal of Craniofacial Surgery*, *25*(6), 2117–2120. https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000001067

Graphics Inc, P. (2007). *Root and Canal Morphology of Maxillary First Premolars in a Saudi Population*.

Guler, A. U., Sumer, M., Duran, I., Sandikci, E. O., & Telcioglu, N. T. (2013). Resonance frequency analysis of 208 straumann dental implants during the healing period. *Journal of Oral Implantology*, *39*(2), 161–167. https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-11-00060

H, H., G, W., & E, H. (2020). The clinical significance of implant stability quotient (ISQ) measurements: A literature review. In *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* (Vol. 10, Issue 4, pp. 629–638). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2020.07.004

Hashmi, G. S., Rahman, T., Varshney, A., & Khan, S. (2020). Impact of Socket Preservation Technique Using Autogenous Dentin Graft and Hydroxyapatite Crystals on Primary Stability of Dental Implants in Same Individuals: A Pilot Study. *The Traumaxilla*, *2*(1–3), 7–11. https://doi.org/10.1177/26323273211073543

Heimes, D., Becker, P., Pabst, A., Smeets, R., Kraus, A., Hartmann, A., Sagheb, K., & Kämmerer, P. W. (2023). How does dental implant macrogeometry affect primary implant stability? A narrative review. *International Journal of Implant Dentistry*, *9*(1). https://doi.org/10.1186/s40729-023-00485-z

Huang, Y. C., Huang, Y. C., & Ding, S. J. (2023). Primary stability of implant placement and loading related to dental implant materials and designs: A literature review. In *Journal of Dental Sciences* (Vol. 18, Issue 4, pp. 1467–1476). Association for Dental Sciences of the Republic of China. https://doi.org/10.1016/j.jds.2023.06.010

Javed, F., Ahmed, H., Crespi, R., & Romanos, G. (2013). Role of primary stability for successful osseointegration of dental implants: Factors of influence and evaluation. In *Interventional Medicine and Applied Science* (Vol. 5, Issue 4, pp. 162–167). Akademiai Kiado Zrt. https://doi.org/10.1556/IMAS.5.2013.4.3

Javed, F., Almas, K., Crespi, R., & Romanos, G. E. (2011). Implant surface morphology and primary stability: Is there a connection? *Implant Dentistry*, *20*(1), 40–46. https://doi.org/10.1097/ID.0b013e31820867da

Jun, S. H., Park, C. J., Hwang, S. H., Lee, Y. K., Zhou, C., Jang, H. S., & Ryu, J. J. (2018). The influence of bone graft procedures on primary stability and bone change of implants placed in fresh extraction sockets. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, *40*(1). https://doi.org/10.1186/s40902-018-0148-2

Milenkovic, J., Vasiljevic, M., Jovicic, N., Milovanovic, D., Selakovic, D., & Rosic, G. (2022). Criteria for the Classification of the Interradicular Septum Shape in Maxillary Molars with Clinical Importance for Prosthetic-Driven Immediate Implant Placement. *Diagnostics*, *12*(6). https://doi.org/10.3390/diagnostics12061432

Monje, A., Suarez, F., Garaicoa, C. A., Monje, F., Galindo-Moreno, P., García-Nogales, A., & Wang, H. L. (2014). Effect of location on primary stability and healing of dental implants. *Implant Dentistry*, *23*(1), 69–73. https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000019

Quispe-López, N., Martín-Martín, S., Gómez-Polo, C., Figueras-Alvarez, O., Sánchez-Jorge, M. I., & Montero, J. (2024). Primary and Secondary Stability Assessments of Dental Implants According to Their Macro-Design, Length, Width, Location, and Bone Quality. *Applied Sciences (Switzerland)*, *14*(11). https://doi.org/10.3390/app14114841

Rengo, C., nAppo, A., & FeRRARI, M. (2020). *Influence of implant dimensions and position on primary and secondary stability: a prospective clinical study in the mandible using resonance frequency analysis*. *12*(1). https://doi.org/10.23805/10.23805/JO.2020.12.01.09

Romero-Serrano, M., Romero-Ruiz, M.-M., Herrero-Climent, M., Rios-Carrasco, B., & Gil-Mur, J. (2024). Correlation between Implant Surface Roughness and Implant Stability: A Systematic Review. *Dentistry Journal*, *12*(9), 276. https://doi.org/10.3390/dj12090276

Sayed, A. J., Shaikh, S. S., Shaikh, S. Y., & Hussain, M. A. (2021). Inter radicular bone dimensions in primary stability of immediate molar implants – A cone beam computed tomography retrospective analysis. *Saudi Dental Journal*, *33*(8), 1091–1097. https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2021.04.002

Sayed, A., Shaikh, S., Shaikh, S., Hussain, M., Tareen, S., & Awinashe, V. (2021). Influence of inter-radicular septal bone quantity in primary stability of immediate molar implants with different length and diameter placed in mandibular region. A cone-beam computed tomography-based simulated implant study. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, *13*(5), S484–S491. https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_818_20

Steigenga JT, et al. (2003). Dental implant design and its relationship to long- term implant success. *Implant Dent. 2003;12(4):306–17*.

Turkyilmaz, I., & McGlumphy, E. A. (2008). Influence of bone density on implant stability parameters and implant success: A retrospective clinical study. *BMC Oral Health*, *8*(1). https://doi.org/10.1186/1472-6831-8-32

Yamaguchi, Y., Shiota, M., Fujii, M., Shimogishi, M., & Munakata, M. (2020). Effects of implant thread design on primary stability—a comparison between single- and double-threaded implants in an artificial bone model. *International Journal of Implant Dentistry*, *6*(1). https://doi.org/10.1186/s40729-020-00239-1