

"سرجیکال گاید در ایمپلنت"

مقدمه 

بیش از چند سال گذشته، ایجاد تحولاتی در سه حوزه کاشت ایمپلنت، تکنیک های تصویربرداری و تصویربرداری های دیجیتال سبب رشد و شکل گیری پروتکل درمانی جدیدی تحت عنوان CIA (Computer aided implantology) گردید. از این تکنیک خلاقانه جهت فیکس نمودن ایمپلنت های دندانی با راهنمای دیجیتالی ساخته شده استفاده می شود. تکنیک مذکور اختلالی در روند کاشت ایمپلنت که شامل، ساخت پروتز و بررسی آناتومیکیال فضای ایمپلنت و سپس جراحی می باشد، ایجاد نمی کند.

هدف اولیه این روش نوین جراحی کمک به ایمپلنتولوژیست ها در حفظ ساختارهای آناتومیکیال مگزیلا می باشد، از طرفی با به کارگیری این تکنیک پزشک قادر به انجام کار با حداقل روند تهاجمی می باشد.

یکی از مهم ترین مسائلی که برای متقاضیان جراحی ایمپلنت مطرح می باشد، تفاوت کاشت ایمپلنت با استفاده از گاید جراحی و کاشت ایمپلنت به روش عادی می باشد. از آنجاییکه طرح درمان هر شخص متناسب با شرایط دهانی فرد ارائه می گردد، استفاده از راهنمای جراحی مختص همان فرد یک روش قابل اعتماد و قابل پیش بینی برای قرارگیری ایمپلنت دندانی می باشد.

متن پیش رو خلاصه ای از تاریخ کاشت ایمپلنت تحت گاید، مراحل مختلف پروتکل، تکنیک تهیه تصاویر، مزایا و محدودیت های روش با نگاهی به دیدگاه های مختلف و سیستم های در دسترس کنونی و همچنین انواع مختلف روش های ممکن می باشد.

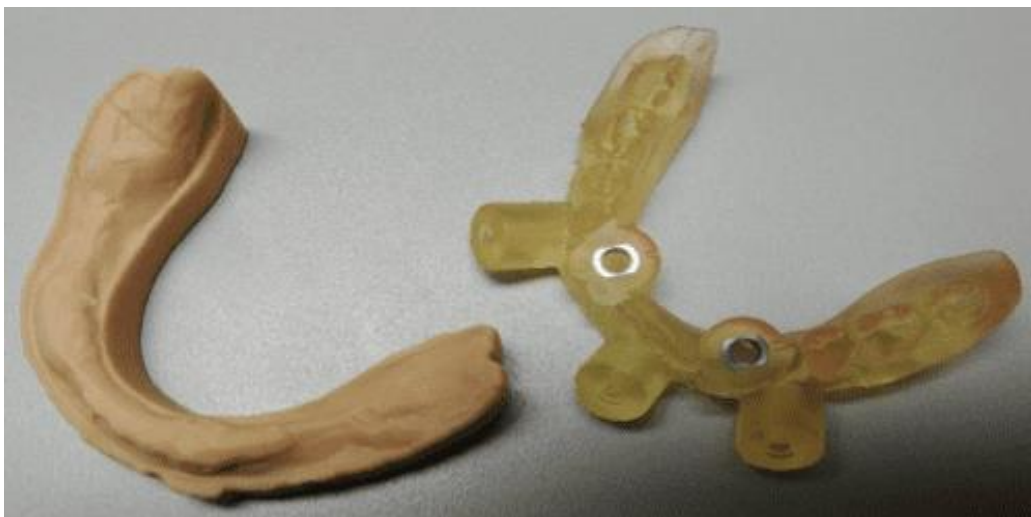
تاریخچه ای مختصر اما مفید!!!

اولین جراحی های تحت گاید در سال 1999 و به صورت Bone-Supported انجام گرفت. جراحی تهاجمی موردنظر نیاز مبرم به قرارگیری دقیق گاید بر روی استخوان داشت که بدین ترتیب پس از قرارگیری، سطح داخلی گاید تنظیم و مستقیماً بر روی استخوان فیکس گردید.

ساخت گایدهای مذکور با استفاده از تکنیک های بازسازی 3D استخوان انجام می گرفت که برای انجام این کار بایستی فایل های DICOM رادیولوژی به فایل های STL تبدیل گردند. در آن دوره اولین فردی که از مزایای جراحی تحت گاید بهره برد، مریض بی دندانی بود که در روند معاینات و انجام کار کاشت دندان با مشکلات عدیده ای روبه رو گشت و در نهایت با جراحی تحت گاید Bone-Supported روند درمانی خود را با موفقیت طی نمود.

ایده چنین تکنیکی، آسان سازی جراحی های تهاجمی و پیچیده بود. در سال 2002، انواع دیگری از جراحی های تحت گاید با تکنیک Mucosa-supported به لطف کام رادیوپاک به عنوان مشخص کننده حجم بافت

نرم، گسترش یافت. جهت تولید گایدهای Mucosa-supported از تکنیک اسکن دوگانه جهت انجام جراحی های بدون فلپ استفاده می شود. همانطور که از نام آن مشخص است در این تکنیک برای پشتیبانی و حمایت از بافت بین لثه ای استفاده می شود. به لطف گسترش اسکنرهای پیشرفته و دستگاه های CT و CBCT قابلیت افتراق بافت استخوانی از بافت نرم وجود دارد. سطح درونی تصاویر تهیه شده می تواند به عنوان مدل صحیح در جراحی ها مورد استفاده قرار گیرند.



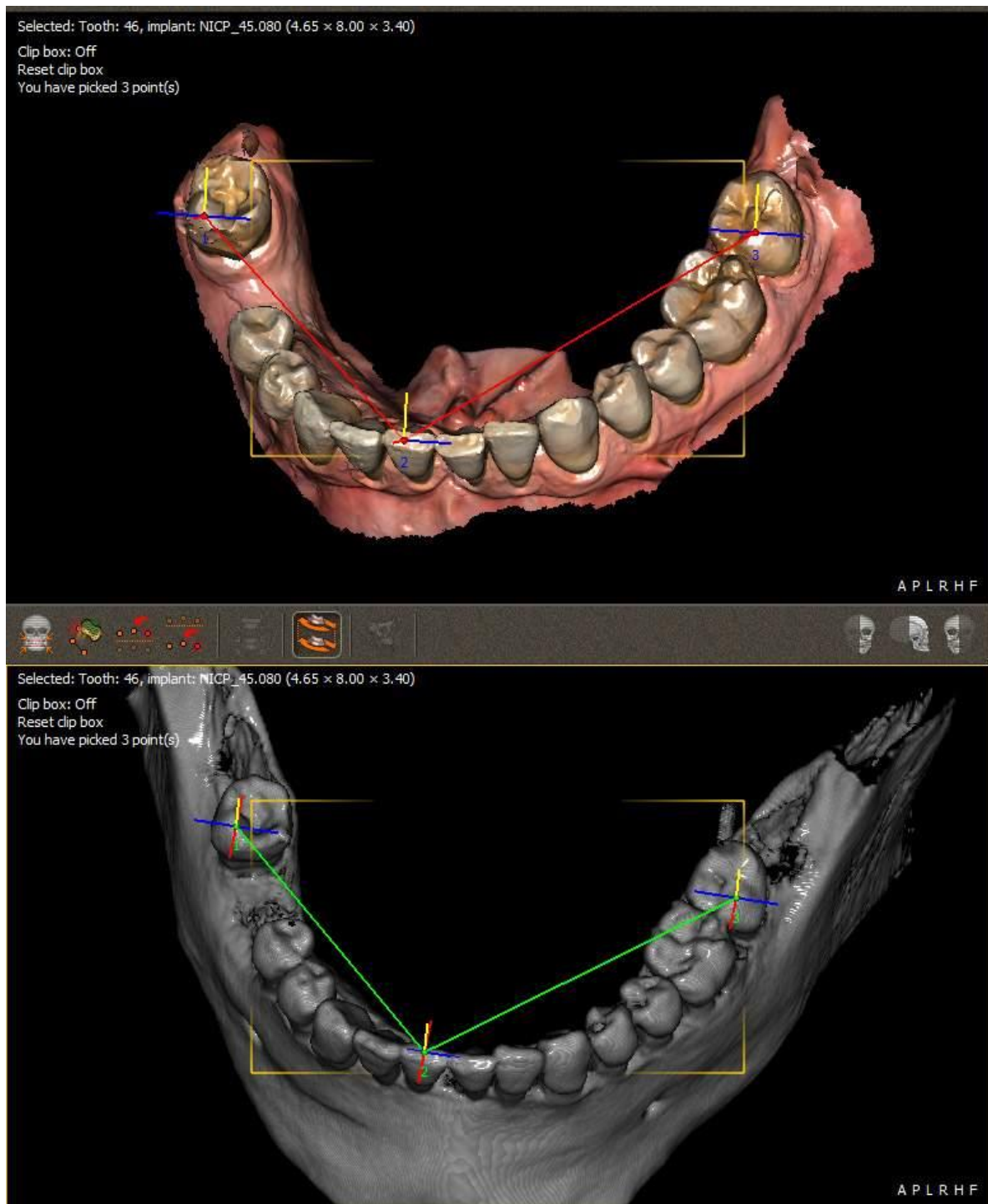
شکل 1: سرجیکال گاید Mucosa-supported

جدیدترین نسل گایدها با استفاده از مدل های آزمایشگاهی دیجیتال ساخته می شوند درحالیکه طی پیشرفت های اخیر جهت طراحی گایدهای جراحی از اسکنرهایی جهت تصویربرداری های درون-باکال استفاده می شود. کاشت ایمپلنت تحت گاید امروزه جهت درمان بیماران بی دندان مورد استفاده قرار می گیرد.

اصول و روش

سرجیکال گاید ایمپلنت با استفاده از یک نرم افزار برنامه ریزی شده با قابلیت تطابق و با هم پوشانی فایل های رادیولوژی DICOM و فایل های کلینیکی STL ساخته می شود. فایل های DICOM و STL به ترتیب با اسکنرها و یا دستگاه های CBCT و عکس برداری های دیجیتال از مریض به دست می آیند.

تطابق و هم پوشانی تمام این فایل ها به هر دو صورت دیجیتال و دستی امکان پذیر است. هدف از این هم پوشانی، منطبق نمودن داده های رادیولوژیک با سطوح دندان و لثه می باشد که در نهایت سطح داخلی گاید روی آن قرار می گیرد.



شکل 2: هم پوشانی یک فایل DICOM با فایل STL به کمک نرم افزار سه بعدی QuickVision

مراحل کار

در صورتیکه مرحله وکس-آپ به صورت مجازی انجام گیرد، تمامی مراحل تولید پروتز به صورت دیجیتالی قابل انجام می باشد. مزیت استفاده از این مورد نمایش شکل آناتومیک و پروستتیک در یک عکس می باشد.

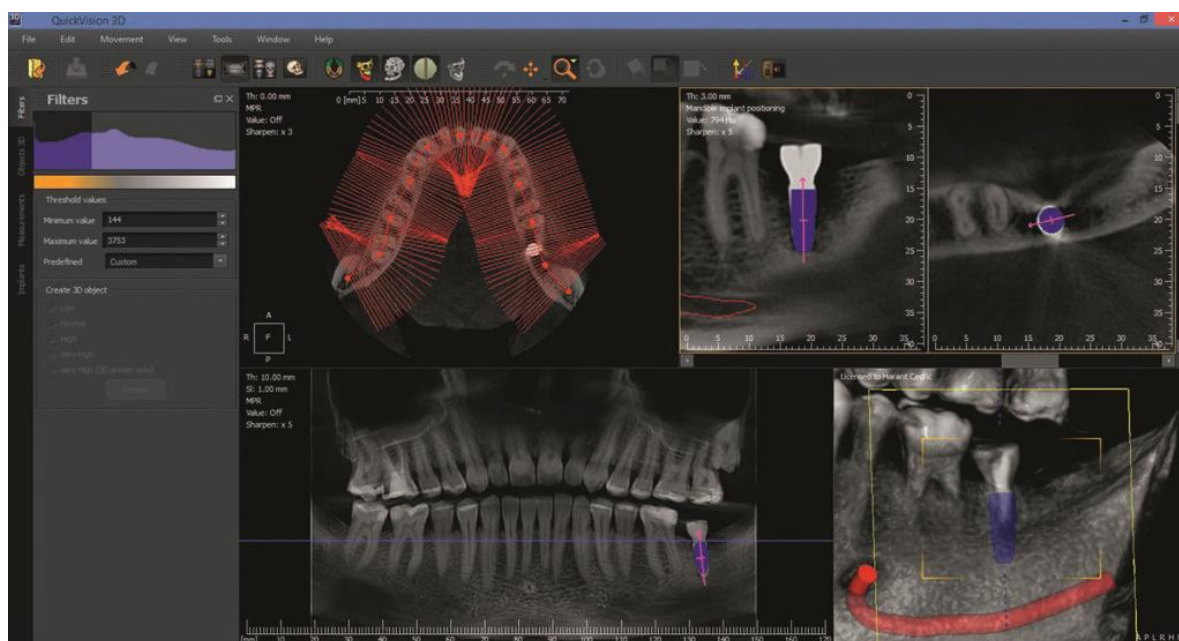
تولید سرجیکال گاید ماحصل طی سه مرحله می باشد که مراحل مذکور عبارتند از:

1) دریافت فایل خروجی DICOM از CBCT

2) وکس-آپ از ناحیه موردنظر و تهیه پروتز

3) عکس برداری دیجیتالی از مریض

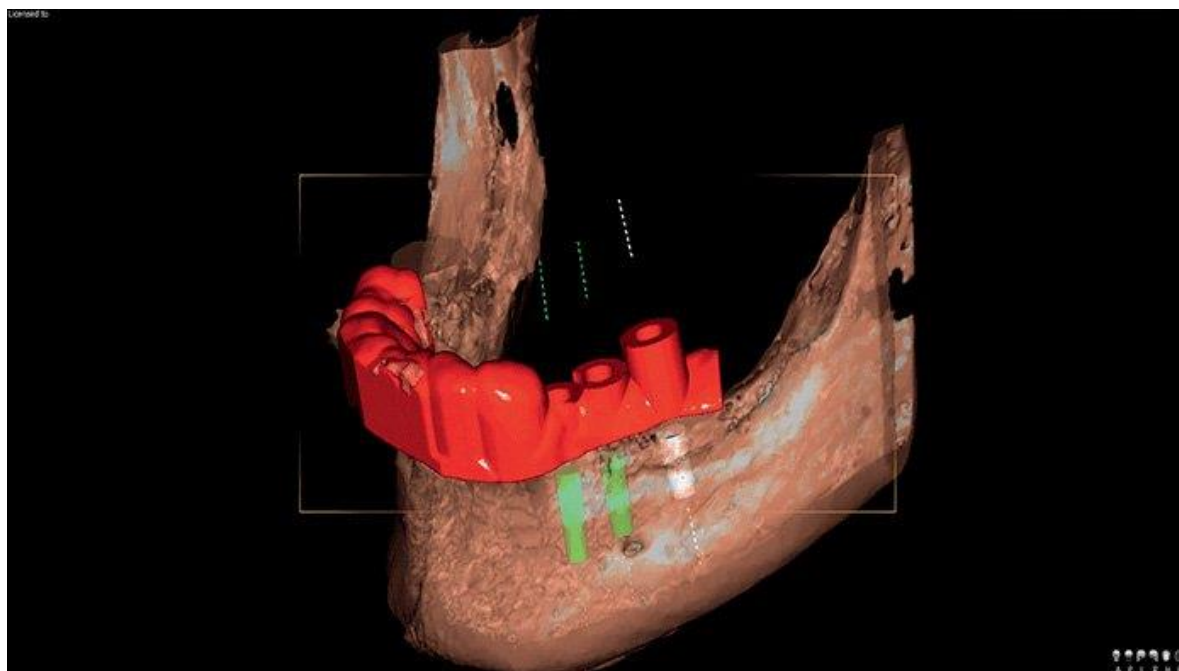
نرم افزارهایی که جهت تولید این گایدها مورد استفاده قرار می گیرند دارای قابلیت هایلایت نمودن عصب آلوئولار تحتانی می باشند. پس از اینکه پروتز موردنظر با مراحل ذکر شده طراحی و تولید شد، مرحله بعد تعیین محل، طول و اندازه ایمپلنت و زاویه کاشت آن می باشد. این مورد می تواند جهت پیش بینی پیوند احتمالی استخوان و یا حتی لیفت سینوس نیز مورد استفاده قرار گیرد. از دیگر کاربردهای این طراحی می توان به راهنمای روش اتصال پروتز نیز اشاره نمود. در صورتیکه ایمپلنت در محور ایده آل پروتز قرار گیرد، پروتز با استفاده از پیچ در جایگاه خود فیکس می شود (روش screw-retained) و در صورتیکه محل ورود پیچ ایمپلنت بر روی سطح اتصال گاید طراحی شده قرار گیرد، پروتز با استفاده از پایه بر روی محل مورد نظر فیکس می شود. در کیس هایی با چندین ایمپلنت امکان کنترل قرارگیری ایمپلنت ها در زوایا و فواصل متناسب نسبت به هم نیز امکان پذیر می باشد.



شکل 3: تصویرهای مختلف نشان دهنده جایگاه ایمپلنت با استفاده از نرم افزار سه بعدی QuickVision می باشد.

از آنجاییکه محل قرارگیری و فیکساسیون گاید بر روی تاج لثه مدل سازی می شود، تداخلی بین محل قرارگیری ایمپلنت و فیکساتور گاید در دهان بوجود نمی آید.

در نهایت سرجیکال گاید بر روی فایل STL آرک بی دندانی آماده طراحی بوده و سطوح حمایتی آن نیز به درستی انتخاب می گردد و از فایل STL گایدی که به صورت مجازی تهیه شده است، جهت پرینت سه بعدی خروجی گرفته می شود.



شکل 4: طراحی सर्جیکال گاید توسط نرم افزار سه بعدی QuickVision

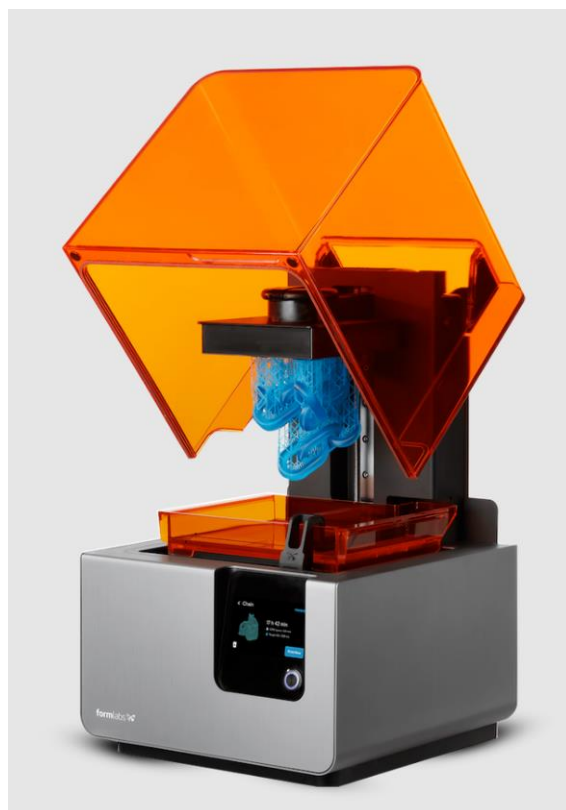
تولید گاید با استفاده از پرینتر سه بعدی

جهت دستیابی به ماحصل نهایی طراحی تعدادی روش دیگر نظیر FDM(Fuse Deposition Modelling) و SLS(Selected Laser Sintering) نیز وجود دارد اما پرینت سه بعدی در چند سال گذشته به لطف تکنیک SLA(Stereolithographic)، دارای جایگاه خوبی در روند پرینت می باشد.

تکنیک SLA شامل پلیمریزاسیون لایه به لایه رزین مایع حساس به نور می باشد که با یک بازوی لیزری انجام می گیرد. این فناوری درجه بالایی از دقت (ضخامت چاپ تا $10\mu\text{m}$) را با سطحی کاملاً صاف ترکیب می کند.

امروزه کارخانه ها و افراد مختلفی در حال طراحی و تولید پرینترهای ارگونومیک بوده که روند استفاده از آن به مراتب راحت تر بوده و قابل خرید و استفاده در پروسه های دندانپزشکی می باشند که بدین ترتیب مارکت جدیدی در حوزه دهان و دندان و جراحی های مربوط به آن ایجاد شده است.

میزان تولید پرینترهای سه بعدی SLA به صورت روزانه در حال افزایش است که به عنوان مثال می توان به نمونه Form2 (شکل 5) از کمپانی Formlabs اشاره نمود. این کمپانی در تولید رزین های سازگار با محیط زیست ClassI با قابلیت اتوکلاو منحصر به فرد می باشد، و به صورت اختصاصی در زمینه تولید सर्جیکال گاید دندانانی گسترش یافته است. زمانیکه सर्جیکال گاید تولید می شود بایستی بوسیله غوطه ورسازی در حمام الکل ایزوپریل به مدت 20 دقیقه شسته شود. سپس پیش از پاک سازی و خشک کردن بایستی یک مرحله پلی مریزاسیون ثانویه در آون UV را نیز طی کند.



شکل 5: پرینتر سه بعدی کمپانی Formlabs مدل Form2

پس از پولیش کشیدن گاید، بازوهای استوانه ای-تیتانیومی گاید با یک لغزش جزئی در جای خود قرار می گیرند. گاید تولید شده را می توان با استفاده از روش های متفاوتی استریل نمود که عبارتند از: اتوکلاو، استریلیزاسیون با اشعه گاما، استریلیزاسیون با سرما و غلتاندن در محلول کلرهگزیدین.



شکل 6: سرجیکال گاید با بازوهای فلزی در جایگاه مشخص

✚ انواع سرجیکال گاید

بر اساس تکنیک جراحی سرجیکال گایدهای متفاوتی در دسترس می باشد. تنظیم و قرارگیری گایدهای جراحی با استفاده از دریل و یا راهنماها و زوایای قرارگیری دقیقی انجام می گیرد. بر اساس نوع گاید مورد نیاز قطر استوانه ها به عنوان جایگاه قرارگیری تیوب های تیتانیوم متفاوت می باشد.

گایدهای ایمپلنت نیز بر اساس نوع سطح حمایتی به سه دسته تقسیم می شوند که عبارتند از:

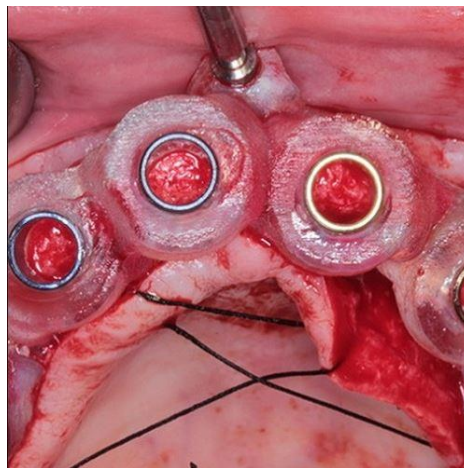
Tooth-supported

Mucosa-supported

Bone-supported

✓ سرجیکال گاید Bone-supported

این نوع از سرجیکال گاید نیازمند باز و بلند کردن بخش قابل توجهی از لایه مخاطی می باشد. به طور کلی از گاید جراحی با استخوان برای موارد ایمپلنت در بی دندانی کامل استفاده می شود. در این نوع گاید، سطوح حمایتی قرارگیری گاید برجستگی آلئولار در قوس فک بالا و فک پایین در جهت تاج اپیکال می باشد. در شکل 7 نمایی از این گاید را مشاهده می کنید.



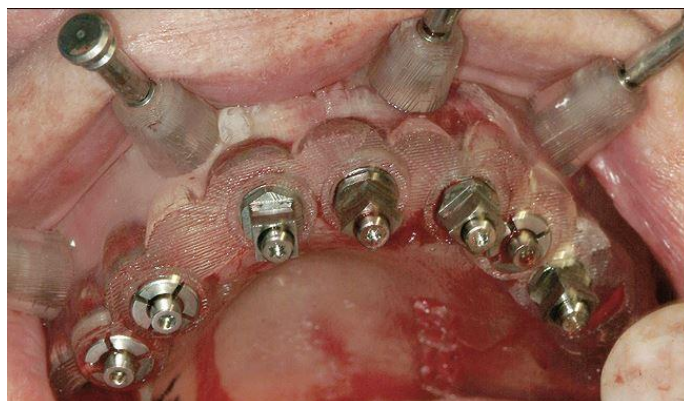
شکل 7: سرجیکال گاید Bone-supported

✓ سرجیکال گاید Mucosa-supported

این گاید برای بیماران کاملاً بی دندان توصیه می گردد. مزیت اصلی این روش در نیمه تهاجمی بودن آن است که طی انجام کار پیچیدگی و سختی نیاز به فلپ های استخوانی وجود ندارد. با این وجود، استفاده از این گاید نیازمند تجربه و مهارت می باشد. این گاید بایستی با یک وسیله به طور کامل با سطح حمایتی

جفت شود، پس از آن یک پیچ نگهدارنده یا تثبیت کننده (که به آن پین استخوانی نیز گفته می شود) باید در محل قرار داده شود تا گاید جراحی با حداکثر ثبات در محل موردنظر بماند.

سطح حمایتی که گاید روی آن قرار می گیرد Mucosa می باشد، که سطحی تراکم پذیر با ضخامت 3-4mm می باشد. هرگونه فشار اضافی می تواند سبب چرخش گاید و ایجاد انحراف در ناحیه اتصال اولیه و در نهایت تغییر در زاویه بندی محل قرارگیری پایه ایمپلنت گردد.



شکل 8: سرجیکال گاید Mucosa –supported

✓ سرجیکال گاید Tooth –supported

از این گاید در جراحی های ایمپلنت قدامی یا خلفی با نواحی بی دندانی جزئی استفاده می شود. همچنین این گاید در افرادی که دارای نواحی انتهایی بی دندانی می باشند کاربرد دارد که در این مورد فاصله ناحیه بی دندانی با نواحی دارای دندان که سطح حمایتی گاید می باشد بایستی کمتر از 30mm باشد. همچنین این مورد در جراحی هایی با وجود یا عدم وجود فلپ نیز کاربرد دارد. این مورد از جمله دقیق ترین گایدهای جراحی می باشد.

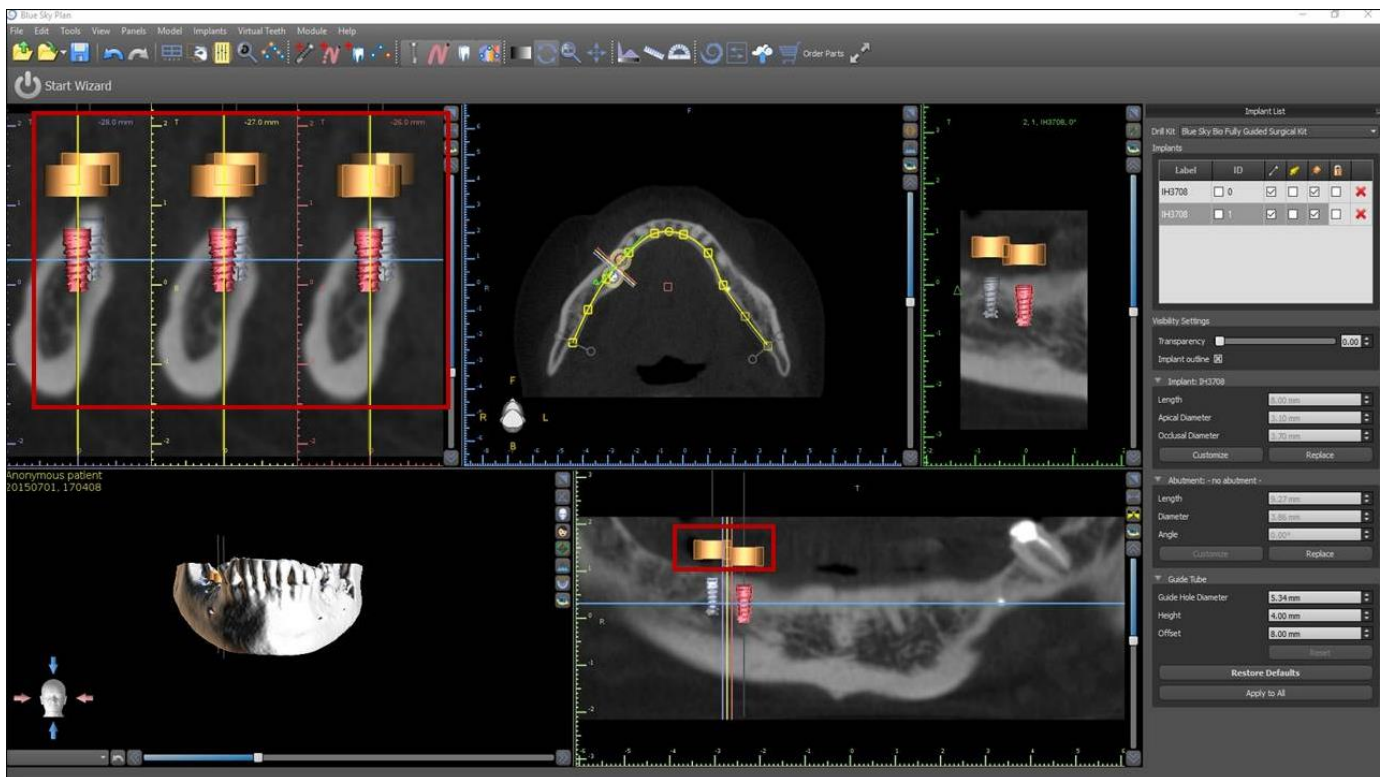


شکل 9: سرجیکال گاید Tooth –supported

نرم افزارها و سیستم های گاید جراحی

در حال حاضر نرم افزارها و سیستم های برنامه ریزی متعددی جهت طراحی و تولید سرجیکال گاید وجود دارد که از انواع آن می توان به Simplant™ از کمپانی Dentsply Sinora، Nobel Guide و Nobel از کمپانی Clinician systems، CoDiagnostics system از کمپانی Dental Wings و اخیراً سیستم BlueSky که به خوبی شناخته شده است، اشاره نمود.

نرم افزار BlueSky توسط کمپانی آمریکایی BlueSky گسترش یافته است و یکی از ویژگی های این نرم افزار امکان دانلود رایگان آن از طریق اینترنت می باشد. به لطف این ابزار رایگان و قابل دسترس، امکان طراحی مجازی سرجیکال گاید پیش از خروجی گرفتن از فایل STL وجود داشته و بدین ترتیب می توان گاید نهایی را با پرینتر سه بعدی به دست آورد. تصویر زیر نمایی از صفحه کاربری نرم افزار BlueSky می باشد.



شکل 10: نمایی از صفحه کاربری نرم افزار BlueSky

مزایای به کارگیری سرجیکال گاید

در حال حاضر جراحی تحت گاید منجر به بهبود تکنیک های رایج کاشت ایمپلنت شده است چراکه تکنیک های کنونی از نظر دقت در انتخاب محور ایمپلنت و مجاورت آن با ریشه دندان های مجاور و موارد مختلف آناتومیک محدود می باشند. همچنین از این تکنیک می توان جهت پیش بینی موانع آناتومیکی احتمالی و حجم باقی مانده استخوان و مناسب بودن آن برای قرارگیری گاید موردنظر استفاده نمود. در کاشت ایمپلنت معمولی، عمدتاً پیکربندی استخوانی محل ایمپلنت است، که به جای محور مصنوعی و یا گاید، دریل نمودن را هدایت می کند.

همچنین با به کارگیری سرجیکال گاید روند جراحی کوتاه تر و تهاجم آن کمتر می باشد. از طرفی روند جراحی قابل تکرار بوده و در این شرایط پیگیری وضعیت بیمار پس از جراحی به مراتب آسان تر می باشد. جراحی بدون فلپ سبب کاهش استرس جراح شده و به دلیل مشخص بودن مسیر جراحی در حین عمل نیازی به تصمیم گیری آنی وجود نداشته و همچنین اقدامات جراحی با در نظر گرفتن شرایط و بافت استخوانی ایمن می گردد.

در نظر گرفتن جایگاه صحیح و از پیش تعیین شده برای ایمپلنت، منجر به کاهش پیوندهای احتمالی شده و می توان از این مورد در رابطه با بیمارانی با شرایط خاص و افرادی که به دلیل محدودیت های آناتومیکی موفق به درمان نشده اند را با حداقل میزان ریسک درمان نمود.

به علاوه این تکنیک سبب بهبود روند تولید پروتز شده و منجر به تسهیل ساخت پروتز می گردد. استفاده از سرجیکال گاید مدیریت پس از درمان را نیز ارتقا می بخشد. بدین ترتیب که منجر به کاهش خونریزی پس از درمان، کاهش ریسک عفونت های احتمالی و کاهش درد و التهاب پس از جراحی می گردد و در نهایت سرعت بهبود افزایش می یابد.

در نهایت از این وسیله می توان به منظور افزایش اطمینان بیمار به روند درمان استفاده نمود و با توضیح در رابطه با چگونگی عملکرد گاید از طریق تصویرسازی روند درمان، اعتماد به نفس بیشتری به بیمار القا نمود. به دلیل مزایا و دلایل گسترده ذکر شده، این ابزار پتانسیل بالقوه جهت ورود به حوزه آموزشی را دارا می باشد.

مشکلات و محدودیت های پیش روی این تکنیک

علیرغم ایمنی که این فناوری به پزشک می دهد، به هیچ عنوان مانع از استفاده از اصول آناتومیکی و پایه ای کاشت ایمپلنت نمی گردد.

اولین مشکل پیش رو در استفاده از این گایدها، باز شدن دهان به میزان اندک می باشد. بدین ترتیب که در نواحی خلفی و نواحی انتهایی دهان به خصوص زمانی که گاید در دهان مریض باشد روند کاری اندکی سخت شده و امکان تکرار کار پایین می باشد و دریل کردن در مکان هایی که بازوهای اتصالی گاید وجود دارد مشکل می گردد. از آنجاییکه این تکنیک بسیار حساس و وابسته به اپراتور می باشد، پیشنهاد شده است که توسط فرد ماهر آموزش دیده و با احتیاط انجام گیرد. در برخی از متون گزارشاتی مبنی بر عدم تطابق اندک بین مدل های شبیه سازی شده و واقعیت می باشد.

📌 ملاحظات ضروری

تمامی مراحل طراحی و تولید سرجیکال گایدها از برنامه ریزی دیجیتال، انطباق داده ها، تولید و نصب گاید تا مراحل کاشت ایمپلنت بایستی با دقت بالا کنترل کیفی گردد.

تفاوت بین موقعیت واقعی بعد از جراحی ایمپلنت و موقعیت نظری آن در نرم افزار برنامه ریزی ایمپلنت با اندازه گیری سه پارامتر تعیین می شود:

- 1) زاویه و میزان انحراف ناحیه انتهایی پایه ایمپلنت به میلی متر.
- 2) میزان انحراف در راس پایه به میلی متر.
- 3) زاویه گذاری ایمپلنت (بر حسب درجه): انحراف در جهت مزو دیستالی یا وستیبولو پالاتین/لینگوالی.

چندین مطالعه موضوع دقت راهنمای جراحی را مورد بررسی قرار داده اند. این پیشرفت در دقت توسط شرکت های نرم افزاری راهنمای جراحی و توسعه دهنده سیستم به ما فروخته می شود - آیا این یک افسانه است یا واقعیت دارد؟ حقیقت چیست؟

یک سری مراحل متوالی در روند تولید گاید جراحی وجود دارد که عبارتند از: بررسی اشعه ایکس، شبیه سازی کامپیوتری ایمپلنت ها و تولید گاید جراحی، آزمایش آن و بررسی گاید پرینت شده. این امر می تواند تعداد خطاهای احتمالی را افزایش دهد و به طور بالقوه دقت عمل جراحی را کاهش دهد، چراکه می دانیم که با توجه به اینکه میزان خطا برای SLA از 0.1 درصد تجاوز نمی کند، نمی توان روند طراحی را زیر سوال برد. استفاده از سرجیکال گایدها در مطالعات مختلف انجام شده و کارآیی عاری از خطر را نشان نداده است.

Sarment و همکارانش در مطالعه ای به این نتیجه رسیدند که نصب ایمپلنت با گاید می تواند اختلافات را در مقایسه با جراحی معمولی کاهش دهد. از طرفی **Nickenig** و همکارانش در مطالعه خود تشخیص داده اند که گاید تا حدی مفید است، اما ممکن است از نظر بالینی ارزش های غیرقابل قبولی به دنبال داشته باشد. نتایج مطالعات انجام شده توسط **Ozan** و **Schneider** حاکی از تفاوت اندک در طراحی و اجرا بسته

به نوع سطح حمایتی گاید می باشد. انواع سرجیکال گایدهای موجود را می توان بر اساس میزان دقت به ترتیب زیر دسته بندی نمود.

1. Tooth-supported
2. Mucosa-supported
3. Bone-supported

به نظر می رسد که صرف نظر از نوع سطح حمایتی، تغییر موقعیت راس ایمپلنت همیشه بیشتر از یقه می باشد. مطالعات نشان می دهد که انحراف متوسط یقه ایمپلنت حدود 1 میلی متر و انحراف راس حدود 1/5 میلی متر می باشد، که این میزان انحراف نسبت به میزان استاندارد آن زیاد می باشد. در مورد انحرافات زاویه ای، سطح دقت گاید Tooth-supported به طور قابل توجهی بیشتر از سایر گایدها می باشد.

🚩 هزینه

با وجود مزایای بیشمار، استفاده از جراحی تحت گاید سیستماتیک نبوده و مانع اصلی آن هزینه است. این هزینه تأثیر قابل توجهی بر قیمت درمان ایمپلنت خواهد داشت. چاپ سه بعدی در عمل جراحی دندان به خودی خود می تواند به کاهش هزینه های احتمالی پس از درمان کمک کند، روشی که با افزایش تعداد ایمپلنتولوژیست ها و جراحان دندان و آگاهی افراد نسبت به مزایای این روش قابل انجام است. بدیهی است که برای آشنایی با تکنیک استریولیتوگرافی نیاز مبرم به آموزش قبلی می باشد، اما این مسئله هیچ تاثیری بر هزینه درمان ایمپلنت نخواهد داشت.

🚩 نتیجه گیری

طراحی تمام دیجیتال گاید و پروسه درمانی این امکان را می دهد که پروژه دیجیتالی مجازی مستقیماً به نرم افزار برنامه ریزی منتقل شود تا گاید جراحی در قالب یک فایل STL طراحی و توسط یک دستگاه پزشکی مخصوص تولید شود. پروتکل سرجیکال گاید به طور متداول برای موارد پیچیده، در حال حاضر به طور فزاینده ای به بخشی از برنامه های درمان جراحی ایمپلنت تبدیل شده است. با این حال، تفاوت قابل توجه بین یافته های تحقیق در مورد مزایای دقت وعده داده شده توسط این تکنیک، بایستی سیگنالی را ارسال کند که ما نبایستی به سرجیکال گایدها ایمان کورکورانه داشته باشیم. این ابزار در عین حال که کمکی ارزشمند می باشد، نبایستی از اهمیت دانش و تجربه جراح دندانپزشکی بکاهد. این روش هنوز به ویژه از نظر دقت اثبات نشده است، اما نمی توان انکار کرد که این فناوری، انقلابی عظیم در تحول و گسترش امکانات دیجیتال در حوزه دندانپزشکی می باشد.