

الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

CAD-CAM في طب الأسنان

CAD- CAM in Dentistry

مشروع تخرج أعد لنيل درجة ماجستير التأهيل
والتخصص

في طب الأسنان التجميلي

إعداد:

علا هشام ياغي

إشراف:

الأستاذ الدكتور

محمد سالم الركاب

العام الدراسي ٢٠١٥

إهداء

إلى سندي وقوتي وملأذي بعد الله
إلى من علمني الصبر والعزيمة والإصرار
وكان له الفضل الأكبر في تشجيعي وتقديم الدعم لي
إلى والدي الغالي أطل الله عمره

إلى نبع المحبة والتفاؤل والأمل
إلى الإنسانية التي نذرت عمرها من أجلنا
وزرعت فينا حب العلم والمعرفة
وعلمتنا كيف يكون العطاء
إلى أُمي الحبيبة

إلى من بهم أكبر وعليهم أعتمد
وبوجودهم أكتسب قوة ومحبة لا حدود لها
إلى رفاق دربي
أخوتي الأعزاء

أهدي هذا العمل المتواضع راجية من الله التوفيق والنجاح

كلمة شكر

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من أن نتقدم بفائق الشكر والتقدير والاحترام لجامعة دمشق هذه الجامعة العظيمة التي ما زالت رغم الظروف الصعبة منارة العلم والمعرفة

كما أتوجه بالشكر الجزيل لرئاسة جامعة دمشق وعمادة كلية طب الأسنان ممثلة بالأستاذة الدكتورة رزان خطاب عميد كلية طب الأسنان والأستاذ الدكتور إياد الشعراني نائب العميد للشؤون العلمية والأستاذ الدكتور ياسر مدلل نائب العميد للشؤون الإدارية لما يبذلونه من جهد كبير للارتقاء بجامعتنا نحو الأفضل

كما أقدم أسمى آيات الشكر والامتنان إلى اللذين حملوا أقدس رسالة في الحياة ومهدوا لنا طريق العلم والمعرفة إلى جميع أساتذتنا الأفاضل أعضاء الهيئة التدريسية في قسم مداواة الأسنان والتعويضات الثابتة واللثة وأخص بالشكر قسم مداواة الأسنان ممثلاً برئيس القسم الأستاذ الدكتور هشام العفيف

والشكر الأكبر للأستاذ الدكتور محمد سالم الركاب الذي تكرم بالإشراف على مشروع تخرجي وقدم لي النصيح والعون وزودني بأرائه القيمة

فله مني خالص الشكر والتقدير والاحترام

وأخيراً أود أن أشكر زملاء الدراسة الذين أمضيت معهم أجمل الأيام

وأتمنى لهم التوفيق والنجاح الدائم في حياتهم العلمية والعملية

CAD-CAM في طب الأسنان

- المقدمة
- مكونات هذا النظام
- تطور CAD-CAM وبساطة هذا النظام
- تطبيقات CAD-CAM
- التقنية التقليدية لصنع الترميمات
- تقنية CAD- CAM
- أنظمة CAD- CAM
- تقنية Chairside CAD- CAM
- حالة سريرية
- تقنية Chairside –Laboratory CAD CAM
- حالة سريرية
- CAD- CAM في العيادة وتقنيات الطبعة الرقمية
- أوجه الشبه والاختلاف بين الأنظمة
- طريقة العمل
- المواد المستعملة في الترميم
- تحضير الأسنان
- اعتبارات سريرية
- تصميم الترميم مع نظام CEREC
- الالتصاق
- حالات سريرية
- المناقشة
- الملخص
- الخاتمة
- المراجع

المقدمة :

CAD-CAM هو اختصار
Computer Aided Design / Computer Assisted Manufacturing

التصميم بمساعدة الحاسوب – التصنيع بمساعدة الحاسوب

ويمكن تصنيف CAD-CAM إلى chairside ضمن العيادة و laboratory في المختبر

وقد أدخل CAD CAM لطب الأسنان عام ١٩٨٠ م وكانت أول الأجهزة المقدمة هي

Procera (Nobel Biocare)-CEREC (Sirona) .^{٣٨}

CEREC كان مقدم كتقنية chairside وكان الهدف منها إجراء الترميمات الثابتة بجلسة واحدة^{٣٩} وكان تركيزها على تقديم inlay و onlay حيث تم إنتاج أول ترميم inlay من مادة خزف السيليكا من قبل البروفيسور Mormann والدكتور Brandestini من جامعة زيوريخ .^{٤٠}

في المقابل قدم procera باعتباره جهاز non chairside cad cam حيث يرسل مختبر الأسنان الأمثلة لمخابر procera ويتم مسحها ضوئياً ثم يتم صنع القبة المعدنية ثم تعاد إلى المختبر لتصنيع الخزف عليها

لقد استخدم cad cam في طب الأسنان بشكل كبير في العقد الماضي وذلك بفضل التطور السريع للتكنولوجيا الرقمية وقدم كنظام ذو كفاءة ودقة عالية وخالية من الأخطاء لإنتاج ترميمات بجودة عالية بدلا من الطريقة التقليدية والصنع اليدوي الذي هو عرضة لكثير من الأخطاء .^١

ولوحظ خلال مضي أكثر من ٣٠ عام منذ بداية هذا النظام إن التطور السريع في التكنولوجيا خلال هذه الفترة و تطور الأجهزة والمواد و الطرق جعلته أكثر كفاءة ويمكن الاعتماد عليه ولكن الشكوك وعدم المعرفة حول هذا النظام لا تزال موجودة بين الأطباء والغرض من هذا البحث هو توفير أداة تقييم مفيدة مع وصف هذا النظام وتبسيط الضوء على إمكانياته وحدوده .



مكونات نظام CAD CAM :

تتكون أنظمة CAD CAM من ٣ عناصر أساسية :

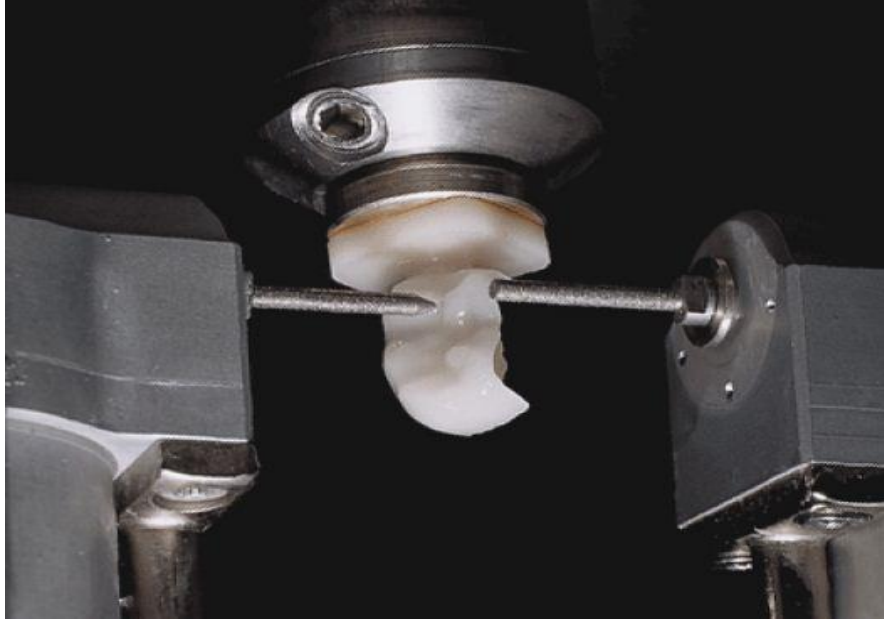
-**الماسح الضوئي** : يستخدم للحصول على طبقات رقمية للأسنان المحضرة والإطباق و الأسنان المقابلة وذلك باستعمال كاميرات داخل أو خارج فموية حيث يتم التقاط الصور ويحولها إلى معلومات رقمية يمكن معالجتها باستخدام الحاسوب .



- **البرمجيات** : حاسوب متطور مزود ببرنامج ذكي يستخدم لتصميم التعويض أو الترميم حيث يستخدم من قبل الطبيب أو المخبري.

-جهاز النحت: الذي يقوم بصنع الترميم حيث يملك محاور متعددة تمكنه من المناورة حيث كلما زاد عدد المحاور زادت الدقة وإمكانية المناورة وكانت النتائج التشريحية أفضل وذات دقة أعلى .

يتراوح عدد المحاور في الأنظمة المتوفرة حالياً من ٣ محاور (نظام CEREC Chair side) إلى ٥ محاور.



تطور CAD CAM وبساطة هذا النظام :

منذ عرض هذا النظام CEREC1 عام ١٩٨٥ في مجال طب الأسنان تطور من خلال سلسلة من البرامج والأجهزة حتى وصل إلى CEREC 3D

سمح CEREC 1 بعرض محدود ثنائي الأبعاد 2D للصور الممسوحة وكان قادر على صنع Inlay حصراً^٣.

ومع تقدم هذه الأنظمة مع الوقت ظهر CEREC 3 الذي وسع القدرات الترميمية ويمكنه صنع Inlay و onlay وتيجان وجسور ٣ وحدات ومغطيات دعائم الزرع ٠٠٠ وتحسنت سرعة برنامج التصميم والذاكرة وسير العمل والخطوات السريرية

وحديثاً يوجد نظام CEREC omnicaM الذي لا يحتاج لمسحوق عاكس وهو دقيق ويعطي صور مستمرة بألوان طبيعية ويمكنه إنتاج جميع الترميمات الخزفية

يوجد اعتقاد خاطئ بأن هذه العملية معقدة وتستغرق وقت طویل إلا أنه سهل التعلم و التشغيل ومتعدد الاستعمالات ودقيق ويمكن به تصميم جميع أنواع الترميمات الخزفية وهنا لا نحتاج لطبعات تقليدية وتعويضات مؤقتة والمريض يحصل على الترميم في حوالي ساعة في جلسة واحدة^٢.

حيث يتم اخذ الطبعة الضوئية عن طريق جهاز مسح ضوئي من أجل التقاط تفاصيل الأسنان كاملة والأنسجة الرخوة^٤.

وتعرض الصور على شاشة الحاسوب وبإمكان الطبيب معالجتها حيث يسمح البرنامج بتعليم الحواف وتصميم رقمي للتشميع المقترح من أجل الترميم وضبط الإطباق ونقاط التماس وهناك ميزات إضافية مثل تصميم الابتسامة الرقمي DSD^٥.

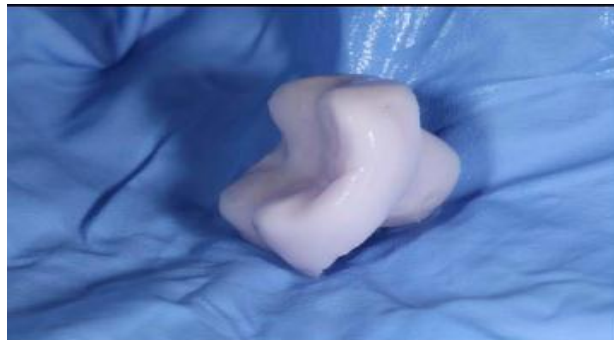
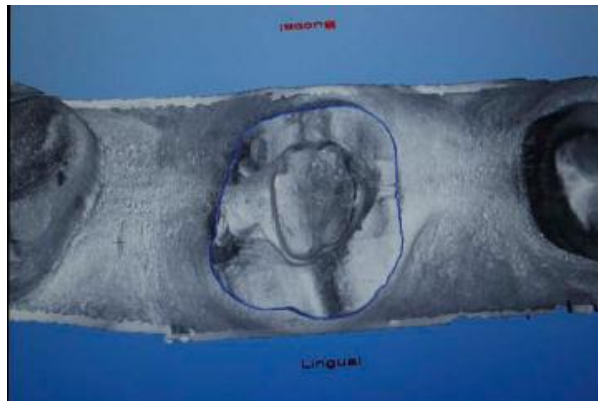
يتم إرسال البيانات النهائية إلى حاسوب يتحكم بوحدة النحت من أجل نحت قوالب خالية من المعدن ويخضع الترميم لمرحلة الإنهاء (تلوين - ترجيح - تلميع) وبعدها يكون جاهز للإلصاق.

تطبيقات تكنولوجيا CAD CAM :

- التيجان المفردة.
 - الجسور.
 - العارضات المعدنية في إعادة تأهيل الفم بالزرعات السنية.
 - التعويض فوق الزرعات.
 - ترميمات Inlay & Onlay
 - التاج اللبي
 - الوجوه التجميلية
- بالإضافة إلى التطبيقات السابقة قدمت تطبيقات CAD CAM الجبائر الاطباقية التقويمية والتخطيط للمعالجة التقويمية وتطبيقات في مجال الزرع بالإضافة إلى صنع الأجهزة المتحركة الكاملة وأيضا في مجال التعويضات الفكوية الوجهية .

التاج اللبي :

هو تاج يستمد ثباته من الحجرة اللبية.^{٣١}



التقنية التقليدية لصنع الترميمات :

تتطلب الطرق التقليدية استخدام مواد الطبع لتسجيل أبعاد التحضير يلي ذلك صب الطبعة بالجبس الحجري للحصول على المثال الذي يتم تقطيعه وصنع التوأم الذي يستخدم في صنع الترميم النهائي في المخبر. حيث يقوم المخبري بالتشميع وصب الترميم الثابت المعدني أو القبة و يخبز الخزف عليها وفي كلا الحالتين يتطلب الأمر الكثير من الدقة و الاهتمام بالتفاصيل .^{٣٤}

إن أخذ طبعة دقيقة هو أحد أكثر الإجراءات صعوبة وتتطلب دقة في العمل و ارقاء وعزل جيد وتبعد الأنسجة اللثوية عن حواف التحضير واختيار مناسب لمادة الطبع والطابع المناسب للتقنية المستخدمة .

لقد أدى التطور في مواد الطبع إلى طبعات أكثر دقة و ثبات في الأبعاد ومع ذلك حتى عند استخدام مواد مناسبة فإن الحذر مطلوب لتجنب اندخال الفراغات والحواف غير الدقيقة والتمزق والتشوه .

وبعد أخذ الطبعة يجب وضع تعويض مؤقت يؤمن النواحي الجمالية والوظيفية للمريض تشمل مزايا هذه التقنية استخدام الطريقة المثبتة التي لا تتطلب إي إجراء محدد أو معدات كبيرة وأيضا القدرة على تزويد المرضى بالترميمات الثابتة التي كانت في الماضي متفوقة جماليا على تلك المصنوعة باستخدام تقنية Chairside CAD CAM^{٤٤-٤١}

وتشمل مساوئها الفرصة للخطأ في اخذ الطبعة وصب المثال والتوأم ومراحل الاجراءات المخبرية بالإضافة إلى أنه من غير الممكن تقديم الترميمات الثابتة في جلسة واحدة ويتطلب صنع تعويض مؤقت لتوفير فترة الشفاء لتحسين شكل اللثة أو للمساعدة في تخطيط الترميم النهائي في الحالات المعقدة .

تقنية ترميمات CAD - CAM :

باستخدام هذه التقنية يمكن تبسيط عدد من الخطوات أو الاستغناء عنها عن طريق استخدام الماسح الضوئي

وللحصول على نتائج دقيقة فإن إبعاد اللثة والارقاء شرطان أساسيان وهذه الخطوات هنا أكثر حسما منها في الطبعة التقليدية حيث إن مواد الطبع لديها بعض التسامح لكميات صغيرة من السائل الميزابي اللثوي ويمكن لمواد الطبع المطاطية أن تتدخل بشكل أعمق تحت حواف اللثة .

الماسحات الضوئية تتطلب حقل عمل جاف وإبعاد جيد للأنسجة وقد اقترح استخدام ليزر DIOD للأنسجة اللينة لكشف الحواف تحت اللثة وتأمين ارقاء جيد وتسريع الشفاء .^{١٠}

يمكن للطبيب رؤية التحضير بصورة مكبرة على شاشة الحاسوب كما يظهرها المسح الضوئي وهذا يمكن من الكشف المبكر لأي عيب في تصميم التحضير وبالتالي يمكن القيام بالتعديلات المطلوبة قبل إعادة المسح الضوئي مجددا

أيضا يمكن تقييم المسافة بين السطوح الاطباقية والفراغ الناتج عن تحضير الأسنان من قبل البرنامج وإجراء التعديلات إذا لزم الأمر

يمكن استخدام اثنتين من التقنيات لترميمات CAD- CAM واحدهما هو Chairside وهي تقنية زيارة واحدة في حين يتضمن الإجراء الآخر التواصل بين المخبر والعيادة chairside-laboratory

وعلى الرغم من الكلفة المالية المرتبطة بشراء الوحدة يجب الأخذ بعين الاعتبار إمكانية خفض التكاليف المخبرية وتوفير الوقت فضلا عن التكاليف الأخرى مثل الاسمنتات والتعويضات المؤقتة ومواد الطبع والطابع المستخدمة في التقنية التقليدية .

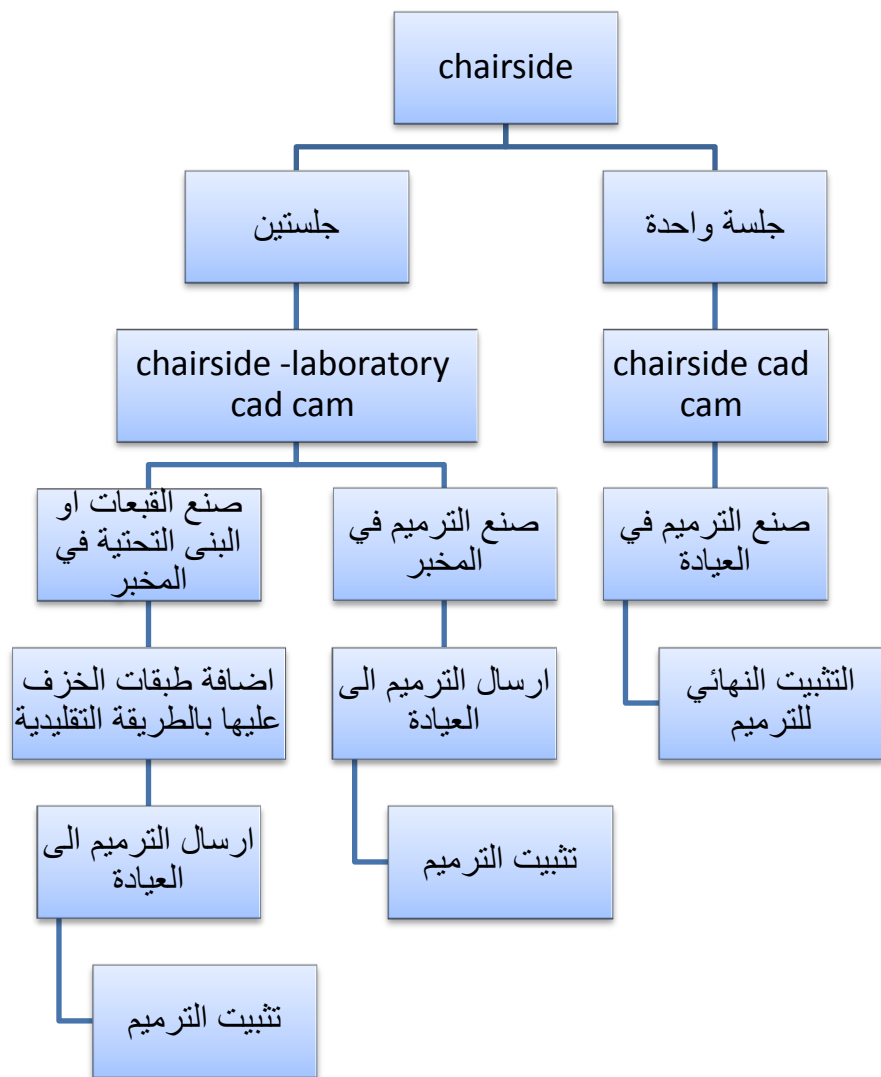
أنظمة CAD CAM : ٢٩

يمكن تقسيم الأنظمة المتاحة إلى ٣ :

- **In office system** : في العيادة حيث يقوم الطبيب بمسح الأسنان المحضرة رقميا وصنع الترميم بالعيادة بجلسة واحدة

- **In lab system** : نظام في المخبر حيث يمكن للمخبري القيام بمسح الأمثلة المصنوعة من الطبعة التقليدية واستخدام CAD CAM لصنع الترميمات

- **Centralized production** مركز النحت : حيث يقوم الطبيب بأخذ الطبقات الرقمية ويرسلها عبر الانترنت إلى المخبر



تقنية Chairside CAD CAM :

تتضمن المسح الضوئي للتحضير ثم صنع الترميم في جهاز النحت

^{٤٦} CEREC –E4D

قبل المسح يتم توزيع طبقة رقيقة من البودرة على السن المحضر ويتم أخذ الطبعة الضوئية بعد أن يتأكد الطبيب أن جميع الحواف واضحة ومرئية بالنسبة للماسح الضوئي

يستخدم نظام cerec3 الصور الساكنة

بينما يستخدم نظام E4D الليزر في جهاز المسح الضوئي المحمول

من وجهة نظر المريض هناك العديد من المزايا فالطبعة ليست مطلوبة

الأمر الذي يزيل مصدر الإزعاج والترميم جاهز في جلسة واحدة وبالتالي عدم الحاجة للحصول على موعد وتخدير إضافي وهناك انخفاض في احتمال حدوث الحساسية السنية ولا حاجة للتعويض المؤقت ويساعد CAD – CAM أيضا في تخطيط حالة من الفن والصورة التكنولوجية للتسويق للعيادة السنية .

٥٧ : حالة سريرية :

استبدال ترميمات أملغم فاشلة

نلاحظ هنا تصميم التحضير المحافظ الذي يحافظ على بنية الأسنان الطبيعية مقارنة مع التحضير لاستقبال تاج كامل . كما أنه يوفر طول العمر السريري دون عيوب تجميلية

ومع استخدام الأجيال الحالية من المواد اللاصقة فإن قوة مقاومة الترميمات الخزفية المصنوعة بـ CAD – CAM أصبحت مشابهة لمقاومة الأسنان الطبيعية .

الحالة قبل المعالجة



التحضير المحافظ



النتيبت النهائي للترميمات



تقنية Chairside – Laboratory CAD CAM :

تتطلب جلستين

إما يقوم الطبيب بمسح التحضير مباشرة ويرسل المسح إلى المخبر أو يأخذ طبعة تقليدية وبعدها يتم صب المثال الجبسي ويقوم المخبري بمسح هذا المثال في الحالة الأولى لسنا بحاجة لأخذ طبعة وبالتالي إزالة مصدر الإزعاج للمريض ومصدر محتمل لعدم الدقة للطبيب

مسح التحضير والنقل الرقمي للمخبر يمكن تحقيقه من خلال العديد من الأنظمة مثل

CEREC(sirona) ,iTero (cadneT)

إما أن يأخذ سلسلة من اللقطات ويرسل الصورة الرقمية إلى المخبر من أجل نحت الترميم أو نحت القبعات في مختبر الشركة المصنعة iTero ومن الممكن أيضا إرسال الصور عبر البريد الإلكتروني من العيادة إلى المخبر

ويمكن أن يستخدم iTero لصنع أمثلة دقيقة يمكن استخدامها لصنع الترميمات الثابتة بالطريقة التقليدية في أي مخبر.^{٥٢}

الحالة التالية توضح النتائج مع استخدام CAD CAM في المخبر لترميمات أمامية تجميلية

المريضة أتت مع ثنية علوية اليمنى متلونة وكانت هذه هي الشكوى فقط^{٥٧}

بعد المناقشة للخيارات المتاحة قرر الطبيب بالاتفاق مع المريضة إن الخيار الأكثر جمالية هو صنع تاج خزفي كامل ووجه تجميلي على الثنية اليسرى

وتم اختيار chairside laboratory cad dam وتم إضافة الخواص التجميلية في المخبر بعد نحت الترميم

تلون الثنية اليمنى



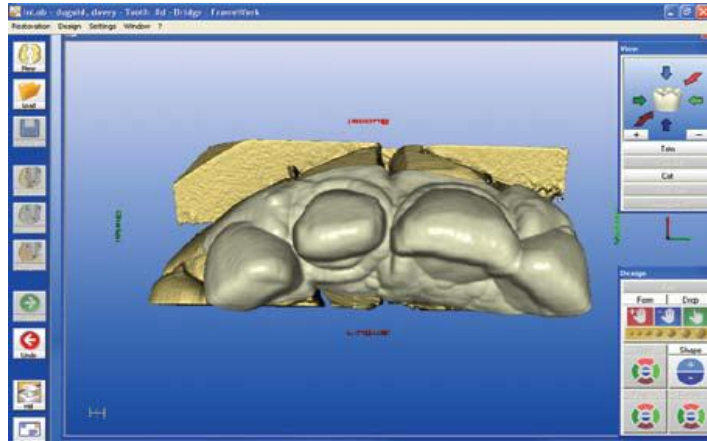
تحضير التنية اليسرى لاستقبال وجه خزفي والتنية اليمنى
لاستقبال تاج كامل



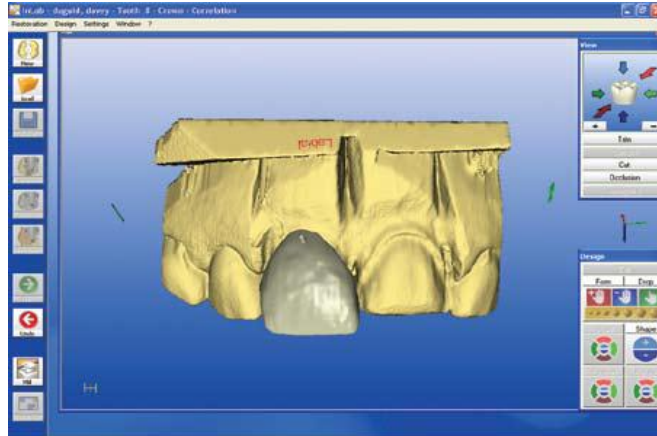
المسح الرقمي للتحضير



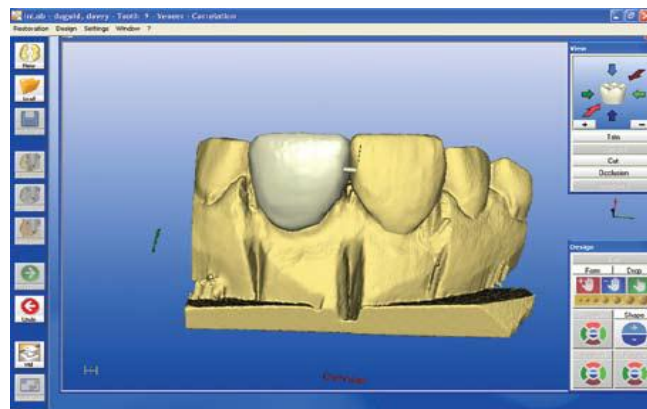
صورة التصميم الرقمي



صورة تصميم التاج في المخبر



صورة تصميم الوجه الخزفي



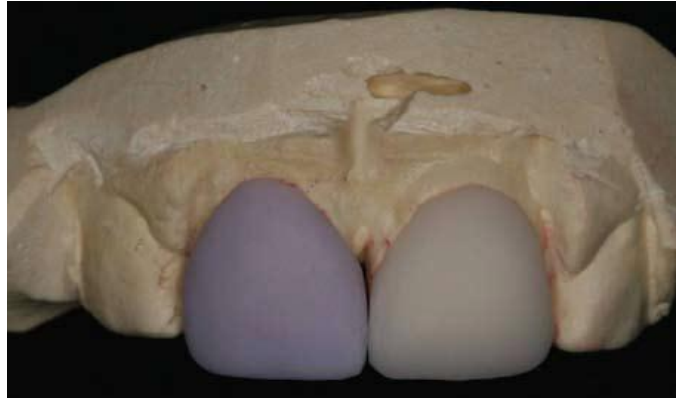
المثال ودليل التشميع المصنوع ب CAD CAM



كتل الخزف المستعملة للترميمات



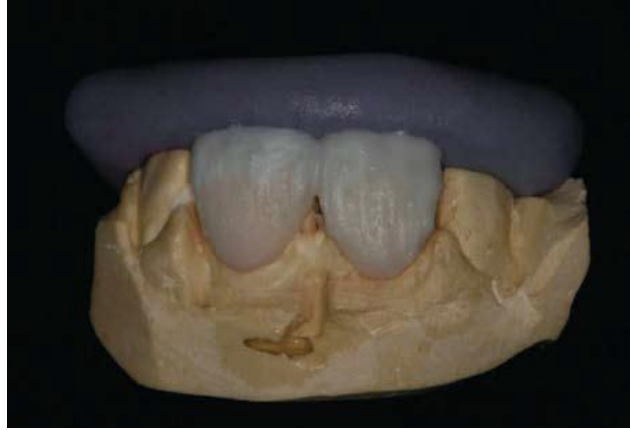
نحت الترميمات



لاحظ اللون المزرق للثنية اليمنى مقارنة مع اليسرى

هذا اللون مؤقت وهو سمة من سمات e.max cad حيث يكون الخزف في مرحلة وسيطة بلورية وبعدها يوضع في الفرن ليصبح الخزف أقوى ومع اللون الجمالي المختار

بناء طبقات الخزف



الصورة بعد التثبيت النهائي للترميمات



Chairside

المزايا	العيوب
إجراء الترميمات بجلسة واحدة	تدبير الأنسجة الرخوة أكثر أهمية منه في الطرق التقليدية
لا حاجة لأخذ طبعة	تعتمد على المواد و المريض وتحتاج للتدريب وقد تكون هناك حاجة للتخصص
لا يتطلب ترميمات مؤقتة	زيادة الإنتاج لتغطية رأس المال
خفض احتمال حدوث الحساسية السنية	الحاجة لتجهيزات باهظة الثمن
لا يوجد تكاليف مخبرية	
الدقة	
فرصة أقل للخطأ مقارنة مع التقنية التقليدية	
تساعد في تصور التحضير	
نتوقع حالة من الصورة الفنية	

Chairside - laboratory

المزايا	العيوب
أتمتة خطوات صنع الترميمات الثابتة	تتطلب جلستين
الدقة	
نسبة خطأ أقل مقارنة مع الطرق التقليدية	
تجنب الكلفة الزائدة	
فرصة للتركيز على الخزف الفني	
نقل الصور مباشرة من العيادة للمخبر	
يقلل من الوقت اللازم في العيادة	
يعزز نهج العمل كفريق	

CAD-CAM في العيادة وتقنيات الطبعة الرقمية

°° Chairside

تتوفر الآن أنظمة CAD CAM متطورة إما مسح رقمي وصنع ترميمات ثابتة في العيادة أو اخذ الطبعة الرقمية في العيادة وإرسالها للمخبر أو مركز التصنيع النظم الحالية في العيادة والتي تصنع الترميم هي

CEREC(sirona) - E4D

وأنظمة الطبعة الرقمية التي ترسل إلى المخبر تشمل

LavaC.O.S –CEREC-iTerO

إن نقطة البداية في جميع الأنظمة هي أخذ طبعة رقمية دقيقة إن القدرة على اخذ الطبقات رقميا يمكن أن يكون ميزة في حالة المريض الذي لديه منعكس اقياء أو لا يمكنه تحمل مواد الطبع في الفم لعدة دقائق أو لديه عرن عظمي في الفك السفلي أو العلوي أو مناطق تثبيت من شأنها أن تجعل إزالة الطبعة صعبة أو مستحيلة دون التسبب بانزعاج المريض أو تمزق حواف الطبعة مما يؤدي إلى طبقات عديمة الفائدة ويجب إعادتها .^{١٠}

إذا" هنا لاجابة لأخذ طبعة ولا يتطلب بروتوكول لتطهير الطبعة قبل إرسالها للمخبر وليس هناك مشكلة عدم توافق بين مواد محددة ومطهرات محددة

هناك عدد من الاعتبارات في الاختيار بين تقنية E4D أو CEREC في العيادة

والتقنية التي تجمع بين الطبعة الرقمية في العيادة والعمل المخبري

وهذا يشمل الوقت المطلوب واستخدام المخبر والاتصالات المخبرية ومراقبة معايير الجودة وتعقيد الحالة والرغبة في المعالجة بجلسة واحدة والمطالب الجمالية

حيث انه يلزم مستوى كبير من الاستثمار لشراء هذا النظام من المهم التفكير بهذا الاعتبار قبل اختيار نظام محدد

مؤخرا يوجد خيار ثالث بدلا من إرسال الطبعة المجسمة

حيث يتم اخذ مسح للطبعة التقليدية وإرسالها للمخبر وهذا قد يكون مفيد لتصدير الصور إلى مناطق بعيدة دون استثمارات كبيرة ولكن بقي هذا النظام محتفظ بالعديد من العيوب المحتملة الممثلة بالطبعة التقليدية لأنه يقوم على المسح الضوئي لهذه الطبعة

نظام E4D :

يمكن استخدامه لجميع الترميمات الثابتة باستثناء الجسور و الزرعات

لديه وحدة مسح ضوئي ووحدة نحت منفصلتان داخل عربة واحدة مع وحدة اتصال آلية داخلية .يقوم الماسح الضوئي بعكس الضوء مباشرة من فوق الأسنان وذلك باستخدام ضوء ليزر أحمر بتواتر ٢٠٠٠٠ دورة /ثانية لالتقاط سلسلة من الصور وإنشاء المثال الافتراضي ثلاثي الأبعاد . هذه التقنية تتطلب أن يكن الماسح الضوئي مثبت على مسافة محددة فوق الأسنان وذلك بمساعدة محددة مطاطية تكون على رأس الماسح و يجب ان تكون المنطقة في مركز الصورة ويتم تقييم الارتفاع الاطباقي و الإطباق للترميم المنحوت بعد إعداد القوس وصور تسجيل العضة

ويكون لدى الطبيب الفرصة لفحص التحضير من جوانب مختلفة للتأكد من دقتها وعرض الترميمات المقترحة قبل النحت . يتضمن عنصر النحت لوحة تعمل باللمس وتوفر التوجيه أثناء العملية حيث يتم نقل المسح الرقمي إلى آلة النحت بواسطة ناقل سلكي أو لا سلكي ويتم نحت الترميم من كلا الجانبين في وقت واحد . يتيح هذا النظام الفرصة لمسح رقمي ونقل رقمي للصور إلى المخبر ويمكن استخدامه أيضا لمسح الطبعة التقليدية .



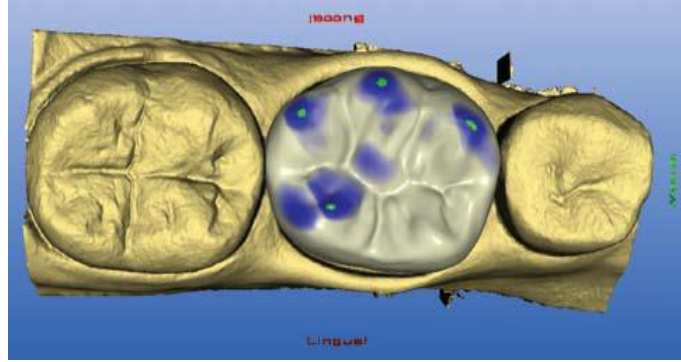
نظام CEREC :

هذا النظام يعطي الطبيب الخيار في التطبيق في العيادة أو إرسال صورة رقمية بواسطة ناقل مباشرة إلى المخبر حيث يمكن صنع الترميم مباشرة أو عمل مثال لصنع الترميم التقليدي والنقل للمخبر ممكن فقط في حال كان المخبر لديه جهاز لاستقباله Connector

يعمل الماسح الضوئي باستخدام الضوء الأزرق المرئي المنبعث من الثنائيات الباعثة للضوء (المصابيح) مع أطوال موجية للضوء اقصر من نماذج CEREC السابقة والتي تزيد من دقة الماسح الضوئي .

الحصول على الصور أكثر سرعة مع CEREC AC من النماذج السابقة نظرا لاللتقاط المستمر لسلسلة من الصور بالماسح الضوئي مرة واحدة في الوضعية .

يتم تسجيل الإطباق ببساطة عن طريق مسح الأقواس وتظهر على الشاشة بورقة الإطباق المناطق التي فيها تماس.



صور تشابك الأسنان المقابلة تظهر أيضا إذا كان هناك مسافة إطباق كافية للترميم بعد تحقق الطبيب من التحضير والمسافة بين السطوح الإطباق يقوم النظام بتعليم الحواف رقميا وتقديم نسخة رقمية من الترميم المقترح قبل التصنيع .

يمكن استخدام مركز النحت CEREC MCXL لإنشاء تيجان كاملة في ٦ دقائق .
يمكن بدلا من ذلك استخدام وحدة النحت المدمجة MCL و يمكن بهذه التقنية إنشاء جميع أنواع الترميمات غير المباشرة.



نظام LAVA C.O.S:

يستخدم ماسح ضوئي يحتوي على نظام ذو ١٩٢ مصباح و ٢٢ عدسة مع الضوء الأزرق النابض ويستخدم التصوير المتواصل لالتقاط البيانات التي تظهر على شاشة الحاسوب التي تعمل باللمس

أثناء المسح يتم التقاط ما يقارب ٢٤٠٠ مجموعة بيانات لكل قوس

وبعد مسح التحضير يكون الطبيب قادر على تدوير وتكبير العرض على الشاشة ويمكن تبديل عرض الصورة من ثلاثي الأبعاد إلى ثنائي الأبعاد ويتم مسح القوس كامل بعد إن تكون صورة التحضير قد اكتملت تليها صورة الربع المقابل ويتم تقييم الإطباق عن طريق المسح الضوئي من الجانب الدهليزي للأسنان في حالة الأطباق وعرض الأقواس رقميا

وتستكمل المعلومات المخبرية . بعد المسح يمكن نقل الصورة مباشرة إلى المخبر حيث يقوم المخبري بتعليم الحواف رقميا ويقطع المثال الافتراضي قبل الإرسال

إلى الشركة المصنعة ويتم بعدها التخلي عن هذا المثال

ويرسل الى مركز التصنيع من أجل SLA المجسمات لعمل أمثلة اكريلية صلبة ومقاومة ويمكن بعد هذا أن تستخدم في المخبر بالطريقة التقليدية او باستخدام ترميمات CAD CAM

آلة IAVA المخبرية متاحة أيضا لعمل قبعات



نظام itero :

يستخدم الماسح الضوئي التصوير أحادي البؤر المتوازي لأخذ الطبقات الرقمية ثلاثية الأبعاد للأسنان والنسج اللثوية . حيث يلتقط ١٠٠٠٠٠ نقطة من ضوء الليزر ولديه صور ذات تركيز مثالي أكثر من ٣٠٠ عمق بؤري

يلتقط النظام ٣،٥ مليون نقطة بيانات لكل قوس

إن الماسح الضوئي لديه القدرة على التقاط تحضير التيجان والجسور وترميمات inlay و onlay

وهنا لا نحتاج تثبيت الماسح الضوئي على مسافة معينة من الأسنان وبإمكانه المسح عندما يمس الأسنان وهو قادر أن يكتشف محيط الزاوية

يتم اعطاء سلسلة من المطالب اللفظية والبصرية خلال عملية المسح وهذا يساعد في توجيه الطبيب أثناء المسح

يتم تسجيل التحضير من الدهليزي واللساني والأنسي والوحشي في حوالي ١٥ - ٢٠ ثانية

بعد ذلك يتم مسح الأسنان المجاورة من الدهليزي واللساني ويتم تسجيل الإطباق عن طريق اخذ صورتين للإطباق في وضعية الإطباق المركزي للمريض

بعد ذلك يمكن للطبيب عرض الصور في ٣٠ ثانية والتأكد من أن المسافة الاطباقية كافية للترميم المخطط قبل مغادرة المريض وهذا لا يتطلب أي مواد لتسجيل العضة

هذا النظام يسمح ببدا المسح فقط بعد أن يتم انجاز الرسوم البيانية الموصوفة من أجل الترميم في هذا البرنامج . والتأكد من أن الوصفة تم إدخالها بالكامل مع خيار لمسح القوس أولاً أو ترك الخيار للطبيب اعتماداً على الإجراء ويمكن الاطلاع على مسار العملية على الشاشة بعد التقاط الصور تنتقل الطبعة الرقمية إلى الشركة المصنعة أو مخبر الأسنان المختار ولا توجد قيود على الطبيب في اختيار المخبر

الأمثلة الراتنجية المنتجة لا تعاني من الفراغات أو التقطع أو التمدد وهي قوية ودائمة وهذا يساعد في الحصول على تكييف ممتاز للحواف ومقاومة التآكل والحت

يقوم المصنع بنحت المثل بالة نحت ذات ٥ محاور باستخدام مادة الراتنج وفي نفس الوقت يمكن للمخبري تصدير ملف الطبعة إلى نظام CAD CAM والبدء بتصنيع القبعات للترميمات الكاملة . يمكن أيضا" للمخبري ان يلقم رقميا التوأم الافتراضي حيث هناك أدلة من الأنسجة اللينة التي تؤثر على الحواف ويمكن أن يستخدم المثل الراتنجي لتقنية المخبر التقليدية



إن التصوير الرقمي في تطور مستمر وقد قدمت CERES blue cam مع ميزات مضادة للاهتزاز ويقوم تلقائيا بإلغاء أي صورة متدنية ويحتاج إلى ذر طبقة خفيفة من مسحوق عاكس من أجل التصوير

وفي عام ٢٠١٢ قدم سيرونا نظام جديد هو CERES omnicam الخالي من المسحوق والذي يعرض البيانات بشكل ثلاثي الأبعاد مع ألوان كاملة

القواسم المشتركة والاختلافات :

كل الطبقات التقليدية تتطلب حقل عمل جاف ورؤية واضحة لعمل طبعة دقيقة

وهذا أيضا مطلب ضروري مع المسح الضوئي ولكن الطبقات التقليدية لديها القدرة على إزاحة كميات صغيرة من السائل الميزابي خلال عمل الطبعة ويمكنها دفع أنسجة اللثة بعيدا ولكنها أيضا مصدر للفراغات والعيوب في الطبعة النهائية في حين ان الماسحات الضوئية لا يمكن ان ترى من خلال السوائل أو الأنسجة اللثوية وليس لها القدرة على تبعيد الأنسجة اللثوية القريبة من حواف التحضير .^{٢٦-٢٧}

لذلك يجب أن تتضمن العملية تدبير مناسب للنسج اللثوية لضمان الدقة و تبعيد الأنسجة والتحكم في الرطوبة وذلك باستخدام تقنية الخيط الأحادي أو الخيط المزدوج أو الليزر أو التباعد الكيميائي أو مزيج من هذه الطرق وذلك ليشمل المسح حواف الترميم كاملة وحوالي ٥، ٠ ملم بالاتجاه الذروي للحواف من اجل ترميم نهائي صحيح .^{١٢-٩}

هناك فرق وحيد بين الأنظمة المختلفة و هو مطلب ذر المسحوق العاكس

حيث يتطلب نظام CEREC طلاء من مسحوق عاكس على التحضير الجاف قبل المسح وعند استخدام نظام Lava يجب ذر بودرة مضيئة أما نظام E4D لا يتطلب عادة ذر المسحوق وكذلك الأمر مع نظام iTero

الأنظمة العالمية لجميع أنواع الترميمات الثابتة تشمل CEREC AC - iTero - Lava

يمكن أن يستخدم نظام Lava للجسور التي تصل إلى حد أقصى قدره ٤ وحدات

لكل نظام تقنية مسح فريدة وميزات وقدرات عرض مختلفة

طريقة العمل :

- تحضير الأسنان
- تطبيق المسحوق على السن المحضر لإعطائه انعكاس على الماسح الضوئي
- اخذ الطبعة الضوئية وتخزين الصور في الحاسوب
- تصميم الترميم المطلوب على الشاشة بمساعدة الحاسوب
- بعد التصميم يتم اختيار قطعة من الخزف الآلي باللون المناسب
- يتم نحت الترميم خلال عدة دقائق بواسطة البيانات الموجودة في الحاسوب وذلك في حجرة صغيرة متصلة بالحاسوب
- يتم تخريش السن المحضر بحمض الفوسفور والسطح الداخلي للترميم بحمض الفلور ويطبق عليه السيالان لإلصاق الترميم الخزفي بالمواد اللاصقة الراتنجية
- يتم تشكيل السطح الطاحن في الفم بواسطة السنابل الماسية
- وأخيرا يتم صقل وتلميع الترميم

مواد الترميم : ٣٣

تم تطوير العديد من المواد المبتكرة من أجل تلبية الطلب المتزايد على الترميمات التي لا يمكن تمييزها عن الأسنان المجاورة ولذلك فإن المهمة الأولى لهذه المنظومات الخالية من المعدن هي توفير الجمالية العالية وأيضا الخصائص الحيوية التي تضمن طول العمر المماثل للترميمات الخزفية المعدنية كما أن الخواص الميكانيكية والفيزيائية تسمح بنحت هذه المواد التي تكون مقدمة على شكل قوالب أو سبائك بسرعة ومقاومة التخرب أثناء التصنيع وسهولة الإنهاء (التلوين – التزجيج – التلميع) قبل تثبيتها نهائيا في الفم . ١٥

إن عدم وجود المعدن يوفر ميزتين هما الجمالية العالية والحد الأدنى من التحضير الجائر

والترميمات الناتجة تشبه بنية الأسنان الطبيعية من حيث اللون والشفافية حيث بإمكان الضوء الانتقال خلالها وهذا يؤمن استمرار بصري من بنية السن إلى الترميم

الميزة الثانية هي التحضير المحافظ حيث لا داعي هنا لزيادة سماكة التحضير من أجل المعدن . ١٦-١٧-١٨

في الوقت الحاضر هناك عدة مواد متوفرة لنظام Chairside CEREC . ١٩-٢٠

ديسيلكات الليثيوم :

(Ivoclar Vivadent) Ipse.max cad هو خزف من زجاج سيليكات الليثيوم يستخدم لتطبيقات CAD/CAM

القوالب تنتج بصب سبائك الزجاج الشفاف ، عملية التصنيع المستمرة مبنية على تقنية الزجاج التي تستخدم لمنع تشكل العيوب (المسام – تراكم التصبغات وغيرها) تؤدي عملية البلورة الجزئية الى تشكل بلورات ميتا سيليكات الليثيوم والتي هي مسؤولة عن خصائص المعالجة المثالية للمواد واستقرار الحواف والقوة العالية نسبيا بعد إجراء النحت يتم تخفيف الترميم وتتشكل بلورات ديسيلكات الليثيوم التي تضيف خصائص الخزف مع القوة العالية المرجوة

يستخدم للتيجان الأمامية الخلفية وتيجان الزرع والوجوه و Inlay و onlay

وجدت دراسة عام ٢٠١٠ م اختبرت تجانس سيليكات الليثيوم (CAD CAM) والطبقات المصنوعة يدويا والمغطاة بطبقة زركونيا للتيجان الخزفية الكاملة ان استخدام

Ips e.max cad أدى إلى تيجان مقاومة للاجهادات في حين أن التيجان المصنوعة يدويا بطبقات ومغطاة بالزركونيا كشفت في وقت مبكر فشل القشرة .^{٢٢}

خزف زجاج اللوسيت :

كان أول قالب CAD CAM متوفر من الخزف الزجاجي المقوى .^{١٣-١٤}

باللوسيت هو PRO CAD ثم تم استبداله ب (Ivoclar Vivadent) Ips empress cad الذي هو خزف زجاج اللوسيت مع بلورات اللوسيت التي تزيد من قوة المادة وتخفف من امتداد أو حدوث التصدع في حين أن المرحلة البلورية تمتص طاقة الكسر

أثناء إنتاج الكتلة يضغط المسحوق أليا من اجل الحصول على أعلى تجانس

3M ESPE AG هو قالب خزف زجاجي مصنوع من مرحلتين من خزف اللوسيت ومتوافر ب ٦ ألوان مختلفة A1 - A2- A3 - A3,5-B3 -Bleach

وتوجد ب ٥ أحجام مختلفة للقوالب ويتم إنشاء البلورات داخل القالب بعد عملية المعالجة الحرارية الخاصة لذلك ليس هناك حاجة لأي خطوة بلورة أخرى

الخزف الفلدسباتي

Vita blocs mark 2 هو خزف فلدسباتي ذو كثافة لونية واحدة

موصى به من اجل القشور الخزفية و Inlay و onlay والتيجان الأمامية والخلفية وهو الآن متوافر ك triluxe – triluxe fort والتي تكون مصنوعة من ٣ أو ٤ طبقات ذات كثافات لونية مختلفة

هذه القوالب المتعددة الطبقات تؤكد انتقال لوني طبيعي في الترميم وأكثر المواد المطورة حديثا هو vita blocs real life الذي يوصى به من لجل ترميمات أمامية غاية في الجمالية نظرا" لوجود أساس عاج ومغطى بالمينا هذا يحاكي ميزة تبدلات اللون بين العاج والحد القاطع وفقا لبنية الأسنان الطبيعية

كما تم تقديم نفس الميزات من خلال مواد أخرى والتي تسمى CEREC block (sirona)

الخزف الهجين :

ENAMIC (VITA Zahnfabrik) هو مادة هجينة مطورة حديثا تجمع بين الخصائص الايجابية للمواد الخزفية مع تلك من المواد الراتنجية المركبة حيث يكون القالب الخزفي مملوء بالمواد متعددة التماثر وهذا المزيج يزيد من مقاومة الكسر مقارنة مع الخزف التقليدي

Lava Ultimate (3M ESPE AG) هو راتنج نانومتري مصنوع من مكونات نانومترية

هذه المواد المبتكرة يمكن إصلاحها بالميتاكريلات ذات التصلب الضوئي داخل أو خارج الفم

الراتنجات :

Paradigm MZ 100 (3M/ESPE AG) هو جمالي وظليل على الأشعة

وتحت ظروف المعالجة المثالية يؤكد على التصليب العميق بسبب وجود روابط قوية فيه وهذه العملية تحسن من الخصائص الفيزيائية والأداء السريري

Telio CAD (Ivoclar Vivadent AG) هي قوالب من روابط بولي ميثيل ميتا كرياتل PMMA وتستخدم من اجل الترميمات المؤقتة طويلة الأمد (حوالي ١٢ شهر كحد أقصى) وتتوافر ملونات وطبقات متنوعة لتحقيق الجمالية الأمثل

CAD Temp (VITA Zahnfabrik) هي قوالب خالية من الألياف وتتكون من روابط اكريلية متعددة التماثر مع مواد مالئة مكروية

وهي تستخدم من اجل زيادة مقاومة التآكل في الترميم المؤقت على المدى الطويل

سيليكات الليثيوم مع الزركونيا :

Suprinty (VITA Zahnfabrik) هو خزف سيليكات الليثيوم المقوى بالزركونيا

وتتميز هذه المادة الخزفية الزجاجية ببنية متجانسة والتي تضمن نوعية ممتازة وقدرة تحمل عالية وهي وفر خصائص جمالية ممتازة بفضل الشفافية الممتازة

Celtra Duo (Dentsply) هو نوع آخر من الزركونيا مع سيليكات الليثيوم وهي مادة مقاومة للانحناء وتؤمن جمالية عالية مثل الحباء

شملت المواد المستخدمة في العيادة ips impress الخزف المقوى باللويسيت

والخزف الفلدسباتي vita mark 2 والمواد الراتنجية paradigm

يعتمد اختيار المواد على المطالب الوظيفية والجمالية وعلى إذا ماكان الترميم سيصنع CAD CAM في العيادة أو المخبر .^{٥٠}

لترميمات Chair side مواد جمالية وقوية وتتطلب الحد الأدنى من التعديلات التجميلية بعد النحت

الخزف الزجاجي المقوى باللويسيت

(IPS Empress CAD, Ivoclar Vivadent; Paradigm C, 3M ESPE)

وخزف زجاج سيليكات الليثيوم

(IPS e.max, Ivoclar Vivadent)

سواء بالعيادة أو المخبر CAD CAM يمكن استخدامها للترميمات المفردة

و تستطب قوالب الخزف العالية الشفافية لترميمات انلاي - أونلاي

مما يتيح نقل لون السن من خلال المادة وتستطب منخفضة الشفافية في التيجان والقشور الخزفية حيث توفر اخفاء متفوق لبنية السن تحت الترميم .^{٥١}

في الحالات التي تكون فيها القوة أمر مهم فان ترميمات سيليكات الليثيوم توفر القوة

ويستخدم باعتباره مادة أحادية متجانسة و توفر المقاومة ويمكن إعطاء الترميم المنحوت

خصائص بالملونات أو طبقات من الخزف ثم توضع طبقة الغليز

القوالب الخزفية المستخدمة في الترميمات المنحوتة في المخبر هي أكسيد الزركونيوم

وقوالب زجاج سيليكات الليثيوم

يمكن استخدام اكسيد الزركونيوم

(IPS e.max ZirCAD, Ivoclar Vivadent; Cercon, Dentsply

Ceramco)

لصنع قبعات دقيقة وقوية والبنى التحتية للجسور وبعد النحت يمكن استخدام طبقات خزف خارجية

(Zirliner, Ivoclar Vivadent)

وعندما تكون الجمالية هي الاعتبار الاساسي يمكن استخدام زجاج سيليكات الليثيوم

(IPS e.max CAD or IPS e.max CAD LT , Ivoclar)

لعمل التيجان وتيجان الزرعات ويمكن اختيار قوالب عالية أو منخفضة الشفافية ويمكن
تغطية الترميمات بطبقات من المواد الخزفية

(IPS e.max Ceram, Ivoclar Vivadent)

لمزيد من الجمالية ثم يستخدم بعدها الملونات والتزجيج بنفس طريقة الترميم التقليدي

تحضير السن :

لقد أدت أهمية الحفاظ على النسيج السنية إلى تحضير الأسنان بالحد الأدنى ودعم هذا
المفهوم بواسطة الإدخال المستمر للمواد الجديدة الخالية من المعدن ومواد الإلصاق التي
أدت لتعزيز الخصائص الفيزيائية والميكانيكية .^٦

مقدار تخفيض الأسنان يعتمد على تحقيق السماكة المناسبة لمادة التعويض .^٧

حيث يتم الحصول على الجمالية والمتانة مع الحد الأدنى من السماكة بسبب عدم وجود
البنية المعدنية .^٨

والطبيب ليس مضطر لوضع الحواف تحت اللثة بسبب التوافق اللوني بين الأسنان والمواد
المرممة مع غياب الحواف المعدنية

يوصى بوضع الحواف فوق أو على مستوى اللثة من أجل تسهيل عرض الأسنان وتأمين
حقل عمل واضح ومعزول بشكل جيد أثناء اخذ الطبعة الرقمية وإجراءات الإلصاق

استخدام اسمنت الإلصاق يعدل الشكل المقاوم (الطول و العرض) والشكل المثبت (الزوايا
المقاربة) للتحضير التقليدي وتجنب إضعاف الأسنان الغير ضروري

هنا تفضل الزوايا المدورة على الزوايا الضيقة من أجل توزيع القوى خلال المواد وتجنب
الإجهاد . أيضا يجب تجنب مناطق التثبيت والنتوءات الصغيرة والسطوح غير النظامية
من حواف التحضير .^{١١-١٢}

وفقا لما سبق مبادئ تحضير الأسنان لاستقبال تاج كامل يجب ان توفر ما يلي

ارتفاع لا يتجاوز ١٠,٥ ملم

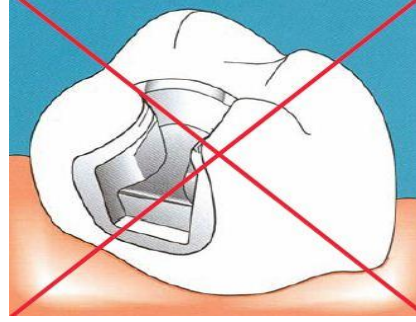
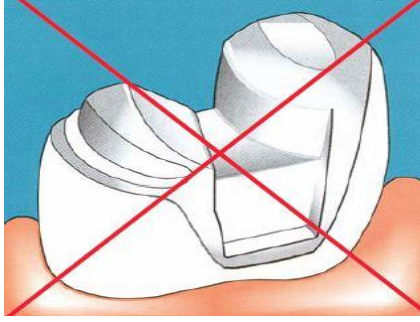
عرض الحد الأدنى ١,٠ مم عموما الحد الأدنى كتف مستديرة من ٠,٨ - ١ مم

زوايا متقاربة بمقدار ٦ درجات تقريبا

الحد الأدنى من الإطباق ١,٢ - ١,٥ مم

اعتبارات سريرية :

حشوات Inlay & Onlay



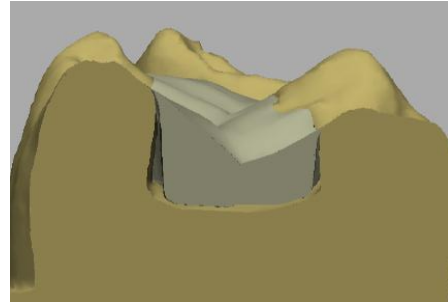
لا يستطيع الكمبيوتر أن يقرأ بوضوح الأجزاء المشطوبة، الانحناءات، الدرجات والزوايا غير الواضحة

○ الأجزاء المثبتة (undercuts)

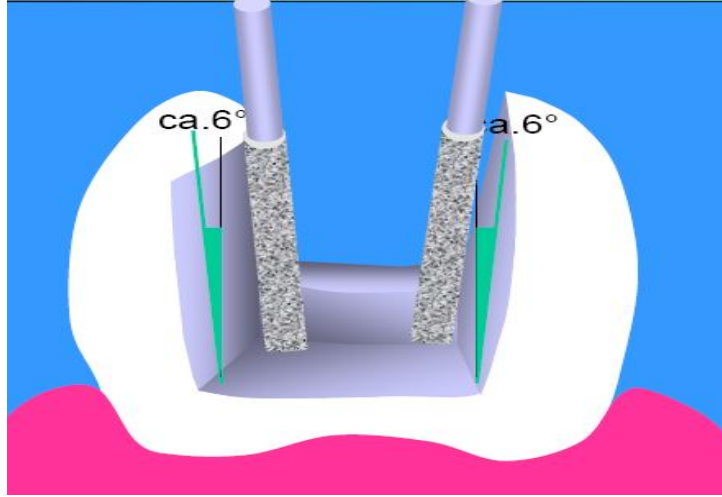
إذا تشكلت أثناء تحضير الحفر فأنها ستحجب أثناء أخذ الطبعة الرقمية

وسيملاً بالراتنج المستخدم في الإلصاق^{٣٠}.

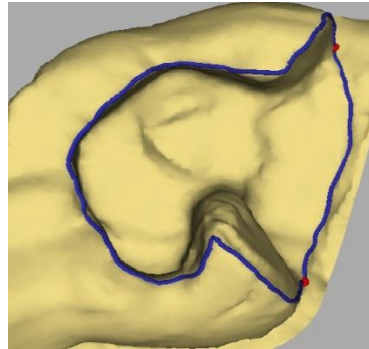
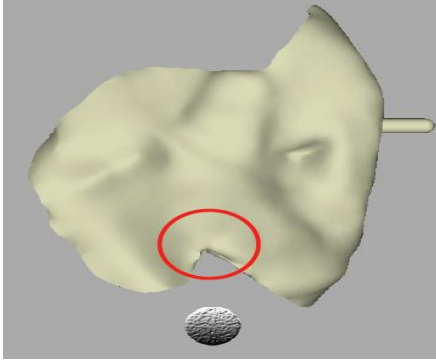
يستثنى من ذلك المناطق المثبتة الخفيفة في الجدران المحورية الملاصقة



○ الجدران المحورية تحضر بزاوية مثالية ٦ درجات.

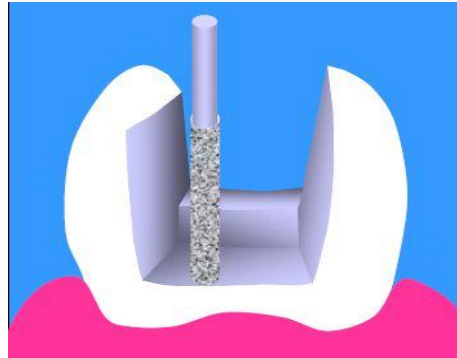


○ الزوايا الحادة ستقيض من الانطباق^{٣١}



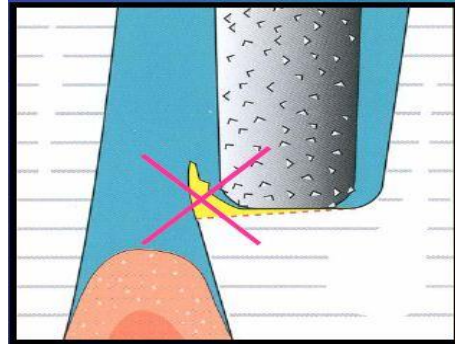
○

○ الحواف اللثوية يجب أن تنهى لتكون مستوية بقدر الإمكان

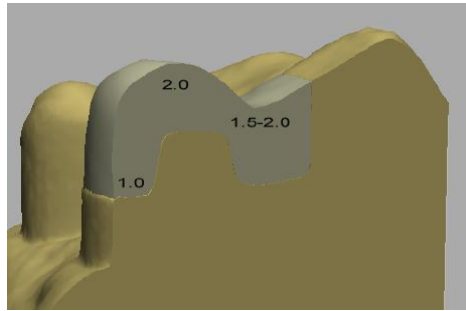


○

- يجب الابتعاد عن الشذوذات في التحضير التي تقاس أقل من السنبلة (١,٦ ملم).

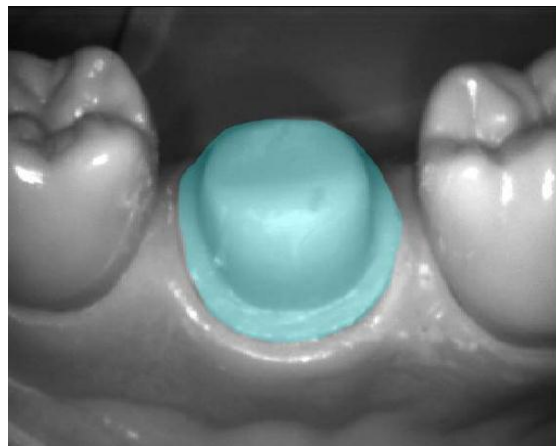


- الحدود الدنيا لثخانة الخزف المستعمل^{٣١}.

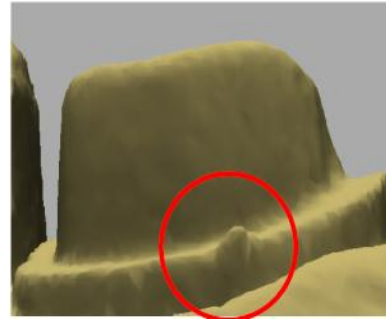
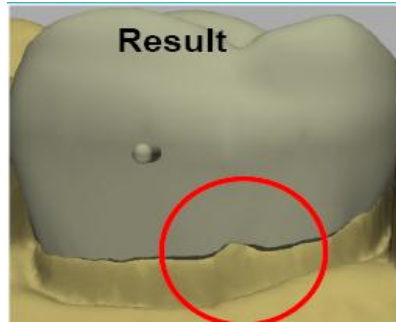


التيجان الخزفية الكاملة:

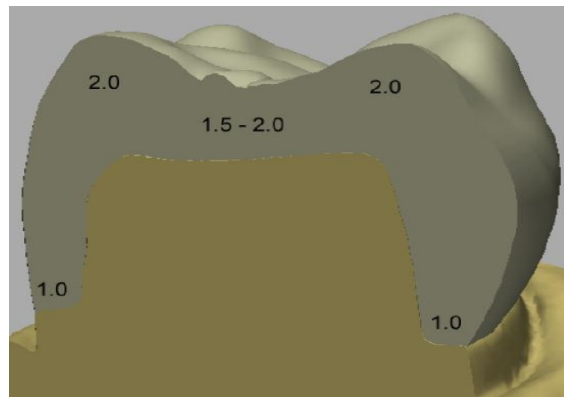
- الكتف مدور بسماكة ١ ملم على الأقل.
- كتف قائم ومنعم مع زاوية داخلية ناعمة.
- ارتفاع الجدران المحورية يجب ألا يتجاوز ٨,٧ ملم^{٣١}.



يجب دائماً أن يتم إنهاء الحواف



الحد الأدنى للثخانة في التاج الخزفي الكامل ٣١.



مضادات استطباب : ٣٢

- مناطق التثبيت



- حواف بشكل حرف J



- كتف بزاوية ٩٠ درجة



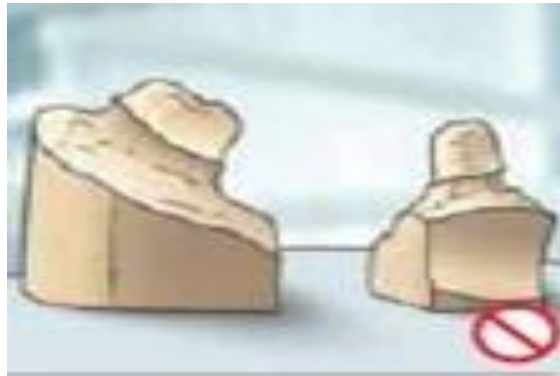
- جدران متوازية



- حديبات حادة



- الجسر المنحني



تصميم الترميم مع نظام cerec :

يقوم البرنامج بإرشاد الطبيب خطوة بخطوة أثناء تنفيذ العمل

يمكن اختيار مواد ونوع الترميم والبرنامج يسمح بالاختيار بين ثلاثة خيارات لتصميم الترميم وهي . bioreference, biocopy or biogeneric.^{١٣-١٤}

خيار bioreference لتصميم الترميم يتضمن الميزات التشريحية للأسنان المقابلة والجانبية إذا كانت موجودة

Biocopy ينسخ تشريح الأسنان قبل التحضير أو الترميم المؤقت من أجل الحفاظ على الجمالية دون تغيير الوظيفة

Biogeneric يقرأ شكل أسنان المريض للتنبؤ بالشكل الصحيح والوظيفة

تتوفر بيانات القوسين والعلاقة الاطباقية من خلال الطبعة الضوئية وبعد إنشاء المثال الافتراضي يمكن للطبيب اختيار محور الإدخال وتعليم الحواف

وفقا لنوع المشروع ومؤشرات المشغل يقوم البرنامج بصنع الترميم وتسمح العديد من الأدوات بأداء جميع التغييرات المطلوبة مثل الشكل ونقاط التماس الاطباقية الملاصقة ...

اسمنتات الإلصاق :

يعتمد اختيار اسمنت الإلصاق لترميمات CAD CAM على نفس المعايير بالنسبة لأي ترميمات جاهزة أخرى – مادة الترميم نوع أو تصميم التحضير .^{٢٨-٢٥}

بالاعتماد على تصميم التحضير يمكن استخدام اسمنتات adhesive – non adhesive

في حال التيجان الكاملة التي يحقق التحضير فيها تقارب جدران بين ٤-٨ درجات

يمكن استخدام أي نوع من الاسمنتات بسبب الشكل المثبت أما التحضير الذي لا يحقق الثبات نستخدم اسمنت يعتمد على قوة الترابط

ويمكن تقسيم الاسمنتات إلى فئتين أساسيتين: اسمنت الراتنج اللاصق – الاسمنتات التقليدية (فوسفات زنك – بولي كربوكسيالات – الاسمنت الشاردي الزجاجي)

تقدم اسمنتات الإلصاق الراتنجية جمالية عالية ولزوجة منخفضة وربط كيميائي بين سطح السن و سطح الترميم وتستخدم لكل أنواع التحضيرات واستخدامها ضروري في حال الشكل الغير مثبت للتحضير أو دعائم قصيرة .^{٥٣}

الاسمنت الراتنجي : ضوئي – ذاتي – ثنائي التصلب .

نستخدم الضوئي مع الترميمات الشفافة وهذا يعطي وقت أكثر من اجل وضع الترميم بشكل دقيق وازالة الزوائد من الاسمنت

ونستخدم الذاتي وثنائي التصلب ويفضل ثنائي التصلب مع الترميمات الكتيمة

حيث يكون الذاتي قادر على التصلب في الداخل والضوئي عند الحواف

حالة سريرية : °°

هذه الحالة توضح طريقة itero في صنع الطبعة الرقمية (أمثلة راتنجية – ترميمات)

بعد الانتهاء من التحضير تم تبعيد اللثة باستخدام خيوط التباعد

عند التأكد من أن الحواف واضحة والأسنان معزولة جيدا يمكن البدء بالمسح

حيث يوضع الماسح الضوئي أولا على سطح الإطباق وتشير الانبعاثات الضوئية الحمراء الخفيفة إلى أن المسح قد بدأ

التحضير وتبديد اللثة



تأمين رؤية واضحة للحواف وعزل جيد

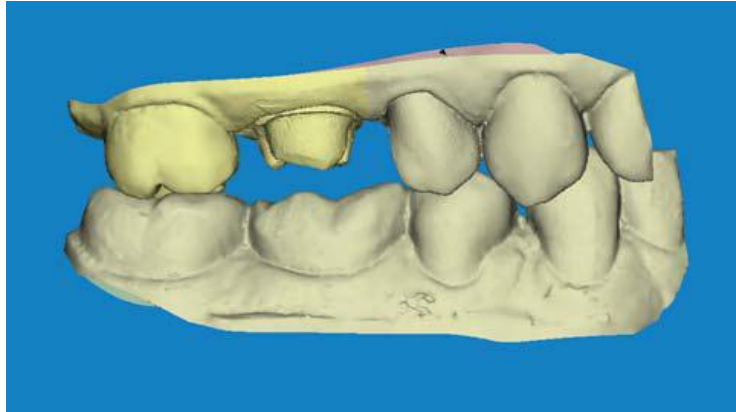


استخدام الماسح الضوئي



بعد مسح الأسنان من جميع الزوايا المطلوبة ومسح القوس والإطباق يمكن للطبيب رؤية المسافة الاطباقية بسهولة على الشاشة والفراغ الاطباقى على التحضير والأسنان المجاورة ويمكنه أيضا الاطلاع على تباين الألوان

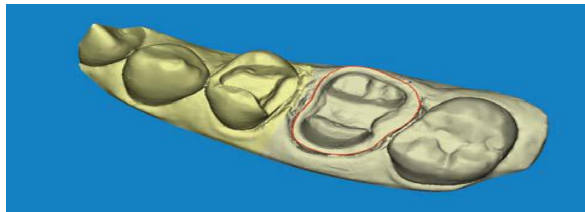
صورة للفراغ الاطباقى بعد التحضير



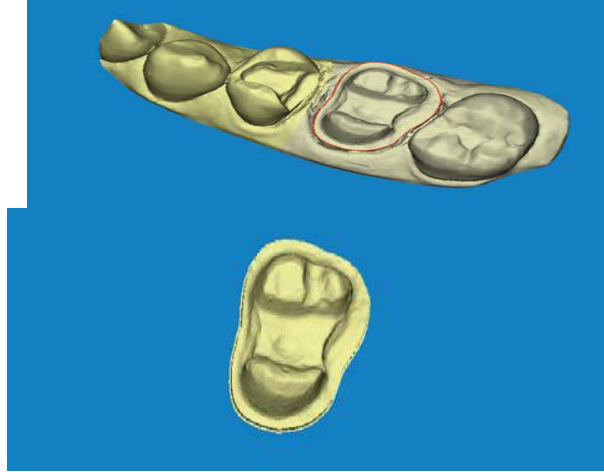
ويمكن تقييم الحواف بواسطة أداة ترسيم الحواف ويمكن رؤية تحضير التوأم أيضا ثم نحت الأمثلة الراتنجية وهذه يمكن الاستفادة منها إما بالطريقة التقليدية

أوطريقة CAD -CAM

تعليم الحواف



التوأم الافتراضي



نحت المثال



المثال الراتنجي المنتج بواسطة جهاز النحت



الترميمات النهائية



حالة سريرية CEREC 3D: ٥٤



راجع العيادة مريض عمره ٣٤ عام ويشكو من وجود وجوه سيئة من الكومبوزيت على الأسنان 7-10

بعد إجراء التبييض المنزلي أصبح هناك فوارق لونية واضحة بين الأسنان بالإضافة إلى كسر الوجه على السن 10

بعد مناقشة خيارات الترميم مع المريض تم اختيار استبدال الوجوه الحالية بترميمات مصنوعة ب CEREC 3D

نظام CEREC ٢٠٠٥ يتضمن ٣ تقنيات للتصميم
Dental Database

Correlation

Replication

يتأثر اتخاذ قرار أي منها سنستخدم في حال السن قبل التحضير ٢٣

إذا كان شكل السن مرغوب به والطبيب يريد نسخه فان نظام Correlation

هو التقنية المختارة

إذا كانت حالة السن في حال نسخه سوف تنتج شكل غير مرغوب به أو علاقة طباقية غير مرغوبة عندها نختار إما Replication أو Dental Database

Replication يسمح للمستخدم أن ينسخ ويعكس الرباعية في الجهة الأخرى وهذا يؤمن تناظر تام في المنطقة الأمامية عند الابتسام.

Dental Database يسمح بصنع ترميمات جديدة باختيار شكل من الأشكال المتعددة المخزنة في البرنامج وبالتالي يوفر حرية أكبر في تغيير شكل الأسنان

إن شكل السن 7 قبل الترميم يتوافق مع النتائج المطلوبة لذلك تم اخذ طبعة ضوئية للسن قبل التحضير ليتم نسخه لاحقاً في تصميم الوجه باستخدام Correlation

السن 10 يوجد فيه كسر في الثلث القاطع والتناظر المطلق ليس مطلوب لهذه الترميمات لذلك تم اختيار Dental Database لتصميم الترميم 10 وبالتالي الصورة قبل التحضير هنا غير مطلوبة ٢١-٢٤

تحضير الرباعيات

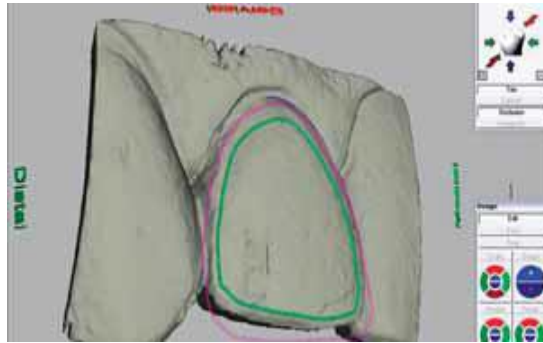


ذر المسحوق العاكس

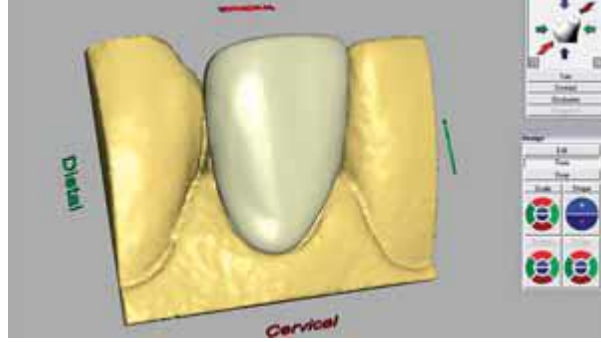
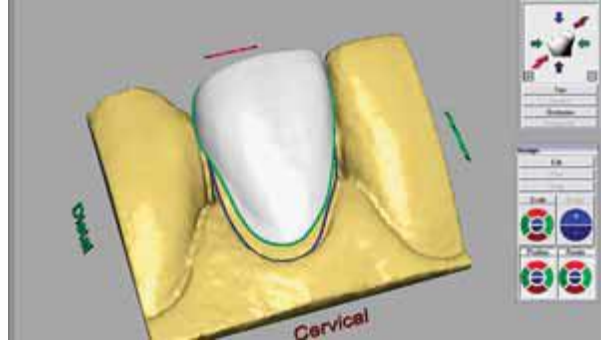


تم تحضير الأسنان ثم ذر المسحوق على السن 7 لأخذ الطبعة ثم تم تصميم الوجه بنسخ السن قبل التحضير وتتطلب هذه العملية حوالي 3-5 دقائق

تصميم الترميمات



وتم اختيار الشكل المناسب لتصميم الوجه للسن 10 وتستغرق عملية التصميم 3-5 دقائق لإنتاج الشكل المرغوب .



قبل نحت الترميم تم اختيار اللون المناسب للقطعة الخزفية مع الأخذ بالحسبان تأثير لون السن المحضر على اللون النهائي
بعد نحت الوجوه التجميلية تم تقييم لون الترميم باستخدام توائم من الراتنج المركب لونه



يقترب من لون السن المحضر





وبعدها يمكن القيام بالإ إنهاء والتزجيج وإضافة الملونات للحصول على نتائج جمالية عالية
الخطوة النهائية في السيطرة على لون الترميمات الأمامية تكمن في الانتقاء المناسب للون
اسمنت الإلصاق حيث يتم تجريب الوجه مع اسمنت الإلصاق المخصص للتجريب وذلك
لتسهيل اختيار الاسمنت المناسب
ثم تم إلصاق الوجه باتباع بروتوكول الإلصاق الموصى به



في هذه الحالة تم الحصول على الترميمات النهائية بجلسة واحدة في حوالي الساعتين وكان
الوقت المنفق على معدات CAD CAM قصير جدا حيث استغرق نحت الوجه حوالي ٨
دقائق وأخذت إجراءات التزجيج والتلوين حوالي ١٥ دقيقة

أي أن مجمل الوقت ينفق على إجراءات العزل والتحضير والإلصاق

٣٣ حالة سريرية CERE C3D

بعد أخذ القصة المرضية و إجراء الفحص السريري و الشعاعي

وجدنا فقدان كبير في بنية السن 16 بسبب النخر

والسن 15 بحاجة للقلع بسبب افة حول لثوية



قلع السن 15 وتحضير السن 13 فوق
مستوى اللثة والسن 16 تحت مستوى اللثة



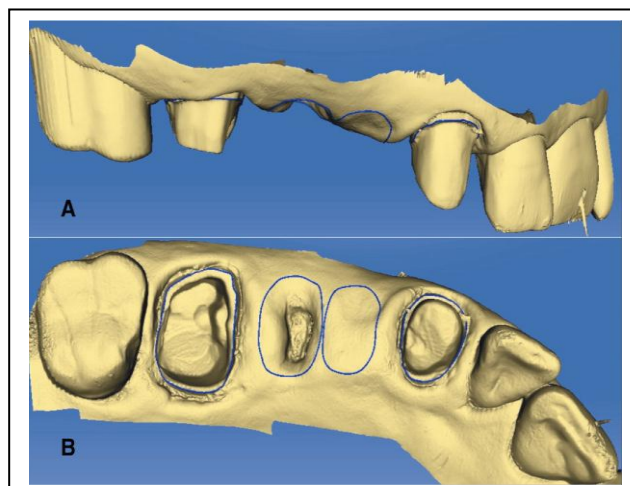
موقع حواف التحضير
منظر إطباق

تكبير صورة التحضير
للسن 13

المثال الناتج من الطبعة الرقمية

منظر جانبي

منظر إطباق

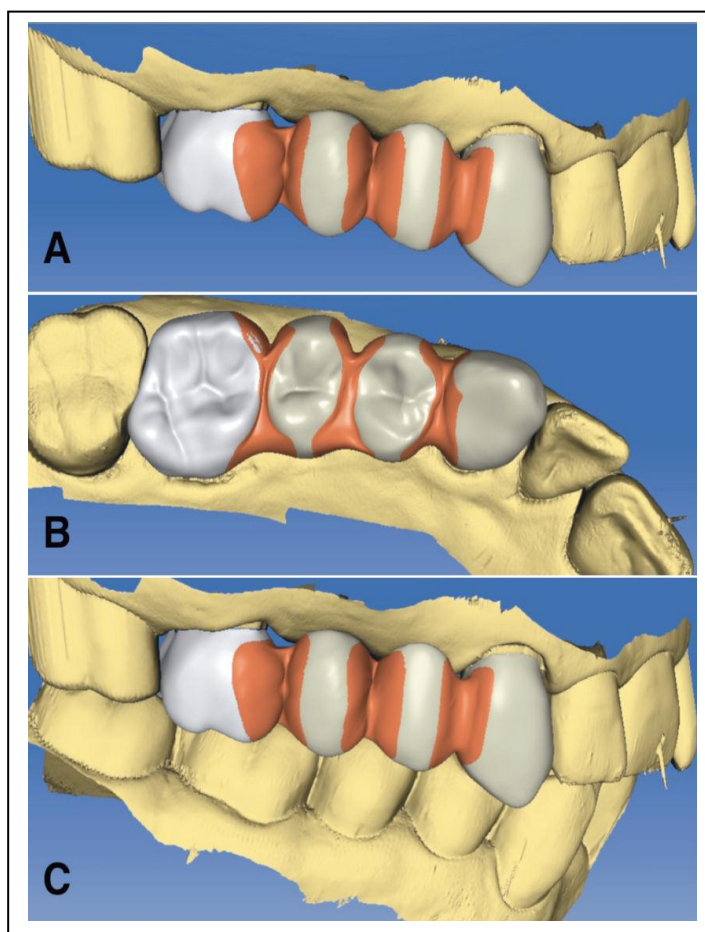


تصميم الجسر

منظر جانبي

منظر إطباق

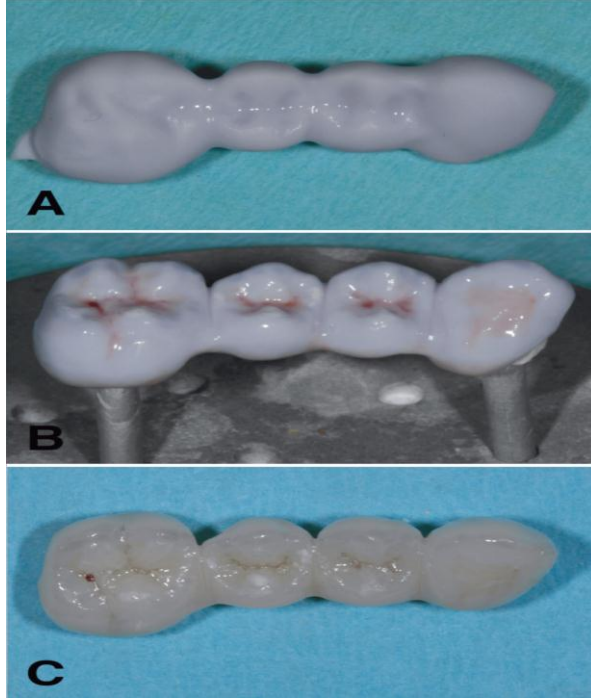
العلاقة الإطباقية



نحت كتلة طرية زرقاء من خزف
IPS e. max
بالعمل دون جهد

منح التاج خصائصه باستخدام السنابل
ثم الملونات والتزجيج

نحصل على اللون النهائي بعد وضع
الترميم في الفرن مدة ١٥ دقيقة



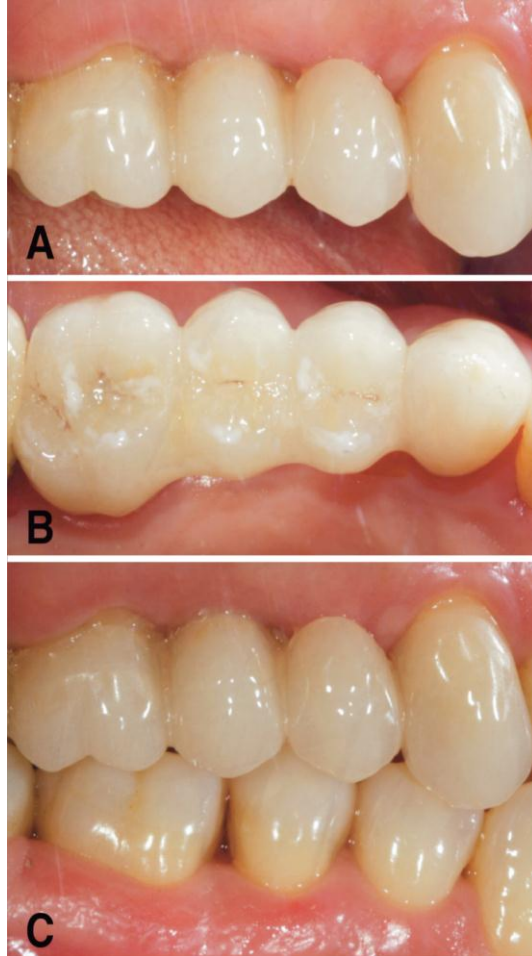
منظر جانبي

تثبيت الجسر بعد تجربته

نحتاج فقط لتعديلات طفيفة قبل الإلصاق

منظر إطباق

العلاقة الإطباقية



المناقشة :

لقد تطور CAD CAM من بداية بدائية إلى تقنية Chairside التي تسمح بالعلاج بجلسة واحدة دون الحاجة إلى القيام بزيارة ثانية .

انتشر نظام CEREC ببطء ولكن بشكل مستمر بين الأطباء في جميع أنحاء العالم و بالتأكيد فإن النهج مع التكنولوجيا الجديدة و التكاليف ومنحني التعلم و العدد المحدود من المواد المخصصة وكذلك نطاق الاستخدامات ونقص المتابعة طويلة الأمد جعلت الأطباء مشككين في هذا النظام ومع ذلك كان على الأطباء مواجهة مطالب المرضى المتزايدة على السرعة والجمالية العالية والمعالجة المحافظة وبفضل تطور التكنولوجيا في العقود الأخيرة تكّ التغلب على كثير من العقبات في هذا النظام وهو الآن أسرع وأكثر سهولة في الاستعمال.^٤

كما ان نطاق الحدود الترميمية توسع وأصبح يغطي معظم الاحتياجات السريرية وهناك مواد جديدة يتم تطويرها يوميا من قبل الشركات المصنعة وقد أصبح عدد المستخدمين CEREC في تزايد ملحوظ أيضا تم تحسين الدقة في عمليات النحت من خلال التطور المستمر للبرنامج وهناك العديد من الدراسات المخبرية و السريرية التي تؤكد طول العمر السريري وموثوقية هذه التقنية.^{٣٢}

يمكن مقارنة كل خطوة من خطوات العمل بنظام CEREC مع الإجراءات التقليدية من حيث تحضير الأسنان ،أخذ الطبعة ،التصميم الرقمي ،إنتاج الترميم ،إجراءات الإلصاق . يعتمد تصميم التحضير على نوع الترميم ومادة الترميم وقدرة آلة النحت ونوع الإلصاق.

على الرغم من أن معايير التعويض التقليدية من حيث الشكل المثبت والمقاوم لاتزال نفسها إلا أن هذه الترميمات أكثر تحفظا وتقلل خطر إصابة اللب .^{٣٥-٣٦}

فهي تسمح بتقليل سماكة المادة المرممة وتعزيز الجمالية والسماح بالحفاظ على حواف التحضير فوق وعلى مستوى اللثة وبالتالي تسهيل إزالة اللويحة وإجراءات الطبعة والإلصاق أيضا موقع الحواف يجنب اذية النسيج الرخوة ونمو اللثة على خط الإنهاء ومن هنا يمكن تقادي تكييف النسيج بالترميم المؤقت وفترة الشفاء التقليدية ٢١ يوم .^{٣٧}

كما ذكر سابقا الحواف اللثوية يمكن ان تمثل محدودية لهذا النظام لما تتطلبه من إزاحة مثالية للأنسجة وتبعيدها بشكل جيد عن الحواف للسماح للماسح الضوئي بالتقاط كل التفاصيل في حين أن تقنيات الطبعة التقليدية تستغل لزوجة مواد الطبع لمواصلة تبعيد اللثة وقراءة الأسطح المغطاة قليلا باستخدام سوائل أو خيوط التباعد أما الماسح يكتشف ماهو مرئي فقط كما إن العزل التام وضبط النزف هو أمر إلزامي .^{٤٣-٤٤}

الطبعة الرقمية أسرع وأسهل من التقليدية حيث تؤخذ طبعة نصف قوس في ٤٠ ثانية في حين طبعة كامل القوس تأخذ دقيقتين .

يمكن نقل الحواف إلى منطقة أكثر تاجية باستخدام الإجراءات الجراحية كتطويل التاج السريري قبل اخذ الطبعة الرقمية .^{٤٧-٤٨}

يتيح التصميم الرقمي للتبييض التقييم الفوري للتحضير والقيام بالتصحيح الفوري إذا لزم الأمر واخذ طبعة جديدة ينحصر بالمناطق التي تم تعديلها .

الترميم الناتج لا يتطلب سوى تعديلات طفيفة .^{٤٩}

بالتأكيد فان Piocopy الذي ينسخ تشريح الأسنان قبل التحضير يمثل أفضل أداة للحصول على أسطح وظيفية للترميم الجديد .

يوجد خيارات واسعة من المواد الترميمية المتاحة وفي السنوات الأخيرة تحسنت الخواص الفيزيائية و الميكانيكية لهذه المواد مثل مقاومة الكسر والاهتراء والاستقرار اللوني إلى جانب المزايا التي تقدمها مثل الجمالية العالية والتوافق الحيوي والديمومة .^{٥٠-٥٦}

كما هو موضح أعلاه فان نظام chairside يبدو كبديل للإجراءات التقليدية ويوفر الوقت والعمل ويؤدي إلى خفض الكلفة وتحسين الجودة وقبول المريض .

ك تقنية جديدة يحتاج الأطباء لبعض الوقت وإنفاق المال للتدريب على هذا النظام وكذلك بدون كمية كبيرة بما فيه الكفاية من الترميمات سيكون لديهم مشكلة في جعل استثماراتهم تعود عليهم بالربح .

الملخص :

تطورت اجراءات الترميمات ب CAD CAM بشكل كبير منذ بدء العمل بها

وأصبح نظام متعدد الاستعمالات

زيادة الطلب على طبيب الأسنان لتحقيق التفوق في النواحي الجمالية والوظيفية دفع الى التقدم في المواد وطريقة الصنع

المواد المتاحة حاليا وفر القوة والجمالية بشكل ممتاز مع مجموعة واسعة من الألوان

والممارسين لديهم الفرصة لإضافة ميزات جمالية بعد النحت ويمكن استخدام قوالب خزفية متعددة الكثافة اللونية

نظام CAD CAM متوافر بمسح رقمي وصنع الترميمات بالعيادة وذلك بجلسة واحدة ولا يتطلب التواصل مع المخبر وتكون دقيقة ومرضية جماليا أو اخذ الطبقات الرقمية بالعيادة وإرسالها للمخبر حيث يتم صنع مثال دقيق ويمكن أن يستخدم لصنع الترميمات بالطريقة التقليدية أو بطريقة CAD CAM

وهذا يقلل من الوقت اللازم في العيادة ويتيح التواصل السلس بين الطبيب والمخبر
وعند اختيار الإجراء ينبغي أن نولي الاهتمام للمطالب الجمالية والوقت والكلفة وعدد
الجلسات وعائدات الاستثمار

CAD CAM هو تغيير للطريقة التي يقدم فيها الطبيب الترميمات غير المباشرة للمريض
ويجعل المعالجة أكثر سهولة وملائمة ودقة و موثوقية ويعطي الطبيب والمخبر الفرصة
لصنع الترميمات الثابتة أليا" يقدم للمريض ترميمات غاية في الجمالية في مجرد جلسة أو
جلستين .

الخاتمة :

مع إدخال الطبعة الضوئية فتحت CAD CAM الباب أمام طب أسنان خال من الطبقات
وجعل المخابر السنية أفر بالى سير العمل في الممارسات السريرية

يوجد اعتقاد خاطئ بان هذه العملية معقدة وتستغرق وقت طويل إلا أن هذا النظام سهل
التشغيل ومتعدد الاستعمالات ودقيق ويمكن به تصميم جميع أنواع الترميمات الخزفية كما
أننا لا نحتاج إلى الطبقات التقليدية والتويضات المؤقتة والمريض يحصل على الترميم
النهائي في جلسة واحدة

يقترّب هذا النظام من أكثر من ٣٠ سنة من الخبرة السريرية وأثبت سجل حافل في جميع
الجوانب ذات الصلة بالأداء السريري بما في ذلك الملائمة وطول العمر والديمومة والقوة
ومقاومة الاهتراء

واستخدام هذا النظام في تزايد مستمر بفضل التطور السريع للتكنولوجيا الرقمية

وظهور مواد جديدة كل يوم لتلبي المطالب المتزايدة للمرضى فهو أداة مفيدة للطبيب توفر
الجهد والكلفة والوقت وتحسن قبول المرضى للإجراءات وتزودهم بترميمات قوية وجمالية

هذه الأنظمة ساهمت بإجراء العديد من التغيرات في جوانب متعددة من طب الأسنان
خاصة فيما يتعلق بالبساطة والسرعة وسهولة العلاج لذلك يجب على الأطباء والفنيين أن
يكونوا على بينة من مزايا وعيوب هذه الأنظمة التى لا زالت مستمرة في التطور لتصبح
جزء لا يتجزأ من طب الأسنان .

المراجع :

1. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J*. 2009;28(1):44-56.
2. Mörmann WH, Krejci I. Computer-designed inlays after 5 years in situ: clinical performance and scanning electron microscopic evaluation. *Quintessence Int*. 1992;23:109-15.
3. Mörmann WH. The origin of the Cerec method: a personal review of the first 5 years. *Int J Comput Dent*. 2004;7(1):11-24.
4. Mörmann WH. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc*. 2006;137 Suppl:7S-13S.
5. Harsono M, Simon JF, Stein JM, Kugel G. Evolution of chairside CAD/CAM dentistry. *Tex Dent J*. 2013; 130(3):238-44.
6. Tsitrou EA, Helvatjoglu-Antoniades M, van Noort R. A preliminary evaluation of the structural integrity and fracture mode of minimally prepared resin bonded CAD/CAM crowns. *J Dent*. 2010;38(1):16-22.
7. Schmitter M, Seydler BB. Minimally invasive lithium disilicate ceramic veneers fabricated using chairside CAD/CAM: a clinical report. *J Prosthet Dent*. 2012
8. Fasbinder DJ, Dennison JB, Heys D, Neiva G. A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: a two-year report. *J Am Dent Assoc*. 2010;141 Suppl 2:10S-4S.
- 9-Ibid.
- 10- Lowe RA. Digital Master Impressions: A Clinical Reality!
11. Sannino G, Gloria F, Ottria L, Barlattani A. Influence of finish line in the distribution of stress trough an all ceramic implant-supported crown. A 3D Finite Element Analysis. *Oral Implantol*. 2009;2(2):14-27.
12. Guess PC, Zavanelli RA, Silva NR, Bonfante EA, Coelho PG, Thompson VP. Monolithic CAD/CAM lithium disilicate versus veneered Y-TZP crowns: comparison of failure models and reliability after fatigue. *Int J Prosthodont*. 2010;23(5):434-442.
13. Fasbinder DJ. Materials for chairside CAD/CAM restorations. *Compend Contin Educ Dent*. 2010;31(9): 702-4, 706, 708-9.
14. Giordano R. Materials for chairside CAD/CAM-produced restorations. *J Am Dent Assoc*. 2006

15. Bazos P, Magne P. Bio-emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histoanatomic approach; structural analysis. *Eur J Esthet Dent*. 2011;6:8-19.
16. Raptis NV, Michalakis KX, Hirayama H. Optical behavior of current ceramic systems. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2006;26(1):31-41.
17. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed prosthodontics. 4th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2006.
18. Crocker WP. The cementation of porcelain jacket crowns with adhesive resins. *Br Dent J*. 1992 Jan 25;172(2):64-7.
19. Rammelsberg P, Spiegl K, Eickemeyer G, Schmitter M. Clinical performance of metal-free polymer crowns after 3 years in service. *J Dent*. 2005 Jul;33(6):517-23.
20. Ohlmann B, Dreyhaupt J, Schmitter M, Gabbert O, Hassel A, Rammelsberg P. Clinical performance of posterior metal-free polymer crowns with and without fiber reinforcement: one-year results of a randomised clinical trial. *J Dent*. 2006 Nov;34(10):757-62.
21. Benz C, Schwarz P. How precise is the optical CEREC impression? *Dtsch Zahnärztl Z*. 1991;46(9):632-4.
22. Guess PC, Zavanelli RA, Silva NR, Bonfante EA, Coelho PG, Thompson VP. Monolithic CAD/CAM lithium disilicate versus veneered Y-TZP crowns: comparison of failure modes and reliability after fatigue. *Int J Prosthodont*. 2010;23(5):434-42.
23. Wiedhahn K. CEREC 3D veneers with R2005—veneers a la carte. *Int J Comput Dent*. 2005;8(1):59-68.
24. Pfeiffer J. Dental CAD/CAM technologies: the optical impression (I). *Int J Comput Dent*. 1998;1(1):29-33.
23. Malament KA, Socransky SS. Survival of Dicor glassceramic dental restorations over 16 years. Part III: effect of luting agent and tooth or tooth- substitute core structure. *J Prosthet Dent*. 2001;86:511-9.
24. Munaga S, Chitumalla R, Kubigiri SK, Rawtiya M, Khan S, Sajjan P. Effect of saliva contamination on the shear bond strength of a new self-etch adhesive system to dentin. *J Conserv Dent*. 2014;17(1):31-4.
25. Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. *J Dent*. 1998;26:53-8..

- 26- Gunay H, Seeger A, Tschernitschek H, Geurtsen W. Placement of the preparation line and periodontal health: A prospective 2-year clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2000;20(2):171-81.
- 27- Padbury A Jr, Eber R, Wang HL. Interactions between the gingiva and the margin of restorations.
28. Behr M, Rosentritt M, Mangelkramer M, Handel G. The influence of different cements on the fracture resistance and marginal adaptation of all-ceramic and fiber-reinforced crowns. *Int J Prosthodont*. 2003;16:538-42.
29. Paul Feuerstein, Sameer Puri: CAD/CAM & Digital Impressions: indeedce.
30. David A. Garber, DMD. Barry p. Isenberg, DDS. Directly Milled Ceramic Inlays & Onlays- CAD/CAM Systems: Porcelain & Composite Inlay & Onlays Esthetic Posterior Restorations 1994
composites used for luting indirect composite restorations.
- 31- Klaus Wiedhahn : Buchholz i.d. Nordheide : CEREC Clinical Procedure:2005
32. Paulino Castellon, Michael Smith, Michael Block, Israel M. Finger. Rehabilitation of the Edentulous Mandible with a CAD/CAM Titanium Framework : QDT (Quintessence of Dental Technology) 2005.
- 33- CEREC CAD/CAM CHAIRSIDE SYSTEM
G. SANNINO, F. GERMANO, L. ARCURI, E. BIGELLI, C. ARCURI, A. BARLATTANI , *Oral & Implantology* - anno VII - n. 3/2014
- 34- Alhourri N, McCord JF, Smith PW. The quality of dental casts used in crown and bridgework. *Br Dent J*. 2004;197(5):261-4.
35. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *J Prosthet Dent*. 2002;87:503-9.
36. Schmitter M, Seydler BB. Minimally invasive lithium disilicate ceramic veneers fabricated using chairside CAD/CAM: a clinical report. *J Prosthet Dent*. 2012; 107(2):71-4.
37. Reitemeier B, Hünzel K, Walter MH, Kastner C, Toutenburg H. Effect of posterior crown margin placement on gingival health. *J Prosthet Dent*. 2002;87(2):167-72.
- 38 - Lee S. Introduction to CAD/CAM. Available at: http://me.kaist.ac.kr/upload/course/MAE570/SHLee_CAD_CAM_2007_5_16.pdf. Accessed October 3, 2008.

39. Fasbinder DJ. Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations. *J Am Dent Assoc.* 2006
- 40- Giordano R. Materials for chairside CAD/CAM-produced restorations. *J Am Dent Assoc.* 2006 Sep;137 Suppl:14S-21S.
- 41- Bral M. Periodontal considerations for provisional restorations. *Provisional Restorations. Dent Clin North Am.* 1989;457-65.
42. Sjögren G, Molin M, van Dijken JW. A 10-year prospective evaluation of CAD/CAM-manufactured (Cerec) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite. *Int J Prosthodont.* 2004;17: 241-6.
43. Ng J, Ruse D, Wyatt C. A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods. *J Prosthet Dent.* 2014 Mar 11.
- 44- Donaldson D. Gingival recession associated with temporary crowns. *J Periodontol.* 1973;44(11):691-6.
45. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health.* 2014;30;14:
- 46- Öztürk AN, Inan O, Inan E, Öztürk B. Microtensile bond strength of CAD-CAM and pressed-ceramic inlays to dentin. *Eur J Dent.* 2007;1:91-6.
47. Lefever D, Gregor L, Bortolotto T, Krejci I. Supragingival relocation of subgingivally located margins for adhesive inlays/onlays with different materials. *J Adhes Dent.* 2012;14(6):561-7.
48. Hempton TJ, Dominici JT. Contemporary crown-lengthening therapy: a review. *J Am Dent Assoc.* 2010;141 (6):647-55.
49. Zaruba M, Ender A, Mehl A. New applications for three-dimensional follow-up and quality control using optical impression systems and OraCheck. *Int J Comput Dent.* 2014;17(1):53-64.
- 50- Fasbinder DJ. CAD/CAM ceramic restorations in the operatory and laboratory. *Compend Contin Educ Dent.* 2003;24(8):595-8, 600-4.
- 51- Fradeani M, Redemagni M. Clinical evaluation of leucitereinforced glass-ceramic crowns over 11 years. *Quintess.* 2003;54:379-86.
- 52- More dental labs outsourcing custom crown and bridge production. Available at: <http://www.reuters.com/article/pressRelease/idUS131479+09-Jan-2008+PRN20080109>.
- 53- El-Mowafy OM, Fenton AH, Forrester N, et al. Retention

of metal ceramic crowns cemented with resin cements:
Effects of preparation taper and height. J Prosthet Dent.
1996;76(5):524-9.

54- Simplifying CAD/CAM Dentistry

© Reprinted from DENTAL PRODUCTS REPORT, November 2005, in
U.S.A.

55. CAD-CAM Dentistry and Chairside Digital Impression Making

A Peer-Reviewed Publication Written by Robert A. Lowe, DDS, FAGD, FICD,
FADI, FACD, FIADFE

56. Niu E, Agustin M, Douglas RD. Color match of machinable
lithium disilicate ceramics: Effects of cement color
and thickness. J Prosthet Dent. 2014;111(1):42-50

57- Innovation in Dentistry ,CAD-CAM Restorative Procedures

A Peer-Reviewed Publication

Written by James Klim, DDS, FAGD, FADFE and Edward B. Corrales

