کاربرد لیزر در دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی

دکتر فرزانه احراری
متخصص ارتودنسی
فلوشیپ لیزر در دندانپزشکی از دانشگاه آخن آلمان

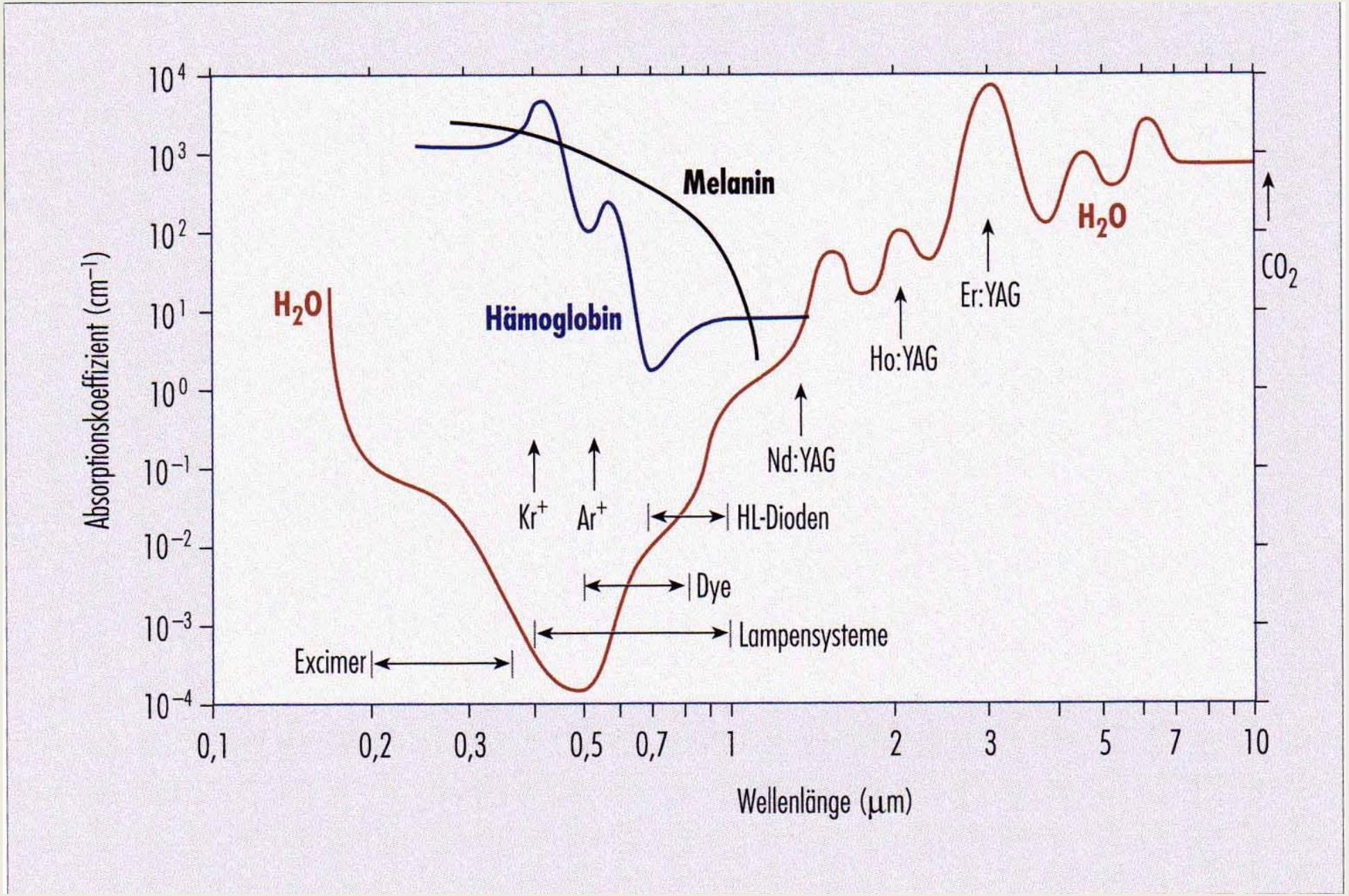
لیزر جایگزینی برای تراش دندان؟

- لیزر بافت سخت؟
- جذب بالای لیزررهای خانواده اربیوم در آب و هیدروکسی آپاتیت
- تراش مینا، عاج و استخوان فقط با لیزرهای خانواده اربیوم
- خانواده اربیوم : Er:YAG با طول موج 2940 nm و Er,Cr:YSGG با طول موج 2780 nm
- لیزر CO2 با وجود جذب بالا در هیدروکسی آپاتایت به دلیل مشکلات فنی و عدم امکان تولید فرکانس های بسیار بالا سبب کربونیزاسیون و تجمع حرارت می شود و امکان کار با آن در حال حاضر وجود ندارد.

مکانیسم تراش دندان با لیزر

ساختار دندان:

- ۸۵٪ حجم مینا هیدروکسی آپاتیت،۱۲٪ آب و ۳٪ پروتئین های آلی
- عاج دارای آب بیشتر(۲۰٪) و ۴۷٪ ماده معدنی و ۳۳٪ پروتئین کلاژن می باشد.
- میزان آب در نسج عاج پوسیده تا ۵۴٪ هم می رسد.
- هر کدام از این مواد می توانند نقش کروموفور یا جاذب نور را برای طول موجی خاص ایفا کنند.
- جذب بالای طول موج محدوده ۳۰۰۰ nm در رادیکال هیدروکسیل و مولکول های آزاد آب (کروموفور یا جاذب نور)


Absorptionskoeffizient (cm⁻¹)
10⁴
10³
10²
10¹
10⁰
10⁻¹
10⁻²
10⁻³
10⁻⁴
H₂O
Melanin
Hämoglobin
H₂O
CO₂
Er:YAG
Ho:YAG
Nd:YAG
Kr⁺
Ar⁺
HL-Dioden
Dye
Lampensysteme
Excimer
0,1
0,2
0,3
0,5
0,7
1
2
3
5
7
10
Wellenlänge (µm)

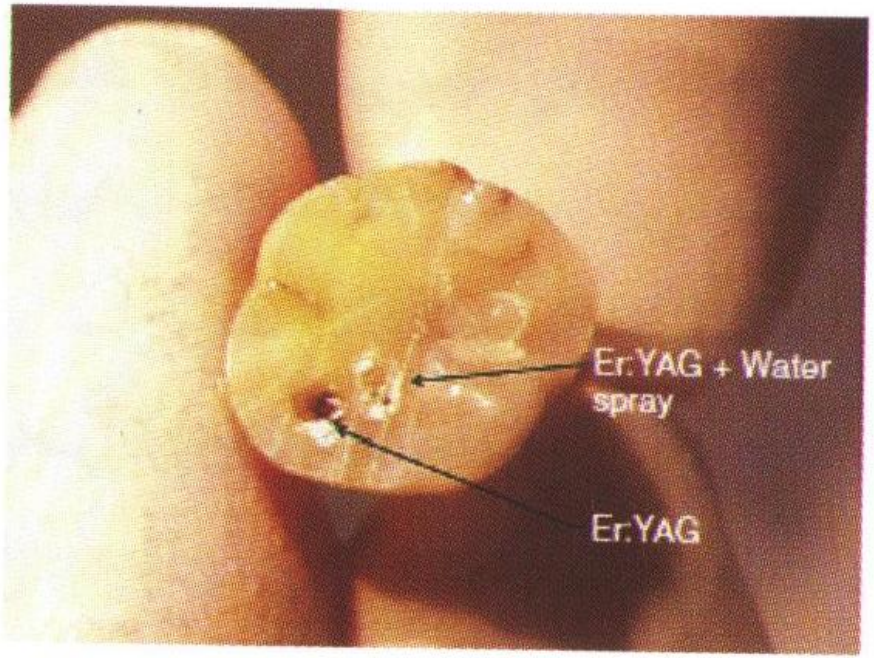
تراش مکانیکی حرارتی
Thermomechanical Ablation

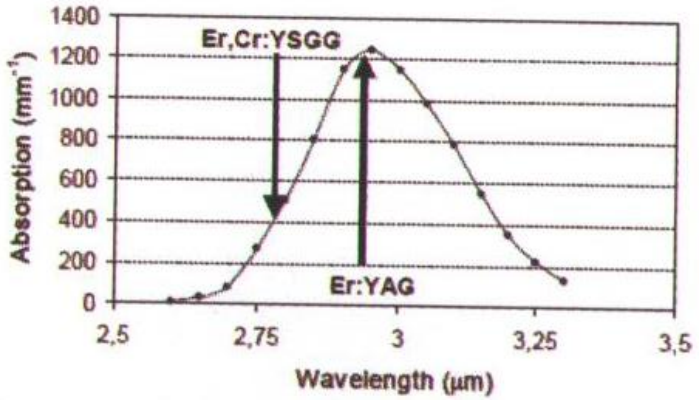
- لیزرهای خانواده اربیوم با مکانیسمی به نام تراش مکانیکی حرارتی (ترمومکانیکال ابلیشن) عمل می کنند.
- جذب نور لیزر در آب بافت زیرسطحی و یا آب حاصل از اسپری توربین لیزر سبب انبساط آب و ایجاد انفجارهای ریز می شود.
- این انفجارها در برخورد با بافت مینرالیزه منجر به تراش نسج سخت می گردد.
- بیشترین حجم انرژی در این روند صرف می شود و انرژی کمی برای افزایش حرارت بافت های مجاور باقی می ماند
- این افزایش حرارت نیز با کاربرد اسپری آب و هوا کنترل شده و مانع آسیب پالپی می شود.

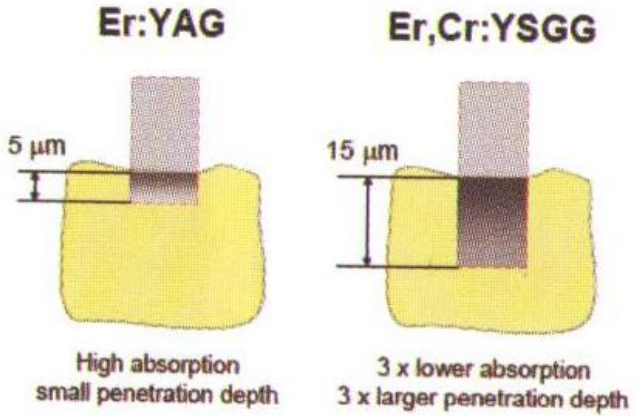
- تاثیر لیزر بر بافت های مینرالیزه با توجه به ساختار بافت و میزان آب آن متغیر است
- از انجا که حجم آب موجود در بافت پوسیده از نسج سالم بیشتر است، جذب لیزر در آن بیشتر بوده تراش دندان به یک **حالت انتخابی (selective ablation)** تبدیل می شود که باعث تراش محافظه کارانه دندان خواهد شد.
- وجود آب در اسپری آب و هوای توربین لیزری باعث افزایش کارامدی تراش می شود به شرطی که لایه نازکی از آب روی بافت هدف قرار گیرد
- اگر حجم آب زیاد باشد، جذب لیزر در آب سطحی مانع تأثیر حداکثری لیزر در بافت هدف می شود.
- نباید درصد آب و هوای اسپری را در حداکثر میزان قرار داد.

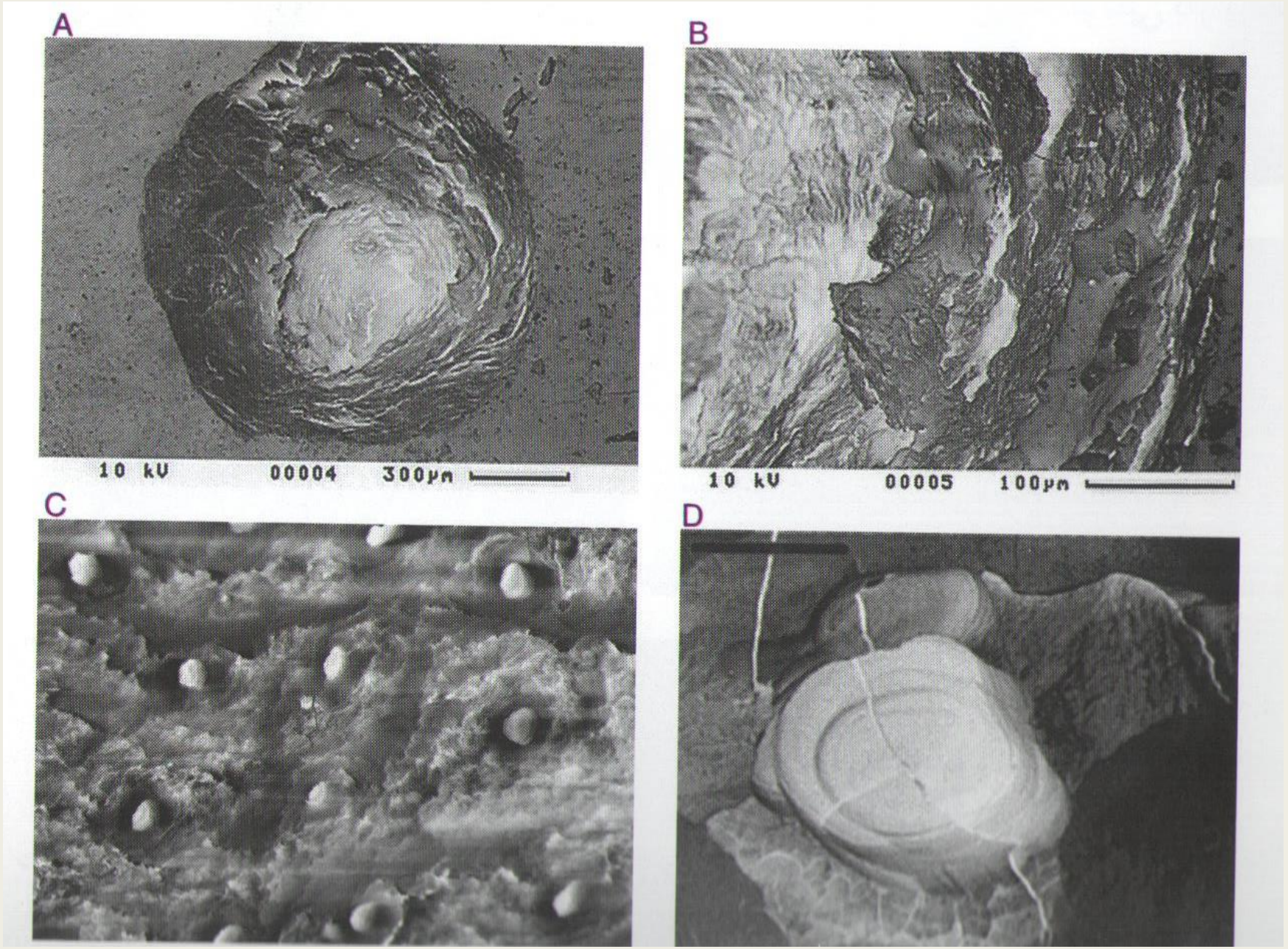
تفاوت دندان تراش خورده با لیزر و فرز

- لیزرهای خانواده اربیوم با افزایش حرارت در آب موجود در سطح و زیر سطح بافت، باعت انبساط انفجاری در آن می شوند. به این ترتیب،کل قطعات بافتی منفجر شده و حفره کوچکی در دندان ایجاد می شود، بدون این که تداخل جدی بین انرژی لیزر و ماده معدنی دندان رخ دهد.
- به این شیوه تراش، **پوسته پوسته شدن یا Spallation** هم می گویند.
- اگر این کار بدون اسپری آب و هوا صورت پذیرد، خطر کربونیزاسیون دندان وجود خواهد داشت.
- مسلما پدیده تراش لیزری با تراش دندان توسط فرزهای چرخنده که با نیروی مکانیکی و ایجاد ترک های ریز در دندان باعث کنده شدن آن می شوند، متفاوت است.

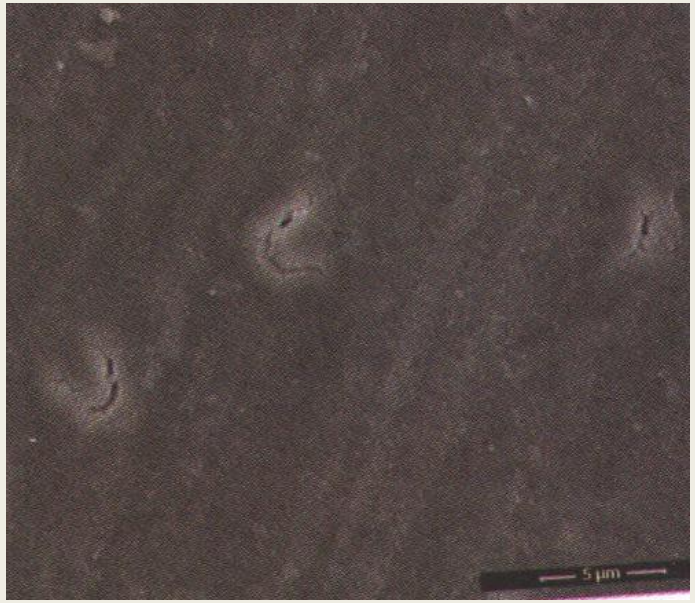

Er:YAG + Water spray
Er:YAG

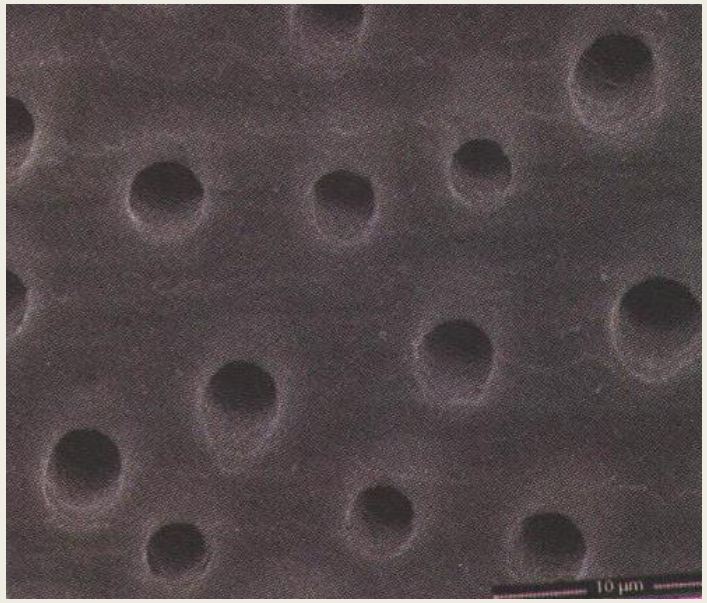

Er,Cr:YSGG
Er:YAG
Absorption (mm⁻¹)
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
2,5
2,75
3
3,25
3,5
Wavelength (µm)

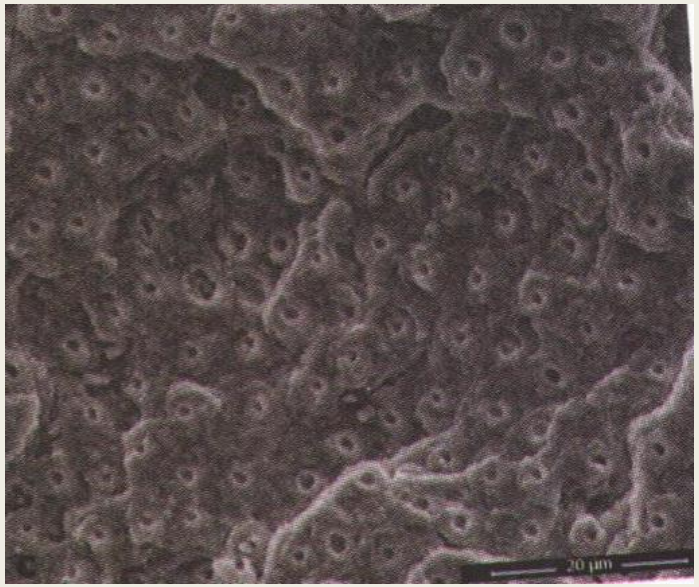

Er:YAG
Er,Cr:YSGG
5 µm
15 µm
High absorption
small penetration depth
3 x lower absorption
3 x larger penetration depth


A
10 kV 00004 300µm
B
10 kV 00005 100µm
C
D

- سرعت تراش لیزری **در حدود ۸۰٪ آهسته تر** از سرعت تراش **مینا** با فرزهای برنده است.
- این سرعت در عاج تقریبا مشابه می شود چون حجم بالای آب در عاج باعث کارایی بیشتر تراش با لیزرهای خانواده اربیوم می شود.
- سطح مینای تراش خورده با لیزر اربیوم بسیار ناصاف و نامنظم است و منشورهای مینایی را می توان به راحتی مشاهده نمود. این شکل نمایی مشابه مینای اچ شده دارد.
- عاج تراش خورده با لیزر نیز سطحی ناصاف داد که فاقد لایه اسمیر است و دهانه توبول های عاجی بر خلاف تراش با فرز معمولی باز باقی مانده است.

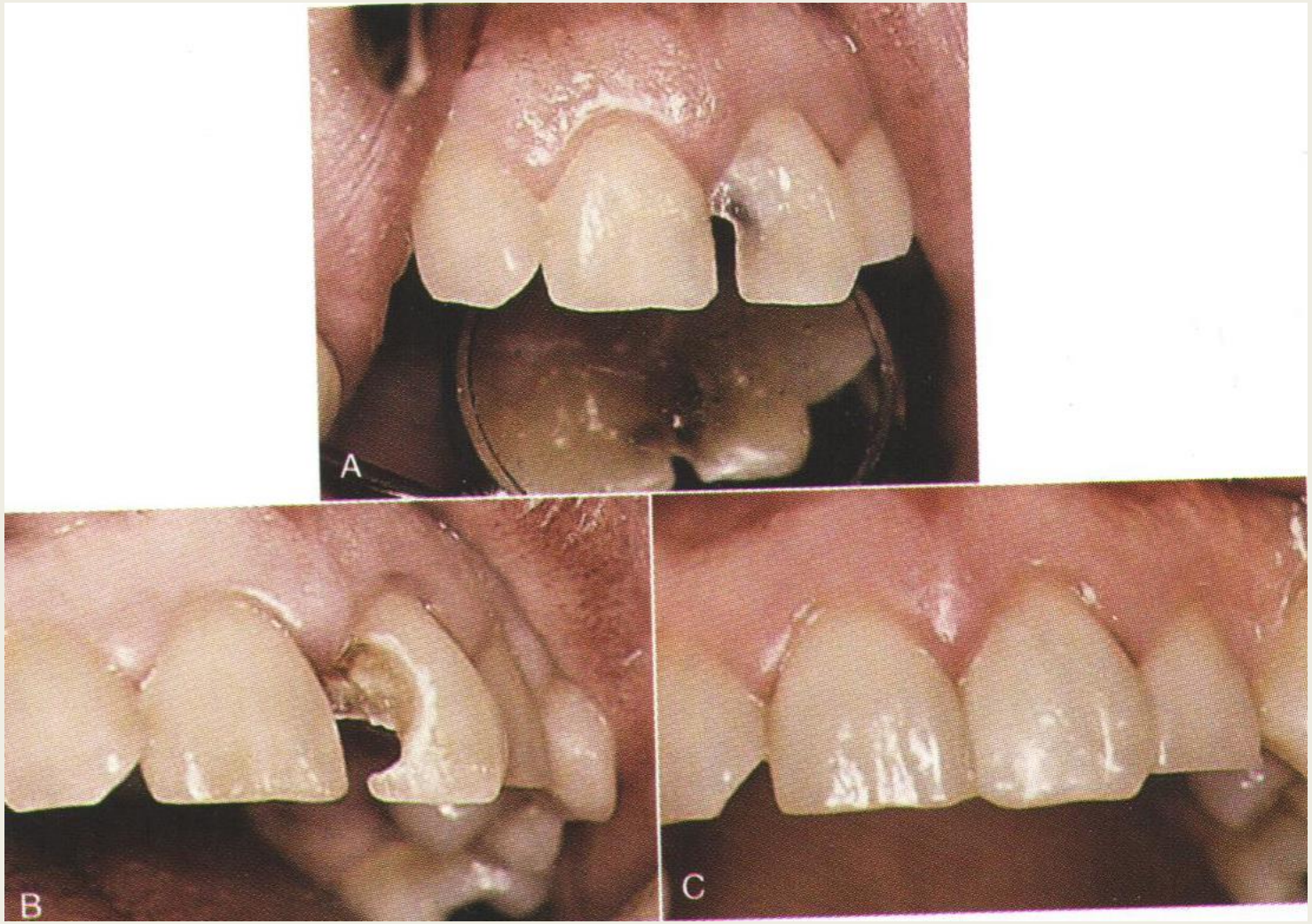

5 µm


10 µm


20 µm

- تغییر در شاخص هایی همچون انرژی، فرکانس، حجم اسپری آب و هوا، نزدیکی و دوری و زاویه نوک هندپیس با دندان باعث تغییرات مهمی در نمای مینا یا عاج تراش خورده خواهد شد.
- **برای بهترین تراش:** باید نوک هندپیس در نزدیکی سطح دندان و بدون تماس با آن باشد
- نوک هندپیس را باید بر روی ناحیه هدف آن قدر جلو عقب برد تا حفره ایجاد گردد.
- در ادامه تراش در داخل حفره باید مراقب باشیم که امکان ورود آب و هوا به داخل آن ایجاد شود و از تجمع دبری های حاصل از تراش دندان هم جلوگیری نماییم
- برای این منظور بهتر است که نوک هندپیس را به داخل و خارج حفره حرکت دهیم تا جریان آب برای کنترل افزایش حرارت نا خواسته فراهم آید.
- تراش لیزری دندان تراشی محافظه کارانه است که نیازی به ایجاد شیارهای ریز برای گیر مکانیکی حفره ندارد.

- بنابراین ماده پرکردگی مناسب برای آن کامپوزیت های باند شونده خواهد بود.
- برای محافظت از دندان های مجاور محل تراش هم باید راهکارهای خاصی اندیشید.
- اگر حجم پوسیدگی زیاد باشد، خطر آن که نفوذ اشعه تا عمق پوسیدگی به سرعت رخ دهد و بافت های زیرین دهیدراته شوند وجود دارد.
- پیشنهاد می شود ضایعات پوسیدگی بزرگ را با وسایل دستی برداشته و برای تراش انتخابی در مجاورت نسوج سالم از لیزر استفاده کنیم.


A
B
C

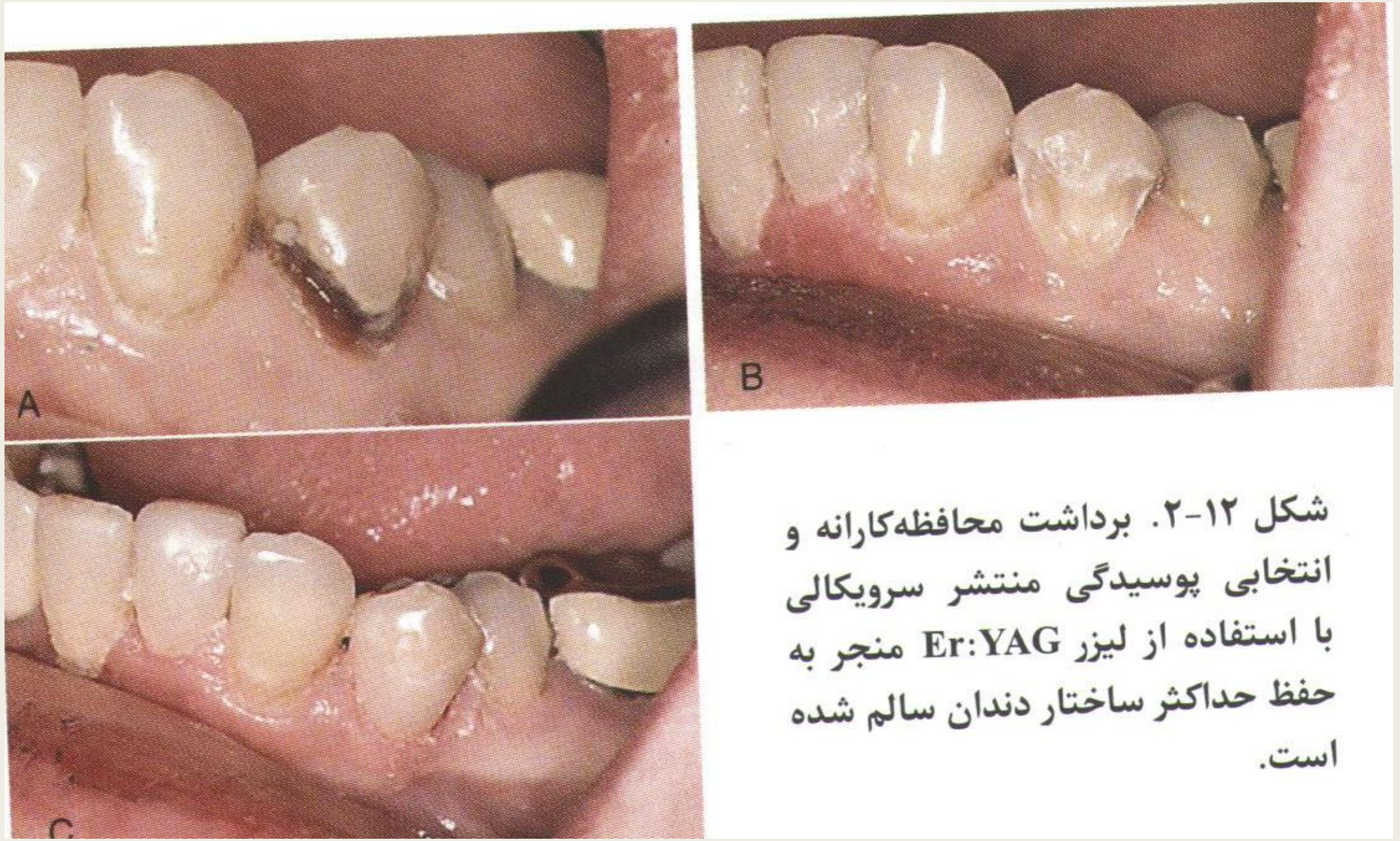
چسبندگی ماده ترمیمی

- از آنجا که اصول تراش دندان با لیزر بسیار محافظه کارانه است، شکل حفره آماده شده برای مواد ترمیمی باند شونده مناسب خواهد بود.
- برخی پیشنهاد کرده اند که لزومی به اچ نمودن دیواره های مینایی حفره آماده شده با لیزر نمی باشد.
- مطالعات دیگر نشان داده اند که اچ کردن دیواره های مینایی باعث بهبود باندینگ ترمیم های کامپوزیتی شده است.

- همانند مینا به نظر می رسد که دیواره های عاجی ناصاف و بدون لایه اسمیر حاصل از تراش با لیزر نیازی به باندینگ ندارند.
- اما مطالعات نشان داده است که عاج تراش خورده با لیزر دارای الیاف کلاژن عریان شده برای ایجاد شبکه با مواد باندینگ نمی باشد.
- بنابراین اچ کردن عاج برای اشکار شدن انتهای الیاف کلاژنی لازم است.

مزایای تراش حفره دندان با لیزر

- امکان بیشتر برای تراش انتخابی (تراش بیشتر نسوج پوسیده) به علت وجود آب میان بافتی بیشتر در انساج پوسیده
- مقبولیت بالاتر از سوی بیمار به دلیل راحتی بیشتر و ۴۰۰ برابر لرزش کمتر از فرز
- عدم نیاز یا کاهش نیاز به بی حسی در برخی موارد
- کاهش حجم باکتری که می تواند منجر به کاهش درد پس از ترمیم و کاهش خطر عود پوسیدگی شود
- تحریک بافت و افزایش آستانه درد بافت های مجاور و زیرین ناحیه تراش با استفاده از خاصیت لیزر تراپی توان های پایین لیزر



شکل ۱۲-۲. برداشت محافظه‌کارانه و انتخابی پوسیدگی منتشر سرویکالی با استفاده از لیزر Er:YAG منجر به حفظ حداکثر ساختار دندان سالم شده است.

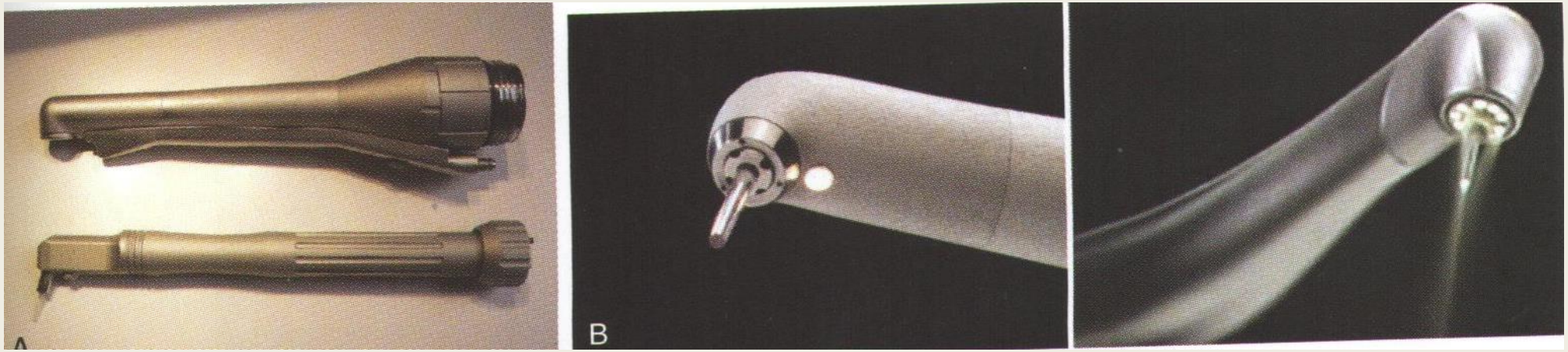
محدودیت های تراش حفره با لیزر

- عدم توانایی برداشت آمالگام یا سایر پرکردگی ها
- عدم دسترسی برای برداشت تمامی پوسیدگی ها
- لزوم کاربرد مواد ترمیمی چسبنده به دلیل لبه های ناصاف و تراش محافظه کارانه
- عدم امکان تراش حفره ای با گیر مکانیکی برای پرکردگی های امالگام
- نیاز به ۳-۲ برابر زمان بیشتر برای تراش در مقایسه با فرزهای چرخنده
- هزینه بالای دستگاه ها و تجهیزات

نکته

- دندان مبتلا به فلوئوروزیس سخت تر از مینای عادی تراش می خورد زیرا فلورید آپاتیت جایگزین رادیکال های هیدروکسیل جاذب انرژی لیزر شده است.
- می توان با موازی نمودن نور خروجی با محور منشورهای مینایی به حداکثر کارایی تراش دست یافت.
- در تراش شیارهای سطح اکلوزال باید نوک هندپیس را عمود بر سطح دندان و در دامنه کاسپ ها آن را زاویه دار به کار بست.
- در حفرات سرویکالی که تراکم منشورها کمتر است، سرعت تراش لیزری در حد وسایل چرخنده با سرعت پایین می باشد.
- برای سطوح سخت مینایی می توان انرژی هر پالس را بالا برد و تناوب پالس ها را کاهش داد به شرطی که نوک هندپیس دایم در حال حرکت باشد.

- تراش لیزری دندان در آینده ای نه چندان نور با به بازار آمدن لیزرهای با فرکانس بسیار بالا متحول خواهد شد.
- این لیزرها به دلیل تخلیه انرژی در زمانی بسیار کوتاه تر از لیزرهای امروزی توانایی تراش سریع، تمیز، و بدون افزایش حرارت بافت های اطراف و امکان تراش انتخابی مواد پرکردگی قدیمی بدون تراش غیر لازم نسوج سالم اطراف آن را فراهم خواهند آورد.
- از این لیزرها به صورت تجاری در چشم پزشکی استفاده می شود و با به صرفه شدن تولید آن شاهد ورود دستگاه های دندان پزشکی در دهه اینده خواهیم بود

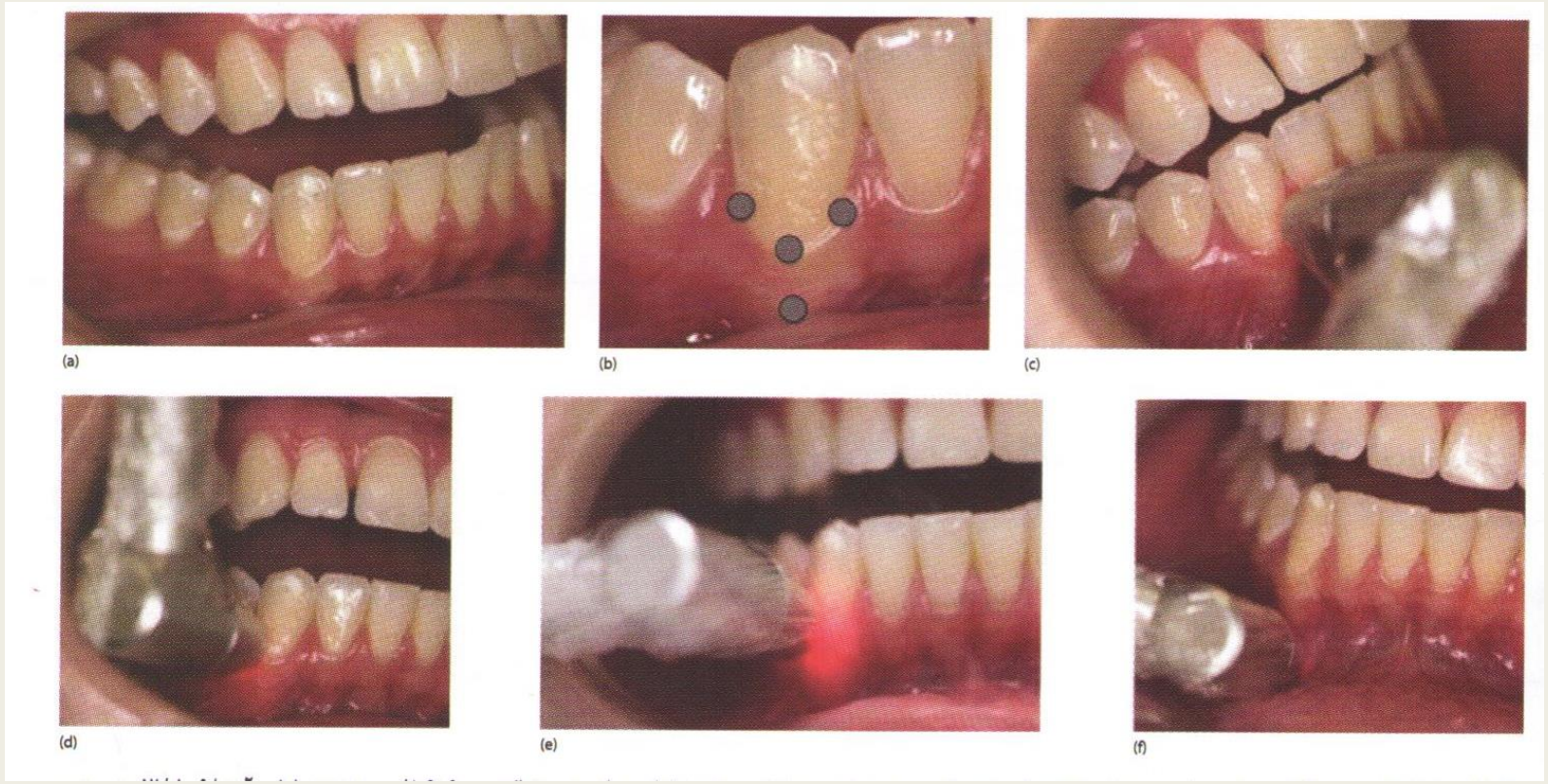

B

ضایعات غیر پوسیده

- بعضی سایش های دندانی مثل erosion، attrition ، abrasion و حتی abfraction سرویکال نیاز به اعمال ترمیمی دارد.
- پس از کنترل عامل ایجاد کننده باید دو مساله افزایش مقاومت مینا در برابر دمینرالیزاسیون و کنترل حساسیت عاجی را مد نظر قرار داد.
- استفاده از لیزر های کم توان و پرتوان برای کنترل افزایش حساسیت عاجی ممکن است.

- لیزرهای کم توان با تحریک پاسخ سلولی باعث کاهش سطح درد و پلاریزه شدن الیاف عصبی و تشکیل عاج ثالثیه می شوند.
- لیزر تراپی می تواند با کاهش التهاب و افزایش تشکیل عاج واکنشی باعث کاهش زمان ترمیم بافت پالپ شده درد و ناراحتی بیمار را کنترل نماید.

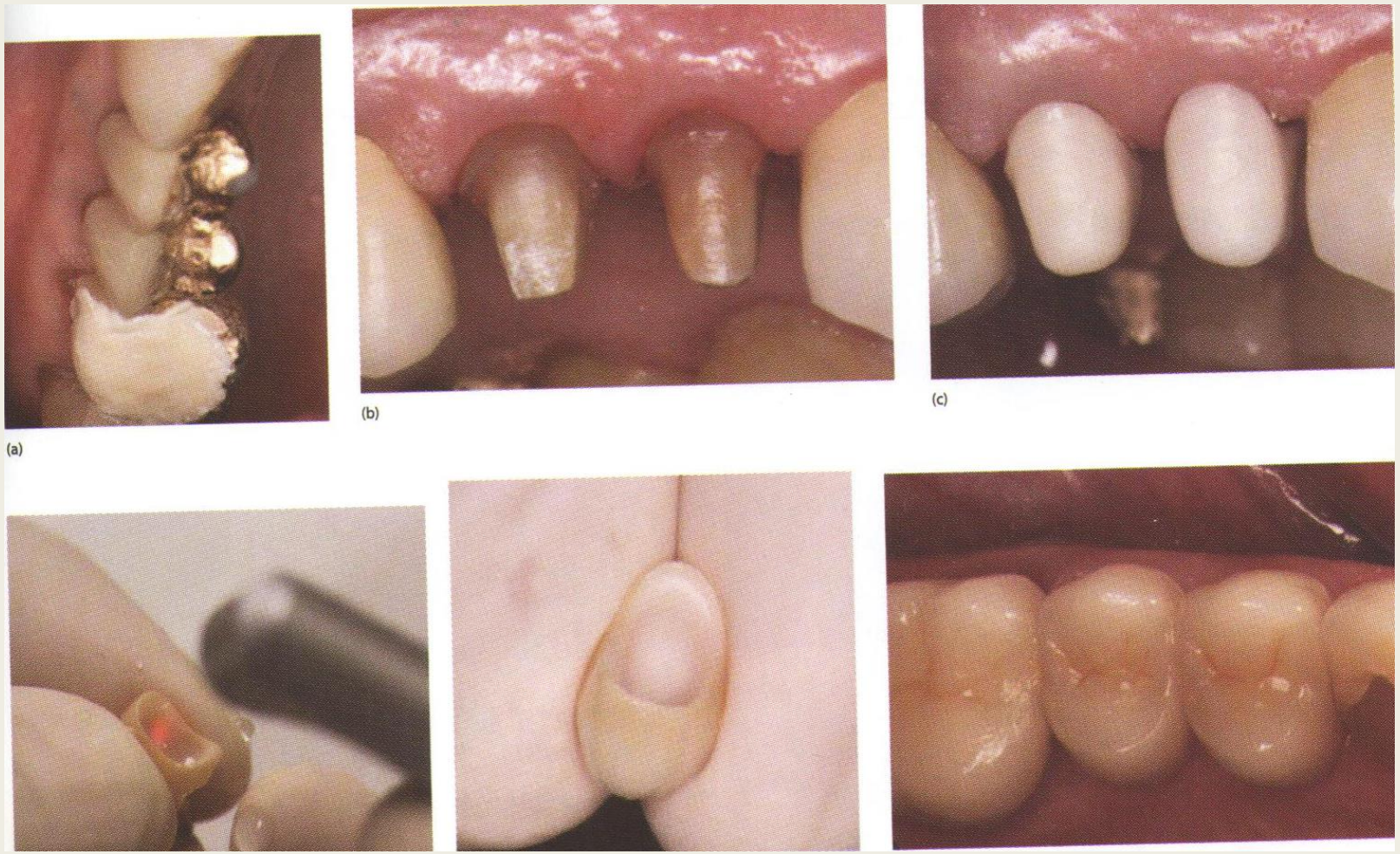
- پروتکل: انرژی 4J/cm2 ، توان ۱۵ mW ، ۱۰ ثانیه در ۴ ناحیه مزیال، دیستال وسط و سرویکال هر دندان در سه نوبت زمانی با فاصله ۷۲ ساعت


(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)

- لیزرهای پرتوان را می توان برای ذوب کردن، کریستاله شدن دوباره و بسته شدن دهانه توبول های عاجی به کار گرفت.
- لیزر Nd:YAG توانایی ایجاد سطح گلیز شده ای از عاج را داراست که می تواند دهانه توبول های عاجی را مسدود نماید.
- از لیزر CO2 و خانواده اربیوم هم برای بستن دهانه توبول ها استفاده شده است.
- بررسی کلی نشان می دهد که لیزرهای پرتوان مزیت بالینی اندکی در مقایسه با روش های متداول کنترل افزایش حساسیت عاجی دارند.

اماده سازی سطوح داخلی ترمیم های سرامیکی

- برای آماده سازی سطح داخلی سرامیک ها و بهبود باندینگ آن با سمان های رزینی می توان از لیزرهای خانواده اربیوم و یا Nd:YAG برای ایجاد گیرهای ریز مکانیکی استفاده نمود.


(a)
(b)
(c)

بلیچینگ

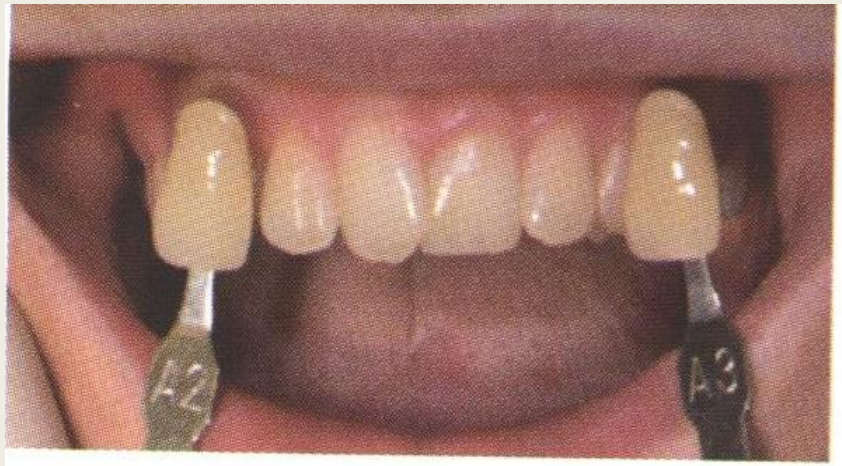
- اصول تمامی درمان های بلیچینگ بر کاربرد پراکسید هیدروژن در مطب یا ژل های ضعیف تر در منزل استوار است.
- برای فعال نمودن H2O2 باید آن را با منابع نوری گرم نمود یا با واکنش های فتوشیمیایی تحریک کرد.
- لیزر های دیود و LED آبی رنگ به عنوان منابع نوری مطرح هستند.
- لیزرهای دیودی برای بلیچینگ در طول موج های ۸۱۰-۸۳۰nm و توان ۱-۱۰ W در دسترس است که به دلیل ماهیت مادون قرمز بودن آن **خطر افزایش حرارت** را به دنبال دارند. از این رو، بایستی حتما از ژل های مخصوص دارای رنگدانه استفاده شود که با جذب نور لیزر از انتشار نور و حرارت حاصل از آن به بافت های عمقی تر و پالپ جلوگیری نماید.
- ژل های مخصوص این طول موج ها معمولا به رنگ آبی هستند

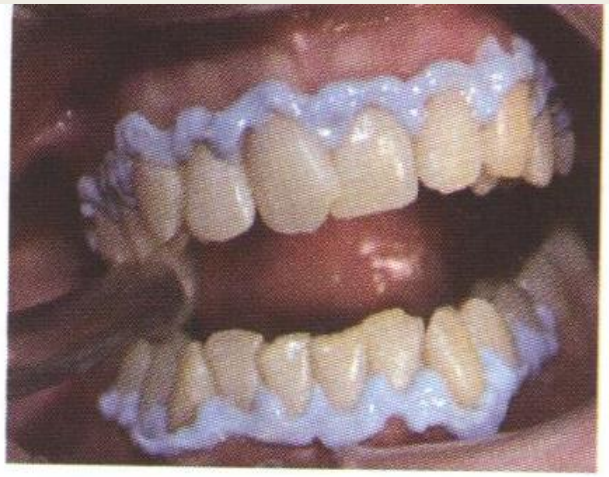
- از LED با طول موج ۴۰۰-۵۰۰nm برای پلیمریزاسیون کامپوزیت ها و بلیچینگ استفاده می شود.
- توان تجمعی حتی تا حد 1200 mW/cm2 می تواند بدون افزایش حرارت و تنها از طریق مکانیسم فتوشیمیایی ژل بلیچینگ را فعال نماید.
- در فرایند بلیچینگ هماهنگی ژل با منبع نوری فعال کننده آن ضروری است.
- این هماهنگی باعث انجام واکنش فتوشیمیایی در H2O2 شده و شکست مولکول های پیگمانته بزرگ و تبدیل آن به مولکول های کوچک تر اتفاق می افتد
- انچه از نظر ایمنی کار مهم است رعایت این نکته است که واکنش باعث افزایش حرارت در دندان و بافت پالپ نشود.
- حرارت ایجاد شده با منابع نوری همچون لامپ هالوژن بالا و با LED آبی پایین است.

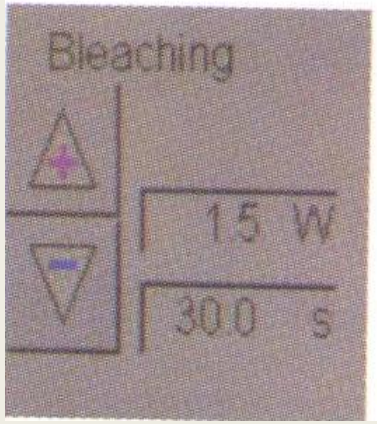
پروتکل بلیچینگ با لیزر

کنترل حساسیت پس از بلیچینگ

- در صورت رعایت اصول مورد اشاره و عدم افزایش حرارت و نیز استفاده از لیزر کم توان با خروجی ۴۰ mW برای بیواستیمیولیشن می توان در حدود ۲/۳ بیماران بدون حساسیت شدید درمان را به انجام رساند.


A2
A3




Bleaching
15 W
30.0 s