لیزر در دندانپزشکی: یک مطالعه مروری

خلاصه

از آنجایی که لیزر روشـــی دقیق و موثر برای اجرای بســـیاری از فرآیندهای مرتبط با دندان می باشـــد، به رشـــته دندانپزشـــکی ورود پیدا کرد. درمان با لیزر برای غلبه بر معایب روش های درمانی مرســـوم امیدوار کننده به نظر می رسد. زمانی که کاربرد لیزرهای دندانی توسعه یابد، دندانپزشک های بیشتری از این فناوری برای درمان دقیق بیماران اسـتفاده خواهند کرد که ممکن اسـت میزان درد و زمان بهبود را به حداقل برسـاند. همه جنبه های دندانپزشـکی از جمله بهداشت دهان، جراحی دهان، دندانپزشکی ترمیمی و کودکان، جراحی لثه، کاشت دندان و پروتز، با استفاده از فناوری لیزر به گونه مثبتی تحت تاثیر قرار گرفته اند. کارکرد لیزرها به صـــورت کم تهاجمی و بدون هیچگونه نار ضایتی برای بیمار، تاثیر بسزایی بر ارائه مراقبت دندان گذا شته ا ست. این شرایط با ادامه تو سعه و پی شرفت این فناوری ادامه خواهد داشت.

واژگان کلیدی: آرگون، دندانپزشـــکی، فلورســـنس، تقویت نور به روش گســـیل القایی تابش، طول موج، ایتریم، آلومینیوم، گارنت دوپ شده با نئودیمیم

مقدمه

واژه LASER مخفف شده عبارت Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation یا همان تقویت نور به روش گسیل القایی تابش می باشد. مبانی لیزر اولین بار در سال 1917 زمانی که آلبرت انیشتین فیزیکدان، تئوری گسیل القایی را مطرح کرد، شناخته شد [1]. لیزرها در دندانپزشکی به عنوان فناوری جدید تلقی می شود که در دندانپز شکی بالینی برای غلبه بر برخی از م ضراتی که در فرآیندهای دندانی مر سوم وجود دا شت به کار گرفته شد. این فناوری برای اولین بار در سال 1960 برای کاربرد دندانپز شکی مورد ا ستفاده قرار گرفت. با این حال کاربرد آن طی چند دهه اخیر به شـدت افزایش یافت. امروزه فناوری لیزر در پخش کننده های لوح های فشـرده، به

عنوان پوینتر برای سخنرانی و بالاتر از همه در زمینه پزشکی و دندانپزشکی مورد استفاده قرار می گیرد. استفاده از فناوری لیزر و مزایای آن در زمینه های پزشکی و دندانپزشکی نقش بزرگی مراقبت و سلامت بیمار ایفا می کند. این مقاله به عناوینی از جمله تاریخچه لیزر، تعامل لیزر و بافت، طول موج لیزر، انواع و کاربردهای استفاده از لیزر در انواع فرآیندهای بافت نرم و سخت در دندانپزشکی می پردازد.

تاریخچه لیزرها

در سال 1960 تئودور میمن اولین دانشمندی بود که عملکرد لیزر را نشان داد و یک وسیله لیزری معروف به لیزر یاقوتی ساخته شده از اکسید آلومینیوم را نیز توسعه داد که پرتو شدید قرمز رنگی ساطع می کرد. پس از این اختراع، محققان فعال در زمینه دندانپزشکی شروع به بررسی پتانسیل های مختلف لیزر کردند. در سال 1965 *Stern* و *Sognnaes* گزارش کردند که لیزر یاقوتی می تواند مینا را تبخیر کرده و اثرات حرارتی بر پالپ های دندانی داشته باشد. محققان از سال 1970، شروع به پیدا کردن کاربردهای بالینی لیزرهای پزشکی CO_2 و Nd:YAG (ایتریم، آلومینیوم، گارنت دوپ شده با نئودیمیم) در بافت های نرم دهانی کردند. اولین لیزری که واقعاً هم در بافت نرم و هم سخت کاربرد داشت، لیزر CO_2 بود که توسط *Patel* در سال 1964 اختراع شده بود [2]. لیزر Nd:YAG نیز در سال 1964 یک سال پس از اختراع لیزر یاقوتی توسط *Geusic* توسعه یافت. با این حال با وجود لیزر یاقوتی و دیگر لیزرهای آن دوره، تا مدت زمان طولانی از دیدها مخفی ماند، تا اینکه در سال 1990 اولین لیزر Nd:YAG پالسی منتشر شد که به نظر می رسید با بافت های سخت تعامل بهتری داشته باشد.

در سال 1971 اولین استفاده از لیزرها در درمان ریشه توسط *Weichman* و *Johnson* گزارش شد که از لیزر CO_2 با قدرت فروسرخ بالا برای سیل کردن مجرای نوک ریشه در شرایط آزمایشگاهی استفاده کرده بودند [2]. تحقیقات برای کاربردهای بیشتر با یک لیزر سازگار با همه بافت ها از جمله تهیه تاج و روکش، کاربرد در ارتودنسی، درمان ایمپلنت پیشرفته جدید شامل تقویت سینوس و پیوند استخوان ها، بازسازی بافت لثه و حتی کاربردهای لیزر درمانی سطح پایین با استفاده از لیزر ایتریم، اسکاندیوم، گالیوم، گارنت (YSGG) ادامه می یابد. بنابراین کاربردهای

بالینی لیزرها ادامه دار بوده و به ســـرعت افزایش می یابد. در حال حاضـــر لیزرها برای انواع فرآیندهای مرتبط با دندانپزشکی به کار گرفته شده اند که در ادامه شرح داده می شوند.

تعامل لیزر – بافت

نور لیزر چهار نوع تعامل با بافت های هدف دارد که به خصـوصـیات نوری آن بافت شـامل جذب، انتقال انرژی لیزر، انعکاس، پراکنش نور لیز بستگی دارد.

جذب

زمانی که لیزر به بافت تابانده می شود، جذب انرژی لیزر در بافت هدف صورت می گیرد. طول موج های مختلف لیزر، ضـــریب جذب های مختلفی توســـط محتوای بافت دندانی از جمله آب، رنگدانه، محتوای خونی و معدنی دارد. انرژی لیزر برح سب ترکیبات بافت هدف می تواند جذب یا منتقل شود. این ترکیبات اولیه کروموفر نام دارند که می توانند نور لیزر با طول موج مشخص را جذب کنند. در کل، طول موج های بلندتر مانند لیزر اربیوم، افینیتی بالاتری با آب و هیدروکســـی آپاتیت دارند. لیزر CO_2 دارای طول موج 10600 نانومتر به خوبی توســـط آب جذب و تنها تا چند میکرونی ســـطح بافت هدف نفوذ می کند [3]. طول موج های کوتاه تر بین 500 الی 1000 نانومتر به راحتی با بافت های رنگدانه دار و اجزای خون جذب می شـــوند. برای مثال، هموگلوبین رنگدانه ای افینیتی بالاتری برای لیزر آرگون دارد، در حالی که ملانین لیزر دیودی و Nd:YAG را جذب می کند.

شاخصه اصلی که عمق نفوذ و جذب نور لیزر در بافت هدف را تعیین می کند، طول موج لیزر مورد استفاده می باشد. بسته به طول موج مورد استفاده برخی لیزرها قادرند به یک بافت بیشتر از سایر بافت ها نفوذ کنند. در مقابل، سایر لیزرها نفوذ محدودی داشته و تنها بر سطح بافت تاثیر گذار هستند. برای مثال Nd:YAG که برای استخوان و بافت سخت به کار برده می شود، 5-2 میلی متر در بافت نفوذ می کند [3]، در حالی که لیزر CO_2 نفوذ محدودی از 0/03 تا 0/1 میلی متر در بافت دا شته و بنابراین برای بافت های نرم به کار برده می شود. این طول موج، عمق کافی برای ترمیم عروق لفناوی و خونی آسیب دیده و پایانه های عصبی را فراهم می کند که منجر به هموستاز مناسب و حداقل

عوارض بعد از عمل می شـــود [3]. جدول 1 طول موج نور لیزر مورد اســـتفاده در کروموفورها و بافت های هدف آنها را نشان می دهد.

جدول 1: طول موج نور لیزر مورد استفاده و بافت هدف

نوع لیزرها	طول موج (نانومتر) حالت پالس	کرو مو فر های مورد استفاده	بافت هدف
دیود	850-1064	رنگدانه ها هموگلوبین ملانین	لثه، موکوس
Nd:YAG	1064	رنگدانه ها هموگلوبین ملانین	لثه، موکوس
Er:YAG	2940	آب هیدروکسی آپاتیت	لثه، موکوس مینا، عاج، استخوان
Er, Cr:YSGG	2860	آب هیدروکسی آپاتیت	لثه، موکوس مینا، عاج، استخوان
CO_2	10640	آب	لثه، موکوس مینا، عاج، استخوان

Nd:YAG: ایتریم، آلومینیوم، گار نت دوپ شـــده با نئودیمیم، Er:YAG: اربیوم: ایتریم، آلومینیوم، گار نت، Cr:YSGG: کروم: ایتریم، اسکاندیوم، گالیوم، گارنت

انتقال

این ویژگی به طول موج نور لیزر مورد اســتفاده بســتگی دارد. انتقال مســتقیم انرژی لیزر از طریق بافت، بدون ایجاد هرگونه اثری بر بافت هدف رخ می دهد. نور لیزر Nd:YAG، آرگون و دیود از طریق آب منتقل می شــود، در حالی که مایعات بافت به آســانی خانواده اربیوم و CO_2 را در ســطح خارج جذب می کنند؛ بنابراین انتقال انرژی کمی در بافت های مجاور رخ می دهد [3].

انعکاس

این ویژگی لیزر منجر می شود که نور لیزر خودش را از سطح هدایت کرده و روی بافت هدف تاثیری نمی گذارد. این نور منعکس شده در صورتی که به بافتی غیر از بافت هدف مانند چ شم ها منعکس شود، می تواند خطرناک با شد. هرچند یک وسیله لیزری تشخیص پوسیدگی از نور منعکس شده برای اندازه گیری میزان ساختار دندانی سالم استفاده می کند.

پراکنش نور لیزر

همچنین پراکنش نور لیزر همراه با کاهش انرژی آن و احتمالاً بدون ایجاد هرگونه اثر زیستی مفید رخ می دهد. این ویژگی می تواند منجر به آسیب های ناخواسته ناشی از انتقال حرارت به بافت مجاور ناحیه جراحی شود. هرچند یک پرتوی منحرف شده در مسیرهای مختلف، سفت کردن کامپوزیت رزین یا درمان زخم آفت را تسهیل می کند [3].

متخ ص صین بالینی باید ستی فاکتورهای خاص مانند طول موج منا سب لیزر، قطر پرتو، حالت متمرکز یا غیر متمرکز، انرژی پالس یا خروجی نیرو، اندازه ناحیه هدف و خنک سازی بافت را قبل از ا ستفاده لیزر در نظر بگیرند. ا ستفاده از نواحی هدف کوچکتر منجر به افزایش انتقال حرارت از لیزر به بافت و به موازات آن، جذب بالاتر حرارت در آن ناحیه کوچک می شود. اگر پرتو لیزر از بافت هدف من شعب شود، منجر به افزایش قطر پرتو و بنابراین کاهش میزان انرژی پرتو لیزر خواهد شد.

اگر پرتو لیزری مدت زمان طولانی تری به بافت هدف تابیده شود، منجر به افزایش دمای بافت خواهد شد که این مدت زمان با نرخ تکرار حالت نشر لیزر پالس دار نیز می تواند کنترل شود.

دسته بندی لیزرها

لیزهای گازی:

- آرگون
- دی اکسید کربن

مایع:

- رنگ ها

جامد:

- Nd:YAG
- اربیوم: ایتریم، آلومینیوم، گارنت (Er:YAG)
- دیود

نیمه رسانا:

- لیزر سیلیکون هیبریدی

اکسایمرها:

- آرگون-فلوراید
- کریپتون-فلوراید
- زنون-فلوراید

طول موج لیزرهای مورد استفاده در دندانپزشکی

لیزرهای آرگون

این لیزر ماده فعالی از گاز آرگون یونیزه دارد که با یک تخلیه الکتریکی با جریان بالا انرژی زایی کرده و نور لیزر از طریق فیبر نوری در موج پیوسته منتقل و وارد حالت های پالس دار می شود. دو طول موج نشری لیزر آرگون در دندانپزشکی مورد استفاده قرار می گیرد: 488 نانومتر (آبی) و 514 نانومتر (سبز آبی). هر دو طول موج به طور ضعیفی در مینا و عاج دندان جذب می شوند که حین برش و حذف بافت های لثه یک مزیت به حساب می آید، به دلیل اینکه کمترین تداخل را با بافت سخت دندان داشته و هیچگونه آسیبی در سطح دندان ایجاد نمی کنند. هر دو طول موج برای شناسایی پوسیدگی ها به کار گرفته می شوند. زمانی که نور لیزر آرگون به دندان می تابد، فضاهای خالی به رنگ قرمز-نارنجی تیره در آمده و به راحتی از ساختارهای سالم اطراف قابل تشخیص می شود [3].

لیزرهای آرگون در جراحی لثه به کار گرفته می شوند، به دلیل اینکه آنها دارای خا صیت ضد باکتریایی علیه پرووتلا اینترمدیا و پروفیرومو ناس ژنژیوالیس بوده و همچنین به منظور درمان بدشـــکلی های عروقی مانند همانژیوم مورد ا ستفاده قرار می گیرند. عوارض احتمالی درمان با این لیزر شامل ت شکیل گرانولوما، خونریزی یا عدم بهبود زخم می باشد [4,5].

لیزرهای دیودی

لیزر دیودی از کریســـتال های نیمه رســـانای جامد ســـاخته شـــده از ترکیب آلومینیوم (با طول موج 800 نانومتر) یا ایندیوم (900 نانومتر)، گالیوم و آرســـنیک بوجود آمده اســـت. این طول موج ها به طور عمیقی در لایه مخاطی نفوذ کرده و به میزان بالایی بوسیله بافت های رنگدانه دار تضعیف می شود؛ هرچند هموستاز در مقایسه با لیزر آرگون آرام تر ایجاد می شود. این لیزرها بهترین لیزر جراحی بافت نرم می باشند؛ به دلیل اینکه این طول موج ها به طور ضعیفی بو سیله بافت سخت دهانی جذب می شوند، بنابراین جراحی می تواند به طور ایمن انجام شود. این لیزر برای ترمیم پلاستیک لثه، دبریدمان سالکوس لثه و فرآیند انعقاد عمیق تر در لثه یا غشای مخاطی به کار گرفته شده است. مزیت اصـلی لیزرهای دیودی این اسـت که یکی از کوچکترین ابزارها بوده و قابل حمل می باشـد. این لیزرها همچنین می توانند تکثیر فیبروبلاستی را در سطوح پایین انرژی تحریک کنند [6,7].

لیزرهای Nd-YAG

لیزر Nd:YAG دارای موادی فعال و جامد می باشد که کریستال گارنت تشکیل شده از اجزای کمیاب زمین ایتریم و آلومینیوم دوپ شده با یون های نئودیمیم می با شد. طول موج در د سترس دندانی 1064 نانومتر برای فرآیندهای بافت نرم مختلفی مانند برش و انعقاد لثه و دبریدمان سالکوس لثه در نظر گرفته شده است. این لیزر با فراهم ساختن هموســـتاز مناســـب، زمینه عمل واضـــحی حین فرآیندهای بافت نرم فراهم می کند. این لیزر همچنین برای حذف پوسیدگی های اولیه به کار گرفته می شود، هرچند کارایی کمتری در مقایسه با لیزرهای Er:YAG یا اربیوم، کروم: YSSG دارد. زمانی که به صورت غیرتما سی و غیرمتمرکز ا ستفاده شود، این طول موج می تواند برای فرآیندهایی

مانند درمان زخم آفت یا بی حسی پالپ مورد استفاده قرار گیرد. هرچند به دلیل کاهش عمکلرد پالپی، گاهی اوقات آسیب به پالپ دندانی ممکن است ایجاد شود [8].

خانواده اربیوم

طول موج هایی که استفاده می شوند شامل موارد زیر می باشند:

اربیوم، کروم: YSGG (2780 نانومتر)

اربیوم، کروم: YSGG (2780 نانومتر) که ماده فعالی از کریستال جامد ایتریم، اسکاندیوم، گالیوم، گارنت دوپ شده با اربیوم و کروم دارا می باشد.

اربیوم: YAG (2940 نانومتر)

اربیوم: YAG (2940 نانومتر) که دارای ماده فعال از کریستال جامد ایتریم، آلومینیوم، گارنت دوپ شده با اربیوم می باشد. هر دو لیزر در حذف پوسیدگی ها به کار گرفته می شوند. لیزر حین آماده سازی، حفره حاشیه ای تیز و تمیز تولید می کند. از آنجا که عمق نفوذ طول موج لیزر کمتر است، بنابراین آسیب پالپی حداقل است. حین حذف پوسیدگی، از آنجا که لیزر دارای اثر بی حسی می باشد، بی حسی معمولاً برای بیشتر بیماران تجویز نمی شود. لیزر در حذف اندوتوکسین ها از سطح ریشه نیز نقش داشته و بنابراین دارای خاصیت ضد میکروبی نیز می باشد. این لیزرها برای بیمار راحتتر می باشد، به دلیل اینکه لرزش ایجاد شده توسط لیزر شدت کمتری در مقایسه با دریل های مرسوم با سرعت بالا می باشد. بنابراین احتمالاً تحریک درد یا نارضایتی حین عمل کمتر می باشد [9,10].

لیزر Er-Cr:YSGG

این لیزر به طور گسترده ای در فرآیندهای اچ کردن و ترمیم به کار گرفته می شود. حین آماده سازی حفره، لیزر بدون ایجاد هرگونه ضربه در بافت سخت دندانی، سطوح سختی برای اتصال ایجاد می کند. مزیت این لیزر برای دندانپزشکی ترمیمی این است که یک ضایعه پوسیدگی در مجاورت لثه قابل درمان بوده و بافت نرم با ابزار مشابهی مجدداً کانتور می شود. علاوه بر این، انقباض بافت برای برداشتن پوشش ایمپلنت ها با این طول موج ایمن می باشد، به دلیل اینکه حین فرآیند کمترین میزان انتقال حرارت رخ می دهد. هرچند سطح خشن ایجاد شده حین فرآیند اچ

کردن، دارای بازه وسیعی از قدرت اتصال مینا خواهد بود که قابل اعتماد نیست. بنابراین، فرآیند همچنان به اچ کردن با اسید نیاز دارد تا به قدرت اتصال متعادلی برسد [10].

لیزر CO_2

لیزر CO_2 تخلیه گاز هوا یا آب سرد شده حاوی مخلوط گازی با مولکول های CO_2 می باشد که به تولید پرتو نور فرو سرخ کمک می کند. انرژی نور که طول موج آن 10600 نانومتر ا ست، به خوبی تو سط آب جذب و تو سط یک موج بر لوله مانند توخالی به صورت پیو سته یا پالسی دریچه دار منتقل می شود. طول موج لیزر می تواند به آ سانی در برش و انعقاد بافت نرم به کار برده شود که زمینه ای مناسبی برای کار فراهم می کند. این لیزر به دلیل اینکه عمق نفوذ محدودی دارد، برای درمان جراحات لایه مخاطی در نظر گرفته شده است. درد پس از عمل معمولاً حداقل است یا وجود ندارد، به دلیل اینکه لیزر درد را با القای بی حسی عصبی موضعی از طریق مسدود سازی نورون و جلوگیری از آزاد شدن واسطه های درد کاهش می دهد. لیزر CO_2 معایبی نیز دارد. به هر حال به دلیل تاخیر در بازسازی اپی تلیوم و الگوهای مختلف بسته شدن زخم، تاخیر در بهبود زخم برای چند روز رخ می دهد. علاوه بر این، از دست دادن حس لامسه نیز می تواند یک اشکال برای این جراحی در نظر گرفته شود. با وجود این، از طریق عملکرد محتاطانه تر، برداشتن بافت می تواند دقیق تر انجام شود [11].

استفاده از لیزر در حساسیت بالای عاج و کنترل درد

حساسیت بالای عاج (DH) یکی از شایع ترین دلایل درد دندان ها می باشد. لیزر درمانی با سطح پایین (LLLT) برای درمان حساسیت بالای عاج مورد استفاده قرار گرفته است. این مسئله برپایه تغییرات ناشی از لیزر در شبکه انتقال عصبی در پالپ دندانی به جای تغییرات سطح عاج مواجهه یافته استوار می باشد که در مورد سایر ابعاد درمانی نیز صدق می کند.

علاوه بر اثرات موضعی بر انتقال عصبی، پیشنهاد شده است که LLLT ممکن است موجب مهار کاهشی در سیستم عصبی مرکزی شود؛ هرچند این مسئله بایستی اثبات شود [12]. لیزرهای با قدرت پایین از آزاد شدن واسطه عصبی از بافت های آسیب دیده جلوگیری می کند. به عبارتی دیگر آنها غلظت عوامل شیمیایی از جمله هیستامین، استیل

کولین، سـرتونین، $H+$ و $K+$ که همه واسـطه های عصـبی درد هسـتند را کاهش می دهد. لیزرهای با قدرت پایین تراکم استیل کولین، واسطه عصبی درد را از طریق افزایش فعالیت استیل کولین استراز را مهار می کند [12].

کاربردهای لیزر برای بافت های سخت

لیزرها برای تشخیص پوسیدگی ها

این فناوری تشخیصی که در آن یک دیاگنودنت و یک لیزر دیودی 655 نانومتری به تشخیص پو سیدگی های اولیه کمک می کنند، فلورسنس ناشی از لیزر نامیده می شود. زمانی که لیزر به دندان تابیده می شود، نور توسط مواد آلی و غیرآلی موجود در بافت های دندانی و همچنین متابولیت هایی مانند پورفیرین های باکتریایی جذب می شـود. این پورفیرین ها پس از تهییج توسـط نور قرمز مقداری فلورسـنس از خود نشـان می دهند. از آنجایی که باکتری در ضایعات پو سیدگی وجود دارد، بافت های پو سیده فلور سنس بی شتری در مقایسه با بافت سالم نشان می دهد که موجب تفکیک بین ساختار دندانی سالم و پو سیده می شود. این فناوری می تواند ضایعات پو سیده اکلوزال و بین دندان ها و ضایعات مخفی زیر شیار پوش دندان را شنا سایی کند. هرچند این فرآیند به نظر می رسد ایمن با شد، مطالعات بیشتر برای بررسی اثرات مفید این فناوری جدید لازم است [13-15].

لیزرها برای حذف پوسیدگی ها و آماده سازی حفرات

لیزرهای Er:YAG ثابت شده است که در حذف پو سیدگی ها و آماده سازی حفرات در بیماران کودک و بزرگسال ایمن و موثر بوده و آسیب قابل توجهی به ساختار دندان ایجاد نکرده و موجب نارضایتی بیمار نمی شود. این وسیله همچنین به حذف ترمیم کامپوزیتی ناقص و از بین بردن ضایعات پو سیدگی انتهایی حین تکنیک حفاری (که در آن نوک لیزر یاقوت مستقیماً به سمت ضایعات پو سیدگی انتهایی زاویه گرفته است) کمک می کند؛ در حالی که لبه حاشیه های انتهایی دندان را حفظ می کند [16,17]. مبنای به کار گرفته شده فلورسنس است. زمانی که لیزر به سمت بافت هدف گیری می شود، باکتری های موجود در عاج عفونی سیگنالی برای متخصص بالینی ایجاد کرده و همچنین می تواند عمل لیزر پالس دار را برای حذف خودکار پوسیدگی ها کنترل کند.

لیزرهای مورد استفاده برای جرم گیری

لیزر Er:YAG برای حذف جرم دندان مورد اســتفاده قرار می گیرد، به دلیل اینکه پورفیرین های باکتریایی موجود در جرم دندانی سیگنال فلورسنس قدرتمندی از خود نشان می دهند که می تواند برای کنترل لیزرهای مورد استفاده برای سنجش به کار گرفته شود. این لیزرها در حذف لیپو پلی ساکاریدها و دیگر اندوتوکسین های سطح ریشه موثر بوده و به میزان بالایی علیه پاتوژن های دهانی مانند پورفیرومونـاس ژنژیوالیس و اکتینوباســیلوس اکتینومایســتم کومیتانس خاصیت باکتری کشی دارد.

سفید کردن دندان با لیزر

هدف سفید کردن دندان با لیزر، دسترسی به بالاترین قدرت فرآیند سفید کردن با استفاده از موثرترین منبع انرژی و در عین حال اجتناب از هرگونه اثر زیان آور می باشــد. اســتفاده از لیزر آرگون 488 نانومتری به عنوان منبع انرژی برای تهییج مولکول پراکسید هیدروژن مزایای بیشتری نسبت به دیگر ابزارهای حرارتی دارد. لیزر آرگون به سرعت مولکول پراکســید هیدروژن واکنشــی و ناپایدار را تهییج کرده، ســپس انرژی بین همه مولکول ها جذب و به حالت برانگیخته می رســد. لیزرها می توانند با اســتفاده از فوتواکســیداســیون مولکول های رنگی در دندان یا واکنش با ترکیبات ژل ســفید کننده از طریق واکنش های فوتوشــیمیایی، ســفید کنندگی دندان را افزایش دهند که نتیجه آن یک سطح دندانی سفید شده می باشد [18].

فرآیندهای جراحی

طول موج های مختلف لیزر در جراحی دهان و فک و صــورت مورد اســتفاده قرار گرفته اســت. از آنجایی که جذب بالایی از لیزر CO_2 در طول موج 10600 نانومتر در بافت های آب دار رخ می دهد، به طور وســیعی در فرآیندهای جراحی دهان انجام شده به صورت داخل دهانی و خارج دهانی به کار گرفته شده است. لیزرهای CO_2 برش های نسبتاً عمیق و دقیق ایجاد کرده و از این رو هموستاز بالایی دارند. در برش با لیزرهای اربیوم آسیب استخوانی کمی وجود دارد که منجر به ناراحتی بعد از عمل بیماران شــود. مدیریت بیماران با آپنه خواب، اختلال TMJ (اختلال مفصــل فکی-گیجگاهی)، ایمپلنت دندانی، ضــایعات پیش توموری و جراحات فکی پس از آســیب، با توســعه جراحی لیزری به طور قابل توجهی بهبود یافته است.

در یک کارآزمایی بالینی، 250 بیمار با شرایطی مانند هیپرپلازی لثه، ضایعات خوش خیم و بدخیم، ضایعات قرمز و سفید و خون ریزی و اختلالات انعقاد، با لیزرهای CO_2 درمان شدند. نتایج بدست آمده نشان داد که لیزر CO_2 نسبت به جراحی مرسوم با چاقوی جراحی، زمینه ای بدون خون ریزی، مشکلات کمتر بعد از عمل، انعقاد بافت و دسترسی بهتر در برخی نواحی از پوسیدگی های دهانی، فراهم می سازد. مزایا در مقایسه با زخم های چاقو همچنین شامل استریل سازی زخم های محل، حداقل آسیب حین عمل و تورم بعد از عمل کمتر، عدم نیاز به بخیه در بیشتر موارد، حداقل استفاده از بی حسی موضعی و درد و ناخوشایندی کمتر بعد از عمل و پذیرش بهتر بیمار، می باشد [19].

جراحی استخوان و افزایش طول تاج

لیزر YSGG نیز برای اولی بار برای استخوان؛ از جمله برای برش، تراشیدن، کانتورینگ (اصلاح حاشیه ها) و تراشیدن بافت استخوانی دهان به کار گرفته شد. سپس این لیزر برای پیوند استخوانی، برش استخوان و کانتورینگ مجدد به منظور اصلاح نقایص و اصلاحات فیزیولوژیکی ضروری استخوان برای رسیدن به نتایج ایده آل بالینی، به کار گرفته شد. در سال 2003 لیزر YSGG اولین وسیله لیزری بود که برای طویل سازی تاج استخوانی برای رسیدن به عرض مورد نظر استفاده شد که بدون ایجاد ضایعه، بخیه یا آسیب به استخوان انجام شد (Wang, 2002). راحتی استفاده از سیستم YSGG باعث می شود دندان پزشکان با یک ROI قوی، اکثر فرآیندهای طویل سازی تاج استخوانی را با آن انجام دهند که از لحاظ صرفه جویی در زمان ترمیم دندان نیز مهم بوده و موجب افزایش تقاضا برای دندانپزشکی زیبایی می شود.

کاربردهای لیزر در بافت های نرم

کورتاژ با لیزر

هم لیزر Nd:YAG و هم لیزر دیودی برای تراش به کار گرفته شده اند. تراش به کمک لیزر به طور قابل توجهی نتایج التهاب دهانی را از ملایم تا متوسط بهبود می بخشد. درمان غیرتهاجمی بوده و برای بیمار راحت می باشد. اثرات سودمند این لیزرها ناشی از خصوصیات باکتریایی به ویژه علیه پاتوژن های التهابی دهان مانند پورفیرومونا‌س

ژنژیوالیس و اکتینوباسیلوس اکتینومایستم کومیتانس می باشد. هرچند مطالعات اخیر نشان داده اند که مزیت اضافه ای برای این لیزرها در مقایسه با دبریدمان های مرسوم وجود ندارد.

نمونه برداری از کل توده یا بخشی از توده بوسیله لیزر

این فرآیندها در $100^{\circ}C$ انجام می شود. لیزرها در حالت برش یا متمرکز قرار داده شده و به صورت عمودی نسبت به بافت نگه داشته می شود و ادامه روند جراحی دنبال می شود. زمانی که نور لیزر با بافت نرم تماس پیدا می کند، تبخیر محتوای آب داخل و خارج سلولی منجر به حذف یا از بین رفتن بافت زیستی می شود. هرچند زمانی که دما از $200^{\circ}C$ بیشتر می شود، حرارتی بوسیله بافت ها ایجاد می شود که منجر به تقطیر تخریبی (کربنی شدن) و نکروز غیرقابل برگشت بافت ایجاد می شود.

علاوه بر این، اهداف اختصاصی در بافت نرم برای استفاده بالینی لیزرها وجود دارد؛ از جمله رنگ زدایی لثه، برداشت لثه/ ترمیم پلاستیک لثه، اپرکولکتومی، دبریدمان سالکوس لثه، انقباض سالکولار، فرآیندهای پیوند جدید به کمک لیزر، حذف بافت برآمده، پوشش پالپ، پالپوتومی و پالپکتومی، ایجاد شکاف و برداشت آبسه، حذف بافت های با تکثیر بالا، فرنکتومی، شکل دهی وستیبول و درمان زخم های آفتی راجع و تبخالی. دیگر فرآیندهای جراحی با برش که می تواند به آسانی با استفاده از لیزرها انجام شود، حذف رشدهای خوش خیم مانند فیبروما و پاپیلوما می باشد. علاوه بر این، LLLT برای ضایعات بافت نرم دهانی مانند کراتوز اصطکاکی، استوماتیت نیکوتینی، لکوپلاکی، اریتروپلاکی، کارسینوم زگیلی، به کار گفته گرفته شده است [20].

نشان داده شده است که سیستم Er-Cr:YSGG (Waterlase C-100) برای آزاد کردن اتصالات فیبروزی، فیروز تحت مخاطی دهان به کار گرفته شده است. که بر فرآیند هیدروفوتونیک عمل می کند که در آن انرژی از لیزر Er-Cr:YSGG با قطرات آب بر روی بافت اثر گذاشته تا مولکول آب را تهییج کرده و با گسترش و دفع میکرویی برشی دقیق و تمیز از بافت سخت ایجاد می کند.

درمان با فوتودینامیک

درمان با فوتودینامیک (PDT)، یک واکنش بسیار قدرتمند فوتوشیمیایی ناشی از لیزر می باشد که در درمان بدخیمی های مخاط دهانی بویژه کارسینوم سلولی فلسی چند کانونی به کار می رود. به دلیل اینکه در رنگ های فعال شده با نور، فعال سازی رنگ های حساس با لیزر در درمان با فوتودینامیک موجب تولید گونه های اکسیژن فعال می شود. این ها در مقابل مستقیماً به سلول ها و شبکه عروق خونی مربوطه آسیب رسانده و نکروز و آپوپتوز را تحریک می کنند [21].

درمان با فوتودینامیک موجب تخریب توده سلول های توموری می شود. شواهد زیادی وجود دارد که درمان با فوتودینامیک پا سخ ایمنی میزبان را فعال کرده و ایمنی ضد توموری را از طریق فعال سازی ماکروفاژها و لنفو سیت های T، تقویت می کند. مطالعات بالینی نتایج مثبی برای درمان کارسینوم به صورت در محل *(in-situ)* و کارسینوم سلول فلسی در حفره دهانی با ا ستفاده از درمان با فوتودینامیک و با نرخ پا سخ دهی حدود 90 در صد گزارش کرده اند. بخش های درمان شده تظاهراتی مانند التهاب پوست و ادم و در ادامه نکروز و جراحت از خود نشان می دهند. ضایعات زخم شده معمولاً بیش از 8 هفته زمان می برد تا به طور کامل بهبود یابند و نیاز به بی حسی کمکی در چند هفته اول می باشد. به غیر از حساسیت کوتاه مدت به نور، درمان به خوبی تحمل شده است [22].

لیزرها در دندانپزشکی کودکان

درمان با لیزرها زمانی که برای کودکان به کار گرفته شوند، سودمند هستند؛ به دلیل اینکه بر هم کنش لیزرها با بافت نرم دقیق و انتخابی می باشد. همه فرآیندهایی که قبلاً بحث شد، در کودکان نیز به همان روال درمان می شوند. لیزرها می توانند درمانی بدون نیاز به سوزن و قطعات دستی با سرعت بالا فراهم کند که موجب ناراحتی کمتر حین و پس از عمل در کودکان می شود. علاوه بر این، در مورد درمان هایی که از لیزر استفاده می شود، نیاز کمتری برای درمان های مدیریت رفتاری وجود دارد. حین درمان با لیزر در ب سیاری از بیماران همو ستاز می تواند بدون نیاز به بخیه برقرار شود.

جدول 2 خلاصه ای از انواع لیزرهای مورد استفاده در تخصص های مختلف دندانپزشکی را نشان می دهد.

جدول 2: کاربردهای لیزر در دندانپزشکی

کاربرد	نوع لیزر مورد استفاده
تحقیقات پایه	همه انواع لیزرها
تعامل لیزر- بافت	
پزشکی دهان	He Ne، دیودها
داپلر فلومتری لیزری	He Ne، دیودها
فلورسنس ناشی از لیزر (تشخیص پوسیدگی)	دیود
درمان فوتودینامیک (برای درمان سرطان دهان)	
برای آزاد شدن اتصالات فیبروزی در OSMF	ErCr:YSGG
ضایعات بافت نرم دهانی (کراتوز فلسی، لوکوپلاکی، کارسینوم زگیلی)	دیود
جراحی دهان و فک و صورت	
برای حفظ هموستاز	CO_2
کاهش برآمدگی، آلوئولوپلاستی، حذف فلپ و استخوان	اربیوم
دندانپزشکی محافظه کارانه	CO_2، Nd:YAG، Er:YAG
DH	
آماده سازی حفره	دیودها
سفت کردن کامپوزیت رزین با نور	CO_2، Nd:YAG، Er:YAG
آماده سازی سطح دندان، حذف کامپوزیت ترمیمی ناقص	آرگون، Er:YAG
جراحی ریشه	Nd:YAG، CO_2
درمان ریشه، جراحی قطع ریشه	Nd:YAG، CO_2
جراحی لثه	
برش به کمک لیزر	Nd:YAG، دیودها
برداشت لثه و ترمیم پلاستیک لثه	CO_2
اثر بی حسی و تحریک زیستی	
تحریک بهبود زخم	He Ne، دیودها، Nd:YAG

DH: حساسیت بالای عاج دندان؛ Nd:YAG: ایتریم، آلومینوم، گارنت دوپ شده با نئودیمیم؛ Er:YAG: اربیوم: ایتریم، آلومینوم، گارنت؛ Cr:YSGG: کروم: ایتریم، اسکاندیوم، گالیوم، گارنت

محدودیت لیزرها

- نیاز به آموزش و تمرین بیشتر در مورد انواع لیزرها و کاربردهای مختلف بالینی آنها وجود دارد.
- نیاز به هزینه بالایی برای خرید تجهیزات، فناوری اجرایی و سرمایه گذاری برای آموزش وجود دارد.
- بیش از یک لیزر ممکن است نیاز باشد؛ به دلیل اینکه طول موج های مختلفی برای فرآیندهای مختلف مورد نیاز می باشد.

نتیجه گیری

فناوری لیزر به طور گسترده ای در دندانپزشکی به کار گرفته می شود. در صورتی که به صورت موثر و اخلاقی از آن استفاده شود، لیزر به ابزاری ضروری در بسیاری از درمان های دندانی تبدیل می شود. هرچند لیزرها محدودیت های خودشان را داشته و هرگز عصای جادویی پزشکی و دندانپزشکی نبوده اند. از آنجا که تحقیقات بیشتر در حال تداوم است، آینده لیزر در دندانپزشکی امیدوار کننده می باشد. پیدایش لیزرها برای کاربردهای مختلف در دندانپزشکی ممکن است برنامه درمانی بیماران را تحت تاثیر قرار دهد. لیزرها همچنین ممکن است در صورتی که به طور ایمن و مناسب استفاده نشود، ثابت شود که تنها توفیقی اجباری است. همانگونه که آرون رز می گوید: " در نور مناسب، در زمان مناسب همه چیز فوق العاده به نظر می رسد".

REFERENCES

1. Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I. Lasers in nonsurgical periodontal therapy. Periodontol 2000 2004;36:59-97.
2. Yamamoto H, Sato K. Prevention of dental caries by acousto-optically Q-switched Nd: YAG laser irradiation. J Dent Res 1980;59:137.
3. Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: Science and instruments. Dent Clin North Am 2004;48:751-70, v.
4. Kutsch VK. Dental caries illumination with the argon laser. J Clin Laser Med Surg 1993;11:323-7.
5. Finkbeiner RL. The results of 1328 periodontal pockets treated with the argon laser: Selective pocket thermolysis. J Clin Laser Med Surg 1995;13:273-81.
6. Moritz A, Gutknecht N, Doertbudak O, Goharkhay K, Schoop U, Schauer P, *et al*. Bacterial reduction in periodontal pockets through irradiation with a diode laser: A pilot study. J Clin Laser Med Surg 1997;15:33-7.

7. Coluzzi DJ. Lasers and soft tissue curettage: An update. Compend Contin Educ Dent 2002;23:1104-11.
8. White JM, Goodis HE, Rose CL. Use of the pulsed Nd: YAG laser for intraoral soft tissue surgery. Lasers Surg Med 1991;11:455-61.
9. Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Kimura Y, Matsumoto N, Matsumoto K. Effects of Er,Cr: YSGG laser irradiation in human enamel and dentin: Ablation and morphological studies. J Clin Laser Med Surg 1999;17:155-9.
10. Frentzen M, Hoort HJ. The effect of Er: YAG irradiation on enamel and dentin. J Dent Res 1992;71:571.
11. Pogrel MA, Muff DF, Marshall GW. Structural changes in dental enamel induced by high energy continuous wave carbon dioxide laser. Lasers Surg Med 1993;13:89-96.
12. Khalighi HR, Anbari F, Beygom Taheri J, Bakhtiari S, Namazi Z, Pouralibaba F. Effect of low-power laser on treatment of orofacial pain. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects 2010;4:75-8.
13. El-Housseiny AA, Jamjoum H. Evaluation of visual, explorer, and a laser device for detection of early occlusal caries. J Clin Pediatr Dent 2001;26:41-8.
14. Tam LE, McComb D. Diagnosis of occlusal caries: Part II. Recent diagnostic technologies. J Can Dent Assoc 2001;67:459-63.
15. Lussi A, Megert B, Longbottom C, Reich E, Francescut P. Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. Eur J Oral Sci 2001;109:14-9.
16. Glockner K, Rumpler J, Ebeleseder K, Städtler P. Intrapulpal temperature during preparation with the Er: YAG laser compared to the conventional burr: An *in vitro* study. J Clin Laser Med Surg 1998;16:153-7.
17. Louw NP, Pameijer CH, Ackermann WD, Ertl T, Cappius HJ, Norval G. Pulp histology after Er: YAG laser cavity preparation in subhuman primates – A pilot study. SADJ 2002;57:313-7.
18. Laser-assisted bleaching: An update. ADA Council on Scientific Affairs. J Am Dent Assoc 1998;129:1484-7.
19. Pick RM, Pecaro BC. Use of the CO2 laser in soft tissue dental surgery. Lasers Surg Med 1987;7:207-13.
20. Abraham RJ, Arathy S. Laser management of intraoral soft tissue lesions – A review of literature. IOSR J Dent Med Sci (IOSR-JDMS) 2014;13:59-64.
21. Dougherty TJ. An update on photodynamic therapy applications. J Clin Laser Med Surg 2002;20:3-7.
22. Vowels BR, Cassin M, Boufal MH, Walsh LJ, Rook AH. Extracorporeal photochemotherapy induces the production of tumor necrosis factor-alpha by monocytes: Implications for the treatment of cutaneous T-cell lymphoma and systemic sclerosis. J Invest Dermatol 1992;98:686-92.