Comparison of CPP-ACP and Low-Level Laser Therapy Effects on Dentin Hypersensitivity: A Randomized Clinical Trial

Abdolrahim Davari[1], Farnaz Farahat[2], TayebahSadat Baghaee Ardakani[3], Elham Bagheri[4*]

[1]Professor, Department of Operative and Aesthetic Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
[2]Associate Professor, Department of Operative and Aesthetic Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Operative and Aesthetic Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
[4]Post-graduate Student, Department of Operative and Aesthetic Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Received: 18 February 2026, Accepted: 3 May 2026

Background: Dentin hypersensitivity is a common condition in vital teeth, characterized by short, sharp pain in response to various stimulates. Current treatment approaches mainly focus on occluding dentinal tubules and reducing stimulus transmission. Low-level laser therapy, with its analgesic and anti-inflammatory properties, and CPP-ACP (casein phosphopeptide-amorphous-calcium-phosphate), which promote remineralization and occlude dentinal tubules, have both been introduced as effective treatment modalities. This study compared the effects of low-level laser therapy (LLLT) and CPP-ACP on the reduction of dentin hypersensitivity.

Methods and Materials: In this double-blind randomized clinical trial, 51 eligible patients with dentin hypersensitivity were conveniently selected from patients referring to the Yazd Dental School (Iran). The participants were randomly allocated into three groups: low-level laser therapy, CPP-ACP (GC Tooth Mousse, Tokyo, Japan), and a combination therapy group. Dentin hypersensitivity was assessed using an air blast stimulus and the Visual Analog Scale (VAS) prior to treatment, immediately post-treatment, and at one-week, two-week, and one-month follow-up intervals. Low-level laser therapy was performed using an A.R.C. Laser device (A.R.C. Laser, Nuremberg, Germany) with a wavelength of 808 nm and a power output of 100 mW, applied without cooling. All assessments were performed by a dentist blinded to the type of treatment. Data were coded and analyzed by Kruskal-Wallis and paired multiple tests in the studied treatment modalities. $p < 0.05$ was set as statistically significant.

Results: A significant reduction in dentin hypersensitivity scores was seen over time in three groups compared with baseline ($p < 0.0001$). Both low-level laser therapy and CPP-ACP showed a significant reduction in pain intensity immediately after treatment and throughout the follow-up periods. Combination therapy resulted in a significantly greater and more sustained reduction in VAS scores compared to either treatment administered alone ($p < 0.05$).

Conclusion: Both low-level laser therapy and CPP-ACP effectively reduced dentin hypersensitivity. However, the combination therapy proved superior in achieving a greater and more sustained reduction in VAS scores than either treatment applied alone. Therefore, combination therapy is an effective and reliable approach for the management of dentin hypersensitivity.

Keywords: Dentin hypersensitivity, CPP-ACP, Low-level laser, Visual analogue scale (VAS)

***Corresponding Authors: elham.bagheri.restodentist@gmail.com**

➢ **Please cite this paper as:** Davari A, Farahat F, Baghaee Ardakani T, Bagheri E. Comparison of CPP-ACP and low-level laser therapy effects on dentin hypersensitivity: A randomized clinical trial. *J Mashhad Dent Sch 2025; 50(1):12-25..*
➢DOI: 10.22038/jmds.2026.27626

Copyright © 2026 Mashhad University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.en

مقایسه‌ی اثرات CPP-ACP و لیزر کم توان بر حساسیت‌های عاجی: یک کارآزمایی بالینی تصادفی

عبدالرحیم داوری[۱]، فرناز فراهت[۲]، طیبه السادات بقائی اردکانی[۳]، الهام باقری[۴*]

[۱]استاد، گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی ، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، ایران
[۲]دانشیار، گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی ، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، ایران
[۳]استادیار، گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، ایران
[۴*]دستیار تخصصی، گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، ایران

تاریخ ارائه مقاله: ۱۴۰۴/۱۱/۲۹- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۱۳

چکیده

مقدمه: حساسیت عاجی از مشکلات شایع دندان‌های وایتال است که به صورت دردهای کوتاه و تند در پاسخ به محرک‌های مختلف بروز می‌کند. روش‌های درمانی موجود عمدتاً بر انسداد توبول‌های عاجی و کاهش انتقال تحریکات متمرکز هستند. لیزر کم‌توان به دلیل اثرات تسکین دهنده و ضدالتهابی و مواد حاوی CPP-ACP (کازئین فسفوپپتید آمورفورس کلسیم فسفات) هم به دلیل توانایی رمینرالیزاسیون و بستن توبول‌های عاجی، روش‌های مؤثری هستند. تحقیق حاضر با هدف مقایسه‌ی اثر لیزر کم‌توان و CPP-ACP بر کاهش حساسیت عاجی انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این کارآزمایی بالینی تصادفی دوسوکور، ۵۱ بیمار واجد شرایط مبتلا به حساسیت عاجی به صورت در دسترس از مراجعین دانشکده دندانپزشکی یزد (ایران) انتخاب و به طور تصادفی در سه گروه تقسیم شدند: گروه لیزر کم‌توان، گروه CPP-ACP (GC Tooth Mousse, Tokyo, Japan) و درمان ترکیبی. شدت حساسیت عاجی با استفاده از پوآر هوا و مقیاس آنالوگ بصری (VAS) قبل و بلافاصله پس از درمان، ۱ و ۲ هفته و ۱ ماه پس از درمان ارزیابی شد. درمان گروه لیزر با (A.R.C. Laser, Nurnberg, Germany) توان ۱۰۰ mW و طول موج ۸۰۸ نانومتر بدون خنک کننده انجام شد. ارزیابی‌ها توسط دندانپزشک به صورت کور نسبت به نوع درمان انجام شد. داده‌ها با آزمون‌های Kruskal-Wallis و مقایسات جفتی (Paired) آنالیز شدند. $p< ۰/۰۵$ از نظر آماری معنادار در نظرگرفته شد.

یافته ها: میزان حساسیت عاجی در مقایسه با ابتدای درمان به طور معنی‌داری در طول زمان و در هر سه گروه کاهش یافت ($p< ۰/۰۰۱$). هر دو روش لیزر کم‌توان و CPP-ACP باعث کاهش شدت درد بلافاصله پس از درمان و در دوره‌های پیگیری شدند. با این حال، گروه درمان ترکیبی کاهش بیشتر و پایدارتری در نمرات VAS نسبت به هر یک از روش‌ها به‌تنهایی نشان داد ($p< ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: لیزر کم‌توان و CPP-ACP به طور معنی‌داری سبب کاهش حساسیت عاجی شده بود. استفاده همزمان از لیزر کم‌توان و CPP-ACP اثربخشی بیشتر و ماندگارتری در کاهش حساسیت عاجی نسبت به هر یک از روش‌ها به تنهایی نشان داد. لذا، درمان ترکیبی به عنوان یک رویکرد مؤثر و قابل اعتماد در مدیریت حساسیت عاجی پیشنهاد می گردد.

کلمات کلیدی: حساسیت عاجی، لیزر کم‌توان، کازئین فسفوپپتید آمورفورس کلسیم فسفات ، معیار آنالوگ بصری (VAS)

مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۴۰۵ / دوره ۵۰ / شماره ۱: ۲۵-۱۲.

---

* مؤلف مسؤل، نشانی: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، ایران

E-mail: rdavari2000@ssu.ac.ir

مقدمه

حساسیت دندانی یا dental hypersensitivity، دردهای تند و تیز و کوتاه ناشی از اکسپوز عاج در دندان زنده (وایتال) در پاسخ به تحریکات حرارتی، مکانیکی، اسموتیک و شیمیایی می‌باشد.[۱] حساسیت دندانی پاسخ تشدید یافته به یک محرک حسی است که در دندان سالم پاسخی ایجاد نمی‌کند.[۲] شیوع حساسیت دندانی در محدوده‌ی ۵۷٪ – ٤٪ گزارش شده که این آمار در مبتلایان بیماری‌های پریودنتال بیشتر و بین ۹۸٪–٦۰٪ می‌باشد.[۳،٤] طبق تئوری هیدرودینامیک Brannstrom، تغییرات هیدرولیک مایع داخل توبولی در توبول‌های عاجی نمایان شده عامل تحریک مستقیم مکانورسپتورهای پالپ یا تحریک غیرمستقیم ادنتوبلاست‌ها است[۵]، طوری که ابتدا در اثر تحریکات حرارتی، مکانیکی، شیمیایی، باکتریایی یا تبخیری (در اثر جریان هوا)، مایع داخل توبولی ناگهان جابجا شده و اجزای تحریک‌پذیر ادنتوبلاست‌ها یا اعصاب موجود را تحریک می‌کند.[۵] حساسیت عاجی با تخریب ساختار دندانی در ناحیه‌ی اتصال CEJ و اکسپوز توبول‌های عاجی متعاقب سایش با و بدون تحلیل لثه ارتباط دارد.[٦-۸]

روش‌های حساسیت‌زدایی موجود براساس سیل توبول‌های عاجی و پوشش آنها یا تغییر محتوای توبولی با کوآگولاسیون رسوب پروتئین یا ایجاد کمپلکس کلسیمی قابل حل پایه‌گذاری شده‌اند. در سال‌های قبل برای بهبود حساسیت‌های دندانی از موادی مانند آرسنیک، نیترات نقره و فرمالدئید استفاده می‌شد.[۹] همزمان، روش‌های محافظه‌کارانه‌تر مانند کاربرد خمیردندان‌های حاوی نمک‌های استرانسیوم، نیترات پتاسیم، سدیم فلوراید و مونوفلوروفسفات یا آمین فلوراید، دهان‌شویه‌ها، ادهزیو رزین‌ها و یا در حساسیت‌های شدید، درمان‌های تهاجمی مانند ترمیم، درمان ریشه یا کراون برای این منظور کاربرد دارند. این مواد سبب کاهش جابجایی مایع در درون توبول‌های عاجی یا بستن توبول‌های دندانی می‌شوند.[۱۰] محصولات ضدحساسیت مانند خمیردندان‌ها و وارنیش‌ها هم عناصر فعالی دارند که بر سطح عاج دندان رسوب یافته و سبب انسداد توبول‌های عاجی می‌شوند. عوامل مؤثر موجود در درون خمیردندان‌ها در این باره شامل فلوراید، بیواکتیوگلاس، هیدروکسی‌آپاتیت و Novamin هستند.[۱۱] لیزر کم‌توان در طول موج‌های ٦۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر یا ۷۰۰ تا ۹۵۰ نانومتر به دلیل اثرات تسکین دهنده، تحریک بیولوژیک و ضدالتهابی خود منافع بسیاری به همراه دارد. در دندانپزشکی از این نوع لیزر برای درمان حساسیت عاجی استفاده می‌شود. مطالعات قبلی نتایج قابل مقایسه[۱۲،۱۳] یا بهتری[۱٤،۱۵] درباره‌ی تابش لیزر کم‌توان در مقایسه با سایر مواد ضدحساسیت عاجی گزارش کرده‌اند. کارآیی لیزر کم‌توان در درمان دندان‌های حساس با بلوک کردن فعالیت عصب در کمپلکس پالپ–عاج و پیشگیری از انتقال پالس‌های درد به سیستم عصبی مرکزی ارتباط دارد.[۱٦] همچنین، لیزر کم‌توان سبب تحریک ادنتوبلاست‌ها برای تولید عاج ثالثیه می‌شود که مانع بزرگی در برابر محرک گرما است.[۱۷]

ماده‌ی GC Tooth Mousse ترکیب پیچیده‌ای است که دارای کلسیم فسفات آمورف (ACP) و کازئین فسفوپپتید (CPP) بوده و کاربرد آن به دلیل توانایی بستن توبول‌های عاجی برای رمینرالیزاسیون بافت‌های سخت و نیز کاهش حساسیت عاجی توصیه شده است.[۱۸] نتایج مناسب CPP-ACP با افزایش اثرات بافری بزاق و سرکوب دمینرالیزاسیون و نیز افزایش میزان رمینرالیزاسیون یا ایجاد ترکیبی از آن دو ارتباط دارد. در کاربرد عامل ACP؛ کلسیم فسفات آمورف روی سطح دندان قرار گرفته و فعالیت‌های یونی فسفات و کلسیم آزاد تقویت و در نتیجه، وضعیت فوق اشباع در مینای

دندان برقرار می‌گردد؛ که این امر باعث می‌شود از بروز دمینرالیزاسیون پیشگیری شده و همزمان، فرآیند رمینرالیزاسیون تقویت می‌شود، لذا می‌توان از این روش به عنوان درمانی برای حساسیت های عاجی استفاده کرد. مزیت اصلی CPP-ACP؛ توانایی آن برای قرار گرفتن در سطح دندان و نفوذ به پلاک فوق لثه‌ای است که از این طریق می‌تواند یون‌های کلسیم و فسفات مورد نیاز را برای دندان تأمین کند.[۱۹،۲۰] همزمان، CPP-ACP یکی از مشتقات طبیعی شیر بوده و به عنوان یک مکمل غذایی، نقش قابل توجهی در پیشگیری از پوسیدگی دندانی دارد.[۲۱]
تحقیق حاضر با هدف مقایسه‌ی اثرات CPP-ACP و لیزر کم‌توان بر میزان حساسیت‌های عاجی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه با شماره‌ی کمیته‌ی اخلاق IR.SSU.DENTISTRY.REC.1403.098 در کمیسیون اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد بررسی و تصویب گردید.
معیارهای ورود شامل داشتن حداقل یک دندان مبتلا به حساسیت عاجی، سن بالای ۱۸ سال، عدم ابتلاء به بیماری سیستمیک، عدم بارداری و شیردهی، عدم انجام جراحی‌های پریودنتال در سه ماه قبلی، عدم انجام همزمان درمان‌های ارتودنسی، عدم استفاده از مواد ضدحساسیت در ۱ ماه گذشته، عدم دریافت هر گونه دارو از ۷۲ ساعت قبل از درمان و ارزیابی درد، اعم از داروی مسکن، آنتی‌هیستامین، ضدتشنج، آرام‌بخش، ضداضطراب یا داروهای ضدالتهاب، اطمینان از وایتال بودن و عدم وجود پوسیدگی، شکستگی، ترک خوردگی و ترمیم در ناحیه‌ی مورد نظر در دندان‌های مورد بررسی، عدم وجود التهاب غیرقابل برگشت پالپ، نداشتن عادات پارافانکشنال مشخص و نداشتن کراون در دندان‌های تحت درمان بود.
معیارهای خروج نیز شامل عدم همکاری در انجام درمان و عدم شرکت در جلسات فالوآپ بوده است.
بیماران از نظر داشتن معیارهای ورود بررسی شده و مراحل درمان برای آنها توضیح داده شد. فرم رضایت‌نامه‌ی کتبی توسط بیمار امضاء شده و اطلاعات مورد نیاز در آن ثبت گردید.
برای ثبت درجات درد بیماران از معیار VAS استفاده شد. Visual analogue scale (VAS) یک مقیاس برای اندازه‌گیری درد بوده و یک خط ۱۰ سانتی‌متری چاپ شده بر روی یک تکه کاغذ است. در یک انتهای آن، نشانگر «بدون درد» و در انتهای دیگر آن، نشانگر «بدترین درد» یا «درد غیر قابل وصف» وجود دارد. شخص برای نشان دادن شدت درد خود، یک علامت ضربدر × روی خط می‌گذارد. بعد از آن، خط با یک خط‌کش اندازه‌گیری می‌شود تا نمره‌ی درد محاسبه شود. تشخیص میزان حساسیت با استفاده از پوآر هوا از فاصله‌ی ۱ سانتی‌متری انجام شد. در نهایت، این مقیاس به صورت زیر تفسیر شد:

- غیاب درد: ۰
- درد کم: ۱ تا ۳
- درد متوسط: ٤ تا ٦
- درد شدید: ۷ تا ۹
- درد بسیار شدید: ۱۰

اعمال پوآر هوا در همه‌ی بیماران با استفاده از یک یونیت دندانپزشکی مشخص با فشار هوای ثابت و دمای مشخص (۲۱-۲۲ C°) و توسط یک فرد عمل کننده انجام شد تا شدت و دمای هوا در تمام بیماران یکسان باشد. اعمال پوآر هوا به مدت ۱۰ ثانیه بوده است. اگر قبل از این زمان، بیمار علائم حساسیت را می‌داشت، استفاده از آن متوقف می‌گردید. در صورت نشان دادن علائم قبل از ۱۰ ثانیه،

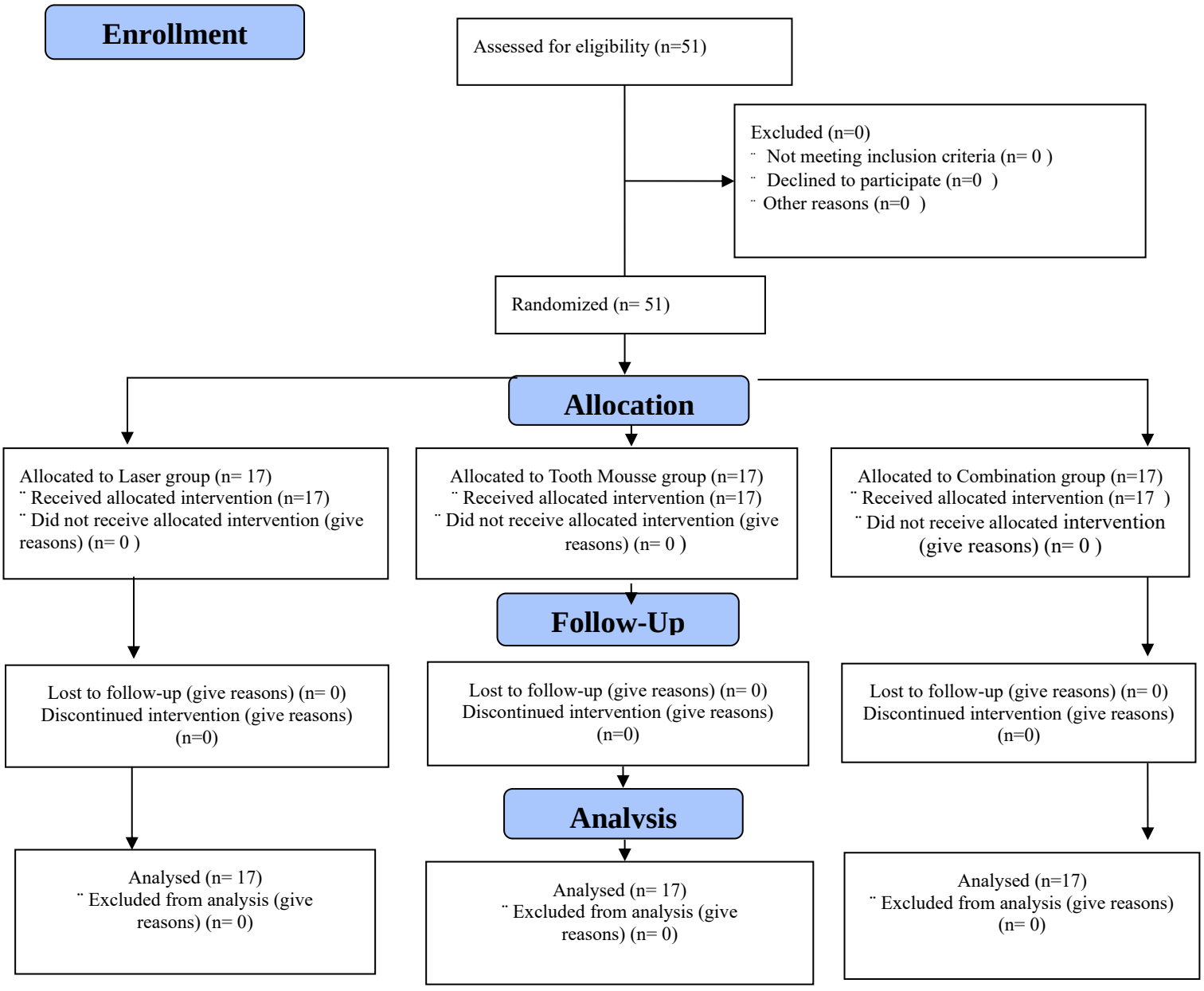
زمان بروز حساسیت در پرونده بیمار ثبت می‌گردید. در ملاقات‌های بعدی هم از همین مدت زمان برای اعمال پوآرهوا استفاده شد تا مقایسه‌ی میزان حساسیت هر بیمار در جلسات مختلف در شرایط یکسان انجام شود. دندان‌های مجاور بیماران با استفاده از پوتی پوشانده شدند تا از ایجاد نتایج پاسخ مثبت کاذب پیشگیری شود.

نحوه تصادفی سازی بیماران به صورت تصادفی در ۳ گروه تقسیم شده و تحت درمان قرار گرفتند. روند انتخاب بیماران ,تصادفی سازی ,تخصیص به گروه های درمانی و مراحل در نمودار ۱ نشان داده شده است. نحوه‌ی تصادفی‌سازی به این صورت بود که پس از تهیه‌ی لیست randomization با نرم‌افزار، به اولین نفر واجد شرایط شماره‌ی ۱ و به آخرین نفر، شماره‌ی ۵۱ تعلق گرفته و بیماران براساس لیست در گروه ۱ (تحت تابش لیزر)، گروه ۲ (تحت کاربرد GC Tooth Mousse) و گروه ۳ که ترکیبی از دو روش اول و دوم بود، قرار گرفتند. به منظور کورسازی تخصیص، شماره‌ها داخل پاکت‌های جداگانه قرار داده شده و به فرد واجد شرایط به هنگام مراجعه، براساس ترتیب مراجعه یک پاکت داده شد. بیمار پاکت را به دندانپزشک داده و دندانپزشک پس از مشاهده‌ی عدد داخل پاکت، فرد را در گروه مداخله قرار می‌داد

بیماران قبل از هر جلسه‌ی مراجعه برای درمان از نخ دندان و مسواک نرم استفاده کردند تا هیچ پلاک دندانی روی سطح دندان وجود نداشته باشد. در صورت مشاهده‌ی پلاک، پاک‌سازی با گاز استریل انجام می‌شد. در گروه‌های لیزر، از دستگاه لیزر دیود بخش لیزر دانشکده‌ی دندانپزشکی یزد (A.R.C. Laser, Nurnberg, Germany) با توان ۱۰۰ mW و طول موج ۸۰۸nm بدون خنک کننده استفاده شد. هر دندان با حرکت scanning به مدت ۶۰ ثانیه تحت تابش لیزر قرار داده شد. لیزر در قسمت سرویکالی دندان‌های حساس از سمت باکال و لینگوال و در حالت غیرتماسی از فاصله‌ی ۲-۱ میلی‌متری تابانده شد. حرکت نوک فایبر به صورت آرام و یکنواخت از مزیال به دیستال و به صورت حرکات رفت و برگشتی بوده است. تابش لیزر بدون انجام بی‌حسی موضعی انجام شد تا در صورت افزایش دما و ایجاد درد در دندان بیمار، تابش متوقف گردد. جهت محافظت چشمی بیماران و عمل کننده از آسیب‌های لیزر، از عینک‌های محافظ مخصوص استفاده شد.

GC Tooth Mousse (MI Varnish®, GC Corporation, Japan) به صورت فوم و در ۵ طعم موجود است. مواد طعمی باعث تحریک ترشح بزاق شده و اثربخشی دارو را افزایش می‌دهد. کاربرد فوم دقیقاً طبق دستورالعمل‌های تولیدکننده انجام شد. ایزولاسیون با استفاده از رول پنبه و ساکشن انجام شده و لایه‌ای با ضخامت ۲-۱ میلی‌متر از خمیر بر یک سوم سرویکالی سطوح باکال و لینگوال دندان مورد نظر با استفاده از میکروبراش یک بار مصرف اعمال شده و به مدت ۳ دقیقه باقی ماند. سپس، از بیمار درخواست گردید که از قورت دادن، تف کردن و شستن دهان خود خودداری کند. همچنین، برای ۳۰ دقیقه پس از استفاده از GC Tooth Mousse از خوردن و نوشیدن اجتناب شد. در گروه سوم و پس از اعمال GC Tooth Mousse به همان ترتیبی که در گروه دوم انجام شد، از لیزر به همان روش انجام شده در گروه اول، استفاده شد.

CONSORT 2010 Flow Diagram



نمودار ۱. فلوچارت CONSORT نشان دهنده روند ورود , تخصیص, پیگیری و آنالیز بیماران در مطالعه حاضر

به دلیل دوسویه‌کور بودن مطالعه، ضرورت داشت تا بیماران از نوع درمان دریافتی مطلع نشوند. از این رو، نوک فایبر دستگاه لیزر در گروهی که با Tooth Mousse درمان می‌شدند با زمان مشابه گروه تحت تابش لیزر ولی در حالت خاموش نگه داشته شده و فقط صدای بوق دستگاه شنیده می‌شد. استفاده از میکروبراش بدون آغشتن آن به Tooth Mousse در دندان‌های حساس گروه درمان با لیزر برای بیماران انجام شد. درمان با روش مشابه در هفته‌های دوم و سوم نیز تکرار گردید. میزان حساسیت بیماران در زمان‌های قبل از درمان، بلافاصله پس از درمان، یک هفته، دو هفته و نهایتاً یک ماه پس از شروع درمان، توسط دندانپزشک دیگری که اطلاعی از نحوه‌ی درمان نداشت و توسط پوآر هوا سنجیده شد.

حجم نمونه با توجه به مقاله معین تقوی و همکاران [۲۲] با در نظر گرفتن انحراف معیار ۱/۲ و حداقل تفاوت معنی داری در میانگین نمره حساسیت به میزان ۵/۱ واحد با اطمینان ۹۵ درصد و توان ۸۰ درصد، تعداد ۱۵ نمونه در هر گروه مورد نیاز بود که با احتساب ۱۰ درصد ریزش، تعداد ۱۷ نفر در هر گروه برسی گردید.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Statistical package for social sciences (SPSS 25.0) تجزیه و تحلیل شد. شاخص‌های پراکندگی مرکزی (میانگین، میانه، انحراف معیار، خطای معیار و بازه‌های بالا و پائین ۹۵٪ فاصله‌ی اطمینان میانگین) درجات حساسیت دندانی در گروه‌های مختلف و برحسب زمان‌های مورد بررسی محاسبه و گزارش گردید. داده‌ها از نظر تبعیت از توزیع نرمال با استفاده از آزمون‌های Shapiro-Wilk و Kolmogorov-Smirnov بررسی و عدم تبعیت آنها از توزیع نرمال تأیید گردید. با توجه به این موضوع، برای آزمون تفاوت‌های مقادیر VAS در گروه‌ها از آزمون ناپارامتری Kruskal-Wallis استفاده شده و مقایسات جفتی بین گروه‌ها نیز با آزمون Pairwise با تصحیح Bonferroni انجام شد. میزان تغییرات درجات VAS در گروه‌ها در زمان‌های مختلف با آزمون آنالیز واریانس برای مقادیر تکراری بررسی شد. سطح معنی‌داری در این تحقیق برابر ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

در طول دوره مطالعه, هیچ یک از بیماران از مطالعه خارج نشدند و تمامی شرکت کنندگان تا پایان مراحل پیگیری در مطالعه باقی ماندند.

یافته‌ها

در این تحقیق، درجات درد VAS در زمان‌های قبل از درمان، بلافاصله بعد از درمان و در هفته‌های اول و دوم و نیز ماه اول بعد از درمان در بیماران گروه‌های تحت درمان با روش‌های لیزر،Tooth Mousse (خمیردندان حاوی کازئین فسفوپپتید) و تحت درمان ترکیبی (با دو روش) بررسی شد. در هر گروه ۱۷ نفر ارزیابی شدند (در کل: ۵۱ نفر). طبق آزمون chi-square، تفاوت‌های معنی‌داری از نظر توزیع فراوانی زنان و مردان در گروه‌ها دیده نشد (p=۰/۱۸). از طرف دیگر، طبق نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (جدول ۱)، تفاوت‌های معنی‌داری بین سه گروه از نظر میانگین سنی دیده نشد (p = ۰/۲۸).

داده‌های VAS در گروه‌ها از نظر تبعیت از توزیع نرمال با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov و Shapiro-Wilk بررسی شده و طبق نتایج این آزمون، تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال رد شد.

در جدول ۲، میانگین، انحراف معیار و میانه‌ی درجات درد VAS در گروه‌های مختلف ارائه شده است.

طبق نتایج آزمون Kruskal-Wallis؛ تفاوت مقادیر VAS در میان گروه‌های درمانی در زمان‌های قبل از درمان (۰/۴۱ =

p) و بلافاصله بعد از درمان (p = ۰/۱۳) معنی‌دار نبوده ولی تفاوت گروه‌ها در زمان‌های ۱ هفته (p<۰/۰۰۰۱)؛ ۲ هفته (p<۰/۰۰۰۱) و ۱ ماه پس از درمان (p<۰/۰۰۰۱) معنی‌دار بوده است.

براساس نتایج آزمون مقایسه‌های زوجی (pairwise) در زمان‌های معنی‌دار هم مشخص گردید در هفته‌ی اول بعد از درمان، تفاوت‌های معنی‌داری از نظر مقادیر VAS در بین گروه‌های درمان ترکیبی و Tooth Mousse (p = ۰/۰۰۴)؛ و درمان ترکیبی و لیزر (p<۰/۰۰۰۱) وجود داشته ولی تفاوت بین گروه‌های لیزر و Tooth Mousse معنی‌دار نبوده است (p = ۰/۱). درمان ترکیبی در مقایسه با روش‌های لیزر و Tooth Mousse اثرات بیشتر و معنی‌داری در کاهش درجات VAS حساسیت دندانی در این زمان داشته ولی دو روش تفاوت‌های معنی‌داری با هم نداشتند.

در هفته‌ی دوم بعد از درمان هم، تفاوت‌های معنی‌داری از نظر مقادیر VAS در بین گروه‌های درمان ترکیبی و Tooth

جدول ۱. توزیع فراوانی سن و جنس در گروه‌های مورد بررسی

گروه	درمان ترکیبی (درصد)تعداد	لیزر (درصد)تعداد	Tooth Mousse (درصد)تعداد	P value
زن	۱۰(۵۸/۸)	٦(۳۵/۳)	۵(۲۹/٤)	۰/۱۸
مرد	۷(٤۱/۲)	۱۱(٦٤/۷)	۱۲(۷۰/٦)	
سن(میانگین)	۳۷/٤۱ سال	٤۲/۹٤ سال	٤٤/۰ سال	۰/۲۸

جنسیت بوسیله‌ی (درصد) تعداد بیان شده است

جدول۲. شاخص‌های پراکندگی مرکزی درجات درد VAS بیماران در گروه ، Tooth Mousse و درمان ترکیبی در زمان‌های مختلف

زمان	درمان ترکیبی انحراف معیار ± میانگین (میانه)	لیزر انحراف معیار ± میانگین (میانه)	Tooth Mousse انحراف معیار ± میانگین (میانه)	P value
قبل از درمان	۵/۸۸ ± ۰/۹۳ (٦/۰)	٦/٤۱ ± ۱/۲۳ (٦/۰)	٦/۰٦ ± ۱/۰۹ (٦/۰)	۰/٤۱
بلافاصله پس از درمان	۳/۸۸ ± ۱/۲۲ (٤/۰)	٤/۸۲ ± ۱/۲۹ (۵/۰)	٤/۷۱ ± ۱/۲٦ (۵/۰)	۰/۱۳
هفته‌ی اول	۲/۸۲ ± ۱/۲٤ (۳/۰)	۵/۰٦ ± ۱/۱٤ (۵/۰)	٤/٦۵ ± ۱/٤۹ (۵/۰)	۰/۰۰۰۱
هفته‌ی دوم	۲/٤۱ ± ۱/۲۳ (۲/۰)	۵/۲٤ ± ۱/۱۵ (۵/۰)	٤/٤۷ ± ۱/۰۷ (٤/۰)	۰/۰۰۰۱
ماه اول	۲/٤۷ ± ۱/۱۸ (۲/۰)	٤/۷۱ ± ۱/٤۰ (۵/۰)	٤/۰٦ ± ۱/۰۹ (٤/۰)	۰/۰۰۰۱
P value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	

Mousse (p= ۰/۰۰۱)؛ و درمان ترکیبی و لیزر (p<۰/۰۰۰۱) وجود داشته ولی تفاوت بین گروه‌های لیزر و Tooth Mousse معنی‌دار نبوده است (p = ۰/٤۲). درمان ترکیبی در مقایسه با روش‌های لیزر و Tooth Mousse اثرات بیشتر و معنی‌داری در کاهش درجات VAS حساسیت دندانی در این زمان داشته ولی دو روش تفاوت‌های معنی‌داری با هم نداشتند.

در ماه اول بعد از درمان، تفاوت‌های معنی‌داری از نظر مقادیر VAS در بین گروه‌های درمان ترکیبی و Tooth Mousse (p<۰/۰۰۰۱)؛ و درمان ترکیبی و لیزر (p<۰/۰۰۰۱) وجود داشته ولی تفاوت بین گروه‌های لیزر و Tooth Mousse معنی‌دار نبوده است (p = ۰/۵۱). در این دوره‌ی زمانی هم، درمان ترکیبی در مقایسه با روش‌های لیزر و Tooth Mousse اثرات بیشتر و معنی‌داری در کاهش درجات VAS حساسیت دندانی داشته ولی دو روش تفاوت‌های معنی‌داری با هم نداشتند.

طبق نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری (Analysis of Variance for repeated Measures) هم مشخص گردید اثرات زمان بر تغییرات VAS (p<۰/۰۰۰۱) و نیز اثرات تعامل بین زمان و گروه‌های درمانی (p<۰/۰۰۰۱) بر تغییرات VAS و نیز اثرات بین گروهی در مقادیر VAS (p<۰/۰۰۰۱) به طور کلی معنی‌دار بوده است.

بحث

حساسیت عاجی دندان با دوره‌های مکرر از درد حاد و با مدت زمان کوتاه مرتبط است که این ویژگی‌ها آن را به عنوان یک فرآیند درد مزمن توصیف می‌کنند.[۲۳] یک عامل ضدحساسیت ایده‌آل باید ویژگی‌هایی مانند زیست‌سازگاری، قابلیت کاربرد راحت، بدون درد بودن، عدم ایجاد تغییرات رنگی، اثرگذاری سریع و پایدار داشته باشد[۲٤].

در این تحقیق، بیشتر افراد مورد بررسی مرد بودند (۳۰ نفر در برابر ۲۱ نفر). در مطالعات مرتبط با موضوع، برعکس تحقیق حاضر، بیشتر شرکت کنندگان (٦۲٪ تا ۷۲/۲ ٪) زن بوده[۲۵،۲٦] و محققان نیز این فراوانی را با فراوانی بیشتر مسواک‌زدن و یا مصرف غذاهای اسیدی در زنان مرتبط دانسته‌اند که سبب ترکیب عوامل سایشی و فرسایشی می‌گردد. میانگین سنی بیماران در تحقیق ٤۱/۵ سال بود که به نظر می‌رسد با گذشت زمان، رسوب مداوم عاج ثالثیه سبب اسکلروز توبول‌های عاجی و در برخی موارد آتروفی پالپ شده است.[۲۷] مجموع این عوامل باعث کاهش حساسیت عاجی در طول زمان شده و حضور کمتر افراد سالمند در تحقیق حاضر را توجیه می‌کند.

در این تحقیق، لیزر کم‌توان و CPP-ACP به طور معنی‌داری سبب کاهش حساسیت عاجی در بیماران شدند. همین طور، استفاده‌ی همزمان از لیزر کم‌توان و CPP-ACP اثربخشی بیشتر و ماندگارتری در کاهش حساسیت عاجی نسبت به هر یک از روش‌ها به تنهایی نشان داد. لذا، درمان ترکیبی به عنوان یک رویکرد مؤثر و قابل اعتماد در مدیریت حساسیت عاجی پیشنهاد گردید. کاهش درد در بیماران دریافت کننده‌ی لیزر و CPP-ACP در هفته‌ی اول بعد از درمان آغاز شده و تا یک ماه بعد تداوم داشته است. در این باره، Nambiar و همکاران [۲۸] ؛ اثربخشی دو طول موج لیزر دیود (٦٦۰ و ۹۸۰ نانومتر) و عامل ACP-CPP در درمان حساسیت عاجی را بررسی و نشان دادند هر سه روش اثرات مثبتی در کاهش حساسیت عاجی داشته ولی لیزر دیود نتایج بهتری نسبت به ACP-CPP در کاهش حساسیت عاجی در طول دوره‌ی پیگیری نشان دادند. این یافته‌ها با نتایج تحقیق حاضر در کاهش درد متعاقب تابش

لیزر دیود و کاربرد ACP-CPP همخوانی دارد. البته برعکس تحقیق اخیر، در تحقیق حاضر تفاوت‌های معنی‌داری بین لیزر دیود و ACP-CPP از نظر درجات VAS درد دیده نشد. این تفاوت‌ها می‌تواند با تفاوت در تعداد نمونه‌های مورد بررسی (۳۹ بیمار در تحقیق اخیر و ۵۱ نفر در تحقیق حاضر) و نوع محرک‌های درد و نیز روش ارزیابی درد VAS در تحقیق حاضر و(NRS (Numeric Rating Scale در تحقیق اخیر مرتبط باشد. Naghsh و همکاران [۲۹] ، هم در بررسی اثربخشی ماده‌ی حاوی CPP-ACPF در درمان حساسیت عاجی روی ۲۰ بیمار، همانند تحقیق حاضر اعلام کردند، میانگین شدت درد پس از ۸ هفته در CPP-ACP نسبت به زمان اولیه به طور معنی‌داری کاهش یافته بود. Guanipa Ortiz و همکاران [۳۰] ، نیز اثرات CPP-ACP و لیزر کم‌توان در درمان حساسیت عاجی را بررسی و نشان دادند درمان با CPP-ACP همراه با تابش لیزر کم‌توان اثرات معنی‌داری در کاهش حساسیت دندانی در زمان ۱ ماه پیگیری نسبت به هر یک از مدالیته‌های درمانی لیزر و CPP-ACP به تنهایی داشته است. در تحقیق حاضر نیز اثرات سینرژیک بین لیزر کم‌توان و CPP-ACP در کاهش دردهای مرتبط با حساسیت دندانی مشهود بوده است، طوری که ترکیب دو روش درمانی نسبت به هر یک از مدالیته‌ها اثرات بیشتری در کاهش درجات VAS نشان داد.

از طرف دیگر، Hashim و همکاران [۳۱] ؛ اثرات تابش لیزر دیود با طول موج ۸۱۰nm در درمان حساسیت عاجی دندان را بررسی و از معیار VAS در ماگزیمم زمان ۷ روز برای این منظور استفاده کردند. براساس نتایج این تحقیق، لیزر دیود در طول موج ۸۱۰nm در کاهش درجات حساسیت دندانی مؤثر بوده است. یافته‌های مشابهی توسط Umberto و همکاران[۳۲]، درباره‌ی اثرات لیزر دیود در درمان حساسیت عاج دندانی ثبت گردید. تحقیق اخیر بر روی ۱۰ بیمار با متوسط سنی ۶۰-۲۵ سال و ۱۱۵ دندان مبتلا به حساسیت عاجی و طبق معیارهای تحریکات هوا و لامسه و براساس آزمون numeric rating انجام شده بود. Orhan و همکاران [۳۳] ، هم اثرات لیزر دیود و خمیر CPP-ACP در درمان حساسیت عاجی را بر روی ۴۰ بیمار بررسی و از آزمون هوای سرد و مقیاس VAS در ابتدای تحقیق و هفته های ۲ و ٤ استفاده کردند. طبق نتایج این تحقیق، هر دو روش سبب کاهش معنی‌دار حساسیت عاجی شده و کاهش درد در گروه لیزر دیود در ارزیابی‌های کوتاه‌مدت بیشتر بوده ولی در هفته‌ی ٤، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه دیده نشد.

فسفوپپتید کازئین (CPP) یک فسفوپروتئین مشتق از کازئین است که توالی‌های فسفوسرین آن توانایی اتصال و پایدارسازی کلسیم فسفات آمورف محلول (ACP) را دارند. CPP-ACP با چند مکانیسم اساسی اثرات خود را اعمال می‌کند:

در وهله‌ی اول، CPP به عنوان یک حامل عمل کرده و یون‌های کلسیم و فسفات را در نزدیکی مینای دندان تثبیت می‌کند. این یون‌ها در فرآیند رمینرالیزاسیون در دسترس قرار می‌گیرند.[۱۹] از طرف دیگر، وقتی محیط دهان اسیدی می‌شود (مثلاً بعد از مصرف قند)، مینای دندان کلسیم و فسفات از دست می‌دهد. در این شرایط، CPP-ACP با ایجاد یک منبع ذخیره‌ی یون کلسیم-فسفات بر روی سطح دندان مانع از دست رفتن مواد معدنی می‌شود.[۳٤] یون‌های کلسیم و فسفات آزاد شده از ACP، همچنین، می‌توانند کریستال‌های هیدروکسی آپاتیت را دوباره تشکیل داده و تخلخل‌های مینای دندان را پر کنند. این روند باعث کاهش حساسیت عاجی و تقویت مقاومت مینای دندان در برابر اسیدها می‌شود.[۳۵] کاهش حساسیت دندان نیز باعث کاهش تحریک باکتریایی و التهاب لثه می‌شود.[۳٦] همزمان،

اثرات CPP-ACP تدریجی و وابسته به استفاده‌ی مداوم بوده و بهترین اثرات آن هم زمانی دیده می‌شود که سطح دندان تمیز و خشک بوده و محصول حداقل ۳ دقیقه بر روی سطح دندان باقی بماند. علاوه بر این، کاربرد CPP-ACP سبب تقویت ساختار سطحی عاج و افزایش مقاومت مکانیکی آن می‌شود، در کل هم، کاهش پاسخ درد در برابر محرک‌های خارجی مانند لمس، سرما و هوا روی می‌دهد.[۳۷]

از آنجا که مکانیزم اصلی لیزر به طور غیرمستقیم بر عصب و تحریک سلولی بوده، ولی CPP-ACP نیاز به زمان برای رسوب مواد معدنی و انسداد توبول‌ها دارد، برخی استدلال کرده‌اند اثرات تابش لیزر سریع‌تر و آنی‌تر از CPP-ACP باشد.[۳۸] البته این یافته‌ها در تحقیق حاضر دیده نشد. همزمان، اثر طولانی‌مدت هر دو روش مشابه بوده است، زیرا انسداد توبول‌ها (توسط CPP-ACP) و بازسازی بافت (توسط لیزر) پایدار می‌ماند.

لیزر دیود با تابش پرتوی نور به نواحی عاجی دندان باعث اثرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی زیر می‌شود:

هیپوپلاریزاسیون عصب: تابش لیزر باعث کاهش انتقال سیگنال‌های درد از طریق فیبرهای عصبی Aδ و C شده و به واسطه‌ی آن، درد به سرعت کاهش می‌یابد.[۳۳-۲۸]

افزایش فعالیت سلول‌های ترمیمی و تولید مینای مصنوعی: تابش لیزر سبب تحریک سلول‌های شبه ادنتوبلاست و تسریع رسوب مواد معدنی در داخل توبول‌های عاجی شده و در نهایت، انسداد فیزیکی توبول‌ها و کاهش حساسیت روی می‌دهد.[۳۱،۳۲]

اثر ضد التهابی و افزایش جریان خون: لیزر سبب کاهش التهابات موضعی و بهبود بازسازی بافت می‌شود، چیزی که سبب کاهش طولانی‌مدت حساسیت می‌گردد.[۳۰]

همچنین، تابش نور لیزر بر روی پایانه‌های عصبی انتقال سیگنال درد به سیستم عصبی مرکزی را کاهش می‌دهد. این اثر از طریق تغییر پتانسیل غشاء نورون‌ها، کاهش هدایت کانال‌های سدیم و کلسیم و تحریک آزادسازی نوروترانسمیترهای ضد درد مانند اندورفین‌ها ایجاد می‌شود.[۳۱]

در کل، لیزر کم‌توان دیود با ترکیب اثر ضد درد مستقیم، تحریک ترمیمی، کاهش التهاب و انسداد جزئی توبول‌ها یک روش مؤثر، ایمن و غیرتهاجمی برای کاهش حساسیت عاجی است. این روش به ویژه در موارد حساسیت متوسط تا شدید و برای بیمارانی که داروهای سیستمیک یا مواد موضعی را ترجیح نمی‌دهند، کاربرد بالینی دارد. با این حال، محدودیت‌هایی مانند هزینه تجهیزات، نیاز به آموزش و رعایت دقیق پروتکل‌های درمانی وجود دارد.

طول موج‌های پائین انرژی در لیزرهای کم‌توان به دلیل تحریک گردش و فعالیت سلولی؛ هیچ عارضه‌ایی برای پالپ ایجاد نمی‌کنند.[۳۸] البته؛ لیزرهای کم‌توان هیچ تغییری در سوبسترای دندانی مینرالیزه هم ایجاد نمی‌کنند.[۳۹] به واسطه‌ی تفاوت‌های مشاهده شده در واکنش ها نسبت به درمان‌های لیزر؛ جلسات درمانی اضافی از تابش لیزرهای کم‌توان ممکن است در راستای دستیابی به نتایج مثبت درمانی مورد نیاز باشد.

با توجه به کاربرد پارامترهای متفاوت لیزر، طول موج، توان و زمان اکسپوز متفاوت این موضوع می‌تواند بر کارآیی تابش لیزر در بهبود حساسیت‌های دندانی تأثیرگذار باشد. همچنین، به دلیل استفاده از معیارهای متفاوت بررسی حساسیت دندانی مانند VAS یا NRS یا اندازه‌ی نمونه و طراحی متفاوت مطالعات، این پروتکل‌ها بر نتایج تحقیق اثرگذار بوده و نیز محرک‌های درد شامل سرما، لمسی، دمیدن هوا یا ترکیبی از آنها بر میزان حساسیت و شدت

پاسخ بیمار تأثیرگذار می‌باشد. این موارد باید در تحلیل نتایج ناشی از کاربرد لیزر دیود در کاهش حساسیت عاجی مورد توجه قرار بگیرد.

همچنین، تعامل مثبت بین عوامل زمان و نوع درمان، تأثیر تعداد دفعات کاربرد درمان در دستیابی به اثربخشی بهتر را نشان داد. پس از پیگیری‌های یک ماهه، تمامی درمان‌ها و از جمله گروه‌های کنترل هم کاهش معناداری در حساسیت عاجی نشان داده‌اند که بیانگر اثربخشی آن‌هاست. پاسخ مثبت گزارش در گروه کنترل ممکن است با اثرات بهبودی خودبه‌خودی، پاسخ‌های مثبت ناشی از احساس دریافت درمان و تبعیت آزمایشی مرتبط باشد.[۴۰] در این شرایط، شرکت کنندگان تصور می‌کنند در حال دریافت یک درمان با فناوری پیشرفته مانند لیزر هستند که این امر ادراک آن‌ها از درد را تحت تأثیر قرار می‌دهد.[۴۱]

در این تحقیق، از طراحی بالینی تصادفی و کنترل شده استفاده شده و این کار سبب کاهش میزان سوءگیری و افزایش اعتبار نتایج شده است. همچنین، اندازه‌گیری VAS در زمان‌های مختلف، ثبت اثرات کوتاه‌مدت و میان‌مدت درمان را در پی داشته و نیز ابزار VAS، روش استاندارد و معتبری در مطالعات حساسیت عاجی است. با این حال، پیگیری در تحقیق حاضر محدود بوده ولی در برخی موارد، اثرات طولانی‌مدت حساسیت عاجی (۳ تا ۶ ماه) بررسی شده است.[۲۸]

نتیجه‌گیری

لیزر کم‌توان و CPP-ACP به طور معنی‌داری سبب کاهش حساسیت عاجی شده بود. استفاده همزمان از لیزر کم‌توان و CPP-ACP اثربخشی بیشتر و ماندگارتری در کاهش حساسیت عاجی نسبت به هر یک از روش‌ها به تنهایی نشان داد. لذا، درمان ترکیبی به عنوان یک رویکرد مؤثر و قابل اعتماد در مدیریت حساسیت عاجی پیشنهاد گردید.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی یزد جهت تصویب و پرداخت هزینه های این طرح تقدیر و تشکر می گردد.

تضاد منافع

تضاد منافع وجود ندارد.

منابع

1. Kimura Y, Wilder-Smith P, Yonga K, Masumoto K. Treatment of dentine hypersensitivity by lasers: a review. J Clin Periodontol 2000;27(10):715-21.
2. Bassada NF. Symptomatology and clinical features of hypersensitive teeth. Arch Oral Biol 1994; 39Suppl:31S-2S.
3. Chabanski MB, Gillam DG, Bulman JS, Newman HN. The prevalence distribution and severity of cervical dentine sensitivity (CDS) in a population of patients referred to a specialist periodontology department. J Clin Periodontol 1996;23(11):989-92.
4. Irwin CR, McCusker P. Prevalence of dentine hypersensitivity in a general population. JIR Dent Assoc 1997;43(1):7-9.
5. Narhi M, Kontturi-Narhi V, Hirvonen T, Nyassapa D. Neurophysiological mechanism of dental hypersensitivity. Proc Finn Dent Soc 1992;88(Suppl 1): 15-22.
6. Mahajan G, Kaur H, Gautam A. Prevalence of buccal cervical dentine hypersensitivity and related risk factors a cross-sectional study. Int Dent Med J Adv Res 2017; 3:1–5.

7. Mantzourani M, Sharma D. Dentine sensitivity: past, present, and future. J Dent 2013; 41(4): S3–17.

8. Sgolastra F, Petrucci A, Severino M, Gatto R, Monaco A. Lasers for the treatment of dentin hypersensitivity: a meta-analysis. J Dent Res 2013;92(6):492–9.

9. Santiago SL, Pereira JC, Martineli ACBF. Effect of commercially available and experimental potassium oxalate-based dentin desensitizing agents in dentin permeability: influence of time and filtration system. Braz Dent J 2006; 17:300-5.

10. Ling TY, Gillam DG, Barber PM, Mordan NJ, Critchel J. An investigation of potential desensitizing agents in the dentin disc model: a scanning electron microscopy study. J Oral Rehabil 1997; 24:191-203.

11. Arkadiusz Dziedzic R, Agata Kaba Ba-Dzik RDW, Tanasiewicz M, Morawiec T. The antibacterial effect of ethanol extract of polish propolis on mutans streptococci and lactobacilli isolated from saliva. Evid Based Complement Alternat Med 2013; (1):681891.

12. Flecha OD, Azevedo CG, Matos FR, Vieira-Barbosa NM, Ramos-Jorge ML, Goncalves PF, et al. Cyanoacrylate versus laser in the treatment of dentin hypersensitivity: a controlled, randomized, double-masked and non-inferiority clinical trial. J Periodontal 2013; 84(3):287–94.

13. Orhan K, Aksoy U, Can-Karabulut DC, Kalender A. Low-level laser therapy of dentin hypersensitivity: a short-term clinical trial. Lasers Med Sci 2011;26(5):591–8.

14. Dilsiz A, Aydin T, Emrem G. Effects of the combined desensitizing dentifrice and diode laser therapy in the treatment of desensitization of teeth with gingival recession. Photomed Laser Surg 2010; 28(Suppl 2): S69–S74.

15. Pesevska S, Nakova M, Ivanovski K, Angelov N, Kesic L, Obradovic R, et al. Dentinal hypersensitivity following scaling and root planing: comparison of low-level laser and topical fluoride treatment. Lasers Med Sci 2010;25(5):647–50.

16. Walsh LJ. The current status of low-level laser therapy in dentistry. Part 2. Hard tissue applications. Aust Dent J 1997;42(5):302–6.

17. Ferreira AN, Silveira L, Genovese WJ, de Araujo VC, Frigo L, de Mesquita RA, et al. Effect of GaAIAs laser on reactional dentinogenesis induction in human teeth. Photomed Laser Surg 2006;24(3):358–65.

18. Geiger S, Matalon S, Blasbalg J, Tung M, Eichmiller F. The clinical effect of amorphous calcium phosphate (ACP) on root surface hypersensitivity. Oper Dent 2003; 28:496-500.

19. Reynolds EC. Calcium phosphate-based remineralization systems: scientific evidence? Aust Dent J 2008;53(3):268-73.

20. Reynolds EC, Cai F, Cochrane NJ, Shen P, Walker GD, Morgan MV, et al. Fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. J Dent Res 2008; 87:344-8.

21. Reynolds EC. Dairy products and dental health. Proc Nutr Soc 1995; 19:95-102.

22. Moeintaghavi A, Ahrari F, Nasrabadi N, Fallahrastegar A, Sarabadani J, Rajabian F. Low-level laser therapy, Er,Cr:YSGG laser and fluoride varnish for treatment of dentin hypersensitivity after periodontal surgery: A randomized clinical trial. Lasers Med Sci 2021; 36:231–242. 1.

23. Machuca C, Vettore M V, Krasuska M, Baker SR, Robinson PG. Using classification and regression tree modelling to investigate response shift patterns in dentine hypersensitivity. BMC Med Res Methodol 2017;17(1):120.

24. Lopes AO, de Paula Eduardo C, Aranha ACC. Evaluation of different treatment protocols for dentin hypersensitivity: an 18-month randomized clinical trial. Lasers Med Sci 2017;32(5):1023-30

25. Yoshizaki KT, Francisconi-Dos-Rios LF, Sobral MP, Aranha AC, Mendes FM, et al. Clinical features and factors associated with non-carious cervical lesions and dentin hypersensitivity. J Oral Rehabil 2017;44(2):112–18.

26. Alcantara PM, Barroso NFF, Botelho AM, Douglas-de-Oliveira DW, Goncalves PF, et al. Associated factors to cervical dentin hyper-sensitivity in adults: a transversal study. BMC Oral Health 2018;18(1):155.
27. West N, Seong J, Davies M. Dentine hypersensitivity. Monogr Oral Sci 2014; 25:108 –22.
28. Nambiar M, Shetty B, Fazal I, Khan SF, Shah MA, Kamath V, et al. Effسectiveness of two wavelengths of diode laser and amorphous calcium phosphate-casein phosphopeptide mousse in the treatment of dentinal hyper-sensitivity: a randomized clinical study. Int J Dent 2024; 2024:1257136.
29. Naghsh N, Mogharehabed A, Amini E, Sahebkar A. Comparison of casein phosphopeptide-amorphous cacium phosphate fluoride (CPP-ACPF) paste and a propolis-containing herbal toothpaste in dentinal hypersensitivity: a randomized trial. Dent Res J (Isfahan) 2025; 22(7):31.
30. Guanipa Ortiz MI, Alencar CdM, Freitas De Paula BL, Alves EB, Nogueira Arau´jo JL, Silva CM. Effect of the casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate fluoride (CPP-ACPF) and photobiomodulation (PBM) on dental hypersensitivity: A randomized controlled clinical trial. PLoS ONE 2019; 14(12): e0225501.
31. Hashim NT, Gasmalla BG, Sabahelkheir AH, Awooda AM. Effect of the clinical application of the diode laser (810 nm) in the treatment of dentine hypersensitivity. BMC Research Notes 2014; 7:31.
32. Umberto R, Claudia R, Gaspare P, Gianluca T, Alessandro DV. Treatment of dentine hypersensitivity by diode laser: a clinical study. Int J Dent 2012;1-8.
33. Orhan K, Aksoy U, Can-Karakaya A, Ozdemir F. Effectiveness of diode laser and casein phosphopepdite-amorphous calcium phosphate in the treatment of dentin hypersensitivity: a randomized clinical trial. Photomed Laser Surg 2011;29(11):729-35.
34. Cross KJ, Huq NL, Stanton DP, Hegde R, Reynolds EC. Amorphous calcium phosphate and casein phosphopeptide-stabilized amorphous calcium phosphate: the role in remineralization of dental enamel. J Dent Res 2004;83(6):462-68.
35. Cochrane NJ, Cai F, Huq NL, Burrow MF, Reynolds EC. New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. J Dent Res 2010;89(11):1187-97.
36. Karlinsey RL, Mackey AC, Walker ER. Effect of CPP-ACP on the remineralization of dental enamel. J Dent 2009;37(9):703-9.
37. Walsh LJ. The effects of GC Tooth Mousse on cervical dentinal sensitivity: a controlled clinical trial. Int Dent 2018;12(1):1-12.
38. Miserendino LJ, Levy H, Miserendino CA. Laser interaction with biologic tissues. In: Miserendino LJ, Pick RM. Lasers in dentistry. Edith 1. Chicago: Quintessence; 1995:39-56.
39. Wilder-Smith P. The soft laser: therapeutic tool or popular placebo? Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1988; 66:654-58.
40. Mehta D, Gowda V, Finger WJ, Sasaki K. Randomized, placebo-controlled study of the efficacy of a calcium phosphate containing paste on dentin hyper-sensitivity. Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater 2015;31(11):1298–303.
41. Moosavi H, Maleknejad F, Sharifi M, Ahrari F. A randomized clinical trial of the effect of low-level laser therapy before composite placement on postoperative sensitivity in class V restorations. Lasers Med Sci 2015;30(4):1245–49.