أثر أنماط التصليب الضوئي لأجهزة التصليب ثنائية الأقطاب LED عالية الشدة على ارتفاع درجة الحرارة تحت العاج السني (د. عبادة بسام جبور)

مسابقة أفضل مقالة علمية
أفضل مقال - كلية طب الأسنان
أفضل مقال - كلية الصيدلة
أفضل مقال - كلية الهندسة (معلوماتية - اتصالات)
أفضل مقال - كلية الهندسة المدنية
أفضل مقال - كلية هندسة العمارة
أفضل مقال - كلية العلوم الإدارية و المالية

الكاتب : د. عبادة بسام جبور

الملخص

رُكزت التطورات مؤخراً على أنماط التصليب الضوئي لأجهزة التصليب ثنائية الأقطاب (Light-Emitting Diode (LED كونها تقلل من التقلص التصلبي للراتنج المركب، خاصةً بعد إنتاج أجهزة التصليب عالية القوة. إلا أن استخدام هذه الأجهزة قد يؤدي إلى ارتفاع ضار في درجة حرارة اللب السني. وبالتالي، عند استخدام أجهزة LED عالية القوة، من المهم اختبار نمط أنماط التصليب الضوئي الأقل ضرراً للب السني. تهدف الدراسة الحالية إلى دراسة ارتفاع درجة الحرارة الناتج عن التصليب بالأجهزة ثنائية الأقطاب LED بأنماط تصليب مختلفة (التصاعدي، واللبنحي)، يطلق نمط التصليب التصاعدي الأشعة الضوئية بانبعاث إشعاعي منخفض يتزايد تدريجياً، بينما تصدر الأشعة الضوئية على شكل فترات من التشغيل والإيقاف في نمط التصليب اللبنحي. وتبين أن البيانات المنشورة والمتعلقة بتأثير أنماط التصليب الضوئي على ارتفاع درجة الحرارة غير واضحة؛ وبالتالي، من غير الممكن بناء توصيات قاطعة حول نمط التصليب الضوئي الأفضل حيوياً. كما تبين أن ارتفاع درجة الحرارة الناتج عن التصليب الضوئي يتعلق بقيمة الانبعاث الإشعاعي لجهاز التصليب الضوئي وزمن التصليب، بغض النظر عن نمط التصليب المستخدم.

الكلمات المفتاحية: الراتنج المركب – أنماط التصليب – LED

مقدمة

يُعتبر تولّد الحرارة في الحجيرة اللبية إجهاداً خطيراً ينتج عن عدة إجراءات ترميمية، كتصليب الراتنج المركب [1]. فقد افتُرِضَ أنّ تعاثر الراتنج المركب قد يسبّب ارتفاعاً ضاراً في درجة حرارة اللب السني [2]. على الرغم من أنّ قيمة ارتفاع درجة الحرارة الذي يستطيع اللب السني تحمله ما زالت جدلية في الدراسات [3]، سُجّل Zach and Cohen أنّ ارتفاعاً قدره 5.5 °C سبّب ضرراً غير رجوعي في 9.1% من النسيج في دراسةٍ نُفِّذَت على قرود الريزيوس [4].

مؤخراً، أُنتجت أجهزة تصليب ضوئي ثنائية الأقطاب Light-Emitting Diode (LED) عالية الشدة بانبعاث إشعاعي مرتفع يتجاوز 1000 mW/cm^2 بهدف تقليل زمن التصليب الضوئي، وبالتالي اختصار الوقت المطلوب لتطبيق ترميمات الراتنج المركب. إلا أن استخدام هذه الأجهزة قد يسبّب ضرراً شديداً للب السني، خاصة عند استخدامها في تصليب الراتنجات المركبة الضغطية في الحفر العميقة، حيث تخانة العاج المتبقي قليلة [2]. من ناحيةٍ أخرى، أظهرت الدراسات أن التصليب السريع للراتنج المركب قد يؤدي إلى تشكل سلاسل قصيرة لعديدات التمائر؛ مما يعني قِصَر مرحلة التدفق اللزج Pre-gel phase وحدوث تقلص تصليبي شديد في كتلة الراتنج المركب. افتُرِضَت تقنيات عديدة لتسيطرة على التقلص التصليبي أحدها أنماط التصليب الضوئي البديلة والتي رُكّزت عليها التطورات الأخيرة حيث تم تعديل طريقة إطلاق الأشعة الضوئية ولاقت اهتماماً في الأدبيات الحديثة [6] [5]. وبالتالي، عند استخدام أجهزة LED عالية القوة، من المهم اختيار نمط التصليب الضوئي الصحيح الذي لا يسبّب ارتفاعاً ضاراً في درجة حرارة الحجرة اللبية. في ضوء هذا القلق، هدف الدراسة الحالية هو: تقييم تأثير ثلاثة أنماط تصليب ضوئي لأجهزة LED عالية القوة على ارتفاع درجة الحرارة تحت العاج السني.

أنماط التصليب الضوئي

يُعرّف التصليب بالبداية البطيئة بأنه تعريض الراتنج المركب للأشعة ضوئية بانبعاث إشعاعي منخفض بغرض بدء تفاعل التمائر ومنح عديدات التمائر فرصة لزراحة التقلص الحاصل. يعتمد التصليب بالنمط التصاعدي Ramp mode على مبدأ البداية البطيئة حيث يتعرض الراتنج المركب في بداية التصليب إلى انبعاث إشعاعي منخفض ثم يتزايد تدريجياً حتى يصل لقيمته العظمى ويبقى ثابتاً لبقية زمن التصليب [7]. من ناحيةٍ أخرى، يطلق التصليب بالنمط اللبنحي Pulse mode الأشعة الضوئية على شكل فترات من التشغيل والإيقاف، وبالتالي يعطي لوحيدات التمائر فرصة للتخفيف التقلص التصلبي [8]. حتى الآن، إن البيانات المنشورة والمتعلقة بتأثير أنماط التصليب الضوئي على ارتفاع درجة الحرارة غير واضحة؛ في حين أظهرت بعض الدراسات أن التصليب باللانمط البديلة يسبب ارتفاع أقل في درجة الحرارة مقارنة مع التصليب بالنمط المستمر، أظهرت دراسات أخرى نتائج معاكسة تماماً (الجدول رقم 1). قد يعزى ذلك لاختلاف المنهاج التجريبية، أو بسبب اختلاف الناقلية الحرارية للعاج السني من فرد لآخر [9].

الجدول (1): نتائج الدراسات المقارنة بين أنماط التصليب البديلة ونمط التصليب المستمر

نمط التصليب	الدراسة	الانبعاث الإشعاعي mW/cm^2	الدلالة الإحصائية
التصاعدي	(Hofmann 2002)[10]	يزداد خلال 10 ثوان ليصل حتى 1100 ويبقى ثابتاً لمدة 10 ثوان.	أعلى بشكل دال إحصائياً P<.05
	(Atai 2009)[11]	تشعيع أولي بشدة 100 لمدة 10 ثوانٍ يليه ارتفاع حتى القيمة العظمى.	أعلى بشكل دال إحصائياً P<.05
	(Al-Qudah 2007)[12]	20 ثانية نصفها عند انبعاث 100 ونصفها الآخر عند 1000	أدنى بشكل دال إحصائياً P<.05
اللبنحي	(Hofmann 2002)[10]	فترة تشغيل وإيقاف متساويتين لمدة 1 ثانية	لا توجد دلالة إحصائية P>.05
	(Szalewski 2021)[13]	فترة تشغيل لمدة 1 ثانية يليها إيقاف لمدة 0.25 ثانية	لا توجد دلالة إحصائية P>.05
	(Chang 2013)[14]	تشعيع لمدة 0.1 ثانية يليه إيقاف لمدة 0.05 ثانية	لا توجد دلالة إحصائية P>.05

المناقشة

تراوحت قيمة ارتفاع درجة الحرارة في الدراسات المنشورة بين 1.3 – 10.4 °C؛ وهي قيم متباينة بشدة لا تسمح ببناء أي استنتاجات قاطعة. تعزى هذه الاختلافات إلى اختلاف أجهزة التصليب الضوئي، اختلاف المناهج التجريبية، الاختلافات في تشريح الأسنان، بالإضافة إلى اختلاف تخانة العاج المتبقي [3]. وبالتالي، لا يمكن وضع أي خطوط إرشاد لاستخدام أجهزة LED عالية القوة. توصلت الدراسات المخبرية إلى أن تخفيض زمن التصليب الضوئي أثناء استخدام هذه الأجهزة قد يقلل من الضرر الحاصل للب السني، والمُقرّر بعدم تعريض الأسنان لزمن تصليب يتجاوز 20 ثانية عندما يكون الانبعاث الإشعاعي لجهاز التصليب الضوئي 1200 [10] mW/cm^2. ولكن، تلك التوصيات المعتمدة على أوساط مخبرية لا يمكن إسقاطها بشكلٍ مباشر على الواقع السريري نظراً لغياب التدفق الدموي الذي يعمل كمُصرّف للحرارة [13].

قام Runnacles وزملاءه بإعداد تجربة سريرية تضمنت ارتفاع درجة حرارة اللب السني لضواحك فعدة للقلع تقويمياً. تم إدخال المزدوجة الحرارية إلى الحجيرة اللبية عن طريق تحضير حفرة وصول، وتم تم تعريض السطح الدهليزي إلى جهاز LED عالي القوة. تبين حدوث ارتفاع درجة حرارة يتجاوز القيمة الحدية الآمنة بسبب ارتفاع الانبعاث الإشعاعي الصادر عن جهاز التصليب، وبالتالي تم إثبات العلاقة الطردية بين قيمة ارتفاع درجة الحرارة والانبعاث الإشعاعي لجهاز التصليب الضوئي. إلا أن ضرر النسج اللبية لم يحدث إلا عند استخدام أزمنة تصليب طويلة (60 ثانية) وذلك بسبب وجود الدوران الدموي. اللبي. واستنتج الباحثون أن ارتفاع درجة الحرارة سريرياً أقل من ذلك المُسجل في الدراسات المخبرية [15].

وسائل مُقترحة للسيطرة على ارتفاع درجة الحرارة

بغض النظر عن كافة المخاوف المرتبطة بالحرارة الناتجة عن أجهزة التصليب الضوئي، تم اقتراح عدة وسائل لتخفيض مقدار ارتفاع درجة الحرارة [16]، أهمها:

1. استخدام تيار هوائي أثناء التصليب الضوئي.
2. زيادة المسافة بين رأس جهاز التصليب وسطح السن.

نقاط الضعف في الدراسات المنشورة

1. إن بنية الأسنان تختلف من سن لآخر كما تختلف بين الأعراق والأجناس والأعمار، حتى في السن ذاته ستختلف الخصائص البيئوية من موقع لآخر وبالتالي اختلاف الخصائص الفيزيائية [17]. بينما أهملت الدراسات المخبرية تلك الحقائق وتعاملت مع البنى السنية (العاج خصيصاً) وكأنها بنية متجانسة موحدة. إن تبسيطاً كهذا يعطي نتائج غير قابلة للتطبيق سريرياً.
2. الخصائص الحرارية للأسنان المرتبطة مع النسج حول السنية معقدة جداً، ولا يمكن محاكاتها من خلال الطرائق التجريبية [18].

الاستنتاجات

في حدود الدراسة الحالية يمكن استخلاص الاستنتاجات التالية:

1. يتعلق ارتفاع درجة الحرارة الناتج عن التصليب الضوئي بقيمة الانبعاث الاشعاعي لجهاز التصليب الضوئي وزمن التصليب، بغض النظر عن زمن التصليب المستخدم.
2. ان انتاج أجهزة LED عالية القوة حقق إمكانية تطبيق ترميمات الراتنج المركب بوقت أقل لكنه زاد من احتمال ضرر النسج اللبية
3. يجب بذل مزيد من الجهود للتقصي عن الأمان البيولوجي لأجهزة LED عالية القوة

المراجع

– Kodonas, K (2009). Effect of simulated pulpal microcirculation on intrachamber temperature changes following application of various curing units on tooth surface. Journal of dentistry, 37(6), 485-490.

– Jo, S. A., (2019). Effect of pulse-width-modulated LED light on the temperature change of composite in tooth cavities. Dental Materials, 35(4), 554-563.

– Gross, D. J., (2020). In vivo temperature rise and acute inflammatory response in anesthetized human pulp tissue of premolars having Class V preparations after exposure to Polywave® LED light curing units. Dental Materials, 36(9), 1201-1213.

– Zach, L. (1965). Pulp response to externally applied heat. Oral surg Oral med Oral pathol, 19, 515-530.

– Yap, (2003).Thermal emission by different light-curing units, Oper. Dent. 28: 260-266.

– Deb, S., et al. "A comparative study of the properties of dental resin composites polymerized with plasma and halogen light." Dent Mater. 19.6 (2003): 517-522.

– Münchow, E.A., et al. "Polymerization shrinkage stress of resin-based dental materials: A systematic review and meta-analyses of technique protocol and photoactivation strategies." J Mech Behav Biomed Mater. 82 (2018): 77-86

– Moon, H.J., et al. "Effects of various light curing methods on the leachability of uncured substances and hardness of a composite resin." J Oral Rehabil. 31.3 (2004): 258264

– De Magalhaes, M.F., et al. "Measurement of thermophysical properties of human dentin: effect of open porosity." J Dent. 36.8 (2008): 588-594.

– Hofmann, N., et al. "Effect of irradiation type (LED or QTH) on photo-activated composite shrinkage strain kinetics, temperature rise, and hardness." Eur J Oral Sci. 110.6 (2002): 471-479

– Atai, M., et al. "Temperature rise and degree of photopolymerization conversion of nanocomposites and conventional dental composites." Clin Oral Investig. 13 (2009): 309-316

– Al-Qudah , A.A., et al. "Effect of composite shade, increment thickness and curing light on temperature rise during photocuring." J Dent. 35.3 (2007): 238-245.

– Szalewski, L., et al. "Temperature Changes in Composite Materials during Photopolymerization." Appl Sci. 11.2 (2021): 474.

– Chang, H., et al. "Thermal analysis of bulk filled composite resin polymerization using various light curing modes according to the curing depth and approximation to the cavity wall." J Appl Oral Sci. 21 (2013): 293-299

– Runnacles, P., et al. "In vivo temperature rise in anesthetized human pulp during exposure to a polywave LED light curing unit." Dent Mater. 31.5 (2015): 505513.

– Paul, S.J., et al. "Effect of water content on the physical properties of model dentine primer and bonding resins." J Dent. 27.3 (1999): 209-214.

– Sakae, T., "Variations in dental enamel crystallites and micro-structure." J Oral Biosci. 48.2 (2006): 85-93.

– McKenzie, A.L., "Physics of thermal processes in lasertissue interaction." Phys Med Biol. 35.9 (1990): 1175