دراسة مخبرية مقارنة بين نوعين من أجهزة التصليب الضوئي

د. رنا عيسى دلول*

الملخص

خلفية البحث: من الهام معرفة مدى التغيير الحاصل في شدة الإضاءة الصادرة عن أجهزة التصليب الضوئي، إذ يعتبر استقرار هذه الشدة مع تكرار الاستخدام من أهم العوامل المؤثرة في جودة التصليب وبالتالي ضمان النجاح السريري طويل الأمد.

هدف البحث: يهدف هذا البحث لمعرفة مقدار تغيّر شدة إضاءة أجهزة التصليب الضوئي الهالوجينية وأجهزة التصليب ثنائية الأقطاب LED عند استخدامها بشكل متتالي ضمن الجلسة الواحدة.

مواد وطرائق البحث: تألفت عينة البحث من 30 جهاز تصليب ضوئي موزعة في مجموعتين متساويتين، تضمنت المجموعة الأولى (A) 15 جهاز تصليب هالوجيني من نوع Megalux وتضمنت المجموعة الثانية (B) 15جهاز تصليب ضوئي ثنائي الأقطاب LED من نوع Wood pecker، تم قياس شدة الإضاءة لكل جهاز بوضع رأسه ملامساً تماماً لشاشة جهاز قياس الشدة الضوئية، ثم تم تفعيل جهاز التصليب لمدة عشرين ثانية حيث سُجل رقم القراءة الأولى الذي يدل على شدة الإضاءة، ثم أطفأ الجهاز لمدة ثانيتين وتم تفعيله مرة أخرى لمدة عشرين ثانية لتسجيل الرقم الدال على شدة الإضاءة وهكذا تم تكرار التفعيل والقراءات حتى الحصول على عشرة أرقام متتالية تعطي عشرة قراءات لشدة الإضاءة للجهاز مع الاستخدام المتتالي، ثم حُللت النتائج إحصائياً باستخدام اختبار t student.

النتائج: سجل المتوسط الحسابي لشدة الإضاءة في المجموعة (A) $563\pm119.20mw/cm^2$ قيماً أقل من المتوسط الحسابي لشدة الإضاءة في المجموعة (B) $1050\pm262.44mw/cm^2$، ولوحظ وجود فرقاً حقيقياً في شدة الإضاءة بين المجموعتين مع تكرار الاستخدام $P<0.05$.

الاستنتاجات: ضمن حدود هذه الدراسة يمكن اعتبار أجهزة التصليب ثنائية الأقطاب (LED) أفضل من أجهزة التصليب الهالوجينية من حيث المحافظة على شدة الإضاءة الصادرة عنها مع تكرار الاستخدام.

الكلمات المفتاحية: LCU – LED – شدة الإضاءة.

***مدرسة في قسم التعويضات – كلية طب الأسنان – الثابتة في الجامعة السورية الخاصة SPU**

A Comparative in vitro study between two types of Light cure units

Abstract

Background of study: It's important to know the light output changes of light cure units LCUs, to insure the light output stability and the long clinical success.

Aim of study: this study aimed to assess the light Output Changes of light curing units (LCUs) after many uses in one visit.

Materials and Methods: Thirty LCUs were divided into two groups, Group A consists of 15 conventional halogen unit Megalux type , and Group B consists of 15 LED units Wood pecker type, the LCUs output were measured by a light testing device by positioned the light tip of LCU at 0 mm distance to the light testing device, and turn it on for 20 seconds, and record the number that observed on the radiometer, then the LCU were returned on after 2 seconds break for the next 20 seconds and record the number again, the results were recorded for 10 times, Statistical analysis were performed by t student.

Results: The mean light output of Group A 563±119.20mw/cm^2 is lower than the mean light output of Group B 1050±262.44mw/cm^2, There was statistically significant difference between the two groups $P<0.05$.

Conclosions: Within the limits of this study it could be concluded that Led units is better than conventional halogen units because it's light output stability regardless to the frequent use.

Key Words: LED, LCU, Light output.

المقدمة Introduction:

ظهرت أنظمة التصليب الضوئي بالضوء المرئي عام 1972، وكان أول منتج يدعى راتنج Fhotofill [1] ، ثم انتشرت أجهزة التصليب الضوئي التي تعمل بمصابيح الهالوجين، وفي أواسط التسعينات ظهرت الأجهزة التي تعمل بليزر الأرغن، ثم في نهايات التسعينات ظهرت أجهزة التصليب الضوئي التي تعمل وفق مبدأ البداية المنخفضة الشدة ومن بعدها ظهرت الأجهزة التي تعمل وفق مبدأ التصليب النبضي المتأخر[2-3]، وفي عام 1998 ظهرت أجهزة قوس البلازما التي تعمل وفق مصابيح تعتمد على وجود غاز الزينون والتي تعطي شدة ضوئية تصل حتى 2500 ميلي واط /سم^2[3]، وفي عام 2000 جاء جيل جديد من أجهزة التصليب الضوئي التي تعمل وفق الصمامات الثنائية الأقطاب المصدرة للضوء (Light Emitting Diodes) وبعدها في عام 2003 ظهر الجيل الثاني من أجهزة LED والتي دعيت Mini LED ثم جاء الجيل الثالث.[4-5]

أجهزة التصليب الضوئي التي تعمل بمصابيح التنغستن الهالوجين:

تعتبر من أكثر الأجهزة شيوعاً واستعمالاً، حيث يتم إصدار الضوء عن طريق مرور تيار كهربائي من خلال سلك رفيع جداً من التنغستن بحيث يعمل السلك كمقاومة ترفع درجة حرارته بشكل كبير إلى درجة يبث معها إشعاعات كهرومغناطيسية على شكل ضوء مرئي يضم مجال واسع من أطوال الأمواج وبالتالي يصدر الضوء الأبيض (380 – 780)نانومتر، وللحصول على مجال معين يتم ترشيح المجالات غير المرغوبة من الضوء المرئي، لذلك تستعمل المرشحات في أجهزة التصليب الضوئي التي تعمل بمصابيح التنغستن هالوجين وذلك للحصول على طيف الضوء الأزرق، الذي تكون الموجة فيه بين (400_500)نانو متر والتي تتوافق مع طيف امتصاص الكامفركينون (468 ±20) وبالتالي يكون الضوء الأزرق الصادر فعالاً في إحداث عملية التصليب الضوئي.

تتمتع أجهزة التصليب الضوئي الهالوجينية بشدة كافية يمكن أن تصل حتى 1000 ميلي واط/سم^2[3].

أجهزة التصليب الضوئي ثنائية الأقطاب المصدرة للضوء:

تعتبر أجهزة LED من أحدث أجهزة التصليب الضوئي، على نقيض المصابيح الهالوجينية فإن مصباح LED لا يصدر الضوء نتيجة تسخين الأسلاك المعدنية وإنما عن طريق أنصاف النواقل وهي تتمتع بحزمة موجية ضيقة يتراوح طولها بين (450–500)نانو متر وهي أضيق من الحزمة الهالوجينية لأجهزة التصليب الهالوجينية (400–540)نانو متر، وبالرغم من كون أجهزة LED تتمتع بطيف موجي أقل من الأجهزة الهالوجينية إلا أن الخواص الميكانيكية للراتنج المصلب بأجهزة LED مماثلة لأجهزة التصليب الهالوجينية إضافة إلى عدم ارتفاع درجة الحرارة عند التصليب مما يخفف التأثير المخرش على النسيج اللبي. [2–6–7]

نظام التصليب الضوئي التقليدي:

تقوم طريقة التصليب الضوئي التقليدية على تسليط حزمة الأشعة الضوئية الصادرة من رأس الجهاز بشدة تتراوح بين (400–1000)ميلي واط /سم^2 وبطول موجة يتراوح بين (400–500) نانو متر ولمدة تتراوح بين (20–60)ثانية على الراتنج المركب بثخانة مقدارها 2 ملم، وقد أكد الباحثين أن الحد الأدنى للشدة المطلوبة لتأمين تبلمراً كافياً لعينة من الراتنج المركب بثخانة 2ملم ضمن شروط مثالية من اقتراب الرأس هي 280ميلي واط/سم^2. بينما أكدت دراسات أخرى أن هذه الشدة يجب ألا تقل عن 400ميلي واط/سم^2.[8–10–11]

الشدة الضوئية لأجهزة التصليب الضوئي:

هي حاصل قسمة استطاعة جهاز التصليب الضوئي "ميلي واط" على مساحة مقطع رأس الجهاز "سم²" فتكون الوحدة ميلي واط/سم².[9-8]

مواد وطرائق البحث : Materials and Methods

تألفت عينة البحث من 30 جهاز تصليب ضوئي موزعة في مجموعتين متساويتين، وتم الحصول على هذه العينة من الأجهزة المستخدمة في كلية طب الأسنان في جامعة دمشق ومن عيادات لأطباء الأسنان في مدينة دمشق.

المجموعة الأولى (A): تألفت من 15 جهاز تصليب ضوئي هالوجيني يعمل بمصابيح التنغستن_هالوجين من نوع Megalux.

المجموعة الثانية (B): تألفت من 15 جهاز تصليب ضوئي ثنائي الأقطاب المصدرة للضوء (Led) من نوع Wood pecker.

كما تم استخدام جهاز قياس شدة الإضاءة من نوع Megalux ليتم بواسطته قياس الشدة الضوئية الصادرة عن كل جهاز مستخدم في الدراسة.

طريقة العمل:

تم وضع رأس جهاز التصليب الضوئي ملامساً تماما لشاشة جهاز قياس الشدة الضوئية ثم تم تفعيل جهاز التصليب المراد دراسته لمدة عشرون ثانية حيث سُجل رقم القراءة الأولى الذي يدل على شدة الإضاءة بعد انتهاء الثواني المحددة، ثم أطفأ الجهاز لمدة ثانيتين وتم تفعيله مرة أخرى لمدة عشرون ثانية لتسجيل الرقم الدال على شدة الإضاءة وهكذا تم تكرار التفعيل والقراءات حتى الحصول على عشرة أرقام متتالية تعطي عشرة قراءات لشدة الإضاءة للجهاز مع الاستخدام المتتالي، ثم فُرّغت الأرقام ضمن جدول خاص، الشكل (1) والشكل (2) .

الشكل (1): قياس الشدة الضوئية لأحد أجهزة التصليب ثنائية الأقطاب

الشكل (2): قياس الشدة الضوئية لأحد أجهزة التصليب الضوئي الهالوجيني

النتائج:

وصف العينة:

تألفت عينة البحث من ثلاثين جهاز تصليب ضوئي مقسمة إلى مجموعتين متساويتين تبعاً لنوع جهاز التصليب الضوئي المستخدم (مجموعة جهاز التصليب الضوئي الهالوجيني الذي يعمل بمصابيح التنغستن هالوجين (A)– ومجموعة جهاز التصليب الضوئي ثنائية الأقطاب المصدرة للضوء (Led) (B) ، ثم تم قياس مقدار شدّة الإضاءة بعد الاستخدام لمدة 20 ثانية، عشر مرات متتالية مختلفة في جلسة واحدة لكل جهاز تصليب ضوئي في عينة البحث، وتم حساب مقدار التغيّر في شدّة الإضاءة في كل من المراحل العشرة وفقاً للمعادلة التالية:

مقدار التغيّر في شدّة الإضاءة لكل جهاز تصليب ضوئي في كل مرحلة = مقدار شدّة الإضاءة لجهاز التصليب الضوئي نفسه في المرحلة نفسها – مقدار شدّة الإضاءة عند الاستخدام للمرة الأولى لجهاز التصليب الضوئي نفسه

ثم تمت دراسة تأثير نوع جهاز التصليب الضوئي المستخدم والمرحلة المدروسة في قيم المتغيرات المقاسة والمحسوبة في عينة البحث.

الدراسة التحليلية:

يبين الجدول رقم (1) أن المتوسط الحسابي لشدة الإضاءة في الحد الأقصى في المجموعة (A) يساوي 563± 119.20 $mw\backslash cm^2$ وهو أقل من المتوسط الحسابي لشدة الإضاءة في المجموعة (B) $mw\backslash cm^2$ 1050±262.44 وذلك في المراحل العشر المدروسة.

الجدول رقم(1) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقيم مقدار شدّة الإضاءة في عينة البحث.

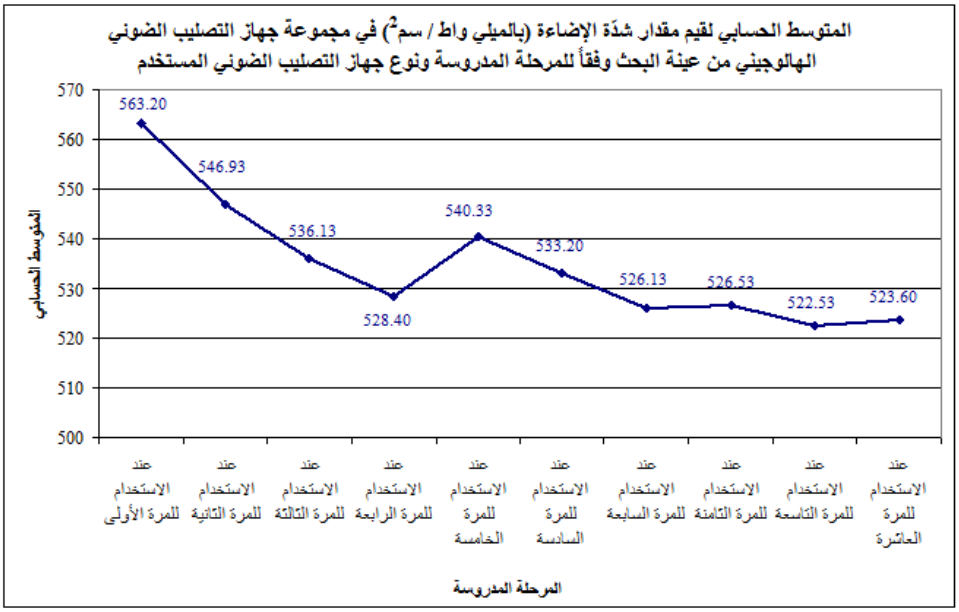
نوع جهاز التصليب الضوئي	المرحلة المدروسة	عدد الأجهزة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
جهاز هالوجيني	المرة الأولى	15	563.20	119.29
	المرة الثانية	15	546.93	120.55
	المرة الثالثة	15	536.13	116.88
	المرة الرابعة	15	528.40	112.47
	المرة الخامسة	15	540.33	112.40
	المرة السادسة	15	533.20	110.69
	المرة السابعة	15	526.13	116.84

نوع جهاز التصليب الضوئي	المرحلة المدروسة	عدد الأجهزة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
	المرة الثامنة	15	526.53	118.01
	المرة التاسعة	15	522.53	113.21
	المرة العاشرة	15	523.60	114.32
جهاز ثنائي الأقطاب LED	المرة الأولى	15	1045.6	270.16
	المرة الثانية	15	1050.8	262.44
	المرة الثالثة	15	1048.2	264.69
	المرة الرابعة	15	1046.4	267.19
	المرة الخامسة	15	1046.9	266.38
	المرة السادسة	15	1048.4	273.86
	المرة السابعة	15	1045.1	263.13
	المرة الثامنة	15	1033.3	259.85
	المرة التاسعة	15	1040.9	260.58
	المرة العاشرة	15	1039.7	259.35

تم إجراء اختبار t student للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار شدّة الإضاءة بين المراحل العشر المدروسة في عينة البحث، وذلك في مجموعتي البحث.

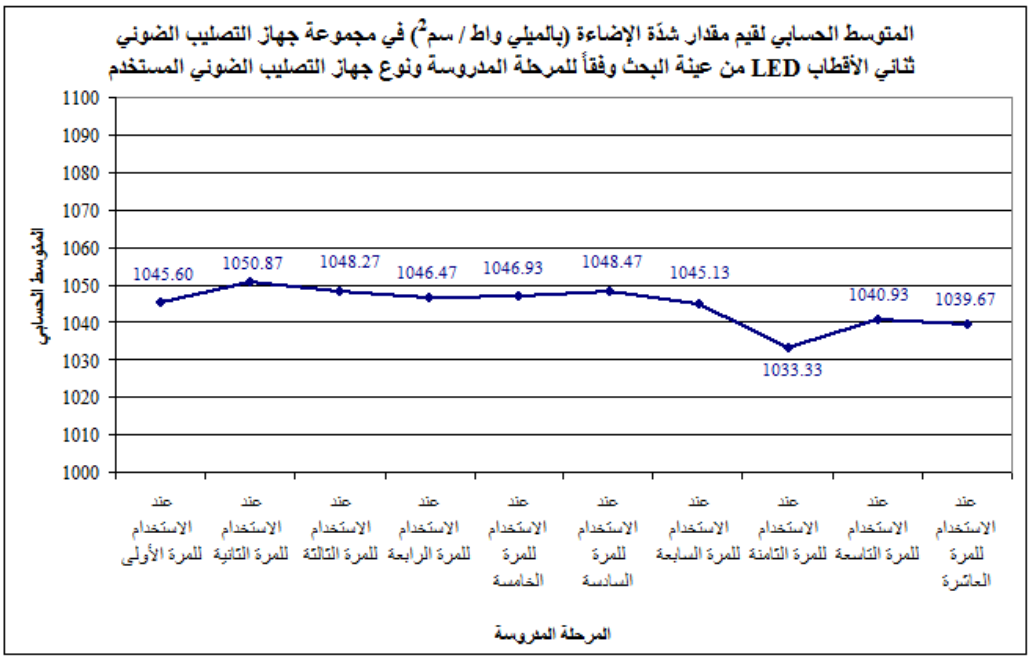
لوحظ في المجموعة (A) وجود فروق ثنائية حقيقية في متوسط مقدار شدّة الإضاءة عند الاستخدام للمرة الأولى ومقدارها عند الاستخدام في المرات التسع التالية $P<0.05$ حيث كانت قيم مقدار شدّة الإضاءة في كل من المراحل التسع أصغر منها عند الاستخدام

للمرة الأولى المخطط(1)



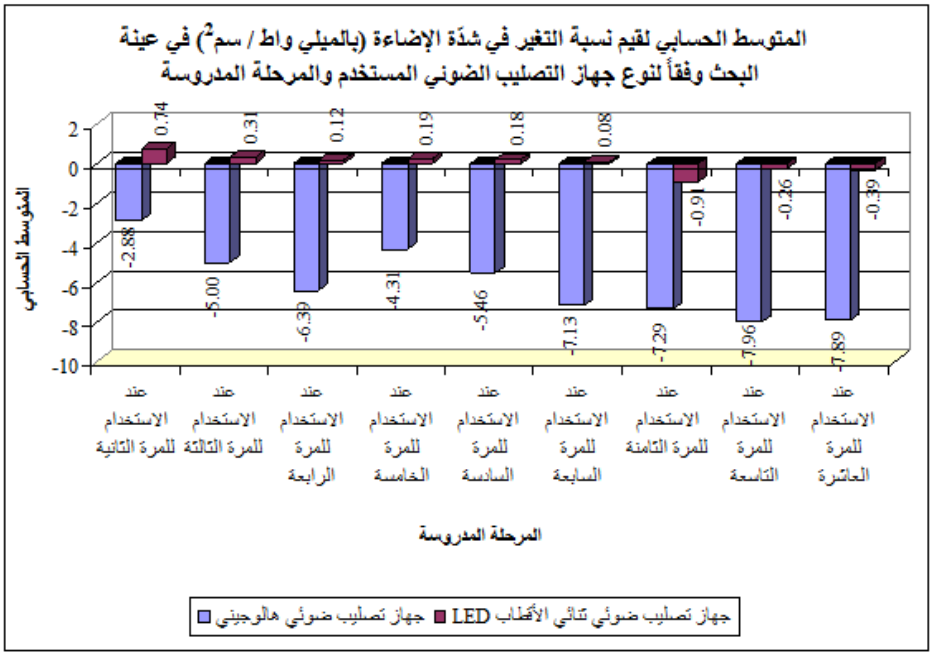
المخطط(1) يبين المتوسط الحسابي لشدة الإضاءة في مجموعة أجهزة التصليب الهالوجينية

بينما لوحظ في المجموعة (B) وجود فروق وهمية P>0.05 بين جميع المقارنات الثنائية المدروسة المخطط (2)



المخطط (2) يبين المتوسط الحسابي لشدة الإضاءة في مجموعة أجهزة التصليب ثنائية الأقطاب

بناءً على النتائج السابقة تم إجراء اختبار t student للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط نسبة التغيّر في شدّة الإضاءة بين المجموعة (A) والمجموعة (B)، فلوحظ وجود فروق حقيقية بين المجموعتين $P<0.05$ مهما كانت المرحلة المدروسة، حيث كانت نسبة التغير في شدّة الإضاءة في المجموعة (A) أكبر منها في المجموعة (B) مخطط (3)



المخطط (3) يبين المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في شدة الإضاءة وفقاً لنوع جهاز التصليب والمرحلة المدروسة

المناقشة:

أحدثت أجهزة التصليب الضوئي ثنائي الأقطاب (LED) نهضة في الممارسات السنية بسبب صغر حجم الجهاز وإمكانية الاستغناء عن الأسلاك التي تصله بالقاعدة مما سهّل الاستخدام، هذا بالإضافة إلى الارتفاع الملحوظ في شدة الإضاءة من جهة وانخفاض الحرارة المنتشرة من التصليب من جهة أخرى[4–5] ، إلا أن الاستقرار في شدة الإضاءة الصادرة من جهاز التصليب بعد تكرار الاستخدام هي من النقاط التي تتطلب المزيد من الدراسات ومن هنا جاءت فكرة هذا البحث لمقارنة التغيّر في شدة الإضاءة بين أجهزة

التصليب الهالوجينية وأجهزة التصليب ثنائية الأقطاب وذلك مع تكرار الاستخدام ضمن الجلسة الواحدة.

تم قياس شدة إضاءة الجهاز بوضع رأسه ملامساً تماماً لشاشة جهاز قياس الشدة الضوئية، وتم تكرار التفعيل والقراءات حتى الحصول على عشرة أرقام متتالية تعطي عشرة قراءات لشدة الإضاءة للجهاز مع الاستخدام المتتالي، وقد تم اعتماد هذه الطريقة في القياس لاتباعها في الدراسات السابقة[6-8].

سجّل المتوسط الحسابي لشدة الإضاءة في مجموعة أجهزة التصليب الضوئي الهالوجيني $563\pm119.20mw\backslash cm^2$ وهو أقل من المتوسط الحسابي لشدة الإضاءة في مجموعة أجهزة التصليب ثنائي الأقطاب $1050\pm262.44mw\backslash cm^2$ بغض النظر عن تكرار الاستخدام وهذا يتوافق مع الدراسات السابقة حيث بينت دراسة Lee وزملائه في عام 2018 تفوّق أجهزة التصليب ثنائية الأقطاب على أجهزة التصليب الهالوجينية من حيث شدة الإضاءة.[6]

كما توافقت نتيجة هذا البحث مع دراسة Ghada وزملائه في عام 2013 الذي قارن شدة الإضاءة بين أجهزة التصليب الهالوجينية وثنائية الأقطاب وعلاقتها بعمر الجهاز ونوعه والمسافة بين رأس التصليب والراتنج، فبيّن أن 26.2% فقط من أجهزة التصليب الهالوجينية سجلت شدة ضوئية بمقدار $300mw/cm^2$ وماتبقى كان غير مقبول سريرياً لأن شدته دون $300mw/cm^2$، بينما 79.2% من أجهزة LED استطاعت تسجيل هذه الشدة. [2]

لوحظ في مجموعة أجهزة التصليب الضوئي الهالوجيني انخفاضاً حقيقياً في شدة الإضاءة مع تكرار الاستخدام $P<0.05$ بينما حافظت الأجهزة ثنائية الأقطاب على شدة إضاءتها مع تكرار الاستخدام $P>0.05$ وبالتالي أثبتت تفوقها على الأجهزة الهالوجينية من حيث الاستقرار في شدة الإضاءة مع تكرار الاستخدام $P<0.05$، وقد توافقت هذه النتيجة مع

دراسة Altaie وزملائه في عام 2021 الذي سجّل شدة الإضاءة لأجهزة التصليب ثنائية الأقطاب المستخدمة في عيادات بريطانيا ودرس مدى تأثّر هذه الشدة بعدة عوامل منها جودة الجهاز، والمسافة بين رأس الجهاز والراتنج، فلاحظ أن 33% من الأجهزة لم تنخفض شدة إضاءتها عن $500mw/cm^2$ على الرغم من العوامل المختلفة المؤثرة على شدة الإضاءة.[12]

كما توافقت نتيجة هذا البحث مع دراسة Ante Dundic وزملائه في عام 2021 الذي درس العلاقة بين شدة الإضاءة وعمر الجهاز ونوعه، حيث بيّن أن هذين المتغيرين هما من أكثر العوامل المؤثرة على شدة الإضاءة، وأن متوسط الشدة لجميع أجهزة LED كانت مقبولة سريرياً على اختلاف عمر الجهاز ونوعه، علماً أن الشدة تنخفض تدريجياً مع الاستخدام.[13]

الاستنتاجات: ضمن حدود هذه الدراسة يمكن اعتبار أجهزة التصليب ثنائية الأقطاب (LED) أفضل من أجهزة التصليب الهالوجينية من حيث المحافظة على شدة الإضاءة الصادرة عنها مع تكرار الاستخدام.

التوصيات: توصي هذه الدراسة باستخدام أجهزة التصليب الضوئي ثنائية الأقطاب في الممارسات السريرية لأنها أكثر محافظة على شدة الإضاءة الصادرة عنها مما يضمن نجاح العمل السريري.

المراجع:

1. Singh SH, Rajkumar B, Gupta V, Bhatt A. Current photo-initiators in dental materials. IJADS. 2017;3:17–20.
2. Maghaireh GA, Alzraikat H, Taha NA. Assessing the irradiance delivered from light-curing units in private dental offices in Jordan. J Am Dent Assoc. 2013;144:922–7.

3. Mangat P, Dhingra A, Bhardwaj G. Curing lights and the science behind them—An overview. IOSR-JDMS. 2014;13:35–9.
4.Mouhat M, Mercer J, Stangvaltaite L, Örtengren U. Light-curing units used in dentistry: Factors associated with heat development-potential risk for patients. Clin Oral Investig. 2017;21:1687–96.
5. Nomoto R, McCabe JF, Hirano S. Comparison of halogen, plasma and LED curing units. Oper Dent. 2004;29:287–94.
6. Lee YR, Nick Abdul Ghani NR, Karobari MI, Noorani TY, Halim MS. Evaluation of light-curing units used in dental clinics at a university in Malaysia. J Int Oral Health. 2018;10:206–9.
7. Soares CJ, Rodrigues MP, Oliveira LRS, Braga SSL, Barcelos LM, Silva GRD, et al. An evaluation of the light output from 22 contemporary light curing units. Braz Dent J. 2017;28:362–71.

8. Giannini M, André CB, Gobbo VC, Rueggeberg FA. Accuracy of irradiance and power of light-curing units measured with handheld or laboratory grade radiometers. Braz Dent J. 2019;30:397–403.
9. Felix CA, Price RB. The effect of distance from light source on light intensity from curing lights. J Adhes Dent. 2003;5:283–91.

10. Kopperud SE, Rukke HV, Kopperud HM, Bruzell EM. Light curing procedures—Performance, knowledge level and safety awareness among dentists. J Dent. 2017;58:67–73.
11. Price RB, Mc Leod ME, Felix CM. light-curing guidelines. Inside Dentistry. 2012;8:68–71.

12. Altaie A et al. An evaluation of the efficacy of LED light curing units in primary and secondary dental settings in the United Kingdom. Oper Dent 2021. PMID: 34370026
13.Ante Dundic et al. A measurement of irradiance of light-curing units in dental offices in three Croatian cities. Med Glas (Zenica) 2021. PMID: 34308622.