

## تقييم عمق نفوذ خمسة رؤوس إرواء لبية في أفنية صناعية مستقيمة محضرة بنظام Protaper (دراسة مخبرية)

محمد الطيان\*

### المخلص

خلفية البحث وهدفه: إن الانتشار الواسع للإرواء اليدوي بإبر مختلفة القياسات مع تطور أنظمة التحضير باستدقاقات مختلفة بعضها باستدقاق متغاير (Protaper)، استدعى ذلك تقييم عمق نفوذ الإبر المختلفة داخل القناة الجذرية المحضرة باستدقاق متغاير

مواد البحث وطرائقه: تألفت عينة البحث من 21 قالباً صناعياً يحوي قناة مستقيمة بطول 17 مم و استدقاق 2%. حُضرتْ بنظام بروتبير لقياس F1 (المجموعة الأولى) ثم لقياس F2 (المجموعة الثانية)، ثم لقياس F3 (المجموعة الثالثة)، ثم جرى التحضير الذروي بمبرد يدوي قياس 35 (المجموعة الرابعة). قيس عمق نفوذ خمس إبر إرواء ضمن الأفنية المحضرة في كل مجموعة من المجموعات الأربع السابقة: الإبرة الأنسولينية (27Gauge)، إبرة (24Gauge)، إبرة EndoEze، إبرة NaviTip، إبرة EndoVac. قُورن أثر زيادة حجم التحضير الذروي ومقدار الاستدقاق في عمق نفوذ الإبر السابقة وأثر التوسيع حتى قياس 35 في إبرة EndoVac. أُجرِيَ تحليل التباين أحادي الجانب Anova للمقارنة بين المجموعات.

النتائج: نفذت إبر الإرواء (Navitip, EndoEze, Endovac) إلى مسافة أقل 1 مم من الطول العامل ( $P>0.05$ ) مهما كان نوع التحضير المستخدم، F1, F2, F3. ولم يكن لزيادة التوسيع الذروي لقياس 35 بحسب توصيات الشركة المنتجة أي أثر في زيادة عمق نفوذ رأس الإرواء EndoVac ( $P>0.05$ ). أدت زيادة التحضير الذروي والاستدقاق من F1 لـ F2 إلى زيادة في عمق نفوذ رؤوس الإبر المستخدمة في البحث جميعها عدا الإبر الأنسولينية نظراً إلى قصرها ( $P<0.05$ ) مع عدم وجود اختلاف بين تحضيرات المجموعة الثالثة (F3) والرابعة (ذروي #35) ( $P>0.01$ ) للإبر المستخدمة في هذا البحث جميعها.

الاستنتاج: نفذت رؤوس الإرواء (Navitip, EndoEze, Endovac) قريباً من الطول العامل، ولذا يمكن عدّها مناسبة للغسل ضمن الأفنية الجذرية. لا يوجد ما يستدعي التوسيع حتى قياس 35 عند التحضير لقياس (F3). ولا تنصح الدراسة باستخدام الإبرة الأنسولينية نظراً إلى قصرها وعدم قدرتها على الوصول إلى الثلث الذروي للقناة. كلمات مفتاحية: رؤوس إرواء- مداواة لبية- بروتبير- قناة مستقيمة.

\*مدرس - قسم مداواة الأسنان - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق.

## Evaluation of Depth of Insertion for Five Irrigation Needles in Simulated Straight Canals Instrumented with Protaper (In vitro Study)

Mouhammad Al-Tayyan\*

---

### Abstract

**Background & Objective:** Evaluation of depth of insertion for several irrigation Needles with different sizes and designs when inserted in simulated straight canals instrumented with Protaper rotary files.

**Methods & Materials:** 21 simulated Straight canal Endo Training Blocks, ISO# 15: 0.2 taper: L=17 mm, were instrumented using Protaper files (Group 1: F1), (Group 2: F2), (Group 3: F3). Then enlarged to #35 manually (Group 4: F3 + #35). The depth of insertion was evaluated for 5 different irrigation needles: Hypodermal needles: 27gauge and 24gauge, EndoEze 27gauge, Navitip 31gauge EndoVac 28 gauge. Data were analyzed using One way Anova test.

**Results:** Irrigation tips (NaviTip, EndoEze, EndoVac) reached 1mm far from the WL. Enlargement of the apical area to F1, F2 and F3 improved the depth of insertion for (Navitip, EndoEze, EndoVac, 24gauge) ( $P<0.05$ ) However, it didn't improve the depth for hypodermal needle (27gauge). No differences were found between Group 3 and Group 4 for all needles used in this study ( $P<0.05$ ).

**Conclusions:** No differences were found in depth of insertion for NaviTip, EndoEze, EndoVac tips in straight canals. There is no need to enlarge to size 35 in order to use EndoVac tip in straight canals. It is not advisable to use (27gauge) tip in cleaning the root canal, because it is not long enough to reach the apical hypodermal area.

**Keywords:** irrigation tips- depth of insertion- Protaper- straight canals- EndoVac.

---

---

\* Ass. Prof. Dept. of Oper. Dent. & Endod. Faculty of Dentistry- Damascus University.

**مقدمة:**

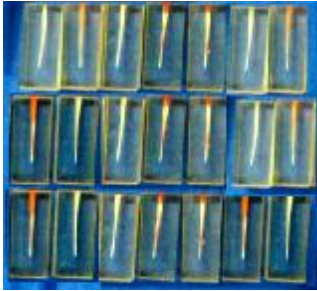
الواسع للإرواء اليدوي بالإبر مختلفة القياسات وتطور أنظمة تحضير باستدقاقات مختلفة ومنها ما هو باستدقاق متغاير (Protaper) استدعى تقييم عمق نفوذ الإبر داخل القناة الجذرية المستقيمة المحضرة بهذا النوع من التحضيرات الآلية.

**الهدف من الدراسة:**

تقييم عمق نفوذ خمسة رؤوس إرواء لية NaviTip EndoVac، EndoEze، الإبرة الانسولينية (27Gauge) وإبرة الـ 3CC (24Gauge) في أوعية صناعية مستقيمة محضرة بنظام Protaper.

**مواد البحث وطرقه:**

**عينة البحث:** تألفت عينة البحث من 21 قالباً بلاستيكياً صناعياً يحوي قناة مستقيمة 15# لشركة Mellifer السويسرية (بطول قناة 17مم) واستدقاق 2% (شكل 1).



شكل 1 عينة البحث

حضرت عينة الدراسة (شكل 1) في مخابر كلية طب الأسنان - جامعة دمشق، بمبارد بروتبير (شكل 2) وفق توصيات الشركة المنتجة بواسطة جهاز تحضير آلي X-smart (سويسري الصنع).



شكل 2 المبارد المستخدمة في تحضير العينة

تعد إزالة البقايا اللبية الحية والتموتة والجراثيم والذيفانات من القناة الجذرية فضلاً عما جرى الحديث عنه مؤخراً وهو اللويحة البيولوجية (Bio Films)<sup>1</sup> من العوامل الأساسية في نجاح المعالجة اللبية<sup>2</sup>. وبسبب استحالة إجراء عملية تحضير وتنظيف ميكانيكي لكامل السطح الداخلي للقناة الجذرية نظراً إلى وجود العوائق التشريحية<sup>2</sup> التي يصعب الوصول إليها وتنظيفها يدوياً<sup>3</sup> كان لمحلول الإرواء الدور الأهم بالوصول إليها وتنظيفها، وخصوصاً بعد الانتهاء من عمليات التحضير القنوي<sup>4</sup>. أفادت بعض الدراسات أن محلول الإرواء يصل إلى منطقة أعمق بـ 1 مم فقط من نهاية رأس إبرة الحقن المستخدمة<sup>5</sup> التي قد لا يتعدى نفوذها الثلث التاجي أو المتوسط من القناة الجذرية المحضرة<sup>6</sup> تبعاً لمقدار انحناء القناة الجذرية<sup>7</sup>. أظهرت الدراسات تحسّن تنظيف القناة الجذرية بزيادة عمق نفوذ إبرة الإرواء<sup>7، 8</sup>، في حين أظهرت دراسات أخرى العلاقة بين قياس التحضير القنوي ومقدار دخول إبرة الإرواء داخل القناة الجذرية<sup>6، 7، 9-11</sup> من جهة وصول محلول الإرواء ومكانه<sup>5، 9، 12، 13</sup> ومن ثم إزالة البقايا العاجية<sup>14-16</sup> والإنتان من القناة الجذرية<sup>5، 17</sup>. لوحظ تحسن تدفق محلول الإرواء بزيادة كل من الاستدقاق وقياس التحضير الذروي، في حين كان لاستخدام رؤوس الإبر مقطوعة الرأس مقارنة بتلك ذات الفتحة الجانبية<sup>18</sup> الأثر في زيادة تدفق المحلول التي دُعمت بطرائق إرواء يدوية أخرى كالإرواء الديناميكي<sup>16</sup>. تفوقت الإبرة ذات الفتحة المزدوجة (Side-vented Double hole) على الجانبية التي تفوقت بدورها على الإبرة الاعتيادية مشطوفة الرأس (Hypodermal Needle) في إزالة الجراثيم من القناة الجذرية مخبرياً<sup>20</sup> إن لزيادة الاستدقاق وزيادة قياس التحضير الذروي<sup>19</sup> أثراً في زيادة تجدد محلول الإرواء ضمن القناة الجذرية<sup>21</sup>. إن الانتشار



شكل 3: الإبر المستخدمة في البحث

أُجْرِيَ القياس باستخدام بياكوليس الكتروني (Mitutoyo- ياباني الصنع) بوضع محددة مطاطية على رؤوس الإبر السابقة ثم إدخالها حتى الاصطدام دون ضغط ومعاينة توضع سطح تماس المحددة المطاطية مع سطح قالب الصنعي بالمكبرة البصرية، وأخذ الوسط الحسابي، وكانت القياسات تُجْرَى عند كل من التحضيرات F1، F2، F3، بعد كل تحضير على حدة، فضلاً عن التحضير F3 مع توسيع ذروي حتى قياس 35 (مجموعة رابعة) لتقييم عمق نفوذ إبرة EndoVac بحسب ما توصي به الشركة المنتجة. أُجريت المقارنات الآتية: 1-مقارنة عمق نفوذ الإبر السابقة جميعها ضمن كل قياس تحضير. 2- مقارنة عمق نفوذ الإبرة الواحدة ضمن قياسات التحضير الذروية (F1-F2-F3). 3-مقارنة أثر إجراء التوسيع الذروي حتى قياس 35 لتقييم عمق نفوذ إبرة EndoVac بعد الوصول إلى تحضير F3.

#### التحليل الإحصائي:

أجري التحليل الإحصائي باستخدام نظام SPSS-17 وأُجْرِيَتِ المقارنات باختبار التباين أحادي الجانب Anova . استخدم اختبار المقارنات المتعددة وتقييم التجانس s Test' Scheffe<sup>22</sup> عند مستوى ثقة (95%)

#### النتائج:

تمكنت الإبر المدروسة من الدخول حتى قياس وسطي بالملم كما هو موضَّح (الشكل 4) مع الأخذ بالحسبان أن

كالآتي:

فُحص النفوذ بمبرد قياس K-10 مع استخدام المزلق (Glyde) لشركة Densply السويسرية وأُجْرِيَ التوسيع حتى قياس 15 K- ثم الدخول بمبرد S1 ثم Sx وجرى التأكد من الطول العامل بالرؤية العيانية وباستخدام Loupes، ثم التحضير بمبارد S1 إلى الطول العامل (16.5 مم) ثم بمبارد S2 إلى الطول العامل، جرى التحضير الذروي بمبارد الإنهاء F-Files على مراحل متتالية F1 (مجموعة أولى)، F2 (مجموعة ثانية)، F3 (مجموعة ثالثة)، ثم التوسيع يدوياً حتى 35 لتقييم إبرة EndoVac (مجموعة رابعة) مع إجراء الإرواء 1مل بهيبوكلورايد الصوديوم 5.25 بعد كل أداة. وبيين (الجدول 1) قطر كل من الإبر المختلفة المستخدمة في البحث وطولها:

جدول 1: بيانات الإبر المستخدمة في البحث

القطر - سم	الطول - سم	الإبرة
0.572	24	إبرة إرواء (مجموعة التحضير 3000) لشركة T.T.I صناعات موزون
0.360	27	إبرة إرواء أسطوانية لشركة T.T.I صناعات موزون
0.360	27	إبرة إرواء Endo-EZE - شركة Ultradent الأمريكية
0.321	28	إبرة إرواء EndoVac - شركة Process Dental الأمريكية
0.236	31	إبرة إرواء Side port - شركة Ultradent الأمريكية Double Hole

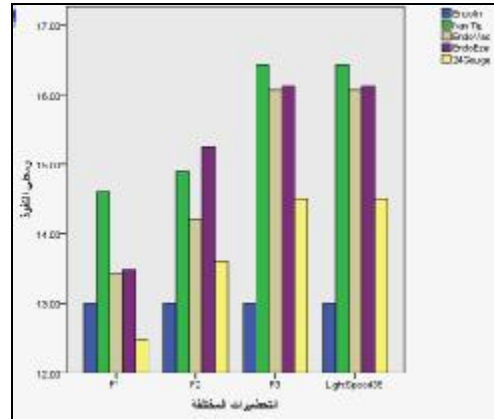
قيس عمق نفوذ كل من الإبر المذكورة في كل من القوالب الصناعية من خلال ثلاثة قياسات لكل إبرة من الإبر المستخدمة في البحث (شكل 3):

طول القناة 17 مم، والطول العامل المقرر في البحث هو 16.5 مم

قياسات التحضير (F1-F2-F3) ( $P < 0.05$ ) عند المجموعات جميعها عدا مجموعة نزوي #35، F1, F3، بالنسبة إلى رؤوس الإبر (24 gauge EndoEze) إذ كانت ( $P > 0.05$ )، ولتقييم التجانس داخل المجموعات استخدم الاختبار نفسه ولم يتبين وجود عدم تجانس باعتبار ( $\alpha = 0.05$ ).

**ثانياً مقارنة عمق نفوذ الإبرة الواحدة ضمن التحضيرات المختلفة:**

يبين اختبار تحليل التباين أحادي الجانب Anova وما يوضّحه (الجدول 3) من وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين بعض المجموعات، وعدم وجود اختلاف بين مجموعات أخرى، فيلاحظ أنّ اختلاف التحضير الذروي والاستدقاق لم يسبباً زيادة في عمق نفوذ الإبرة الأنسولينية ( $P > 0.05$ ) في حين الفرق دالاً إحصائياً ( $P < 0.05$ ) في عمق نفوذ كل من إبر (24Gauge) والـNaviTip والـEndoEze وإبرة (EndoVac) ولتحديد الاختلاف ضمن قياسات التحضير المختلفة أُجريت اختبار Scheffé Test عند مستوى ثقة 95 % يبين ما يأتي:



شكل 4 وسطي النفوذ ضمن كل تحضير

أولاً مقارنة عمق نفوذ الإبر المدروسة ضمن كل قياس تحضير:

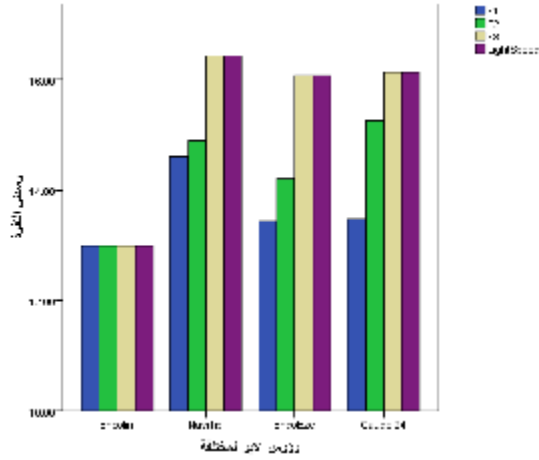
يبين اختبار تحليل التباين أحادي الجانب Anova بين مجموعات إبر الإرواء الخمس (جدول 2) وجود فروق دالة إحصائية بين المجموعات ( $P < 0.05$ ) في التحضيرات السابقة كلّها (F1, F2, F3, #35) ولتحديد موطن الاختلاف أُجريت اختبار المقارنات المتعددة Scheffé Test<sup>22</sup> إذ يبين الاختبار وجود فروق دالة إحصائية بين

جدول 2 نتائج اختبار Anova بين التحضيرات المختلفة

ANOVA						
الدالة الإحصائية	Sig.	F	وسطي المربعات	df	مجموع المربعات	
F1	.000	137.077	9.914	3	29.743	بين المجموعات
				80	5.786	ضمن المجموعات
				83	35.529	المجموع
F2	.000	287.333	20.687	3	62.061	بين المجموعات
				80	5.760	ضمن المجموعات
				83	67.821	المجموع
F3	.000	8518.093	54.574	3	163.721	بين المجموعات
				80	.513	ضمن المجموعات
				83	164.233	المجموع
#35	.000	8518.093	54.574	3	163.721	بين المجموعات
				80	.513	ضمن المجموعات
				83	164.233	المجموع

جدول 3 عمق نفوذ الإبرة الواحدة ضمن التحضيرات المختلفة

ANOVA						
الدلالة الإحصائية	Sig.	F	وسطي المربعات	df	مجموع المربعات	
الفرق غير دال	.	.	.000	3	.000	بين المجموعات
			.000	80	.000	ضمن المجموعات
				83	.000	المجموع
الفرق دال	.000	304.945	19.983	3	59.949	بين المجموعات
			.066	80	5.242	ضمن المجموعات
				83	65.192	المجموع
الفرق دال	.000	830.137	37.676	3	113.028	بين المجموعات
			.045	80	3.631	ضمن المجموعات
				83	116.658	المجموع
الفرق دال	.000	707.743	32.713	3	98.139	بين المجموعات
			.046	80	3.698	ضمن المجموعات
				83	101.837	المجموع
الفرق دال	.000	85.694	19.229	3	57.686	بين المجموعات
			.224	80	17.951	ضمن المجموعات
				83	75.637	المجموع



وجود اختلاف ذو دلالة إحصائية في مجموعات (NaviTip-EndoVac-EndoEze-24Gauge) التحضيرات (F1-F2-F3) إذ  $(P < 0.05)$  في حين لم يكن هناك فرق دال إحصائياً في مجموعات (الإبرة الانسوليبينية (NaviTip, EndoEze, EndoVac, 24Gauge) التحضيرات F3, #35. وبيّن (الشكل 5) وسطي النفوذ ضمن كل إبرة، وأُجْرِيَ اختبار التجانس، ولم يبيّن عدم وجود تجانس ضمن المجموعات باعتبار  $(\alpha = 0.05)$ .

شكل 5 وسطي نفوذ كل رأس إرواء ضمن التحضيرات المختلفة  
ثالثاً مقارنة أثر إجراء التوسيع الذروي حتى قياس  
#35 في إبرة EndoVac :

بيّن اختبار ANOVA واختبار المقارنات المتعددة أن التوسيع حتى قياس 35 بحسب توصيات الشركة المنتجة لجهاز (EndoVac) لم يسبب أي زيادة في عمق دخول رأس الإبرة في الأفنية المستقيمة  $(P > 0.05)$

**المناقشة:**

الدقيق للإبرة، إذ تمكنت الإبرة المستخدمة من النفوذ إلى مسافة تقرب من 1 مم عن الطول العامل، واتفقت أيضاً في طبيعة الأفتية المستخدمة، فكانت دراسته على أفتية ضواحك مستقيمة تسمح للإبر بالوصول إلى مناطق عميقة قرب الذروة. اختلفت الدراسة الحالية مع دراسة ( Hsieh 2007)<sup>15</sup> إذ تمكنت الإبرة EndoEze من النفوذ ذروباً لمسافة أقل من 1 مم بعيداً عن الطول العامل، وأماً من جهة زيادة قياس التحضير الذروي والاستدقاق وعلاقته بزيادة دخول الإبرة ذروباً، فقد اتفقت الدراسة الحالية مع دراسة (Hsieh 2007)<sup>15</sup> من حيث زيادة دخول الإبر عند زيادة قياس التحضير الذروي والاستدقاق من (F1 الى F2) نظراً إلى ثبات الاستدقاق في بحثه (0.02)، واختلفت هذه الدراسة من حيث عدم زيادة نفوذ الإبر (24Gauge) والـ (27Gauge) EndoEze والـ (24Gauge) NaviTip عند الانتقال من قياس تحضير ذروي (F3 إلى توسيع ذروي #35) مع دراسة (Hsieh 2007)<sup>15</sup> الذي وجد زيادة في عمق النفوذ. ويعود ذلك لاختلاف طريقة تحضير الأسنان إذ استخدم الباحث ( Hsieh 2007)<sup>15</sup> تقنية StepBack بمبارد باستدقاق 0.02، ومن ثمَّ يوجد اختلاف مع التحضير المجري في هذه الدراسة وهو تحضير بروتبير باستدقاق متغير. لم يزد عمق دخول الإبرة الانسولينية (27Gauge) رغم تماثلها في القطر مع قياس إبرة (27Gauge) EndoEze وذلك نظراً إلى قصر طولها.

لم يؤدِّ للانتقال من قياس تحضير (F3) ال قياس ذروي #35 بحسب توصيات الشركة المنتجة إلى زيادة نفوذ إبرة الإرواء جميعها، إذ كان قياس التحضير (F3) كافياً لوصول رأس الإرواء (EndoVac).

**الاستنتاج:**

ضمن ظروف هذه الدراسة وإمكاناتها في تحضير الأفتية المستقيمة بنظام بروتبير يمكن استنتاج ما يأتي:

أجريت هذه الدراسة على أفتية صناعية بدلاً من أسنان طبيعية بهدف توحيد شكل القناة وحجمها وطولها الذي يؤدي دوراً كبيراً في قراءة نتائج هذا البحث.

اختيرت رؤوس إرواء مختلفة الأطوال والأقطار والتصاميم شائعة الاستخدام، وهي الإبرة الانسولينية (27Gauge) والإبرة المرافقة لمحقة الـ 3CC (24Gauge) وأجريت المقارنة مع الإبر المستخدمة من قبل اختصاصيي المداوة اللبية (NaviTip (31Gauge) والـ EndoEze (27Gauge) فضلاً عن إبرة جهاز EndoVac (28Gauge) الذي توصي الشركة الصانعة (DiscussDental) بإجراء توسيع ذروي حتى قياس (#35). اتفقت الدراسة الحالية مع دراسة Walters<sup>23</sup> إذ تمكنت إبرة الإرواء الاعتيادية (24Gauge) في دراستنا من النفوذ حتى 2 مم من الطول العامل، واتفقت الدراسة الحالية مع دراسة Vinothkumar 2007<sup>20</sup> على الرغم من استخدام الأخير إبرة إرواء 25 Gauge ومع Boutsoukis 2010<sup>24</sup> إذ تمكنت إبرة (NaviTip, EndoEze, EndoVac) في الدراسة من النفوذ حتى 1 مم من الطول العامل، كما اتفقت الدراسة الحالية مع الدراستين المذكورتين في استخدام الأفتية المستقيمة في التقييم. في حين اختلفت دراستنا مع دراسة Boutsoukis 2010<sup>24</sup> وهي عبارة عن تحليل ثلاثي الأبعاد للعناصر المنتهية (Finate Element Analysis)، فهناك اختلاف في تصميم دراسته عن الدراسة الحالية. اتفقت دراستنا مع دراسة Goldman<sup>8</sup> عند التحضيرات (F3 و #35) عند رؤوس الإرواء جميعها عدا الإبرة الانسولينية رغم اختلاف تصميم الإبرة المستخدمة في دراسته التي صممت من قبله بشكل خاص، فكانت مغلقة النهاية وبطول 31 مم، وتحوي عشرة تقوَب يبدأ الأول بعد الطول الكامل بـ 2 مم دون ذكر القطر

1- تماثل عمق نفوذ رؤوس الإرواء ( NaviTip, ) ثمَّ ليس هناك أي سبب يدفع للتوسيع حتى قياس (#35) EndoEze, EndoVac). 2- أدت زيادة التحضير الذروي والاستدقاق من F1 إلى F2 إلى زيادة نفوذ إبر الإرواء المستخدمة جميعها عدا الأنسولينية 3- كان التوسيع لقياس F3 كافياً للرؤوس المستخدمة في هذه الدراسة جميعها بما فيها: رأس إبرة (EndoVac) ومن

### References

- 1.McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *Int Endod J* 2008;41(7):602-8.
- 2.Gu LS, Kim JR, Ling J, et al. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod* 2009;35(6):791-804.
- 3.Gutarts R, Nusstein J, Reader A, Beck M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod* 2005;31(3):166-70.
- 4.Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, et al. An evaluation of the effect of pulsed ultrasound on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod* 2010;36(11):1887-91.
- 5.Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1977;44(2):306-12.
- 6.Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod* 1983;9(11):475-9.
- 7.Abou-Rass M, Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;54(3):323-8.
- 8.Goldman M, Kronman JH, Goldman LB, Clausen H, Grady J. New method of irrigation during endodontic treatment. *J Endod* 1976;2(9):257-60.
- 9.Teplitsky PE, Chenail BL, Mack B, Machnee CH. Endodontic irrigation--a comparison of endosonic and syringe delivery systems. *Int Endod J* 1987;20(5):233-41.
- 10.Albrecht LJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. *J Endod* 2004;30(6):425-8.
- 11.Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement. *J Endod* 2004;30(2):110-2.
- 12.Senia ES, Marshall FJ, Rosen S. The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;31(1):96-103.
- 13.Salzgeber RM, Brilliant JD. An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *J Endod* 1977;3(10):394-8.
- 14.Falk KW, Sedgley CM. The influence of preparation size on the mechanical efficacy of root canal irrigation in vitro. *J Endod* 2005;31(10):742-5.
- 15.Hsieh YD, Gau CH, Kung Wu SF, et al. Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. *Int Endod J* 2007;40(1):11-7.
- 16.Huang TY, Gulabivala K, Ng YL. A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J* 2008;41(1):60-71.
- 17.Sedgley CM, Nagel AC, Hall D, Applegate B. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging in vitro. *Int Endod J* 2005;38(2):97-104.
- 18.Boutsoukias C, Verhaagen B, Versluis M, et al. Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod* 2010;36(5):875-9.
- 19.Boutsoukias C, Gogos C, Verhaagen B, et al. The effect of apical preparation size on irrigant flow in root canals evaluated using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *Int Endod J* 2010;43(10):874-81.
- 20.Vinothkumar TS, Kavitha S, Lakshminarayanan L, Gomathi NS, Kumar V. Influence of irrigating needle-tip designs in removing bacteria inoculated into instrumented root canals measured using single-tube luminometer. *J Endod* 2007;33(6):746-8.



21. Boutsoukias C, Gogos C, Verhaagen B, et al. The effect of root canal taper on the irrigant flow: evaluation using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *Int Endod J* 2010;43(10):909-16.
22. Fraunhofer J. *Research Writing in Dentistry*. Edition first published ed. Singapore: 2010 Blackwell Publishing; 2010.
23. Walters MJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *J Endod* 2002;28(12):837-9.
24. Boutsoukias C, Lambrianidis T, Verhaagen B, et al. The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod* 2010;36(10):1664-8.
25. Zuchi S, Cesco S, Gottardi S, et al. The root-hairless barley mutant brb used as model for assessment of role of root hairs in iron accumulation. *Plant Physiol Biochem* 2011;49(5):506-12.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2013/7/16.

تاريخ قبوله للنشر 2014/8/11.