الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طبّ الأسنان

قسم مداواة الأسنان (طب الأسنان التجميلي)

تدبير الآفات المينائيّة النّخرية البدئية في طبّ الأسنان الترميمي التجميلي الأصغري باستخدام تقنية الارتشاح بالراتنج

(مراجعة نظريّة)

Management of initial enamel carious lesion in minimally Invasive aesthetic dentistry using resin infiltration technique

(Literature Review)

بحث أُعدّ لنيل درجة ماجستير التأهيل والتخصص في طبّ الأسنان التجميلي

إعداد الباحثة: **ياسمين محمّد المهدي السويركي**

بإشراف:

المدرّس الدّكتور حسام مللي

عضو هيئة تدريسيّة في قسم المداواة الترميمية – جامعة دمشق

2017 م / 1439 هـ

الإهداء

إلى أبي . . إلى أمي

إلى إسراء وأسيل

إلى إخوتي

خالِد - عبد الرَّحمن - عبد الله - عُمر - أَنَس

إلى أصدقائي

أُحبكم

كلمة شكر

في نهاية مشواري عبر أروقة هذا الصرح العظيم "**جامعة دمشق**" في مدينة الياسمين لا تسعني الكلمات للتعبير عن شكري و امتناني لتلك الجامعة لتلك المدينة التي لطالما احتوتنا و كانت لي موطني الثاني

لأساتذتي الأفاضل:

بداية **لأستاذي المشرف المدرس الدكتور حسام المللي** المدرس في قسم المداواة الترميمية جامعة دمشق

الذي علمني التفاني في العمل ، من لا يرضى إلا بالكمال

الأستاذة الدكتورة كندة لّيوس رئيس قسم مداواة الأسنان جامعة دمشق

التي شرفتني بقبول تحكيم هذا البحث

الأستاذ المساعد الدكتور علي أبو سليمان الأستاذ في قسم أمراض النسج حول السنية جامعة دمشق

الذي شرفني بقبول تحكيم هذا البحث

لإدارة الكلية ممثلة بـ:

الأستاذ الدكتور محمّد سالم ركاب عميد كلية طب الأسنان جامعة دمشق

الأستاذة الدكتورة رانية حداد نائب عميد كلية طب الأسنان للشؤون العلمية

الأستاذ الدكتور محمّد أسامة الجبّان نائب عميد كلية طب الأسنان للشؤون الإدارية

إلى أساتذة قسم مداواة الأسنان ممثلين **بالأستاذة الدكتورة كندة ليّوس**

أساتذة قسم النسج حول السنية ممثلين **بالأستاذ الدكتور طارق الشويكي**

أساتذة قسم التعويضات الثابتة ممثلين **بالأستاذ الدكتور محمد لؤي مراد**

للأصدقاء الحاضرين دوماً وأبداً للمساعدة:

د . فتحية أبوزفرة ، د . أسامة أبوعيّاش ، د . نورا عودة ، د . إيمان المهدي ، د . محمّد صادق

قائمة المحتويات

1. تمهيد Introduction

2. الآفات البيضاء White spot lesions

3. تدبير الآفات البيضاء Management of white spot lesion

4. الربط في طب الأسنان Bonding in dentistry

5. مفهوم الارتشاح بالراتنج منخفض اللزوجة Infiltration Concept

6. الدراسات المخبرية In vitro Studies

7. التقييم السريري Clinical evaluation

8. الخلاصة: Conclusion

9. المراجع: References

فهرس المحتويات

الإهداء.....II

كلمة شكر.....III

قائمة المحتويات V

الاختصارات.....XI

قائمة الأشكال.....XII

قائمة الجداول.....XIV

تمهيد.....1

الفصل الأول 4

1. الآفات البيضاء White spot lesions 4

1.1.الميناء.....5

1.1.1. الخصائص الفيزيائية للميناء..... 5

2.1.1. الخصائص الكيميائية للميناء.....6

3.1.1. بنية الميناء 7

2.1. تعريف الآفات البيضاء.....8

3.1. آلية تشكل الآفات البيضاء.....9

4.1. التركيب النسيجي للآفات البيضاء 12

5.1. تصنيف الآفات البيضاء 16

6.1. كشف وتشخيص الآفات البيضاء.....16

1.6.1. تشخيص آفات البقع البيضاء في السطوح الملساء الحرة.....19

2.6.1. تشخيص آفات البقع البيضاء في السطوح الملساء الملاصقة.....21

7.1. بعض الطرق الحديثة لتشخيص الآفات البيضاء 26

1.7.1. جهاز QLF.....26

2.7.1. استخدام الليزر 27

8.1. التشخيص التفريقي 29

الفصل الثاني 30

2. تدبير الآفات البيضاء Management of white spot lesion.....30

1.2. المعالجات الغير راضّة Non-invasive treatment 31

1.1.2. آلية عمل الفلور.....34

2.1.2. التأثيرات الجانبية للجرعات العالية من الفلور 34

2.2. المعالجات الرضية Invasive treatment.....35

3.2. المعالجات الرضية الأصغرية Minimally invasive treatment.....36

الفصل الثالث 37

3. الربط في طب الأسنان Bonding in dentistry.....37

1.3. تاريخ الربط 38

2.3 تعريف 39

3.3. آلية الربط السني 39

4.3. مكونات عوامل الربط 40

5.3. آلية الربط للميناء.....41

6.3.المواد السادة للشقوق والميازيب.....42

الفصل الرابع..... 43

4. مفهوم الارتشاح بالراتنج منخفض اللزوجة Infiltration Concept 43

1.4. لمحة تاريخية عن الارتشاح بالراتنج ضمن الآفة النخرية 46

2.4.التجارب الأوليّة على الارتشاح بالراتنج ضمن الآفة النخرية..... 48

3.4. تطور الارتشاح بالراتنج 53

4.4. خواص ومتطلبات المواد المستخدمة في ارتشاح الآفات البيضاء...57

5.4. مبدأ عمل الارتشاح بالراتنج 57

1.5.4. كبح تقدم الآفة **57**

2.5.4. تحسين المظهر الجمالي..... **58**

6.4. مزايا معالجة الآفات البيضاء بالارتشاح بالراتنج 59

7.4. ارتشاح النخور في السطوح الملاصقة..... 60

1.7.4. استطبابات ارتشاح النخور في السطوح الملاصقة..... **60**

2.7.4. التطبيق السريري على النخور الملاصقة **64**

3.7.4. متابعة النخور الملاصقة المعالجة بالارتشاح بالراتنج..... **66**

8.4. ارتشاح النخور في السطوح الملساء الدهليزية..... 66

1.8.4. الاستطبابات التجميلية للارتشاح بالراتنج **67**

2.8.4. التطبيق السريري على السطوح الدهليزية **70**

3.8.4. متابعة الآفات البيضاء في السطوح الدهليزية المعالجة بالارتشاح **72**

9.4. حالات سريرية 73

1.9.4. الحالة الأولى **73**

2.9.4. الحالة الثانية **75**

الفصل الخامس..... 77

الدراسات المخبرية In vitro Studies 77

الفصل السادس.....84

6. التقييم السريري Clinical evaluation 84

الخلاصة: Conclusion 93

المراجع: References.....94

الاختصارات

WSLs:	White spot lesion
ICDAS	International Caries Detection and Assessment System
QLF	Quantitative Light-Induced Fluoresence
HIM	Molar incisive hypo-mineralization
ICON	Infiltration Concept

قائمة الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الصفحة
1	العلامة السريرية الأولى للنخر السني (بقع بيضاء عاتمة طبشورية)	8
2	اصطباغ البقع البيضاء بلون بني	9
3	مقطع عرضي لآفة بيضاء مينائية صغيرة مغمورة بالكوينولاين تحت المجهر الضوئي المستقطب (100X)	12
4	مقطع عرضي لآفة بيضاء مينائية صغيرة مغمورة بالكوينولاين تحت المجهر الضوئي المستقطب (100X)	14
5	صورة شعاعية مجهرية لمقطع عرضي في آفة مينائية بتكبير (150 X) تُظهر شدة تمعدن المنطقة السطحية للآفة (S)	16
6	تفاعل الضوء مع النسج السنية	19
7	تكسر الآفة البدئية المتوضعة على السطح الدهليزي للرحى المقلوعة بواسطة الاستعمال المهمل للمسبر	22
8	مشعر ICDAS النخري	23
9	استنساخ وضعية الصور الشعاعية من خلال تسجيل عضة المريض على صفيحة موصولة بحامل الأفلام وقمع جهاز التصوير	24
10	الامتداد الشعاعي للآفات النخريّة البدئية	26
11	جهاز QLF والقياس الكمي لنقص التمعدن	27
12	صور ترسيمية توضح الفرق بين مادتي (sealant) و (infiltrant)	46
13	صورة بالمجهر الإلكتروني لمقطع عرضي لآفة نخرية طبيعية مخرشة بحمض الفوسفور (A)، وحمض كلور الماء (B)	56
14	صورة بالمجهر البؤري للآفة النخرية الطبيعية بعد الارتشاح بالراتنج عقب تهيئة الطبقة السطحية بحمض الفوسفور (A) و حمض كلور	56

	الماء (B)	
15	صور ترسيميه توضح طبيعة تشتت الضوء	58
16	خطوات تطبيق الارتشاح بالراتنج في السطوح الملاصقة	65
17	معالجة آفات البقع البيضاء بعد المعالجة التقويمية بالارتشاح بالراتنج	67
18	معالجة الآفات البيضاء بالارتشاح بالراتنج، ترميم التجوف على السن 9 بواسطة الكمبوزيت	69
19	شكل ترسيمي لمقاطع عرضية توضّح الخيارات العلاجية للآفات البيضاء	70
20	اختبار الترطيب لاختبار فعالية التخريش	71
21	عرض الحالة السريرية الأولى	74
22	عرض الحالة السريرية الثانية	76

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
1	عوامل التاريخ الصحي ذات العلاقة بارتفاع خطورة الإصابة بالنخر السني	17
2	موجودات الفحص السريري المترافقة مع ارتفاع الخطورة	18
3	التقييم الشعاعي للامتداد النخري	25
4	التشخيص التفريقي	29
5	تطبيق الفلورايد الموضعي	33
6	استطبابات الارتشاح بالراتنج	62
7	مضادات استطباب الارتشاح بالراتنج	63
8	فعالية الارتشاح بالراتنج في الحالات التالية محدودة	63
9	التقييم السريري لفعالية الارتشاح بالراتنج لتغطية العيب الجمالي	86-85
10	التقييم السريري لفعالية الارتشاح بالراتنج في كبح تقدم الآفات النخرية البدئية	91-90

تمهيد

يتظاهر زوال تمعدن ميناء الأسنان بآفات على شكل بقع بيضاء طبشورية "White Spot Lesion(WSLs)" ويمثل ذلك المرحلة الأولى من تشكل النخر السني (Bergstrand and Twetman 2011). تُسجل هذه الآفات نسب انتشار عالية نسبياً، حيث أنَّ 25% من مرضى التقويم معرضون للإصابة بها (Hadler-Olsen, Sandvik et al. 2011)، فعملية زوال التمعدن غالباً ما تحدث في غضون أربعة أسابيع بعد إلصاق الأطواق التقويمية (Bergstrand and Twetman 2011). تكون الآفات البيضاء ذات طبقة سطحية متماسكة إذا ما تمّ فحصها بلطف بالمسبر السني، لكنّها سرعان ما تنهار إذا ما استمرت العملية النخرية و تصبح بحاجة لتداخلات علاجية غازية "Invasive Treatment" (Derks, Katsaros et al. 2004).

إنَّ انكسار الضوء عبر الميناء مرتبط بشكل أساسي بمستوى زوال التمعدن، حيث تتظاهر الميناء المصابة ببقع بيضاء عاتمة مرئية، و مع استمرار وجود الأحماض النخرية تتقدّم عملية زوال التمعدن مما يزيد من عتامة تلك الآفات (Derks, Katsaros et al. 2004). كما أنّها تصبح أكثر ملاحظةً عندما تتعرض للإصطباغ نتيجة الملونات الخارجية مما يضر بجمالية الأسنان (Watts and Addy 2001) .

و في حديثٍ عن الطرائق العلاجية فقد تأثر طبّ الأسنان في نهاية القرن التاسع عشر بثورة الأدوات الدوّارة ذات السرعة العالية ونهجت معالجة النخور حتى البدئية منها نهجاً غازياً تضمّن إزالة النسج المؤوفة والتعويض عنها بمواد تجميلية، بينما سعى طب الأسنان الحديث إلى طرائق علاجية أكثر حفاظاً على النسج السنية (Kielbassa, Mueller et al. 2009)، لتقديم خيارات علاجية تحسن من الناحية الجمالية دون التفريط بالنسج السنية (Murphy, Willmot et al. 2007)، ومع ذلك لاتزال هناك نسبة مرتفعة من الممارسين الذين يلجأون للطرق العلاجية الغازية في تدبير النخور البدئية حيث بلغت نسبة هذه التداخلات 19% في النروج (Tveit, Espelid et al. 1999) وما يقارب 50% في المكسيك والبرازيل (Maupomé and Sheiham 1997) مع وجود نسب أعلى في البلدان الأُخرى (Doméjean-Orliaguet, Tubert-Jeannin et al. 2004).

و لابدّ من الإشارة إلى أنَّ تدبير الآفات النخرية البدئية في المراحل الأوّلية باستخدام طرائق بسيطة يجنّبنا اللجوء للعلاجات الغازية (Kidd and Fejerskov 2016).

لا بدّ من الإشارة إلى أنّه لا توجد معايير ثابتة و متفق عليها لمعالجة هذه الآفات، وعلى الرغم من ذلك يوجد ثلاث معالجات تعتمد على درجة فعاليتها وهي الأكثر تفضيلاً، وحيث أنَّ الآفات البيضاء شكل من أشكال زوال التمعدن فإنّ إعادة

التمعدن هو الخيار العلاجي الأول بالإضافة إلى أنّه تداخل غير غازي (Bergstrand and Twetman 2011). و قد كان السحل الهوائي خيار علاجي آخر قدّم نتائج علاجية جيدة وحسن من النواحي الجمالية، لكنّه يتطلب إزالة كبيرة و غير مضبوطة من النسج السليمة والمصابة لتحقيق هذه النتائج (Muñoz, Arana-Gordillo et al. 2013).

مؤخراً تمّ طرح نهج علاجي أكثر محافظة تمت دراسته بشكل موسع قبل اعتماد تطبيقه سريرياً ويسمّى بـ الارتشاح بالراتنج أو التشريب بالراتنج (Kielbassa, Mueller et al. 2009).

تعرض هذه المراجعة الأدبية الأسس العلمية لهذا النهج الجديد لتدبير هذه الآفات, كما تعرض أيضاً نتائج الدراسات السابقة التي تبحث في مدى فعالية هذه التقنية لتحسين الخواص البصرية للآفات البيضاء وكبح تقدمها.

الفصل الأول

الآفات البيضاء

إنّ تواجد البقع البيضاء على السطوح السنية يعد مشكلة تجميلية و مع أنّ العديد من المواد و التقنيات استُخدمت للوقاية و للحد من تشكل هذه البقع إلا أنَّ هذه المشكلة ما زالت قائمة. لذلك من المهم فهم آلية تشكّلها والكشف عنها و كيفية تشخيصها جيدًا كي نستطيع منع حصولها أو التخفيف من نسبة حدوثها (Ogaard 1989).

و حتى نتعرّف على الخواص المرضية للآفات الميائية ونفهم آليتها الإمراضية لابدّ أنّ نكون على علمٍ مسبق بخواص الميناء الطبيعية (Bidarkar 2011).

1.1 الميناء:

1.1.1 الخصائص الفيزيائية للميناء:

هو الطبقة الخارجية المغطية لتاج الأسنان، مختلف الثخانة حيث تتراوح ثخانته في السطوح الإطباقية ما بين 2-2.5 ملم، يستدق تدريجياً ليصبح عند الحدود اللثوية كـحد السكين، وهو أقسى أنسجة الجسم بسبب بنيته البلورية ومحتواه المعدني العالي وهذا ما يجعله قصفاً إذا ما فقد الدعم من العاج.

نفوذية الميناء Enamel Permeability :

تمّ دراسة نفوذية الميناء بمساعدة العناصر المشعة حيث تبيّن أنّه بنية شبه نفوذة تسمح بمرور بعض الجزيئات ذات الوزن الجزيئي المنخفض (Heymann, Swift Jr et al. 2014).

شفوفية الميناء Enamel Translucent :

تختلف شفوفية الميناء تبعاً لدرجة تكلسها وتجانس بنيتها والذي بدوره يعكس لون الأسنان حيث تعكس الميناء الرقيقة لون العاج الأصفر فتظهر الأسنان باللون الأبيض المصفر بينما يكون لون الأسنان المغطاة بميناء ثخينة كتيمة أبيض رمادي (Orban and Bhaskar 1980).

2.1.1 الخواص الكيميائية للميناء :

يتكوّن الميناء من 96% معادن غير عضوية و 4% معادن عضوية و ماء، تتشكل البلورات المعدنية للسن و العظم من الهيدروكسي آباتيت المكربن "Hydroxy Carbonate Apatit" (Legeros 1991) وهي أكثر قابلية للانحلال من الهيدروكسي أباتيت الموصوف بشكل شائع في الأدب الطبي على أنّه المعدن السني و هذا الأخير بدوره يعتبر أكثر انحلالاً من فلور الأباتيت (Ten Cate and Featherstone 1991).

3.1.1 بنية الميناء:

يتألف الميناء من ملايين المواشير الميناية "enamel prisms" التي تمثل الوحدة الأساسية للميناء. يصل عددها تقريباً إلى 5 ملايين موشور في القاطعة السفلية و 12 مليون موشور في الرحى الأولى العلوية، تمتد هذه المواشير من الملتقى الميناي العاجي للخارج بشكل منحني وبالتالي يكون طولها أكبر من ثخانة الميناء، تمر المواشير أثناء تمعدن الميناء في المرحلة الجنينية بفترات من الفعالية المرتفعة والمنخفضة تؤدي فترات الفعالية المنخفضة إلى تشكل خطوط الراحة ضمن الموشور و التي تجتمع مع الخطوط الموجودة ضمن المواشير الأخرى لتشكل بنية مرئية بالمقاطع العرضية الميناية تسمّى بخطوط ريزيوس التي تكون ذات محتوى عضوي عالي نسبياً (Whittaker 1982).

تكون المواشير الميناية مرتبطة مع بعضها بإحكام و ترتيب عالي، إنّ هذا الترابط يجعل الميناء تبدو و كأنّها تمتلك مظهر زجاجي و نصف شفاف يسمح للضوء بالعبور من خلاله. وعلى الرغم من الترابط المحكم بين بللورات الهيدروكسي الأباتيت إلا أنّه توجد مسافات صغيرة تفصل بين البلورات تسمّى بالمسامات التي تكون مملوءة بالماء والمواد العضوية. عندما يتعرض الميناء للأحماض المنتَجة من قبل جراثيم اللويحة السنية يبدأ زوال التمعدن من سطح البلورة مما يؤدي لانكماش

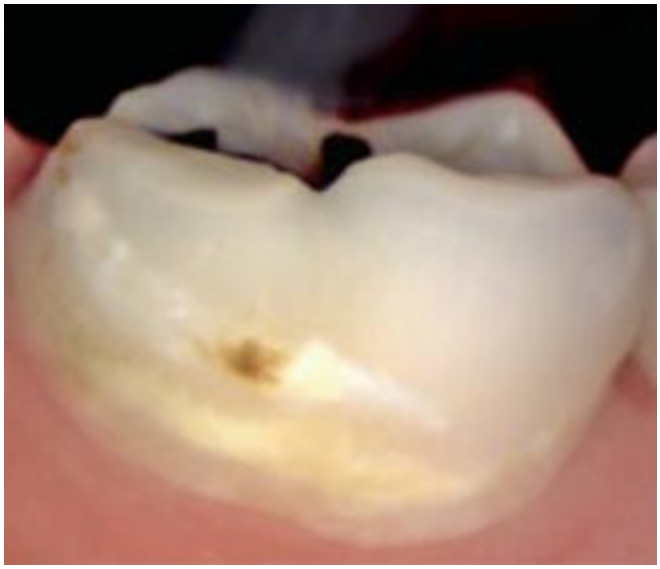
في حجمها، و بالتالي فإنّ المسافات بين البلورية تتسع مما يجعل النسيج أكثر مساميةً. تتظاهر هذه المسامية سريرياً كبقعة بيضاء عاتمة طبشورية (Kidd and Fejerskov 2016).

1 .2 تعريف البقع البيضاء:

تعرّف البقع البيضاء النخرية على أنّها مسامية في المنطقة تحت السطحية سببها زوال المعادن نتيجة العملية النخرية السنية، تظهر بشكل بقع بيضاء عاتمة طبشورية عند توضعها على السطوح الملساء وتعتبر العلامة السريرية الأولى للنخر السني (الشكل 1-1) (Hilton, Ferracane et al. 2013)

الشكل 1- 1 العلامة السريرية الأولى للنخر السني بقع بيضاء عاتمة طبشورية (Hilton, Ferracane et al. 2013)

ونتيجةً لمساميتها يسهل للأصبغة اختراقها و تلوينها فتظهر كبقع بنية أو سوداء نتيجة ارتشاح الأصبغة الخارجية (الشكل1-2) (Hilton, Ferracane et al. 2013)



الشكل 1-2 اصطباغ البقع البيضاء بلون بني
(Hilton, Ferracane et al. 2013)

1 .3 آلية تشكل البقع البيضاء:

يمكن أن تحدث البقع البيضاء على أي سطح سني ضمن التجويف الفموي حيث يمكن للويحة السنية الجرثومية أن تتشكل على سطح السن خلال فترة من الزمن ويعتبر تشكلها عملية طبيعية فيزيولوجية وهي مثال عن الغلاف الحيوي "Biofilm" الذي يتكون من مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة المرتبطة بسطح ما حيث تعمل معاً و تمتلك بنية وظيفية عضوية مشتركة فهي ليست مجموعة عشوائية من

الجراثيم. يُنتِج بعض هذه الجراثيم الحموض كمنتجات ثانوية لعملية استقلابها، تسمّى هذه الجراثيم بـ "الجراثيم المولدة للحمض"، يؤدي إنتاجها للحموض إلى انحلال البنى السنية (Featherstone 2000) وتدعى هذه الجراثيم هنا بمولدات النخر (Loesche 1986).

تُنتَج الحموض خلال استقلاب الكربوهيدرات (مثل السكروز و الغلوكوز) و الحموض المُنتَجة بشكل رئيسي هي حمض اللبن وحمض الخل وحمض البروبيونيك، ويعتبر حمض اللبن الأكثر أهمية في هذه المجموعة لأنّه يتفكك بسهولة أكثر من باقي الحموض لينتج أيونات الهيدروجين (+H)، و التي بدورها تقوم بخفض الوسط الحمضي "pH" للويحة بسرعة (Featherstone and Rodgers 1981)، حيث تصل قيمته إلى ما دون 5 وذلك خلال 1-3 دقائق.

ينتج عن الانخفاضات المتكررة في درجة الحموضة "pH" زوال تمعدن سطح السن، حيث تتغلغل الحموض إلى المنطقة تحت السطحية في الميناء و تقوم بحل معادن الكالسيوم والفوسفات الموجودة ضمن بلورات هيدروكسي الأباتيت.

يتم معاكسة هذه العملية بواسطة اللعاب والشوارد المعدنية ضمن الحفرة الفموية ليحدث ارتفاع في درجة الحموضة و بالتالي إعادة تمعدن، في النهاية ينتج عن اختلال التوازن بين عمليتي زوال التمعدن و إعادة التمعدن حدوث النخر السني (Kidd and Fejerskov 2016).

من أهم المجموعات الجرثومية التي تنتج حمض اللبن المكورات العقدية الطافرة، و العصيات اللبنية (Loesche 1986)، و كل مجموعة منها تحتوي عدة أصناف، تضم مجموعة المكورات العقدية الطافرة (Streptococcus Sobrinus) و (Streptococcus Mutans) وهي الأصناف الأكثر سيطرة، وكذلك تقوم أصناف العصيات اللبنية بإنتاج حمض الخل، وهي تظهر في اللويحة قبل ملاحظة النخور السريرية (Leverett, Featherstone et al. 1993).

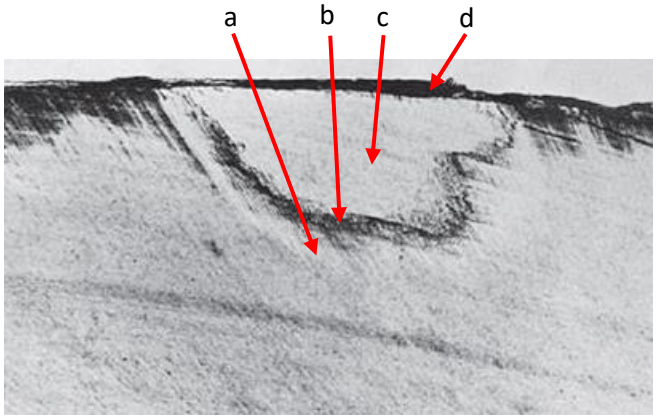
تعتبر هذه المجموعات الجرثومية مجتمعة أو منفصلة عوامل أولية مسببة للنخور السنية بالتالي نستطيع القول أنّ النخور السنية هي انعكاس لفعالية اللويحة الجرثومية (Meyer-Lückel and Paris 2011).

لا يمكن منع أو تجنب تشكل اللويحة السنية الجرثومية ونشاطها الاستقلابي، لكن يمكن السيطرة على تقدم المرض وكبح الفعالية النخرية وبالتالي منع ظهور التظاهرات السريرية للنخر السني (Kidd and Fejerskov 2016).

تستغرق هذه العملية من بداية اختلال التوازن بين عمليتي زوال التمعدن و إعادة التمعدن و حتى تشكل آفات البقع البيضاء 3_4 أسابيع وتتطور هذه الآفة لنخر مجوف خلال 18 شهر ±6 أشهر إذا ما تركت دون علاج (Heymann, Swift Jr et al. 2014).

1 .4 التركيب النسيجي للآفات البيضاء :

تمّ تقسيم البقع البيضاء النخرية من قبل العالم Silverstone إلى أربع مناطق وهي على التوالي من الداخل للخارج كالتالي (الشكل1-3) : (Harris and Garcia-Godoy 2004)



الشكل 1-3

مقطع عرضي لأفة بيضاء مينائية صغيرة مغمورة بالكوينولاين تحت المجهر ذو الضوء المستقطب (100×)

a. المنطقة الشافة
b. المنطقة المظلمة
c. جسم الآفة
d. المنطقة السطحية

(Heymann, Swift Jr et al. 2014)

المنطقة الشّافة Translucent zone:

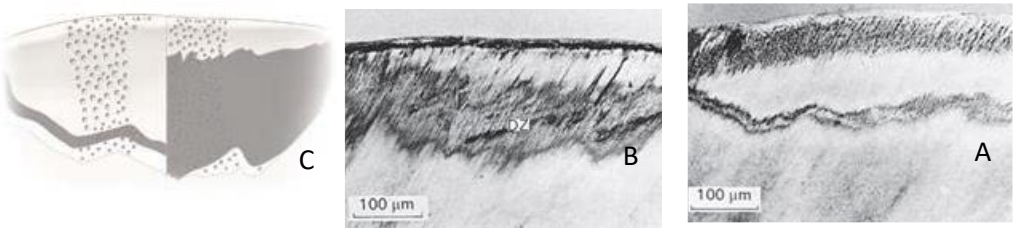
تلاحظ في 50% من الآفات البيضاء وهي أعمق منطقة وتمثل الجبهة الأولى للآفة. حيث تتشكل المسامات في هذه المنطقة على طول حدود المواشير المينائية،

وقد يعود ذلك إلى سهولة اختراق شوارد الهيدروجين لها أثناء العملية النخرية. يبلغ حجم المسامات في هذه المنطقة 1 %، وهي أكبر بمقدار عشر مرات من تلك الموجودة في الميناء الطبيعية (Heymann, Swift Jr et al. 2014).

المنطقة المظلمة Dark zone:

وتأتي بعد المنطقة الشافة بالعمق، تسمّى بالمظلمة لأنّها لا تمرر الضوء المستقطب عند فحصها بالمجهر الضوئي. هذه الخاصية تأتي من وجود العديد من المسامات الصغيرة جداً غير القادرة على امتصاص الكوينولاين (السائل المستخدم في الفحص المجهري الضوئي). هذه المسامات المملوءة بالهواء أو البخار تجعل المنطقة عاتمة المظهر، ويكون الحجم الكلي للمسامات 2% – 4%. يعتقد البعض أنّ هذه المنطقة ليست مرحلة من مراحل تخرّب الميناء، ولكنّها تتشكل بتوضع الشوارد في منطقة كانت تحوي مسامات كبيرة فقط وحيث أنّ النخر مرض ذو أطوار متتالية و متبادلة من زوال معادن النسج السنية وإعادة تمعدنها أثبتت التجارب المخبرية أنّ إعادة التمعدن يؤدي لزيادة في حجم المنطقة المظلمة على حساب جسم الآفة، كما يحدث فقدان للبنية البلورية في هذه المنطقة ممّا يوحي بوجود أطوار من خسف الأملاح و إعادة التمعدن، يمكن اعتبار حجم هذه المنطقة كدلالة على درجة إعادة التمعدن التي جرت حديثاً (Heymann, Swift Jr et al. 2014).

لذلك تكون هذه المنطقة ذات سماكة أكبر في الآفات الغير فعالة مقارنة بالآفات الفعالة (الشكل 1-4) (Kidd and Fejerskov 2016).



الشكل 1-4

مقطع عرضي لآفة بيضاء مينائية صغيرة مغمورة بالكوينولاين تحت المجهر ذو الضوء المستقطب (×100)

A. المنطقة المظلمة في الآفة النخرية

B. المنطقة المظلمة في الآفة بعد عملية إعادة التمعدن (زيادة في حجم الأفة)

C. صورة ترسيمية للصورتين السابقتين (Heymann, Swift Jr et al. 2014)

جسم الآفة Body of the lesion:

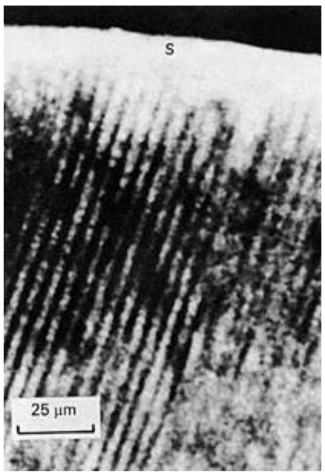
تُشكل هذه المنطقة القسم الأكبر من آفات البقع البيضاء. يكون حجم المسامات فيها الأكبر، حيث يتراوح ما بين 5% في المحيط و25% في المركز. تكون خطوط ريزيوس واضحة جداً في هذه المنطقة ممّا يشير إلى حدوث انحلال انتقائي للمعادن على طول هذه الخطوط ذات المسامية المرتفعة نسبياً. يخترق النخر في بادئ الأمر سطح الميناء عبر خطوط ريزيوس، حيث تُقدّم هذه الخطوط مع المناطق بين المواشير مدخلاً إلى قلب الموشور المينائي، التي يتم الهجوم عليها بشكل انتقائي. قد تتواجد الجراثيم في هذه المنطقة إذا كانت حجم المسامات كافياً لدخولها. تُظهر

الدراسات بالمجهر الإلكتروني وجود الجراثيم وهي تغزو المسافات بين المواشير الميناائية في هذه المنطقة (Heymann, Swift Jr et al. 2014) وتكون خسارة المعادن في هذه المنطقة أكثر من 50 % من المحتوى الأساسي (Kielbassa, Mueller et al. 2009)

المنطقة السّطحية surface zone:

تتفاوت سماكة هذه المنطقة ما بين 10_40 ميكرومتر (Kielbassa, Mueller et al. 2009) تكون هذه المنطقة هي الأقل تأثراَ من بقية المناطق المشمولة بالعملية النخرية حيث تكون مساماتها أصغر من تلك الموجودة في جسم الآفة أي أصغر من 5% و هي ذات ظلالية شعاعية مقاربة لظلالية الميناء المجاور السليم الشكل (5-1). و هذا بسبب فرط تمعدن الطبقات السطحية من الميناء، فهي على تماس مع اللعاب الحاوي على المعادن، الذي يكون ذو تركيز عالي من الفلورايد، ممّا يجعلها طبقة منيعة للنخر نسبياً حيث تكون نسبة المعادن فيها 82 %.

ينجم عن إيقاف العملية النخرية في هذه المرحلة سطح قاس، قد يكون خشناً لكنّه قابل للتنظيف. ومع تطور الآفة النخرية تتشكل عيوب مخروطية الشكل في هذه المنطقة، تكون مواقع دخول الجراثيم إلى الآفة النخرية (Heymann, Swift Jr et al. 2014)



الشكل 1-5
صورة بالمجهر الالكتروني لمقطع عرضي في آفة مينائية بتكبير (150×) تظهر شدة تمعدن المنطقة السطحية للأفة (S)
(Heymann, Swift Jr et al. 2014)

1 .5 تُصنّف الآفات البيضاء النخرية (حسب فعاليتها) إلى:

1. الآفات الفعالة: والتي تكون في طور التقدم، طبشورية ذات سطح خشن.
2. الآفات الغير فعالة: والتي تشكلت في وقت مبكر وتمّ إيقافها لاحقاً بطريقة ما، لامعة ذات سطح قاسي (Neuhaus, Schlafer et al. 2013)

1 .6 كشف و تشخيص الآفات البيضاء:

يعتبر ترميم الآفة النخرية التي سببت ضياع النسج السنية عملية مكلفة من حيث الوقت والجهد والموارد، لذا من الضروري الكشف عن هذه الآفات التي تعتبر العلامة السريرية الأولى للنخر السني والتي يمكن عكسها من خلال إعادة التمعدن

أو حصرها من خلال بعض التداخلات الرضيّة الغازية قبل الحاجة للعلاج الترميمي التقليدي (Kidd and Fejerskov 2016) وتزداد أهمية الكشف عنها عند المرضى ذوي الخطورة المرتفعة للإصابة بالنخور. إنَّ كلّاً من التاريخ الصحي وموجودات الفحص السريري يساعد في تقييم مستوى الخطورة لحدوث النخر السني كما يوضح الجدول (1-1) و الجدول (2-1)

عوامل التاريخ الصحي ذات العلاقة بارتفاع خطورة الإصابة بالنخر السني (Heymann, Swift Jr et al. 2014)	
العامل	**الملاحظات**
العمر	**تزداد الفعالية النخرية عند الأطفال والكهول و في فترة البلوغ**
الجنس	**النساء لديهنّ خطورة أكبر بقليل**
التعرض للفلورايد	**عدم توفر الفلورايد في موارد المياه العامة**
التدخين	**تزداد الخطورة مع ازدياد التدخين**
الكحول	**تزداد الخطورة مع ازدياد نسب تناول الكحول**
الصحة العامة	**الأمراض المزمنة والوهن تنقص من القدرة على العناية بالصحة الفموية**
الأدوية	**الأدوية التي تنقص التدفق اللعابي**

الجدول 1-1

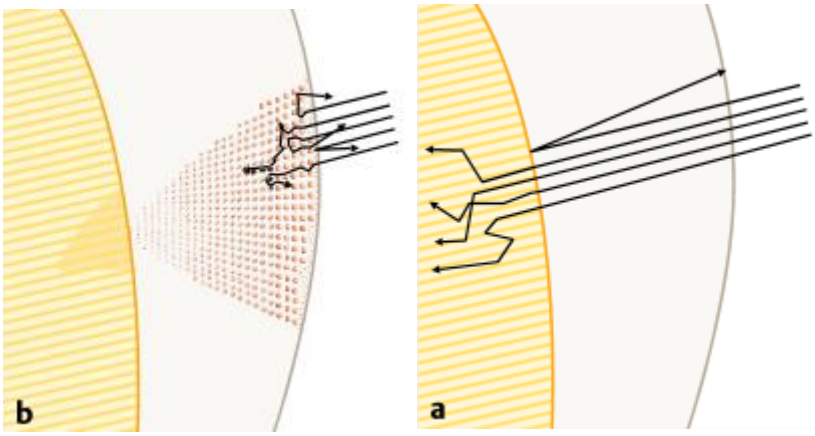
موجودات الفحص السريري المترافقة مع ارتفاع الخطورة (Heymann, Swift Jr et al. 2014)	
الفحص السريري	الموجودات التي تزيد الخطورة
المظهر العام	مرض جهازي، البدانة، سوء التغذية
الإعاقة البدنية والعقلية	المرضى غير القادرين على التجاوب مع تعليمات العناية بالصحة الفموية
الأغشية المخاطية	حمراء لمّاعة ، جافة ، توحي بانخفاض التدفق اللعابي
الآفات النخرية الفعالة	تجوف وتلين العاج ، وجود عتامة طبشورية عند الحواف اللثوية
اللويحة الجرثومية	قيم مرتفعة للويحة الجرثومية
اللثة	رخوة ، متورمة وملتهبة ، تنزف بسهولة
الترميمات الموجودة	في حال وجود عدد كبير يدل ذلك على نشاط نخري سابق مرتفع، في حال كانت ذات جودة سيئة تشير إلى وجود مستوطنات إضافية للعضويات المولدة للنخر

الجدول 1-2

1.6. 1 يتم تشخيص آفات البقع البيضاء في السطوح الملساء الحرّة من خلال:

الرؤيا المباشرة:

تعتمد على الخواص البصرية للميناء منخسفة الأملاح، حيث يعود ذلك لظاهرة التشتت الضوئي، فعند عبور الفوتونات الضوئية خلال الميناء السليمة تقطع مسافة بثخانة 1 ملم قبل أن تتشتت في العاج، وبعد خسارة المعادن تصبح المسافة التي يقطعها الفوتون أقل قبل تشتته في الميناء مخسوفة الأملاح، وبالتالي تتشتت الفوتونات داخل الآفة بدلاً من نفوذها إلى العاج (الشكل1-6)، وهذا ما يعطيها مظهر البقعة البيضاء (Angmar-Månsson and Ten Bosch 1987).



الشكل 1-6 تفاعل الضوء مع النسج السنية
a. تشتت الضوء ضمن العاج في الميناء الطبيعية
b. تشتت الضوء ضمن المنطقة السطحية للآفة البيضاء قبل وصوله للعاج
(Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)

على الرغم من أنّه الأكثر شيوعاً بين الممارسين، إلا أنّه يفتقد للموضوعية ويتأثر بالكثير من المتغيرات مثل وجود اللعاب، انعكاس الضوء المحيط، اللويحة السنية.

وللحصول على أفضل نتيجة من خلال هذا الفحص لابد من مراعاة بعض الإجراءات مثل:

1. تنظيف الأسنان:

حيث تكون الأسنان في أغلب الأحيان مغطاة بطبقة من اللويحة السنية الجرثومية التي تعمل على تمويه الآفة النخرية، لذلك من الضروري إزالتها بلطف (Kidd and Fejerskov 2016).

2. تجفيف الأسنان:

وجود اللعاب على أسطح الأسنان يتداخل مع الكشف عن آفات البقع البيضاء وذلك بسبب الاختلاف في معامل انكسار الضوء "Refractive Index" خلال اختراقه مكونات الآفة البيضاء.

يكون تشتت الضوء مرتفعاً وبالتالي تكون الآفة أوضح عندما تكون مسامات الآفة مملوءة بالهواء الذي يتمتع بمعامل انكسار قيمته (1,00) في حين يكون معامل انكسار الميناء الطبيعية (1.62–1.65)، وحيث أنّ معامل انكسار اللعاب متقارب من معامل انكسار الميناء الطبيعة (1.33) فقد لا تظهر آفات البقع البيضاء

بوضوح عندما تكون رطبة (Houwink 1974)، علاوةً على ذلك تجفيف الأسنان يساعد الفاحص في تقيم مدى تقدم الأفة، حيث تشير الآفة المرئية على السطح الرطب إلى أنّ زوال التمعدن قد وصل إلى النصف الداخلي من الميناء و ربما قد تصل للعاج السني، بينما تكون الآفة المرئية فقط بعد التجفيف في النصف الخارجي من الميناء فقط.

3. المكبرات والإضاءة الجيدة.

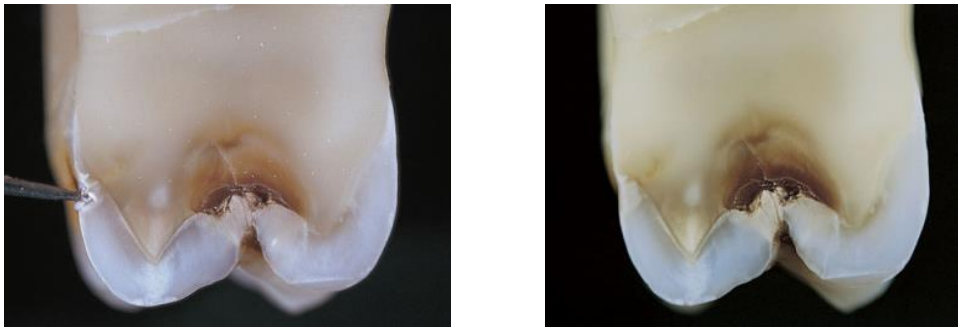
2.6.1 تشخيص الآفات البيضاء في السطوح الملساء الملاصقة:

من الصعب رؤية آفات البقع البيضاء على السطوح الملاصقة لأنّ الآفة تتشكل أسفل منطقة التماس حيث تكون الرؤية محجوبة بالأسنان المجاورة. وعادةً ما يتم اكتشاف الآفة فقط في مرحلة متأخرة نسبياً أي عندما تتقدم إلى العاج، وتظهر على شكل منطقة رمادية من خلال الارتفاع الحفافي.

لذلك نلجأ لطرق أخرى:

1. اختبار السبر:

يستخدم مسبر غير حاد بحذر لتحسس أي خشونة أو اختلاف في ملمس الميناء الطبيعية، إنَّ استخدام المسبر دون انتباه و بقوّة قد يؤدي إلى تكسر الآفات البيضاء المتماسكة القابلة لإعادة التمعدن (Kidd and Fejerskov 2016) (الشكل1-7).



الشكل 1-7

تكسر الأفة البدئية المتوضعة على السطح الدهليزي للرحى المقلوعة بواسطة الاستعمال المهمل للمسبر

A. يظهر الآفة قبل السبر

B. يظهر نتيجة السبر المهمل . **(Kidd and Fejerskov 2016)**

وفي سياق الحديث عن تشخيص النخور لا بدّ من الإشارة إلى مشعر **ICDAS**:

وهو نظام التقييم والكشف عن النخور العالمي (الشكل 1-8)

" International Caries Detection and Assessment System" الذي يقيم التغيرات السطحية والعمق النسيجي للآفات النخرية حتى البدئية منها اعتماداً على الرؤية المباشرة والجس باستخدام مسبر كليل (يفضل مسبر منظمة الصحة العالمية) و تتراوح قيم هذا المشعر ما بين 0-6 اعتماداً على شدة الآفة النخرية (Pitts and Ekstrand 2013)

0: سطح سني سليم خالي من أي علامات نخرية أو تشوهات تطورية أو حت سني أو تصبغات.

1: أوّل تغير مرئي في الميناء، يظهر بلون أبيض طبشوري عاتم بعد التجفيف حيث لا يظهر عندما تكون السطوح رطبة.

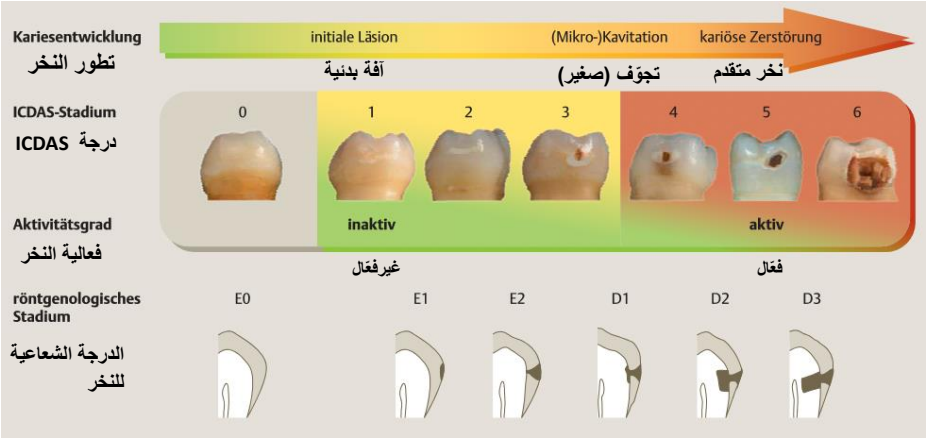
2: ميناء أبيض طبشوري عاتم يظهر حتى مع رطوبة السطوح.

3: بداية تجوف الميناء حيث يزال العاج غير مرئي.

4: كمود العاج أسفل الميناء مع أو بدون تجوف الميناء، حيث تظهر إصابة العاج كظل أو لون من خلال الميناء المتماسكة.

5: تجوف الميناء المتلونة والعاج المتلون كذلك.

6: تجوف كبير وواسع ضمن العاج مع ضياع كبير في النسج السنية.



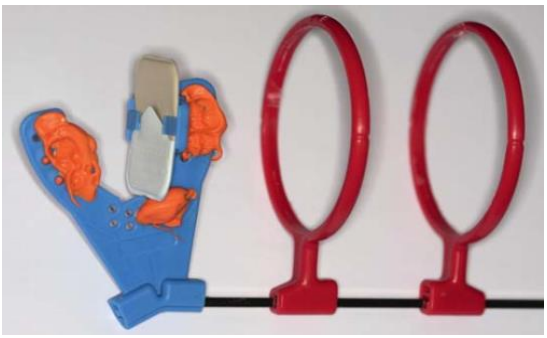
الشكل 1-8

مشعر ICDAS النخري (Meyer-Lückel and Paris 2011)

الصور الشعاعية المجنحة:

تستخدم الصور الشعاعية المجنحة لتشخيص آفات البقع البيضاء للسطوح الملاصقة، وهي تقنية غير دقيقة نسبياً فهي تشخص وجود الآفة النخرية (الشكل 1-10) ولكنّها لا تعطي معلومات دقيقة عن الامتداد النسيجي للآفة، فكثير من

الآفات النخرية ذات الدرجة ICDAC2 التي تكون ممتدة حتى الملتقى الميناني العاجي تظهر على الصورة الشعاعية المجنحة كنخر من الدرجة E1 الجدول (3-1) (Meyer-Lückel, Paris et al. 2012). وحيث أنَّ التصوير الشعاعي يكشف عن زوال المعادن، فإنّه لا يشخص نشاط الآفة. لذلك هناك حاجة لسلسلة من الصور الشعاعية المأخوذة على فترات زمنية متباعدة لتقييم كبح الآفات البيضاء أو تقدمها (Kidd and Fejerskov 2016). ومن الضروري أن تكون هذه الصور واضحة خالية من تراكب السطوح الملاصقة و قابلة للتكرار والطريقة الوحيدة الموثوق بها لتحقيق ذلك هي استخدام حوامل الأفلام واستخدام الرؤوس الموجِه للحزمة الشعاعية أو حفظ وضعية الصورة من خلال تسجيل عضة المريض على صفيحة إطباقية موصولة بحامل الأفلام وقمع الأشعة مما يضمن تكرار وضعية التصوير بشكل مطابق (الشكل 1-9) (Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)

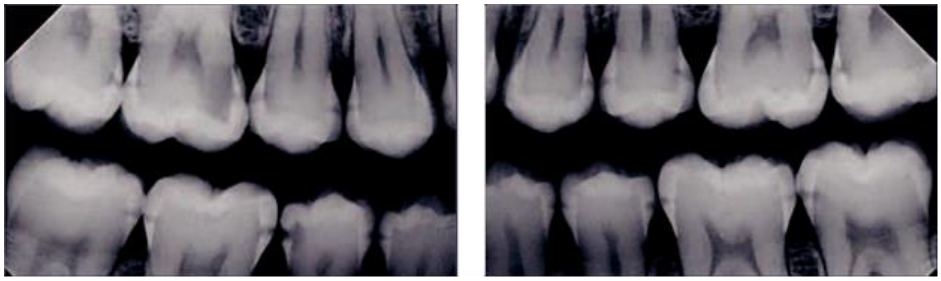


الشكل 1- 9
استنساخ وضعية الصور الشعاعية من خلال تسجيل عضة المريض على صفيحة موصولة بحامل الأفلام وقمع جهاز التصوير
(Meyer-Lückel and Paris 2011)

التقييم الشعاعي للامتداد النخري (Mejàre, Källestål et al. 1999)		
الدرجة	الشكل	التوصيف
E1		تقتصر الشفوفية على الجزء الخارجي من الميناء
E2		تصل الشفوفية إلى الجزء الداخلي من الميناء حتى الملتقى الميناني العاجي
D1		تصل الشفوفية إلى الثلث الخارجي من العاج
D2		تصل الشفوفية إلى الثلث المتوسط من العاج
D3		تصل الشفوفية إلى الثلث الداخلي من العاج

الجدول 1-3

من غير المرجح أن تكون نخور الدرجة E2،E1 نخور مجوفة (أقل من 5 % فقط قد تكون مجوفة) في حين أن نخور الدرجة D2 D3 من المؤكد أنّها مجوفة وتكمن المشكلة مع نخور الدرجة D1 التي قد تكون أو لا تكون مجوفة وقد ذكرت احدى الدراسات أن ما يقارب ثلث نخور الدرجة D1 تكون مجوفة (Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)، لذلك قد يضطر الممارس لفصل الأسنان عن بعضها لتحديد ما إذا كان التجويف موجوداً، فالآفة الغير مجوفة تحوي جراثيم أقل من تلك التي تكون مجوفة، وكذلك يكون تنظيف اللويحة الغريزي أفضل (Mejàre, Stenlund et al. 2004)



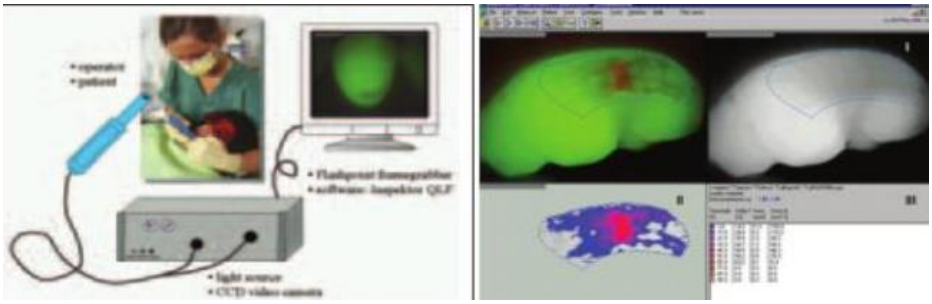
الشكل 1- 10
الامتداد الشعاعي للآفات النخريّة البدئية (Mejàre, Källestål et al. 1999)

1 .7 بعض الطرق الحديثة لتشخيص الآفات البيضاء:

1.7.1 جهاز QLF (Quantitative Light-Induced Fluoresence)

استُخدم هذا الجهاز من أجل فحص التغيرات الحاصلة على البقع البيضاء مع الوقت، وذلك من خلال التغيرات التألقية (Fluoresence) التي تظهرها هذه البقع. و كانت المشكلة الوحيدة في الحد من استخدامه سريرياً، هي حجم المنبع، و لكنّه طُوّر فيما بعد وأصبح جهازاً محمولاً و مزوداً بمنبع ضوئي جديد و جهاز تنقية، و ذلك من أجل الاستخدام داخل الفموي (Al-Khateeb, Ten Cate et al. 1997)، و يمكن وصله إلى شاشة الكمبيوتر بحيث يعطي صورًا يمكن تحليلها في برامج مخصصة (الشكل 1-11) و قد أظهرت عدة دراسات مخبرية الفائدة التي يمكن أن يعطيها جهاز QLF في كشف شدة انخساف الأملاح (Benson, Pender et al. 2003). تأتي خاصية التألق من خاصية الامتصاص الضوئي (Angmar-Månsson

and Ten Bosch 1987), فكلما كان امتصاص الضوء أكبر كلما كان التألق أكبر، وبما أنّ البقع البيضاء تُشتت الضوء أكثر من الميناء السليمة فبالتالي يكون امتصاص الضوء أقل فتبدو داكنة.



الشكل 1- 11
جهاز QLF والقياس الكمي لنقص التمعدن (Karlsson et al. 2009)

2.7.1 استخدام الليزر LASER:

ليزر الأرغون:

استخدم ليزر الأرغون في كشف النخور و ذلك من خلال الاختلاف في درجة التألق الضوئي الذي تظهره الميناء السليمة، عن تلك مخسوفة الأملاح (Bjelkhagen, Sundström et al. 1981)، و قد تمّ تطويره من قِبَل Josselin ومساعديه لاستخدامه في الفم (De Jong, Sundström et al. 1995)، حيث استخدموا ليزر الأرغون الذي

يصدر ضوءً (أزرق – أخضر) في طيف كهرومغناطيسي (440–570 nm)، وكباقي تقنيات التألق الضوئي تظهر البقع كمناطق معتمة.

استخدام جهاز DIAGNODent:

وهو عبارة عن جهاز ليزري تألقي بطول موجه 655 نانومتر ينتقل عبر ليف بصري للسن، ويكون هذا الليف محاطاً بحزمة مكونة من تسعة ألياف إضافية لجمع التألق الصادر عن النسج السنية، و لا يُظهر هذا الجهاز صورة وإنّما يعطي قراءة تتراوح ما بين 0–99 ، يعتقد أنّها تعتمد على فعالية الجراثيم أكثر مما تعتمد على انخساف الأملاح حيث أن مستقبلات الجراثيم النخرية prophyrin هي المسؤولة عن التألق الليزري (Aljehani, Yousif et al. 2006)، وقد أكدت Lussi عام 1998، و Pinelli عام 2001، و Chong عام2003، و Aljehani عام 2004، و Zanin عام 2005، و Bahrololoomi عام 2013، أن هذا الجهاز يمكن أن يستخدم لتحديد آفات البقع البيضاء، حيث يعد وسيلة تشخيص فعالة و متممّة للفحص السريري.

1 . 8 التشخيص التفريقي (الجدول 1-4):

	التشخيص التفريقي (Kidd and Fejerskov 2016)			
	النخر	**التبقع الفلوري المعتدل**	**نقص التمعدن الرضي**	**نقص التمعدن القاطعي الرحوي (HIM)**
مكان التواجد	أماكن تجمع اللويحة السنية	غطاء ثلجي على الحدود القاطعة أو خطوط رفيعة على سطح السن بشكل متناظر	غالباً في مركز السن أو على شكل خط وحيد على الحدود القاطعة	غالباً خط وحيد دهليزي متناظر
اللون	أبيض عاتم طبشوري (قد ترتشح بالأصبغة لتظهر بلون بني–أسود)	أبيض عاتم	غالباً أبيض وقد تكون صفراء بشكل نادر	أبيض واحياناً بلون أصفر – بني
الأسنان المصابة	جميع الأسنان	غالباً على الضواحك، كذلك الأسنان الأمامية للفك العلوي	غالباً الأسنان الأمامية	غالباً على الثنايا أو الرحى الأولى

الجدول 1-4

الفصل الثّاني

تدبير البقع البيضاء النخرية

'**The day is surely coming**…**when we will be engaged in preventive rather than reparative dentistry**' GV Black 1918

إنَّ تدبير اللويحة السّنية والسيطرة عليها أساس نجاح أي قرار علاجي فهي العامل الأساسي لتشكل الآفات البيضاء كما تم شرحه في الفصل الأول.

1.2 المعالجات الغير غازية Non-invasive treatments:

تهدف هذه الطرق للوقاية من تشكل الآفات البيضاء عن طريق كبح الآفات الفعالة غير المجوفة منها، و تدبير الآفة المتشكلة بدلاً من إزالتها من خلال تعزيز عملية إعادة التمعدن، وبما أنّ تقدم هذه الآفات بطيء في السّطوح الملساء بالتالي يمكن استخدام هذه الطرق لتدبيرها بدلاً من اللجوء للخيارات العلاجية الرضية، وتشمل:

- السيطرة على اللويحة السنية الجرثومية بالإزالة الميكانيكية الكاملة من قبل المريض (تفريش الأسنان ، استخدام الخيوط السنية) (Dorri, Dunne et al. 2015) فذلك يعزز عمليات إعادة التمعدن التي تحدث بشكل طبيعي يومياً اعتماداً على المحتوى المعدني للعاب الحاوي على شوارد الكالسيوم والفوسفات بمساعدة شوارد الفلور (Kielbassa, Mueller et al. 2009) ومع ذلك فإنَّ فعالية السيطرة على اللويحة الجرثومية (Poklepovic, Worthington et al. 2013) واستخدام الخيوط بين السنية في تدبير النخور الملاصقة (Berchier, Slot et al. 2008) غير مثبتة سريرياً بالأدلة حتى الوقت الحالي.

- تعـديل اللويحـة السـنية مـن خـلال تطبيـق عوامـل مضـادة للجـراثيم (فـرنيش كلورالهكسيدين) يحد من نمو الجراثيم وبالتالي يحسن من الصحة الفموية و مع ذلـك فـإنّ تـأثير الكلورهكسـيدين فـي تـدبير الآفـات البيضـاء محـدود، فنتـائج الدراسات غير حاسمة سواءً على انتاج اللويحة الجرثومية للحموض النخرية أو علـى تعزيـز إعـادة تمعـدن الميناء كمـا أنّـه يعيـق تـراكم و ترسـب الفلـور علـى السطوح السنية (Kielbassa, Mueller et al. 2009)
- تطبيق الفلورايد الموضعي بمختلف أشكاله كما يوضح الجدول (1-2) يعزز من إعـادة تمعـدن الآفـات البيضـاء ويقـي مـن الإصـابة بآفـات جديـدة (Sköld, Petersson et al. 2005). سُجّلت العديد من الدراسات حول فعالية الفلورايد الموضعي في تدبير تلك الآفات (Marinho 2009)، وقد لاحظ Dirks Backer عام 2004 في دراسة أجراها أنّ 51% من الآفات البيضاء قد تختفي خلال عدة سنوات، وعزى العلماء ذلك لعملية إعادة التمعدن التي تحدث بشكل طبيعي في حال توفر الظروف المثالية من الصحة الفموية، وهذا ما دفعهم للاهتمام بمفهوم إعادة التمعدن (Hicks, Garcia-Godoy et al. 2004) وقد أضاف Dirks Backer أنّ السحل الذي تسببه فرشاة الأسنان لهذه الآفات الهشة قد يكون هو السبب الآخر، فقد سجلت الآفات البيضاء في السطوح الملساء الحرة نسب تراجع أكبر

من تلك الموجودة على السطوح الملاصقة. على الرغم من فعالية الفلور في كبح تقدم الآفات النخرية البدئية إلا أنّ المظهر الأبيض للآفة قد يبقى، فإعادة التمعدن تحدث فقط للطبقات السطحية، وبالتالي يبقى تلون السطح كندبة بيضاء دائمة (Borges, Caneppele et al. 2014).

تطبيق الفلورايد الموضعي (Hilton, Ferracane et al. 2013)	
التطبيق في المنزل	
معجون الأسنان المفلّور (5000 ppm)	مرتان يومياً على الأقل (يفضل ثلاثة مرات) قبل النوم مباشرة (بصق دون مضمضة)
المضامض الفلورية	مرتان يومياً أو مرة أسبوعياً (حسب الحاجة)
التطبيق داخل العيادة	
هلام الفلور الرغوي	1.23 % من فلورايد الفوسفات الحمضية أو 2% من فلورايد الصوديوم المحايد (4 دقائق كل ثلاثة أشهر مع المراقبة لحين السيطرة على الأفة)
الفرنيش الفلوري	التطبيق على الآفة أو السطوح الأخرى المعرضة للإصابة بالنخر كل ثلاثة أشهر مع المراقبة لحين السيطرة على الآفة
مكملات الفلور داخل المنزل	
علكة الكزيليتول	يجب أن يكون الكزيليتول المكون الأساسي (قطعتان يومياً لمدة 5 دقائق بعد وجبات الطعام لمدة أسبوعين)
منتجات أساس تركيبها الكالسيوم	تتضمن معاجين، معاجين أسنان، حبوب النعنع مع أو بدون فلور

الجدول 2-1

1.2 .1 آلية عمل الفلور:

يُلخص عمل الفلور في عدة آليات : (Featherstone 2000)

الأولى: إنّ وجود شاردة الفلور يزيد بشكل كبير من تشكل فلور الأباتيت عوضاً عن هيدروكسي الأباتيت، حيث تحل هذه الرسابة الغير قابلة للانحلال محل الأملاح القابلة للانحلال الحاوية على المنغنيز والكربونات وبالتالي يصبح الميناء أكثر مقاومة للأحماض.

الثانية: يملك الفلور فعالية مضادة للنخر، فعند وجود شاردة الفلور بتراكيز منخفضة تثبط التصنيع الأنزيمي للكلوكوزيل ترانسفيرانو الذي يشجع تحول الغلوكوز إلى عديدات سكاكر خارج خلوية والتي تزيد من التصاق الجراثيم على السطوح السنية، كما يثبط إنتاج عديدات السكاكر داخل الخلوية ممّا يمنع تخزين الكربوهيدرات من خلال الحد من الاستقلاب الجرثومي بين وجبات المضيف.

2.1.2 ويجب الانتباه إلى التأثيرات الجانبية للجرعات العالية من الفلور

التي تؤدي للانسمام الفلوري مثل: (Nammour, Demortier et al. 2003)

- تصبغ فلوري.
- دوار.
- إسهال.
- ألم بطني.

نتيجة لما سبق فإنّ الاعتماد على التزام المريض بالتعليمات وبتطبيق الفلور يضعف من فعالية هذه الوسائل، وخاصة فيما يتعلق بإزالة اللويحة السنية الجرثومية من السطوح الملاصقة (استخدام الخيوط البين السنية). وعلاوة على ذلك، فإنّ الحاجة إلى زيارات دورية، على سبيل المثال من أجل التطبيق المتكرر للفلور الموضعي، يزيد من تكاليف العلاج ويقلل من فعالية التدابير غير الرضية (Dorri, Dunne et al. 2015) إضافة إلى الوقت الطويل نسبياً الذي يتطلبه الفلور من أجل إعادة تمعدن الآفات النخرية (Kim, KIM et al. 2011).

2.2 المعالجات الغازية ÷Invasive treatment:

عادةً ما تنطوي هذه الإجراءات على استخدام الأدوات الدوّارة السريعة بمفردها أو الاستعانة بالأدوات المعدنية اليدوية لإزالة النسج المؤوفة والتعويض عنها بمواد ترميمية تجميلية، الأمر الذي يتطلب التضحية بالكثير من النسج السنية لا سيما السليمة منها وبالتالي إضعاف هيكل الأسنان، وقد أصبح الألم وعدم الراحة والخوف من حقن التخدير الموضعي مرتبطاً بهذا النهج الذي قد يمنع المريض من طلب هذه الخدمات العلاجية خاصةً عند الأطفال (Berggren and Meynert 1984) وحيث أنّ غالبية المرضى الذين يعانون من آفات البقع البيضاء النخرية من الشريحة العمرية

المبكرة فإنّ اللجوء لهذه الخيارات العلاجية الغازية يؤدي للتفريط في البنى السنية وبالتالي تدمير الأسنان في سن مبكرة (Kim, KIM et al. 2011)

3.2 المعالجات الغازية الأصغرية Minimally Invasive Treatment:

تعمل هذه المعالجات المعاصرة على تدبير الآفات النخرية من خلال اعتراضها على المستوى المجهري في مراحل مبكرة بحيث يمكن عكسها و إيقافها حيث يتم ختم الآفات النخرية البدئية الغير مجوفة بمواد راتنجية بعد معالجة سطحها بالأحماض، وبالتالي استبدال التداخلات التقليدية القائمة على الأساس "Drill and fill" بتداخلات أُخرى أكثر حفاظاً على النسج السنية تعتمد المبدأ "seal and heal" (Meyer-Lückel and Paris 2011).

تتضمن هذه الخيارات العلاجية مفهوم الختم الذي يستخدم عادةً في الشقوق والميازيب والمفهوم الجديد ارتشاح النخور بالراتنج في السطوح الملساء (Dorri, Dunne et al. 2015).

الفصل الثّالث

الــرّبــط في

طب الأسنان

الربط في طب الأسنان:

قدّم مفهوم الربط بين مختلف المواد إلى النسج السنية تقدماً كبيراً في طب الأسنان التجميلي منذ طرحها في خمسينيات القرن الماضي، حيث تعد تقنيات التخريش و الربط إلى النسج السنية ثورة في ممارسة طب الأسنان (Bidarkar 2011).

1.3 تاريخ عوامل الربط السنية :

من المهم فهم تاريخ عوامل الربط و الإلصاق السني التي أصبحت حجر الأساس في طب الأسنان الحديث و التي يعود تاريخها إلى العام 1955 عندما اقترح العالم Buonocore أنّه يمكن استخدام الأحماض لتكييف سطح الأسنان قبل تطبيق هذه المواد، و قد تمّ البحث في العديد من الاستكشافات لإتاحة الربط بين المواد و البنى السنية من خلال تطوير المواد الراتنجية ذات الخواص اللاصقة، و تعديل المواد المتاحة، و تطوير مواد الربط بين البنى السنية و المواد الراتنجية، وأخيراً العمل على تطوير تكييف السطح ليصبح مناسباً لاستقبال هذه المواد (Bidarkar 2011)

وقد اقترح Buonocore أنّ نجاح الربط يعزى لتشكل الأوتاد الراتنجية "resin tags" داخل سطح الميناء المخرشة، والذي عُرف بالربط المجهري المكانيكي.

وبينما تمّ قبول الربط للنسج المينائية بشكل واسع مازال الربط للعاج يشكل تحدياً وذلك بسبب المحتوى العالي من البروتين ورطوبة العاج (Kugel and Ferrari 2000). عانت المواد الراتنجية المستخدمة في بادئ الأمر من نقص في الالتصاق للبنى السنية، وكان لتكييف السطوح السنية الدور الأساسي في تعزيز وتحقيق الالتصاق المطلوب، حيث يعمل الحمض المخرش على إزالة 10 ميكرومتر تقريباً وخلق طبقة مسامية تتراوح ما بين 5_50 ميكرومتر على طول المسافة بين الموشورية، ممّا يخلق مساحة أكبر لتتمكن المواد الراتنجية من اختراقها وتشكيل الأوتاد الراتنجية (Swift, Perdigao et al. 1995).

تتكون أنظمة الربط من ثلاث مكونات: الحمض المخرش، المبدئ، الراتنج اللاصق (Van der Vyver and de Wet 2000).

2.3 تعريف:

هو الجذب بين جزيئات المواد المختلفة (الراتنج والنسج السنية)

3.3 آلية الربط السني:

يمكن تصنيف آليات الربط إلى ثلاث آليات مختلفة:

1. الروابط الكيميائية: التي تتضمن الروابط التساهمية والأيونية

2. الروابط الفيزيائية: التي تتضمن القوى الثانوية مثل قوى فاندرفالس والروابط الهيدروجينية

3. الروابط الميكانيكية: التي تنتج عن اختراق مادة ما لمادة أخرى

(von Fraunhofer 2012)

4.3 مكونات عوامل الربط:

1. **المخرش:** يطبق ويغسل قبل المبدئ، أغلب الأنظمة تستخدم (حمض الفوسفور، حمض النتريك، حمض الستريك، حمض الأوكزاليك).
2. **المبدئ أو المكيف:** وهو جزيء ثنائي الوظيفة حيث يرتبط الجزء المحب للماء بالبنى السنية ويرتبط الجزء الكاره للماء بالمواد الراتنجية ، والأسماء الكيميائية للمبدئات المستخدمة هي:

- HEMA (Hydroxy-Ethyl Methacrylate)
- PMDN (Pyromellitic diethylmethacrylate)
- NPG-GMA (N-phenylglycine glycidyl-methacrylate),
- NTG-GMA (N-tolylglycine glycidyl-methacrylate)
- PENTA (Phosphonated penta-acrylate ester)
- Glutaraldehyde

3. **الرابط:** يلعب دور الارتباط كيميائياً بالمبدئ، و الأسماء الكيميائية للروابط المستخدمة هي:

- Bis-GMA (Bisphenol-glycidyl methacrylate)
- UDMA (Urethane-dimethacrylate)
- TEGMA (Triethylene glycol-methacrylate)
- 4-META (4-Methacryloxy-ethyl trimellitate anhydride)

(Van der Vyver and de Wet 2000)

5.3 آلية الربط للميناء:

يعمل تخريش الميناء على زيادة طاقة السطح وكذلك مساحته، وخلق طبقة من المسامات المجهرية بحيث يستطيع الراتنج أن يخترق هذه المسامات وبالتالي الارتباط مع سطح الميناء المخرشة.

للتخريش ثلاثة أنماط:

1. تخريش قلب الموشور: وهو الأكثر شيوعاً حيث يبقى محيط الموشور متماسكاً.
2. تخريش محيط الموشور: عكس النمط الأول .

3. وهو النمط الأقل مشاهدةً فهو يجمع بين النمطين السابقين وأنماط أخرى ليس لها علاقة بشكل وبنية الموشور (Swift, Perdigao et al. 1995).

و قد أدى تطوير مفهوم الربط و معالجة السطوح السنية بالأحماض لاكتشاف وطرح مواد راتنجية أخرى لخدمة طب الأسنان التجميلي كالمواد السادة للشقوق والميازيب والراتنج المتشرب ضمن الآفات النخرية الأولية.

6.3 المواد السادّة لشقوق الميازيب Sealants:

هي عبارة عن أغطية راتنجية يتم تطبيقها على ميازيب وشقوق الأرحاء بشكل أساسي لتمنع نمو الجراثيم وبالتالي تشكل النخور (Ahovuo-Saloranta, Forss et al. 2016). وكما وصفها Simonsen هي المواد التي يتم إدخالها في ميازيب وشقوق الأسنان الحساسة للنخر وبالتالي تشكل طبقة واقية تمنع الجراثيم المولدة للنخر عن مصادرها الغذائية.

الفصل الرّابع

الارتشاح بالرّاتنج

أثبتت الدراسات النسيجية للآفات البيضاء قدرتها على تشرب بعض السوائل مثل (الماء، الكينولاين) بسبب الزيادة في مسامية مختلف المناطق النسيجية لهذه الآفات بحيث تعمل كمسارات لانتشار الأحماض النخرية وبالتالي خسف الأملاح المعدنية، نستنتج ممّا سبق إمكانية ارتشاح هذه الآفات بسوائل أخرى كالراتنج فائق السيولة. بالتالي بدلاً من إزالة النسج المسامية المنخورة في مرحلة متقدمة من المرض تمّ تطوير العديد من المحاولات لملء هذه المسامات المجهرية للآفة في مرحلة مبكرة (Robinson, Brookes et al. 2001).

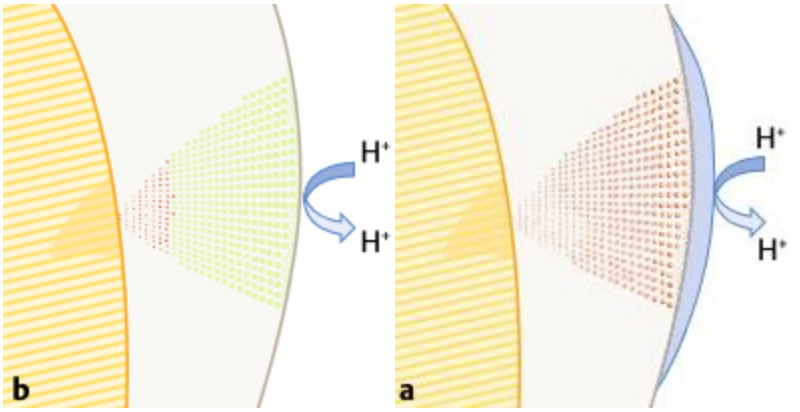
الارتشاح بالراتنج Resin Infiltration:

مفهوم علاجي غازي أصغري جديد أُدخل لطب الأسنان عام 2009 يحمل الاسم التجاري "ICON" والذي يعني "Infiltration Concept" لمعالجة آفات البقع البيضاء النخرية المتوضعة على السطوح الملساء الحرة أو الملاصقة بهدف المحافظة على النسج السنية لأطول فترة ممكنة (Gray and Shellis 2002). حيث يتم تكييف المنطقة السطحية من الآفة المينائية البيضاء بواسطة حمض قوي (هيدروكلورايد 15%) لتصبح الآفة قابلة للارتشاح براتنج منخفض اللزوجة من خلال تعديل المونوميرات بواسطة photocrosslinkable materials of low viscosity ، ويسمى ذلك الراتنج بـ"Infiltrant" الذي يملأ مسام الآفة فتفقد

الأحماض النخرية مسارات الانتشار داخل الآفة وعلاوةً على ذلك فإنّ الراتنج أكثر مقاومةَ للأحماض من ميناء الأسنان، وبالتالي بعد ارتشاح الآفة النخرية للراتنج وتماثره ضوئياً يتم منع المزيد من التنخر (Thomé, Erhardt et al. 2015).

ارتشاح مسامات الآفة النخرية بالراتنج يعزز بنية الآفة النخرية ويجعلها مقاومةً للتكسر، كما وأنّه يعمل على تغيير الخصائص البصرية للآفة النخرية لتصبح مماثلة للخصائص البصرية للميناء السليمة مما يعزز النواحي التجميلية للمريض (Bidarkar 2011)

يختلف عمل هذه المواد منخفضة اللزوجة عن المواد السّادة للشقوق والميازيب حيث تتغلغل عميقاً ضمن مسامات جسم الأفة وتملؤها، بينما تعمل المواد السادة كحاجز خارجي أو غطاء سطحي للآفة (الشكل 4-1) (Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)



الشكل 4-1

صور ترسيمية توضح الفرق بين مادتي (sealant) و (infiltrant)

a. غطاء خارجي يغلف سطح الآفة (sealant)

b. ارتشاح مسامات الآفة بالراتنج (infiltrant)

(Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)

1.4 لمحة تاريخية عن الارتشاح بالراتنج ضمن الآفة النخرية:

بعد اكتشاف مواد الربط وتطوير المواد السادة للميازيب والشقوق تمت الإشارة إلى أنه يمكن لهذه المواد اختراق الآفات الميائية البيضاء الصنعية " Artificial Lesion" (التي تمّ صنعها في المخبر بواسطة محاليل حمضية خاسفة للأملاح المعدنية السنية) وبالتالي منع تقدم الآفات بشكل واضح وذلك في سبعينات القرن الماضي والتي تميزت عن الآفات الطبيعية بقلة المحتوى المعدني في المنطقة السطحية وذلك بسبب عمليات إعادة التمعدن التي تحدث بشكل دوري في الحفرة الفموية (Davila, Sisca et al. 1975).

وحسب دراسة أجراها Robinson و آخرون تمّ ملاحظة منع تقدم الآفة المينائية البيضاء الصنعية بعد ارتشاحها براتنج منخفض اللزوجة (Resorcinol–formaldehyde) التي تمّ اكتشاف أنّها ذات طبيعية سمية وبالتالي غير قابلة للاستخدام السريري (Robinson, Hallsworth et al. 1976).

وفي دراسة أخرى تمت الإشارة إلى أنّ التطبيق المتكرر للمواد اللاصقة أو المواد السادة أدى إلى اختراق جزئي للآفة وهذا بدوره قلّل من حجم المسامات ضمن الآفة (Gray and Shellis 2002). ويجب التنويه إلى أنّه تمّ الإبقاء على الطبقة السطحية من هذه المواد والتي تعمل على إغلاق مسامات جسم الآفة التي قد لاتزال موجودة وبالتالي منع مرور الأحماض لداخل الآفة في الدراسات السابقة.

توجد علاقة إيجابية بين عمق اختراق الراتنج و زمن التطبيق في الآفات البيضاء الصنعية (Meyer–Lueckel, Paris et al. 2006)، وكذلك اعتمدت قدرة المواد الراتنجية على كبح تقدم الآفات المينائية البيضاء تبعاً لزمن التطبيق ولتجانس الراتنج داخل الآفة (Paris, Meyer–Lueckel et al. 2006).

2.4 التجارب الأوّلية على مفهوم ارتشاح الآفات المينائية البيضاء بالراتنج:

- تعود أقدم الدراسات التي أجريت على مفهوم الارتشاح بالراتنج للعام 1976 عندما قام Robinson وآخرون بعمل تجاربهم الأولى على هذا المفهوم باستخدام اللاصق resorcinol formaldehyde على آفات مينائية بيضاء لأرحاء بشرية مقلوعة وبعد تصليب اللاصق تمّ تقسيم الآفات لمقاطع عرضية فحصت بواسطة المجهر الضوئي، وقد لوحظت زيادة كبيرة لاختراق الراتنج لمسامات الآفة بعد التخريش بحمض كلور الماء لمدة 5-10 ثا، وفي محاولة أخرى أجراها من خلال تصنيع آفات مينائية بيضاء في المخبر بعد تعريض الأسنان البشرية المقلوعة (ضواحك و أرحاء) لجل حمضي 10% حيث الوسط الحمضي ph يصل لـ 4.5 وتمّ حساب حجم المسامات للآفات الصنعية وبعدها عولجت باستخدام اللاصق resorcinol formaldehyde وتمّ حساب حجم المسامات من جديد، أظهرت النتائج أن 60±10% من المسامات قد تمّ ملؤها بالراتنج (Robinson, Hallsworth et al. 1976).

- وفي دراسة مخبرية مشابهة أجراها Robinson وآخرون عام 2001 لمقارنة فعالية resorcinol formaldehyde بالمواد الرابطة المتوفرة الأخرى تضمنت:

- Scotch bond TM (3M Dental products)
- GlumaR 2000 (Bayer Dental, Germany)
- All–bond (Bisco Inc., Ill)
- Amalgam bond (ParkellBiomaterials, NY)
- Cyanoacrylates

أجريت من خلال تصنيع آفات مينائية بيضاء في المخبر بعد تعريض الأسنان البشرية المقلوعة (ضواحك و أرحاء) لجل حمضي 10% حيث الوسط الحمضي يصل ل 4.5 لمدة ست أسابيع وتمّ حساب حجم المسامات للآفات الصنعية، قُسمت عينة الاختبار لخمس مجموعات وتمّ تطبيق المواد 3 مرات وحساب حجم المسامات من جديد وبعد المعالجة تمّ تعريض العينات لعملية زوال تمعدن ثانوية باستخدام جل حمضي وتمّ حساب حجم المسامات مرة أخرى، أظهرت النتائج انخفاض كبير في حجم المسامات بعد التطبيق الأول والثاني للمواد، أمّا بعد التطبيق الثالث كان الانخفاض في حجم

المسام فقط من نصيب resorcinol formaldehyde و Scotch bond TM (3M Dental products). بعد التعريض الثانوي للأحماض زادت نسبة المسامات بشكل كبير في العينة الشاهدة مقارنةً بعينة الاختبار. وخلصت

الدراسة إلى أنّ مادة الراتنج لديها القدرة على ارتشاح الآفات وحمايتها من هجمات الحمض الثانوية (Robinson, Brookes et al. 2001).

- وفي دراسة قامت بها Rodda عام 1983 لتقييم تشرب الآفات الصنعية للراتنج، تمت الدراسة في المخبر على أسنان بشرية مقلوعة (أرحاء ثالثة) حيث تمّ تصنيع الآفات البيضاء على الجانب الدهليزي واللساني وتقسيمها الى خمس مناطق تمّ ارتشاحها من قبل **5 مواد راتنجية** مختلفة تتضمن:

- Methacrylate (SevitronTM)
- 4 different Diacrylates:
  - DeltonR fissure sealant (Johnson dental products)
  - Adaptic Bonding agentTM (Johnson dental products)
  - Nuva sealTM (L.D Caulk Company)
  - Visio-bond TM (Espe, Seefield, Germany)

بعد التخريش بحمض كلور الماء لمدة 60 ثا، تم تقييم عمق الإختراق بواسطة المجهر الضوئي المستقطب، أظهرت النتائج فشل Methacrylate (SevitronTM) في تسجل أي اختراق بينما سجلت مواد مجموعة Diacrylates نسب اختراق متفاوتة حيث تمكنت كلاً من DeltonR

fissure sealant و Adaptic Bonding agentTM اختراق كامل للآفات بينما اخترق كلاً من Nuva sealTM و Visio-bond TM الآفات بشكل جزئي (Rodda 1983).

- وفي دراسة أجراها Gray وآخرون عام 2002 لتقييم امتداد اختراق الراتنج ضمن الآفات الصنعية على أسنان بشرية مقلوعة (ضواحك) حيث تمّ التخلص من جذورها وقص التيجان عامودياً لقسمين وتصنيع آفات دهليزية ولسانية من خلال غمرها في جل حمضي 15% لمدة ستة أسابيع وتمّ تقسيم العينة لمجموعتين حيث تمّ ارتشاح المجموعة الأولى بواسطة Scotch BondTM والمجموعة الثانية بواسطة Seal & Protect TM بعد معالجة السطح بالايتانول، ولقد قسمت كل مجموعة لثلاث مجموعات اختلف فيها زمن التخريش وعدد مرات تطبيق الراتنج، تمّ تقييم عمق الاختراق بواسطة المجهر الإلكتروني، أظهرت النتائج أنّه كلما زاد زمن التخريش ومرات تطبيق الراتنج كلما زاد عمق اختراق الراتنج، وخلصت الدراسة إلى أنّ مواد الربط المتاحة حالياً يمكن استخدامها في تقنية الارتشاح بالراتنج (Gray and Shellis 2002)
- وفي دراسة أجراها Goepferd وآخرون عام 1989 لتقييم مقاومة الآفات المينائية البيضاء للأحماض بعد الارتشاح بالراتنج على آفات تمّ تصنيعها في

المخبر حيث تمت معالجة مجموعة الاختبار بالارتشاح بالراتنج بعد تخريشها بحمض الفوسفور وتُركت مجموعة المقارنة دون معالجة، وبعدها تمّ غمر العينات في محلول حمضي و فحصها بواسطة المجهر الضوئي المستقطب، أظهرت النتائج ما يلي: تقدم آفات مجموعة المقارنة، ظهور آفات جديدة في الميناء السليمة، عدم تقدم الآفات المعالجة بالارتشاح بالراتنج

.(Goepferd and Olberding 1989)

- دراسة أخرى قامت بها Garcia–Godoy وآخرون عام 1997 لتقيم تقدم الآفات المينائية البيضاء بعد ارتشاحها براتنج غير مملوء، تمّ تصنيع الآفات المينائية البيضاء في المخبر على أسنان بشرية مقلوعة (أرحاء) من الناحية الأنسية والوحشية، تمّ تخريش آفات المجموعة الأولى بحمض الفوسفور 37% ومن ثمّ تشريبها بالراتنج Prisma Universal Bond 2 adhesiveTM وتغطية المجموعة الثانية بفرنيش مقاوم للأحماض وبقيت المجموعة الثالثة مكشوفة دون معالجة وغُمرت الأسنان في محلول حمضي لمدة 40 يوماً، أظهرت النتائج أنّ عمق آفات المجموعة الأولى بعد التعرّض للأحماض 298 ميكرومتر والمجموعة الثانية 746 ميكرومتر والمجموعة الثالثة 366

ميكرومتر، أخيراً خَلُصَت الدراسة إلى فعالية الراتنج الغير مملوء في منع المزيد من زوال التمعدن (Garcia-Godoy, Summitt et al. 1997).

3.4 تطوّر الارتشاح بالراتنج:

تعتمد قدرة الراتنج على اختراق الأفة النخرية على عدة عوامل، والتي يمكن وصفها من خلال معادلة واشبورن (Washburn): (Thomé, Erhardt et al. 2015)

$$x^2 = \left(\frac{\gamma \times \cos\theta}{2\eta} \right) r \times t$$

x المسافة التي يقطعها الراتنج

γ زاوية اتصال الراتنج بسطح المسام

θ التوتر السطحي للراتنج

η درجة لزوجة الراتنج

t زمن الإختراق

r نصف قطر مسامات الآفة

يطلق على القيمة ما بين الأقواس في المعادلة بمعامل الاختراق " penetration coefficients" وكلّما زادت قيمة معامل الاختراق كلّما زادت سرعة اختراق الراتنج داخل المسامات ذات نصف القطر **r** حيث يقطع مسافة **x** في الوقت **t**، تتأثر جميع هذه المتغيرات بدرجة الحرارة (Thomé, Erhardt et al. 2015).

يتم حساب عمق الاختراق من خلال حساب الجذر التربيعي لمعامل الاختراق وزمن تطبيق الراتنج، وبالتالي يمكننا القول أنّ معرفة معامل الاختراق للمواد الراتنجية يمَكّنُنا من تنبؤ قدرتها على اختراق الآفات وبالتالي كبح تقدمها، حيث أنّ المواد ذات معامل الاختراق أكبر من 50 سم / ثا أطلق عليها اسم "infltrant" وعندما تمّ اختبار اختراق "infltrant" في الآفات المينائية البيضاء لأوّل مرة ظهرت نتائج مماثلة لاختراق الآفات المينائية البيضاء الصنعية والتي سجّلت قيم اختراق أعلى بكثير من نتائج اختراق اللواصق والسّادات التي استُخدمت في المحاولات الأولى لاختراق الآفات المينائية البيضاء (Meyer-Lueckel and Paris 2008)، خاصةً مع "infltrant" التي تتمتع بمعامل اختراق أكبر من 200 سم / ثا حيث سجّلت معدل اختراق كامل ضمن الآفات ما يقارب 900 ميكرومتر.

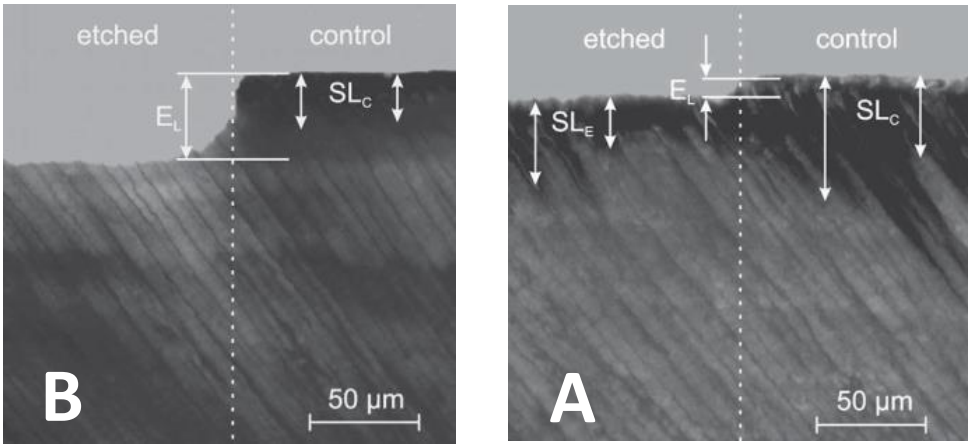
اللزوجة:

كلّما قلّت لزوجة الراتنج كلّما زاد معامل اختراقه بالتالي تزيد سرعة اختراق الراتنج للآفات النخرية، حيث كان اختراق الراتنج ذو اللزوجة المنخفضة أفضل بكثير من المواد الراتنجية الأخرى، باستخدام مزيج من TEGDMA وHEMA التي تتمتع بلزوجة منخفضة و 20 % من الإيتانول، وصلت معاملات الاختراق إلى

475 سم / ثا (Thomé, Erhardt et al. 2015).

قطر المسامات:

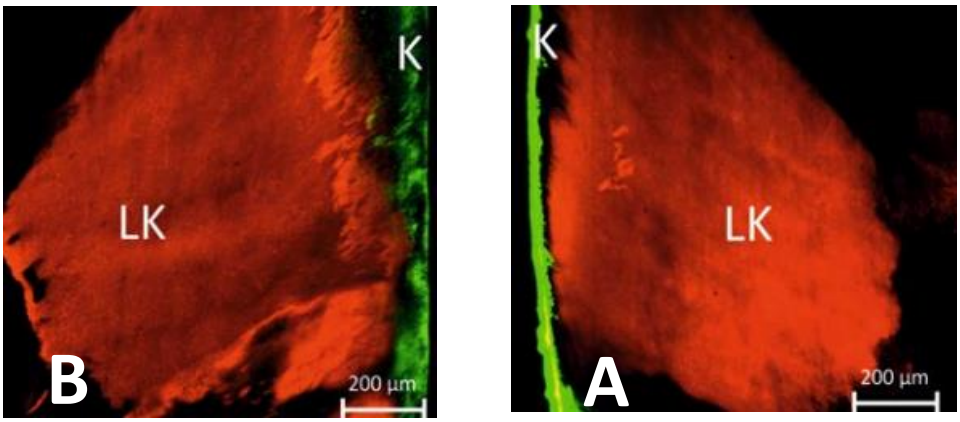
قطر المسام له تأثير كبير على اختراق الراتنج للآفة، بالتالي تمّ البحث في تكيّف الطبقة السطحية شديدة التمعدن ليسهل اختراقها من قبل (infltrant) حيث عانت الآفات المينائية البيضاء الطبيعية من ارتشاح سيء للواصق حتى بعد معالجة المنطقة السطحية بحمض الفوسفور لمدة دقيقتين وذلك بسبب صغر حجم المسامات في هذه المنطقة التي تمنع الاختراق عميقاً ضمن جسم الآفة، وبعد العديد من المحاولات تمّ تحقيق المعالجة الملائمة للمنطقة السطحية من الآفة من خلال التخريش بحمض كلور الماء HCL 15% لمدة دقيقتين ممّا حسن من اختراق الراتنج للآفة لعمق يصل لأكثر من 100 ميكرومتر (الشكل 4-2 والشكل 4-3) (Meyer-Lückel, Paris et al. 2007).



الشكل 4-2

صورة بالمجهر الإلكتروني لمقطع عرضى لآفة نخرية طبيعية مخرشة بحمض الفوسفور (A) ، وحمض كلور الماء (B)

(Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)



الشكل 4-3

صورة بالمجهر البؤري للآفة النخرية الطبيعية بعد الارتشاح بالراتنج عقب تهيئة الطبقة السطحية بحمض الفوسفور (A) و حمض كلور الماء (B)

K: المنطقة السطحية للآفة – LK: جسم الآفة

(Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)

4.4 خـواص ومتطلبـات المـواد المسـتخدمة فـي ارتشـاح الآفـات البيضـاء:

(Robinson, Hallsworth et al. 1976)

1. محبّة للماء
2. ذات توتر سطحي عالي و لزوجة منخفضة
3. ذات فعالية مضادة للجراثيم
4. متقبلة حيوياً ضمن الحفرة الفموية
5. تتماثر لتصبح في حالة صلبة
6. مقاومة لظروف الحفرة الفموية
7. مقبولة من الناحية التجميلية

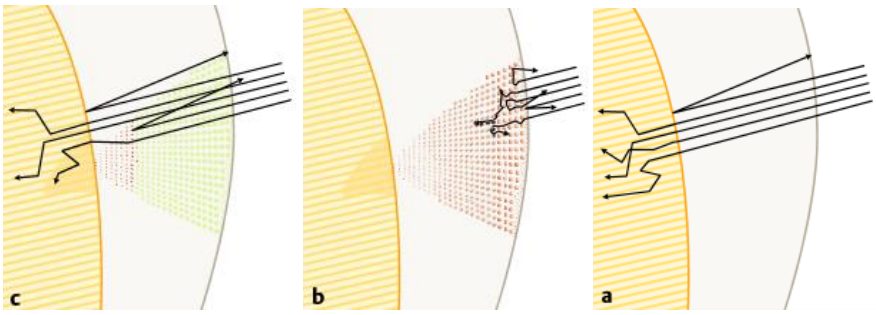
5.4 مبدأ عمل الارتشاح بالراتنج:

1.5.4 كبح تقدم الآفة:

بعد تهيئة الطبقة السطحية للآفة النخرية، يتم ارتشاح الراتنج فائق السيولة داخل مسامات الآفة النخرية وبعد التماثر الضوئي يعمل الراتنج كسُدادة تمنع مرور الأحماض النخرية وجزيئات الكربوهيدرات ذات الوزن الجزيئي الصغير (Thomé, Erhardt et al. 2015).

2.5.4 تحسين المظهر الجمالي:

تتغير الخواص البصرية للآفة النخرية البدئية بسبب اختلاف تفاعل الضوء مع النسج السنية نتيجة لتغير محتوى الميناء السليم كما تمّ شرحه في الفصل الأول، وحيث أنّ معامل انكسار الضوء عبر الراتنج فائق السيولة (1.52) متقارب بشكل كبير من معامل انكسار الضوء عبر الميناء السليمة (1.62)، بالتالي بعد تماثر الراتنج عميقاً ضمن مسامات الآفة تصبح خواصها البصرية مقاربة جداً للميناء السليمة المحيطة بالآفة (الشكل 4-4) (Borges, Caneppele et al. 2017)



الشكل 4-4

صور ترسيميه توضح طبيعة تشتت الضوء

a. للميناء السليمة

b. الآفة المينائية البيضاء

c. الآفة المينائية البيضاء المعالجة بالارتشاح

(Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)

6.4 مزايا معالجة الآفات البيضاء بالارتشاح بالراتنج : (Kielbassa, Mueller et al. 2009)

1. الدعم المكانيكي للآفات البيضاء القابلة للتكسر
2. الحفاظ على النسج السنية السليمة
3. غلق دائم لمسامية الآفات البيضاء
4. ملئ مسامات الآفات البيضاء العميقة
5. كبح تقدم الآفة
6. تأخير التداخل الرضي لفترة أطول
7. تقليص خطر الإصابة بنكس النخر
8. لا يوجد خطر التحسس ما بعد العلاج أو ارتكاسات لبية
9. الحد من التهاب اللثة والنسج الداعمة
10. تحسين الناحية الجمالية
11. تقبل عالي من المرضى

تمّ تطوير تقنية ارتشاح النخور بسبب ارتفاع القيم الوبائية الإحصائية للآفات النخرية في السطوح الملاصقة وبسبب قلة الخيارات العلاجية (سواءً الخيارات العلاجية دون التداخل الرضي، أو الخيارات العلاجية ذات التداخل الرضي

الأصغري) ومن حيث المبدأ يمكن استخدام هذه التقنية لكبح تقدم آفات السطوح الملساء الأخرى (الدهليزية، اللسانية) وخاصةً عند المرضى ذوي الخطورة النخرية المرتفعة ، إلا أنّه من غير الضروري اللجوء لها في هذه السطوح عند المرضى ذوي الفعالية النخرية الضعيفة أو المتوسطة، مالم تكن هنالك ضرورة علاجية تجميلية، حيث أنَّ النخور البدئية المتوضعة ضمن السطوح الملساء الحرة غالباً ما يعاد تمعدنها نتيجة لتعزيز الصحة الفموية أو تغيُر في الحمية الغذائية

.(Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)

7.4 ارتشاح النخور في السطوح الملاصقة:

1.7.4 استطبابات ارتشاح النخور في السطوح الملاصقة:

للحصول على استطباب مناسب لعلاج نخور هذه السطوح بتقنية الارتشاح يجب تقييم الآتي:

1. امتداد النخر شعاعياً:

كما ذكرنا في الفصل الأول من النادر أن تُظهِر النخور المحصورة ضمن الميناء (شعاعياً) تجوفاً في سطحها (أقل من 5%) بالتالي من النادر أيضاً اللجوء للعلاجات الرضية وتكون تقنية الارتشاح الاستطباب المناسب في هذه الحالة نظراً

لتقدم هذه النخور بنسبة عالية خاصةً عند عدم توفر النظافة الكافية حيث تكون الخيارات العلاجية الغير رضية غير كافية (Mejàre, Källestål et al. 1999)، يستطب ارتشاح الآفات البدئية في الأسنان اللبنية حتى المتوضعة ضمن الجزء الخارجي من الميناء وذلك بسبب قلة ثخانة الميناء فيها (Ekstrand, Bakhshandeh et al. 2010)

2. تجوف المنطقة السطحية سريرياً:

أظهرت الدراسات أنّ ملئ الراتنج للآفات التي تحوي حفراً مجهرية لم يكن كافياً، و لم يحدث ملئ على الإطلاق في الآفات التي تحوي تجاويف كبيرة، بالتالي فعالية الارتشاح بالراتنج في الآفات الغير مجوفة أعلى بكثير، لذلك من الضروري فحص الآفات بلطف بوساطة مسبر سني كليل الرأس للكشف عن وجود تجاويف ضمن الآفة ممّا يجنّبنا الاختيار الخاطئ لنوع المعالجة المناسبة (Paris, Bitter et al. 2011).

3. تقييم قابلية النخر للتقدم

بالإضافة لعوامل أخرى قد تؤثر في قرار المعالجة تتعلق بالمريض مثل المؤشر النخري.

بالتالي نستطيع القول أنّ الاستطباب المناسب لمعالجة الآفات النخرية البدئية في السطوح الملاصقة تتضمن الآفات الفعالة الممتدة شعاعياً ضمن الثلث الخارجي من العاج كحد أقصى ذات المنطقة السطحية المتماسكة الجدول (1-4) (2-4) (3-4).

استطبابات الارتشاح بالراتنج (Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)			
الموقع	**حالة السطح**	**أسنان لبنية**	**أسنان دائمة**
سطوح ملساء ملاصقة	غير مجوفة	✓	✓
سطوح ملساء حرة (أسباب نخرية)	غير مجوفة	مشعر نخري عالي	مشعر نخري عالي
سطوح ملساء حرة (أسباب تجميلية)	غير مجوفة (ارتشارح بالراتنج فقط) مجوفة (ارتشارح بالراتنج + حشوات كمبوزيت)	X	✓

الجدول 4-1

مضادات استطباب الارتشاح بالراتنج (Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)
نخور من الدرجة 4 5 6 حسب ICDAC ، شعاعياً أكبر من D1 (راجع الفصل الأول)
آفات نخرية غير فعالة في منطقة غير تجميلية
الآفات النخرية الجذرية (عاجية)
آفات السحل

الجدول 4-2

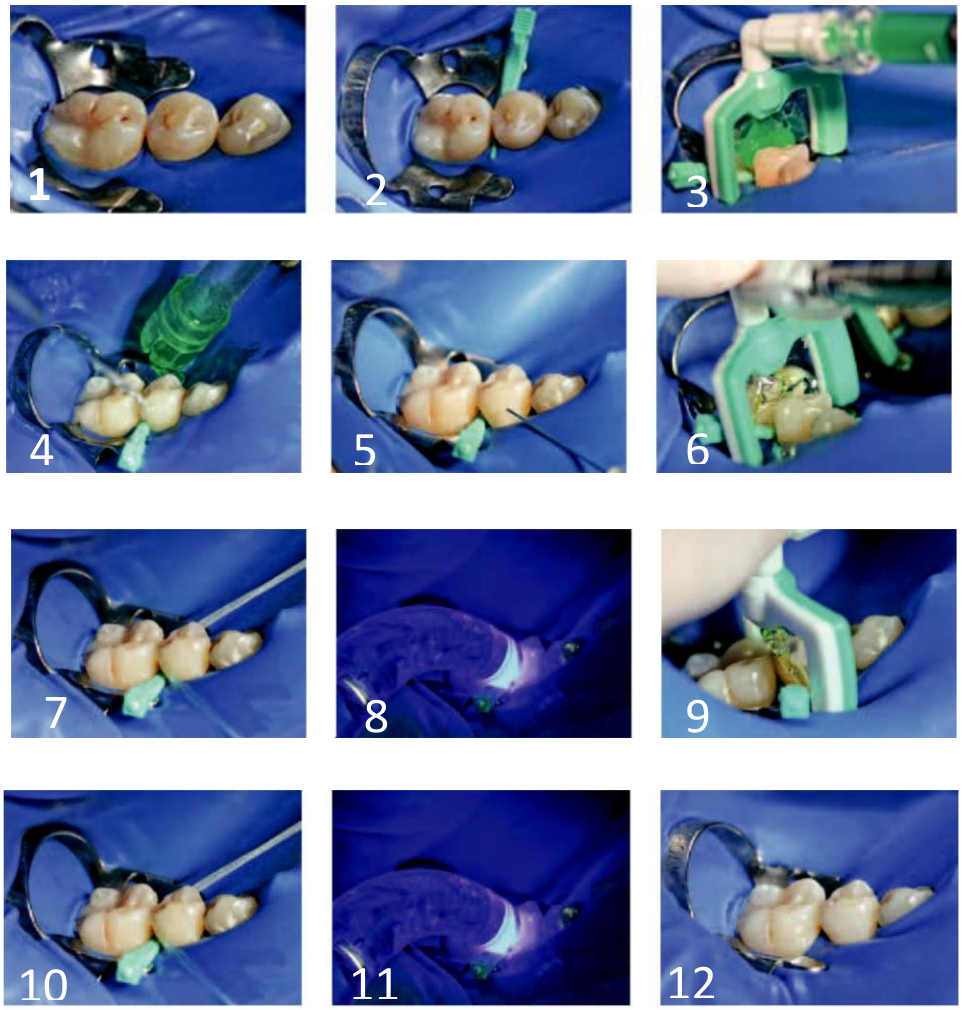
فعالية الارتشاح بالراتنج في الحالات التالية محدودة (Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)
آفة نخرية غير فعالة (أسباب تجميلية)
نقص التكلس الرحوي القاطعي، سوء تصنع الميناء
التبقع الفلوري
البقع البيضاء التطورية الناتجة عن الرض
*تغطية العيب الجمالي في الحالات السابقة محدود

الجدول 4-3

2.7.4 التطبيق السريري على النخور الملاصقة: (Ekstrand, Martignon et al. 2012).

يتم العمل خلال جلسة واحدة باتباع الخطوات التالية:

- تنظيف سطح الآفة (بواسطة خيط سني)
- تطبيق الحاجز المطاطي أمر الزامي، حيث أنّ الحمض المستخدم قد يسبب أذية في الأنسجة الرخوة
- تطبيق وتد خشبي لتأمين فصل بين سني بسيط
- تطبيق حمض كلور الماء15% لمدة 120 ثا من خلال المسندة البلاستيكية التي تكون ذات جهة نفوذة وجهة غير نفوذة لتعزل السن المجاور
- الغسيل لمدة 30 ثا والتجفيف بهواء الوحدة السنية
- تطبيق الكحول 99% بهدف تجفيف الآفة وإزالة الماء الموجود ضمن المسامات ومن ثم التجفيف مرة أخرى بهواء الوحدة السنية
- تطبيق الراتنج منخفض اللزوجة من خلال المسندة البلاستيكية لمدة 3 د، وتطبيق الهواء بلطف
- التصليب الضوئي 20 ثا من الجهة الدهليزية و 20 ثا من الجهة اللسانية
- إعادة تطبيق الراتنج لمدة دقيقة بهدف ختم الفراغ الناتج عن التقلص التصلبي للراتنج و إعادة التصليب (الشكل 4-5)



الشكل 4-5

خطوات تطبيق الارتشاح بالراتنج في السطوح الملاصقة

1. العزل
2. الفصل
3. التخريش (120 ثا)
4. الغسيل (30 ثا)
5. التجفيف الإيتانول
6. تطبيق الـ Infiltrant (3 د)
7. إزالة الزوائد
8. تصليب (40 ثا)
9. تطبيق الـ Infiltrant (1 د)
10. إزالة الزوائد
11. تصليب (40 ثا)
12. إزالة الوتد

Clinical case: Prof. Dr. Marcio Garcia dos Santos, São Paulo, Brazil

3.7.4 متابعة النخور الملاصقة المعالجة بالارتشاح بالراتنج:

لا يمكن إجراء تقييم فوري لدرجة اختراق الراتنج للآفة حيث يعاني الراتنج المستخدم للارتشاح في الوقت الحالي من نقص في الظلالية الشعاعية، لذلك لابدّ من إجراء متابعة دورية لتقييم فعالية العلاج من خلال الصور الشعاعية المجنحة كل 6 أشهر لمدة أربع سنوات(Pitts 1996)، ويجب أن تكون جميع الصور متطابقة لضمان التشخيص الدقيق (الفصل الأول)، وفي حال تقدّمت الآفة نلجأ للمعالجات الرضية (كتقدم الآفة النخرية البدئية للثلث المتوسط من العاج)، ولتبقى الأسنان المعالجة بالارتشاح التي قيد المراقبة من التداخل العلاجي الرضي في حال مراجعة المريض لطبيب آخر يجب أن يتم تسجيل جميع هذه المعالجات في سجل خاص يسلم للمريض.

و بالتالي فإنَّ الطريقة الوحيدة لتقييم نجاح المعالجات الغير رضية في كبح تقدم الآفات المينائية البيضاء هي متابعة تقدمها.

8.4 ارتشاح النخور في السطوح الملساء الدهليزية (لأسباب تجميلية):

يتم معالجة الآفات البيضاء النخرية المتوضعة على السطوح الدهليزية لأسباب تجميلية بالدرجة الأولى، حيث أنّها غالباً ما تحدث بعد المعالجة بالأجهزة التقويمية

الثابتة عند المرضى ذوي الصحة الفموية السيئة لصعوبة تنظيف السطوح السنية بشكل كافي (Staudt, Lussi et al. 2004)، غالباً ما يحصل إعادة تمعدن للآفات السطحية بعد إزالة أجهزة التقويم بسبب التحسن في الصحة الفموية ومن النادر أن يُعاد تمعدن الآفات العميقة التي غالباً ما تبقى بشكل بقع نخرية غير فعالة ممّا يضر بالناحية التجميلية (Mattousch, Van der Veen et al. 2007)، وحيث يتمتع الراتنج المستخدم في ارتشاح الآفات بخصائص بصرية مقاربة للخصائص البصرية للميناء السليمة كما تمّ شرحه سابقاً، بالتالي يمكن تغطية المظهر الأبيض لهذه الآفات من خلال الارتشاح بالراتنج (Paris and Meyer-Lueckel 2009)(الشكل4-6).

الشكل 4-6

معالجة آفات البقع البيضاء بعد المعالجة التقويمية بالارتشاح بالراتنج في الفك العلوي

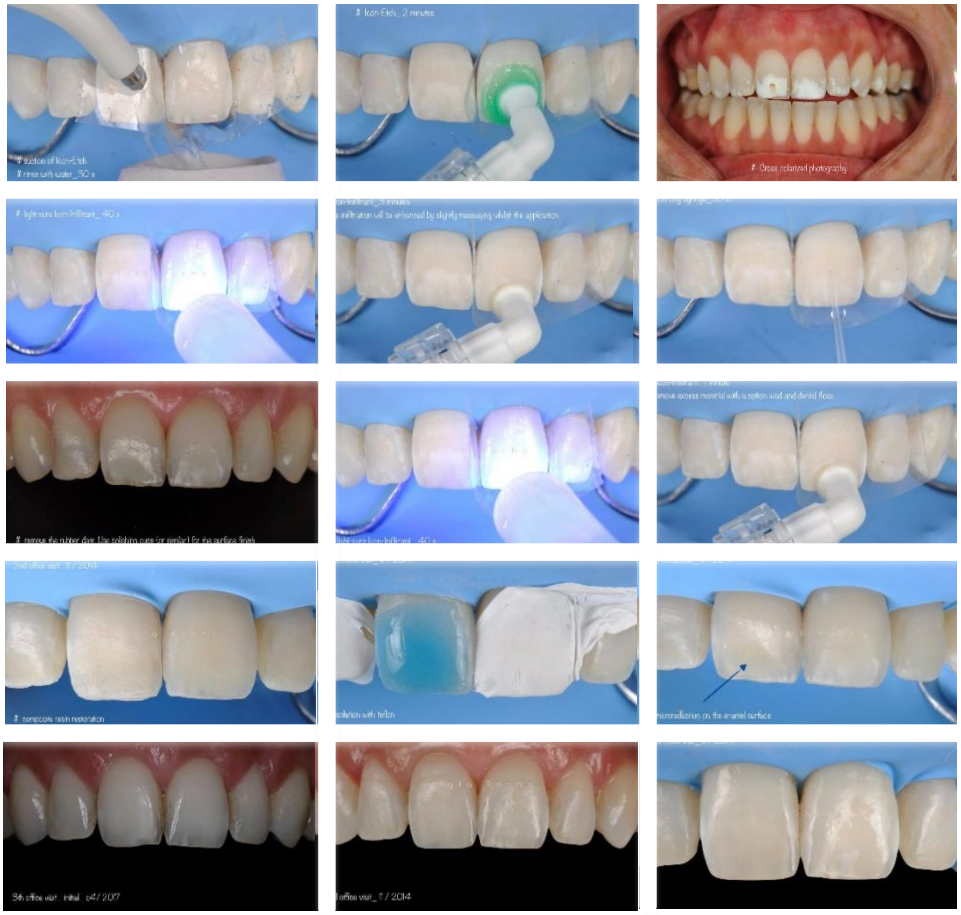
(Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)

1.8.4 الاستطبابات التجميلية للارتشاح بالراتنج:

تستطب لمعالجة الآفات المينائية البيضاء النخرية الغير مجوفة المتوضعة في السطوح الدهليزية خاصةً في القواطع والضواحك، توضح الجداول (4-1) (4-2)

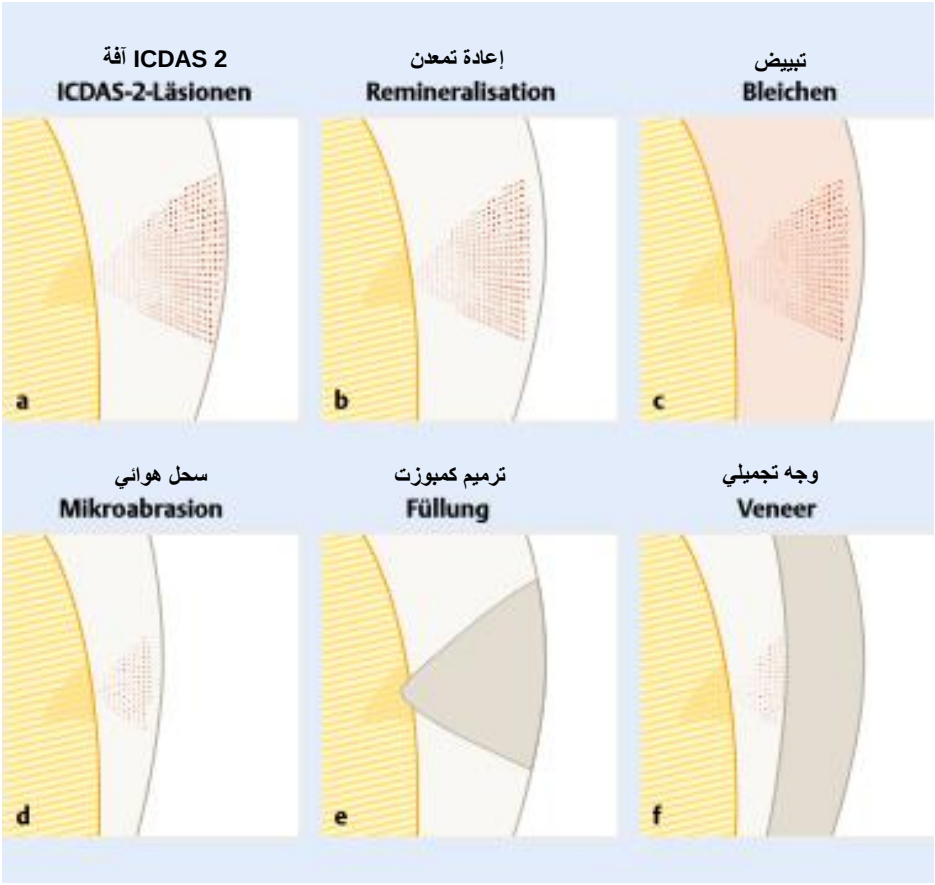
(4–3) استطبابات ومضادات الاستطباب و المحدوديات لاستخدام الراتنج في المناطق التجميلية، ومن الممكن الدمج بين المعالجة بالارتشاح بالراتنج واستخدام حشوات الكمبوزت في بعض الآفات المينائية البيضاء المجوفة الشكل (4–7)، حيث نبدأ بمعالجة الآفة بالارتشاح بالراتنج وبعد ذلك نقوم بترميم التجويف بحشوة الكمبوزت دون الحاجة لاستخدام مواد رابطة بين الكمبوزت و"infltrant" إذا كان التجوف محصوراً ضمن الميناء حيث أنّ ارتباط الـ"infltrant" مع الميناء جيد، الأمر الذي لا يحصل في العاج.

بالتالي معالجة الآفات المينائية البيضاء المتوضعة في المناطق التجميلية بتقنية الارتشاح بالراتنج أكثر محافظةً على النسج السنية من المعالجات الرضية كما الحال في السحل الهوائي حيث يُستخدم حمض كلور الماء 15% مع مسحوق الخفان وتقدر طبقة الميناء المسحولة حوالي 360 ميكرومتر، أمّا طبقة الميناء التي يتم إزالتها بالتخريش الحمضي في تقنية الارتشاح تتراوح ما بين 30–40 ميكرومتر (Muñoz, Arana-Gordillo et al. 2013)، وكذلك الأمر في الترميمات التجميلية والوجوه الخزفية التي تتطلب تضحية و إزالة كبيرة للنسج السنية الشكل (4–8)



الشكل 4-7

معالجة الآفات البيضاء بالارتشاح بالراتنج، ترميم التجوف على السن 9 بواسطة الكمبوزيت



الشكل 8-4

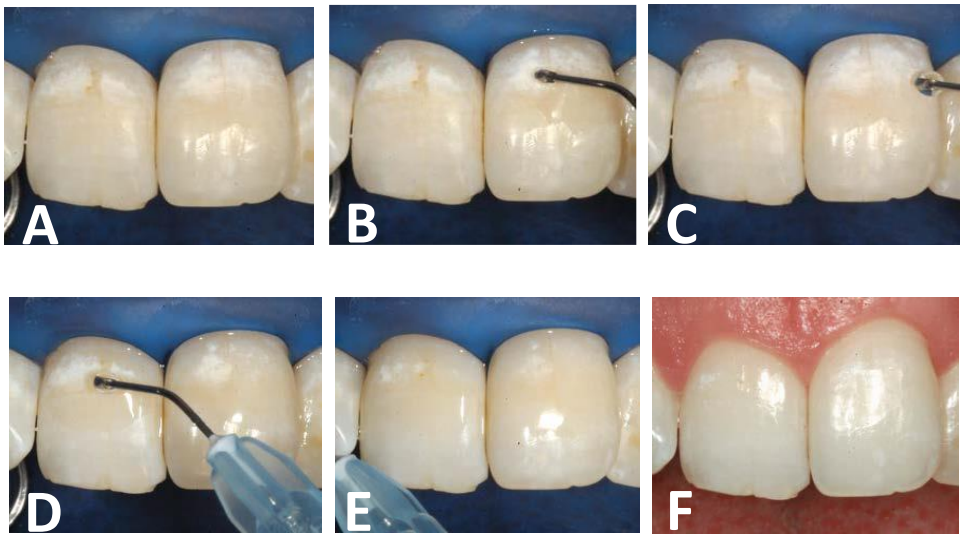
شكل ترسيمي لمقاطع عرضية توضّح الخيارات العلاجية للآفات البيضاء

(Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)

2.8.4 التطبيق السريري على السطوح الدهليزية:

لا تختلف مراحل التطبيق في السطوح الدهليزية عن تلك التي بالسطوح الملاصقة بشكل أساسي، فمن المؤكد أنّه لا داعي للفصل بين الأسنان أو استخدام المسندة التي تُستبدل برأس اسفنجي للتطبيق على السطوح الدهليزية.

قد يكون للتخريش المتكرر دور فعال في الإزالة الكلية للمنطقة السطحية شديدة التمعدن في الآفات الميناائية البيضاء الغير فعالة، الذي بدوره يحسّن من اختراق الراتنج وبالتالي تحسين النتيجة التجميلية وقد يساعد اختبار الترطيب في تقييم فعالية التخريش من خلال استيعاب الآفة المُخرَّشة للماء أو الإيتانول حيث يتم تطبيق أحدهما وعندما يختفي المنظر الأبيض خلال وقت قصير (5-3 ثا) بالتالي يمكن للراتنج أن يخترق الآفة خلال 3 د تقريباً الشكل (9-4)، وبعد تصليب الراتنج يتم تلميعه بشكل مماثل لتلميع حشوات الكمبوزت لتجنب اصطباغ الأجزاء الغير متماثرة (Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)



الشكل 4-9
اختبار الترطيب لاختبار فعالية التخريش

A. بعد التخريش الأولي
B. تطبيق الايتانول
C. بقاء المظهر الأبيض
D. تطبيق الايتانول بعد إعادة التخريش
E. زوال المظهر الأبيض بعد 3 ثا
F. النتيجة النهائية بعد الارتشاح بالراتنج

(Hendrik Meyer-Lückel et al. 2012)

3.8.4 متابعة الآفات البيضاء في السطوح الدهليزية المعالجة بالارتشاح بالراتنج:

فحص الآفات المعالجة بالرؤيا المباشرة خلال زيارات الفحص الروتيني الدوري،

وفي حال ملاحظة بعض التصبغات الخارجية يتم إعادة تلميع الأسنان

(Meyer-Lückel, Paris et al. 2012)

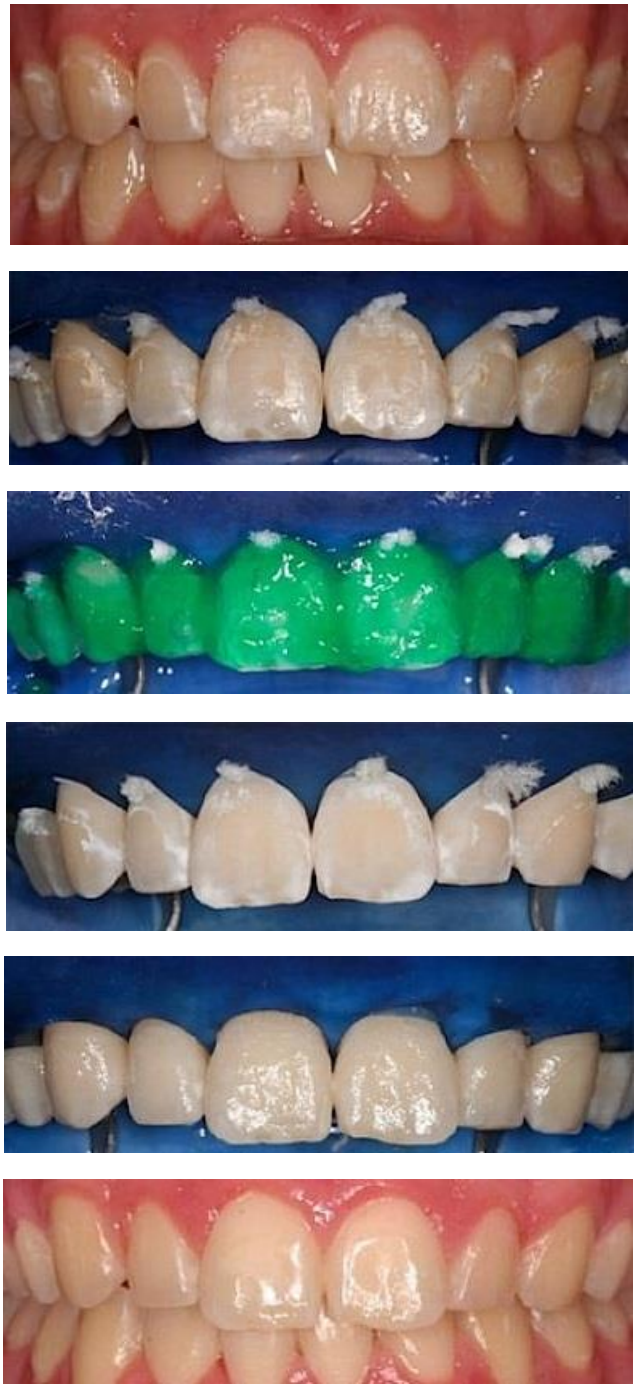
9.4 حالات سريرية:

1.9.4 الحالة الأولى: (الشكل 4-10)

- راجعت مريضة أ.س. 23 سنة قسم طب الأسنان التجميلي كلية طب الأسنان جامعة دمشق بشكوى عدم ارتياح لوجود بقع بيضاء على الأسنان الأمامية، بعد أخذ القصة المرضية واجراء الفحص السريري شُخصت الحالة على أنها أفات بقع بيضاء نخرية تالية للمعالجة التقويمية

- تم وضع القرار العلاجي المناسب مع الأخذ بعين الاعتبار أهمية الحصول على ابتسامة جميلة لمريضة شابة لدعم حالتها النفسية

- تم تدبير الحالة بواسطة الارتشاح بالراتنج



شكل (10-4)

2.9.4 الحالة الثانية: (الشكل 4-11)

- راجعت مريضة هـ.غ. 18 سنة قسم طب الأسنان التجميلي كلية طب الأسنان جامعة دمشق بشكوى عدم ارتياح لوجود بقع بيضاء على أسنان الفك العلوي الأمامية 5-6-7-8-9-10-11-12-13، بعد أخذ القصة المرضية واجراء الفحص السريري شُخصت الحالة على أنها تبقع فلوري من الدرجة المتوسطة

- تم وضع القرار العلاجي المناسب مع الأخذ بعين الاعتبار أهمية الحصول على ابتسامة جميلة لمريضة شابة لدعم حالتها النفسية

- تم تدبير الحالة بواسطة الارتشاح بالراتنج

شکل (4-11)

الفصل الخامس

الدّراسات

المخبريّة

تحسين ارتشاح الآفات النخرية الطبيعية للراتنج

Improved resin infiltration of natural caries lesions

دراسة أجراها Meyer وآخرون عام 2008 لمقارنة قدرة الراتنج فائق السيولة "infiltrant" لاختراق الآفات الطبيعية مع اللواصق التقليدية حيث قام بتطبيق المادتين على آفات مينائية بيضاء من الدرجة الثانية حسب تقييم ICDAC على السطوح الملاصقة لأسنان بشرية مقلوعة (ضواحك وأرحاء) بعد التخريش بحمض كلور الماء 15% لمدة 120 ثا حيث كان معامل الاختراق للراتنج فائق السيولة 273سم/ثا و 31سم/ثا للاصق، و تمت إزالة الزوائد قبل التصليب الضوئي، ثمَّ فحص العينات بالمجهر الضوئي و التصوير الشعاعي المقطعي وتبين أنّ اختراق اللاصق للآفات أقل بكثير مقارنةً مع الراتنج فائق السيولة، وخَلُصت الدراسة الى أنّ المواد ذات معامل الاختراق الأكبر لديها قدرة أكبر على اختراق الآفات الطبيعية (Meyer-Lueckel and Paris 2008)

تهيئة المنطقة السطحية للآفات النخرية بهلام كلور الماء والفوسفور استعداداً للارتشاح بالراتنج

Surface layer erosion of natural caries lesions with phosphoric and hydrochloric acid gels in preparation for resin infiltration

دراسة قام بها Meyer وآخرون لمقارنة فعالية مواد تخريش مختلفة ومدة تطبيق مختلفة في إزالة المنطقة السطحية للآفات المينائية البيضاء، تمّ عمل مقاطع عرضية في آفات مينائية بيضاء متوضعة على السطوح الملاصقة لأسنان بشرية مقلوعة (ضواحك و أرحاء) واختيار 96 عينة محصورة ضمن الميناء، تمّ تغطية جزء من العينات بفرنيش كعينة مقارنة، وتخريش مجموعة بحمض الفوسفور 37% و أخرى بحمض كلور الماء 5% ومجموعة بحمض فلور الماء 15% لمدة 30 – 120 ثا، وتمّ فحص العينات بواسطة المجهر البؤري و والتصوير الشعاعي المقطعي و أظهرت النتائج تخفيض أكبر بكثير للمنطقة السطحية من الآفات بعد التخريش بحمض كلور الماء 15% لمدة 90–120 ثا مقارنة مع التخريش بحمض الفوسفور 37% لمدة 30–120 ثا وخَلُصت الدراسة إلى أنّه يمكن الحصول على تخفيض مناسب للمنطقة السطحية في الآفات المينائية البيضاء الطبيعية بواسطة حمض كلور الماء 15 % لمدة 90–120 ثا (Meyer–Lueckel, Paris et al. 2007)

وفي دراسة مشابهة قام بها Paris وآخرون للبحث في فعالية الأحماض المختلفة في تهيئة الآفات المينائية البيضاء في الأسنان اللبينة حيث أنّها تختلف في البنية عن الأسنان الدائمة وكانت النتائج مماثلة للدراسة السابقة (Paris, Dörfer et al. 2010)

تقييم تأثير التطبيق المتكرر للراتنج منخفض اللزوجة على الآفات المينائية البيضاء

Influence of application frequency of an infiltrant on enamel lesions

دراسة قام بها Paris وآخرون عام 2008 لتقييم فعالية التطبيق المتكرر لمادتين مختلفتين من الراتنج منخفض اللزوجة (A: BisGMA 25 %, TEGDMA 75 %; B: BisGMA 20 %, TEGDMA 60 %, ethanol 20 %) على تقدّم الآفات الصنعية والقساوة المجهرية للآفة بعد الارتشاح، حيث تمّ تصنيع آفات مينائية بيضاء في المختبر على 26 عينة سنية بقرية وتمّ تقسيم كل عينة لثلاث مجموعات الأولى كعينة مقارنة وتمّ تخريش المجموعة الثانية والثالثة بواسطة حمض الفوسفور 37% لمدة 5 ثا، ومن ثمّ تطبيق المادتين على المجموعة الثانية مرة واحدة ومرتين على المجموعة الثالثة وتمت إزالة الزوائد قبل التصليب، تمّ غمر العينات في محلول حمضي لمدة 50 يوم، تمّ تقييم قساوة وعمق الآفات

والخسارة في المعادن بواسطة التصوير الشعاعي المجهري وأظهرت النتائج تقدّم آفات عينة المقارنة بشكل ملحوظ وكذلك الآفات التي عُولجت لمرة واحدة بينما لم تتقدم الآفات التي عولجت مرتين بالراتنج، لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية في القساوة المجهرية للآفات بين المادتين و خَلُصت الدراسة إلى أنّ تكرار تطبيق الراتنج على الآفات يمنع من تقدّمها (Paris and Meyer-Lueckel 2008)

كبح تقدّم الآفات النخرية المعالجة بالارتشاح بالراتنج

Infiltrants Inhibit Progression of Natural Caries Lesions in vitro

دراسة قام Paris بها وآخرون عام 2010 لتقييم تقدّم الآفات المينائية البيضاء المعالجة بالارتشاح بالراتنج بعد التعريض لمحلول خاسف للأملاح المعدنية، حيث تمت معالجة آفات مينائية من الدرجة ICDAS2 لأسنان مقلوعة بالارتشاح بأنواع مختلفة من الراتنج من حيث معامل الاختراق بعد التخريش بحمض فلور الماء 15% لمدة 120 ثا وتمت معالجة العينة الشاهدة الإيجابية بالراتنج السيال والعينة الشاهدة السلبية تُركت دون علاج، ثمّ تمّ غمر جميع العينات في محلول خاسف للأملاح المعدنية لمدة 400 يوم، خَلُصت الدراسة إلى أنّ الراتنج الذي يتمتع

بمعامل اختراق أكبر من 200سم/ثا قادر على كبح تقدّم الآفات بشكل كامل (Paris and Meyer-Lueckel 2010).

تأثير الارتشاح بالراتنج و المعالجة بالفلور على تغطية الآفات البيضاء

Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on the color masking of white spot lesions

دراسة قام بها Torres وآخرون عام 2011 لتقييم فعالية معالجات مختلفة في تحسين العيب الجمالي للآفات البيضاء، تمّ تقسيم العينات المينائية البقرية عشوائياً لأربع مجموعات، عُولجت بالارتشاح بالراتنج وبالتطبيق اليومي لفلورايد الصوديوم 0.05٪ والتطبيق الأسبوعي لفرنيش الفلور 2% وتُرِكت المجموعة الرابعة دون علاج، تمّ غمر المجموعات الأربع في اللعاب الصناعي وتقييم التغير في اللون بواسطة قياس الطيف الضوئي بعد شهر وبعد شهرين وبعد التعريض لمحلول خاسف للأملاح المعدنية، أظهرت النتائج أنّ النسبة الأكبر لتغطية اللون الأبيض كانت من خلال الارتشاح بالراتنج مع فروقات ذات دلالة إحصائية يليها التطبيق اليومي لفلورايد الصوديوم 0.05٪ والتطبيق الأسبوعي لفرنيش الفلور 2% والعينة الشاهدة على التوالي، كما تمتعت مجموعة الارتشاح بالراتنج بأقل معدل للتغير في اللون خلال الزمن وبعد التعرّض لتحدي خسف الأملاح، وخَلُصت الدراسة إلى أنّ

الارتشاح بالراتنج وسيلة فعالة في تغطية العيب الجمالي للآفات البيضاء (Torres, Borges et al. 2011).

تغطية الآفات البيضاء النخرية بواسطة تقنية الإرتشاح بالراتنج

Masking white spots of enamel in caries lesions with a non-invasive infiltration technique in vitro

دراسة قام بها Ou وآخرون عام 2014 للبحث في فعالية الارتشاح بالراتنج في تغطية الآفات البيضاء المختلفة في شدة زوال التمعدن، تمّ تحضير 40 عينة من الآفات البيضاء وتقسيمها لمجموعتين اعتماداً على درجة زوال التمعدن (شديدة_منخفضة)، وبعد معالجة الآفات البيضاء بالارتشاح بالراتنج تمّ تعريضها لتحدي نخري، وقياس الدرجة اللونية بواسطة قياس الطيف الضوئي قبل وبعد تصنيع الآفات البيضاء وبعد معالجتها بالارتشاح بالراتنج وبعد التعرض للتحدي النخري، أظهرت النتائج عدم ملاحظة أي اختلاف في الدرجة اللونية للعينات قبل تصنيع الآفات البيضاء وبعد المعالجة بالارتشاح بالرانتج وبعد التعرّض للتحدي النخري بالعين المجردة، بينما كانت الاختلافات في الدرجة اللونية قابلة للتمييز بالعين المجردة في العينات بعد تصنيع الآفات البيضاء و بعد معالجتها بالارتشاح

بالراتنج و بعد التعرّض للتحدي النخري، كما أظهرت النتائج أنّه لا توجد فروقات ذات دلالة احصائية ما بين المجموعتين، بالتالي أثبتت هذه الدراسة فعالية الارتشاح بالراتنج في تغطية الآفات البيضاء والحفاظ على استقرار لونها (Ou, Zhao et al. 2014)

الفصل السادس

الدّراسات السريريّة

التقييم السريري لفعالية الارتشاح بالراتنج لتغطية العيب الجمالي لآفات البقع البيضاء :

الباحث	نوع الدراسة	عمر العينة	عدد العينة	عدد الأسنان	نوع الآفة	المعالجة	طريقة تحليل النتائج	مدة المتابعة	النتائج النهائية
Kim, KIM) (et al. 2011	الفعالية السريرية (دراسة غير عشوائية)	متوسط العمر 12.5DDE 15.1WSL	21	38	(نقص تكلس قاطعي رحوي –نقص تكلس) آفات بقع بيضاء نخرية	ارتشاح بالراتنج	تصوير رقمي \برنامج معالجة الصور	أسبوع	التغطية الكاملة (WSL=61% ,DDE=25%) التغطية الجزئية (WSL=33% ,DDE=35%) لم تتغير (WSL=6% ,DDE=40%) *يوجد فروقات ذات دلالة إحصائية قبل وبعد المعالجة
Hammad,) El Banna et (al. 2012	الفعالية السريرية (دراسة غير عشوائية)	متوسط العمر 15.3	18	غير مسجل	1-آفات بقع بيضاء نخرية دون تشوه في المنطقة السطحية 2-آفات بقع بيضاء نخرية مع خشونة في المنطقة السطحية	ارتشاح بالراتنج	تصوير رقمي \برنامج معالجة الصور	فوري	WSL1 قبل = 126.09 بعد= 221.26 WSL2 قبل = 95.58 بعد=155.61 *يوجد فروقات ذات دلالة إحصائية قبل وبعد المعالجة
Chaohua,) Rongfang et (al. 2013	الفعالية السريرية (دراسة غير عشوائية)	14-28 سنة	20	74	آفات بقع بيضاء نخرية	ارتشاح بالراتنج	تصوير رقمي \برنامج معالجة الصور	أسبوع	التغطية الكاملة 27% التغطية الجزئية 73% لم تتغير 0% *يوجد فروقات ذات دلالة إحصائية قبل وبعد المعالجة
Feng and) (Chu 2013	الفعالية السريرية (دراسة غير عشوائية)	14-18 سنة	8	48	آفات بقع بيضاء نخرية	ارتشاح بالراتنج	تصوير رقمي \برنامج معالجة الصور	سنة	التغطية الكاملة 22.9% التغطية الجزئية 77.1% لم تتغير 0% *يوجد فروقات ذات دلالة إحصائية قبل وبعد المعالجة
(Banava & Safaie Yazdi 2011)	دراسة عشوائية	غير مسجل	غير مسجل	20	تبقع فلوري	ارتشاح بالراتنج × عدم المعالجة	تحليل بصري للصور	فوري	لم تسجل بيانات كمية للنتائج *يوجد فروقات ذات دلالة إحصائية بين المجموعة الشاهدة والمجموعة المعالجة

Lu, Jie et al. (2013)	دراسة عشوائية	27-12 سنة	29	70	آفات بقع بيضاء نخرية	ارتشاح بالراتنج (RI)× إعادة تمعدن(RM)	تحليل بصري للصور	6 أشهر	RM=49.2%×RI=53.5% *يوجد فروقات ذات دلالة إحصائية بين المجموعة الشاهدة والمجموعة المعالجة
Knösel,) Eckstein et al. (2013	دراسة عشوائية	19-12 سنة	21	231	آفات بقع بيضاء نخرية	ارتشاح بالراتنج × عدم معالجة	قياس الطيف الضوئي	6 أشهر	C=0.29×RI=2.55 *يوجد فروقات ذات دلالة إحصائية بين المجموعة الشاهدة والمجموعة المعالجة
Senestraro,) Crowe et al. (2013	دراسة عشوائية	21-14 سنة	20	66	آفات بقع بيضاء نخرية	ارتشاح بالراتنج + سحل هوائي بسيط × عدم معالجة	التحليل البصري للصور	8 أسابيع	C=1%×RI=60.9% *يوجد فروقات ذات دلالة إحصائية بين المجموعة الشاهدة والمجموعة المعالجة
(Haddad et al. 2014)	دراسة عشوائية	غير مسجل	83	غير مسجل	آفات بقع بيضاء نخرية	ارتشاح بالراتنج × إعادة تمعدن	التألق الليزري والتحليل البصري	3 أشهر	لم تسجل بيانات كمية للنتائج *يوجد فروقات ذات دلالة إحصائية بين المجموعة الشاهدة والمجموعة المعالجة
Eckstein,) Helms et al. (2015	دراسة عشوائية	19-13 سنة	9	49	آفات بقع بيضاء نخرية	ارتشاح بالراتنج × عدم معالجة	قياس الطيف الضوئي	12 شهرا	*يوجد فروقات ذات دلالة إحصائية بين المجموعة الشاهدة والمجموعة المعالجة
(Gugnani et al 2015)	دراسة عشوائية	14-6 سنة	48	80	تبقع فلوري	ارتشاح بالراتنج × 2 ارتشاح بالراتنج × ارتشاح بالراتنج+ تبيض × تبيض	تصوير رقمي \برنامج معالجة الصور	6 أشهر	RI+B=5.95 ×2RI=6.08 ×RI=5.53 B=2.53× *يوجد فروقات ذات دلالة إحصائية بين مجموعة RIو 2RI و مجموعة B *لا يوجد فروقات ذات دلالة إحصائية بين RIو 2RIو B+RI *لا توجد فروقات ذات دلالة إحصائية بين النتيجة المباشرة والمراقبة بعد 6 أشهر

DDE : تشوهات مينائية تطورية - WSL: بقع بيضاء مينائية نخرية - RI: الارتشاح بالراتنج - RM: إعادة التمعدن - C: العينة الشاهدة - B :تبييض

الملاحظات:

على الرغم من الاختلاف السريري للآفات في الدراسات المعروضة وكذلك طرق اختبار النتائج وطريقة التحليل الكمي للنتائج، سجلت جميع الدراسات تغطية متفاوتة للون الأبيض للآفات سواءً تغطية كاملة أو جزئية.

وقد يُعزى هذا التفاوت في النتائج لاختلاف طرق اختبار النتائج وكذلك الاختلاف السريري للآفات المدروسة من حيث الامتداد، العمق، و الفعالية النخرية.

فقد تمّ استخدام الصور الرقمية في الدراسات الغير عشوائية ومقارنة الصور قبل وبعد العلاج أو ملاحظة الاختلاف في المناطق المتأثرة من خلال برامج معالجة للصور الرقمية.

أمّا في الدراسات العشوائية فقد تمّ استخدام التألق الليزري، قياس الطيف الضوئي، و التحليل البصري للصور لتقييم النتائج.

وعلى الرغم أنّ كلاً من الآفات البيضاء ذات المنشأ النخري أو التطوري تعاني من نقص في كمية المعادن الطبيعية إلا أنَّ فعالية الارتشاح بالراتنج في الآفات ذات المنشأ النخري كانت أكبر استناداً على نتائج الدراسات السابقة وقد يُعزى ذلك للاختلاف في شكل وبنية هذه الآفات، وقد تكون مشاركة بعض الطرق العلاجية

كالسحل الهوائي والتبيض أو الحشوات التجميلية مع تقنية الارتشاح بالراتنج مفيدة في بعض الحالات.

وبسبب التفاوت في شدة تمعدن المنطقة السطحية لهذه الآفات الذي يعود لفعالية الآفة النخرية أو الاختلافات البنيوية للآفات التطورية قد نحتاج في بعض الحالات لزمن تخريش أطول وتكرار لمرات التخريش أو الاستعانة بالسحل الهوائي للتمكن من الإزالة الكاملة للمنطقة السطحية وبالتالي تعزيز قدرة الراتنج على الاختراق، ومع ذلك لا يوجد بروتوكول محدد لذلك، وأغلب الدراسات السابقة سجلت زمن تخريش 120 ثا كما نصحت الشركة المصنعة.

وفي المقارنة بين تأثير إعادة التمعدن والتبييض والارتشاح بالراتنج فقد تفوّق الارتشاح بالراتنج في إعطاء الأثر الجمالي الأفضل.

وحيث أنّ متابعة ثبات هذه النتائج لفترة زمنية معتبرة متغير بالغ الأهمية في التقييم السريري، تعرض الدراسات السابقة فترات متابعة مختلفة، ففي الدراسات الغير عشوائية تمّ تقييم النتائج فورياً حسب دراسة Hammad وزملاؤه وتقييم بعد أسبوع في دراسة Kim وزملاؤه وكذلك Feng وزملاؤه، ولقد تمّ إعادة تقييم نتائج الدراسة الأخيرة بعد 12 شهراً ولكن لم تكن العينة كاملة، ولم تُسجل أي فروقات ذات دلالة إحصائية تشير لتغير في النتائج الأولية.

أمّا في الدراسات العشوائية فقد كانت فترة المراقبة في دراسة Wang وزملاؤه 6 أسابيع و دراسة Gugnani و زملاؤه 6 أشهر أمّا في دراسة Knösel وزملاؤه 6 أشهر، وأُعيد تقييم النتائج بعد 12 شهراً مع سقوط جزء من العينات وكذلك لم تُسجل هذه الدراسات أي فروقات ذات دلالة إحصائية تشير لتغير في النتائج الأولية.

ويجب التنويه إلى أنّ طبيعة المواد الراتنجية تعاني من تشرب الأصبغة مع الزمن، ونتيجة لتضارب نتائج هذه الدراسات مع بعض نتائج الدراسات المخبرية (**Borges, Caneppele et al. 2014**) (**Cohen-Carneiro, Pascareli et al. 2014**) يجب القيام بالمزيد من الدراسات لتقييم الثبات اللوني للراتنج المستخدم في تغطية العيب التجميلي.

التقييم السريري لفعالية الإرتشاح بالراتنج في كبح تقدم الآفات المينائية البيضاء في السطوح الملاصقة :

الباحث	نوع الدراسة	عمر العينة	العينة	المشعر النخري	المعالجة	نوع التقييم	المتابعة	النتائج
(Ekstrand, Bakhshandeh et al. 2010)	دراسة عشوائية (Split-mouth)	متوسط العمر 7 سنوات	38 طفل 42 زوج من الآفات أسنان مؤقتة	مرتفع	ارتشاح بالراتنج + تطبيق فرنيش الفلور× فرنيش الفلور	تقييم تقدم الآفات شعاعيا	12 شهر %12.5 سقطت	T: تقدمت %23 C: تقدمت %62 *توجد فروقات ذات دلالة إحصائية بين عينة الاختبار والعينة الشاهدة
(Martignon , Ekstrand et al. 2012)	دراسة عشوائية (Split-mouth)	متوسط العمر 21 سنة	39 مريض 37 أفة 3× أسنان دائمة	منخفض %46 متوسط %28 مرتفع %26	ارتشاح بالراتنج +استخدام خيوط بين سنية ×ختم الآفة +خيوط سنية ×استخدام خيوط بين سنية	تقييم تقدم الآفات شعاعيا	36 شهر %5.1 سقطت	T1: تقدمت %37 T2: تقدمت %42 C:تقدمت %71 *توجد فروقات ذات دلالة إحصائية بين مجموعة الإختبار 1 والمجموعة الشاهدة

(Paris, Hopfenmuller et al. 2010)	دراسة عشوائية (Split-mouth)	متوسط العمر 25 سنة	22 مريض 26 آفة أسنان دائمة	منخفض	ارتشاح بالراتنج +فرنيش الفلور+عناية بالصحة الفموية ×فرنيش الفلور +عناية بالصحة الفموية	تقييم تقدم الآفات شعاعيا	18 شهر %9.1 سقطت 36 شهر	T: 4% تقدمت C: 22% تقدمت T: 4% تقدمت C: 35% تقدمت *توجد فروقات ذات دلالة إحصائية بين عينة الاختبار والعينة الشاهدة
(Meyer-Lueckel, Balbach et al. 2016)	دراسة عشوائية (Split-mouth)	13-40 سنة	77 مريض 204 آفات أسنان دائمة	مرتفع: 49% منخفض: 51%	ارتشاح بالراتنج +عناية بالصحة الفموية ×علاج وهمي +عناية بالصحة الفموية	تقييم تقدم الآفات شعاعيا	10 أشهر 14 عينة سقطت 18 شهر 7 عينات سقطت	T: 2% تقدمت C: 24% تقدمت T: 5% تقدمت C: 31% تقدمت *توجد فروقات ذات دلالة إحصائية بين عينة الاختبار والعينة الشاهدة

T: عينة الاختبار - C: العينة الشاهدة

خلاصة

يمكن اعتبار الارتشاح بالراتنج الخيار العلاجي الأول للآفات النخرية البدئية الغير مجوفة الممتدة شعاعياً حتى الثلث الخارجي من العاج، حيث أثبتت التجارب المخبرية والدراسات السريرية مؤخراً فعالية هذه التقنية في كبح تقدّم الآفات النخرية البدئية بشكل كامل، و لمّا كانت الخيارات العلاجية الغير رضية معتمدة على تعاون المريض وتحتاج الكثير من الوقت لتحقيق الفعالية العلاجية، ولأنّه من غير المنطقي اللجوء إلى الخيارات العلاجية الرضية التي تتطلب التفريط بكمية كبيرة من النسج السنية في هذه المراحل المبكرة، كان الارتشاح بالراتنج البديل الأكثر قبولاً لتدبير الآفات النخرية البدئية الذي سدَّ الفجوة بين النهجين السابقين، وفيما يتعلق بتحسين العيب الجمالي للآفات النخرية البدئية أصبح لدينا الآن ما يكفي من الأدلة التي تبرّر الاستخدام الواسع لهذه التقنية خاصةً لتغطية المظهر الأبيض للآفات البيضاء النخرية التي تظهر بعد المعالجة التقويمية، وفيما يخص البقع البيضاء الأخرى ذات المنشأ التطوري فعلى الرغم من أنَّ التخريش المتكرر للطبقة السطحية قد يكون مفيداً للحصول على نتائج مجدية إلا أنّ التوقعات يجب أن تبقى منخفضة في تدبير العيب التجميلي لآفات نقص التكلس الرحوي القاطعي "HIM" أو حالات نقص التمعدن التطوري وكذلك الحالات المتقدمة من التبقع الفلوري.

References المراجع

1. Ahovuo-Saloranta, A., et al. (2016). "Pit and fissure sealants versus fluoride varnishes for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents." The Cochrane Library.

2. Al-Khateeb, S., et al. (1997). "Quantification of formation and remineralization of artificial enamel lesions with a new portable fluorescence device." Advances in Dental Research **11**(4): 502-506.

3. Aljehani, A., et al. (2006). "Longitudinal quantification of incipient carious lesions in postorthodontic patients using a fluorescence method." European journal of oral sciences **114**(5): 430-434.

4. Angmar-Månsson, B. and J. Ten Bosch (1987). "Optical methods for the detection and quantification of caries." Advances in Dental Research **1**(1): 14-20.

5. Benson, P. E., et al" .(2003) .Quantifying enamel demineralization from teeth with orthodontic brackets—a comparison of two methods. Part 1: repeatability and agreement." The European Journal of Orthodontics **25**(2): 149-158.

6. Berchier, C., et al. (2008). "The efficacy of dental floss in addition to a toothbrush on plaque and parameters of gingival inflammation: a systematic review." International journal of dental hygiene **6**(4): 265-279.

7. Berggren, U. and G. Meynert (1984). "Dental fear and avoidance: causes, symptoms, and consequences." The Journal of the American dental association **109**(2): 247-251.

8. Bergstrand, F. and S. Twetman (2011). "A review on prevention and treatment of post-orthodontic white spot lesions–evidence-based methods and emerging technologies." The open dentistry journal **5**: 158.

9. Bidarkar, A. (2011). "In vitro prevention of secondary demineralization by icon (infiltration concept".(

10. Bjelkhagen, H., et al. (1981). "Early detection of enamel caries by the luminescence excited by visible laser light." Swedish dental journal **6**(1): 1-7.

11. Borges, A., et al. (2014). "Color stability of resin used for caries infiltration after exposure to different staining solutions." Operative dentistry **39**(4): 433-440.

12. Borges, A., et al. (2017). "Is resin infiltration an effective esthetic treatment for enamel development defects and white spot lesions? A systematic review." Journal of dentistry **56**: 11-18.

13. Chaohua, F., et al. (2013). "Effect of infiltration resin on the color masking of labial enamel white spot lesions." West China journal of stomatology **31**(6.(

14. Cohen-Carneiro, F., et al. (2014). "Color stability of carious incipient lesions located in enamel and treated with resin infiltration or remineralization." International journal of paediatric dentistry **24**(4): 277-285.

15. Davila, J., et al. (1975). "Plastic sealing of proximal surfaces of teeth, a new technic." Journal of the Baltimore College of Dental Surgery **30**(1): 40.

16. De Jong, E. d. J., et al. (1995). "A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence." Caries research **29**(1): 2-7.

17. Derks, A., et al. (2004). "Caries-inhibiting effect of preventive measures during orthodontic treatment with fixed appliances." Caries research **38**(5): 413-420.

18. Doméjean-Orliaguet, S., et al. (2004). "French dentists' restorative treatment decisions." Oral health & preventive dentistry **2**(2.(

19. Dorri, M., et al. (2015). "Micro-invasive interventions for managing proximal dental decay in primary and permanent teeth." The Cochrane Library.

20. Eckstein, A., et al. (2015). "Camouflage effects following resin infiltration of postorthodontic white-spot lesions in vivo: One-year follow-up." The Angle Orthodontist **85**(3): 374-380.

21. Ekstrand, K., et al. (2010). "Treatment of proximal superficial caries lesions on primary molar teeth with resin infiltration and fluoride varnish versus fluoride varnish only: efficacy after 1 year." Caries research **44**(1): 41-46.

22. Ekstrand, K., et al. (2012). "The non-operative resin treatment of proximal caries lesions." Dent Update **39**(9): 614-616,618.

23. Featherstone, J. and B. Rodgers (1981). "Effect of acetic, lactic and other organic acids on the formation of artificial carious lesions." Caries research **15**(5): 377-385.

24. Featherstone, J. D. (2000). "The science and practice of caries prevention." The Journal of the American dental association **1**.899-887 :(7)31

25. Feng, C. and X. Chu (2013). "Efficacy of one year treatment of icon infiltration resin on post-orthodontic white spots." Beijing da xue xue bao. Yi xue ban= Journal of Peking University. Health sciences **45**(1): 40-43.

26. Garcia-Godoy, F ,.et al. (1997). "Caries progression of white spot lesions sealed with an." J Clin Pediatr Dent **21**(2): 141-143.

27. Goepferd, S. J. and P. Olberding (1989). "The effect of sealing white spot lesions on lesion progression in vitro." Pediatr Dent **11**(1): 14-16.

28. Gray, G. and P. Shellis (2002). "Infiltration of resin into white spot caries-like lesions of enamel: an in vitro study." The European journal of prosthodontics and restorative dentistry **10**(1): 27-32.

29. Hadler-Olsen, S., et al. (2011). "The incidence of caries and white spot lesions in orthodontically treated adolescents with a comprehensive caries prophylactic regimen—a prospective study." The European Journal of Orthodontics **34**(5): 633-639.

30. Hammad, S. M., et al. (2012). "Effect of resin infiltration on white spot lesions after debonding orthodontic brackets." Am J Dent **25**(1): 3-8.

31. Harris, N. O. and F. Garcia-Godoy (2004). Primary preventive dentistry, Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.

32. Heymann, H. O., et al. (2014). Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry-E-Book, Elsevier Health Sciences.

33. Hicks, J., et al. (2004). "Biological factors in dental caries: role of saliva and dental plaque in the dynamic process of demineralization and

remineralization (part 1)." Journal of Clinical Pediatric Dentistry **28**(1): 47-52.

34. Hilton, T. J., et al. (2013). Summitt's fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach, Quintessence Publishing Company Incorporated.

35. Houwink, B. (1974). "The index of refraction of dental enamel apatite." British dental journal **137**(12): 472.

36. Kidd, E. A. and O. Fejerskov (2016). Essentials of dental caries, Oxford University Press.

37. Kielbassa, A. M., et al. (2009). "Closing the gap between oral hygiene and minimally invasive dentistry: a review on the resin infiltration technique of incipient (proximal) enamel lesions." Quintessence international **40**(8.(

38. Kim, S., et al. (2011). "The evaluation of resin infiltration for masking labial enamel white spot lesions." International journal of paediatric dentistry **21**(4): 241-248.

39. Knösel, M., et al. (2013). "Durability of esthetic improvement following Icon resin infiltration of multibracket-induced white spot lesions compared with no therapy over 6 months: a single-center, split-mouth, randomized clinical trial." American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics **144**(1): 86-96.

40. Kugel, G. and M. Ferrari (2000). "The science of bonding: from first to sixth generation." The Journal of the American dental association **131**: 20S-25S.

41. Legeros, R. Z .6 .(1991) .Calcium Phosphates in Enamel, Dentin and Bone. Calcium phosphates in oral biology and medicine, Karger Publishers. **15:** 108-129.

42. Leverett, D., et al. (1993). "Caries risk assessment by a cross-sectional discrimination model." Journal of dental research **72**(2): 529-537.

43. Loesche, W. J. (1986). "Role of Streptococcus mutans in human dental decay." Microbiological reviews **50**(4): 353.

44. Lu, W., et al. (2013). "Efficiency of resin infiltration versus fluride varnish for treatment of post-orthodontic white spot lesions [J]." Chinese Journal of Tissue Engineering Research **29**: 012.

45. Marinho, V. (2009). "Cochrane reviews of randomized trials of fluoride therapies for preventing dental caries." European Archives of Paediatric Dentistry **10**(3): 183-191.

46. Martignon, S., et al. (2012). "Infiltrating/sealing proximal caries lesions: a 3-year randomized clinical trial." Journal of dental research **91**(3): 288-292.

47. Mattousch, T., et al. (2007). "Caries lesions after orthodontic treatment followed by quantitative light-induced fluorescence: a 2-year follow-up." The European Journal of Orthodontics **29**(3): 294-298.

48. Maupomé, G. and A. Sheiham (1997). "Radiographic criteria employed to diagnose and treat approximal caries by final-year dental students in Mexico City." Community dentistry and oral epidemiology **25**(3): 242-246.

49. Mejàre, I., et al. (1999). "Incidence and progression of approximal caries from 11 to 22 years of age in Sweden: a prospective radiographic study." Caries research **33**(2): 93-100.

50. Mejàre, I., et al. (2004). "Caries incidence and lesion progression from adolescence to young adulthood: a prospective 15-year cohort study in Sweden." Caries research **38**(2): 130-141.

51. Meyer-Lückel, H. and S. Paris (2011). "Kariesinfiltration." Zahnmedizin up2date **5**(04): 323-340.

52. Meyer-Lückel, H., et al. (2012). Karies: Wissenschaft und klinische Praxis, Georg Thieme Verlag.

53. Meyer-Lückel, H., et al. (2007). "Penetration of an Infiltrant into Natural Caries Lesions in vitro." Caries research **41**(4): 274.

54. Meyer-Lueckel, H., et al. (2016). "Pragmatic RCT on the efficacy of proximal caries infiltration." Journal of dental research **95**(5): 531-536.

55. Meyer-Lueckel, H. and S. Paris (2008). "Improved resin infiltration of natural caries lesions." Journal of dental research **87**(12): 1112-1116.

56. Meyer-Lueckel, H., et al. (2007). "Surface layer erosion of natural caries lesions with phosphoric and hydrochloric acid gels in preparation for resin infiltration." Caries research **41**(3): 223-230.

57. Meyer-Lueckel, H., et al. (2006). "Influence of the application time on the penetration of different dental adhesives and a fissure sealant into artificial subsurface lesions in bovine enamel." Dental materials **22**(1): 22-28.

58. Muñoz, M. A., et al. (2013). "Alternative esthetic management of fluorosis and hypoplasia stains: blending effect obtained with resin infiltration techniques." Journal of esthetic and restorative dentistry **25**(1): 32-39.

59. Murphy, T. C., et al. (2007). "Management of postorthodontic demineralized white lesions with microabrasion: a quantitative assessment." American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics **131**(1): 27-33.

60. Nammour, S., et al. (2003). "Increase of enamel fluoride retention by low fluence argon laser in vivo." Lasers in surgery and medicine **33**(4): 260-263.

61. Neuhaus, K. W., et al. (2013). "Infiltration of natural caries lesions in relation to their activity status and acid pretreatment in vitro." Caries research **47**(3): 203-210.

62. Ogaard, B. (1989). "Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: a study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment." Am J Orthod Dentofacial Orthop **96**(5): 423-427.

63. Orban, B. J. and S. N. Bhaskar (1980). "Oral histology and embryology".

64. Ou, X., et al. (2014). "Masking white spots of enamel in caries lesions with a non-invasive infiltration technique in vitro." Genet Mol Res **13**(3): 6912-6919.

65. Paris, S., et al. (2011). "Resin infiltration of proximal caries lesions differing in ICDAS codes." European journal of oral sciences **119**(2): 182-186.

66. Paris, S., et al. (2010). "Surface conditioning of natural enamel caries lesions in deciduous teeth in preparation for resin infiltration." Journal of dentistry **38**(1): 65-71.

67. Paris, S., et al. (2010). "Resin infiltration of caries lesions: an efficacy randomized trial." Journal of dental research **89**(8): 823-826.

68. Paris, S. and H. Meyer-Lueckel (2008). "Influence of application frequency of an infiltrant on enamel lesions." J Dent Res **87**(B): 1585.

69. Paris, S. and H. Meyer-Lueckel (2009). "Masking of labial enamel white spot lesions by resin infiltration--A clinical report." Quintessence international **40**(9.(

70. Paris, S. and H. Meyer-Lueckel (2010). "Infiltrants inhibit progression of natural caries lesions in vitro." Journal of dental research **89**(11): 1276-1280.

71. Paris, S., et al. (2006). "Progression of sealed initial bovine enamel lesions under demineralizing conditions in vitro." Caries research **40**(2): 124-129.

72. Pitts, N. (1996). "The use of bitewing radiographs in the management of dental caries: scientific and practical considerations." Dentomaxillofacial Radiology **25**(1): 5-16.

73. Pitts, N. and K. Ekstrand (2013). "International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) and its International Caries Classification and Management System (ICCMS)–methods for staging of the caries process and enabling dentists to manage caries." Community dentistry and oral epidemiology **41**(1.(

74. Poklepovic, T., et al. (2013). "Interdental brushing for the prevention and control of periodontal diseases and dental caries in adults." The Cochrane Library.

75. Robinson, C., et al. (2001). "In vitro Studies of the Penetration of Adhesive Resins into Artificial Caries–Like Lesions." Caries research **35**(2): 136-141.

76. Robinson, C., et al. (1976" .(Arrest and control of carious lesions: a study based on preliminary experiments with resorcinol-formaldehyde resin." Journal of dental research **55**(5): 812-818.

77. Rodda, J. (1983). "Impregnation of caries-like lesions with dental resins." The New Zealand dental journal **79**(358): 114.

78. Senestraro, S. V., et al. (2013). "Minimally invasive resin infiltration of arrested white-spot lesions: a randomized clinical trial." The Journal of the American dental association **144**(9): 997-1005.

79. Sköld, U. M., et al" .(2005) .Effect of school-based fluoride varnish programmes on approximal caries in adolescents from different caries risk areas." Caries research **39**(4): 273-279.

80. Staudt, C. B., et al. (2004). "White spot lesions around brackets: in vitro detection by laser fluorescence." European journal of oral sciences **112**(3): 237-243.

81. Swift, E. J., et al. (1995). "Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995." QUINTESSENCE INTERNATIONAL-ENGLISH EDITION- **26**: 95-95.

82. Ten Cate, J. and J .Featherstone (1991). "Mechanistic aspects of the interactions between fluoride and dental enamel." Critical Reviews in Oral Biology & Medicine **2**(3): 283-296.

83. Thomé, T., et al. (2015). Emerging polymers in dentistry. Advanced Polymers in Medicine, Springer**:** 265-296.

84. Torres, C. R. G., et al. (2011). "Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on the colour masking of white spot lesions." Journal of dentistry **39**(3): 202-207.

85. Tveit, A., et al. (1999). "Restorative treatment decisions on approximal caries in Norway." International dental journal **49**(3): 165-172.

86. Van der Vyver, P. and F. de Wet (2000). "The current state of dentine bonding systems: a review of materials and techniques." SADJ: journal of the South African Dental Association= tydskrif van die Suid-Afrikaanse Tandheelkundige Vereniging **55**(9): 475-485.

87. von Fraunhofer, J. A. (2012). "Adhesion and cohesion." International journal of dentistry **2012**.

88. Watts, A. and M. Addy (2001). "Tooth discolouration and staining: Tooth discolouration and staining: a review of the literature." British dental journal **190**(6): 309-316.

89. Whittaker, D. (1982). "Structural variations in the surface zone of human tooth enamel observed by scanning electron microscopy." Archives of Oral Biology **2**.392-383 :(5)7