ورقة بحثية مجلة مفتوحة الوصول

فعالية معاجين الاسنان الحاوية على الهيدروكسي اباتيت في إعادة التمعدن

Hydroxyapatite, Remineralization, Toothpaste

د.سميرة زريقي*، مريم سلامة **حمزه عيسى***

*(كلية طب الأسنان،جامعة المنارة،البريد الإلكتروني: samirazraiki1172@gmail.com)

**(كلية طب الأسنان، جامعة المنارة،البريد الإلكتروني: mariamsalameh199@gmail.com)

*** (كلية طب الأسنان، جامعة المنارة،البريد الإلكتروني: hamzaessa963@gmail.com)

المخلص

يتميز الهيدروكسي اباتيت بكونه مادة مستقرة وغير سامة ذات تركيبة كيميائية $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$، ويعد أحد المكونات الأساسية لميناء الأسنان والعاج. نظرًا لفوائده العديدة، يُستخدم HA في طب الأسنان إعادة تمعدن الأسنان، تقليل الحساسية العاجية، وتبييض الأسنان. كما أثبتت الدراسات فعاليته في علاج نقص تمعدن القاطعي الرحوي (MIH) وإعادة تمعدن النخور في مراحلها المبكرة.

الكلمات المفتاحية:الهيدروكسي اباتيت، حساسية العاج، درجة الحموضة

Abstract:

Hydroxyapatite is a stable, non-toxic material with a chemical formula of $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ and is a major component of tooth enamel and dentin. Due to its numerous benefits, HA is used in dentistry to promote tooth remineralization, reduce sensitivity, and whiten teeth. Studies have also proven its effectiveness in treating molar incisor hypomineralization (MIH) and remineralizing early-stage caries.

Key words: Hydroxyapatite. _ dentine _hypersensitivity _ph.

- ✓ **التوصيل الهيدروليكي وتقليل الحساسية** يتم تعزيز التأثير من خلال قدرات إعادة التمعدن، حيث تخلق الطبقة المعدنية حاجزًا يمكن لمعاجين الأسنان التي تحتوي على أيونات البوتاسيوم أيضًا إزالة استقطاب الأعصاب الحسية اللبي من خلال اغلاق الاقنية العاجية عن طريق ترسيب الـ Hap [4]

➢ **دراسة سريرية:{6}**

هدفت هذه الدراسة السريرية العشوائية إلى تقييم فعالية معجون أسنان يحتوي على هيدروكسي اباتيت ومركب بوليول جرمانيوم (PGC) مع ثريونين في علاج فرط حساسية العاج، إلى جانب تأثيره على جودة حياة المرضى الذين يعانون من هذه الحالة

I. المقدمة

كان للفلورايد دورا مهما في إعادة التمعدن لكن بسبب سميته وخصوصا عند الأطفال وممن يعانون من حساسية الفلور كان لهيدروكسي اباتيت دورا بديلا في معالجة إزالة التمعدن حيث له القدرة الى إعادة تمعدن الطبقات العميقة على خلاف الفلورايد الذي يقتصر دوره على الطبقات السطحية.

A. معاجين الاسنان الحاوية على الهيدروكسي اباتيت:

في دراسة قام بها بوجو وزملاؤه تم قياس صلابة سطح قواطع عند الابقار، وذلك بعد إزالة المعادن منها، حيث تم استخدام نوعين من المعاجين، احداهما يحتوي على الفلورايد والأخر يحتوي على Hap ، أظهرت النتائج أن معجون الأسنان المحتوي على Hapساهم في زيادة صلابة سطح الميناء بدرجة مكافئة لمعجون المحتوي على فلورايد بتركيز 1400 جزء بالمليون

B. معاجين الاسنان وحساسية العاج

حساسية العاج هي من بين العيوب غير النخرية (تُعرَّف فرط حساسية العاج (DH) بأنها ألم حاد قصير المدى ينشأ عن تعرض العاج لمحفز خارجي، حيث يؤثر على 8–57٪ من السكان البالغين تم تفسير حدوثه من خلال عدد قليل من النظريات، والأكثر تفضيلاً هي نظرية الهيدروديناميكية تشرح نظرية الهيدروديناميكية أن الأنابيب العاجية المفتوحة تسمح بحركة السوائل، مما يحفز أعصاب اللب لإحداث الألم تم تطوير أنواع مختلفة من معاجين الأسنان لتقليل فرط حساسية الأسنان، حيث تسد مكوناتها الأنابيب العاجية لتقليل

II. المواد والطرائق:

شارك في الدراسة 120 مريضاً تتراوح أعمارهم بين 18 و35 عاماً، حيث وافقوا على المشاركة في التجربة. تم استبعاد الأفراد الذين يعانون من اضطرابات جسدية أو لديهم حساسية تجاه أي من مكونات معجون الأسنان، وكذلك من لم يلتزموا ببروتوكول الدراسة أو رفضوا إجراء الفحوصات المتكررة.

تم تقسيم المشاركين إلى ثلاث مجموعات، كل منها تضم 40 مريضاً:

- المجموعة الأولى (المراقبة): استخدمت معجون أسنان GARDA SILK مرتين يومياً.
- المجموعة الثانية (المقارنة) استخدمت معجون أسنان تقليدي يحتوي على الفلورايد مرتين يومياً.
- المجموعة الثالثة (الضبط): قامت بتنظيف الأسنان مرتين يومياً باستخدام فرشاة فقط دون معجون أسنان.

C. تفاصيل البروتوكول العلاجي:

احتوى معجون الأسنانGARDA SILK المستخدم في الدراسة على مكونات مثل: الماء، السيليكا المائية، الجلسرين، هيدروكسي اباتايت، ميثيل كوكويل توريت الصوديوم، مستخلص شنسا بوربوريا مركب PGC مع ثريونينال منثول، وغيرها. قبل بدء العلاج، خضع جميع المرضى لجلسة تنظيف احترافية باستخدام تقنية تدفق الهواء والموجات فوق الصوتية لإزالة اللويحة السنية والجير، كما تم تدريبهم على استخدام طريقة "باس" لتنظيف الأسنان مع توجيههم لاستخدام فرشاة ناعمة، غسول الفم، وخيط الأسنان.

a. تقييم الحساسية:

تم قياس حساسية العاج باستخدام مؤشر شيف، حيث تعرض المرضى لنفخة هوائية عمودية على عنق السن من مسافة 1 سم لمدة ثانية واحدة، وتم تصنيف الاستجابة وفقاً لشدة الألم. بالإضافة إلى ذلك، تم تقييم تأثير فرط الحساسية على الحياة اليومية عبر النسخة الروسية من استبيان تجربة فرط حساسية العاج (DHEQ)، والذي يتضمن 15 بنداً لتقييم الآثار اليومية.

III. النتائج:

بعد 14 يوماً من العلاج:

مؤشر اللويحة كان منخفضاً في المجموعتين الأولى والثانية، حيث بلغ 0.72 ± 0.249 و0.86 ± 0.213 على التوالي، بينما كان أعلى بشكل ملحوظ في المجموعة الثالثة (1.04 ± 0.070، p < 0.05).

مستويات حساسية العاج شهدت انخفاضاً كبيراً في المجموعة الأولى، حيث بلغت 2.45 ± 0.42 بعد 3 أيام،1.84 ± 0.26بعد 7 أيام و1.02 ± 0.34 بعد14 يوماً. أما المجموعة الثانية، فقد سجلت انخفاضاً أقل، حيث بلغت 2.67 ± 0.28بعد 3 أيام، 2.34 ± 0.44 بعد 7 أيام، و1.93 ± 0.36 بعد 14 يوماً

IV. خلاصة الدراسة:

أظهرت الدراسة أن معجون GARDA SILK، المحتوي على هيدروكسي اباتايت ومركب PGC مع ثريونين، كان فعالاً في تقليل فرط حساسية العاج وتحسين جودة حياة المرضى. كما أظهر فعالية مشابهة لمعجون الأسنان التقليدي بالفلورايد في الحفاظ على نظافة الفم، مما يشير إلى إمكانية استخدامه كبديل فعال للعناية بالأسنان الحساسة.

✓ الهيدروكسي اباتيت ونخور الجذور:

بسبب ارتفاع متوسط العمر المتوقع، أصبح الأفراد يحتفظون بأسنانهم لفترات أطول في حياتهم، أدى تعرض أسطح الجذور نتيجة انحسار اللثة الذي يحدث بسبب أمراض اللثة وانخفاض إفراز اللعاب والتنظيف غير المناسب بالفرشاة، وكلها تساهم في زيادة نخور الجذور لدى كبار السن.

يتميز عاج الجذر المعرض لانحسار اللثة بمقاومة منخفضة للأحماض ودرجة حموضة حرجة عالية تتراوح بين 5.0 و6.2، وقد أفيد أن ذلك يسرع من تطور نخر الجذور غالبًا ما لا تظهر أعراض ذاتية لنخر الجذور، مثل الألم التلقائي أو ألم الماء البارد، مما يسمح للنخر بالانتشار جانبيًا وإحاطة جذر تشير الأبحاث إلى أن استخدام معجون أسنان يحتوي على 5000 جزء في المليون من الفلورايد قد يكون أكثر فعالية في السيطرة على تسوس الجذور ومع ذلك، فإن هذه المعاجين ذات التركيز العالي لا تتوفر إلا بوصفة طبية من طبيب الأسنان. ضافة هناك خطورة حدوث انسمام وبالتالي كان الهيدروكسي اباتيت بديلا مناسبا في إعادة تمعدن نخور الجذور. [7]

➢ **دراسة مخبرية** [7]

تمت مقارنة فعالية معجون اسنان يحوي على Hap ومعجون اسنان قياسي يحوي على 1450 جزءا من المليون من Naf.

حيث تم تنفيذ الدراسة عند رقم ال PH المسؤول عن حدوث إزالة تمعدن، وتم قياس فقدان المعادن بطريقة موضوعية باستخدام التصوير الشعاعي المجهري المستعرض (TMR).

I. طريقة جمع العينات:

حيث تم جمع أسنان بشرية سليمة غير محددة الهوية خلعت لأغراض تقويم الأسنان أو بسبب انطمار الرحى الثالثة. تم حفظ الأسنان في منشآت مناسبة داخل عيادات كلية طب الأسنان بجامعة تكساس للصحة في سان أنطونيو، ثم خضعت لتعقيم بالبخار (121 درجة مئوية لمدة 15 دقيقة) لإزالة أي ملوثات.

II. المواد والطرائق

بعد ذلك تم تنظيف أسطح الجذور من الأسمنت، ثم قُطعت ثلاث كتل من العاج (3 مم × 3 مم × 2 مم) من المنطقة العنقية لجذر كل سن باستخدام منشار سلكي ماسي مُبرّد بالماء في المجموع، تم إنتاج 60 كتلة عاج حيث طُليت أسطح كل كتلة بطبقتين من طلاء مقاوم للأحماض، مع ترك سطح واحد مكشوف بمساحة 3 مم × 3 مم. قبل استخدامها، خضعت النماذج الثلاث لدورات إزالة تمعدن وإعادة تمعدن ثم تطبيق المعاجين تم التوصل لنتائج مفادها ان معجون الأسنان المُحتوي على 10% من HAP فعّالاً في مكافحة تسوس الجذور.

III. النتائج

كان معجون الأسنان المُحتوي على 10% من HAP أكثر فعالية بقليل في منع إزالة المعادن من الأسنان مقارنةً بفلورايد الصوديوم بتركيز 1450 جزء في المليون. وبالتالي، تُظهر هذه الدراسة أن معاجين الأسنان المُحتوية على HAP يُمكن أن تُشكّل بديلاً فعّالاً لمعاجين الأسنان المُحتوية على الفلورايد في علاج تسوس الجذور.

✓ **الهيدروكسي اباتيت ونخور المبكرة**

في العديد من البلدان لا يتم علاج النخر السني رغم انه يؤثر على جودة الحياة الأطفال مما يتسبب في معاناة العديد منهم من الألم وفقدان الأسنان المبكر وسوء التغذية وتأخر النمو والتطور بالإضافة إلى ذلك، يقضي الأطفال المصابون بالتسوس وقتًا أطول خارج المدرسة مقارنة بالمدرسة ولا يشاركون بنشاط في الأنشطة الخارجية بسبب القيود الناجمة عن الألم المرتبط بالتسوس كما أن تسوس الأسنان في مرحلة الطفولة المبكرة هو أيضًا عامل خطر لتسوس الأسنان الدائمة. [12] ونظرا لصغر حجم السن اللبني وقلة تعاون الطفل غالبا ما يكون التخدير العام أو التركين خيارا مناسبا لكن قد يؤدي الى مخاطر اعلى على الأطفال بالإضافة الى تكاليف كبيرة للأنظمة الصحية، إضافة ان الألم والخوف قد يمنع الطفل من مراجعة عيادة طبيب الاسنان مما يفاقم المشكلة وارتفاع تكاليف العلاج.

أفادت الدراسات التي أجريت على الأطفال الذين تقل أعمارهم عن 6 سنوات في مختلف السكان المحليين في المملكة العربية السعودية أن معدل انتشار تسوس الأسنان المبكر يتراوح من 62% إلى 84%،[11]

علاوة على ذلك الأطفال دون سن 6 سنوات لديهم خطر الإصابة بتفلور الأسنان نتيجة تناول الفلورايد، إضافة إلى أن الأطفال دون سن 3 سنوات غير قادرين على طرد معجون الأسنان بكفاءة وأنهم يميلون إلى ابتلاع نسب كبيرة من المعجون [14]

استطاع المعجون الحاوي على Hapعلى اصلاح خشونة الميناء والحصول على سطح متجانس وإعادة تمعدن نخور المبكرة بالتالي الحفاظ على صحة فموية للطفل وتقليل تكاليف العلاج [11]

➢ في دراسة أجريت

لتقيم الوضع المعيشي والأسري والثقافي للأهل وعلاقته بنخور الطفولة تم جمع البيانات التي جُمِعت خلال المسح الملف الاجتماعي والديموغرافي. وجُمِعت أسئلة حول معرفة الأمهات بصحة الفم، وطرق العناية الفموية لدى الأطفال، وطبيعة الرضاعة طبيعية أم صناعية. وأُجري فحص داخل الفم لتحديد درجة الخطورة النخرية.

جُمعت معلومات عن عمر الطفل وجنسه وتركيبة أسرته وترتيبه عند الولادة وحجم الأسرة وعمر الأم عند الولادة والوضع الاجتماعي والاقتصادي للأطفال. حُدد عمر الطفل عند آخر عيد ميلاد له، وحُدد جنسه ذكراً أو أنثى. حُدد ترتيب الطفل عند الولادة بناءً على ترتيبه عند الولادة بين إخوته. كما سُجِّلت تركيبة أسرته: سواء كان يعيش مع والديه، أو مع أمه فقط، أو مع والده فقط، أو مع والدته وزوج أمه أو مع مُقدّم الرعاية.

I. النتائج

ارتبط عمر الطفل وجنسه، ومستوى معرفة الأم بصحة الفم، ارتباطاً وثيقاً بوجود نخر الأسنان المبكر. ازدادت نسبة الأطفال المصابين بالنخر بشكل ملحوظ مع تقدمهم في العمر حتى سن الرابعة، كان عدد الإناث المصابات بنخر الأسنان المبكر أكبر من عدد الذكور وكان عدد الأطفال الذين لم تكن أمهاتهم يتمتعن بمعرفة جيدة بصحة الفم خالياً من نخر الأسنان المبكر أكبر مقارنةً بالأطفال الذين كانت أمهاتهم يتمتعن بمعرفة ضعيفة بصحة الفم.

II. خلاصة الدراسة

كان خطر الإصابة أعلى بشكل ملحوظ لدى الأطفال الذين كانت أمهاتهم يفتقرن إلى المعرفة بصحة الفم، وأولئك الذين يتناولون وجبات خفيفة سكرية بين الوجبات أكثر من ثلاث مرات يومياً.

بالنسبة لهذه الفئة السكانية، ليس من المهم فقط تحديد ECC على الفور، بل من المهم أيضاً تحديد الطرق التي يمكن للأطفال المصابين بـ ECC من خلالها الوصول إلى العلاج على الفور لأن مستوى النخر غير المعالج مرتفع للغاية. يقلل التشخيص والعلاج السريع للآفة من خطر الإصابة بآفات نخر جديدة. أظهرت الدراسات السابقة أن خطر الإصابة بآفات نخر جديدة أعلى بخمس مرات لدى الأطفال الذين يعانون من آفات نخر غير معالجة مقارنة بالأطفال الذين لا يعانون من نخر {12}

✓ الهيدروكسي اباتيت والتبيض

مع تقدم العمر، ومع ترقق مينا الأسنان، تفقد الأسنان بريقها وبياضها بشكل طبيعي ،يمكن أن يؤدي التصبغ الداخلي الناتج عن التعرض لأدوية مختلفة، بما في ذلك الفلورايد، قبل وبعد نمو الأسنان إلى تغيير لون الأسنان بشكل كبير يمكن أن ينتج عن إضافة فلوريد القصدير إلى معجون الأسنان تصبغ ملحوظ ومع ذلك تسبب المنتجات التي تحتوي على الكلورهيكسيدين مثل غسول الفم لعلاج التهاب نسج داعمة ، تصبغًا سطحيًا كبيرًا، بالإضافة إلى بعض الآثار الجانبية غير المرغوب فيها إن عدم الاهتمام بنظافة الفم باستخدام فرشاة الأسنان ومعجون الأسنان سيؤدي إلى ظهور بقع خارجية أكثر من المعتاد نتيجة التعرض اليومي لمكونات الطعام، مثل التانين الناتج عن شرب الشاي والقهوة وبقع النبيذ، بالإضافة إلى بقع القطران والنيكوتين الناتجة عن استخدام التبغ حتى تراكم البلاك والجير، وكلاهما يمكن أن يغمق ويغطي أسطح الميناء النظيفة بمرور الوقت، في غياب التنظيف المهني المنتظم،

يكون ملحوظًا تمامًا مما أدى تتداول معاجين الاسنان الحاوية على المواد الكاشطة ولجوئهم الى تقنيات تبيض منزلية وغيرها من الأساليب وبسبب صعوبة تحقيق توازن مثالي بين الخشونة والتبيض استطاع الهيدروكسي اباتيت على زيادة سطوع وبياض سطح الأسنان عن طريق إعادة التمعدن مما يضيف إلى المظهر الأكثر نعومة ولمعانًا

ويُفسر تأثير التبييض من خلال التصاق الهيدروكسي اباتيت بسطح السن، مما يشكل طبقة من الميناء الاصطناعية. ونظراً لأن الHAP أبيض اللون، فإنه سيعكس المزيد من الضوء مما يؤدي إلى زيادة السطوع للحصول على تأثير تبييض يدوم طويلاً.[15]

✓ **الهيدروكسي اباتيت النانوي**

بدأ استخدام nHAp الاصطناعي لأغراض إعادة التمعدن واكتسب شهرة بسبب التشابه الهيكلي والكيميائي بين بلورات HA بحجم النانو وبلورات أباتيت الميناء. بالإضافة إلى ذلك، فهو أكثر توافقاً حيوياً، وله نشاط حيوي وامتصاص وخصائص ميكانيكية أقوى من HA؛ لقد أظهرت الدراسات أن مادة nHAp لها تأثير على إعادة تمعدن على الآفات النخرية الاصطناعية وبناء طبقة مينا جديدة، ونظراً لقدرة مادة nHAp على إعادة تمعدن مينا الأسنان، يعتقد بعض الخبراء أنها مادة حيوية قادرة على تجديد مينا الأسنان.

أثبت هيدروكسي أباتيت النانوي (nHAp) فعاليته في تقليل قابلية الأسنان للنخر، تعزيز إعادة تمعدن الميناء، ومنع النخر. كما أظهرت الأبحاث أنه يساعد في تقليل إزالة المعادن من العاج ويعزز إعادة التمعدن بعد إزالة عند استخدام تركيز 10٪ منه. تم اقتراح Nano–HA لمكافحة حساسية الأسنان بشكل أكثر فعالية مقارنة بمعجون الأسنان التقليدي من خلال الارتباط كيميائيًا بكل من الكولاجين وHA من العاج، وبسبب أقطارها النانوية، فهي قادرة على سد الأنابيب بشكل موثوق. {9}

✓ **الهيدروكسي اباتيت النانوي وحساسية العاج**

➢ **دراسة مخبرية {8}**

لتقيم ومقارنة فعالية المعاجين والغسولات الحاوية على الهيدروكسي اباتيت النانوي في تقليل حساسية العاج.

I. المواد والطرائق

تم تحضير كتل العاج من جزء التاج المجاور لتقاطع الأسمنت والميناء (CEJ) بقياس 8 مم × 5 مم × 2 مم. تم استخدام محلول حمض إيثيلين دياميين رباعي الأسيتيك (EDTA) بنسبة 17٪ لمدة 5 دقائق لحفر القرص العاجي.

ومن ثم تم تقسيم العينات بشكل عشوائي إلى مجموعتين بواقع خمس عينات في كل مجموعة على النحو التالي:

- المجموعة 1 – معجون أسنان يحتوي على n–HAP
- المجموعة 2 – غسول الفم المحتوي على n–HAP

في المجموعة الأولى، تم تنظيف العينات بمعجون الأسنان لمدة دقيقتين مرتين يومياً لمدة 28 يومًا.

في المجموعة الثانية، تم رج العينات بقوة في غسول الفم لمدة دقيقة واحدة مرتين يومياً لمدة 28 يوماً.

أُخذت قياسات عينات كل مجموعة في الأيام الأولى، السابع، الرابع عشر، الحادي والعشرين، والثامن والعشرين وكانت تسجيلات البيانات الأولية لكل مجموعة بمثابة ضابط لتلك المجموعة.

تقييم انسداد الأنبوب العاجي

من خلال مراقبة صور المجهر الإلكتروني الماسح، تم تقييم انسداد الأنابيب العاجية والتعبير عنه كنسب مئوية. صُنفت الأنابيب العاجية إلى ثلاث فئات حسب نسبة الانسداد.

- غير مسدود (عندما كان الانسداد 0%).
- انسداد جزئي (عندما كان الانسداد <75٪).
- انسداد كامل (عندما يكون الانسداد >75%)

II. النتائج

إن نسبة الأنابيب المسدودة كانت أعلى في مجموعة معجون الأسنان منها في مجموعة غسول الفم في اليوم السابع، والرابع عشر، والحادي والعشرين، والثامن والعشرين على التوالي.

الخاتمة

كان للهيدروكسي اباتيت دورا فعالا في إعادة تمعدن بكونه مادة مستقرة وغير سامة وبديلا امانا من الفلورايد حيث اثبتت المعاجين الحاوية على Hapتفوقها على الغسولات الفموية الحاوية Hapحيث ان المعاجين الحاوية على تركيز Hap 10%حققت 86% في إعادة تمعدن عينات الميناء المستحدثة بالنخر. إضافة لقدرته عل تقليل حساسية العاج من خلال ارتباطه بالأقنية العاجية واغلاقها وانخفاض الحساسية بنسبة 70% بعد أربع أسابيع من استخدام معجون حاوي على ال Hap.وقللت نخر الاسنان بنسبة 42% لدى الأطفال مقارنة بالفلور. وحسنت من نعومة سطح الميناء بعد التآكل الحمضي

المراجع

[1] The use of hydroxyapatite toothpaste to prevent dental caries,2021.
[2] Caries-preventing effect of a hydroxyapatite-toothpaste in adults: a 18-month double-blinded randomized clinical trial,2023.

[3] Synthesis and physicochemical characterization of mesoporous hydroxyapatite and its application in toothpaste formulation,2023.
[4] Hydroxyapatite in Oral Care Products—A Review,2021,
[5] Remineralization and protection from demineralization: effects of a hydroxyapatite-containing, a fluoride-containing and a fluoride- and hydroxyapatite-free toothpaste on human enamel in vitro,2022.
[6] Clinical efficacy of hydroxyapatite toothpaste containing Polyol Germanium Complex (PGC) with threonine in the treatment of dentine hypersensitivity,2022.
[7] The Potential of Hydroxyapatite Toothpaste to Prevent Root Caries: A pH-Cycling Study,2021.
[8] Effect of Commercially Available Nano-Hydroxyapatite Containing Desensitizing Toothpaste and Mouthwash on Dentinal Tubular Occlusion: A SEM Analysis,2023.
[9] Nano-Hydroxyapatite (nHAp) in the Remineralization of Early Dental Caries: A Scoping Review,2022.Enamel remineralization and repair results of Biomimetic Hydroxyapatite toothpaste on deciduous teeth: an effective option to fluoride toothpaste,2019.
[10] Early childhood caries prevalence and associated risk factors among Saudi preschool children in Riyadh,2021.
[11] Prevalence, and early childhood caries risk indicators in preschool children in suburban Nigeriaorid,2015.
[12] Hydroxyapatite in Oral Care Products—A Review,2021.
[13] Biomimetic hydroxyapatite and caries prevention: a systematic review and meta-analysis,2021.
[14] Tooth Whitening with Hydroxyapatite: A Systematic Review,2023.
[15] Improve oral health with fluoride-free calcium-phosphate_based biomimetic toothpaste: an update of the clinical evidence,2023
[16] Synthesis method of hydroxyapatite: a review,2018
[17] Eating disorders and dental Erosion: a systematic review,2023