جَامعة
المَنارة
MANARA UNIVERSITY

كلية طب الأسنان

مقرر
النانو وطب الأسنان
(DEFE902)

(المحاضرة السادسة)

تقنية النانو في الجراحة الفموية و اللثوية
والتخدير النانوي

الفصل الدراسي الأول
2025-2026

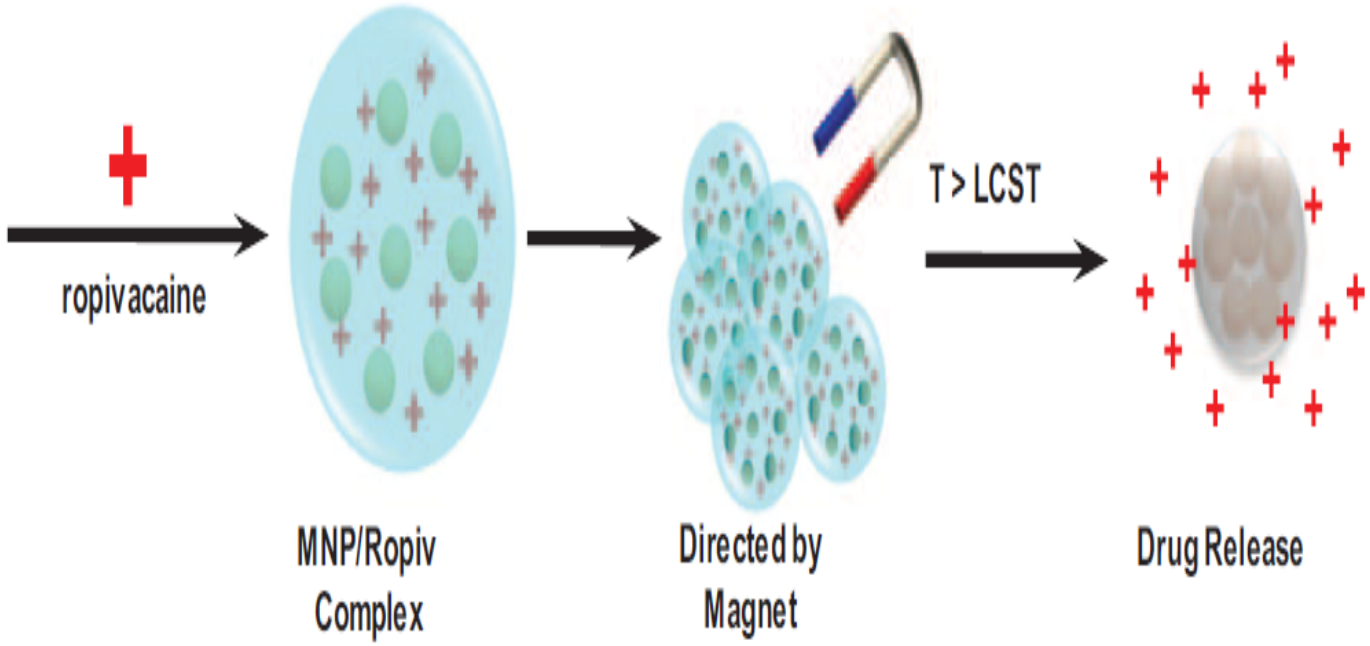
د. مزن محمود

التخدير باستخدام الجسميات النانوية المغناطيسية (MNPs):

تم بنجاح إيصال العلاج الكيميائي جنباً إلى جنب مع الجسيمات النانوية المغناطيسية (Magnetic Nanoparticles, MNPs) في أجساد الحيوانات والبشر. (MNPs) هي عبارة عن مركبات نانوية يمكن جذبها بواسطة المغناطيس واستخدامها لتوجيه أدوية التخدير إلى أنسجة معينة. بالإضافة إلى ذلك، فإن MNPs تكون مستقرة في محلول مائي تحت درجة حرارة معينة ولكنها تتقلص وتطلق أي دواء محمل بها عند درجات حرارة أعلى .تسمح هاتان الخاصيتان بحقن الـ MNPsالمرتبطة بالدواء عن طريق الوريد ومن ثم عزل MNPs وتركيزها في نسيج سطحي باستخدام مغناطيس حيث يتم إطلاق الدواء عند درجة حرارة الجسم ليكون له تأثير في هذه الأنسجة.

يمكن استخدام تطبيقات تكنولوجيا النانو للحث على التخدير. يتم حقن لثة المريض بمعلق غرواني (Colloidal suspension) يحتوي على ملايين من الجسيمات النشطة والمسكنة بحجم ميكرون والتي تستجيب للمدخلات التي يقدمها طبيب الأسنان. بعد ملامسة سطح التاج أو الغشاء المخاطي، تصل الروبوتات النانوية المتنقلة إلى اللب عبر الميزاب اللثوي (gingiva sulcus) والأنابيب العاجية (Dentinal tubules)، مسترشدة بالتدرج الكيميائي وفوارق درجات الحرارة .بمجرد دخولهم إلى اللب، يقومون بإيقاف كل الإحساس عن طريق التأسيس للسيطرة على حركة النبضات العصبية في أي سن يتطلب العلاج .

وبعد الانتهاء من العلاج، فإنها تستعيد الإحساس وبالتالي توفر للمريض راحة دون الحاجة إلى القلق. يعتبر التخدير سريع المفعول وقابل للعكس ولا توجد آثار جانبية أو مضاعفات مرتبطة باستخدامه.



المواد النانوية في إجراءات التجدد اللثوي:

أظهرت مواد نانوية مثل هيدروكسي أباتيت النانوي، والزجاج الحيوي، والمركبات النانوية إمكانات كبيرة في تجديد اللثة. يُعرف هيدروكسي أباتيت النانوي (nHA) بخصائصه المحفزة لتكوين العظام، مما يُعزز تجديد العظام وإصلاح أربطة اللثة. وقد ثبت أنه يُحسّن الحث العظمي، والتوافق الخلوي.
يدعم الزجاج الحيوي (مركب مكون من ثاني أكسيد السيليكون أكسيد الصوديوم أكسيد الكالسيوم خماسي أكسيد الفوسفور) يطلق شوارد تحفز تكوين العظم و الاوعية و يتحلل ببطء مما يجعله قابلا للاستبدال تدريجيا بالعظم. ويُستخدم غالبًا مع مواد أخرى لتحسين نتائج علاجات اللثة . تجمع المركبات النانوية خصائص مواد نانوية مختلفة لتعزيز القوة الميكانيكية والنشاط البيولوجي، مما يُسهل تجديد أنسجة اللثة

توصيل الادوية النانوية:

تم إيصال الأدوية النانوية للثة عبر مواد نانوية مُحمَّلة بالدواء تُدمج في هلام (جل) أو ضمادات، وتستهدف الخلايا المصابة مباشرة، أو عن طريق حقن النانو الموضعي بجسيمات دقيقة، أو استخدام أدوات نانوية للوصول العميق، مما يعزز الشفاء وتجديد الأنسجة ويقلل الآثار الجانبية.

تعتمد طرق إيصال الدواء النانوي على تصميم الجسيمات النانوية لتكون موجهة ومستجيبة للأنسجة المصابة في اللثة.

١. الأنظمة الموضعية المدمجة:
- جل نانو حيوي: يوضع على اللثة لتعزيز تكاثر الخلايا وتجديد الأنسجة، ويحتوي على جزيئات نانوية محملة بالدواء أو عوامل النمو.
- مركبات نانوية مستحلبة: تُستخدم لتوصيل العلاج مباشرة إلى الأغشية المخاطية الفموية.
- مواد تضميد الجروح النانوية: تُستخدم بعد الجراحة لتسريع الشفاء وتوصيل مضادات الميكروبات.

٢. الحقن النانوي الموضعي:
- يتم حقن الجسيمات الدوائية النانوية بإبرة رفيعة في منطقة اللثة المصابة لتصل إلى الأنسجة الملتهبة مباشرة، وهو مجال لا يزال قيد البحث والتطوير لضمان السلامة والفعالية.

٣. توصيل مستهدف ومُتحكَّم فيه:
- تصمم الجسيمات لتغليف الدواء وتحريره بشكل مُتحكَّم فيه، مستهدفة البكتيريا أو الخلايا التالفة فقط وتجنب الأنسجة السليمة.

المواد النانوية المضادة للميكروبات في علاج أمراض اللثة

تلعب المواد النانوية المضادة للميكروبات دورًا حاسمًا في منع تكوّن اللويحة والالتهابات التالية للجراحة. تتميز جزيئات أكسيد الفضة والزنك النانوية بخصائص قوية مضادة للميكروبات، مما يقلل بشكل فعال من الحمل البكتيري ويمنع تكوّن اللويحة على أنسجة اللثة . يساعد استخدام هذه الجزيئات النانوية في علاج أمراض اللثة على الحفاظ على بيئة معقمة، وهو أمر بالغ الأهمية لنجاح تجديد الأنسجة والتئامها. من خلال دمج المواد النانوية المضادة للميكروبات في علاجات اللثة، ينخفض خطر الإصابة بالالتهابات التالية للجراحة بشكل ملحوظ، مما يحسن نتائج المرضى

تقنية النانو في جراحة الوجه والفكين

أثرت التطورات في تقنية النانو بشكل كبير على مجال زراعة الأسنان. تم تطوير مواد حيوية معززة بتقنية النانو، مثل الطلاءات النانوية لزراعات التيتانيوم والسيراميك، لتحسين أداء هذه الزرعات وإطالة عمرها. تركز هذه التطورات على تعزيز الاندماج العظمي والتوافق الحيوي، وهما عاملان أساسيان لنجاح زراعة الأسنان او إجراءات التطعيم في جراحات اللثة والوجه والفكين.

الأنواع الرئيسية للمواد النانوية في جراحة الفم والفكين

1. زرعات التيتانيوم النانوي(Nano-titanium Implants)

- زرعات التيتانيوم هي الأكثر استخداماً في جراحة الفم والفكين لتعويض الأسنان المفقودة. عند تعديل أسطح الزرعات باستخدام تقنية النانو (مثل التغليف بجسيمات نانوية من TiO_2أو(HA ، يتم تحسين الاندماج العظمي وزيادة الاستقرار.
- الخصائص:
  - زيادة مساحة السطح: يوفر التغليف بالجسيمات النانوية مساماً سطحية أكثر لتحسين الالتصاق بالعظم.
  - تحفيز نمو العظم: يُعتبر الهيدروكسي أباتيت النانوي محفزاً ممتازاً لنمو العظم.

تحسين مقاومة التآكل والصدأ: يحسن التغليف بالجسيمات النانوية مقاومة المواد للتآكل في بيئة الفم الرطبة

2. بدائل العظم النانوية(Nano-bone Substitutes)

- المواد النانوية التي تُستخدم لتعويض العظام المفقودة أو الضعيفة بسبب الرضوض أو الآفات. تشمل هذه المواد هيدروكسي أباتيت نانوي، مواد كولاجينية نانوية، وسقالات نانوية.
- الخصائص:
  - مقاومة عالية للتآكل.
  - إعادة بناء النسيج العظمي بفضل دمج المواد النانوية.
  - التحكم في المسامية: توفر المواد النانوية هيكلاً ميكانيكياً يعزز الاندماج العظمي ويُحسن النمو الخلوي.

3.ضمادات من الألياف النانوية (Nanofiber Dressings)

- ضمادات مصنوعة من ألياف بوليمرية نانوية) مثلPCL ، (PLA، تُستخدم لتغطية الجروح وتعزيز عملية الشفاء.
- الفوائد:
  - تعزيز الشفاء: تعزز المواد النانوية نمو الخلايا وتحفز إنتاج الكولاجين في موقع الجرح.
  - مضادة للجراثيم: بعض الضمادات تحتوي على AgNPsالتي تقتل الجراثيم وتقلل من خطر التلوث.
  - زيادة التهوية: توفير بيئة ملائمة لشفاء الجروح، مما يساعد على تقليل الالتهابات.

الآليات الفيزيائية والكيميائية

١. زيادة مساحة السطح: تتميز المواد النانوية بوجود مساحة سطحية كبيرة، مما يسمح بتحقيق اندماج أفضل بين المادة والعظم أو الأنسجة المحيطة.
٢. تحفيز الخلايا العظمية: يُحسن الهيدروكسي أباتيت النانوي قدرة الخلايا العظمية على الالتصاق والتكاثر في موقع الزرعة مما يُسرع من عملية الاندماج العظمي.
٣. الإطلاق المضبوط للشوارد: يتم إطلاق الشوارد النانوية مثل الفضة أو الزنك، مما يساعد على مكافحة الإنتان ويحفز نمو الأنسجة في موقع الجرح.