



جَامِعَة  
الْمَنَارَة  
MANARA UNIVERSITY

كلية طب الأسنان

مقرر

النانو في طب الأسنان

(DEFE902)

(المحاضرة الأولى)

تقانة النانو في طب الأسنان

Nanotechnology in Dentistry

جَامِعَة  
الْمَنَارَة  
الفصل الدراسي الصيفي  
2023-2024  
MANARA UNIVERSITY

محمد أحمد معلا

## تطبيقات تقنية النانو في التشخيص والعلاج

يتيح الطب النانوي الكشف المبكر عن الأمراض على المستوى الخليوي والجزيئي، من خلال استخدام أجهزة تشخيص نانوية خاصة لجمع عينات من السوائل والأنسجة البشرية بغية إجراء تحاليل مخبرية، وهذا يزيد من كفاءة وموثوقية التشخيص المخبري في الكشف المبكر عن الجزيئات السامة والخلايا السرطانية.

### تشخيص وعلاج سرطان الفم (Diagnosis and treatment of oral cancer)

تعتبر الإكسوزومات (Exosomes) حويصلات إفرازية مرتبطة بغشاء تحتوي على علامة بروتينية وجينية يكون مستواها مرتفع في الورم الخبيث. تمت دراسة هذه العلامة باستخدام مجهر القوة الذرية (Atomic Force Microscope, AFM) الذي يعتمد في عمله على الجسيمات النانوية. هناك العديد من الاختبارات الممكن إجراءها لتشخيص سرطان الفم كاختبار السائل الفموي باستخدام المستشعر النانوي (Nanosensor).

هناك ما يعرف بالقشرة النانوية (Nanoshells) وهي عبارة عن جسيمات نانوية مغطاة بطبقة معدنية رقيقة (الذهب مثلاً) تستخدم في علاج السرطان من خلال قدرتها على تمييز الخلايا السرطانية المصابة وبالتالي تدميرها من دون المساس بالخلايا السليمة. تم تصنيع جسيمات نانوية مغلقة بنظائر مشعة يتم وضعها بالقرب من الورم السرطاني أو داخله بغية تدميره، ولكن لا تزال هذه التقنية قيد الاختبار.

### هندسة الأنسجة بتقنية النانو وطب الأسنان (Tissue engineering and dentistry)

تشمل التطبيقات المحتملة لهندسة الأنسجة وأبحاث الخلايا الجذعية في طب الأسنان كلاً مما يلي: علاج كسور الفم (Orofacial fractures) وعلاج تضخم العظام (Bone augmentation) وتجديد الغضاريف في المفصل الصدغي الفكي (Cartilage regeneration of the Temporomandibular joint) وتجديد الرباط اللثوي (Periodontal ligament regeneration) والاندماج العظمي للزرعات (Implant osseointegration).

تتيح هندسة الأنسجة بتقنية النانو وضع زرعات سنوية أكثر استقراراً وتختصر فترة التعافي الطويلة بيولوجياً وفزيولوجياً أكثر من الغرسات المستخدمة سابقاً، حيث أنه من الممكن تطوير الطعوم العظمية ذات الخصائص الأفضل باستخدام بلورات هيدروكسي الأباتيت النانوية

(Nanocrystalline Hydroxyapatite) المسؤولة عن تحفيز تكاثر الخلايا اللازمة لتجديد أنسجة اللثة.

**تقنية النانو الحيوية وزراعة الأسنان (Bio-Nano technology and dental implants)**  
تم تحفيز تكاثر الخلايا العظمية من خلال إنشاء جزيئات نانوية على سطح الزرعة السنية، حيث يعد تخشين سطح الزرعة على مستوى النانو أمراً مهماً للاستجابة الخلوية التي تحدث في الأنسجة.

أظهرت العديد من الدراسات أن التضاريس على سطح الزرعة تؤثر بشكل كبير على الخلايا العظمية وأن شكل السطح النانوي يعزز التصاق الخلايا العظمية حيث يوفر التحكم بالسطح النانوي للزرعة مساحة إضافية لسطح الزرعة تمكنها من التفاعل مع البيئة البيولوجية المحيطة.

**المواد المستخدمة في استبدال العظام (Bone replacement materials)**  
تهدف تقنية النانو إلى محاكاة البنية الطبيعية الموجودة على العظام، والتي تتكون من مركبات عضوية (بشكل رئيسي الكولاجين) ومعزز بأخرى غير عضوية. تظهر البلورات النانوية بنية مجهرية عالية الدقة مع وجود ثقوب نانوية بين البلورات.  
يتم تعديل أسطح المسام بحيث تمتص البروتين، وذلك بسبب إضافة جزيئات السيليكا. يمكن علاج عيوب العظام باستخدام بلورات هيدروكسي الأباتيت النانوية.

**التخدير النانوي (Nanoanesthesia)**  
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 المنتقلة إلى اللب عبر التلم اللثوي (gingiva sulcus) والصفحة البروبيا (Lamina Propia) والأنابيب العاجية (Dentinal tubules)، مسترشدة بالتدرج الكيميائي وفوارق درجات الحرارة التي يتحكم فيها طبيب الأسنان. 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.

### معاليل نانوية (Nanosolutions)

توفر المعاليل النانوية جسيمات متناهية الصغر فريدة من نوعها وقابلة للتشتت، والتي يمكن أن تكون المستخدمة في الربط والتثبيت. يتمتع مركب نانوي جديد (Dentiflow) بقوة ربط مقبولة لربط أقواس تقويم الأسنان ويمكن استخدامه بدون سائل لتقليل وقت إجراء الترابط مع الحفاظ على قوة ربط مقبولة. بينت التجارب السريرية أن المركب النانوي يتمتع بقوة ربط أقل مقارنةً بمركب تقويم الأسنان التقليدي ولكنه كان ضمن نطاق للترابط المقبول سريريًا. كما تم استخدام الجسيمات النانوية كمحلول تعقيم (sterilizing solution) في شكل قطرات زيت مستحلب نانوية تهاجم مسببات الأمراض.

### الإبر النانوية (Nanoneedles)

تم في الآونة الأخيرة تطوير إبر تحتوي على بلورات من الفولاذ المقاوم للصدأ بحجم النانو وهي تحمل الاسم التجاري (Sandrik Bioline, RK91needles, AB Sandrik Sweden)، كما أن الملاقط النانوية (Nano tweezers) ما زالت قيد التطوير، مما يجعل جراحة الخلايا ممكنة في المستقبل القريب.

### معالين الأسنان النانوية (Nanorobotic dentrifices (dentifrobots)

يمكن للروبوتات النانوية، على شكل غسول الفم أو معجون أسنان، تنظيف البقايا العضوية عن طريق التحرك في جميع أنحاء الأسطح فوق اللثة وتحت اللثة، واستقلاب المواد العضوية المحتبسة إلى أبخرة غير ضارة وعديمة الرائحة وإجراء تنضير مستمر للجير. يمكن لهذه الجسيمات النانوية أن تتحرك بسرعة تصل إلى 1-10 مايكرومتر في الثانية، ويتم إبطال مفعولها ذاتياً بأمان عند ابتلاعها.

### علاج فرط الحساسية (Hypersensitivity cure)

قد يكون سبب فرط الحساسية هو التغيرات في الضغط الذي ينتقل هيدروديناميكياً إلى اللب. يبلغ قطر الأنابيب السنية في الأسنان شديدة الحساسية ضعف قطرها وثمانية أضعاف كثافة سطحها مقارنة بتلك الموجودة في الأسنان غير الحساسة. يمكن للجسيمات النانوية أن تسد

الأنابيب المختارة بشكل انتقائي ودقيق في دقائق باستخدام مواد خاصة، مما يوفر للمرضى علاجاً سريعاً ودائماً.

### المعالجة التقويمية Orthodontic Treatment

قد ينتج عن القوة المفرطة لتقويم الأسنان فقدان التثبيت وامتصاص الجذر، فقد بينت إحدى الدراسات انخفاض في قوة الاحتكاك الناتجة عن حركة تقويم الأسنان عن طريق طلاء سلك تقويم الأسنان بجسيمات ثاني كبريتيد التنغستن غير العضوية الشبيهة بالفوليرين (IF-WS2) المعروفة.

كما أفادت إحدى الدراسات بأن الأقواس المطلية بطبقة رقيقة من أكسيد التيتانيوم والمزودة بالنيتروجين أظهرت خصائص التصاق عالية مضادة للميكروبات والبكتيريا المسببة للأمراض الفموية الطبيعية، وهو فعال في الوقاية من إزالة المعادن في المينا والتهاب اللثة لدى مرضى تقويم الأسنان.

لم يكن لتطبيق نظام إزالة التلوث (decontamination regimen) أي تأثير على الأسلاك المصنوعة من النيكل والتيتانيوم، ولكن كان له تأثير ذو دلالة إحصائية على الأسلاك الفولاذية، فقد أدت إزالة التلوث من الأسلاك الفولاذية إلى زيادة كبيرة في صلابة السطح وتقليل خشونته. يمكن للروبوتات النانوية لتقويم الأسنان أن تتلاعب بشكل مباشر بأنسجة اللثة، مما يسمح بتقويم الأسنان بشكل سريع وغير مؤلم، وتدويرها وإعادة وضعها عمودياً بالإضافة إلى إصلاح سريع للأنسجة خلال دقائق إلى ساعات.

### صناعة الأسنان بتقنية النانو (Nanocomposites artificial teeth)

تمتاز الحشوات غير العضوية المصنوعة باستخدام تقنية النانو بتوزعها بشكل متجانس في الأسنان الاصطناعية النانوية. أظهرت الدراسات أن الأسنان الاصطناعية النانوية أكثر متانة من الأسنان الصناعية التقليدية ومقاومتها للتآكل أعلى.

### الكبسولات النانوية (Nanoencapsulation)

قامت مراكز الأبحاث بتطوير ما يعرف بأنظمة الإطلاق المستهدفة (Targeted release systems) التي تشمل كبسولات نانوية تستخدم في اللقاحات الجديدة وفي المضادات الحيوية وفي توصيل الأدوية مع آثار جانبية منخفضة مقارنةً بالكبسولات التقليدية، ومن الأمثلة على ذلك محاولة

إنشاء نظام فعال لتوصيل الأدوية لعلاج أمراض اللثة عن طريق إنتاج كبسولات نانوية مشربة بالتريكلوسان (Triclosan) حيث أن تطبيق التريكلوسان في منطقة الاختبار يخفف الالتهاب.

### **Nanotechnology for preventing dental caries (caries)**

مكّن استخدام معجون أسنان يحتوي على كربونات الكالسيوم النانوية من إعادة تمعدن آفات المينا المبكرة (Early enamel lesions).

### **تصوير الأسنان الرقمي (Digital dental imaging)**

لا تقتصر تطبيقات النانو على الوقاية والعلاج، بل تعدى ذلك إلى تقنيات التصوير الرقمي للأسنان، فمن المتوقع أيضاً حدوث تقدم في تقنيات التصوير الرقمي للأسنان باستخدام تقنية النانو، حيث يتم تقليل الجرعة الإشعاعية اللازمة لإجراء الصورة الشعاعية الرقمية باستخدام وميضات الفوسفور النانوية (Nanophosphor scintillators) ويتم الحصول على صور عالية الجودة.

### **إصلاح الأسنان الرئيسية/هندسة الأنسجة النانوية (Nanotissue /Major tooth repair) engineering**

يسمى استبدال السن بالكامل، بما في ذلك المكونات الخلوية والمعدنية، باستبدال الأسنان الكامل. وقد أصبح هذا ممكناً من خلال مزيج من تكنولوجيا النانو والهندسة الوراثية وهندسة الأنسجة.

### **تعقيم الأسطح (Surface Disinfectants)**

تم استخدام تقنية النانو الحديثة لإنتاج مطهر نانوي سطحي يسمى Eco-True والذي قيل إن له تأثيراً مدمراً بنسبة 100٪ على فيروس نقص المناعة البشرية HIV والجراثيم. تشمل التطبيقات السريرية لهذا المطهر النانوي تعقيم الأدوات الطبية بغرض الوقاية من العدوى بعد العمليات الجراحية.

استخدمت شركة EnviroSystems في سان خوسيه في الولايات المتحدة تكنولوجيا النانو لإنتاج مواد كيميائية قوية ولكنها صديقة للبيئة.

### تصوير وتتبع الخلايا الجذعية (Stem cells imaging/tracking)

بغية تقييم الفعالية العلاجية للخلايا الجذعية المزروعة ضمن الفم، من المهم تتبع بقائها وهجرتها ومصيرها وتأثيرها التجديدي في الجسم الحي. يمكن تتبع هذه الخلايا الجذعية في الجسم الحي بعد الزرع باستخدام تقنيات وضع العلامات المختلفة (Labeling techniques). من الممكن وضع العلامات الأولية باستخدام صبغ الفلورسنت (Fluorescent dyes) أو الجسيمات النانوية المغناطيسية مثل أكسيد الحديد الفائق المغناطيسية (Superparamagnetic iron oxide). أما عملية تصوير هذه الخلايا فتتم باستخدام تقنيات تصوير مختلفة أبرزها التصوير بالرنين المغناطيسي MRI .

### مخاطر الجسيمات النانوية (Hazards of Nanoparticles)

تحوي الروبوتات النانوية، الخالية من البيروجين والمستخدمه في الجسم الحي، مسحوق الكربون والياقوت أحادي البلورة (Monocrystal sapphire)، في حين تتكون الروبوتات النانوية البيروجينية من الألومينا والسيليكا والنحاس والزنك. قد تطلق الروبوتات النانوية مثبتات أو مضادات بطريقة مستهدفة لامتصاص البيروجينات الداخلية بشكل انتقائي وتعديلها كيميائياً، ثم إطلاقها مرة أخرى إلى الجسم على شكل مركبات غير ضارة. إن الاستخدام واسع النطاق للمواد النانوية في مجموعة واسعة من المنتجات المخصصة للاستخدام البشري ينطوي على مخاطر محتملة على صحة الإنسان والبيئة كالتسمم.

خلصت جمعية الصحة الأمريكية (American health association) إلى أن التعرض على المدى القصير لتركيزات مرتفعة من هذه الجسيمات النانوية يساهم بشكل كبير في زيادة الوفيات الناجمة عن أمراض القلب والأوعية الدموية.

كشف تقييم السمية الخلوية في المختبر لمركب تقويم الأسنان الحاوي على جسيمات نانوية من ثاني أكسيد التيتانيوم  $TiO_2$ ، أن المادة اللاصقة لتقويم الأسنان الحاوية على جسيمات نانوية  $TiO_2$  تشير إلى سمية مماثلة أو حتى أقل من نظيرتها الخالية من الجسيمات النانوية. تم الإبلاغ عن أن المكونات المتسربة من المواد النانوية المركبة تسببت في إحداث سمية لأجنة الفئران في المختبر.

(الإرادة هي الفكرة، والعزيمة هي الروح...)

Best of luck my dears....

## المراجع (References)

1. محمد معلا. تقانة النانو في طب الأسنان. مجلة جامعة المنارة، المجلد 4-العدد4. 2024.
2. IMF Abiodun-Solanke, DM Aiayi and AO Arigbede, "**Nanotechnology and its Applications in Dentistry**", Ann Med Health Sci Res. 2014 Sep-Oct; 4(Suppl 3): S171–S177
3. Redlich M, Katz A, Rapoport L, Wagner HD, Feldman Y, Tenne R. **Improved orthodontic stainless steel wires coated with inorganic fullerene-like nanoparticles of WS(2) impregnated in electroless nickel-phosphorous film.** Dent Mater 2008;24:1640-6
4. Cao B, Wang Y, Li N, Liu B, Zhang Y. **Preparation of an orthodontic bracket coated with an nitrogen-doped TiO (2-x) N (y) thin film and examination of its antimicrobial performance.** Dent Mater J 2013;32:311-6.
5. Mupparapu M. **New nanophosphor scintillators for solid-state digital dental imagers.** Dentomaxillofac Radiol 2006;35:475-6.
6. Ma Px. **Biomimetic materials for tissue engineering.** Adv Drug Deliv Rev 2008;60:184-98