الباب الثالث

تطبيقات النانوتكنولوجى فى الطب

يهدف طب النانو إلي توفير مجموعة قيمة من أدوات البحث بالإضافة إلى العديد من الأجهزة العلاجية المفيدة في المستقبل القريب كما تتوقع مبادرة التقنية النانوية الوطنية العديد من التطبيقات التجارية في مجال صناعة الدواء والتي قد تتضمن أنظمة توصيل الدواء المتقدمة، العلاجات الجديدة، والتصوير إن فيفو كما تعد كلٌ من الواجهات التفاعلية الإلكترونية العصبية والمستشعرات الأخرى القائمة على الإلكترونيات النانوية هدفاً آخر للأبحاث في مجال تقنية الطب النانوي وبالإضافة إلى المزيد من التفاصيل في الأسفل، فيؤمن مجال الدراسة المستقبلية التقنية النانوية الجزيئية أن آلات إصلاح الخلية قد تحدث ثورة متوقعة في المجال الطبي.

كما يعد طب النانو مجالاً واسعاً للصناعة، حيث وصلت مبيعاته إلى ما يقارب 6.8 مليار دولار أمريكي خلال عام 2004ويضم ذلك المجال أكثر من 200 شركة و38 منتج عبر أرجاء العالم، بتمويلٍ لا يقل عن 3.8 مليار دولار أمريكي تستثمر في مجالي البحث والتنمية سنوياً فمن المتوقع مع استمرار نمو صناعة طب النانو، أن يكون لها تأثيرها الهام على الاقتصاد العالمي الاستخدام الطبي للمواد النانوية.

كما ساهم تطور تقنية النانو فى تغيير القواعد الطبية المتبعة في منع الأمراض وتشخيصها وعلاجها وأصبحنا نعيش عصر التقنية الطبية

النانوية، حيث تقدم تقنية النانو طرقاً جديدة لحاملات الدواء داخل الجسم تكون قادرة على استهداف خلايا معينة في الجسم ويمكن بواسطة هذه التقنية تصوير خلايا الجسم بسهولة كما لو أننا نأخذ لها صور عادية، كذلك يمكن التحكم فى تلك الخلايا وتشكيلها بأشكال مختلفة إضافة إلى استخدام الليبوزوم النانوية المصنعة كأنظمة توصيل للعقارات المضادة للسرطان واللقاحات، كما تستخدم جسيمات الذهب النانوية في أجهزة الاختبار المنزلي للكشف عن الحمل.

<u>الكشف عن الأمراض: مجسات حيوية نانوية</u>

إن الأسلاك النانوية تستخدم كمجس لحساسيتها ً، حيث يتم طلائها بأجسام مضادة مصنعة بحيث أنها بحجمها الصغير جداً تلتصق فقط بالجسيمات الحيويةDNA أو البروتينات، أو الجسيمات البيولوجية الأخرى في الجسم، ولا تلتصق بغيرها من الجزيئات، وعندما ترتبط هذه البروتينات أو غيرها بالأسلاك النانوية المطلية فسوف تتغير توصيلاتها، وبذلك يمكن استخدام هذا المجس الحيوي النانوي في اكتشاف عدد كبير من الأمراض في مراحلها الأولية، بإدخال أعداد كبيرة من الأسلاك مختلفة النانوية داخل الجسم يتم طلائها بأجسام مضادة مختلفة، تمثل مجس .

في علاج السرطان:

تستخدم الأغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية، ويبلغ طول هذه الأغلفة النانوية حوالي 120 نانومتر وهي أصغر من حجم خلية السرطان حوالي 170 مرة، وعندما تحقن هذه الأغلفة النانوية داخل الجسم فإنها تلتصق تلقائياً بالخلايا السرطانية، ومن ثم يتم تعريض تلك الخلايا لأشعة ليزر تحت الحمراء فتعمل بدورها على تسخين الذهب ورفع درجة حرارته مما يؤدي إلى احتراق تلك الخاليا وموتها وتمتاز هذه الطريقة بالدقة والموضوعية نظراً لصغر الأغلفة النانوية بالنسبة للخلايا وتركزها بالخلايا المريضة فقط مما يجعل الخلايا السليمة بعيدة عن الخطر وعن الآثار الجانبية لتلك الطريقة.

في مجال الأدوية والعقاقير:

أدخل حاليا مصطلح جديد إلى علم الطب هو النانو بيوتك وهو البديل الجديد للمضادات الحيوية ففي جامعة هانج بانج في سيول استطاع الباحثون إدخال نانو الفضة إلى المضادات الحيوية، ومن المعروف أن الفضة قادرة على قتل 650 جرثومة ضارة دون أن تؤذى جسم الإنسان وهذه التقنية سوف تحل الكثير من مشاكل البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية.

في مجال العمليات الجراحية:

قامت شركة كورفس بصناعة روبوت صغير بحجم النانومتر يستخدم كمساعد للأطباء في العمليات الجراحية الحرجة والخطرة، حيث يستطيع الطبيب التحكم في الروبوت بواسطة جهاز خاص مما يساعد في إنجاز العملية بكفاءة عالية وبدقة متناهية،وبالطبع فهي أفضل من الطرق التقليدية للعمليات الجراحية وأقل خطراً، فهنا يستخدم الطبيب عصاة تحكم تمكنه من التحكم بذراع الروبوت الذي يحمل الأجهزة الدقيقة وكاميرا مصغرة ليحول التحركات الكبيرة إلى تحركات صغيرة وهذا يتيح مزيداً من دقة الجراحة وذكرت صحيفة نانو ليترز أنه تم تصنيع نسيج طبي شفاف من البروتين لا يزيد سمكه عن عشر المليمتر يستخدم لتغطية الجروح وتعقيمها وتسريع التئامها ثم يذوب ويختفي بنفسه.

ومن المعروف أن إصابات الحبل الشوكى تؤدى في الغالب إلى الإصابة بالشلل بالموضع أسفل الإصابة بسبب عدم مقدرة الخلايا العصبية على النمو مرة أخرى حول مكان الإصابة .

ومن المعروف أن إصابات الحبل الشوكى تؤدى في الغالب إلى الإصابة بالشلل بالموضع أسفل الإصابة بسبب عدم مقدرة الخلايا العصبية على النمو مرة أخرى حول مكان الإصابة .

لكن علماء جامعة نورث ويسترن نجحوا فى تطوير تقنية جديدة للتغلب على هذه المشكلة باستخدام جل نانو الذي يمنع نمو أنسجة الجرح بمكان الإصابة ويمكن من نمو الخلايا العصبية للحبل الشوكى ويستخدم الجل عن طريق حقنه كسائل بالحبل الشوكى ثم يتركب في شكل سقالة (دعامة) مساندة للخلايا العصبية الجديدة أثناء نموها لأعلى وأسفل مخترقة موقع الإصابة وأجرى العلماء اختبارات على الفئران حيث أظهرت الاختبارات تحسن مقدرة الفئران على استخدام أطرافها والمشي بعد العلاج بستة أسابيع.

التصوير الطبى:

يمكّن التصوير بالنانو الباحثين والأطباء من تعقب اي حركة تحدث في النسيج الحي داخل جسم الإنسان وفي امكان الأطباء هنا التعرف بدقة على حركة الدواء داخل النسيج المريض كما ان دراسة بعض خلايا الجسم يكون صعباً، ومن هنا يلجأ العلماء إلى تلوينها وهناك مشكلة أخرى وهي أن الخلايا التي تصدر أمواجاً ضوئية مختلفة في الطول لا تعمل بشكل واحد أو بكيفية واحدة على الدوام الأمر الذي يجعل عمليات التصوير الطبي تواجه مشاكل فى التشخيص الصحيح وقد تمكن العلماء من حل هذه المشكلة باستخدام بعض جزئيات النانو التي تبدي ردود فعل

مختلفة إزاء الترددات الموجية المختلفة الناشئة بطبيعة الحال عن اختلاف طول الموجة وجدير أن نذكر هنا أن تقنية نانو جزئيات هي أحد فروع تقنية النانو بشكل عام،

مسحوق النانو :

وقد استفاد الطب كثيراً من مسحوق النانو ؛ في تصنيع الأدوية المستنشقة حيث أن المركبات الميكومترية يمكن أن تترسب على جدران الحويصلات الهوائية بالرئة ويؤدي ذلك عادة إلى كثير من المضاعفات والآثار الجانبية لتناولها ، أما باستخدام مسحوق النانو فقد تم التغلب على هذه المشاكل نهائيًا لتصبح الأدوية المستنشقة اقل خطورة على المريض .

الأنابيب النانومترية :

الأجهزة الحيوية النانومترية وتعتمد فكرة هذه الأجهزة على إعادة بناء المركبات النانومترية لتكوين مركبات جديدة تساعد في التطور الطبي وهذه المركبات إذا كان قطرها أصغر من 100 نانومتر فإنه بإمكانها أن تدخل إلى الخلايا الحيوانية المختلفة (التي يبلغ قطرها 10 : 20 ألف نانومتر) وبالتالي يمكنها الوصول إلى مختلف العضيات الخلوية

مثل الميتكوندريا حيث تتعامل مع الحمض النووي محدثة التغييرات المطلوبة ويمكننا باستخدام هذه المركبات تشخيص أمراض كثيرة في الخلايا بطرق أقل عنفاً من الطرق الحالية .

الحوامل النانومترية وعلاج السرطان

يعتمد الباحثون الآن للحكم على الأدوية والعقاقير التي تستخدم في العلاج الكيميائي لهذا المرض اللعين على مدى كفاءة الدواء في الوصول إلى هدفه داخل الخلية التي يجب الوصول إليها ، وكذلك على مدى قدرته على إختيار هدفه بكل دقة ولذلك يتجه العلماء حالياً إلى البحث في مجال النانوتكنولوجي لتكون حاملة لهذه الأدوية .

علم أمراض الكلى النانوي

علم أمراض الكلى النانوي هو أحد فروع طب النانو وتقنية النانو الذي يتناول كلاً من:

1) دراسة بنيات بروتين الكلى على المستوى الذري.

2) مداخل وأساليب التصوير النانوي لدراسة العمليات الخلوية داخل خلايا الكلى.

3)العلاجات الطبية النانوية التي تستخدم الجسيمات النانوية بالإضافة إلى معالجة مختلف أمراض الكلى كما أن عملية تصنيع واستخدام المواد والأجهزة على المستوى الجزيئي والذري التي تستخدم لتشخيص وعلاج أمراض الكلى تعد من مجالات علم أمراض الكلى النانوي والتي ستلعب دوراً فعالاً فى علاج المرضى الذين يعانون من أمراض الكلى في المستقبل.

ومن خلال فهم واستيعاب الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبروتينات والجزيئات الماكرو الأخرى على المستوى الذري للعديد من الخلايا المختلفة بالكلى، يمكن تصميم مدخلات علاجية جديدة لتتنافس في علاج أمراض الكلى الرئيسية وتعد الكلى الصناعية النانوية هدفاً يحلم العديد من الأطباء بتحقيقه وستسمح الإنجازات الهندسية النانوية المتقدمة بتصنيع الروبوتات النانوبة التي يمكن برمجتها والتحكم فيها والتي تهدف إلى تنفيذ وإنجاز إجراءاتٍ علاج وبناء داخل الكلى البشرية على المستويات الخلوية والجزيئية كما أن تصميم الهياكل النانوية المتوافقة مع خلايا الكلى التي يكون لها القدرة على إجراء العمليات بصورة سالمة آمنة يعد أيضاً هدفاً مستقبلياً يرجى تحقيقه وهنا يجب ملاحظة أن القدرة على توجيه الأحداث على مستوى النانو الخلوي لها كفاءة وقدرة على تحسين حياة المرضى الذين يعانون من أمراض الكلى.

ومن التطبيقات الطبية المستقبلية لتقنية النانو :

جهاز الناتئ النانونى (الكانتيلفير) :

(أجهزة النانو كانتيلفير تستطيع اكتشاف خلايا السرطان بدقة فائقة تصل إلى حد رصد خلية واحدة) والكانتيلفير جهاز دقيق جداً بمقياس النانو حيث تقارب أبعاده أبعاد كرية الدم البيضاء وهو احد أجهزة النانو المستقبلية التي تستطيع رصد واكتشاف الخلايا المصابة بالسرطان وذلك من خلال انحناء نتوءاتها الدقيقة وأجهزة النانو كانتيلفير يمكن تصميمها هندسياً بشكل خاص يمكنها من الارتباط بالخلايا التي تشير تغيراتها إلى الإصابة بأنواع مختلفة من أمراض السرطان ، وتتميز هذه الأجهزة بقدرتها الفائقة على تشخيص خلايا السرطان في مراحلها المبكرة ، بدقة تصل إلى حد اكتشاف خلية سرطانية واحدة ، وجدير بالذكر أن هذه الأجهزة ما زالت في مراحل تطويرها الأولى ، وهي من تطبيقات تقنية النانو المتقدمة جداً التي ما زالت في حاجة لمزيد من البحث والدراسة.

توصيل الأدوية :

أجهزة النانو الخاصة بتوصيل الدواء ديندريمر تتميز بقدرتها على اكتشاف الخلايا المصابة وتشخيص نوع الإصابة وكذلك تتميز بقدرتها على معالجة هذه الخلايا.

من المعلوم أن علم الأدوية من العلوم التي تحتاج لدقة عالية لارتباطها ارتباطاً مباشراً بصحة الإنسان ، فوصول كمية كبيرة من الدواء إلى أعضاء الجسم الغير مصابة تقلل من فعالية الدواء وتؤدي إلى حدوث آثار جانبية غير مرغوب فيها فعلى سبيل المثال نجد أن الوسائل التقليدية لمعالجة مرض السرطان كالعلاج الكيمائي والإشعاعي تؤدي إلى آثار جانبية كبيرة مع انخفاض فعاليتها في معالجة هذا المرض ، وعليه فمن المهم أن يتم إيصال الأدوية المضادة للسرطان إلى الأجزاء المصابة بدقة متناهية جدا للحصول على أقصى فائدة ممكنه من الدواء.

وحاليا يعكف العلماء على دراسة احد تطبيقات النانو المستقبلية المتمثلة في تقنية إيصال الدواء باستخدام احد أجهزة النانو المسمى الديندريمر وهو احد أجهزة النانو الخاصة بإيصال الدواء والقادرة على الدخول بسهولة إلى الخلايا المصابة وتزويدها بكميات متعددة من الدواء دون حدوث أي نتائج سلبية ، وأجهزة النانو الديندريمر تتميز بقدرتها على تحديد الخلايا المصابة وعلاجها وكذلك إعطاء تقرير عن مدى فعالية الدواء.

علاج مرض السكري :

نجحت جامعه (الينوى) في الولايات المتحدة الأمريكية في تطوير جهاز مُهَندس بتقنية النانو يزرع في الجسم يعمل على تنظيم السكر في الدم

وهى تغني مرضى السكري عن حقن الأنسولين والجميل أنها سوف تنزل فى الأسواق قريباً.

التشخيص :

الهدف الأساسي هو اكتشاف المرض في مراحل مبكرة قدر المستطاع حتى يمكن القضاء عليه قبل أن يتسبب في أعراض أو مضاعفات وباستخدام تقنية النانو تصبح الاختبارات الحيوية لقياس وجود أو نشاط المواد المختبرة أسرع، أكثر دقة وأكثر مرونة فيمكن دمج جزيئات النانو المغناطيسية مع الأجسام المضادة المناسبة واستخدامها كعلامات على وجود جزيئات محددة أو ميكروبات ،و بالمثل استخدام جزيئات الذهب المدمجة مع مقاطع قصيرة من الحمض النووي للتعرف على تسلسل من الجينات في عينة ما وهناك أيضاً تقنية ثقوب النانو لتحليل الحمض النووي التي تحول تسلسل وحداته مباشرة إلى إشارات كهربية وباستخدام جزيئات النانو كعوامل للتباين(كبديل عن الصبغة) نحصل على صور بالرنين المغناطيسي والأشعة فوق الصوتية ذات تباين وتوزيع أفضل بل إن جزيئات النانو المضيئة تستطيع أن تساعد الجراح أثناء العملية الجراحية في التعرف على مكان الورم وبالتالي تجعل من عملية استئصاله أمراً أكثر سهولة.

هندسة الأنسجة:

تستطيع تقنية النانو أن تساعد في عملية إعادة تصنيع أو إصلاح الأنسجة التالفة ؛ فهندسة الأنسجة تستغل عملية تكاثر الخلايا المثارة صناعياً بواسطة جزيئات النانو وعوامل النمو و قد تصبح تلك التقنية في يوم ما بديلاً عن نقل الأعضاء أو الأعضاء الصناعية من جهة أخرى تظل هندسة الأنسجة أسيرة الجدال الأخلاقي المتعلق باستخدام الخلايا الجذعية.

ومن الأدوات المستخدمة في تقنية النانو في المجال الطبي :

1. الأجهزة المجهرية الدقيقة والمطورة مثل المجهر الإلكتروني الماسح.

2. المعدات المستخدمة في تصوير الخلايا والبكتيريا والفيروسات والوحدات الجزيئية.

3. جزيئات الكربون حيث يتم تشكيلها لإنتاج مواد أقوى 100 مرة من الفولاذ على الرغم من أن وزنها سدس وزن الفولاذ وأكثر من النحاس من ناحية التوصيل، ويمكن أن يستخدم بأمان في بعض التطبيقات الطبية مثل أنظمة إيصال الأدوية.

مستقبل طب النانو :

لا شك أن التطورات التي سيتمكن علماء النانو من تحقيقها في المستقبل ستتخطى كل تصوراتنا فالعالم يتجه نحو بناء أدوات في حجم النانو تستطيع أن تكتشف وتعالج الأمراض دون الحاجة إلى جراحات وبأسرع وقت ممكن للشفاء.

وإليكم بعض الأفكار التي يتنبأ العلماء أنها ستصبح حقيقة في المستقبل القريب:

1- إنسان آلي بحجم النانو (نانو روبوت) : سيغير هذا الاختراع وجه الطب إذا صار إلى واقع ملموس سيوجه طب النانو هذا الإنسان الآلي لإصلاح أو لاكتشاف التلف والعدوى ويُتوقع أن يكون حجم هذا الروبوت من 0.5 ل 3 ميكرون حتى يستطيع أن يمر عبر الأوعية الدموية الدقيقة وسيكون العنصر الرئيسي في تكوين هذا الروبوت هو الكاربون نظراً لصلابته والخواص الهامة الأخرى التي تتوفر في بعض أنواع الكاربون.

وسيتم تصنيع هذا الإنسان الآلي النانو في مصنع نانو مخصص لهذا الغرض ولمتابعة عمل الروبوت نستطيع أن نستعين بالرنين المغناطيسي أولاً سيتم حقن الروبوت في الجسم ليتجه إلى العضو أو النسيج المريض وسيتابع الطبيب خط سير الروبوت ليتأكد أنه وصل إلى وجهته الصحيحة

وسيتمكن الطبيب أيضاً من رؤية أشعة مقطعية يظهر فيها الروبوت وهو يواجه المرض.

آلة إصلاح الخلايا : باستخدام الدواء والجراحة يستطيع الأطباء فقط أن يشجعون الأنسجة على إصلاح نفسها ولكن باستخدام الآلات الجزيئية ستكون عملية الإصلاح مباشرة بشكل أكبر وستستخدم تلك الآلات نفس الحيل التي يستخدمها الجسم لإصلاح نفسه ستخترق الغشاء الخلوي ،تذيب المحتويات التالفة وتعيد بناءها وستقوم بإصلاح الحمض النووي وعلاج الخلل الجيني، بل ستتمكن أيضاً من اختراق غشاء البكتريا والفيروسات وتغيير خواصها وإزالة العوامل الممرضة بها.

<u>النانوكمبيوتر :</u> حيث تم تصميم كمبيوترات متناهية الصغر يتم حقنها في جسم المريض ، تقوم بعمليات محددة حسب برمجتها وتكون هذه الكمبيوترات متناهية الصغر وذاتية التحلل ، وسوف يتم استخدامها في كثير من المجالات ومنها :

أ. القضاء على الخلايا المتسرطنة: حيث بإمكان هذه الأجهزة المتناهية الصغر أن تتحرك داخل الجسم بحثا عن الخلايا السرطانية وقتلها.

ب. الإمداد بالأوكسجين

ت. ميتوكندريا صناعية

2. خلايا الدم النانومترية : وهي خلايا دم حمراء صناعية يمكنها حمل الأكسجين بقدرات فائقة حيث تصل قدرتها في ذلك 236 مرة مثل خلايا الدم الحمراء الطبيعية .

. خلايا الأوعية الدموية وهي خلايا تقوم باصلاح أمراض الشرايين المختلفة مثل تصلب الشرايين وانفجارها .

4. الخلايا المنظفة :وهي أجهزة تقوم بتنظيف الدم من الأجسام العالقة فيه والمسببة للأمراض .

ومن الأدوات المستخدمة في تقنية النانو في المجال الطبي :

·الأجهزة المجهرية الدقيقة والمطورة مثل المجهر الإلكتروني الماسح.

·المعدات المستخدمة في تصوير الخلايا والبكتيريا والفيروسات والوحدات الجزيئية.

·جزيئات الكربون حيث يتم تشكيلها لإنتاج مواد أقوى 100 مرة من الفولاذ على الرغم من أن وزنها سدس وزن الفولاذ وأكثر من النحاس من ناحية التوصيل ، ويمكن أن يستخدم بأمان في بعض

التطبيقات الطبية مثل أنظمة إيصال الأدوية وتعتبر من أشهر الأمثلة في استخدام تقنية النانو في الطب .

·الأجهزة الدقيقة التي تضم النظم الكهربائية الصغيرة (MEMS) والتي تحتوي على أجزاء متحركة مصغره للعمليات الجراحية والأجهزة المنظمة لضربات القلب.

· ميكرو فلويديكس لإجراء اختبارات الحمض النووي .

· ميكرو أرايس التي تستخدم للكشف عن كميات البكتريا المرضية.