ماذا لو استطعنا أن نوصل الدواء للخلايا المستهدفة دون غيرها داخل الجسم؟

07 روبوتات علاجية نانوية

قريب المدى | **متوسط المدى** | بعيد المدى

استخدام روبوتات نانوية داخل جسم الإنسان للكشف عن الأمراض وعلاجها في مراحلها المبكرة، مما يقلص الحاجة إلى الإجراءات الطبية التي تتطلب حقناً أو تدخلا جراحياً، ويساعد في الوقاية من الأمراض واستهدافها وعلاجها بفعالية أكبر.

المتغيرات الغامضة

التكنولوجيا، القيم المجتمعية

التوجهات العالية الكبرى

التعايش مع الروبوتات المستقلة والأتمتة

الاتجاهات السائدة

الاتصالات المتقدمة
المعلوماتية الحيوية
التكنولوجيا الحيوية
إطالة العمر والحيوية
الطب الشخصي

التكنولوجيا

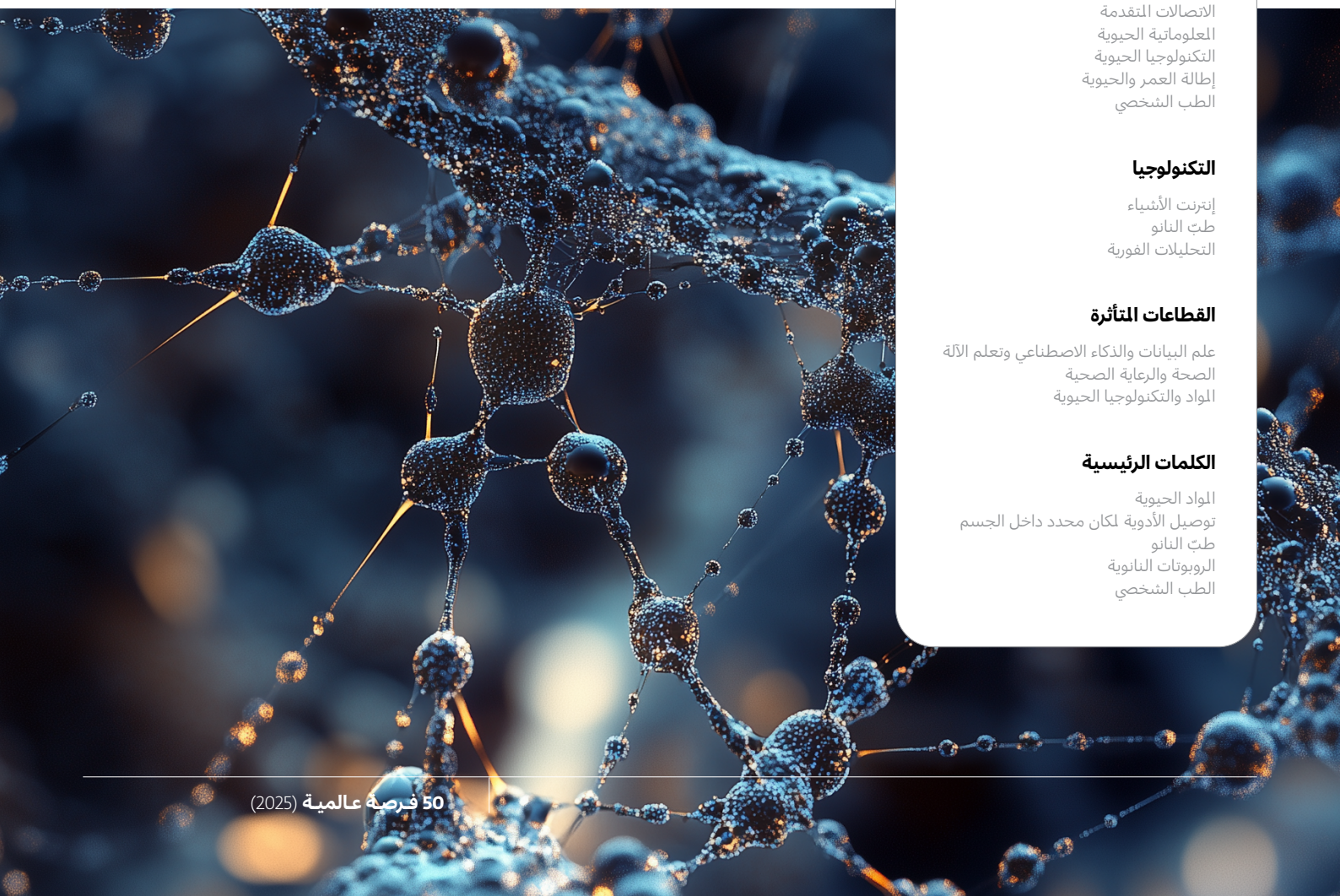
إنترنت الأشياء
طبّ النانو
التحليلات الفورية

القطاعات المتأثرة

علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
الصحة والرعاية الصحية
المواد والتكنولوجيا الحيوية

الكلمات الرئيسية

المواد الحيوية
توصيل الأدوية لمكان محدد داخل الجسم
طبّ النانو
الروبوتات النانوية
الطب الشخصي



الواقع الحالي

من الواضح أن الأنماط التقليدية في العلاج لم تعد كافية لمواجهة التحديات الصحية المتزايدة، إذ تبرز الحاجة أكثر فأكثر إلى الطب الشخصي[588] نظراً إلى القيود التي يفرضها النهج التقليدي المتّبع في الرعاية الصحية والذي يقوم على مبدأ "علاج واحد مناسب للجميع". وتهدف هذه الاستراتيجية المبتكرة إلى تحديد العلاجات وفقاً للخصائص الجينية لكل مريض ونمط حياته والبيئة التي يعيش فيها، مما يعزز من فعالية العلاجات ويحد أيضاً من أعراضها الجانبية، ويسمح بالكشف المبكر عن الأمراض والتدخل لعلاجها باستخدام أدوات التشخيص المتقدمة والتحليل الجزيئي، مما يؤدي إلى تحسين النتائج الصحية.[589]

وفي ظل الضغوطات التي تواجه أنظمة الرعاية الصحية عالمياً،[590] يمكن أن يساعد دمج تقنيات النانو في بناء نموذج رعاية صحية أكثر مرونة،[591] إذ أشارت التقديرات في 2023 إلى أن 47% (أي ما يقرب من النصف) من مقدمي الرعاية الصحية حول العالم يواجهون صعوبات متزايدة في تقديم الرعاية للمرضى، كما يواجه هذا القطاع تحديات متزايدة نتيجة ارتفاع تكاليف المستشفيات وتكاليف توظيف الأخصائيين (ويرجع ذلك بشكل رئيسي إلى النقص في الكوادر الطبية)، إلى جانب انخفاض دخل الفرد الذي يجعل من الصعب تغطية أي تكاليف طبية غير متوقعة.[592]

تشهد التكنولوجيا الحيوية والمعلوماتية الحيوية (وهي مجال متعدد التخصصات يدمج علم الأحياء وعلوم الكمبيوتر لتحليل وتفسير البيانات الحيوية) تقدماً سريعاً يمهد الطريق للتطوير المستمر في طب النانو. على مقياس يبلغ واحدا من المليار من المتر، تحمل تقنيات النانو الحيوية إمكانات هائلة لتحسين الكشف عن الأمراض (مثل سرطان المبيض)، وإدارة مرض السكري باستخدام أجهزة استشعار حيوية، وتوصيل الأدوية داخل جسم الإنسان إلى الخلايا المستهدفة، وتحسين جودة التصوير الطبي، وتسريع التئام الجروح.[593] وقد أثبتت هذه التكنولوجيا نجاحها في تطبيقات عديدة مثل تجديد العظام،[594] وعلاج سرطان الثدي،[595] وعلاج الاضطرابات الجينية،[596] وعلاج المياه الزرقاء (الجلوكوما)،[597] ومع ذلك، ما تزال هناك تحديات قائمة تتعلق بالسمّية طويلة الأمد واستقرار المواد النانوية، مما يستدعي مزيداً من البحث والتطوير.[598]

أشارت التقديرات في 2023 إلى أن

%47

من مقدمي الرعاية الصحية حول العالم يواجهون صعوبات متزايدة في تقديم الرعاية للمرضى

الفرصة المستقبلية

إنشاء نموذج شامل يجمع بين الذكاء الآلي المتقدم والبيانات المفتوحة[599] وعلم الجينوم للتغلب على تحدي السمية النانوية في طب النانو. يوفر هذا النهج فهمًا أعمق للتأثير الذي قد تسببه الجسيمات النانوية على أجسامنا وجيناتنا،[600] بما في ذلك دورها المحتمل في علم التغيرات فوق الجينية (إيبي جينتيك). هذا الفهم المتكامل يمكن أن يسهم بشكل كبير في تحويل النجاحات السريرية من المختبر إلى الواقع، مما يعزز من إمكانيات الطب النانوي ويجعله أكثر أماناً وفعالية.[601]

يحمل طب النانو إمكانات هائلة لتحسين دقة وكفاءة وحساسية الفحوصات التشخيصية والعلاج بشكل كبير، ولكن السمية النانوية ما تزال عائقاً جوهرياً أمام اعتماده على نطاق واسع.[602] تشمل المواد النانوية مجموعة كبيرة من الأدوات بدءاً من الأنابيب النانوية والقضبان النانوية والألياف النانوية، وصولاً إلى الأسلاك النانوية والصفائح النانوية والجسيمات النانوية، يمكن للمواد النانوية دخول الجسم عبر التنفس أو الابتلاع أو الحقن أو ملامسة الجلد، مع أن كل طريقة تحمل مخاطرها الخاصة.[603] ويعتبر التنفس الطريق الأكثر خطورة، إلا أن السمية النانوية يمكن أن تتسبب في تلف الحمض النووي ومخاطر صحية أخرى مرتبطة بالتعرض طويل المدى.[604]

الإيجابيات

الإسهام في الكشف المبكر عن الأمراض، وتحسين الرعاية الصحية الوقائية، وتوصيل الأدوية إلى أجزاء محددة في الجسم، وأيضاً تقليل العبء على أنظمة الرعاية الصحية.

المخاطر

حدوث خطأ في التشخيص أو العلاج، وآثار جانبية ناتجة عن المواد الحيوية، وتأثيرات طويلة الأمد غير معروفة أو تسمم، وتحديات تنظيمية، وتأثيرها المحتمل على وظائف العاملين في مجال الرعاية الصحية.

إنشاء نموذج شامل يجمع بين الذكاء الآلي المتقدم والبيانات المفتوحة وعلم الجينوم **يساعد على التغلب على تحدي السمية النانوية في طب النانو**