السنة 18- العدد 72 يوليو - سبتمبر 2023م

الفيصل العلمية

التقنية الحيوية مستقبل واعد

العلاج الجيني واكتشاف الأمراض

الوراثة والجينات وأثرها في سرطان الثدي

الدماغ قائد الأوركسترا المدهش

الاستخدامات العلاجية للنباتات الطبية

بسم الله الرحمن الرحيم

مع تطور الاكتشافات العلمية الحديثة، برز ما يُعرف بـ "التقنية الحيوية"، التي قادت إلى تحولات كبيرة في كثير من مجالات الحياة. وتعد هذه التقنية رديفا مهما لتحقيق الرعاية الصحية، والأمن الغذائي، وحماية البيئة. وتجمع التقنيات الحيوية بين الوسائل والأدوات التقنية لحل المشكلات، وصنع منتجات حيوية مفيدة. وقد أصبحت هذا التقنية مرتبطة بحياتنا بشكل مباشر، وأثبتت قدرتها على حل كثير من المشكلات الصعبة والمعقدة.

في هذا العدد، تفضل عدد من الأساتذة المختصين بكتابة مقالات علمية متنوعة تتناول موضوع "التقنية الحيوية"، من زوايا مختلفة، وجوانب متعددة، لبيان أهميتها وآثارها ودورها الفعّال في تشخيص عدد من الأمراض، وصناعة الأدوية، والمستحضرات الصيدلانية، ودور الذكاء الاصطناعي في إدارة التكنولوجيا الحيوية، ومدى تحسينها لجودة حياتنا، والدور الهام الذي لعبته التطورات العلمية في التقنية الحيوية، وأثرها في تقدم علم الوراثة والجينات، وتطور العلاجات الجينية لأمراض متعددة مثل السرطان، ودور التقنية في تحسين إنتاج الغذاء.

كما يضم العدد مقالات علمية مهمة، ذات صلة بحياة الإنسان وتطور العلوم، حول الاستخدامات العلاجية للنباتات الطبية، ودور المختبرات الطبية في تشخيص الأمراض، ومكافحة العدوى، والمحليات الصناعية وأثرها في التسمم الجيني، وفكرة فريدة لعلاج مضاعفات سوء استخدام المضادات الحيوية. بالإضافة إلى المقالات المترجمة إلى العربية، التي تتناول جوانب علمية وطبية متنوعة.

نشكر الأفاضل من الأخوات والإخوة الذين يسهمون في مد المجلة بالجديد والمفيد ونرحب بالمزيد في عالمي الطب والعلوم. ونقدر الزملاء الأعزاء أعضاء اللجنة العلمية على جهودهم الكريمة فلهم خالص الشكر والامتنان. وتحية شكر للزملاء والزميلات في الإعداد والتحرير والإخراج على جهودهم المتميزة في إنجاز هذا العدد.

أسأله تعالى العون والتوفيق.

رئيس التحرير

عبد العزيز السبيل

محتوى العدد

الرواق

د. أمل الثبيتي	البناء الحيوي لجسيمات النانو من مستخلص النبات	6
د. سهام الشهري	العلاج الجيني واكتشاف الأمراض	8
أ.حمدان العجمي	تجاوز الحاجز الدماغي من خلال الأشعة فوق الصوتية	12
أ. عبد العزيز آل رفده	النانو والطب: توصيل الأدوية إلى الأنسجة عبر حاملات الدواء النانونية	14
د. جليلة داودي	دور الذكاء الاصطناعي في تشخيص الأمراض القلبية	16
أ. مروة صقر	الجينات واللغة: الأسس الجينية في استخدام اللغة	18

الملف

أ.د. محمد الزغيبي	التكنولوجيا الحيوية .. كيف تغير حياتنا؟	24
أ.د. عبدالله العنقري	التقنية الحيوية في تشخيص وعلاج أمراض الحساسية	30
أ.د.يوسف هوساوي	الوراثة والجينات وأثرها في سرطان الثدي	34
د.هدى المدني	المختبرات الطبية: دور حيوي في تشخيص الأمراض وعلاجها	40
د.عبد الرحمن الشهري	تقنية "كريسبر".. طفرة ثورية في الهندسة الوراثية	44
د. هبة راجحة	أسس التقنية الحيوية وتطبيقاتها في مجال تصنيع الأغذية	48
د. سامر خالدية	الثورة في مكافحة العدوى	56
د. محمد مخانق	النانو وعلم الأعصاب	60
د. اليسار الخطيب	التدرن الرئوي: كورونا يعيد تنشيط السل الرئوي القاتل	66
د. حسين البدوي/ د. أمين خطاب	المُحليات الصناعية والتسمم الجيني	72

د. مراد الجفري/ أ. محمد الحازمي	الجراحة الروبوتية: ثورة في عالم التكنولوجيا والطب	78
د. لمياء نعوس	التقنية الحيوية: طرق جديدة في صناعة الأدوية والمستحضرات الصيدلانية	84
د.محمد حلواني	الحل الأخير لعلاج مضاعفات سوء استخدام المضادات الحيوية	88
د. وائل الحاج	الذكاء الاصطناعي في التكنولوجيا الحيوية- التطورات والتطبيقات والآثار	92

ترجمات

ترجمة أ.د. محمد طجو	الدماغ، قائد الأوركسترا المدهش	98
ترجمة أ. روان زيدان	كيف يتم تطوير اللقاحات والموافقة عليها للاستخدام؟	106
ترجمة د. علي زيدان	النانو والطب: أحدث التقنيات المستخدمة في العلاج	112
ترجمة أ.شذى عابدين	لماذا يعتبر الذكاء الاصطناعي ضروريًا للتكنولوجيا الحيوية؟	116

نوافذ

د. أشرف أبو عاقوله	الأبعاد الستة لجودة الرعاية الصحية	122
د. نورس دياب	صندوق أبقراط الأسود	126
أ. ياسمين الشيخ	تفاعل الجنين مع الأصوات أثناء الحمل	132
أ. يحيى الجاسم	الاستخدامات العلاجية للنباتات الطبية	136
أ. نوف العويدي	صناعة المستقبل	140

صاحب السمو الملكي الأمير خالد الفيصل

رئيس هيئة الجائزة

اللجنة العلمية

أ.د. حمد البريثن
فيزياء - جامعة الملك سعود

أ.د. رجاء فاخوري
كيمياء حيوية طبية - جامعة الفيصل

أ.د. عبدالرحمن البدري
هندسة كهربائية - مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

أ.د. عبدالله العنقري
طب أطفال - جامعة الملك سعود

أ.د. هيفاء العليان
بيئة نباتية - وزارة البيئة والمياه والزراعة

التحرير

رئيس التحرير
د. عبدالعزيز السبيّل
الأمين العام لجائزة الملك فيصل

مدير التحرير
م. سليمان المزيد

سكرتيرة التحرير
نوف العويدي

الإخراج الفني
آلاء مدني

الموقع الإلكتروني
عبدالله الشهري

King Faisal PRIZE

السنة -18 العدد 72 يوليو-سبتمبر 2023م

رقم الإيداع: 7046/ 1442
رقم ردمد: 8843 - 1658

مجلة فصلية تصدر عن
جائزة الملك فيصل

العناوين

ص.ب: 22476 الرياض 11495
المملكة العربية السعودية
هاتف: 00966114620955
فاكس: 00966114658685
البريد الإلكتروني: info@alfaisalsci.com

ضوابط النشر

- يجب ألاّ يكون المقال قد سبق نشره، ورقيًا أو إلكترونيًا.
- أن يكون المقال مكتوبًا بلغة علمية تناسب القارئ غير المتخصص.
- ألا يزيد المقال الواحد على 2000 كلمة.
- أن يلتزم الكاتب المنهج العلمي، ويذكر المصادر والمراجع، الورقيّة والإلكترونيّة.
- ترحب المجلة بالمقالات المترجمة في المجالات العلمية الحديثة، بشرط ذكر المصدر وتاريخ النشر.
- ترحب المجلة بالآراء والتعليقات على ما يُنشر، بشرط ألا يزيد الرأي أو التعليق على 500 كلمة.
- تُرسل المقالات إلى البريد الإلكتروني للمجلة.
- يرفق الكاتب سيرة علميّة مختصرة له مع المقال.
- المقالات المنشورة في المجلة تعبر عن وجهة نظر أصحابها، ولا يعني نشرها تبنّي المجلة ما احتوت عليه من أفكار، أو آراء، أو تحليلات، أو إحصاءات.

الرواق

- **البناء الحيوي** لجسيمات النانو من مستخلص النبات
- **العلاج الجيني** واكتشاف الأمراض
- **تجاوز الحاجز الدماغي** من خلال الأشعة فوق الصوتية
- **النانو والطب:** توصيل الأدوية إلى الأنسجة عبر حاملات الدواء النانونية
- **دور الذكاء الاصطناعي** في تشخيص الأمراض القلبية
- **الجينات واللغة:** الأسس الجينية في استخدام اللغة

Sample 01
Sample 02
Sample 03
Sample 04
50
60
70
80
90
100
110
120
Size (nm)

البناء الحيوي
لجسيمات النانو من مستخلص النبات

أ. أمل الثبيتي
علم اكتشاف الأدوية وتطويره - مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية - السعودية

أثبتت نتائج البحث الذي تم نشره في المجلة الدولية لطب النانو عام 2021 بواسطة الدكتور Sandhanasamy Devanesam والدكتور محمد الصالحي من قسم الفيزياء والفضاء في جامعة الملك سعود، إمكانية التخليق الحيوي لجسيمات الفضة النانوية بواسطة مستخلص نبتة (Abelmoschus esculentus L)، والمعروفة باسم البامية في منطقة الشرق الأوسط.

يُعد التخليق الحيوي لجسيمات الفضة النانوية من مستخلصات أجزاء النباتات (الجذور، البذور، الأوراق، الثمار) أكثر أهمية من استخدام أدوات حيوية أخرى، مثل منتجات الحيوانات والكائنات الحية الدقيقة، لذلك أعطِي الأولوية. يوجد العديد من الأبحاث التي أثبتت فعالية النباتات الطبية في التخليق الحيوي لجسيمات النانو، منها على سبيل المثال لا الحصر: تخليق جسيمات الذهب و الفضة و أكسيد الزنك النانوية من مستخلص نبات (Rhanterium epapposum) المعروف بنبات العرفج المضاد للفطريات وبعض الخلايا السرطانية. ونجاح تخليق جسيمات أكسيد الكادميوم النانوية من (Ablemoschus esculentus L) ، وتأثيرها المضاد لبعض الكائنات الحية الدقيقة.

من الجدير بالذكر أن استخدام النبات في التخليق الحيوي لجسيمات النانو مقارنة بالتخليق الفيزيائي والكيميائي يحتوي على عدة مميزات: أهمها فعالية أعلى مضادة للأكسدة ولبعض الخلايا السرطانية والبكتيريا الموجبة والسالبة الجرام، ويُعد أيضًا آمنًا بيئيًا وسهلًا وسريعًا وأقل طاقة ويُنتِج جسيمات عالية التأثير. وتعود أهمية المواد النانوية إلى مدى حجمها، فبسبب تناهي صغرها (نانوميتر) يسهل تماسها بالأجسام الأخرى.

استنتج الباحثان من خلال دراستهم للتخليق الحيوي لجسيمات الفضة النانوية باستخدام نبات البامية، أن محتوى النبتة من المركبات العضوية مثل الفينول والكيتونات والأحماض الأمينية والمعادن المتعددة قد يكون المسؤول عن نجاح هذا التخليق، حيث إنها تعتبر عوامل ثبات واختزال تساعد في تكوين هذه الجسيمات الفضية من أيون الفضة. بالإضافة إلى ذلك، تمتلك هذه الجسيمات خواصًا مميزة ومختلفة عن المعادن التي تكوّنت منها، مثل الحجم والشكل، والتي تلعب دورًا مهمًا في إحداث التأثير المضاد للميكروبات والخلايا السرطانية. تم تلخيص أهمية نتائج التجارب التي توصلوا لها في أن استخدام جسيمات الفضة النانوية المصنعة في هذه الدراسة قد يسهم في تطوير المضادات الحيوية في المستقبل.

يمكن أن يوفر العلاج الجيني علاجًا واعدًا لمرض الشبكية الوراثي، وأمراض الدم النادرة أحادية الطفرة مثل الثلاسيميا وفقر الدم المنجلي، والمرضى الذين يعانون من اضطراب حثل الغدة الكظريه، ويساعد مرضى الهيموفيليا على استغنائهم عن تناول الأدوية المسؤولة عن عامل تخثر الدم.

العلاج الجيني
واكتشاف الأمراض

د. سهام الشهري
علم مافوق الجينات - جامعة الملك سعود - السعودية

العلاج الجيني هو نوع من العلاج يهدف إلى تغيير التعبير الجيني للشخص المريض أو تصحيح الجينات غير الطبيعية لعلاج مرض ما. وقد ظهر هذا المصطلح لأول مرة في الدوائر الطبية عام 1972 عندما جاء اقتراح لعلاج الضرر الجيني الناجم عن الوراثة من مؤسسة سالك للدراسات البيولوجية في كالفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية. بعد ذلك، في عام 1976، تم استنساخ أول جين بشري معيب مسؤول عن اضطرابات الدم الخلقية الناجمة عن اختلال في إنتاج الأحماض الأمينية المكونة للهيموجلوبين، والتي تُسمى بيتا غلوبين، وفي عام 1979 تمت أول عملية ناجحة لزرع جين ثلاسيميا بيتا الصحي في نخاع العظام للفئران. بعد ذلك عام 2003، تمت الموافقة على أول علاج جيني في الصين لعلاج سرطان الرأس والعنق. ولم يتم نقل هذا العلاج إلى دول أخرى. بعد تسع سنوات، تمت الموافقة على أول علاج جيني في أوروبا طورته مؤسسة (UniQure) في مملكة هولندا (Holland) لعلاج نقص الليباز البروتيني الدهني (Lipoprotein lipase deficiency)، وهو اضطراب استقلابي نادر يسبب آلامًا حادة ومتكررة في البطن والتهاب البنكرياس. ومع ذلك، لم يحقق الدواء نجاحًا تجاريًا لأن قلة قليلة من المرضى طلبوه، ولهذا السبب تم سحب ترخيص تسويق الدواء عام 2017.

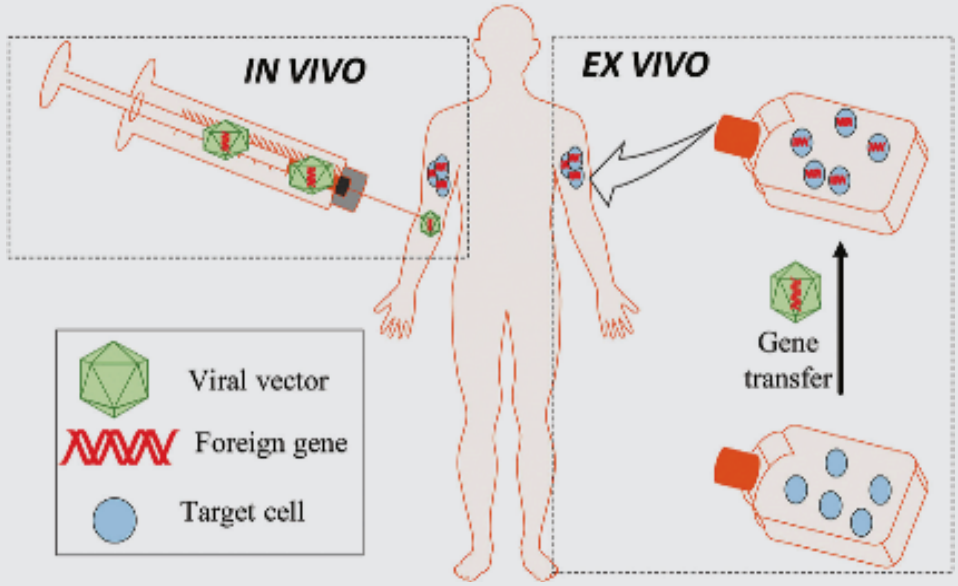
وعلى الرغم من الصعوبات، يشهد العلاج الجيني مزيدًا من التطور خلال العقود المتتالية. كانت معظم الدراسات الأكاديمية في نطاق صغير إلى عام 2007، حيث أظهرت الطبيبة الباحثة جين بينيت (Jean Bennett) -طبيبة العيون في جامعة بنسيلفانيا (University of Pennsylvania)- في تجربة صغيرة لها أن العلاج الجيني يمكن أن يوفر علاجًا واعدًا لمرض الشبكية الوراثي. وقد دعمت التجارب اللاحقة التي أُجريت على هذا المرض عام 2015 هذا الأمر، حيث وجد أن العلاج الجيني يساعد مرضى الناعور أو النُزاف (Hemophilia) على استغنائهم عن تناول الأدوية المسؤولة عن عامل تخثر الدم.

وفي عام 2015 أظهرت البحوث مزيدًا من الأخبار السارة في تجارب العلاج الجيني لأمراض الدم النادرة أحادية الطفرة مثل الثلاسيميا (Thalassemia) وفقر الدم المنجلي (Sickle cell anemia)، مع قدرة بعض المرضى على البقاء بصحة جيدة بدون الحاجة إلى نقل الدم. وبعد سنتين أثبتت تجربتان صغيرتان أن العلاج الجيني يمكن أن يساعد في علاج المرضى الذين يعانون من اضطراب ضمور الغدة الكظريه (Adrenoleukodystrophy)، وهو اضطراب وراثي يؤثر على الجهاز العصبي المركزي، ومع ضمور العضلات والعصب يُعد من أسباب الوفاة الرئيسة الجينية عند الرضع.

في عام 2016 رخّصت أوروبا العلاج الجيني الثاني الذي طورته شركة جلاسكو سميث كلاين ((GlaxoSmithKline (GSK)) للأطفال الذين يعانون من مرض عوز نازعة أمين الأدينوزين ((Adenosine deaminase deficiency (ADA) ، وهو اضطراب استقلابي ينتقل بالوراثة الجسمية المتنحية ويسبب عوز المناعة. بعد مرور عام حصلت شركة نوفارتيس (Novartis) على الموافقة على أول علاج جيني في الولايات المتحدة. وتم تصميمه لعلاج ابيضاض الدم الليمفاوي الحاد، وقد نما هذا العلاج من العمل التمهيدي الذي قام به كلٌ من أندرسون (William French Anderson) و روزنبرج (Steven A. Rosenberg) في الأصل لتأسيس سلامة العلاج الجيني لعلاج المصابين بهذا العوز المناعي.

العلاج الجيني في الجسم

تعتمد الفكرة الرئيسة للعلاج الجيني على إدخال المادة الجينية المعدلة إلى داخل جسم المريض. وبشكل مبسط فإن الحصول على جرعة من العلاج الجيني تتم بإحدى الطريقتين كما يوضح الرسم البياني (صورة 1)



العلاج الجيني خارج الجسم (يمين) يتم نقل الخلايا المعدلة وراثيا إلى جسم المريض.

العلاج الجيني داخل الجسم (يسار) يستخدم فيه نواقل فيروسية تحقن مباشرة داخل جسم المريض.

صورة 1 : طريقة العلاج الجيني داخل وخارج الجسم.

الطريقة الأولى: حقن العلاج الجيني في الجسم مباشرة، حيث يتم حقن نواقل فيروسيه للجين مباشرة في جسم المريض.

الطريقة الثانية: حقن العلاج الجيني خارج الجسم، حيث يتم إعادة الخلايا المنقولة إلى المريض بعد تعديلها وراثيًا خارج الجسم.

التطبيقات

يأخذ العلاج الجيني أشكالا مختلفة. يمكن أن يتضمن إدخال نسخة من جين جديد، أو تعديل الجين، أو تعطيله، أو تصحيح طفرة جينية. يتم ذلك بمساعدة ناقل مشتق من فيروس معدل وراثيًا. وتستخدم الآن عدة نواقل فيروسية مختلفة لهذا الغرض.

فتح العلاج الجيني آفاقًا جديدة مع التطور الأخير لتقنية كريسبر كاس 9، وهي تقنية أكثر دقة لتغيير الجينات. في نهاية عام 2016 أطلقت مجموعة من العلماء الصينيين بقيادة عالم الأورام لو يو (Lu You) في جامعة سيتشوان (Sichuan University)، تجربة سلامة لمعرفة ما إذا كان من الممكن علاج مرضى السرطان باستخدام تقنية كريسبر كاس9 لتعطيل جين معين في خلاياهم يرمز إلى بروتين (PD1) الذي غالبا ما يعيق استجابة الخلية المناعية للسرطان. بعد بضعة أشهر، في عام 2017 بدأ فريق أمريكي بقيادة كارل جون (Carl H. June) في جامعة بنسلفانيا تجربة مماثلة.

محاذير

في حين أن العلاج الجيني قد أحرز تقدمًا ملحوظًا في السنوات القليلة، إلا أن تطوره لايزال يثير أسئلة مهمة فيما يتعلق بالسلامة. أحد الاختلافات الرئيسة بين العلاج الجيني والأدوية التقليدية للجزيئات الصغيرة أو المنتجات البيولوجية الأخرى مثل علاجات البروتين، هو أنه بمجرد إعطاء العلاج الجيني يكون من الصعب إيقاف العلاج. كما أنه من السابق لأوانه معرفة المدة التي تستغرقها آثار العلاج الجيني. علاوة على ذلك، تم إعطاء عدد قليل جدا من المرضى العلاج الجيني لفترة زمنية طويلة كافية لتحديد ما إذا كان يمثل خطرًا على السلامة على المدى الطويل.

يهدف العلاج الجيني إلى تغيير التعبير الجيني للشخص المريض أو تصحيح الجينات غير الطبيعية لعلاج مرض ما، أو تصحيح وظائف أصابها الاعتلال في جسم الإنسان.

تجاوز الحاجز الدماغي
من خلال الأشعة فوق الصوتية

أ. حمدان العجمي
الصيدلة - مدينة الملك سعود الطبية - السعودية

كشف علماء من جامعة نورث ويسترن ميديسين (Northwestern University) عن نتائج أول تجربة سريرية على البشر يستخدمون فيها جهازًا جديدًا للأمواج فوق الصوتية يتم زرعه في الجمجمة لمساعدة العلاج الكيميائي لمرضى الأورام للوصول بشكل أكبر إلى الخلايا السرطانية، حيث يحمي الدماغ مجموعة من الحواجز التي تقلل من وصول الأدوية في الدم إليه ويجعل اختراقهُ صعبًا على المعالجين.

أظهرت نتائج البحث بأن الطريقة آمنة على المرضى وأن تراكيز الدواء زادت بمقدار ستة أضعاف في الخلايا السرطانية بعد استخدام الأشعة فوق الصوتية، حيث تم تطبيق الطريقة على دواء الباكليتاكسيل و الكاربوبلاتين، وهي أدوية مستخدمة في علاج هذا النوع من السرطانات.

كان هناك تساؤل، **هل لهذه الصدمات الصوتية أثر سلبي على الدماغ وخاصة على الحاجز الدموي الدماغي (Blood Brain Barrier) ؟**، وكانت الإجابة عبر التجربة، حيث إن الدماغ استعاد طبيعته بعد ستين دقيقة من العلاج.

تشير التجربة التي نُشِرت في مجلة ذا لانسيت (The Lancet) بأن الموجات استغرقت أربع دقائق، وكان المريض مستيقظًا على مدى ست دورات علاجية. وتفتح الدراسة الباب لعلاجات أخرى للدماغ، حيث تضعف حاجز الدماغ لمدة قصيرة من الزمن، مما يؤدي إلى تحسين النتائج العلاجية.

إن هذه الدراسة هي الأساس لتجربة سريرية أخرى قادمة لمعرفة مدى تأثير ذلك على إطالة الحياة لدى مرضى سرطان الدماغ، وهي في المجمل واعدة واختراق كبير في حال تأكدت نتائجها الإيجابية.

النانو والطب:
توصيل الأدوية إلى الأنسجة عبر حاملات الدواء النانونية

أ. عبد العزيز آل رفده
الصيدلة - مدينة الملك سعود الطبية - السعودية

تشهد تقنية النانو في تصنيع الأدوية تصاعدًا في وتيرتها خلال السنوات الماضية وسط تسابق الشركات العالمية في تبنيها، وعمل أبحاثها اللازمة، للسعي في تطوير هذه العلاجات. في الثلاث سنوات الماضية وحدها تم تقديم أكثر من 633 ألف براءة اختراع من كبرى الشركات الرائدة في العالم، وذلك في سباق مع الزمن من أجل تبني أفكار الصناعة المرتبطة بتقنية النانو لمرحلة نضج المنتج وطرحه في الأسواق الدوائية.

لماذا كل هذا السباق المحموم من أجل تقنية النانو في إيصال الدواء؟

لأنه أكثر فعالية وأقل في الأعراض الجانبية وللقدرة المبهرة على استهداف مناطق الإصابة بدقة، مما يعني سُمِّية أقل. ومن ميزاته نقله للأدوية غير القابلة للذوبان إلى الدم من خلال تشكيل المادة على شاكلة الغرويات (Colloids)، وهي التي تجعل الدواء أكثر

استقرارًا مع إطلاقه في الجسم بشكل متحكم به، وهو أحد أهم مزايا أنظمة تقنية النانو.

بالإضافة للمادة الغروية في جسم تقنية النانو هناك فرع آخر، وهو استخدام تقنية النانو مضافًا لها عنصر الدهون (lipid nano particle) التي تحتوي على مركبات الفوسفوليبد (Phospholipid)، وتُعد طريقة ابتكارية تغلبت على ضَعف ذوبان الأدوية في المحلول المائي. حيث إنها تتشكل على شكل حلقة نانونية وتخفي الجزء من المركب الذي لا يذوب في الماء داخلها. فهي شكل كروي يضم طبقة دهنية في خارجه، ويتسم بالبساطة وقدرته على التجميع الذاتي، وحمل الدواء إلى داخل الخلية بكل سهولة، لوجود نسبة من الكوليسترول على الطبقة الخارجية منه.

وهناك نوع آخر من الأشكال وهو الليبوسومات (Liposmoses)، وهي مواد شحمية اكتشفت في الستينات وتطورت مع الزمن، وكان أول استخدام لها مع دواء الدوكسوروبسين (Doxorubicin) في عام 1996. حيث إن ارتباط الدواء بالليبوسوم أعطاه صفات جديدة وأقل سُمِّية على الكلى.

إن الجسم البشري يحمي نفسه من العوامل الخارجية ما أمكنه ذلك بطرق مختلفة، بحيث يعيق وصول أي مادة غريبة إليه عبر الحواجز الجهازية (Systemic) أو الحواجز البيئة أو الخلوية، وتختلف هذه الحواجز بين البشر، أي أن استجابة الشخص للدواء تختلف عن الآخر حسب المكون الجيني له، مما يجعلنا ننتقل إلى استخدام تقنية النانو فيما يُسمى بالطب العلاجي الدقيق (Precision Medicine)، الذي يهتم بصناعة دواء للمريض وفقًا لاستجابته العلاجية.

هل من عوائق في استخدام تقنية النانو لإيصال الأدوية؟

الإجابة هي نعم، أحد المعوقات الرئيسة بالإضافة لاختلاف الطبيعية البشرية بين الناس، هناك ما يُسمى بالحواجز البيولوجية (Biological Barriers)، والتي تجعل من الصعب توفر العلاج الحيوي وتوزيعه في الجسم، حيث توجد معوقات كيميائية وفيزيائية تُصعِّب وصول العلاج لهدفه النهائي.

تقنية النانو في صناعة اللقاحات

إن تحسين إيصال الدواء من خلال تقنية النانو وتعزيز فعاليتها مع الأجسام المناعية، يعود على تحالفها القوي مع المستضدات (Antigen)، وذلك في صناعة اللقاحات، فبسبب هذه العلاقة يمكن استخدام تقنيات النانو لحماية المستضدات من التكسر، والتدمير، وتحسين احتمالية استهدافها للخلايا المناعية، مع تقليل الآثار الجانبية غير المرغوبة في الأماكن غير المستهدفة.

تم التوسع في تقنيات النانو لصناعة اللقاحات ضد فايروس (SARS-COV-2) المسبب الرئيس لفايروس كورونا (COVID 19) مع العديد من التجارب السريرية الناجحة لشركات، مثل موديرنا وفايزر. إن تقنيات النانو الدهنية بالذات (Lipid-based Nanoparticles) هي الأكثر انتشارًا واستخدامًا في اللقاحات، لأنها تغلف الحمض النووي الريبوزومي وتحميه من الحواجز حتى يصل إلى داخل الخلية.

إن استخدام تقنية النانو في اللقاحات انعكست إيجابًا في الصناعة، لتبشر بصناعة واعدة مستقبلاً. تقدم تقنيات النانو مجموعة من الميزات القابلة للتعديل مثل (الحجم، والشكل، والشحن، وخصائص السطح، ومدى الاستجابة)، القادرة على تحسين إيصال الدواء بشكل أكثر تخصيصًا للمرضى. فعند معرفة معوقات نظام تقنيات النانو من الحواجز الحيوية والاختلافات البشرية سوف تستمر هذه الصناعة في التطور.

يمكن استخدام تقنيات النانو بشكل تآزري مع علاجات المرضى الدقيقة لمعرفة الاختلافات بين المرضى، مما سيمكن من زيادة فاعلية الأدوية والقدرة على خلق التأثير، مما سيسهم في التقدم السريري للأدوية الشخصية، ويؤدي إلى نمو هذا القطاع في الصناعة الدوائية مستقبلا.

تشير التقديرات بأن سوق التكنلوجيا الحيوية في صناعة النانو سوف تصل إلى 156.8 مليار دولار في العام 2028، بمعدل نمو سنوي يصل إلى 8.8% للفترة المتوقعة ما بين الأعوام 2023-2028.

دور الذكاء الاصطناعي
في تشخيص الأمراض القلبية

د. جليلة داودي
طب عام - جامعة باجي مختار عنابة - الجزائر

يُعد القلب العضو الأساسي في جسم الإنسان، وهو عضو عضلي يضخّ الدم في الجسم ويوزعه عبر الأوعية الدموية، ويزود الجسم بالأوكسجين والمغذيات، كما يساعد في إزالة مخلفات عمليات الاستقلاب. وتعتبر أمراض القلب من أكثر الأسباب المؤدية للوفاة حيث تتسبب في وفاة أكثر من سبعة ملايين شخص سنويًا حول العالم.

وخلال السنوات الأخيرة، تم التوصل إلى تحليل الأمراض القلبية والتنبؤ بتوقف القلب باستخدام الذكاء الاصطناعي، من خلال تحليل عينات الدم ومدى سرعة دقات القلب للأشخاص الذين يعانون اضطرابات في القلب، لإيجاد أي علامات تشير إلى توقف عضلة القلب. إضافةً إلى طرق أخرى مبتكرة بالذكاء الاصطناعي سنتحدث عنها في مقالنا هذا.

دراسات وأبحاث:

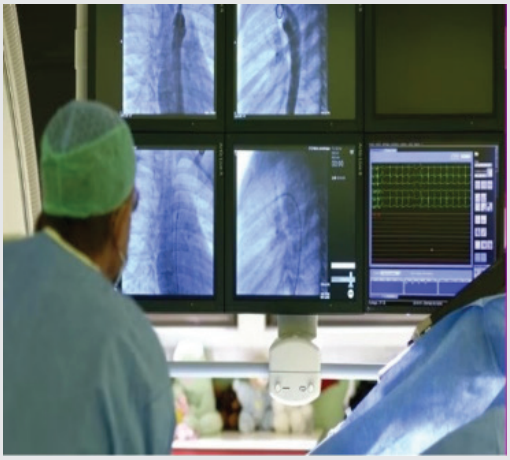
تطرق العديد من الباحثين لدراسة إمكانية التنبؤ بالإصابة بحالات مرضية قلبية، أو حتى التنبؤ بتوقف قلب المريض، في عدة بحوث صحية في كثير من الدول المتقدمة، مثل الولايات المتحدة الأمريكية، وبريطانيا، وحتى في الدول العربية من بينها السعودية التي تميزت هي الأخرى ببرنامج فريد في استخدام بيانات الذكاء الاصطناعي في طب أمراض القلب.

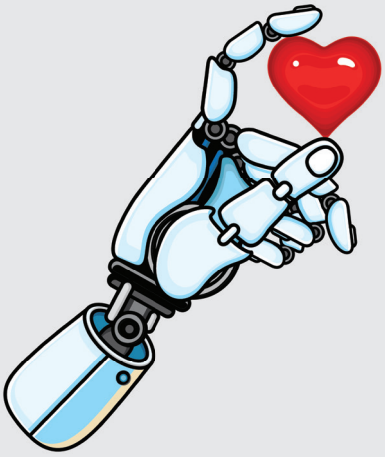
على سبيل المثال، قام باحثون من بريطانيا بدراسة على أشخاص يعانون اضطرابات في القلب وارتفاع ضغط الدم الرئوي، بتوظيف الذكاء الاصطناعي، وتحليل عينات الدم، وقياس سرعة دقات القلب لإيجاد أي علاماتٍ تشير إلى أن عضلة القلب ستتوقف. يُحدِث ارتفاع ضغط الدم في الرئتين أضرارًا في جزء من القلب، بالإضافة إلى أن ثلث المرضى يموتون خلال 5 سنوات من تشخيص إصابتهم بالمرض. وزود الباحثون برنامجًا للذكاء الاصطناعي بصور الرنين المغناطيسي لعدد 265 مريضًا بالقلب وبنتائج تحليلات دمهم، وأوضحوا أن البرنامج عمل على قياس حركة 30 ألف جزء في تركيبة القلب خلال كل نبضة. وأشاروا أن برنامج الذكاء الاصطناعي استطاع معرفة العيوب الصحية التي قد تُضاعف من الحالة المرضية وتُنهي حياة المريض، فضلاً عن التنبؤ بصحة المريض على مدار 5 سنوات بنسبة دقة تصل إلى 80%.

أما في أمريكا، قام باحثون لأول مرة بتجربة بحثية بطريقة عشوائية غير مرئية على مجموعتين من الأفراد لتطوير أداة قائمة على الذكاء الاصطناعي تقيس تراكم الترسبات في الشرايين التاجية بناءً على التصوير المقطعي المحوسب القياسي (CT). قاموا أيضًا بمطابقة النتائج مع الصور الملتقطة من اختبارين دقيقين للغاية في تقييم الشريان التاجي، وهما: الموجات فوق الصوتية داخل الأوعية الدموية، وتصوير الأوعية التاجية باستخدام القسطرة.

أخيرًا، اكتشف الباحثون، من خلال تجربة مطولة، أن القياسات المُجراه باستخدام خوارزمية الذكاء الاصطناعي وصور التصوير المقطعي المُحوسب للأوعية تنبأت بدقة بخطر الإصابة بنوبة قلبية في غضون 5 سنوات. علاوةً على ذلك، استخدموا الذكاء الاصطناعي لدمج معايير الصورة المُقاسة من تقنية التصوير المقطعي المحوسب القياسي لتحديد المرضى المعرضين لخطر الإصابة بانسداد الشريان التاجي، مما يسمح للأطباء بالتدخلات اللازمة التي يُمكن أن تمنع آلام الصدر والنوبات القلبية.

وفي دراسة فريدة من نوعها، قام بها فريق من بريطانيا عام 2022، لتحديد مخاطر أمراض القلب، ومخاطر الإصابة بجلطة دماغية في دقيقة واحدة بفحص بسيط للشبكية، استخدم الباحثون أداة الكوارتز لفحص 88.052 مشاركًا تتراوح أعمارهم بين 40 و69 عامًا،





وركزوا على وجه التحديد على عرض ومساحة الأوعية ودرجة انحناء الشرايين والأوردة الشبكية.

الهدف هنا كان تطوير نماذج للتنبؤ بالسكتات الدماغية، والنوبات القلبية، والوفيات الناجمة عن أمراض الدورة الدموية. استُخدمت هذه النماذج بعد ذلك على صور شبكية العين لعدد 7411 مشاركًا آخر، تتراوح أعمارهم بين 48 و92 سنة من دراسة Epic (التحقيق الأوروبي المرتقب في السرطان)؛ حيث راقبوا المعدلات الصحية للجميع لمدة تتراوح في المتوسط ما بين 7 سنوات إلى 9 سنوات.

تتمتع تقنية الكوارتز بإمكانية الوصول إلى التاريخ الصحي للمشاركين، كمعرفة إن كان المشارك مدخنًا أم لا، والأدوية المستخدمة لعلاج ارتفاع ضغط الدم، والنوبات القلبية السابقة.

استنتج الباحثون أنَّ بيانات شبكية العين التي حسبتها تقنية كوارتز ارتبطت بشكل كبير بأمراض القلب والأوعية الدموية والوفاة والسكتة الدماغية. يشبه الأداء التنبؤي للذكاء الاصطناعي أداء درجة المخاطر السريرية في فرامنغهام، وهي تقنية حساب مرجعية تسمح بتقدير مخاطر القلب والأوعية الدموية على مدى 10 سنوات.

أشارت دراسة حديثة إلى إمكانية الاستفادة من الأشعة السينية؛ للتنبؤ بأمراض القلب والأوعية الدموية للصدر تُسمى (CXR-CVD) باستخدام 147497 صورة شعاعية للصدر.

بالإضافة إلى ذلك، أجرى فريق البحث تجارب مستقلة في مجموعة منفصلة ثانية من المرضى الخارجيين الذين من المحتمل ألا يكون لديهم أي حالات قلبية وعائية عكسية سابقة، باستخدام نموذج الذكاء الاصطناعي. خلص الباحثون إلى أنه باستخدام صورة شعاعية نموذجية للصدر، فإن نموذج الذكاء الاصطناعي قادر على التنبؤ بخطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية لمدة 10 سنوات بكفاءة مماثلة، بل أعلى من المعيار الإكلينيكي المستخدم بقطاع الرعاية الصحية.

النظرة المستقبلية للذكاء الاصطناعي واستخدامه في تحليل الأمراض القلبية

يمكن لنموذج التعلّم العميق بالذكاء الاصطناعي أن يتنبأ بخطر الوفاة خلال 5-10 سنوات بسبب السكتة الدماغية أو النوبة القلبية باستخدام القسطرة، وأشعة صدر واحدة بالإضافة إلى بيانات شبكية العين أيضًا.

يستخدم الذكاء الاصطناعي أيضًا تقنية التعلم العميق والخوارزميات والبيانات في التشخيصات الطبية للاضطرابات الخطيرة والمهددة للحياة، ويقوم بأتمتة عملية التشخيص لتقليل عبء العمل على الأطباء وتطوير مجال الرعاية الصحية.

الجينات واللغة:
الأسس الجينية في استخدام اللغة

أ. مروة صقر
| طب أسنان - جامعة طنطا - مصر |

استخدام اللغة المنطوقة والمكتوبة هو قدرة بشرية ومميزة للجنس البشري، ولكن قد يتساءل الإنسان **ما هو الأساس البيولوجي لقدرتنا البشرية الفريدة على التحدث والقراءة والكتابة؟ وكيف نتميز بها عن باقي الفصائل والمخلوقات؟**

كشف الفريق الدولي - بقيادة علماء من معهد ماكس بلانك لعلم اللغة النفسي (Max Planck Institute of Psychiatry) ومعهد دوندرز (Donders Institute) في مدينة نيميغن بهولندا - عن الروابط الجينية مع مناطق الدماغ المتعلقة باللغة، حيث قاموا بعمل تحليل على مستوى الجينوم لخمس مهارات قائمة على القراءة واللغة في عدة آلاف من الأشخاص، للوصول لأقرب النتائج عن الأسس الجينية المتعلقة بتعلم الإنسان اللغة والقراءة.

ما أهمية هذه الدراسة وما الذي يميزها؟

يقول المؤلف الأول (Else Eising) من معهد ماكس بلانك لعلم اللغة النفسي (MPI) في نيميغن: "لقد عرفنا منذ سنوات عديدة أن الفروق الفردية في المهارات ذات الصلة يجب أن تتأثر بالتغيرات في جينوماتنا، وهذه هي المرة الأولى التي تُجمّع فيها مجموعات بيانات من عشرات الآلاف من المشاركين معًا للبحث بشكل موثوق في الكثير من متغيرات الحمض النووي".

تمثل الدراسة الناتج الأول لاتحاد (GenLang)، وهو شبكة دولية من كبار الباحثين المهتمين بعلم وراثة الكلام واللغة.

تمكن العلماء من جمع بيانات من 22 مجموعة مختلفة جُمعت من جميع أنحاء العالم. وعلى الرغم من أن معظم المشاركين كانوا من المتحدثين باللغة الإنجليزية، إلا أنه كان لدى البعض لغات أم أخرى (الهولندية والإسبانية والألمانية والفنلندية والفرنسية والهنغارية). كما تعد أحجام العينات الكبيرة - التي تصل إلى 34000 فرد لكل سِمَة - مناسبة للتحقيق في مساهمات عدة ملايين من متغيرات الحمض النووي الشائعة.

ما يميز هذه الدراسة أيضًا أن فريق العمل لم يقم بتكرار النتائج السابقة من دراسات أصغر بكثير، لربيهم في دقة بعض النتائج، فقد كان يُعتقد في يوم من الأيام أن تطور اللغة البشرية يتوقف على التغيرات الطارئة على جين واحد لاحتوائه على طفرات غير موجودة في الشمبانزي والرئيسيات الأخرى، كما أن اضطرابات هذا الجين (FOXP2) تسبب شكلًا نادرًا من ضعف الكلام واللغة، لكن هناك تحليل الآن يشير إلى أن هذا الجين لم يخضع لتغيرات في التاريخ البشري الحديث بعد كل هذا التطور، وأن الاكتشافات السابقة ربما كانت ببساطة إشارات غير دقيقة.

ما هي مهارات القراءة واللغة التي تناولتها الدراسة؟

قام الباحثون باختبار المشاركين على مجموعة من المهارات المختلفة المتعلقة بالقراءة واللغة، والتي تضمنت ثلاث من هذه المهارات: القراءة بصوت عالٍ للكلمات (Horse)، أو نطق الكلمات غير المنطوقة (Chove)، والتهجئة، وأخيرًا الوعي الصوتي أو القدرة على التمييز والتلاعب بأصوات الكلام في الكلمات، وتقييمها من خلال مطالبة الناس بحذف الأصوات، مثل نطق (Stop) بدون S، أو إظهار الاختلاف في (Paddington Bear - Baddington Pear).

أما عن الاختبار الخامس فكان محوره التكرار غير الكلامي، حيث يُطلب من الأشخاص تكرار كلمات متفاوتة الأطوال والتعقيد مثل (loddernapish)، ومهمة الاستماع، والذاكرة اللفظية قصيرة المدى، والتعبير.

كان الحمض النووي متاحًا أيضًا لجميع المجموعات، مما مكّن فريق (GenLang) من إجراء ما يُسمى بدراسة الارتباط على مستوى الجينوم (GWAS). استخدم الفريق تحليلات الارتباط الجيني للتحقق مما إذا كانت متغيرات الحمض النووي المتضمَنة في المهارات الخمس متداخلة مع بعضها البعض، ومع سمات التصوير المعرفي والدماغي الأخرى. إذا تمكنا من الكشف عن الأسس البيولوجية للمهارات التي ينطوي عليها التحدث والقراءة، فقد نتعلم المزيد عن كيفية تطور اللغة في جنسنا البشري، فضلاً عن فهم سبب وجود فروق فردية في هذه المهارات بشكلٍ أفضل، حتى في المجتمعات التي يتلقى فيها معظم الناس تعليمًا مماثلاً عالي الجودة لمحو الأمية وتعلم اللغة.

النتائج وعلاقتها بجينات الجنس البشري

أظهرت نتائج دراسة (GenLang) أن السمات الخمس المتعلقة بالقراءة واللغة ترتبط ارتباطًا وثيقًا على المستوى الجيني، مما يشير إلى وجود قواعد بيولوجية مشتركة بين جميع أفراد التجربة. وعلى الرغم من وجود دليل على التداخل الجيني مع القدرة المعرفية العامة (المهارات اللفظية وغير اللفظية)، إلا أنه كانت الارتباطات مع معدل الذكاء غير اللفظي منخفضة.

كما وجد الباحثون ارتباطًا جينيًا بالفروق الفردية في التشريح العصبي لمنطقة الدماغ المرتبطة باللغة (التلم الصدغي الأيسر العلوي (STS)). وتلعب منطقة المخ دورًا مهمًا -مع مناطق أخرى- في معالجة اللغة المنطوقة والمكتوبة، لكن هناك أيضًا ارتباط جيني بأجزاء من الحمض النووي تلعب دورًا تنظيميًا في دماغ الجنين.

هل الطبيعة وحدها كافية لتعليم هذه المهارات أم أن التنشئة لها رأيٌ آخر؟

وصل الباحثون لنتائج مبهرة لفهم الإسهامات الجينية الجزيئية في السمات البشرية المعقدة، مثل اللغة، لكن توصلوا إلى أن بيولوجية المهارات المتعلقة بالقراءة واللغة معقدة للغاية، ولتطوير هذه المهارات، يعد تعليم القراءة واللغة أمرًا ضروريًا يستدعي تداخل كلٍ من الطبيعة والتنشئة في تطوير اللغة. كما قد يسهم الحمض النووي القديم من أشباه البشر الأحفوريين في فرصة جديدة ومثيرة، لتحديد متى نشأت آليات إنتاج الكلام المشتقة وطريقة تطورها.

وأخيرًا، نأمل في المستقبل أن يواصل العلماء هذه الجهود بمجموعات بيانات غنية بالمعلومات الجينية تغطي نطاقًا أوسع، لتوضيح تطور مهارات القراءة واللغة بشكل أسرع وأسهل في مجموعات كبيرة من الأفراد، لمزيد من التطور للجنس البشري كاملاً.

أشرف على إعداد الملف

أ.د رجاء فاخوري

أ.د. عبدالله العنقري

الملف

- **التكنولوجيا الحيوية** كيف تغير حياتنا؟
- **التقنية الحيوية** في تشخيص وعلاج أمراض الحساسية
- **الوراثة والجينات** وأثرها في سرطان الثدي
- **المختبرات الطبية:** دور حيوي في تشخيص الأمراض وعلاجها
- **تقنية "كريسبر"** طفرة ثورية في الهندسة الوراثية
- **أسس التقنية الحيوية** وتطبيقاتها في مجال تصنيع الأغذية
- **الثورة في مكافحة العدوى**
- **النانو وعلم الأعصاب**
- **التدرن الرئوي:** كورونا يعيد تنشيط السل الرئوي القاتل
- **المُحليات الصناعية** والتسمم الجيني
- **الجراحة الروبوتية:** ثورة في عالم التكنولوجيا والطب
- **التقنية الحيوية:** طرق جديدة في صناعة الأدوية والمستحضرات الصيدلانية
- **الحل الأخير** لعلاج مضاعفات سوء استخدام المضادات الحيوية
- **الذكاء الاصطناعي** في التكنولوجيا الحيوية- التطورات والتطبيقات والآثار

التكنولوجيا الحيوية
كيف تغير حياتنا؟

أ.د. محمد الزغيبي
علم وظائف الأعضاء - جامعة الملك سعود - السعودية

التقنية الحيوية هي استخدام الأنظمة البيولوجية الجزيئية والدقيقة الموجودة في الكائنات الحية، أو استخدام الكائنات الحية نفسها؛ لإحداث تقدم تكنولوجي وتكييف تلك التقنيات للاستفادة منها في مختلف المجالات.

تقوم التقنية الحيوية (التكنولوجيا الحيوية) بدور مهم وفعّال في حياتنا. حيث توفر فرصًا هائلة لاكتشاف المزيد من المعرفة التي تفيد البشرية، من خلال تطوير جودة الغذاء والدواء وتوفيرهما وتقليل الآثار البيئية السيئة وتحسين مستوى الصحة العامة. شجّعت الفرص التي تتيحها التقنية الحيوية العديد من الحكومات على مستوى العالم على الاستثمار في أبحاث العلوم الحيوية. وقد أدركت المملكة العربية السعودية أن التقنية الحيوية تُعد واحدة من التقنيات الاستراتيجية التي يجب تطويرها، وضمّنتها في خطتها الوطنية لتطوير العلوم والتكنولوجيا.

فما هو مفهوم التقنية الحيوية؟ وما هي مجالاتها والأمثلة التطبيقية لها في حياتنا اليومية؟

التقنية الحيوية هي استخدام الأنظمة البيولوجية الجزيئية والدقيقة الموجودة في الكائنات الحية، أو استخدام الكائنات الحية نفسها؛ لإحداث تقدم تكنولوجي، وتكييف تلك التقنيات للاستفادة منها في مختلف المجالات. تشمل هذه التطبيقات مجالات متعددة من الممارسة الزراعية إلى القطاع الطبي. كما تهدف إلى تطوير منتجات وطرق وكائنات جديدة لتحسين صحة الإنسان والمجتمع. حيث تسخر العمليات الخلوية والجزيئية الحيوية لتطوير التقنيات والمنتجات التي تساعد على تحسين حياة الإنسان. ويُستخدم في مجالات مختلفة، مثل: علم العقاقير، والعلاج الجيني، وهندسة الأنسجة، وما إلى ذلك. حيث يمكن القول بأن هذا المجال هو دراسة علمية تطبيقية تربط العلوم الحيوية بالجوانب التكنولوجية. استخدمت العمليات البيولوجية للكائنات الدقيقة منذ زمن طويل لصنع منتجات غذائية مفيدة، مثل: الخبز، والجبن، والحفاظ على منتجات الألبان، وغيرها.

هناك مجالات عديدة للتقنية الحيوية؛ وتشمل التقنية الحيوية الطبية، والزراعية، والصناعية، والبيئية. ونسلط الضوء في هذا المقال على التقنية الحيوية الطبية، التي تستخدم الخلايا الحية والمواد الخلوية؛ لإيجاد العلاجات المناسبة للعديد من الأمراض والوقاية منها، عن طريق ما يُسمى بالهندسة الوراثية والعمليات الجزيئية الحيوية. كما يتضمن ذلك دراسة البكتيريا والخلايا النباتية والحيوانية، لفهم الطرق التي تعمل بها. والتركيز بشكل كبير على دراسة الحمض النووي (DNA)؛ للتعرف على كيفية التغير في التركيب الجيني للخلايا، لزيادة إنتاج بعض الخصائص الجينية التي قد يجدها العلماء مفيدة، مثل: هرمون الأنسولين، وتطوير العقاقير، وعلاجات مختلفة وعديدة في هذا المجال.

> اللقاحات عبارة عن مواد كيميائية تحفز جهاز المناعة في الجسم؛ لمحاربة مسببات الأمراض بشكل أفضل عندما تهاجم الجسم.

> تساعد التقنية الحيوية في المجال الزراعي من خلال تطوير نباتات معدلة وراثيًا؛ لزيادة غلة المحاصيل، أو إدخال خصائص لتلك النباتات التي توفر لها ميزة بحيث تنمو في المناطق التي تضع نوعًا من عامل الإجهاد على النبات، مثل الطقس والآفات.

تقوم التقنية الحيوية باستخدام طريقتين مخبريتين:

- **الأولى: الاستنساخ الجيني (Gene cloning)**، وترتكز على أربعة مبادئ حيوية جزيئية (صورة 1)، وهي:

1) عزل الحمض النووي (isolation) من الكائن المتبرع.
2) تجزئة الحمض النووي (fragmentation) باستخدام نوكليازات التقييد.
3) ربط جزء الحمض النووي (ligation) المطلوب في المتجه (vector).
4) نقل الحمض النووي (transformation) المؤتلف (Recombinant DNA) إلى المضيف.

تهدف التقنية الحيوية إلى تطوير منتجات وطرق وكائنات جديدة لتحسين صحة الإنسان والمجتمع. حيث تسخر العمليات الخلوية والجزيئية الحيوية لتطوير التقنيات والمنتجات التي تساعد على تحسين حياة الإنسان.

الأمثلة على التقنيات الحيوية في المجال الطبي:

إن من أبرز الأمثلة على نتائج التقنيات الحيوية الطبية هي اللقاحات والمضادات الحيوية المختلفة. فأما اللقاحات فهي عبارة عن مواد كيميائية تحفز جهاز المناعة في الجسم؛ لمحاربة مسببات الأمراض بشكل أفضل عندما تهاجم الجسم. ويتم ذلك عن طريق إدخال نسخ (ضعيفة) من العوامل المسببة للمرض (الميكروبات) في مجرى الدم، مما يسبب رد فعل الجسم كما لو كان يتعرض لهجوم من النسخة الفعلية من المرض. ومن ثم يكافح الجسم مسببات الأمراض الضعيفة، من خلال إنتاج مضادات حيوية، وتحتفظ بعض الخلايا (الخلايا البائية) ببعض تلك المضادات (تتذكر) للمرض وتخزن المعلومات، للدفاع عن الجسم في حال تعرض للمسببات الفعلية نفسها في المستقبل. حيث يتعرف عليها الجسم على الفور فيشكل دفاعًا سريعًا ضدها.

أما في جانب المضادات الحيوية وإنتاجها، فقد تم قطع أشواط كبيرة في تطوير المضادات الحيوية التي تكافح مسببات الأمراض للإنسان. حيث يُزرع العديد من النباتات، وتتم هندستها وراثيًا لإنتاج الأجسام المضادة. وهذه الطريقة أكثر فعالية من حيث التكلفة من استخدام الخلايا، أو استخراج هذه الأجسام المضادة من الحيوانات، حيث يمكن للنباتات إنتاج الأجسام المضادة بكميات كبيرة.

ومما يجدر ذكره أيضًا الدور الهام الذي تلعبه التقنية الحيوية في المجال الزراعي، وذلك من خلال تطوير نباتات معدلة وراثيًا؛ لزيادة غلة المحاصيل، أو إدخال خصائص لتلك النباتات التي توفر لها ميزة بحيث

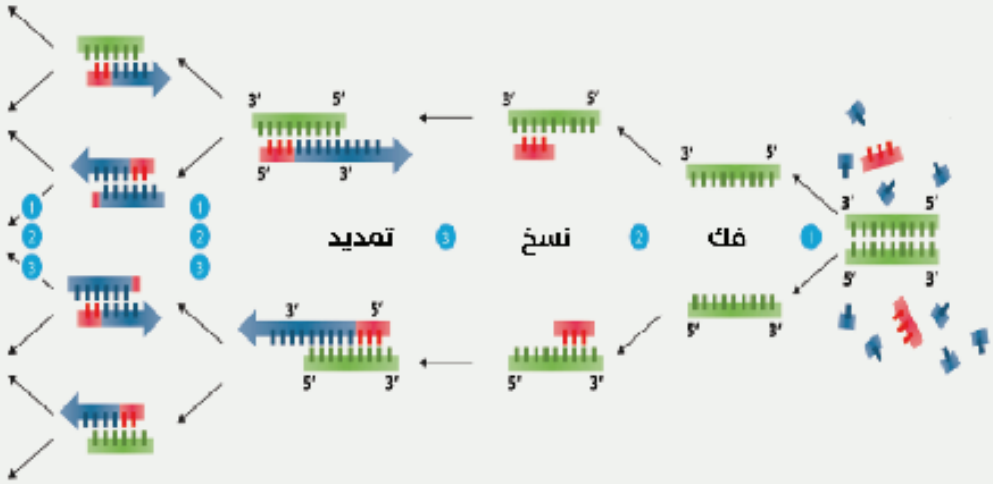
(صورة 1) خطوات الاستنساخ الجيني (Gene cloning)

• **الثانية: تفاعل البلمرة المتسلسل (Polymerase Chain Reaction)** (صورة 2)، وتعتمد على ثلاث خطوات بسيطة مطلوبة لأي تفاعل لتخليق الحمض النووي، وهي:

1) فك الحمض النووي (DNA).

2) نسخ الحمض النووي (DNA).

3) تمديد خيوط (DNA) إلى خيوط مفردة جديدة من البادئات.



(صورة 2) تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR)

تنمو في المناطق التي تضع نوعًا من عامل الإجهاد على النبات، مثل الطقس والآفات. ففي بعض الحالات، يقوم العلماء بتحديد خاصية ما، وإيجاد الجين الذي يسببها، ثم وضع هذا الجين داخل نبات آخر بحيث يكتسب تلك الخاصية المرغوبة، مما يجعله أكثر ديمومة أو ينتج غلات أكبر مما كان عليه في السابق. ومن الأمثلة على ذلك انتقال جينات الفطريات (Bacillus thuringiensis) إلى المحاصيل. حيث إن الفطر ينتج بروتين (Bt)، وهو فعّال للغاية ضد الآفات مثل حفار الذرة الأوروبي. وهذه هي الخاصية التي يرغب العلماء في أن تمتلكها النباتات. لهذا السبب، حددوا الجين الذي يسبب بروتين (Bt) في الفطريات وتم نقله إلى الذرة بواسطة الهندسة الوراثية. فأصبح نبات الذرة يُنتج سُمّ البروتين بشكل طبيعي، مما يقلل من تكلفة الإنتاج من خلال التخلص من تكلفة نثر المبيدات على المحصول.

كما تُستخدم التقنية الحيوية لأغراض صناعية أيضًا، وتتضمن استخدام الخلايا مثل الكائنات الحية الدقيقة، أو مكونات الخلايا مثل الإنزيمات؛ لتوليد منتجات في قطاعات مفيدة صناعيًا، مثل الأغذية، والأعلاف، والمواد الكيميائية، والمنظفات، والورق، والمنسوجات، والوقود الحيوي، والغاز الحيوي. ويُسهم ذلك في خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من خلال استخدام المواد الخام المتجددة؛ لإنتاج مجموعة متنوعة من المواد الكيميائية، والوقود، والابتعاد عن الاقتصاد القائم على البتروكيماويات. ومن الأمثلة على دور التقنية الحيوية في الصناعة تطوير المحفزات الحيوية، مثل الإنزيمات لتجميع المواد الكيميائية. والإنزيمات عبارة عن بروتينات تُنتجها جميع الكائنات الحية. يمكن تصنيع الإنزيم المطلوب بكميات تجارية باستخدام التقنية الحيوية. وكذلك تخمير سكر المحصول إلى حامض، حيث يمكن استخدامه بعد ذلك كوسيط لإنتاج مواد وسيطة كيميائية أخرى لمختلف المنتجات.

كما تدخل التقنية الحيوية في علم البيئة والمحافظة عليها، حيث تُستخدم في معالجة النفايات ومنع التلوث، فيمكنها تنظيف العديد من النفايات بكفاءة أكبر مقارنة بالطرق التقليدية

يقوم مهندسو البيئة بإضافة بكتيريا جديدة إلى التربة لتساعدها في هضم النفايات في الموقع مباشرة، وتحويلها إلى منتجات ثانوية غير ضارة. وبعد استهلاك النفايات، تموت البكتيريا أو تعود إلى مستوياتها الطبيعية في البيئة.

www.alfaisalsci.com

وتقليل اعتمادنا عليها. ويتضح ذلك في اعتماد بعض البكتيريا في غذائها على المكونات الكيميائية لمخلفات المنتجات. وبالتالي يقوم مهندسو البيئة بإدخال العناصر الغذائية لتحفيز نشاط البكتيريا الموجودة بالفعل في التربة في موقع النفايات، أو إضافة بكتيريا جديدة إلى التربة لتساعدها في هضم النفايات في الموقع مباشرة، وتحويلها إلى منتجات ثانوية غير ضارة. وبعد استهلاك النفايات، تموت البكتيريا أو تعود إلى مستوياتها الطبيعية في البيئة. وهناك حالات تكون فيها المنتجات الثانوية للكائنات الدقيقة المقاومة للتلوث مفيدة في حد ذاتها.

وبهذا يتضح لنا أن التقنية الحيوية تتعامل باستخدام الخلايا الحية في المجالات الطبية، والصناعية، والبيئية، والصيدلانية، والزراعية. وعلاوة على ذلك، فهو مجال متعدد التخصصات يوفر لجيل اليوم فرصًا لاستكشاف آفاق جديدة في مجال العلوم والتكنولوجيا سواء الطبية منها أو غيرها. ولذلك عمدت الحكومة السعودية إلى إنشاء مراكز تميز بحثية في الجامعات السعودية، تدعم أبحاث التقنية الحيوية في شتى مجالاتها، وتوفر منحًا بحثية وأخرى دراسية في هذا المجال المتجدد.

تُستخدم التقنية الحيوية لأغراض صناعية، حيث يمكن تصنيع الإنزيم المطلوب بكميات تجارية باستخدام التقنية الحيوية. وكذلك تخمير سكر المحصول إلى حامض، والذي يمكن استخدامه بعد ذلك كوسيط لإنتاج مواد وسيطة كيميائية أخرى لمختلف المنتجات.

تقوم التقنية الحيوية (التكنولوجيا الحيوية) بدور مهم وفعّال في حياتنا، من خلال تطوير جودة الغذاء والدواء وتوفيرهما وتقليل الآثار البيئية السيئة وتحسين مستوى الصحة العامة.

التقنية الحيوية
في تشخيص وعلاج أمراض الحساسية

أ.د. عبدالله العنقري
طب أطفال - جامعة الملك سعود - السعودية

الحساسية هي تفاعل مناعي غير طبيعي لمواد موجودة في البيئة تسمى المحسسات. تشمل هذه المحسسات بروتينات تنتج من كائنات داخل المباني؛ مثل: عث الغبار والصراصير والقطط وبعض الفطريات، وكذلك من خارج المباني كحبوب اللقاح لنباتات مختلفة. تؤدي المحسسات إلى إثارة أعراض الحساسية؛ كحساسية الأنف والربو والإكزيما وحساسية الطعام والأدوية وغيرها، وتتراوح أعراضها ما بين الخفيفة إلى الشديدة جدًا التي قد تهدد حياة الإنسان.

خلال النصف الثاني من القرن العشرين زادت نسبة أمراض الحساسية في العالم أضعافًا لأسباب متعددة، بعضها معروف والآخر لا يزال مجهولًا، ولا يتسع المجال هنا للخوض فيها. تبلغ نسبة الإصابة بأحد أمراض الحساسية في المجتمعات المختلفة في المتوسط حوالي25% وتختلف من مجتمع لآخر. تلعب خلايا جهاز المناعة (ومنها كريات الدم البيضاء) الدور الأكبر في حدوث أعراض المناعة، حيث تقوم خلايا متخصصة منها تسمى الخلايا اللمفاوية البائية (B-Lymphocytes) بإنتاج نوع خاص من الأجسام المضادة يسمى (IgE)، فيؤدي هذا النوع من الأجسام المضادة دورًا مهمًا في تنشيط خلايا الماست (Mast Cells)، التي بدورها تنتج مادة الهيستامين ومواد أخرى تُهيج أعراض الحساسية .

•الطرق التلقيدية في علاج وتشخيص أمراض الحساسية :

بعد أخذ التاريخ المرضي وإجراء الفحص الطبي وهما الركيزة الأساسية في تشخيص جميع الأمراض، يمكن إجراء اختبارات لمريض الحساسية للتأكد من مسببات الحساسية لديه، وأهم هذه الاختبارات:

1)اختبار وخزات الجلد: يتم وخز سطح الجلد في نقاط متعددة بعد وضع قطرات من المواد المحسسة عليها، وتُنتظر النتيجة في حدود 15-20 دقيقة.

2)تحليل الدم: للكشف عن وجود جزيئات (IgE) الخاصة بعدة محسسات، ومعرفة تركيزها في الدم، حيث إن هذه الأجسام المضادة كغيرها تستطيع التمييز بين جزيئات بروتينية مختلفة.

3)تحليل دم يعتمد على إثارة خلايا منتجة للهيستامين: يتم باستخدام محسسات مختلفة، ومن ثم مراقبة مؤشرات إثارة هذه الخلايا في حالة وجود حساسية عند المريض من المحسس. تسمى هذه الخلايا بخلايا البازوفيل.

وهذه التحاليل هي المعتمد عليها غالبًا حتى الآن في الكشف عن المواد التي يتحسس منها المريض، ولكن **يشوب هذه الاختبارات عدة عيوب**، وهي:

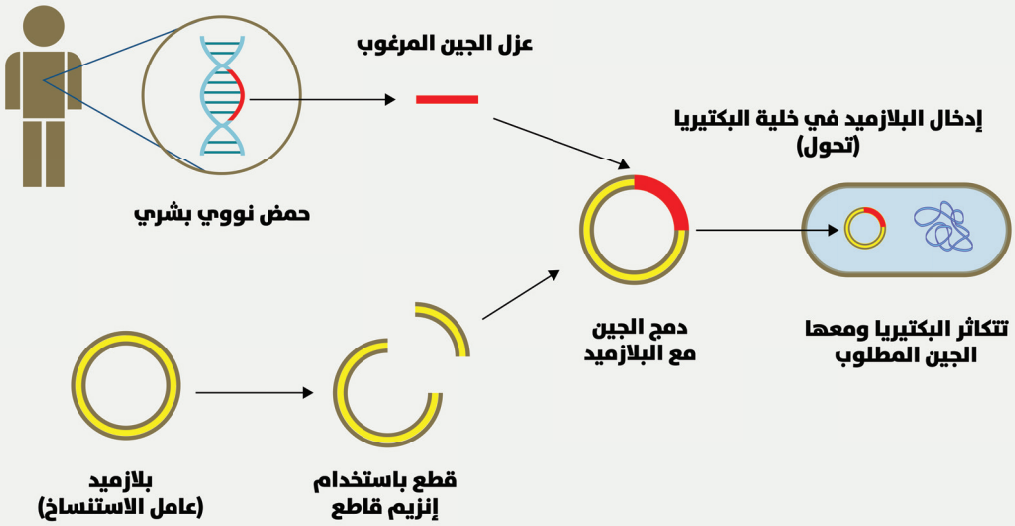
1)تعتمد في عملها أو إنتاجها على مستخلص غير نقي من مصدر التحسس (كعث الغبار، أو إفرازات القطط، أو حبوب لقاح معينة، أو طعام معين)، وهذا قد يؤدي إلى احتوائها على شوائب من مواد أخرى قد تعطي نتائج مغلوطة.

2)عدم استقرار المستخلص كيميائيًا لاحتوائه على إنزيمات تُكسّر المادة المحسسة المراد اختبارها.

3)تعذر معرفة البروتين المحدد الذي يتحسس منه المريض لوجود عدة بروتينات من مصدر المادة المسببة للحساسية.

أما فيما يتعلق بالعلاج فإن من أوائل الطرق لعلاج أمراض الحساسية التي تستخدم حتى الآن العلاج المناعي، حيث يتم إعطاء المريض جرعات متزايدة من المادة المحسسة له التي لها علاقة بالأعراض التي يعاني منها حتى الوصول للجرعة النهائية، يستمر العلاج لمدة 3-5 سنوات. يهدف هذا النوع من العلاج لإحداث حالة من التبلد للجهاز المناعي للمريض تجاه المادة المحسسة، وبالتالي تحسن في الأعراض. قد يعطى العلاج باستخدام حقن تحت الجلد أو نقط تحت اللسان ولكل نوع مميزاته وعيوبه، ولكن لأن هذا العلاج يعتمد أيضًا على مستخلص غير نقي فإن هناك عدم دقة في معرفة تركيز المادة الفعالة، وكذلك تستخدم وحدات مختلفة لهذا العلاج من قبل مصنعين مختلفين لعدم الاتفاق على طريقة موحدة لقياس المادة الفعالة، مما أدى إلى صعوبة إجراء دراسات سريرية دقيقة للتأكد من فعالية هذا النوع من العلاج.

تقنية تصنيع الحمض النووي المؤتلف



•دور التقنية الحيوية الحديثة في تطوير طرق تشخيص وعلاج الحساسية:

-إنتاج البروتينات المؤتلفة للمحسسات (Recombinant allergens):

حيث يتم تصنيع الحمض النووي المكمل (cDNA) من كل من الأحماض النووية المراسلة (mRNA) المستخلصة من المصدر المحسس (حبوب لقاح أو طعام معين مثلا)، ثم يتم إنتاج البروتينات المحسسة كل على حدة عن طريق إدخال (cDNA) في بكتيريا معينة تقوم بإنتاج البروتين عند تكاثرها، ومن ثم يتم التعرف على ماهية البروتين أو مجموعة البروتينات التي لدى المريض حساسية منها عن طريق مزجها بدم المريض بطريقة معينة في المختبر، حيث تقوم جزيئات (IgE) من المريض بالتعرف على البروتينات المحسسة.

-شرائح مايكروآرّي (Microarray Chips):

يمكن استخدام البروتينات المؤتلفة في شرائح زجاجية خاصة تحتوي على مئات من البروتينات، وبعد إضافة عينة بسيطة من دم المريض للشريحة يتم الكشف عن المواد التي يمكن أن يتحسس منها المريض والتي ترتبط بها جزيئات (IgE) الموجودة في عينة الدم. وتتميز هذه الطريقة بأنه يتم من خلالها الكشف عن العديد من المحسسات المحتملة، بالإضافة إلى أنها لا تستخدم إلا كمية قليلة من الدم، وكذلك فإن دقتها مقاربة للطرق التقليدية، وتكلفتها بالنسبة لما تحويه من مواد يتم الكشف عنها ليست بالكبيرة. وباستخدام هذه الطريقة فإنه بدلا من أن يتم التعرف على الفول السوداني كمادة محسسة بشكل عام مثلا، يتم التعرف على أي من البروتينات التي يحتويها الفول السوداني هي سبب التحسس. ويفيد هذا الأمر في التنبؤ بالمواد الأخرى المشتركة التي يمكن أن يتحسس منها المريض، وكذلك التنبؤ باحتمالية الإصابة بالحساسية المفرطة من الفول السوداني على سبيل المثال.

•التقنية الحيوية في علاج الحساسية من محسسات معينة:

أسهمت التقنية الحيوية الحديثة في إنتاج لقاحات للمواد المحسسة تستخدم بنفس طريقة العلاج المناعي السابق ذكرها لإيقاف أو إضعاف تفاعل الجهاز المناعي ضد المادة المحسسة، وأهم هذه الطرق ما يلي:

1)إنتاج بروتينات قصيرة ونقية جدًا من الجزء المحسس في البروتين باستخدام تقنية الحمض النووي المؤتلف (Recombinant DNA Technology)، ولاحتمال حدوث تفاعل مناعي شديد (حساسية مفرطة) لهذا المنتج بسبب نقاوته، فإنه يعمد إلى إحداث طفرات جينية فيه لتقليل درجة تفاعل الجهاز المناعي التحسسي مع الحفاظ على فعالية اللقاح العلاجي.

2)إنتاج سلاسل أحماض أمينية تحوي نسخ متكررة من الجزء المسبب للحساسية في البروتين، أو نسخ من أجزاء من محسسات مختلفة. ويهدف هذا إلى تقليل احتمال تفاعل الجهاز المناعي مع اللقاح، حيث ثبت بالدراسات فعالية هذه الطريقة، وأنها آمنة بشكل عام.

3)ربط البروتين المحسس بسلسلة نيوكليوتيدات تتكون من سلسلة متعددة من القواعد النيتروجينية CG وتسمى (CpG motifs)، وتسبب هذه الطريقة تغيرًا في أسلوب تفاعل الجهاز المناعي مع المحسس المسبب لالتهاب الحساسية، ومن إنتاج (IgE) إلى إنتاج (IgG)، وبهذا يتم إيقاف التفاعل التحسسي للمادة المسؤولة. وقد أجريت عدة دراسات على هذه الطريقة أوضحت أن لها فعالية جيدة.

4)إنتاج لقاحات تعتمد على الحمض النووي (DNA) حيث يقوم اللقاح بالولوج في الخلايا، ومن ثم تقوم الخلايا باستخدام سلسلة (DNA) من اللقاح في إنتاج البروتين المحسس بما فيه من تغيرات محدثة، ويقوم بنفس عمل البروتينات القصيرة النقية المشار إليها سلفًا إلا أنه يعطي كجرعات محددة قليلة، ويستمر تأثيرها لفترة طويلة نظرًا لقيام خلايا المريض بتصنيع اللقاح من الداخل.

ويجدر التنبيه إلى أن الطرق الحديثة المشار إليها سلفًا ما زالت تحت التجربة والدراسات السريرية للتأكد من سلامتها، وقد نرى بعضها يستخدم قريبًا. والمستقبل مليء بإذن الله بتقنيات وطرق جديدة تتيح للمريض الاستفادة من علاجات فعّالة وآمنة لعلاج أمراض الحساسية المختلفة.

يمكن علاج الحساسية بالعلاج المناعي، حيث يتم إعطاء المريض جرعات متزايدة من المادة المحسسة له حتى الوصول للجرعة النهائية، يهدف هذا النوع من العلاج لإحداث حالة من التبلد للجهاز المناعي للمريض تجاه المادة المحسسة، وبالتالي تحسن في الأعراض.

الوراثة والجينات
وأثرها في سرطان الثدي

أ.د.يوسف هوساوي
الجزيئيات الطبية والوراثة - مستشفى الملك فيصل التخصصي - السعودية

يتكون جسم الإنسان من الخلايا التي تُعد أساس تكوين الجسم وبناء الأنسجة. ويحتوي جسم الإنسان البالغ على ما يقارب 37 ترليون خلية بمختلف الأشكال والأحجام والأنواع. يستهلك جسم الإنسان ما يقارب من 125 مليون خلية في الثانية ويعوض هذه الخلايا باستمرار.

تنقسم الخلايا بشكل دقيق ومنظم لإصلاح الأنسجة التالفة من خلال منظمات في منتهى الدقة تنظم عملية إنقسام كل خلية حية. في كل خلية توجد نواة هي مركز التحكم، وفي داخل النواة توجد الجينات التي تحدد الصفات الوراثية، وتكون مسؤولة عن كل ما يحدث في الخلية من دخول وخروج المواد، أو إنقسام الخلية. هذه المورِثات مشفرة داخل الحمض النووي الذي يتكون من قواعد نيتروجينية يبلغ طولها مترين تقريبًا، وعند حدوث أي خلل في الجينات المنتظمة تتأثر كل العمليات الخلوية مما يسبب نشوء عمليات غير طبيعية للخلية. وينتج عنه نشوء كثير من الأمراض ومنها السرطان. فالسرطان هو طفرة جينية يتبعها تغير فيسولوجي في الخلايا يجعلها تعمل خارج نطاق السيطرة، بحيث تتطور وتنقسم عشوائيا دون رقابة، مما يؤدي إلى تكاثرها بشكل غير طبيعي. ونتيجة لتغير الشفرات الجينية في الخلايا تتكاثر الخلايا دون انتظام وتوقف، وأيضا تقاوم جهاز المناعة، ولا تموت هذه الخلايا.

سرطان الثدي

عبارة عن تكاثر وتجمع للخلايا السرطانية في منطقة الثدي ثم إلى الجهاز اللمفاوي. غالبا ما تنمو هذه الأورام في الثدي ببطء شديد قد تزيد في بعض الأحيان عن 10 أعوام. وهذا يؤدي إلى صعوبة اكتشافها في وقت مبكر مما يزيد انتشار الخلايا السرطانية.

يعود تاريخ السرطان إلى آلاف السنوات قبل الميلاد. وسرطان الثدي هو النوع الوحيد منها الذي وصف في الوثائق القديمة، وذلك لأن تشريح الجثث في ذلك العهد كان نادرًا.

اكتُشف أقدم وصف لسرطان الثدي في مصر عام 1600 قبل الميلاد. إذ تطرقت بُردِية إدوين سميث (Edwin Smith Papyrus) لوجود 8 حالات من

> عند حدوث أي خلل في الجينات المنتظمة تتأثر كل العمليات الخلوية مما يسبب عمليات غير طبيعية للخلية. وينتج عنه نشوء كثير من الأمراض ومنها السرطان.

الأورام أو التقرحات للثدي التي تم علاجها بواسطة الكي. ويقول أيضا "هذا المرض لا يوجد له علاج". أما في القرن 17 فكان يعتقد أن سبب سرطان الثدي هو خلل في الهرمونات الأساسية التي تسيطر على الجسم. وفي القرن 18 اقترحت مجموعة واسعة من الأطباء أسبابًا، منها إنعدام أو زيادة النشاط الجنسي، الإصابات البدنية للثدي، توقف حليب الثدي، والإنسداد الليمفاوي. حتى جاء الجراح الأسكتلندي جون رودمان (John Rodman) في القرن 19 وقال "الخوف من مرض السرطان غالبا ما يؤدي إلى السرطان". على الرغم من أن سرطان الثدي عُرِف منذ العصور القديمة إلا أنه كان غير مألوف حتى القرن 19.

أُجريت أول عملية استئصال للثدي المصاب بالسرطان عام 1548 قبل الميلاد، كما ظهرت صلة وثيقة بين سرطان الثدي والغدد الليمفاوية في الإبط. وكان الجراح الفرنسي جان لوي (Jean-Louis Petit 1674-1750) ، ويليه الجراح الأسكتلندي بيل بنيامين (Benjamin Bell 1749-1806) أول من قام بإزالة العقد اللمفاوية من نسيج الثدي. في أمريكا استمرت عمليات استئصال الثدي جذريًا على مستوى الرعاية الصحية لمكافحة السرطان حتى السبعينات (1970-1980). أما أوروبا فقد اعتمدت على العلاج الإشعاعي. وُضِعت أنظمة التدريج في علاج سرطان الثدي خلال (1920-1930)، وفي آواخر 1970 ظهر فهم جديد للسرطان على أنه ورم خبيث يُعرف "بالمرض الشامل"، فضلا عن كونه مرضًا محليًا، وقد وُضِعت إجراءات أكثر تنظيمًا أثبتت فعاليتها على حد سواء. ثم ظهر بعد ذلك العلاج الكيميائي بعد الحرب العالمية الثانية.

www.alfaisalsci.com

تنمو الأورام في الثدي ببطء شديد قد تزيد في بعض الأحيان عن 10 أعوام، وهذا يؤدي إلى صعوبة اكتشافها في وقت مبكر، مما يزيد من انتشار الخلايا السرطانية.

سرطان الثدي هو المرض الأكثر انتشارًا بين النساء. يوجد أكثر من 14%(458400) حالة وفاة بسبب سرطان الثدي، تم تشخيص مايقارب 2،261،419 مليون حالة إصابة بسرطان الثدي في جميع أنحاء العالم أي بنسبة 23% في عام 2022. لذا يُعد لدى النساء ثاني أكبر سبب للوفيات من حالات السرطان.

العوامل التي تزيد من الإصابة بسرطان الثدي:

ينتشر سرطان الثدي بسبب عوامل رئيسة أو عوامل ثانوية تجعل بعض النساء أكثر عرضة للإصابة به، فمنها:

- **العمر:** تزيد نسبة الإصابة مع تقدم السن خاصة بعد الخمسين.
- **الجنس:** تزيد فرص الإصابة عند النساء أكثر من الرجال.
- **العوامل الوراثية:** تزيد نسبة الإصابة في حال وجود تاريخ عائلي للإصابة بسرطان الثدي أو المبيض.
- **الإصابة المسبقة:** إذا تعرضت المرأة للإصابة به زادت نسبة تعرضها للإصابة في الثدي نفسه أو الثدي الآخر.

المحتوى الوراثي

إن تطور العلم والتقنية فتح آفاقًا جديدة لدراسة المحتوى الوراثي فوق الجيني لكثير من الأنسجة البشرية السليمة والمصابة، ومنذ نشأة علم الحمض النووي في بداية 1960 ثم تطور عملية تفاعل البلمرة المتسلسل على يد العالم كاري ماليس (Kary Mullis) عام 1985 بدأت الثورة العلمية لاكتشاف السرطان وعلاجه. ومن هنا كانت بداية انطلاق علم الجينوم.

ففي عام 1971 وضع العالمان كولينز وباركر (Francis Collins & Anna Barker) اللبنة الأولى لمشروع الجينوم البشري وقالا "إن تحديد الجينات المسببة للسرطان سوف يساعد على إيجاد سبل جديدة عبر المجال المعقد للسرطانات البشرية". ففي عام 1981 اكتشف العلماء وجود طفرات جينة بشرية تنشط الورم السرطاني وتُسمى أنكوجينة (Oncoproteomics)، فالسبب الأولي للإصابة بالسرطان هو حدوث طفرات في جينات معينة. في عام 1986 قال العالم ريناتو دولبيكو (Renato Dulbecco) "أن العالم الآن على منعطف في هذا المجال" كناية على مشروع الجينوم البشري. في عام 1990 بدأ المشروع فعليًا، ومن ثم عكف العلماء على فك الشفرات الجينية المسببة للسرطان مما أدى إلى نقلة نوعية غير مسبوقة في الكشف على السرطان. ونظرًا لأهمية المشروع، فقد انضمت بعض الدول العربية إليه وفي مقدمتها المملكة العربية السعودية ضمن المشروع السعودي للجينوم البشري الذي تشرف عليه مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ومستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث.

علم الجينوم هو دراسة واسعة النطاق لتسلسل الحمض النووي للكائنات الحية. تاريخيا، أنشأت مجموعة فريد سانجر (Frederick Sanger) علم الجينوم واعتمدت دراستها على تسلسل الحمض النووي للفيروس. ومع ذلك، فإن ولادة علم الجينوم ارتبط بشكل وثيق بفك شفرة تسلسل الجينوم للبكتريا النزلية المستدمية (هيموفيلس انفلونزا) وبتطور أساليب تحديد التسلسل في منتصف الثمانينات، تطورت أيضا الأساليب الحسابية لتخزين وتحليل ودمج بيانات التسلسل ومن أهمها:

- UCSC (http://genome.ucsc.edu)
- NCBI (http://www.ncbi.nih.gov)
- EBI (http://www.ebi.ac.uk)

وقد أدخل علم الجينوم عهدًا جديدًا مهمًا في البحوث الطبية الحيوية، وكان "علم جينوم السرطان" من أكثرها إلهامًا وفائدة، حيث أحدث ثورة في أبحاث السرطان. وكان مشروع الجينوم البشري الذي شاركت فيه العديد من الدول لفك الشفرات الجينية أحد أهم المشاريع في هذا المجال. فقد أدى إلى نقلة نوعية غير مسبوقه في تحديد الجينات المرتبطة بعدة أنواع من السرطان، وانعكست هذة الاكتشافات على الوسائل التشخيصة والعلاجية. فلقد تم اكتشاف ما يقارب 350 جينًا مرتبطًا بأمراض السرطان، مما أدى إلى توسع فهم المرض، وقد أعد فريق ستراتون في كامبريدج قاعدة بيانات تحصر هذة التغيرات وتُحدَّث بانتظام سميت بـ "كوزميك" (COSMIC) (http://cancer.sanger.ac.uk/cosmic). ولقد تبين وجود العديد من الطفرات الجينية المسببة للسرطان، وأن الجينات تتحكم في انقسام الخلايا العادية والسرطانية، وأن أي طفرة جينية قد تؤدي للإصابة بمرض مثل السرطان.

مبادئ البروتيوميات وتطبيقاتها في السرطان

منذ الانتهاء من مشروع تسلسل الجينوم البشري، كان هناك جهد كبير لتطبيق تحليلات التعبير الجيني في البحوث الطبية البشرية، وخاصة في أبحاث السرطان. ومن الممكن أن تؤدي الدراسات الحديثة على مستوى التعبير الجيني (Gene expression) إلى فهم أفضل لسلوك الخلية.

غالبا لا توجد أي علاقة مباشرة بين التغيرات في التعبير الجيني ومستويات التعبير البروتين، ولكن البروتينات هي العناصر الوظيفية الرئيسة للخلايا. يمكن أن تُملأ الفجوة المعرفية الناشئة من التحليل الجيني من خلال دراسة المحتوى البروتيني والبروتينات التنظيمية الرئيسة المختارة. إن دراسة كيفية تفاعل البروتينات مع جزيئات أخرى، والحث على المسارات الأيضية والسيطرة عليها، والسيطرة على تكاثر الخلايا، والنمو، وموت الخلايا المبرمج، وفقد الخليه القدره على الانقسام والنمو، يقدم نظرة فريدة على النظم البيولوجية المعقدة. تم إدخال اللاحقة "أوميكس Omics" في مصطلحات علم الطب الحيوي. إن الترابط ما بين مختلف التقنيات الحيوية التي تتضمن بما في ذلك علم الجينوم (Genomics) والبروتيومات (Proteomics) والتمثيل الغذائي (Metabolomics) يوفر إمكانية وصف غير مسبوق للأساس الجزيئي للكثير من الأمراض المعقدة. هنا نستخدم مصطلح البروتيومات لوصف دراسات محتوى البروتين كاملًا في الخلايا والأنسجة، على الرغم من أن هذا المصطلح، في الماضي، استخدم لدراسة البروتينات الفردية.

البروتوميات علم دراسة البروتينات. والبروتينات هي جزء أساسي من الكائنات الحية، وتشارك في العمليات الفسيولوجية والتمثيل الغذائي داخل الخلية. وعلى سبيل المقارنة مع مصطلح علم الجينوم وترانسكريبتوميكس.(Transcriptomics) أونكوبروتيوميكس (Oncoproteomics) هو فرع من البروتيوميات التي تشمل دراسة البروتينات وتفاعلاتها في خلية سرطانية بتقنيات البروتين. هناك اهتمام مكثف في تطبيق البروتيوميات لتعزيز فهم أفضل للحاله المرضية السرطانيه وتطورها، وتطوير المؤشرات الحيوية لتشخيص الورم ، والكشف المبكر عبر دراسة المحتوى البروتيني للعينات. أونكوبروتيوميكس لديه القدرة على إحداث ثورة في الممارسة السريرية، بما في ذلك تشخيص السرطان والفحص على أساس تقنيات البروتيومكس الحديثه. وقد قدم ظهور أونكوبروتيوميكس الأمل في اكتشاف المؤشرات الحيوية لاستخدامها في الفرز (Screening)، والتشخيص المبكر (Early diagnosis)، وتنبؤ الاستجابة للعلاج (Prediction of response to therapy). مثل الخلايا الطبيعية.

> إن تحديد الجينات المسببة للسرطان يساعد في إيجاد سبل جديدة عبر المجال المعقد للسرطانات البشرية.

www.alfaisalsci.com

ومع ذلك، فإن دراسة البروتيوم أكثر تعقيدًا من علم الجينوم بسبب السمات الجوهرية للبروتينات. والتكنولوجيات المتاحة لدراسة الجينوم على نطاق واسع هي أقوى من التكنولوجيات للبروتينات. ودراسة المحتوى البوروتيني للخلايا أو الأنسجة ينتج لنا كمية كبيرة وهائلة من البيانات غير المحللة؛ لذلك نحتاج إلى عنصر رئيس آخر للنجاح في تحليل المحتوى البروتيني، ألا وهو معالجة البيانات الحيوية والتعامل معها. ولإتمام ذلك، فإن هناك حاجة إلى معدات وأجهزة حاسوبية متطورة وقوية لتحليل وتفسير البيانات، التي تُعرف مجتمعة بالمعلوماتية الحيوية (Bioinformatics).

المعلوماتية الحيوية وأهمية مساهمتها في أبحاث السرطان

أدّت زيادة كميّة البيانات الحيويّة نتيجة لتطور الأبحاث الحيوية والطبية إلى الحاجة لأدوات تستطيع التعامل مع هذا التطور السريع بسرعة ودقة. وبالتالى نشوء ما عُرف بالمعلوماتية الحيوية، وهي اتحاد بين علوم الأحياء، والحاسب الآلي، والإحصاء، والرياضيات، وإدارة البيانات البيولوجية، كما هو موضح بالشكل (1)؛ لتكوين علم جديد يهتم بدراسة البيانات الحيويّة وفرص تطويرها عبر التطبيقات الحاسوبيّة.

شكل (1) العلوم التي تشملها المعلوماتية الحيوية.

يمكن استخدام النماذج المحوسبة التي تمثل البيانات والمعلومات البيولوجية؛ لمعرفة كمية الخلايا السرطانية في الجسم أو الحالة البيولوجية للمريض.

أهمية المعلوماتية الحيوية في أبحاث السرطان:

إن غموض سرطان الثدي من جهة، وكمية البيانات الناتجة من أبحاثه وإكمال تسلسل الجينوم البشري من جهة أخرى، قد فرض المزيد من الضغوط على المعلوماتية الحيوية وتطبيقاتها في علاج هذا المرض العضال. ومن خلال الدراسات يتضح أن الخبراء والباحثين استطاعوا الوثوق بمخرجات المعلوماتية الحيوية بعدما عملوا على عدد كبير من البحوث حول أدواتها التي تعتبر ضرورية، خصوصًا مع الكم الهائل من البيانات المعقده. ومن هذه التطبيقات استخدام النماذج المحوسبة التي تمثل البيانات والمعلومات البيولوجية؛ لمعرفة كمية الخلايا السرطانية في الجسم أو عن الحالة البيولوجية للمريض. هذه الطريقة لها نتيجة إيجابية بعد علاج السرطان وأثبت الخبراء قدرتها على رصد الورم، ولم يكن ذلك ممكنًا في وقت سابق.

ويجري تطوير عدد متزايد من المشاريع بهدف دمج مئات العينات والدراسات وأنواع البيانات مجتمعة من مصادر متعددة. تم تطبيق هذا المفهوم على أبحاث السرطان باستخدام قاعدة البيانات بين التعبير عن الخلايا السرطانية ودراسة استجابة الدواء والورم للعلاج بعد القيام بعدة مقارنات، ولاقى نجاحا باهرًا. كما أن نتائج العديد من دراسات المعلوماتية الحيوية أثبتت نجاحها في حالات كثيرة كان أشهرها في سرطان الثدي. ومكنت المعلوماتية الحيوية المعالجين من تحليل الاستجابات المناعية التي تسمح لفهم الاختلافات بين الأورام الخاضعة للرقابة وغير المنضبطة لعلاج أفضل لمرضى السرطان وشرح آثار العلاج الكيميائي والعلاج

الإشعاعي، وذلك بالاستعانه بنماذج رياضية هي جزء من أسس المعلوماتية الحيوية.

وهناك أنواع مختلفة من السرطانات ناجمة عن تشوهات وراثية مختلفة، مثل الطفرات، ونقل، وحذف أو تكرار المادة الوراثية. ويجب قبل البدء في العلاج المناسب تحديد التغيرات الجينية الدقيقة، والشذوذ الجزيئي لأي نوع من أنواع مرض السرطان. كما أن اختبار حساسية وفاعلية العلاجات والعقاقير يُحتم استخدام تطبيقات المعلوماتية الحيوية، وعلم الوراثة الدوائي، والعلاجات المضادة للعدوى معًا للوصول لعلاج ذي فعالية ممتازة.

العلاج الجيني لسرطان الثدي

يمكن أن يساعد العلاج الجيني في علاج السرطان بعدة طرق، منها:

1) استبدال الجينات المفقودة أو غير الوظيفية عن طريق إضافة نسخ فعَّالة من نفس الجين إلى الخلية ووقف وظيفة الجينات المتحورة التي تسبب السرطان.

2) إدخال الجينات في الخلايا السرطانية التي تحفز الجسم على مهاجمة الخلايا السرطانية كجسم غريب.

3) جَعلُ الخلايا السرطانية أكثر تفاعلًا وتقبلًا للعلاج الكيميائي، أو العلاج الإشعاعي، أو العلاجات الهرمونية.

4) ابتكار جينات انتحارية يمكنها أن تدخل الخلايا السرطانية وتتسبب في تدميرها الذاتي.

5) استخدام الجينات لحماية الخلايا السليمة في الجسم من الآثار الجانبية للعلاج بالسرطان؛ حيث يمكن استخدام جرعات عالية من العلاج الكيميائي أو العلاج الإشعاع.

> يجب قبل البدء في العلاج المناسب تحديد التغيرات الجينية الدقيقة والشذوذ الجزيئي لأي نوع من أنواع مرض السرطان.

إن استخدام علاجات الجينات لإنشاء إجراءات طبية جديدة وحدها أو بالاشتراك مع العلاج المتاح حاليًا (مثل العلاج الكيميائي) ستكون قادرة على استهداف السرطان والسيطرة عليه، ومع ذلك، فإن المشاكل الرئيسة التي تواجه التطبيق السريري للعلاج الجيني هي إيصال الجينات إلى الخلايا المستهدفة والسيطرة على التعبير عن الجين الذي تم تسليمه.

مع التقدم في الفحص الجيني وتحديد الأساس الجزيئي للمرض، قد يصبح من الممكن تحديد الأفراد المعرضين للخطر، وتطعيمهم ضد المرض، وبالتالي المساعدة في التشخيص والعلاج المبكر.

تقدم اختبارات أمراض الدم معلومات مفصلة للأطباء حول عدد وشكل خلايا الدم الحمراء والبيضاء، وتحديد نسبتها، ونسبة الهيموجلوبين، وسرعة الترسيب الكروية، ويُعد أساسًا لتشخيص فقر الدم والعدوى والأمراض الالتهابية، واضطرابات تخثر الدم والنزف من خلال قياس عدد صفائح الدم.

المختبرات الطبية
دور حيوي في تشخيص الأمراض وعلاجها

أ. هدى المدني
| علوم مختبرات طبية - مختبر جدة الإقليمي - السعودية |

تعتمد عملية تشخيص الأمراض السريرية بشكل كبير على الفحوصات المختبرية المتنوعة. ووفقًا للتقديرات الحالية، 70% من القرارات الطبية تُتخذ استنادًا على نتائج الفحوصات الإكلينيكية. تتجاوز فائدة التحاليل الطبية حدود تشخيص الأمراض، إذ تتضمن تحديد نوعية العلاج المناسب وفاعليته، ومراقبة حالة المرضى بعد تناول العلاج.

تقوم المختبرات الإكلينيكية بتنفيذ مجموعة واسعة من الفحوصات الإكلينيكية، حيث يتم إجراء ما يُقارب 14 بليون اختبار سنويًا في المنشآت الصحية، وتتم هذه الاختبارات بدقة عالية وفي وقت قياسي باستخدام أحدث التقنيات، مما يساعد الأطباء على اتخاذ القرارات الطبية الملائمة لكل حالة مرضية. يتراوح هذا العدد الضخم من الاختبارات المختبرية، بين الاختبارات البسيطة والسريعة والاختبارات ذات الدقة والتخصيصية العالية للكشف عن الأمراض. تشمل الاختبارات تحليل سوائل الجسم والخلايا والأنسجة المختلفة، للكشف عن أي اضطراب شكلي أو وظيفي فيها، مما يساعد في تحديد أسباب الأمراض بدقة. تقوم هذه الاختبارات أيضًا بقياس تراكيز المواد المختلفة في الجسم مثل الجلوكوز والهرمونات والمعادن وإنزيمات الجسم. بالإضافة إلى ذلك، تُستخدم للكشف عن البكتيريا والفيروسات، وتتمتع الاختبارات الأكثر اختصاصًا بقدرتها على كشف السرطانات والأمراض الوراثية. يُعزز هذا المقال أهمية التحاليل الطبية وتأثيرها الكبير على الصحة العامة، ويستعرض التطورات المستقبلية المتوقعة في هذا المجال.

من بين المجالات الرئيسة التي تشملها هذه الاختبارات مجال أمراض الدم (Hematology)، الذي يهتم بدراسة الدم ومكوناته، بما في ذلك الأعضاء المنتجة للدم، مثل النخاع الشوكي والغدد اللمفاوية والطحال، بالإضافة إلى الأمراض والاضطرابات المرتبطة بالدم. تقدم اختبارات أمراض الدم معلومات مفصلة للأطباء حول عدد وشكل خلايا الدم الحمراء والبيضاء، وتحديد نسبتها من خلال اختبار عد الدم الكامل (CBC) . كما يتم استخدام هذا الاختبار لتحديد نسبة الهيموجلوبين وسرعة الترسيب الكروية، ويُعد أساسًا لتشخيص فقر الدم والعدوى والأمراض الالتهابية. بالإضافة إلى ذلك، يتم اكتشاف اضطرابات تخثر الدم والنزف من خلال قياس عدد صفائح الدم، واستخدام اختبارات التخثر الأخرى، مثل زمن البروثرومبين ووقت الثرومبوبلاستين الجزئي. توجد أيضًا اختبارات مختصة تسهم في تشخيص بعض أنواع فقر الدم، مثل تقييم إنزيم (G6PD) الذي يساعد في الكشف عن أنيميا الفول. يتم استخدام اختبار التحليل الكهربائي للهيموجلوبين للكشف عن فقر الدم الوراثي، مثل فقر الدم المنجلي وأنيميا البحر الأبيض المتوسط. ويعتبر اختبار النخاع الشوكي أحد الاختبارات المختصة النادرة، التي تستهدف دراسة أنواع الخلايا والسوائل والأنسجة المختلفة في النخاع العظمي، ويقدم صورة متكاملة للخلايا المنتجة من نسيج النخاع الشوكي والأمراض المرتبطة بها مثل سرطان الدم وانتشاره واستجابته للعلاج.

تشمل الاختبارات الطبية تحليل سوائل الجسم والخلايا والأنسجة المختلفة، للكشف عن أي اضطراب شكلي أو وظيفي فيها، مما يساعد في تحديد أسباب الأمراض بدقة.

الكيمياء الحيوية السريرية، المعروفة أيضًا بالكيمياء السريرية، تعتبر فرعًا مهمًا في علم الطب الحيوي. تعمل على تحديد نسب المركبات والمواد المختلفة في الدم والبول وغيرها من سوائل الجسم، والتي تُعرف بالمؤشرات الحيوية، بهدف تشخيص الأمراض ومراقبة فعالية العلاج. يتم إجراء هذه التحاليل باستخدام تقنيات دقيقة ومعقدة، مثل القياس الطيفي والكروماتوغرافي والمقايسة المناعية، لقياس تراكيز المركبات والمواد المختلفة في الدم والبول وسوائل الجسم الأخرى.

من بين المؤشرات الحيوية المعترف بها والتي يتم قياسها في الكيمياء الحيوية السريرية هو الجلوكوز، الذي يُستخدم لتشخيص مستوى السكر في الدم. كما تُستخدم هذه التقنيات لقياس مستوى الكولسترول، والدهون الثلاثية، وتعد أمرًا ضروريًا لمراقبة الحالة الصحية للقلب والوقاية من الجلطات قبل حدوثها. بالإضافة إلى ذلك، يتم قياس نسب الإنزيمات الوظيفية للأعضاء المختلفة مثل الكبد والكلى، ويسهم ذلك في تشخيص الأمراض المرتبطة بهذه الأعضاء. من ناحية أخرى، تعتبر قياسات مستويات الهرمونات في الدم وتغيراتها أيضًا مؤشرًا على وظيفة الغدد الصماء، وعلى سبيل المثال، يتم قياس (TSH) و(T4) لتقييم وظائف الغدة الدرقية.

على صعيد آخر، تُقاس نسب المعادن المختلفة في الدم، حيث تسهم في تشخيص أمراض الكلى واضطرابات التمثيل الغذائي. ومن بين الاختبارات الخاصة التي يتم إجراؤها في مختبرات الكيمياء الحيوية السريرية للكشف عن بعض أنواع السرطانات هو اختبار مستضد البروستات النوعي (PSA) الذي يشير إلى وجود سرطان البروستات.

علم الأحياء الدقيقة السريرية يُعد ركيزة أساسية لتشخيص الأمراض المعدية وتحديد العوامل المُمرضة، سواء كانت بكتيرية أو فيروسية أو فطرية أو طفيلية. يهدف هذا العلم أيضًا إلى التعرف على العلاجات المناسبة لكل نوع من هذه العوامل المُمرضة والعمل على منع انتشار العدوى بين الأفراد والمجتمع.

تُعد مشكلة مقاومة الباثوجينات المُمرضة للمضادات الحيوية من أبرز التحديات التي يواجهها الأطباء في علاج المرضى. وتلعب مختبرات الأحياء الدقيقة دورًا رئيسًا في الكشف عن هذه المقاومة والحد من انتشارها، من خلال إجراء اختبارات الحساسية المتعددة التي تُجرى على مسببات العدوى، وذلك لضمان استخدام المضاد الحيوي المناسب والأكثر فعالية لكل باثوجين. تتم هذه العملية عادةً بعد زراعة عينات البول والبراز وسوائل الجسم المختلفة في بيئة مناسبة، لعزل العوامل المُمرضة ومن ثم تُجرى اختبارات الحساسية عليها.

يعتمد تخصص الأمصال والمناعة (Immunology and Serology) على استخدام تفاعلات الأجسام المضادة مع المستضدات. يهتم هذا الفرع بدراسة الأمراض المناعية الذاتية وكشف أمراض الحساسية، وتُستخدم الاختبارات المصلية للكشف عن الأمراض المعدية مباشرة مثل الفيروسات، أو لتقييم استجابة المضيف المناعية للعدوى مثل فيروس الإيدز وفيروس الكبد الوبائي، أو الأمراض المنقولة جنسيًا مثل الزهري. عادة ما يتم إجراء هذه الاختبارات باستخدام مصل الدم، ولكن يمكن أيضًا إجراؤها باستخدام سوائل الجسم الأخرى مثل البول أو اللعاب.

إن أهمية التحاليل السريرية لا تقتصر فقط على هذه

من أبرز التحديات التي يواجهها الأطباء في علاج المرضى هي مشكلة مقاومة الباثوجينات المُمرضة للمضادات الحيوية، وتلعب مختبرات الأحياء الدقيقة دورًا رئيسًا في الكشف عن هذه المقاومة والحد من انتشارها، وذلك لضمان استخدام المضاد الحيوي المناسب والأكثر فعالية لكل باثوجين.

المجالات، بل تتجاوزها لتشمل مجالات أكثر دقة وتعقيدًا. على سبيل المثال، في مجال علم الجينات، تُستخدم الوراثة الجزيئية (Molecular Genetics) للكشف عن الأمراض الوراثية ودراسة التغيرات التي تحدث في الجينات. كما تعمل الوراثة الخلوية (Cytogenetics) على تشخيص الأمراض للأجنّة قبل الولادة أو بعدها من خلال دراسة التغيرات الجينية والنمط الخلوي.

كما يُتوقع أن تستمر أهمية التحاليل السريرية في النمو في السنوات المقبلة، خاصة مع تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي واستخدامها في تحليل وتفسير البيانات المخبرية، لتحسين تشخيص الأمراض وتوجيه العلاج. كذلك للعمل على تحسين وقت الاستجابة للنتائج المخبرية، لتمكين الأطباء من التشخيص السريع، واتخاذ القرارات العلاجية في الوقت المناسب، وذلك من خلال استخدام التطبيقات المتنقلة والتقنيات اللاسلكية، لتسهيل جمع العينات المخبرية، وتبادل البيانات بين المختبرات والأطباء بشكل فعّال وسريع.

تقنية "كريسبر"
طفرة ثورية في الهندسة الوراثية

د. عبدالرحمن الشهري
الكيمياء الحيوية الجزيئة - جامعة الفيصل - السعودية

اجتاحت تقنية كريسبر مختبرات العالم، و أحدثت تحولات واسعة النطاق في العلم الحديث، فهي سهلة الاستعمال ورخيصة التكلفة

أحدثت تقنية "كريسبر" للتعديل الجيني تحولات واسعة النطاق في العلم الحديث، حيث تُعَدّ الأضخم من نوعها منذ اكتشاف تقنية تفاعل البوليميراز المتسلسل (PCR) (Polymerase Chain Reaction) عام 2009. عثر بروس كونكلين (Bruce Conklin) – أستاذ الوراثة في معهد جلادستون في سان فرانسيسكو بكاليفورنيا– على طريقة جعلته يُغيِّر مسار مختبراته، حيث حاول أن يفسر التغيرات في الحمض النووي (DNA) على الأمراض المختلفة في البشر، ولكن أدواته كانت بطيئة. وعندما قام بتجاربه على خلايا المرضى، كان صعبًا عليه أن يعلم تحديدًا أيّ التسلسلات التي تسبب المرض، وأيّها مجرد خلفية لا معنى له. وكان تحوير الخلايا البشرية جينيًا عملًا مكلفًا ومتعبًا، حيث قال عنه: "كان مجرد تحويل جين واحد موضوعًا يستغرق الطالب فيه مجهود دراسة بحثية كاملة".

في عام 2012، قرأ كونكلين عن تقنية جديدة نُشرت في علم الهندسة الوراثية تُسمى تقنية "كريسبر" (CRISPR)، والتي تتيح للباحثين تغيير الحمض النووي (DNA) لأيّ كائن حي بسرعة فائقة، بما في ذلك البشر. وقرر العالم كونكلين التخلي عن أسلوبه السابق لنمذجة الأمراض وتبني أسلوب كريسبر. ويعمل مختبره حاليًا بشغف كبير على تغيير الجينات المتعلقة بأعراض أمراض القلب المتنوعة. ووصف تأثير هذه التقنية قائلًا: "إنها تقلب كل شيء رأسًا على عقب".

مكونات كريسبر الرئيسة وطريقة عملها

المكونان الرئيسان في تقنية كريسبر/كاس9: (إنزيم كاس9/ Cas9 enzyme) الذي يقوم بقص الحمض النووي" DNA"، وهناك جزيء صغير أحادي من الحمض النووي الريبوزي ويُسمى القائد (Guide RNA) الذي يرتبط ويوجه المقص "Cas9" نحو تسلسل معين من الحمض النووي بجوار ما يُسمى سبيسر ذا لون أصفر (Spacer) ليقوم بالقص، ومن ثم إدخال ما يُسمى بالحمض النووي المبرمج (Programmed DNA) (صوره 1).

> إن أدوات التحرير الجيني القاعدي بتقنية "كريسبر" تُعطى داخل الجسم الحي باستخدام جسيمات نانوية دهنية، يمكنها تعديل جينات تُعزى إليها أمراض معينة بكفاءة ودقة عالية.

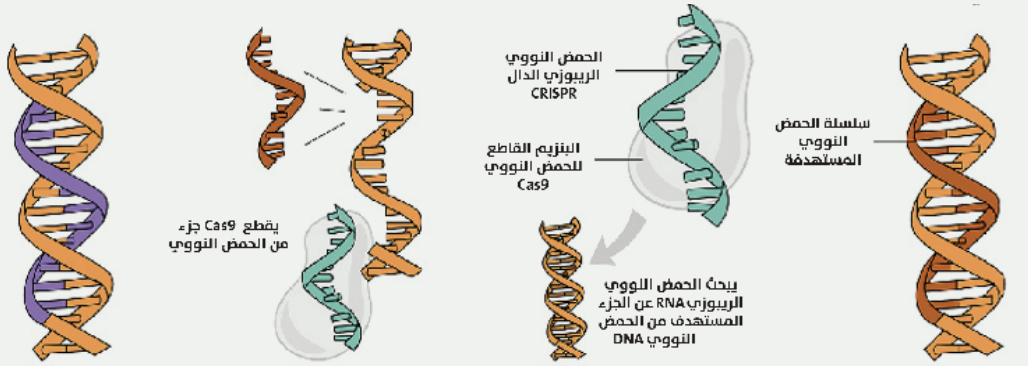
آلية عمل تقنية كريسبر حسب حاجة العلماء

1)لتعطيل الجين: تقوم الخلية عادة بإصلاح القص باستخدام آلية إصلاح الـ DNA الموجودة بداخلها، ولكن قد تحدث أخطاء أثناء الإصلاح مما يمكن الباحثين من استغلال هذا الخطأ في تعطيل الجين أو البروتين بهدف التعرف على وظيفته.

2)لإصلاح الجين: عند القطع يتم استبدال الجينات المعطلة بجينات سليمة معدلة.

يقول العالم جون شمينتي (John Schimenti)، عالِم الوراثة في جامعة كورنيل في إيثاكا بنيويورك: "لقد شهدتُ تقنيّتين ثوريّتين منذ عملت في الهندسة الوراثية، هما "كريسبر"، و "تفاعل البوليميراز المتسلسل"، حيث تؤثر تقنية "كريسبر" على العديد من علوم الحياة من عدة نواحي، وهي في ذلك تشبه تقنية تفاعل البوليميراز المتسلسل لتضخيم الجينات، وقد أحدثت ثورة في الهندسة الوراثية، بعد التوصل إليها في عام 1985".

تمتاز "كريسبر" بأنها سهلة الاستعمال ورخيصة التكلفة، ولذلك اجتاحت هذه التقنية مختبَرات العالم، ويأمل العلماء في استخدامها لتعديل جينات البشر، بغرض القضاء على الأمراض، والتخلص من مسبِّبات الأمراض، واكساب النباتات قوة تحمُّل والكثير من الأهداف الأخرى (صوره 2).



1 تحديد الجزء المراد تعديله من الحمض النووي.

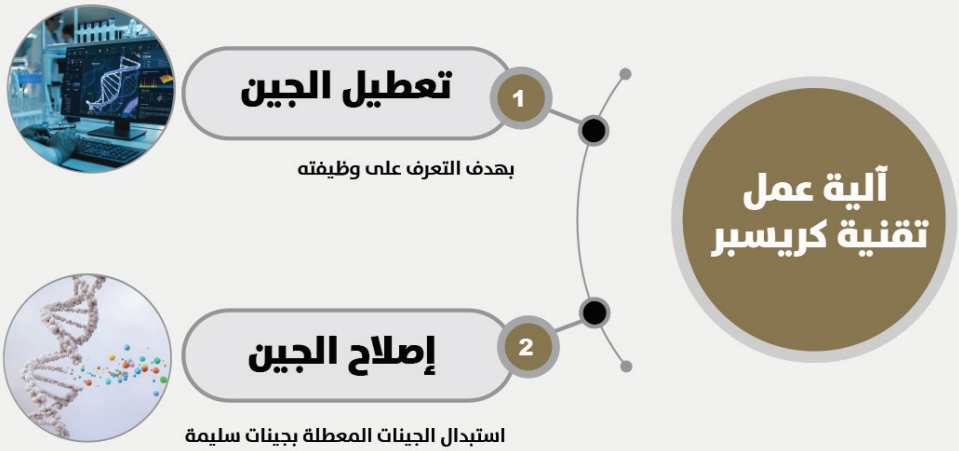
2 صنع سلسلة من الحمض النووي الريبوزي (RNA) تتطابق مع الجزء المراد تعديله من الحمض النووي (DNA) ثم يرتبط الحمض النووي الريبوزي الدليل بانزيم يقطع الحمض النووي يُعرف بـ Cas9.

3 يعثر الحمض النووي الريبوزي الدليل على الجزء المراد تعديله من الحمض النووي ويقوم Cas9 بقطع خيط الحمض النووي عند النقطة المستهدفة.

4 يُصلح الحمض النووي نفسه، ويمكن بعد ذلك إدخال الحمض النووي الذي تم إصلاحه في الجين لإجراء المزيد من التعديلات.

صورة 1: طريقة عمل كريسبر

صورة 2: تطبيقات وتحسينات تقنية كريسبر في حياتنا



تتمتع تقنيات التحرير الجيني – ومن بينها تقنيات التحرير الجيني بإنزيمات النيوكلياز "كريسبر-كاس"(CRISPR–Cas)، وأدوات التحرير الجيني القاعدي بتقنية "كريسبر" (CRISPR)– بالقدرة على إجراء تعديلات دائمة في الجينات المسبِّبة للأمراض لدى المرضى. وتُعَد البرهنة على إمكانية إجراء تعديلات دائمة في الأعضاء المستهدفة لدى الكائنات غير البشرية خطوة رئيسة مهمة، قبل الانتقال إلى إعطاء أدوات التحرير الجيني داخل الجسم الحي في المرضى المشاركين في التجارب الإكلينيكية.

في بحث نُشر مؤخرًا يوضح الباحثون أنَّ أدوات التحرير الجيني القاعدي بتقنية "كريسبر"، التي تُعطى داخل الجسم الحي باستخدام جسيمات نانوية دهنية، يمكنها تعديل جينات تُعزى إليها أمراض معينة بكفاءة ودقة في قردة المكاك طويلة الذيل (Macaca fascicularis)، إذ لاحظ العلماء حدوث تعطيل شبه كامل لبروتين (PCSK9) في الكبد بعد جرعة تسريب وريدي واحدة لهذه الجسيمات النانوية الدهنية، صاحَبهُ انخفاض في مستويات بروتين (PCSK9) في الدورة الدموية بنسبة 90%، وانخفاض في كوليسترول البروتين الدهني منخفض الكثافة في الدورة الدموية بنسبة 60%. وظلت كل هذه التغييرات ثابتة لمدة ثمانية أشهر على الأقل بعد العلاج بجرعة واحدة.

وتدعم هذه النتائج التي توصل إليها الباحثون منهجية "العلاج على مرة واحدة" لخفض مستويات كوليسترول البروتين الدهني منخفض الكثافة، وعلاج مرض تصلب الشرايين القلبية الوعائية (وهو السبب الرئيس للوفاة على مستوى العالم)، إضافة إلى أنَّها تقدم إثباتًا لمفهوم استخدام أدوات التحرير الجيني القاعدي بتقنية "كريسبر" بطريقة فعّالة، لعمل تغييرات محددة على مستوى نيوكليوتيدات مفردة في الجينات المُستهدَف علاجها في الكبد، وربما في أعضاء أخرى أيضًا.

تُعد تقنية "كريسبر"، و"تفاعل البوليميراز المتسلسل"، من التقنيات الفعّالة في علم الهندسة الوراثية، حيث تؤثر على العديد من علوم الحياة من عدة نواحي.

تُعرف التكنولوجيا الحيوية على أنها أي تطبيق تكنولوجي يستخدم أنظمة بيولوجية أو كائنات حية كـ البكتريا، والفطريات، والطحالب، أو مشتقات منها كـ الانزيمات، لصنع أو تعديل منتجات لاستخدام محدد كصناعات المضادات الحيوية مثلاً في التطبيقات الطبية، أو إنتاج الألبان في الصناعات الغـــذائية.

أسس التقنية الحيوية
وتطبيقاتها في مجال تصنيع الأغذية

د. هبة راجحة
هندسة صناعية - جامعة القديس يوسف - لبنان

لماذا التكنولوجيا الحيوية؟

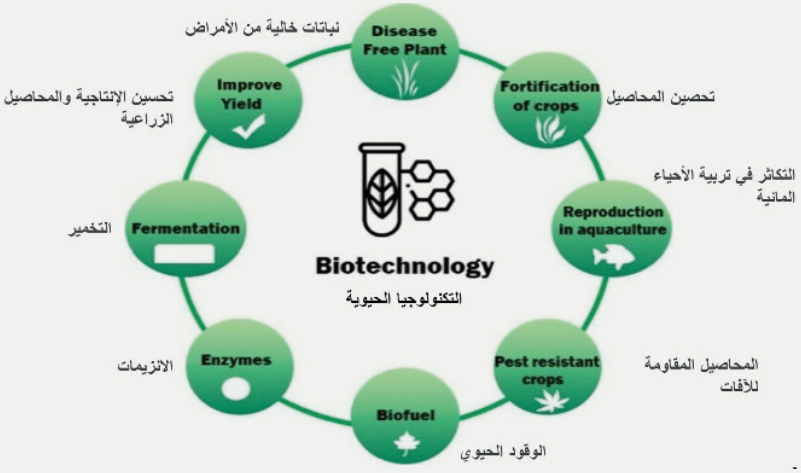
إن عدم الاستقرار الغذائي وسوء التغذية من الشواغل الرئيسة للقرن الحادي والعشرين. اليوم، يعاني أكثر من مليار شخص من سوء التغذية في جميع أنحاء العالم. علاوة على ذلك، فإن التهديد الوشيك لتغير المناخ يؤدي إلى تفاقم المعضلة. وبسبب أنماط الملوحة والتصحُّر الناجم عن تغير المناخ، فإن إجمالي زراعة الأراضي الصالحة للزراعة التي يمكن أن تدعم الاستخدام الزراعي قد اقترب بالفعل من الحد الأقصى، وربما يتقلص في السنوات القادمة. من الواضح أننا بحاجة إلى تغيير طريقة تفكيرنا في إنتاج المحاصيل على عدة مستويات. يجب إنشاء أنواع المحاصيل التي يمكن أن توفر غلات محاصيل أعلى مع كميات أقل من المياه والمدخلات الزراعية.

بصرف النظر عن ذلك، يجب أن تتمتع المحاصيل بخصائص غذائية متزايدة من أجل تقليل مخاطر الجوع الناجم عن سوء التغذية. من الصعب تخيل طريقة واحدة لزيادة إنتاج المحاصيل باستخدام نهج موحد. بدلاً من ذلك، يجب استخدام مجموعة متنوعة من الأساليب، كل منها مصمم خصيصًا لاحتياجات بيئة زراعية معينة.

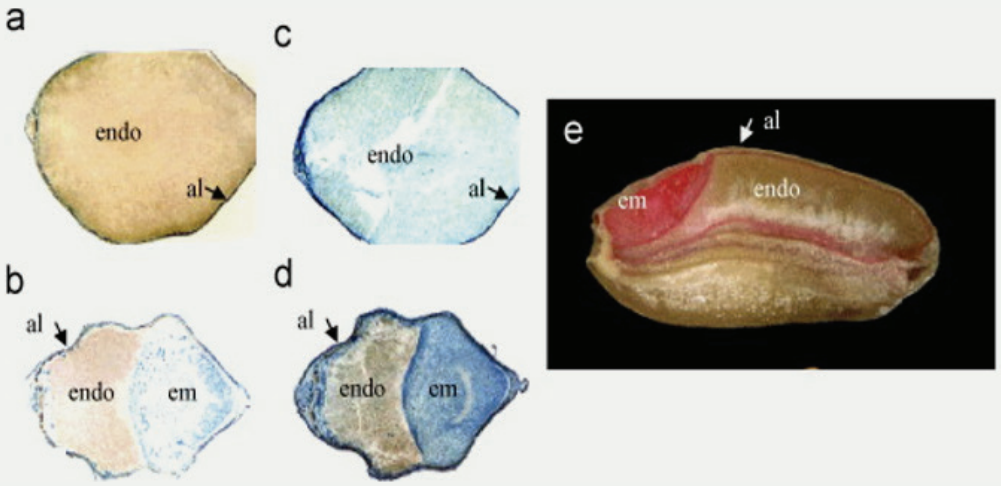
التكنولوجيا الحيوية هي إحدى الأمثلة على التقنيات الجديدة العالية التأثير التي يمكن أن تعزز الإنتاجية الزراعية مع تحسين جودة الغذاء والقيمة الغذائية بطريقة صديقة للبيئة. عرّف مؤتمر الأمم المتحدة للتنوع البيولوجي، المعروف باسم "قمة الأرض"، والذي عُقد في البرازيل عام 1992، التكنولوجيا الحيوية على أنها أي تطبيق تكنولوجي يستخدم أنظمة بيولوجية أو كائنات حية كـ البكتريا، والفطريات، والطحالب، أو مشتقات منها كـ الانزيمات، لصنع أو تعديل منتجات لاستخدام محدد (صورة 1) كصناعات المضادات الحيوية مثلاً في التطبيقات الطبية، أو إنتاج الألبان في الصناعات الغذائية.

التكنولوجيا الحيوية والزراعة

على الصعيد الزراعي تشمل تداعيات التكنولوجيا الحيوية، تربية النباتات لزيادة الغلات وتثبيتها، من خلال تحسين قدرتها على مواجهة مختلف الآفات والحشرات والتهديدات المحتملة الأخرى، لمحاربة مختلف الظروف مثل الجفاف ومكافحة الأمراض. وتُستخدم التكنولوجيا الحيوية لتعزيز التغذية من مختلف الأطعمة لرفع قيمتها الغذائية، فغالباً ما يتم تعديل المحاصيل وراثيًا لتخصيبها بالمعادن والفيتامينات، فنجد الأرز والقمح المدعمين بالحديد والزنك (صورة 2)، والذرة المدعمة بالفيتامين أ والكاروتينات.



صورة 1: تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في قطاع الحيوان والنبات.



صبغة الحديد باللون الأزرق للمقاطع العرضية للعينات غير المعدّل وراثيًا (a،b) وحبوب الأرز المعدلة وراثيًا (c ، d)

صورة 2: الكشف عن الحديد والزنك في الأرز والقمح.

النباتات الخالية من الأمراض هي مثال جيد للتطبيقات الفعّالة للتكنولوجيا الحيوية، ويمكن إنتاجها على سبيل المثال عن طريقة التكاثر الدقيق، وهو عملية تستخدم زراعة الأنسجة النباتية للمضاعفة السريعة للنباتات المعدلة وراثيًا مثلًا أو الخاضعة للتحسين النباتي. يعتبر الموز أحد الأمثلة على استخدام التكنولوجيا الحيوية لإنشاء نباتات خالية من الأمراض. يُعد استخدام التكاثر الدقيق في هذه الحالة ثوريًا وغير مكلف ومهم للغاية، لأن الموز يُزرع عادةً في البلدان التي يمثل فيها مصدرًا رئيسًا للدخل / العمالة و / أو الغذاء.

المحاصيل المحصنة هي محاصيل معدلة وراثيًا، تم إنشاؤها للاستجابة لسوء التغذية من خلال إثراء مصدر الطعام بالمغذيات المهمة، خاصة في البلدان النامية حيث يوجد نقص في الغذاء. أحد الأمثلة على هذه المحاصيل المحصنة هو "بروتاطو". إنها بطاطس معدلة وراثيًا، تزرع وتستخدم على نطاق واسع في الهند، وتوفر إضافيًا ما يقرب الثلث إلى نصف كمية البروتين المتوفرة في البطاطس الشائعة، كما تحتوي أيضًا على كميات كبيرة من جميع الأحماض الأمينية الأساسية، مثل الليسين والميثيونين. فيصبح هذا الـ"بروتاطو" مصدرًا مهمًا للغذاء، خاصةً في البلدان التي تعتبر فيها البطاطس غذاءً رئيسًا.

أمثلة عن كائنات حية تستخدم في التكنولوجيا الحيوية

•الطحالب الدقيقة، الأمن الغذائي والاستدامة

الطحالب الدقيقة هي كائنات حية دقيقة قادرة على النمو باستخدام ضوء الشمس، والأسمدة، والسكريات، وثاني أكسيد الكربون، ومياه البحر (صورة 3). بالمقارنة مع المحاصيل النباتية، تنمو الطحالب الدقيقة بشكل أسرع ولها إنتاجية أعلى، وقدرة امتصاص أكثر للأسمدة دون التنافس على الأراضي الزراعية مما يجعل منها مرشحًا واعدًا للاستثمار الصناعي. في التكنولوجيا الحيوية الصناعية الحديثة، تُستخدم الطحالب الدقيقة كمصانع خلوية لإنتاج البروتينات والزيوت واللقاحات، وقد حدثت المحاولات الأولى لاستغلال الطحالب الدقيقة صناعيًا كمصدر رئيس للغذاء البشري خلال الحرب العالمية الثانية في ألمانيا.

اعتمادًا على التطبيق المطلوب (صورة 4)، يمكن هندسة الطحالب الدقيقة وراثيًا لتجميع الدهون أو البروتينات أو كليهما. يمكن أن تجد سلالات عالية في إنتاج الدهون تطبيقًا في إنتاج الزيت للأغذية والأعلاف والأغراض الكيميائية الزيتية. لاستخدام مثل هذه المنصة كعلف للحيوانات، يمكن هندسة الخلايا لإنتاج دهون دهنية كافية مع ملف تعريف حمضي مرغوب،

Trends in Biotechnology

صورة 3: زراعة الطحالب الدقيقة على أساس (A) ضوء الشمس ؛ (B) الضوء الصناعي و (C) مزيج من الشمس والضوء الصناعي.

بين البروتينات النشطة بيولوجيًا، مثل إنزيم الفايتيز والببتيدات المضادة للميكروبات.

على الرغم من أن الإنتاج الصناعي للطحالب الدقيقة آخذ في التوسع في جميع أنحاء العالم، إلا أن المنتجات الصناعية المشتقة من هذه المصانع الحيوية لا تزال محدودة بالمركبات الطبيعية التي تنتجها السلالات البرية المتاحة، مثل الأحماض الدهنية والفيتامينات والأصباغ. يتطلب توسيع تنوع المنتجات المشتقة من الطحالب الدقيقة تطوير أدوات فعّالة للمعالجة الوراثية للسلالات لتصبح ذات أهمية صناعية.

•الفطريات

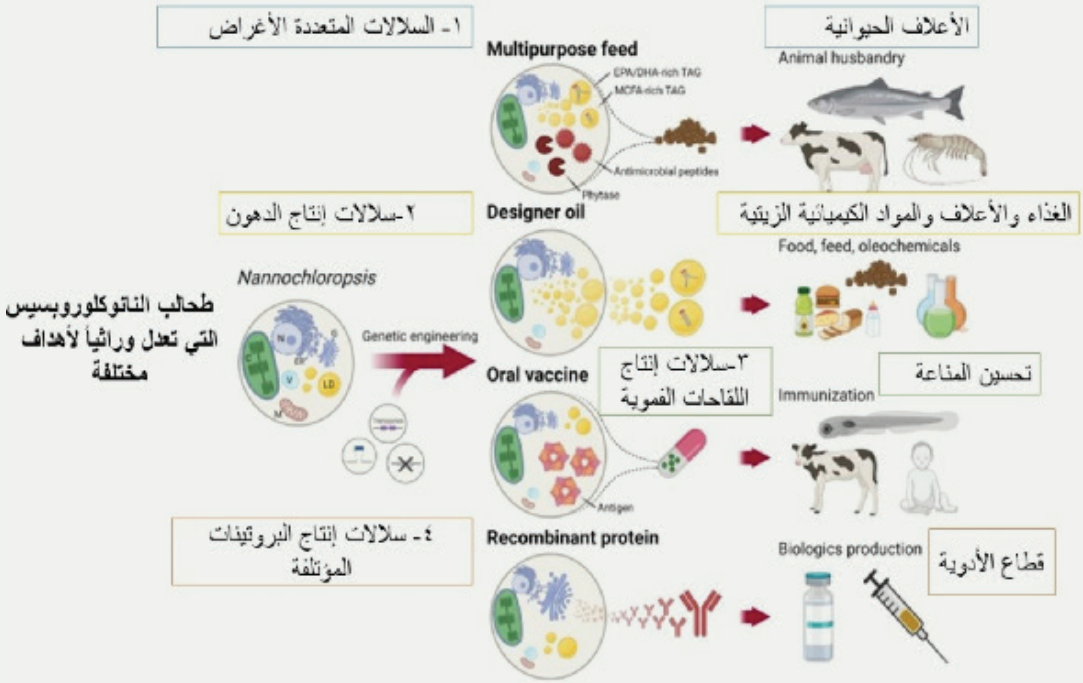
تعتبر الفطريات من المصادر البارزة للمستحضرات الصيدلانية، وتستخدم في العديد من عمليات التخمر الصناعية، مثل إنتاج الإنزيمات والفيتامينات والأصباغ والدهون والسكريات وما إلى ذلك. المستقلبات الثانوية الفطرية مهمة لصحتنا وتغذيتنا ولها تأثير اقتصادي هائل (صورة 5). فلا غنى عن تطبيقات الفطريات كغذاء (فطريات صالحة للأكل)، وعلف واستخدامها في معالجة الطعام (الخبز والجبن ومنتجات المخابز الأخرى)، وتخمير الطعام، والمشروبات. تعمل التكنولوجيا الحيوية الفطرية على تحسين النكهة في الجبن والخبز والمشروبات، وتحسين جودة البروتين، واستقرار المنتجات، وتحسين مدة صلاحيتها بفاعلية كبيرة. على الرغم من وجود العديد من المزايا للتكنولوجيا الحيوية الفطرية، إلا أن أحد تحدياتها الرئيسة هي تحمل الظروف القاسية أثناء العمليات الصناعية.

أمثلة عن استخدام التكنولوجيا الحيوية لتطبيقات الغذاء

تم تحقيق العديد من التطورات الجديدة في صناعة الأغذية بفضل التكنولوجيا الحيوية الغذائية وذلك بشكل أساسي لتحسين كمية ونوعية الطعام. على سبيل المثال، تُستخدم الخميرة والبكتيريا المعدلة وراثيًا لإنتاج الإنزيمات من أجل صناعة الأغذية.

• فتستخدم إنزيم الكاتلاز مثلاً في إنتاج المايونيز، لإزالة بيروكسيد الهيدروجين المتبقي بعد عملية تعقيم المنتج.

تُستخدم التكنولوجيا الحيوية لتعزيز التغذية من مختلف الأطعمة لرفع قيمتها الغذائية، فغالباً ما يتم تعديل المحاصيل وراثيًا لتخصيبها بالمعادن والفيتامينات.



الطحالب النانوكلوروبسيس المعدلة وراثياً لأهدف مختلفة:

1)السلالات المتعددة الأغراض التي تنتج الدهون والأحماض الدهنية المرغوبة، والبروتينات النشطة بيولوجيًا، والببتيدات المضادة للميكروبات والتي تهدف لإنتاج الأعلاف الحيوانية.

2)سلالات إنتاج الدهون التي تهدف لإنتاج الغذاء والأعلاف والمواد الكيميائية الزيتية.

3)سلالات إنتاج اللقاحات الفموية التي تنتج المستضدات والمواد المساعدة لتحسين المناعة.

4)سلالات إنتاج البروتينات المؤتلفة التي لها تطبيقات عديدة في قطاع الأدوية.

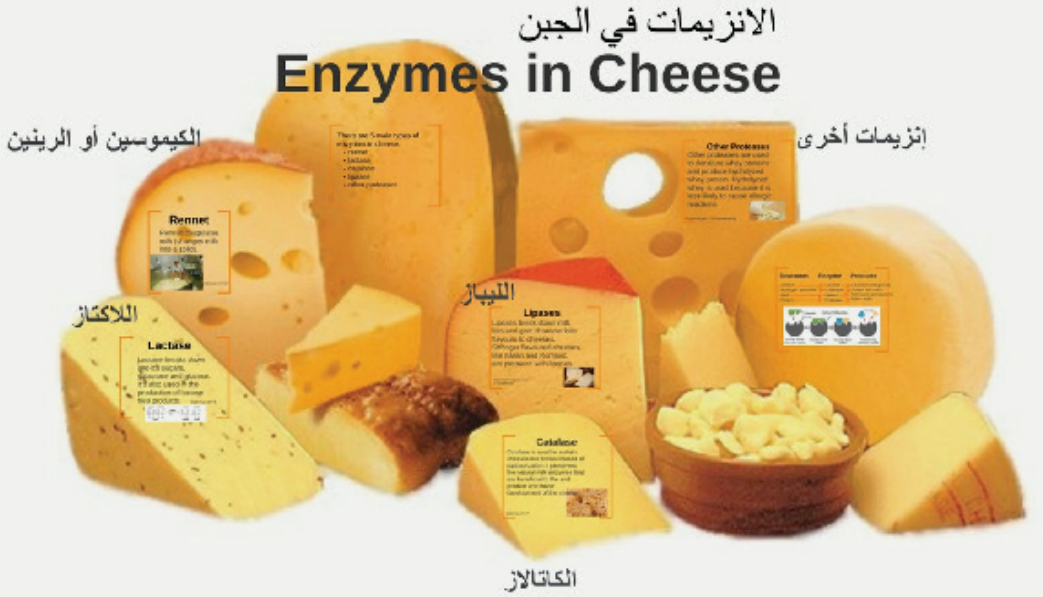
صورة 4: الطحالب النانوكلوروبسيس المعدلة وراثياً لأهدف مختلفة

•تستخدم إنزيم الكيموسين في إنتاج الجبنة (صورة 6)، لأنها مسؤولة عن عملية هضم المواد البروتينية وبالتالي تخثر الحليب. يُستخرج هذا الإنزيم سابقًا من معدة العجول، ولكن اليوم وبفضل التكنولوجيا الحيوية والبكتيريا المعدلة وراثيًا كالإشريكية القولونية أوالفطريات المعدلة وراثيًا كالرشاشية السوداء، يمكن إنتاج هذا الإنزيمات على المستوى التجاري.

•تستخدم إنزيم البروتياز لهضم بروتينات اللحوم في عملية تهدف لتطريتها (صورة 7)، لتصبح سهلة التناول على المستهلك الذي غالباً ما يفضلها لينة.

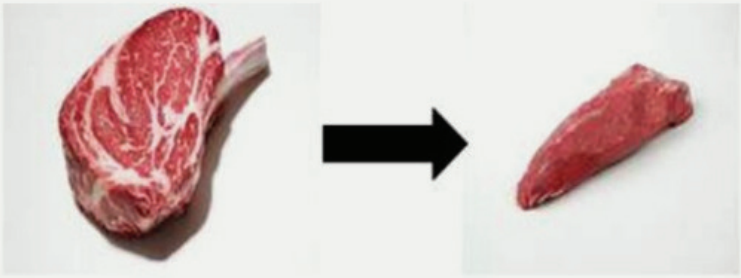
تُستخدم التكنولوجيا الحيوية أيضًا لإطالة العمر الافتراضي لبعض النبات (صورة 8)، كالطماطم مثلاً. تُقطف في المرحلة الخضراء الناضجة لتجنب تلفها في طريقها إلى وجهتها. لكن وفي بعض الأحيان أثناء شحنها، تسبب درجات الحرارة المرتفعة النضج المبكر للطماطم وبالتالي تلفها. مع العلم أن إنزيمًا يسمى "عديد الغالاكتوروناز" هو الذي يتسبب في نضج الطماطم. قام العلماء بتعديل وراثي لتقليل كمية هذه الإنزيم وبالتالي إطالة العمر الافتراضي للطماطم، ويُعد ذلك أمرًا مهمًا للغاية على الصعيد الاقتصادي.

صورة 5: تطبيقات التكنولوجيا الحيوية للفطريات ومنتجاتها ذات القيمة المضافة.



صورة 6: إنزيمات الجبنة .

تُستخدم التكنولوجيا الحيوية لتعزيز التغذية من مختلف الأطعمة لرفع قيمتها الغذائية، فغالباً ما يتم تعديل المحاصيل وراثيًا لتخصيبها بالمعادن والفيتامينات.



اللحوم النيئة على اليسار و بعد تطريتها بالإنزيم البروتيني الفطري على اليمين.

صورة 7 : تليين اللحوم بإنزيم البروتياز.

صورة 8: زيادة مدة صلاحية الخضار عن طريق الهندسة الوراثية.

سمحت التكنولوجيا الحيوية للعلماء بإنتاج فواكه ذات مذاق أفضل. تشمل الأطعمة المعدلة وراثيًا لتحسين مذاق البطيخ الخالي من البذور، والطماطم، والباذنجان، والفلفل، والكرز. أدى التخلص من البذور في هذه المواد الغذائية إلى زيادة محتوى السكر القابل للذوبان الذي يعزز الحلاوة.

أخيرًا، وعلى الرغم من كل مزايا التكنولوجيا الحيوية في إنتاج الغذاء ودورها المحتمل في القضاء على الجوع، إلا أنها تثير مخاوف بعض الأشخاص الذين يعتقدون أن تغيير الحمض النووي يمكن أن يؤدي إلى نتائج غير متوقعة ومشاكل صحية كالحساسية مثلاً. بسبب هذه المخاوف، يعارض البعض التكنولوجيا الحيوية الغذائية، ويرفض علماء الطبيعة أيضًا التكنولوجيا الحيوية الغذائية لأن الهندسة الوراثية، وفقًا لهم، تتدخل في الطبيعة وهذا يتعارض مع معتقداتهم. هناك حاجة إلى المزيد من البحوث والدراسات العلمية لنكون قادرين على التوصل لاستنتاجات دقيقة حول سلامة ومخاوف الأطعمة المعدلة وراثيًا.

في التكنولوجيا الحيوية الصناعية الحديثة، تُستخدم الطحالب الدقيقة كمصانع خلوية لإنتاج البروتينات والزيوت واللقاحات، وقد استُخدمت كمصدر رئيس للغذاء البشري خلال الحرب العالمية الثانية في ألمانيا.

الثورة في مكافحة العدوى

د. سامر خالدية
كلية الطب - جامعة بيروت العربية - لبنان

تُعد مكافحة العدوى إحدى الوظائف الأساسية لأنظمة الرعاية الصحية في جميع أنحاء العالم. فبالنظر إلى المخاطر الصحية المستمرة التي تشكلها الأمراض المعدية، أصبح إيجاد تدابير فعّالة لمكافحة العدوى والوقاية منها أمرًا بالغ الأهمية. وظهرت التكنولوجيا الحيوية كأداة قوية في مكافحة العوامل المعدية.

تلعب التكنولوجيا الحيوية التشخيصية (Diagnostic Biotechnology) دورًا مهمًا في مكافحة العدوى من خلال توفير طرق سريعة ودقيقة للكشف عن الأمراض المعدية ومراقبتها ومكافحتها، لتعزيز القدرة على تحديد مسببات الأمراض واكتشاف مقاومة المضادات الحيوية وتتبع تفشي الأمراض، وتُمكّن التكنولوجيا الحيوية التشخيصية المختصّين في الرعاية الصحية من اتخاذ تدابير فعّالة لمكافحة العدوى. يركز التشخيص الجزيئي (Molecular Diagnosis) في التكنولوجيا الحيوية التشخيصية على اكتشاف المادة الوراثية أو البروتينات أو المؤشرات الحيوية المرتبطة بالأمراض المعدية. فتسمح تقنيات مثل تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR)، واختبارات تضخيم الحمض النووي (NAATs)، وتسلسل الحمض النووي، باكتشاف وتحديد الأحماض النووية الميكروبية أو الواسمات الجينية. كما توفر هذه الأساليب نتائج سريعة ودقيقة، مما يُتيح لأخصائيي الرعاية الصحية اتخاذ تدابير مكافحة العدوى بسرعة فائقة، وتحديد خيارات العلاج المناسبة، وتنفيذ التدخلات المستهدفة، ومنع انتشار العدوى داخل أماكن الرعاية الصحية. كما غيّرت تقنية تسلسل الجيل التالي (Next Generation Sequencing) وهي تقنية متطورة في التكنولوجيا الحيوية التشخيصية، الفهم للتغيرات الجينية وآثارها

> تساعد تقنية تسلسل الجيل التالي في تشخيص الاضطرابات الوراثية النادرة، وعلم جينوم السرطان، وتتبع تفشي الأمراض المعدية، وتحديد الطفرات المسببة للأمراض، وتحليل عوامل الخطر الجينية، ومراقبة الاستجابة للعلاج.

على تشخيص الأمراض وإدارتها، إذ تتيح هذه التقنية المسح السريع والشامل للجينوم بأكمله مما أحدث نقلة نوعية في تشخيص الاضطرابات الوراثية النادرة، وعلم جينوم السرطان، وتتبع تفشي الأمراض المعدية، كما يسمح تسلسل الجيل التالي بتحديد الطفرات المسببة للأمراض، وتحليل عوامل الخطر الجينية، ومراقبة الاستجابة للعلاج. وقد سهّل التبني الواسع النطاق لتسلسل الجيل التالي تطوير الطب الدقيق(Precision Medicine) ، حيث يتم تصميم العلاجات وفقًا للملف الجيني للفرد. وقد أدَّت التكنولوجيا الحيوية التشخيصية أيضًا إلى تطوير أجهزة تشخيص في نقاط الرعاية(Point Of Care)، إذ تتيح هذه التقنية إجراء الاختبارات السريعة، وتقليل وقت الحصول على النتائج وتحسين رعاية المرضى. وتستخدم أجهزة (POC) العديد من مبادئ التكنولوجيا الحيوية، بما في ذلك المقاييس المناعية وأجهزة الاستشعار الحيوية، فتوفر هذه الأجهزة إمكانية التنقل والقدرة على تقديم نتائج سريعة في الوقت الفعلي، مما يجعلها لا تقدر بثمن في المجتمعات محدودة الموارد، والمناطق النائية، وأثناء حالات الطوارئ. كما تلعب التكنولوجيا الحيوية التشخيصية دورًا حيويًا في أنظمة مراقبة الأمراض المعدية، مما يتيح الكشف المبكر عن تفشي الأمراض وتتبعها، من خلال استخدام التقنيات الجزيئية المتقدمة وأدوات التكنولوجيا الحيوية، حيث يمكن للباحثين مراقبة الانتشار وأنماط الانتقال والخصائص الجينية لمسببات الأمراض المعدية. وتسهل أنظمة المراقبة هذه تنفيذ تدابير مكافحة العدوى في الوقت المناسب، مثل بروتوكولات العزل، وتتبع الاتصال، والتدخلات المستهدفة. علاوة على ذلك، يسمح دمج التطورات التكنولوجية الحيوية، مثل تسلسل الجينوم الكامل والمعلوماتية الحيوية، بتحديد مصادر التفشي وتتبع تطور العوامل المعدية، مما يساعد في تطوير استراتيجيات فعّالة للمكافحة ومنع تفشي الأمراض في المستقبل.

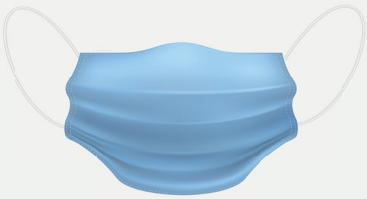
من ناحية أخرى، تعتبر مقاومة المضادات الحيوية أزمة صحية عالمية تهدد فعالية الأنواع الحالية من المضادات الحيوية، حيث تقدم التكنولوجيا الحيوية، بقدرتها على معالجة وهندسة النُظم البيولوجية، حلولًا

مبتكرة لمكافحة مقاومة المضادات الحيوية، إذ تسمح للعلماء بتصميم عوامل جديدة مضادة للميكروبات يمكنها استهداف البكتيريا المقاومة للأدوية والقضاء عليها، من خلال تعديل المضادات الحيوية الموجودة أو تطوير مركبات جديدة تمامًا، حيث يمكن للباحثين تعزيز فعالية مضادات الميكروبات ضد السلالات المقاومة. ويتضمن أحد الأساليب استخدام الببتيدات المضادة للميكروبات (Antimicrobial Peptides) المشتقة من المواد الطبيعية. وأظهرت هذه الببتيدات قدرة التغلب على آليات مقاومة المضادات الحيوية، حيث يمكن هندستها لتحسين حساسيتها واستقرار النتائج. بالإضافة إلى ذلك، تمكّن التكنولوجيا الحيوية الباحثين من تطوير الفيروسات التي يمكن أن تصيب البكتيريا وتقتلها على وجه التحديد. كذلك، تسهم التكنولوجيا الحيوية في تطور مجال الطب الدقيق، والذي يصمم العلاجات الطبية للمرضى الأفراد بناءً على تركيبتهم الجينية، فيستخدم علم الصيدلة الجيني، وهو فرع من فروع الطب الدقيق، أدوات التكنولوجيا الحيوية لدراسة كيفية تأثير الاختلافات الجينية على استجابة الفرد للأدوية، بما في ذلك المضادات الحيوية من خلال تحديد العلامات الجينية المرتبطة بفعالية المضادات الحيوية، حيث يمكن للأطباء تحسين خطط العلاج واختيار المضادات الحيوية الأكثر فعالية وأمانًا لكل مريض. ويقلل هذا النهج من مخاطر التفاعلات العكسية، ويحسن نتائج العلاج، ويقلل من تطور مقاومة المضادات الحيوية. كما تقدم البيولوجيا التركيبية، وهي أحد مجالات التكنولوجيا الحيوية، طرقًا مبتكرة لإنتاج المضادات الحيوية. فمن خلال الهندسة الوراثية، يمكن للعلماء تصميم وبناء أنظمة ميكروبية قادرة على تخليق جزيئات معقدة بخصائص مضادة للميكروبات. ويتيح هذا النهج إنتاج مضادات حيوية جديدة أو تحسين المضادات الحالية للتغلب على آليات المقاومة. علاوة على ذلك، تسهل البيولوجيا التركيبية إنشاء أجهزة الاستشعار الحيوية التي تكتشف جزيئات الإشارات البكتيرية المرتبطة بتطوير المقاومة. توفر هذه المستشعرات الحيوية رؤية قيّمة حول ظهور المقاومة وانتشارها، وتوجيه استراتيجيات مكافحة العدوى. بالإضافة إلى

> أسهمت التكنولوجيا الحيوية التشخيصية في توفير طرق سريعة ودقيقة للكشف عن الأمراض المعدية ومراقبتها ومكافحتها، لتعزيز القدرة على تحديد مسببات الأمراض واكتشاف مقاومة المضادات الحيوية وتتبع تفشي الأمراض.

ذلك، تلعب التكنولوجيا الحيوية دورًا مهمًا في تطوير البروبيوتيكس(Probiotics) التي يمكن أن تساعد في استعادة الجراثيم الصحية، مما يقلل من خطر الإصابة بالعدوى. ومن خلال فهم التفاعلات المعقدة بين الميكروبات وجسم الإنسان، يمكن للباحثين تصميم تدخلات مخصصة تعزز الميكروبيوم المتوازن والمرن، مما يمنع النمو المفرط لمسببات الأمراض الجرثومية.

لعبت التكنولوجيا الحيوية دورًا محوريًا أيضا في تطوير اللقاحات والعلاجات المناعية من خلال تسخير العمليات البيولوجية وتقنيات الهندسة الوراثية، إذ سهّلت تطوير اللقاحات المؤتلفة، التي تَستخدِم المكونات المعدّلة وراثيًا لتحفيز الاستجابة المناعية. من خلال تقنية الحمض النووي المؤتلف، يمكن للعلماء إنتاج البروتينات المؤتلفة التي تحاكي مستضدات الفيروسات، مما يؤدي إلى إنتاج استجابات مناعية محددة دون التسبب في المرض. كما حققت اللقاحات المؤتلفة نجاحًا كبيرًا في الوقاية من الأمراض مثل التهاب الكبد B وفيروس الورم الحليمي البشري (HPV) وفيروس كورونا. وتمثل لقاحات (mRNA) تقدمًا رائدًا في مجال اللقاحات، حيث لعبت التكنولوجيا الحيوية دورًا حيويًا في تطويرها إذ تعمل هذه اللقاحات عن طريق إدخال قطعة صغيرة من مستضد الفيروس في الخلايا، وتحفيز الاستجابة المناعية. تسمح هذه التقنية بالتطوير السريع للقاحات، حيث يمكن تعديل تسلسل (RNA) بسهولة لاستهداف مسببات الأمراض المختلفة. كما أسهمت التكنولوجيا الحيوية بشكل كبير في تطوير أنظمة لقاح جديدة، تعزز فعالية وسلامة اللقاحات، فقد سهّلت تطوير أنظمة مبتكرة لإيصال اللقاحات، حيث تُعد الجسيمات النانوية والنواقل الفيروسية أمثلة على المنصات المصممة بالتكنولوجيا

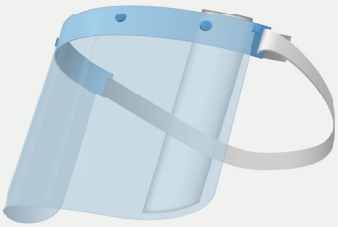


الحيوية لإيصال اللقاحات، وتعمل هذه الأنظمة على تحسين استقرار اللقاح وتسهيل نقله إلى خلايا أو أنسجة معينة، مما يؤدي إلى تعزيز الاستجابات المناعية وتحسين فعالية اللقاح.

كما وسعت التكنولوجيا الحيوية نفوذها في مجال مكافحة العدوى خارج أماكن الرعاية الصحية، حيث طور الباحثون طلاءات سطحية مبتكرة مشبّعة بخصائص مضادة للميكروبات تمنع نمو وانتشار مسببات الأمراض. ويمكن استخدام هذه الطلاءات، التي تتكون غالبًا من جزيئات نانوية أو ببتيدات مضادة للميكروبات، على أسطح مختلفة، بما في ذلك الأجهزة الطبية والأماكن العامة وحتى الملابس. علاوة على ذلك، أسهمت التكنولوجيا الحيوية في تطوير طرق جديدة لإزالة التلوث الجرثومي كالتعقيم بالبلازما والإشعاع فوق البنفسجي المبيد للجراثيم (UVGI)، فتوفر هذه الطرق إزالة التلوث الجرثومي بشكل سريع وفعّال دون استخدام مواد كيميائية، مما يقلل من الآثار الضارة.

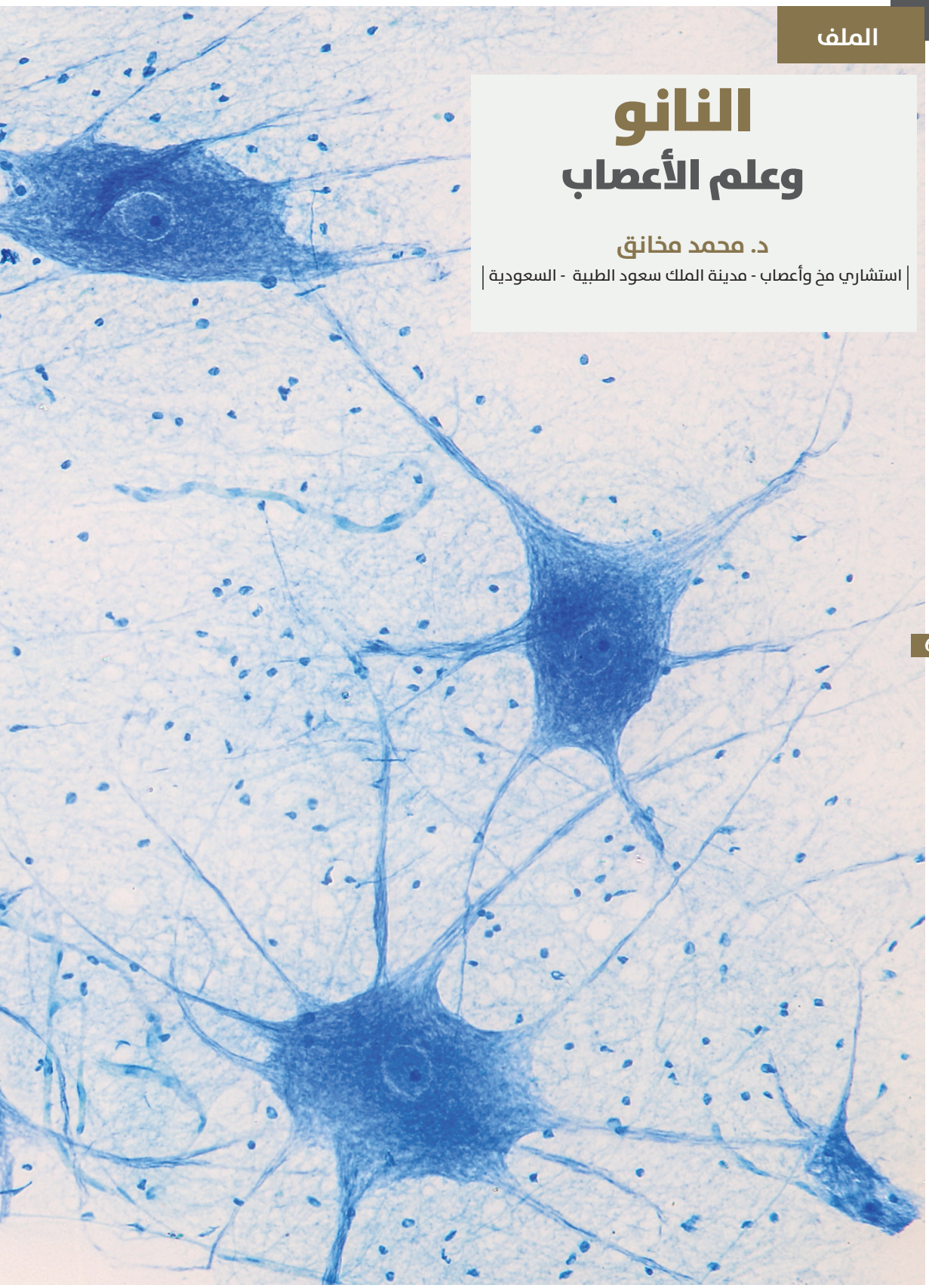
وتمتد مساهمات التكنولوجيا الحيوية في مكافحة العدوى إلى ما وراء إعدادات الرعاية الصحية التقليدية، لتصل إلى الأماكن العامة والصناعات والزراعة. فمن خلال الاستفادة من تطورات التكنولوجيا الحيوية، يمكننا تطوير حلول مستدامة وفعّالة لمكافحة العدوى، وتقليل العبء على أنظمة الرعاية الصحية، وبالتالي تحسين النتائج الصحية العالمية. لذلك فإن التعاون المستمر بين الباحثين وصانعي السياسات والمتخصصين في الرعاية الصحية ضروري لتسخير الإمكانات الكاملة للتكنولوجيا الحيوية وضمان تبنيها على نطاق واسع في ممارسات مكافحة العدوى.

> من خلال فهم التفاعلات المعقدة بين الميكروبات وجسم الإنسان، يمكن للباحثين تصميم تدخلات مخصصة تعزز الميكروبيوم المتوازن والمرن، مما يمنع النمو المفرط لمسببات الأمراض الجرثومية.



النانو
وعلم الأعصاب

د. محمد مخانق
استشاري مخ وأعصاب - مدينة الملك سعود الطبية - السعودية



تطالعنا المجلات العلمية والدوريات العالمية يوميًا بكل ما هو جديد في نطاق العلوم والاكتشافات الحديثة، ونلاحظ نوعين من التمدد والتوسع العلمي؛ نوع أفقي على شكل تزاحمٍ متنوعٍ بالاكتشافات بكل ألوانها وأطيافها، وعموديٍ على شكل تعميق وتطوير اختراعٍ أو اكتشاف سابق وجعله فعالًا أكثر أو ربطه بشكلٍ أكبر بالحياة المُعاشة. فبينما تظل بعض الكشوفات العلمية حبيسة الأدراج النظرية؛ تشرق علينا أخرى عند دمجها بالواقع لتنير حياتنا بما هو نافع للإنسان أو لأشكال الحياة المختلفة.

دأبت مراكز البحث العلمي -أخص منها بالذكر المرتبطة بالحياة العملية- على ابتكار تشاركات وتوائمات خلّاقة ربطت العلوم النظرية بالتطبيقات العملية، وقد كان لها أثر جليل وبالغ في حل مشاكل الإنسان وتسهيل الحياة عليه، إضافة لتخفيف معاناته في كثير من الأمراض. وتعد تقنية النانو مجالًا جديدًا وواعدًا للتطور التقني، وهناك إمكاناتٌ كبيرةٌ في البحث والتطبيقات السريرية للأمراض العصبية.

ما هو علم النانو الحيوي؟

هو هندسة المواد أو النظم النانوية، ويقع حجمها الفعّال في المجال 100 نانومتر أو أقل، ويمكن استخدامها للعمل مع العضيّات داخل الخلوية أو الخلايا بطرق متنوعة ومُستحدثة، ومن الممكن صنع مواد فريدة تؤدي وظائف مهمة على الصعيد الحيوي.

وما زلنا نكتشف المزيد حول كيفية تفاعل المادة والطاقة في هذا المستوى المتناهي في الصغر. فعلى عكس المواد التقليدية، تمتلك الجسيمات النانوية التي يبلغ قطرها من 1 إلى 100 نانومتر خصائص كهربائية وكيميائية وبصرية وميكانيكية ومغناطيسية استثنائية؛ ونتيجة لذلك يمكن تصنيع أنظمة نانوية ذات قيمة عالية باستخدام هذه الجسيمات النانوية. فبالمقارنة مع التخصصات العلمية الأكثر رسوخًا، يعتبر مجال تقنية النانو الأكثر تطوراً وحداثة!

نانو الأعصاب

يشير مصطلح "علم الأعصاب النانوي" إلى فرع جديد من البحث العلمي تندمج فيه تقنية النانو بعلم الأعصاب. عندما يتم الجمع بين تقنية النانو وعلم الأعصاب والهندسة الحيوية، يمكن حينها تحويل البحوث الأساسية إلى تقنيات مبتكرة وأدوات للتشخيص والعلاج والمراقبة في الحالات المرضية المرتبطة بالأمراض العصبية.

خصوصية الجهاز العصبي

يصعب في كثير من الأحيان تشخيص وعلاج أمراض الجهاز العصبي المركزي بسبب الحماية القصوى التي يوفرها ما يُسمى بالحاجز الدموي الدماغي (بنية خلوية مُحكمة تفصل الأوعية الدموية عن نسج الدماغ والنخاع الشوكي)، والذي يمنع المواد والجزيئات الكبيرة من الولوج للجملة العصبية المركزية، وغالبًا ما تكون العلاجات التي يتم اعطاؤها جهازيًا (فمويًا أو بالوريد) غير فعّالة! ونتيجة لذلك تتوسع الدراسات في المجال النانوي للاستفادة من الأبعاد المتناهية في الصغر لجزيئاته، ومن الممكن أن تلعب أدوارًا حاسمة في التشخيص والعلاج.

يُحسب للمواد النانوية أيضًا إضافة للحجم؛ مجموعة من الخصائص المميزة المساعدة مثل: الاطلاق المُتَحكم به، استهداف مواقع بعينها، نسبة عالية من السطح للحجم، والقدرة على التكيف. هذه الخصائص قد تساعد في تحسين عملية التشخيص والعلاج، والحد من ردود الفعل السلبية غير المرغوب فيها.

وعلى وجه الخصوص فإن الهياكل النانوية يتم استخدامها كتقنيات للتأثيرات الوقائية العصبية على مستوى الجينات والبروتينات، وكمنصات للتصوير العصبي، ومركبات لتوصيل الأدوية، وكسقالات للتمايز والتجدد العصبي، وكأدوات لجراحة المخ والأعصاب.

بعض المواد النانوية المستخدمة في طب الأعصاب:

1)مُذيّلات البوليمير: تستخدم في توصيل بعض الأدوية والهرمونات إلى الجهاز العصبي. فعلى سبيل المثال تستخدم ركيزة من البوليمير مع المضاد الفطري أمفوتريسين لتسهيل دخوله للجملة العصبية بهدف علاج العدوى العصبية.

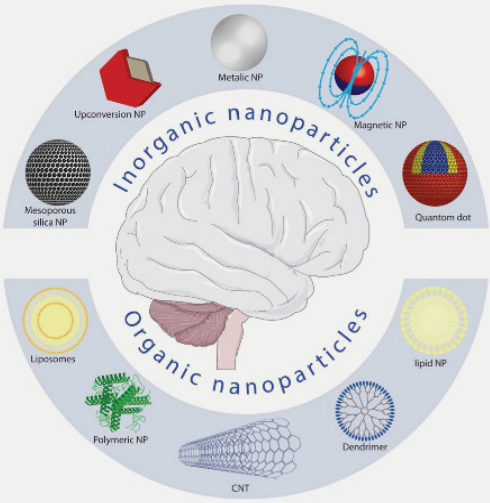
2)الجسيمات النانوية الدهنية: تستخدم في الوقاية العصبية بتعديل أو تثبيط بعض الجينات الضارة.

3)المستحلبات النانوية: المساعدة بالوقاية العصبية وتوصيل بعض الأدوية العصبية، مثال ركيزة لدواء تيرابنازين المضاد لداء هنتغتون الوراثي.

4)النقاط الكمومية وأكسيد الحديد: دور في التصوير بالرنين المغناطيسي والتصوير الحديث بالنانو.

5)جزئيات السيلكيا النانوية: تحفيز نمو الأعصاب والخلايا العصبية.

6)أنابيب النانو كربون: تستخدم كغطاء مصمم لتعزيز التفاعل الكهربائي العصبي والتحفيز، والاستخدام كسقالات في عملية النمو العصب



صورة 1: الفرق بين الجسيمات النانونية العضوية وغير العضوية

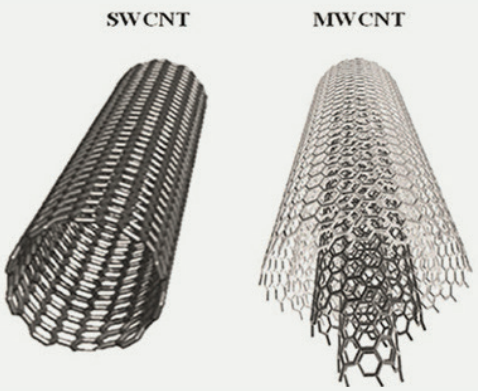
بعض التفاصيل عن استخدام الأجسام النانوية

•كربون-أساس وعلم الأعصاب: وهو عبارة عن هياكل نانوية قائمة على الكربون، تتكون من كربون عالي النقاء مع ذرات مختلفة، يجب التركيز بشكل خاص على التهجين أو الأنماط الهندسية في هذا السياق.

حتى الآن؛ تلعب العناصر الثلاثة الموجودة بشكل طبيعي للكربون (الكربون غير المتبلور والجرافيت والماس) مصحوبة بتوليفات مشتقة من مواد تركيبية (بما في ذلك الأنابيب النانوية الكربونية والجرافين والألماس النانوي والفوليرين) الدور الأساسي في معظم تطبيقات النانو-كربون.

وكمثال محدد؛ فإن الأنابيب النانوية الكربونية أثبتت فعاليتها الشديدة في تعزيز نمو الخلايا العصبية. اكتشف هذا التحقيق المبكر بقاء الخلايا العصبية على قيد الحياة في النسيج الدماغي الذي تم فحصه، وكذلك النقل العصبي، مع زيادة كبيرة في الخلايا المتولدة ذاتيًا والتدفقات بعد المشبكية (صورة 2).

وكتطبيق عملي آخر بالاشتراك مع جامعة مايو كلينك، فإن أقطاب النانو القائمة على ألياف الكربون تم تطويرها كأداة للمراقبة والتحفيز الكيميائي العصبي، فقد تم إنتاج ألياف نانوية كربونية صغيرة جدًا بحجم 50 نانومتر يمكن استخدامها لقياس مستويات تركيز الكيمياء العصبية.



صورة 2: أنابيب كربون نانونية.

•الجسيمات النانوية البوليمرية: إن هذه المواد النانوية البوليمرية بهندستها التركيبية القابلة للبرمجة (10 إلى 1000 نانومتر)، مع ميزات التوافق الحيوي، وعدم السميّة، فإنها تمثل على وجه الخصوص خيارًا واعدًا وقابلًا للتطوير كنظام ممتاز لتوصيل الأدوية التي تستهدف الجهاز العصبي المركزي (عبر خاصية إطلاقها للعقاقير بشكل خاضع للرقابة).

•أجهزة الاستشعار الحيوية: هي أدوات تكشف تراكيز المواد الكيميائية باستخدام تفاعلات كيميائية حيوية فريدة وتعمل من خلال أنظمة المناعة أو الإنزيمات المعزولة أو العضيّات أو الخلايا الكاملة أو الأنسجة، وعادة مايكون عن طريق الإشارات الضوئية أو الحرارية أو الكهربائية.

•الكشف عن النواقل العصبية: إن الناقل العصبي هو الجزيء المنظِم الأساسي في الدماغ، والذي يسمح بعمل الخلايا العصبية بالإضافة إلى التحكم بوظائف الأعضاء والسلوك البشري. يأخذ الناقل المعلومات المخزنة في أجزاء مختلفة من الدماغ وينقلها عبر الخلايا العصبية لتنفيذ المهام المطلوبة.

تعتبر نواقل: الإبينفرين والنورإيبينيفرين والجلوتامات والأسيتيل كولين والسيروتونين جميعها نواقل عصبية مثيرة أو محرضة. أما الجلايسين والغابا فهي نواقل عصبية مثبطة، بينما يلعب الدوبامين أداورًا مثبطة ومنشطة بحسب الخلايا والمستقبلات.

تمتلك المواد النانوية مساحة كبيرة نشطة كهربيًا، مما يسهم في تعزيز نقل الإلكترون بين الجزيئات المستهدفة وسطح قطب المستشعر، الذي يؤدي في النهاية إلى زيادة في الكشف الكهربائي للنواقل العصبية.

•فوائد أخرى للمواد النانوية: مثل الكهرباء القوية والتوصيل والتحفيز الكهربائي الممتاز، كل ذلك يمكن أن يحسن من الحساسية والانتقائية فيما يتعلق باكتشاف الدوبامين. وتكمن أهمية الدوبامين بلعبه أدوار مهمة، ففي متلازمة باركنسون ينقص إنتاج الدوبامين من المادة السوداء في الدماغ، في حين أن الفصام يتميز بالزيادة الشاذة للدوبامين، كما نُسبت حالات مثل الاكتئاب والإدمان لهذا المستقبل، فهو لاعب محوري في دارات الدماغ العاطفية والنفسية ومراكز الثواب والعقاب والمكافأة في دماغ الإنسان (أدوار منشطة وأخرى مثبطة كما ذكرنا)، تم إجراء عدة تعديلات بمواد النانو لتوائم كشفًا أفضل وتحسين بجودة وعمل المستشعرات.

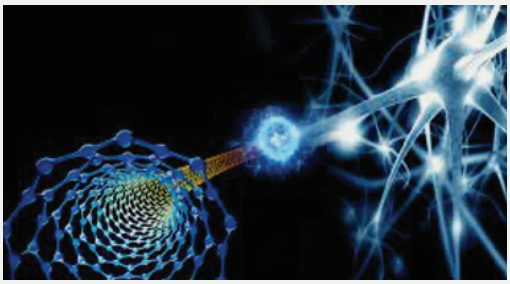
•التصوير العصبي: يعد التصوير الشعاعي من أكثر التقنيات فعالية لدراسة أمراض الجهاز العصبي المركزي واستقصائه، وبسبب قيود التصوير العصبي الموجودة، فإن الهياكل النانوية المصنّعة مع مجموعة متنوعة من المواد، وبفضل الخصائص البصرية الممتازة لها؛ يمكن التغلب على صعوبات التصوير العصبي التقليدي في الجسم الحي.

تم استكشاف العديد من المواد النانوية بميزاتها البصرية والخصائص الكيميائية والفيزيائية في نطاق النانومتر، للتطبيق في تحليل الصور الطبية الحيوية خلال العقد الماضي. ظهرت تقنيات التصوير الطبي المبتكرة كنتيجة اختراقات في تركيب وهندسة تقنيات النانو. هذه المجسات النانوية هي أنظمة نانوية أساسية للتصوير، وقياس للآليات الكيميائية الحيوية في الكائنات الحية في مختلف مراحل التصوير.

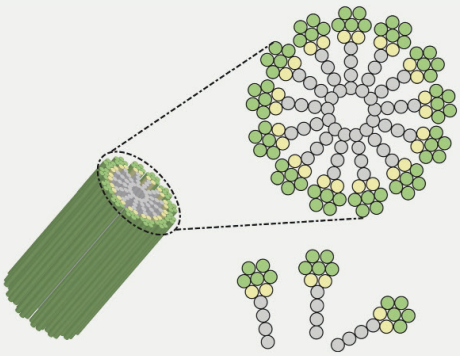
مزايا تقنية النانو في علم الأعصاب السريري العلاجي والترميمي

تقنية النانو لديها القدرة على عكس الآليات المرضة العصبية على المستوى الجزيئي أو الحد منها. وكتطبيق علاجي؛ تم تشكيل سقّالات هندسية نانوية (القناة العصبية) تتضمن مكونات جسيمات نانوية وظيفية بتقليد المصفوفة خارج الخلية لتقديم بيئة مكروية فيزيائية نشطة بيولوجيًا للتجديد العصبي. أما عن كيفية ولوج المكونات النانوية فباستخدام تقنيات الموجات فوق الصوتية المركزة أو الصدمة التناضحية (مانيتول) لفتح الحاجز الدموي الدماغي بشكل مؤقت، والسماح للجسيمات النانوية بدخول الخلايا لتسهيل نقل الأدوية من خلالها المواد النانوية.

تؤدي المواد النانوية المصممة وفقًا لمواصفات دقيقة للغاية إلى تنشيط الخلايا المستهدفة وبالتالي تحقيق أهداف عصبية معينة. وكتطبيق ترميمي؛ استُخدِمت



ألياف نانوية سميكة تحتوي على ذيل كربون كاره للماء ورؤوس محبة للماء من الببتيدات، وأمكنها إحاطة الخلايا الجذعية العصبية والخلايا السليفة تحت ظروف فيزيولوجية معينة، والقيام بالتجميع الذاتي وإنشاء مادة هلامية تحتوي على الخلايا المذكورة مما أدى لتطور الخلايا الجذعية وتمايزها بهذه الطريقة.



الصعوبات والتحديات على أرض الواقع:

فيما يتعلق بعلم الأعصاب، أحد أكبر التحديات التي تطرحها تقنية النانو هو مدى تعقيدها. يُقر العلماء بأن ذلك له تأثير كبير في قدرتنا على التدخل على المستوى الجزيئي، وكذلك كيفية عمل الجهاز العصبي، وآلية الأعطال في المرض وكيف نفهمها. أكثر الجوانب الجديرة بالملاحظة من مساهمات تكنولوجيا النانو في علم الأعصاب أنه عندما يتعلق الأمر بالتطبيقات في الجسم الحي، فإن استخدام تقنية النانو في الجهاز العصبي مازال صعبًا!

> الناقل العصبي هو المنظِم الأساسي في الدماغ، فهو يأخذ المعلومات المخزنة في أجزاء مختلفة من الدماغ وينقلها عبر الخلايا العصبية لتنفيذ المهام المطلوبة.

إن التعقيد الجوهري للدماغ يعتبر من أكثر الجوانب المميزة، وإن معالجة المعلومات في الجهاز العصبي يحدث بشكل متجذر وبمستويات متعددة الأبعاد من التفاعلات الخلوية؛ فمن الضروري أن يكون الباحث على دراية بتعقيد الجملة العصبية أثناء استخدام تقنيات النانو التي تهدف إلى التأثير عليه.

إن التصنيع يجب أن يكون في منشأت تصمم آلات نانوية ذات درجة عالية من الفعالية والنظافة! ويمكن أن يؤدي أدنى قدر من التلوث في عملية التصنيع إلى خلل في البنية التحتية النانوية، وتكون تداعياته كارثية في الجسم الحي!

ماتزال حياة المواد النانوية داخل البيئات البيولوجية والعمر المتوقع للمادة لها داخل الخلية الحية مشكوك فيه. لا توجد -حتى الآن- بيانات طويلة المدى متاحة لإعطاء إجابة آمنة وقاطعة. إن الآثار طويلة المدى لجسم غريب داخل خلية حية غير معروفة أيضًا مشكلة أخرى تنشأ من سُمِّية المواد الداخلة في تقنيات النانو استنادًا إلى تركيبها الكيميائي.

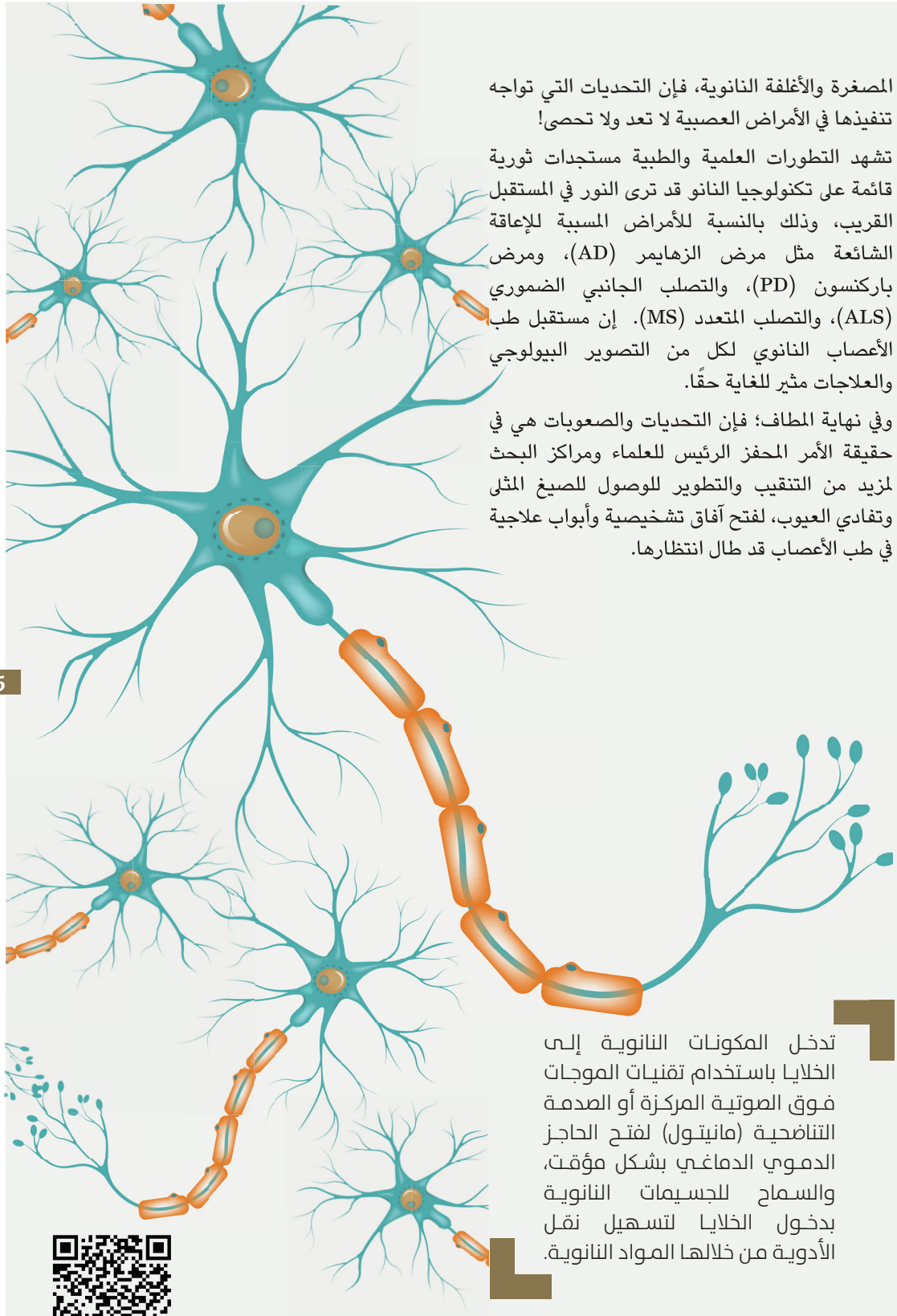
التحدي في الأمراض العصبية والآفاق المستقبلية

تشكل الأمراض العصبية مُعضلات غريبة وفريدة من نوعها من بين أمراض الإنسان، إن الالتهاب والعدوى والأورام والمناعة الذاتية والتنكس -عندما تصيب الجهاز العصبي- هي إشارات مهمة للوفاة. على الرغم من أن العلم أعطانا عجائب تكنولوجية جديدة مثل الأنابيب النانوية والأسلاك النانوية والروبوتات

المصغرة والأغلفة النانوية، فإن التحديات التي تواجه تنفيذها في الأمراض العصبية لا تعد ولا تحصى!

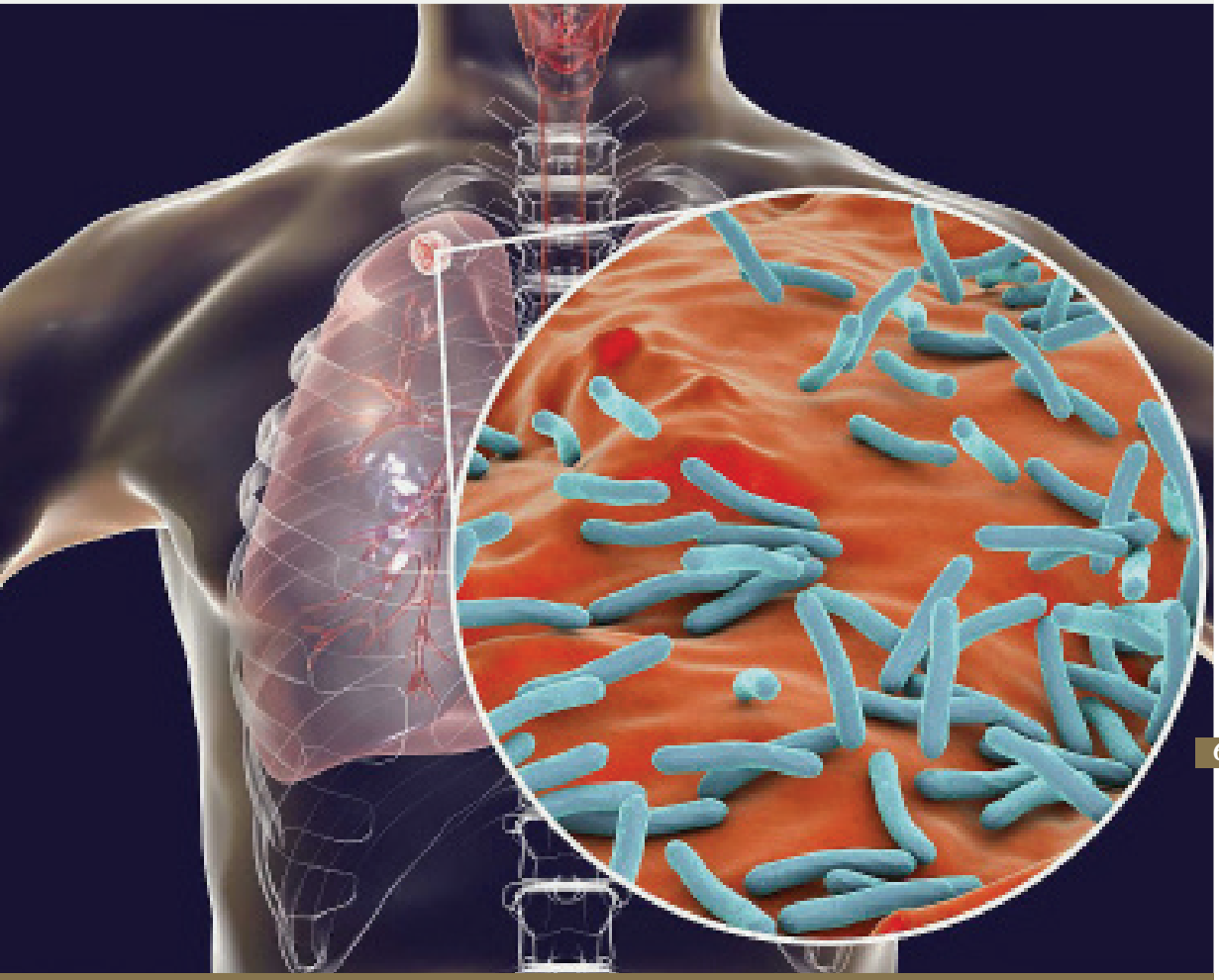
تشهد التطورات العلمية والطبية مستجدات ثورية قائمة على تكنولوجيا النانو قد ترى النور في المستقبل القريب، وذلك بالنسبة للأمراض المسببة للإعاقة الشائعة مثل مرض الزهايمر (AD)، ومرض باركنسون (PD)، والتصلب الجانبي الضموري (ALS)، والتصلب المتعدد (MS). إن مستقبل طب الأعصاب النانوي لكل من التصوير البيولوجي والعلاجات مثير للغاية حقًا.

وفي نهاية المطاف؛ فإن التحديات والصعوبات هي في حقيقة الأمر المحفز الرئيس للعلماء ومراكز البحث لمزيد من التنقيب والتطوير للوصول للصيغ المثلى وتفادي العيوب، لفتح آفاق تشخيصية وأبواب علاجية في طب الأعصاب قد طال انتظارها.



تدخل المكونات النانوية إلى الخلايا باستخدام تقنيات الموجات فوق الصوتية المركزة أو الصدمة التناضحية (مانيتول) لفتح الحاجز الدموي الدماغي بشكل مؤقت، والسماح للجسيمات النانوية بدخول الخلايا لتسهيل نقل الأدوية من خلالها المواد النانوية.

www.alfaisalsci.com



(صورة 1) بكتريا المايكوبكتيريوم (Mycobacterium Tuberculosis) تُعرف بالمتفطرة السلية وهي نوع من البكتيريا تصيب الرئتين

التدرن الرئوي
كورونا يعيد تنشيط السل الرئوي القاتل

د. اليسار الخطيب
علم الأحياء الدقيقة - كلية الموسى للعلوم الصحية - السعودية

يعد السل من الأمراض الأكثر شيوعاً في البلدان النامية. ووفقاً لمنظمة الصحة العالمية فهو من أبرز أسباب الوفاة في العالم، وعلى الرغم خطورة هذا المرض، إلا أنه من الممكن الوقاية والشفاء منه إذا تم التعامل معه بالطريقة الصحيحة.

التدرن الرئوي (السل) (Tuberculosis or TB) مرض مُعدٍ، يُصاب به الإنسان نتيجة العدوى بجرثومة المتفطرة السلية (Mycobacterium Tuberculosis)، وهي نوع من البكتيريا تصيب الرئتين بشكل مباشر (انظر صورة 1)، وقد تصيب أعضاء أخرى مثل الكلى والعمود الفقري والدماغ. يعتبر السل أحد الأسباب الرئيسة للوفيات عالميًا بعد فيروس كورونا المستجد (COVID-19). على الصعيد العالمي، أصيب حوالي ربع السكان بالسل، ولكن فقط 5.15 % قد تظهر عليهم أعراض المرض خلال حياتهم، مع زيادة معدل الإصابة لدى الأشخاص الذين يعانون من كبت المناعة، وخاصة المرضى المصابين بفيروس نقص المناعة البشرية. سنويًا، من بين إجمالي عدد المصابين بالسل، حوالي 90 % هم من البالغين، حيث إن الرجال أكثر عرضة من النساء.

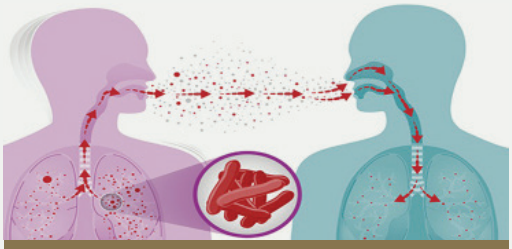
عبء مرض السل عالميا

في جميع أنحاء العالم، ارتفع عدد الأشخاص الذين تم تشخيص إصابتهم بالسل بنسبة 4.5 % من عام 2020 ليصل العدد إلى 10.6 مليون في عام 2021، حيث توفي 1.6 مليون مصاب بسبب المرض من بينهم 82 % غير مصابين بفيروس نقص المناعة البشرية. كانت مناطق أفريقيا وجنوب شرق آسيا تستحوذ على النسبة الأكبر من وفيات السل العالمية. أظهرت الدراسات أن الالتزام بنظام الأدوية المضادة للسل يقلل من معدل الوفيات من 50 % إلى 15 % . لذلك أوصت إرشادات منظمة الصحة العالمية (WHO) بضرورة الالتزام بالنظام العلاجي الممتد إلى 6 أشهر.

على الرغم من أنه بالإمكان تقليل نسبة الوفيات عن طريق الالتزام بالطرق العلاجية المناسبة، إلا أن عددًا كبيرًا من الناجين من السل يعانون من مشاكل ما بعد الإصابة بالسل. من ناحية أخرى انخفض عبء مرض السل في بعض البلدان ليصل إلى أقل من وفاة واحدة لكل 100000 وأقل من 10 حالات في السنة. وفقًا لذلك، تم تسجيل انخفاض في معدل الإصابة بالسل بنسبة 11 % بين عامي 2015 – 2020 وهو ما يقارب الانخفاض بنسبة 20 % المخطط له من قبل منظمة الصحة العالمية باعتباره علامة فارقة في استراتيجية القضاء على السل بين 2015 – 2020. بالإضافة إلى ذلك؛ كان لوباء كورونا (COVID-19) تأثير واضح على عبء السل، حيث أثّر على عدد الحالات المبلّغ عنها حديثًا، إلى جانب الانخفاض العالمي في النسبة المئوية لمرضى السل الذين يتلقون علاجًا منتظما، لا سيما أولئك الذين لديهم سلالات مقاومة للأدوية.

عوامل خطر الإصابة بالسل وتأثيره على الصحة

يُعد نقص التغذية، وعدوى فيروس نقص المناعة البشرية، تعاطي الكحول، والتدخين، ومرض السكري من أهم العوامل الخطرة للإصابة بمرض السل الرئوي. بالإضافة إلى عوامل الخطر المرتبطة بالصحة، كما تزيد الظروف الاجتماعية والاقتصادية للأشخاص نسبة خطر الإصابة بعدوى السل خلال حياتهم.



صورة 2: ينتقل السل الرئوي عن طريق الرذاذ المتطاير من شخص إلى آخر.

على الرغم من أنه بالإمكان تقليل نسبة الوفيات عن طريق الالتزام بالطرق العلاجية المناسبة، إلا أن عددًا كبيرًا من الناجين من السل يعانون من مشاكل ما بعد الإصابة بالسل.

كيفية انتقال العدوى

ينتقل السل الرئوي عن طريق الرذاذ المتطاير من شخص إلى آخر عند العطس، أو السعال، أو البصق، أو الاحتكاك المباشر، وتنفس الهواء الملوث بالبكتيريا (انظر صورة 2). ولا ينتقل عن طريق المصافحة، أو مشاركة الطعام والشراب، أو التقبيل، أو استخدام دورات المياه.

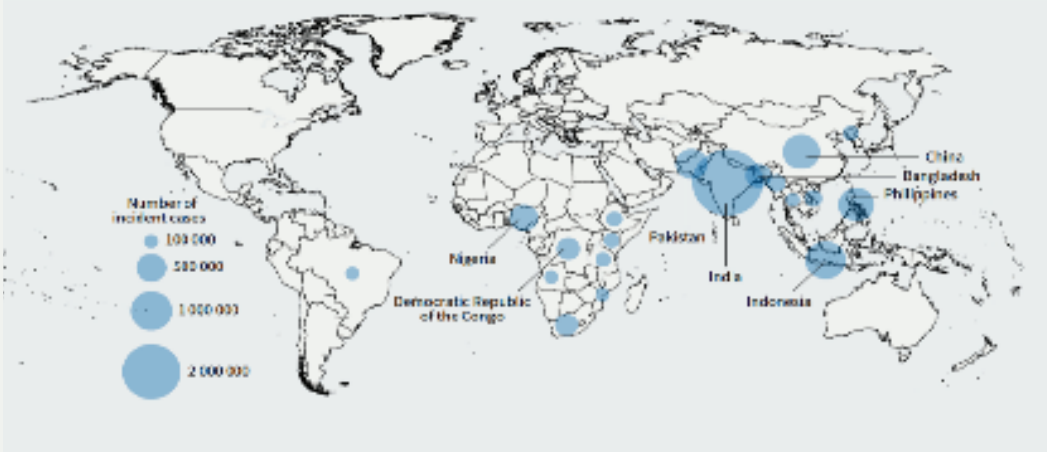
مرض السل ونقص التغذية

في جميع أنحاء العالم، يُعتبر نقص التغذية سبب رئيس لنقص المناعة الثانوي، لذا قد يكون الشخص الذي يعاني من ضعف الجهاز المناعي أكثر عرضة للإصابة بالأمراض. أظهرت الدراسات أن نقص التغذية يزيد نسبة الإصابة بمرض السل ونسبة الوفيات بين البالغين وكذلك الأطفال . في الوقت الحاضر، من بين عوامل الخطر الرئيسة لمرض السل، يمثل نقص التغذية 15 % من الجزء المنسوب إلى إصابة الأشخاص، يليه فيروس نقص المناعة البشرية بنسبة 7.6 %، والسكري بنسبة3.1 %. وتجدر الإشارة إلى أن فقدان الوزن هو أحد أعراض السل الرئيسة. لذلك، سيكون نقص التغذية في هذه الحالة نتيجة لمرض السل وليس سببًا رئيسيًا له. وقد أظهرت الدراسات أن زيادة مؤشر كتلة الجسم (BMI) بمقدار 1 كجم / م ^{2}، ساهمت في انخفاض حدوث السل بنسبة 13.8 %. وبالمثل، يزيد معدل الإصابة بمرض السل من 24.7 إلى 260.2 لكل 100000 شخص مع انخفاض مؤشر كتلة الجسم من الطبيعي إلى أقل من 18.5 كجم / م^2. علاوة على ذلك، كشفت الدراسات عن وجود ارتباط قوي بين نقص فيتامين A و E و D وزيادة أكبر بمرتين إلى 10 مرات بنسبة الإصابة بالسل. من ناحية أخرى، يحتل فيروس نقص المناعة البشرية (HIV) المرتبة الثانية بعد السل كسبب رئيس للوفاة من عامل معدٍ واحد. علاوة على ذلك، فإن المرضى المصابين بفيروس نقص المناعة البشرية أكثر عرضة للإصابة بالسل النشط بمقدار 30 مرة مقارنة بالمرضى السلبيين، إذا تُركوا دون علاج فإن معدل الوفيات لديهم يقترب من 100 %. من ناحية ثانية؛ الاعتماد على الأنسولين عامل خطر إضافيًا للإصابة بمرض السل بين مرضى السكري، حيث تزداد المخاطر بمقدار الضعف في الاعتماد المرتفع على الأنسولين. من اللافت للنظر أن للتدخين تأثيرًا رئيسًا فيما يتعلق بقضايا الصحة العامة مما يزيد من الإصابة بالمتفطرة السلية، حيث إن غالبية مستهلكي التبغ يعيشون في البلدان النامية في ظل ظروف غير صحية، وعندما يتعلق الأمر بالوفيات، فإن المعدل هو تسعة أضعاف بالنسبة للمدخنين مقارنة بغير المدخنين. لطالما عُرف الارتباط بين الكحول والسل، وقد أظهرت الدراسات أن تعاطي الكحول مسؤول عن حوالي 10 % من حالات السل في جميع أنحاء العالم.

بناءً على ما ناقشناه سابقًا حول الارتباط المعقد بين نقص التغذية والسل، فإن نقص التغذية هو أهم عامل خطر لمعرفة مكان وكيفية معالجته. لذلك، أعدّت منظمة الصحة العالمية وثيقة إرشادية حول نقص التغذية لدى مرضى السل؛ لإعطاء الأولوية للمناطق التي تحتاج إلى مراقبة دقيقة لنقص التغذية، حيث يتم التعامل مع تقليل مخاطر السل في المجتمع من خلال تحسين ظروفه الغذائية. لسوء الحظ، تجاهلت بعض البلدان التي تعاني من عبء كبير من مرض السل مراقبة نقص التغذية وعلاجه كمعيار لمكافحة السل، لذلك يجب إعطاء الأولوية لمعالجة نقص التغذية في هذه المناطق لتطوير وتنفيذ الإجراءات نحو القضاء على الفقر والجوع.

الإصابة بمرض السل والوفيات

من الناحية الوبائية، فإن معدل الإصابة بمرض ما هو عدد الحالات الجديدة لهذا المرض في فترة زمنية معينة مقارنة بإجمالي السكان المعرضين للخطر خلال نفس

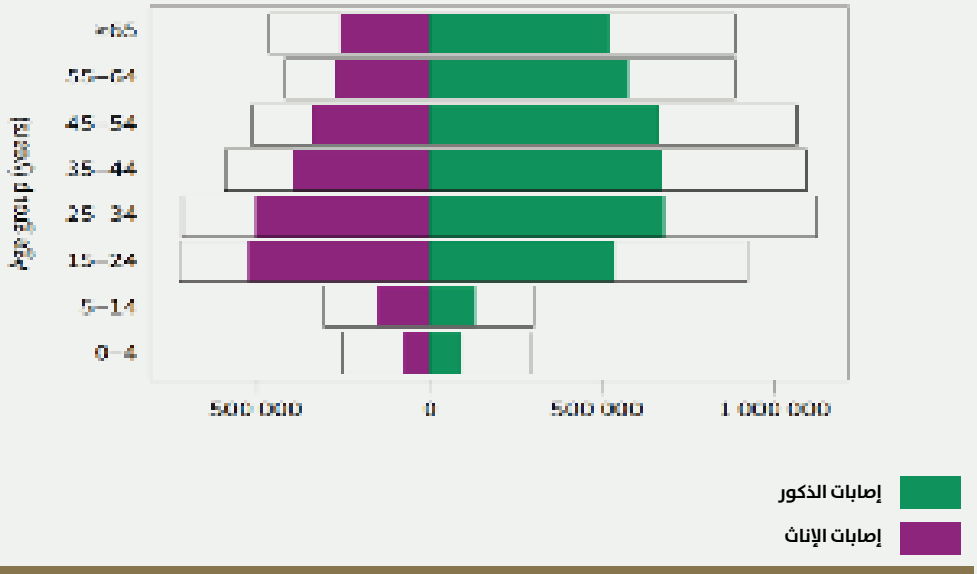


(صورة 3) الدول التي تجاوزت فيها حالات السل 100.000 حالة خلال عام 2021م

الفترة الزمنية. لذلك فإن معدل الإصابة بأي مرضٍ يعكس مدى سرعة حدوثه بين السكان. فيما يتعلق بالسل، تم عكس الانخفاض البطيء في معدل حدوث السل العالمي بزيادة بين عامي 2020 و 2021. على المستوى الإقليمي، يختلف تأثير فايروس كورونا (COVID-19) من بلد إلى آخر، وبالتالي من أصل ستة أقاليم تابعة لمنظمة الصحة العالمية، أظهرت خمس بلدان زيادة في معدل الإصابة بالسل خلال الفترة 2020-2021. من بين جميع حالات الإصابة بالسل العالمية المقدرة، هناك حوالي 87 % مشتركة بين 30 دولة ذات عبء مرتفع من السل، حيث تم تصنيف الهند وإندونيسيا والصين والفلبين وباكستان ونيجيريا وبنغلاديش وجمهورية الكونغو الديمقراطية على أنها البلدان الثمانية الأولى بعدد الإصابات (انظر الصورة 3). بناءً على ذلك، فإن السل أكثر شيوعًا في البلدان النامية؛ حيث يعيش الناس حالة فقر وفي أماكن مكتظة ويعملون في ظروف غير صحية على الإطلاق. علاوة على ذلك، من المرجح أن تنتشر العوامل المعدية للسل في المدن المتحضرة ذات المستوى العالي من تلوث المياه والتربة والهواء، وقد تم تحقيق هدف القضاء عليه تقريبًا في بعض أقاليم منظمة الصحة العالمية مثل أمريكا، والإقليم الأوروبي، وعدد قليل من البلدان في المنطقة الشرقية لمنظمة الصحة العالمية، وبعض مناطق البحر الأبيض المتوسط، وغرب المحيط الهادئ، حيث تم تسجيل أدنى معدل للإصابة بالسل. بالنسبة للبلدان ذات العبء المرتفع من السل، يرتفع معدل الإصابة بالمرض بشكل ملحوظ من 150 إلى 400 حالة لكل 100000 نسمة سنويًا. وبالمثل، انعكس اتجاه وفيات السل عام 2021 ليبلغ مستوى مماثل لعام 2017، حيث ارتفع عدد وفيات السل من 1.4 مليون في عام 2019 إلى 1.6 مليون حالة وفاة. على الصعيد العالمي، كما ذكرت منظمة الصحة العالمية، أن السكان الذين تتراوح أعمارهم بين 25 - 54 والرجال على نحو أخص هم أكثر عرضة للإصابة بمرض السل (انظر الصورة 4)، حيث يمثل الرجال 56.5%، والنساء 32.5 %، والأطفال البالغين 11 % من الحالات. تعتبر العوامل غير الطبية أو عوامل نمط الحياة من بين عوامل الخطر التي تجعل الرجال أكثر عرضة للإصابة بمرض التدرن الرئوي من النساء.

يُعد نقص التغذية، وعدوى فيروس نقص المناعة البشرية، وتعاطي الكحول، والتدخين، ومرض السكري من أهم العوامل الخطرة للإصابة بمرض السل الرئوي.

www.alfaisalsci.com



(صورة 4) تقديرات لمجمل حالات السل في العالم لعام 2021م.

نهج مكافحة مرض السل

يجب على البلدان التي تعاني من عبء مرتفع من السل اتباع نهج يهدف لتعاون جميع القطاعات لمكافحة المرض والوقاية منه، مع الحرص على تطوير المبادئ التوجيهية للوقاية من عدوى السل ومكافحتها وتحديثها من قبل المختصّين بالشؤون الصحية. وعلى الحكومات أن توفر خدمات رعاية صحية مركزية لمرضى السل. في بعض الأحيان من الممكن أن تكون المرافق والعيادات الصحية مصدر انتشار المرض بين السكان، وبالتالي فإن نهج النظام المقترح سيتناول البنية التحتية والموارد للإصرار على تنفيذ جميع تدابير الوقاية من السل على المستوى المجتمعي. من ناحية أخرى، تعتبر سلوكيات الأشخاص مشكلة كبيرة تجب معالجتها على المستوى الفردي، حيث يؤثر وعي السكان (الفحص، والالتزام بعلاج السل) والسلوك (النظافة الشخصية، وآداب السعال، والسكن الجيد) بشكل كبير على نمط انتشار المرض. لذلك، يجب إجراء الفحص الموجه للأفراد المعرضين لخطر الإصابة بعدوى السل، وزيادة الدعم المالي لضمان الوصول إلى العلاج والخدمات الصحية الجيدة، وزيادة الوعي بين السكان تجاه المرض. يجب إعطاء الأولوية لجميع هذه الإجراءات للتغلب على العوائق التي تحول دون مكافحة السل.

إن الحد من عبء السل على المستوى الإقليمي هو مهمة وطنية؛ لتحديد الأولويات ومعالجة العوامل التي تسهم نسبيًا في انتشار المرض. وبناءً على ذلك، ارتبط الانخفاض في عدد حالات السل والوفيات في بعض أجزاء العالم ارتباطًا وثيقًا بتحسين التغذية، والإسكان، وزيادة الدخل، وتطوير خدمات الرعاية الصحية، والتغطية الصحية، وتوافر الأدوية المضادة للسل، وكذلك التزام السكان بالأنظمة العلاجية.

> قد يصاب الإنسان بالسل ولا تظهر عليه أي أعراض، على الرغم من إيواء الجسم للبكتيريا المسببة للسل. وذلك لكون البكتريا غير نشطة، كما يكون المريض في هذه الحالة غير معدٍ. ولكن حين يضعف الجهاز المناعي تستطيع البكتيريا الكامنة التحول لنشطة.

VID-19
COVID-19
Vaccine
Injection Only
World
Organi

المُحليات الصناعية والتسمم الجيني

د. حسين البدوي
كلية الصيدلة - جامعة طيبة - السعودية

د. أمين خطاب
الكيمياء - وزارة الصحة - السعودية

يتعرض السكر دائمًا للنقد كونه المتهم الأول المتسبب في حدوث العديد من الأمراض المزمنة. كان استخدام السكر الخيار الأوحد لتحلية الأطعمة والمشروبات حتى ظهرت المحليات الصناعية، لكن عندما يتعلق الأمر بالصحة العامة، **هل يمكن أن يكون استخدام المحليات الصناعية أكثر ضررًا من نفعه؟**

في دراسة حديثة قام بها باحثون متخصصون في جامعة ولاية نورث كارولاينا بالولايات المتحدة الأمريكية بقيادة الباحثة سوزان شيفمان(Susan Schiffman)، وجد الباحثون أن مادة السكرالوز (Sucralose) من الممكن أن تتسبب في تكسير الحمض النووي، ولكن **ما مدي صحة هذا الاكتشاف؟**

السكرالوز من المحليات الصناعية التي لا تحتوي على سعرات حرارية، وتستخدم في عشرات الآلاف من المنتجات الغذائية والمشروبات والمنتجات الصيدلانية في جميع أنحاء العالم. بينما قد يساعد السكرالوز في تقليل السعرات الحرارية، أظهرت الأبحاث أنه يمكن أن يكون له تأثيرات سلبية على الأمعاء. حيث تشير الدراسات العلمية المستقلة إلى أن تناول السكرالوز يمكن أن يلحق ضررًا بأغشية الخلايا في الأمعاء، ومن الممكن أيضًا أن يتسبب في متلازمة القولون العصبي.

هناك عدة أنواع من المحليات الصناعية تتوافر بمتاجر المواد الغذائية والصيدليات مثل ستيفا (Stevia) و اليولوز (Ulose)، و الاسبارتام (Aspartame)، و السكرين (Saccharine)، و الزيليتول (Xylitol)، و السوربيتول (Sorbitol)، و لكن السكرالوز احتل مؤخرًا بؤرة الاهتمام نظرًا للأبحاث العلمية الحديثة التي حذرت من استخدامه، لكونه الأكثر رواجا والأعلى مبيعا. في الدراسة التي نُشرت في مجلة علم السموم والصحة البيئية، اكتشفت شيفمان وفريقها أنَّ المواد الكيميائية الموجودة في السكرالوز يمكن أن تؤثر على الخلايا على مستوى أعمق من خلال تلف الحمض النووي.

دعونا الآن نتفهم الأسباب التي دعت إلى القول بأن السكرالوز مادة غير آمنة، من الناحية العلمية عندما تتعرض الخلايا المبطنة لجدران الأمعاء للسكرالوز، يمكن أن يتسبب ذلك في تلف الاتصالات التي تربط

> السكرالوز من المحليات الصناعية التي لا تحتوي على سعرات حرارية، إلا أنه يمكن أن يكون له تأثيرات سلبية على الأمعاء، وقد يلحق ضررًا بأغشية الخلايا في الأمعاء، ومن الممكن أيضًا أن يتسبب في متلازمة القولون العصبي.

هذه الخلايا ببعضها، مما يؤدي إلى تسرب محتويات الجهاز الهضمي. حيث أشارت شيفمان إلى أن "تسريب الأمعاء" هو مشكلة تعني أن المواد التي يجب أن يتم تخليص الجسم منها عبر البراز تتسرب بدلًا من ذلك من الأمعاء وتمتص في الدورة الدموية. ولكن هذا ليس كل شيء، توضح الدراسات التي أجريت على الإنسان والحيوان أن تناول السكرالوز يؤثر سلبًا على التوازن الطبيعي للبكتيريا في الأمعاء ويغير تركيزات الجلوكوز والأنسولين في الدم. وعند استخدامه في الطهي يمكن أن يشكل مركبات الكلوروبروبانول (Chloropropanol)، وهي فئة مركبات يشتبه أنها سامة. تشير الدراسة -محل الجدل- أنه عند تحلل السكرالوز في القناة الهضمية، يمكن لبكتيريا الأمعاء تحويله إلى جزيء مشابه هيكليًا يسمى سوكرالوز-6-أسيتات (Sucralose-6-Acetate). هذه المادة الكيميائية أيضًا تنتج في عملية تصنيع السكرالوز، ويمكن العثور عليها بكميات صغيرة في بعض منتجات السكرالوز التجارية.

في الدراسة المنشورة حديثًا، تم تعريض خلايا الدم البشرية لمادة السكرالوز-6-أسيتات، وراقب فريق شيفمان تأثيرها. لم تكن النتائج جيدة! صرحت شيفمان قائلة: "كانت السكرالوز-6-أسيتات مسببة للتسمم الجيني في خلايا الدم البشرية. تجدر الإشارة أن المركبات المسببة للتسمم الجيني عمومًا يمكن تعريفها بأنها المواد التي تتسبب في تكسير الحمض النووي مع حدوث أضرار مرئية بالمجهر للكروموسومات. يمكن أن يسبب هذا أمراضًا التهابية مثل التهاب الأمعاء المزمن وحتى السرطان". في التجارب المعملية، تسببت

السكرالوز-6-أسيتات في تفعيل الجينات المرتبطة بالالتهاب والسرطان في الأنسجة المعوية البشرية. بالطبع، يعتبر جسم الإنسان أكثر تعقيدًا من المختبر، والتفاعلات بين الجزيئات المختلفة ليست دائمًا قابلة للتنبؤ. ومع ذلك، فإن تأثير هذه الجزيئات على الخلايا البشرية يثير القلق. تُعد التجارب السريرية دائما هي الفيصل، حيث تقرر بشكل أكثر كفاءة ودقة مدى سُمّية المواد الكيميائية من عدمه.

أضافت شيفمان قائلة: "أنصح بشدة بعدم استخدام السكرالوز كمادة مُحلية. فكمية السكرالوز-6-أسيتات في مشروب واحد محلًا بالسكرالوز يتجاوز بكثير الحد المسموح به لعدم الاتزان السام المتسبب في التأثير على الحمض النووي سلبًا، والذي يبلغ 0.15 ميكروغرام يوميا، وفقًا للجهات التنظيمية مثل الهيئة الأوروبية لسلامة الغذاء".

على الرغم من أن النتائج من الاختبارات المعملية المعزولة مع السكرالوز-6-أسيتات مثيرة للقلق، إلا أن الشركات المنتجة للمحليات الصناعية لم تقف مكتوفة الأيدي تجاه هذه الحملة التي ممكن أن تؤدي بها إلى خسائر فادحة. ولكن لنكن على دراية أكبر بحجم المشكلة، دعونا نخوض في المعلومات التسويقية المتوفرة عن السكرالوز ومدى تداول المنتج وشعبيته عند المستهلك.

حجم سوق السكرالوز بالولايات المتحدة الأمريكية تم تقديره بقيمة 855.67 مليون دولار أمريكي في عام 2021، وتقدر القيمة السوقية العالمية لمبيعات السكرالوز بحوالي 3.22 مليار دولار أمريكي في عام 2021، كما أنها ارتفعت إلى 3.43 مليار دولار أمريكي في عام 2022 بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 6.7%. حسب بعض الدراسات الاستشرافية المستقبلية فإنه من المتوقع أن ينمو سوق السكرالوز إلى 4.69 مليار دولار أمريكي في عام 2026 بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 8.1%.

مما يجعلنا نتساءل، **ما الدافع وراء الرواج الكبير لمنتجات بدائل السكر؟** من المؤكد أن زيادة عدد الأشخاص الذين يعانون من السمنة وأمراض القلب والسكري ستجبر الناس على اتباع نمط حياة صحي.

البيان الصادر عن الجمعية الأمريكية للقلب والجمعية الأمريكية لمرضى السكري في عام 2012 يشير إلى أن المحليات غير الغذائية يمكن أن تساعد الأشخاص على تقليل استهلاكهم للسكر واستهلاك السعرات الحرارية العامة عند استخدامها بحكمة، على الرغم من أن الفوائد لن تنطبق إذا كنت تعوض عن ذلك وتحصل على كمية كبيرة من السكر من أطعمة أخرى. يُعد الفحص الدقيق للنمو الاقتصادي والإحصائيات المتاحة والفرص الاستثمارية والأنماط التغذوية المتباينة والمتطورة والمنافسة التجارية المحتدمة أمرًا مهمًا للشركات لضمان استمرارية الأعمال.

للوقوف على مدي فائدة السكرالوز وأضراره المحتملة، تم فحص قواعد البيانات الحديثة والأبحاث العلمية المنشورة بها، حيث تم التوصل إلى المعطيات التالية:

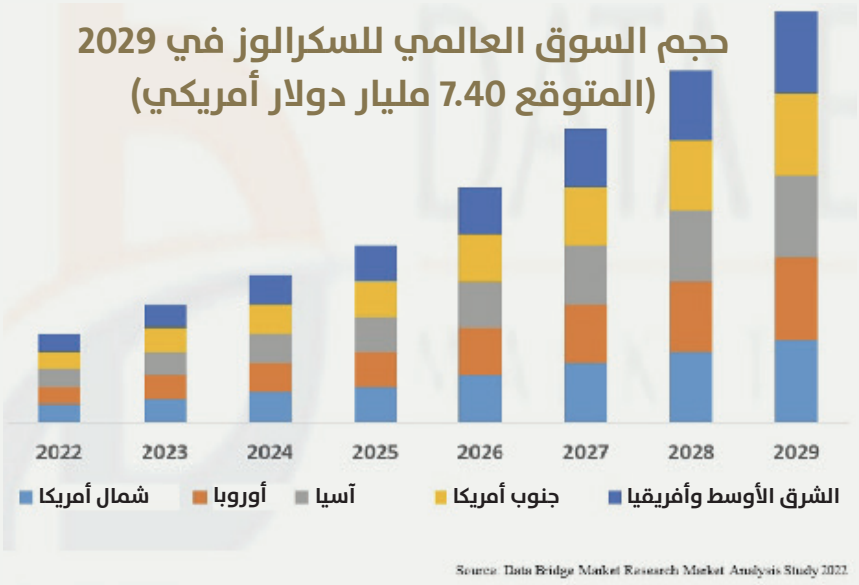
1) السكرالوز هو محلي صناعي شبه مصنع مستمد من تعديل كيميائي للسكروز، حيث يتم استبدال مجموعات الهيدروكسيل بذرات الكلور (عند المواضع 4'- و1'- و6').

2) يكون السكرالوز أحلى بمعدل حوالي 600 مرة من السكروز، مع صفات وملمس تشابه إلى حد كبير السكروز.

3) يستخدم السكرالوز أيضًا بشكل غير مباشر في صناعة الأدوية والمستحضرات الصيدلانية ويوجد بكميات قليلة حتى في حليب الأم المرضعة حسب دراسة قام بها أليسون سيلفتسكي (Alisson Sylvetsky) وفريقه البحثي في عام 2015 ونشرت في مجلة الصحة والسموم البيئية.

4) يُعتبر التأثير الأكثر وضوحًا للسكرالوز هو إحداث شعور بالحلاوة عن طريق تحفيز مستقبلات معينة

> إن المحليات غير الغذائية يمكن أن تساعد الأشخاص على تقليل استهلاكهم للسكر، واستهلاك السعرات الحرارية العامة عند استخدامها بحكمة.



Source: Data Bridge Market Research Market Analysis Study 2022

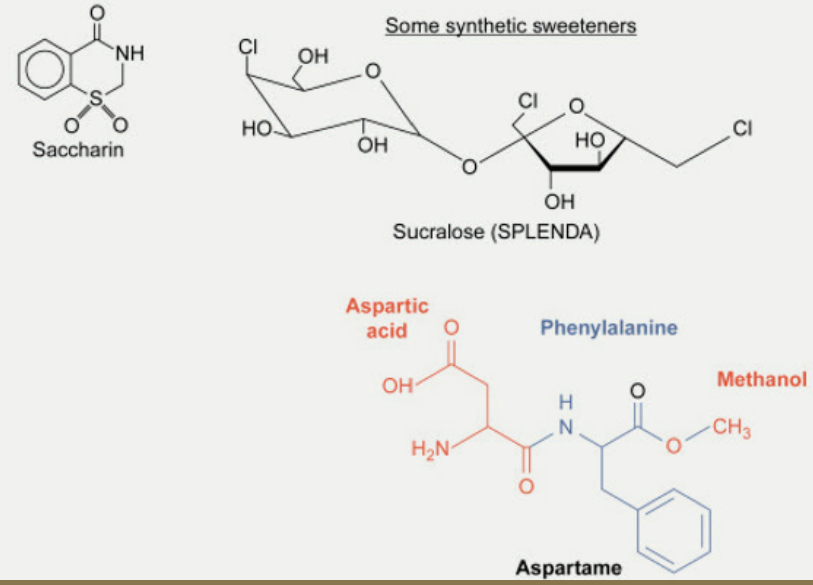
رسم بياني يوضح حجم السوق العالمي للسكرالوز

تقوم بتوصيل الإحساس بالطعم إلى المخ. في أوائل العقد 2000، بدءًا من اكتشاف قام به نيلسون (Nelson) وزملاؤه في العام 2001 بمجلة الخلية، أفادت العديد من الدراسات بأن المركبات ذات الطعم الحلو مثل السكر الطبيعي والمحليات الصناعية والطبيعية ذات القيمة الحرارية الصفرية يتم الشعور بها عن طريق مستقبلات الطعم الواقع على طرف الأغشية لخلايا مستقبلات الطعم المتواجدة في تجويف الفم. يُعتبر مستقبل الطعم من نوعية المستقبلات الجي بروتينية (G protein) ويرتبط ببروتين من الفئة C مكون من وحدات TAS1R2 (نوع مستقبل الطعم 1، عضو 2) و TAS1R3 (نوع مستقبل الطعم 1، عضو 3) حسب البحث المنشور عام 2018 بقيادة الباحث بيهرنز و فريقه البحثي.

وفقًا للباحثة سوزان موراي (Suzan Murray) في دراستها التي نُشرت عام 2014، يُعتقد أن التحفيز المزمن للعوامل النفسية الإدراكية المرتبطة بالمكافأة في التكوين البشري بواسطة الأطعمة ذات الطعم الحلو مثل السكر يمكن أن يتجاوز الإشارات الهوميوستاتية (التوازن والاستقرار الحيوي)، ويؤدي في نهاية المطاف إلى زيادة تناول الطعام، مما ينتج عنه التعرض لزيادة الوزن وحدوث السمنة المفرطة. كما تمت مراجعه هذه المعلومات مؤخرًا من قبل ستيفاني هانتر (Stefanie Hunter) وآخرين (2019)، أظهرت تحليلات ميتا البيانية تحليلًا إحصائيًا لعدد كبير من الأبحاث للوصول لاستنتاج رئيس بوجود ارتباط إيجابي بين زيادة الوزن واستهلاك المحليات الصناعية الخالية من السعرات الحرارية. وعلى العكس من ذلك، تشير تحليلات إحصائية شاملة للتجارب السريرية العشوائية إلى عدم وجود ارتباط أو وجود ارتباط سلبي طفيف فقط بين استهلاك المحليات الصناعية الخالية من السعرات الحرارية ووزن الجسم. وفقًا لـ أزاد (Azad) وآخرين في عام 2017. ووفقًا لـ جروتز (Grotz) وآخرين، في دراسات أُجريت في عامي 2003 و2017، بالنسبة لتأثير استهلاك السكرالوز المعتاد، أفادت دراستان على البشر من نفس المجموعة البحثية بأن استهلاك السكرالوز لمدة 12 و 13 أسبوعًا لم يكن له تأثير على مستوى السكر التراكمي و مستويات الجلوكوز الصائم والأنسولين بالجسم. بالإضافة إلى ذلك، نشر فام (Pham) وفريقه البحثي في دراسة علمية عام 2018 نتائجهم التي تشير إلى أنه قد يكون من المفيد لكبار السن الذين يعانون من انخفاض ضغط الدم بعد تناول الطعام استبدال الجلوكوز بالسكرالوز مما يقلل من احتمالات الوفاة عن طريق انخفاض ضغط الدم بعد الوجبات.

لعدة سنوات، بما في ذلك الوقت الحاضر، كان يُعتبر أن السكرالوز لا يؤثر على عمليات الأيض للجلوكوز، ورغم ذلك، نظرًا للاكتشافات الحديثة، هناك جدل بشأن هذا

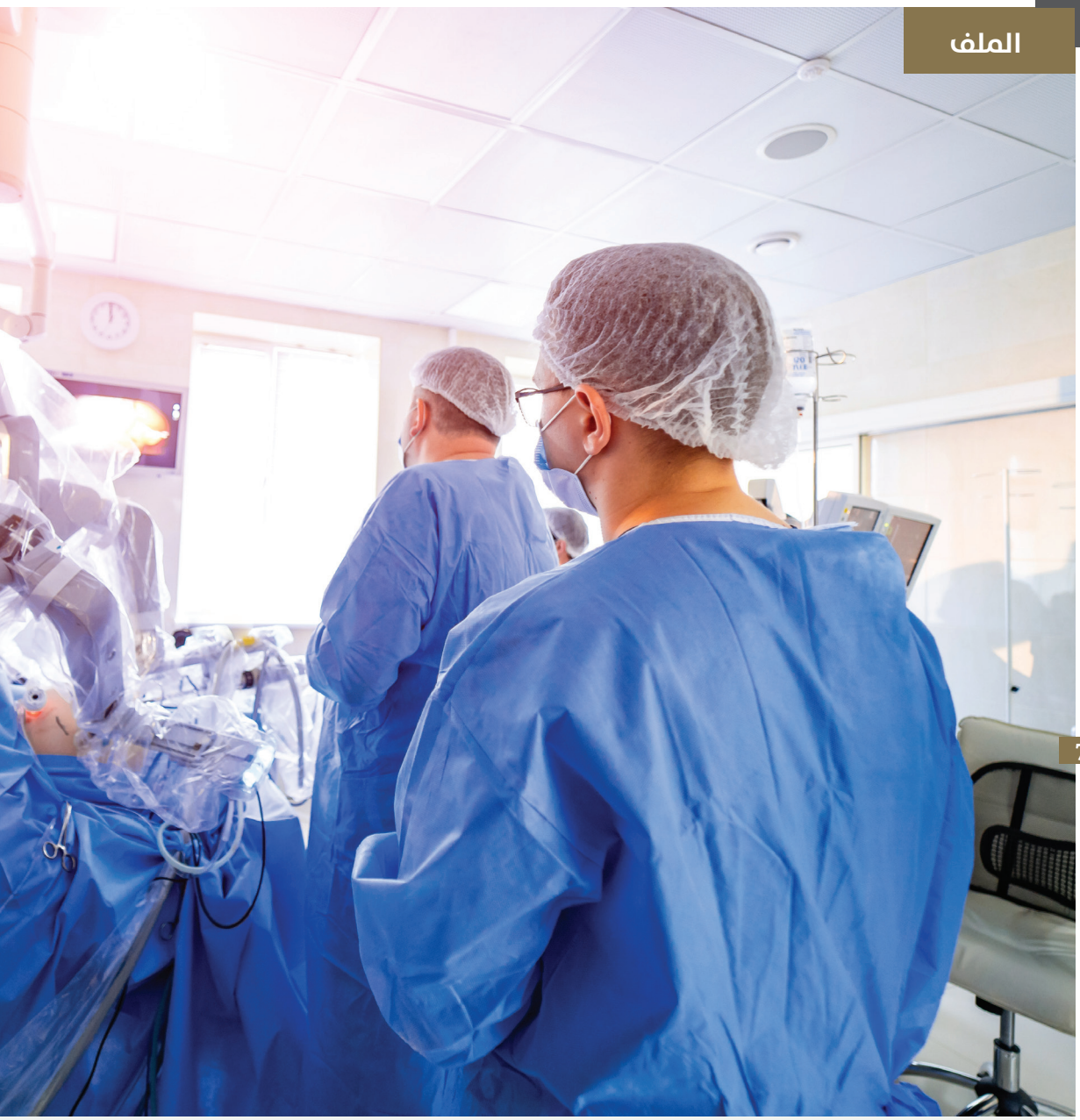
www.alfaisalsci.com



التركيب الكيميائي للسكرالوز و السكارين و الاسبارتام

الموضوع. وبناءً على المعلومات السالف ذكرها، فإن تأثير السكرالوز على زيادة الوزن لا يمكن تأكيده ولا نفيه، فهو موضوع محل البحث في الوقت الحالي، ولا يمكن الجزم بالقول بأنه ضار على الجسم.

بالنسبة للتأثيرات السامة للسكرالوز، في دراسة قام بها العالم الروسي ساميلوف (Samoilov) وفريقه البحثي في العام 2019، قام الفريق البحثي بمقارنة سُمّية السكرالوز والاسبارتام كأشهر المحليات الصناعية المستخدمة عالميا. توصل البحث إلى أنه لا توجد سُمّية تذكر للسكرالوز، بينما تسبب الاسبارتام في حدوث بعض التسمم الخلوي، وأضاف الباحثون أن استخدام السكرالوز مع الاسبارتام في نفس المنتج الغذائي معًا قد يؤدي إلى زيادة التسمم الخلوي الناجم عن التأثير الجمعي للاسبارتام مع السكرالوز. وبناء على ذلك أوصت الدراسة باستخدام السكرالوز منفردًا. على الجانب الآخر تجدر الإشارة إلى تحذير بعض الباحثين في الآونة الأخيرة بشأن استقرارية التركيب الكيميائي السكرالوز في الظروف الحرارية العالية. يتحلل السكرالوز حراريًا لينتج عنه موادًا ذات سُمّية متوسطة. وبناءً على ذلك يجب التحذير من أن استخدام السكرالوز لتحلية المشروبات الساخنة مثل الشاي والقهوة ممكن أن يؤدي إلى تحلل السكرالوز إلى مواد أخرى ذات خواص سُمّية. بالإضافة إلى ذلك، وجود مادة السكرالوز في السائل المستخدم في التدخين الإلكتروني يعرضهُ إلى درجات حرارة عالية مما يتسبب في تحول السكرالوز إلى نواتج التحلل السامة وذلك حسب الدراسة الحديثة التي قامت بها راشيل الحاج (Rachel El-Hage) بالجامعة الأمريكية في بيروت عام 2019. بالنسبة للدراسة محل الجدل التي قامت بها العالمة سوزان شيفمان في عام 2023، أشارت الدراسة إلى أن السموم والحركة الدوائية للسكرالوز-6-أسيتات تثير قلقًا كبيرًا بشأن سلامة السكرالوز نفسه ووضعه التنظيمي من الناحية الصحية. تجدر الإشارة إلى أن الدراسة تم إجراؤها معمليًا ولا تعتبر دراسة على الإنسان أو حيوانات التجارب مما يقلل من أهمية الدراسة كدليل قاطع على سُمّية السكرالوز. بالإضافة إلى ذلك، تمت الدراسة على مادة للسكرالوز-6-أسيتات التي تعتبر أحد المواد الجانبية التي تُنتج أثناء عملية التصنيع كشوائب أو منتجات جانبية. بناء على ذلك، لا يوجد دليل قاطع ومقنع على أن استخدام السكرالوز من الممكن أن يضر الإنسان بشكل مباشر. استنادا على أحدث الأبحاث المنشورة فإن المعلومات المتاحة لا تشير بشكل قاطع إلى التحذير من استخدام السكرالوز، ويبقى المجال مفتوحًا أمام البحث العلمي والباحثين بمختلف الجامعات والهيئات البحثية، للوقوف على التأثيرات المحتملة لاستخدام السكرالوز، وربط الجرعات المختلفة بتلك التأثيرات.



الجراحة الروبوتية

ثورة في عالم التكنولوجيا والطب

د. مراد الجفري
الجراحة العامة - جامعة الملك عبدالعزيز - السعودية

أ. محمد الحازمي
طب بشري وجراحة - جامعة الملك عبدالعزيز - السعودية

العمليات الجراحية هي تدخل طبي، يتضمن استخدام المشارط لعمل فتحات ومعالجة الأنسجة واستئصال الأعضاء المريضة أو التالفة. يتم تنفيذ هذه الإجراءات حصرًا من قبل جراحين مدربين يمتلكون المهارات اللازمة والخبرة لتنفيذ هذه العمليات المعقدة. وفي الأعوام الأخيرة، لم يستمر هذا الاتجاه، حيث شهد المجال الطبي تقدمًا ملحوظًا مع ظهور الجراحة الروبوتية.

ما هي الجراحة الروبوتية؟

الجراحة الروبوتية هي تقنية جراحية تتضمن استخدام الأنظمة الروبوتية لمساعدة الجراحين في إجراء عمليات معقدة. تختلف العمليات الجراحية الروبوتية عن العمليات الجراحية المفتوحة فاصلة من حيث إنها تستخدم فتحات صغيرة يتم من خلالها إدخال أذرع روبوتية مصغرة. يتم تشغيل هذه الأذرع من قبل جراحين مهرة يتحكمون فيها من خلال وحدة تحكم مجهزة بشاشة عالية الدقة. تكرر الأذرع الروبوتية حركات يدي الجراح بدقة وبراعة استثنائية. بالإضافة إلى ذلك، توفر الأنظمة الروبوتية ميزة التصوير ثلاثي الأبعاد، مما يعزز الوضوح البصري وإدراك العمق المتاح للجراحين.

التطور التاريخي للعمليات الجراحية:

يمكن إرجاع مفهوم العمليات الجراحية الروبوتية إلى السبعينيات. ومع ذلك، لم يتم إدخال أول نظام جراحي آلي في مجال الطب حتى عام 1985، حيث تم تصميم برنامج المساعدة الطبية للمسالك البولية (PUMA 560)، وطوره معهد ستانفورد للأبحاث(SRI)، لإجراء خزعات جراحة الأعصاب. في أواخر الثمانينات، طور الطبيبان هوارد ألن بول (Howard Allen Paul) و ويليام بارغر (William Barger) نظام الروبودوك (ROBODOC) بهدف المساعدة في تحسين جراحة العظام. وفي عام 1994، تم تقديم نظام التحكم الأوتوماتيكي للموضع الأمثل للمنظار، باعتباره تقنية رائدة في مجال جراحات المناظير. في عام 2000 تم استحداث نظام دافنشي الجراحي للعمليات الجراحية بالمنظار، حيث يعتبر نظامًا رائدًا في تشكيل مجال العمليات الجراحية الروبوتية كما نعرفها اليوم. في عام 2020، كان إدخال جراحات المفاصل بمساعدة الروبوت بمثابة بداية العمليات الجراحية الروبوتية في

> قد تنشأ أعطال تقنية أو فشل في المعدات أثناء العمليات الجراحية بالروبوت، مما يؤدي إلى انقطاعات وربما يعرض سلامة المرضى للخطر.

المملكة العربية السعودية، وعلى وجه التحديد في مدينة الأمير سلطان بن عبد العزيز الإنسانية (SBAHC). حيث أدخل مركز جونز هوبكنز أرامكو الطبي (JHAH) تقنية جديدة لإجراءات استئصال الرحم تتضمن استخدام الصبغة الفلورية والتكنولوجيا بمساعدة الروبوت.

مزايا الجراحات الروبوتية:

ثورة الجراحة الروبوتية في الطب من خلال تقديم العديد من الفوائد والتطورات في الإجراءات الجراحية. حيث إن الأنظمة الروبوتية قد حسّنت من الدقة الجراحية والتصوير، وخفّضت من درجة التدخل الإنساني. بالإضافة إلى ذلك، فإن الجراحة عن بُعد تسمح للجراحين الماهرين بإجراء عمليات جراحية على المرضى في مواقع بعيدة.

1)تعزيز الدقة: ثبت أن استخدام الأنظمة الروبوتية في العمليات الجراحية يُحسن من الدقة، عن طريق تمكين الجراحين من تنفيذ حركات دقيقة بأيدي ثابتة. هذه التكنولوجيا لديها القدرة على تقليل مخاطر الأخطاء وتقليل الصدمات للأنسجة المحيطة، مما يؤدي في النهاية إلى تحسين نتائج العملية وحالة المرضى، فتحقيق الدقة مفيد بشكل خاص في العمليات الطبية المعقدة، مثل جراحة القلب والأورام، حيث تكون الدقة القصوى أمرًا ضروريًا.

2)تحسين الرؤية: من مزايا استخدام الأنظمة الروبوتية في الجراحة تحسين التصور الذي توفره. تسمح قدرات التصوير عالية الدقة لهذه الأنظمة للجراحين بالحصول على عرض مكبّر لموقع الجراحة، والذي بدوره يعزز قدرتهم على تحديد الهياكل التشريحية، وإجراء مناورات معقدة بدقة أكبر.

3)الحد الأدنى من التدخل الجراحي: تتمثل إحدى مزايا العمليات الجراحية الروبوتية في الحد الأدنى من التدخل الجراحي. ويرجع ذلك إلى حقيقة أن مثل هذه العمليات الجراحية يتم إجراؤها عادةً من خلال فتحات صغيرة، مما يؤدي إلى تقليل الآثار والألم، ويسهم في سرعة الشفاء للمرضى، وبناءً عليه يكون وقت المريض في المستشفى قصير. وقد ثبت أن الإجراءات طفيفة التوغل تقلل من حدوث العدوى والمضاعفات، مما يؤدي إلى إقامات أقصر في المستشفى، وتحسين نتائج ما بعد الجراحة.

4)الجراحة عن بُعد: أتاح استخدام التكنولوجيا الروبوتية في العمليات الجراحية إمكانية إجراء عمليات جراحية عن بُعد، مما سمح للجراحين الأكفاء بإجراء عمليات جراحية على المرضى الموجودين في مناطق جغرافية متباينة. كما يُظهر هذا الابتكار إمكانية تلبية احتياجات المناطق غير الخدمية، حيث يكون الوصول إلى جراح مختص ذي خبرة أمرًا مقيدًا. مشروع التحكم عن بُعد في الجراحة الروبوتية العابرة للمحيط الأطلسي (TARTS) هو مشروع ضخم في مجال الجراحة الروبوتية، وله تداعيات في تقدم الطب والإجراءات الجراحية عن بُعد. في عام 2001، نجح الجراح الفرنسي الدكتور جاك ماريسكو (Jacques Marescaux) في إجراء عملية استئصال المرارة بنجاح، وذلك بإزالة المرارة، على مريض في ستراسبورغ، فرنسا، في حين كان موجودًا في مدينة نيويورك بالولايات المتحدة. في عام 2019، قام مجموعة من الجراحين الهنود بتنفيذ سلسلة من العمليات الجراحية الروبوتية عن بُعد على مرضى يعيشون في المناطق النائية، باستخدام نظام جراحي روبوتي عن بُعد. ويمثل هذا مثالًا على إمكانية الطب عن بُعد لتوفير الرعاية الصحية للمجتمعات التي تعاني من نقص في الخدمات الصحية.

> كان إدخال جراحات المفاصل بمساعدة الروبوت بمثابة بداية العمليات الجراحية الروبوتية في المملكة العربية السعودية، وعلى وجه التحديد في مدينة الأمير سلطان بن عبد العزيز الإنسانية.

intuitive.com

جهاز دافنشي للجراحة الروبوتية

حدود الجراحات الروبوتية:

الجراحة الروبوتية هي تقنية مبتكرة تحسن إجراءات الجراحة ونتائج المرضى في الطب. ومع ذلك، فإن لديها مخاطر مثل أي إجراء طبي. من المهم معالجة هذه المخاطر لضمان سلامة المرضى، وتحسين فوائد التكنولوجيا المتقدمة. يمكن استكشاف مخاطر الجراحة الروبوتية على النحو التالي:

1)الأعطال التقنية: تُعد الأعطال التقنية وفشل المعدات من المخاوف الحاسمة في الجراحة الروبوتية، بسبب اعتمادها على الآلات المعقدة مثل الأذرع الروبوتية والأدوات ووحدات التحكم. قد تنشأ أعطال تقنية أو فشل في المعدات أثناء العمليات الجراحية، مما يؤدي إلى انقطاعات وربما يعرض سلامة المرضى للخطر. قد تتطلب هذه الأعطال التحول إلى الأساليب الجراحية التقليدية في تدابير الطوارئ الشديدة. من الضروري تنفيذ الصيانة الدورية، وبروتوكولات مراقبة الجودة، وإجراءات استكشاف الأخطاء وإصلاحها بالطريقة المناسبة، للتخفيف من المخاطر المحتملة التي قد تنشأ من الأعطال الفنية.

2)التدريب على العمليات الجراحية: على الرغم من الدقة المتزايدة التي توفرها الأنظمة الروبوتية، تظل الأخطاء والمضاعفات الجراحية محتملة. يتطلب الجراحون تدريبًا متخصصًا لتشغيل الأنظمة الآلية بكفاءة. قد يؤدي عدم كفاية الخبرة أو أخطاء البرمجة إلى تلف الأنسجة غير المقصود، أو النزيف المفرط، أو الإجراءات غير المكتملة. يمكن أن يكون لهذه النتائج عواقب وخيمة على المرضى، وتسلط الضوء على أهمية التدريب المناسب، والاهتمام بالتفاصيل في الإجراءات الطبية. يعد التدريب الدؤوب والإشراف والتطوير المهني المستمر من الأساسيات للتخفيف من هذه المخاطر وضمان نتائج جراحية آمنة.

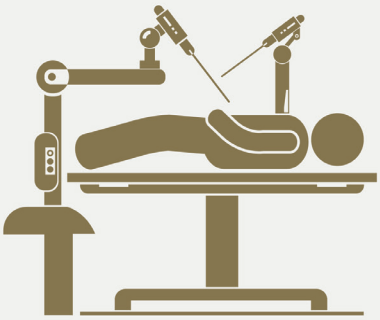
3)نقص الردود الحسية: أحد القيود التي تواجه الأنظمة الروبوتية المعاصرة هو نقص الردود الحسية. يعتمد الجراحون على الردود الحسية للتمييز بين أنواع مختلفة من الأنسجة، وقياس التوتر بدقة، وتحديد الشوائب الصغيرة. يمكن أن يؤدي عدم الإحساس التلامسي في الإجراءات الجراحية الروبوتية إلى زيادة احتمالات النتائج السلبية. ويواجه الجراحون تحدي التعويض عن عدم وجود ردود حسية مباشرة خلال

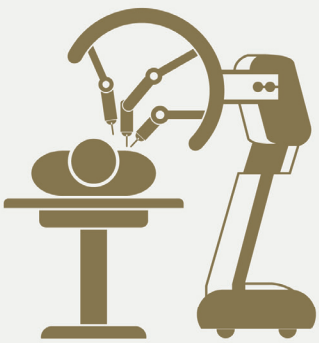
أتاح استخدام التكنولوجيا الروبوتية في العمليات الجراحية إمكانية إجراء عمليات جراحية عن بُعد، مما سمح للجراحين الأكفاء بإجراء عمليات جراحية على المرضى الموجودين في مناطق جغرافية متباينة، لتوفير الرعاية الصحية للمجتمعات التي تعاني من نقص في الخدمات الصحية.

الإجراءات الجراحية. وللتغلب على هذه القيود، يجب عليهم الاعتماد على الإشارات البصرية وتقنيات الصور.

4)الاعتبارات الأخلاقية والقانونية: لقد أبرز إدخال الجراحة الروبوتية في الممارسة الطبية عددًا من الاعتبارات الأخلاقية والقانونية التي يجب مراعاتها. تتعلق هذه الاعتبارات بانتقاء المرضى والموافقة المطلعة وأمن البيانات، وغيرها من الاعتبارات، حيث إن لدى الجراحين مسؤولية أخلاقية للتأكد من أن المرضى على دراية شاملة بالمخاطر والفوائد والقيود المحتملة المرتبطة بالإجراءات الروبوتية قبل الحصول على الموافقة المطلعة. يُعد التواصل الفعّال والاستشارات الشاملة قبل العملية واتخاذ القرار التعاوني أمرًا ضروريًا في دعم استقلالية المريض وتقليل المسؤوليات القانونية. بالإضافة إلى ذلك، تثير البنية التحتية الرقمية وتبادل البيانات المشاركة في الجراحة الروبوتية مخاوفًا بشأن أمن البيانات وخصوصية المرضى، فإنه من الضروري أن تقوم منظمات الرعاية الصحية بتنفيذ بروتوكولات أمنية شاملة، لضمان حماية بيانات المرضى ومنع الوصول غير المصرح به.

وعلى الرغم من مميزات الجراحة الروبوتية إلا أنّ هناك بعض العيوب المحتملة لها. واحدة من تلك العيوب الرئيسة هي تكلفة المعدات التي يمكن أن تكون مرتفعة للغاية. بالإضافة إلى ذلك، هناك منحنى تعلم مرتبط باستخدام الأنظمة الروبوتية، لذلك يحتاج الجراحون إلى خوض تدريب متخصص قبل أن يتمكنوا من عمل هذه الإجراءات. ولكن بشكل عام، تُعد جراحة الروبوتات تكنولوجيا واعدة لها القدرة على تحسين نتائج المرضى وتقليل المضاعفات. ومع استمرار تطور التكنولوجيا، من المرجح أن يتم تنفيذ المزيد من الإجراءات باستخدام الأنظمة الروبوتية، وأن فوائد هذه الإجراءات ستستمر في الزيادة.



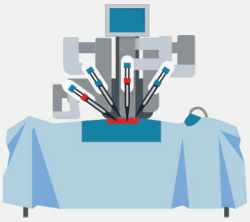


مميزات الجراحة الروبوتية

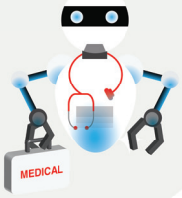
1.تعزيز الدقة

2.تحسين الرؤية

3.الحد الأدنى من التدخل الجراحي

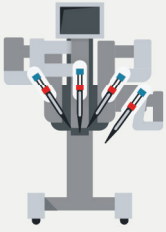


4.الجراحة عن بُعد

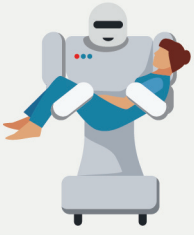


سلبيات الجراحة الروبوتية

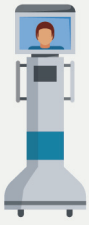
1.الأعطال التقنية



2.التدريب على العمليات الجراحية



3.نقص الردود الحسية



4.الاعتبارات الأخلاقية والقانونية

التقنية الحيوية

طرق جديدة في صناعة الأدوية والمستحضرات الصيدلانية

د .لميا نعوس
الصيدلة - جامعة بيروت العربية - لبنان

التكنولوجيا الحيوية مجال سريع التطور يدمج علم الأحياء مع التكنولوجيا لتطوير حلول ومنتجات وعمليات مبتكرة من شأنها تحسين نوعية الحياة. إنها تسخر قوة الكائنات الحية والخلايا والأنظمة البيولوجية، لإنشاء تقنيات ومنتجات وخدمات جديدة، تتصدى للتحديات في مجالات مثل الرعاية الصحية والزراعة والاستدامة البيئية.

لعبت التكنولوجيا الحيوية في الزراعة دورًا أساسيا في تحسين إنتاج المحاصيل وتعزيز الأمن الغذائي، حيث تسمح تقنيات التعديل الوراثي للعلماء بإدخال سمات محددة في المحاصيل، مما يجعلها مقاومة للآفات والأمراض والضغوط البيئية، مما يؤدي إلى زيادة كمية المحاصيل، وتقليل الاعتماد على مبيدات الحشرات الكيميائية، وزراعة المحاصيل ذات الخصائص الغذائية المحسنة. كما تسهم التكنولوجيا الحيوية أيضًا في الاستدامة البيئية، من خلال توفير حلول

للتخفيف من التلوث وتقليل التأثير البيئي للصناعات المختلفة. على سبيل المثال، تستخدم تقنيات المعالجة الحيوية الكائنات الحية الدقيقة لتحطيم المواد الضارة في البيئات الملوثة، مما يساعد في تنظيف الانسكابات النفطية والملوثات الأخرى. كما تتيح التكنولوجيا الحيوية أيضًا إنتاج الوقود الحيوي، وهو مصدر طاقة متجدد مشتق من الكتلة الحيوية أو المواد العضوية. ويمكن أن يحل الوقود الحيوي محل الوقود الأحفوري (fossil fuels)، مما يقلل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ويخفف من التغيير المناخي. كما تأثرت الصناعة بشكل إيجابي بالتكنولوجيا الحيوية، فأصبحت الإنزيمات، التي يتم إنتاجها من خلال عمليات التكنولوجيا الحيوية، مكونات أساسية في مختلف التطبيقات الصناعية، فيتم استخدامها في إنتاج المنظفات والمنسوجات والورق والوقود الحيوي، بالإضافة الى منتجات أخرى، حيث سهلت التكنولوجيا الحيوية أيضًا تطوير بدائل للبلاستيك القائم على البترول، مما قلل الاعتماد على الموارد غير المتجددة والمساهمة في مستقبل أكثر استدامة.

وتعتبر الرعاية الصحية أحد المجالات الرئيسة التي قدمت فيها التكنولوجيا الحيوية مساهمات كبيرة. فقد أحدثت التطورات التكنولوجية الحيوية ثورة في تطوير الأدوية والتشخيص والعلاجات، إذ يمكن للعلماء الآن استخدام التكنولوجيا الحيوية لإنتاج البروتينات العلاجية والأجسام المضادة واللقاحات من خلال تقنيات الهندسة الوراثية. وقد أدى ذلك إلى تطوير أدوية فعّالة لعلاج مختلف الأمراض مثل السرطان، والسكري، والاضطرابات الوراثية النادرة. كما سهلت التكنولوجيا الحيوية أيضًا إنشاء اختبارات تشخيصية يمكنها اكتشاف الأمراض في مراحل مبكرة، مما يتيح تدخلات علاجية أكثر فعالية.

علاوة على ذلك، عززت التكنولوجيا الحيوية كفاءة وفعالية عمليات تصنيع الأدوية، فغالبًا تُعتمد الطرق التقليدية لإنتاج الأدوية على التخليق الكيميائي (Chemical Synthesis)، والذي يمكن أن يستغرق وقتًا طويلاً حيث تقدم التكنولوجيا الحيوية طُرقًا بديلة، مثل تقنية الحمض النووي المؤتلف وأنظمة زراعة الخلايا، التي تسمح بإنتاج مواد عالية الجودة ونشطة بيولوجيًا بطريقة مضبوطة وقابلة للتطوير. لا يؤدي ذلك إلى تحسين نقاء المنتجات الصيدلانية فحسب، بل يتيح أيضًا إنتاج جزيئات معقدة يصعب تصنيعها كيميائيًا. بالإضافة إلى ذلك، تلعب التكنولوجيا الحيوية دورًا مهمًا في الطب الشخصي وعلم الصيدلة الجيني من خلال دراسة التركيب الجيني للفرد واستخدام أدوات التكنولوجيا الحيوية، حيث يمكن لمتخصصي الرعاية الصحية تصميم استراتيجيات علاج للمرضى. ويأخذ هذا النهج في الاعتبار الاختلافات الجينية التي قد تؤثر على استجابة الفرد للأدوية، مما يسمح بتنظيم الجرعات الشخصية وتقليل الآثار الضارة. كما تتيح التكنولوجيا الحيوية أيضًا تطوير اختبارات تساعد في تحديد المرضى الذين من المرجح أن يستفيدوا من علاج معين. هذا التكامل بين التكنولوجيا الحيوية والمستحضرات الصيدلانية لديه القدرة على تحسين نتائج العلاج وتحسين رعاية المرضى.

وكما كان للتكنولوجيا الحيوية تأثير عميق على تطوير وإنتاج اللقاحات، والتي تعتبر ضرورية للحماية من الأمراض المعدية، كانت اللقاحات واحدة من أنجح تدخلات الصحة العامة في التاريخ، حيث لعبت التكنولوجيا الحيوية دورًا رئيسًا في جعل اللقاحات أكثر أمانًا وفعالية وأكثر سهولة في الوصول إليها تقليديا، تم إنتاج اللقاحات باستخدام أشكال ضعيفة من مسببات الأمراض، مثل الفيروسات أو البكتيريا، لتحفيز جهاز المناعة وتوليد استجابة وقائية. ومع ذلك، أحدثت التكنولوجيا الحيوية نقلة نوعية في تطوير اللقاح من خلال إدخال مناهج مبتكرة تُسخّر قوة

> تسهم التكنولوجيا الحيوية في الاستدامة البيئية، من خلال توفير حلول للتخفيف من التلوث وتقليل التأثير البيئي للصناعات المختلفة، حيث تم تطوير بدائل للبلاستيك القائم على البترول، مما قلل الاعتماد على الموارد غير المتجددة والمساهمة في مستقبل أكثر استدامة.

www.alfaisalsci.com

يمكن للعلماء الآن استخدام التكنولوجيا الحيوية لإنتاج البروتينات العلاجية والأجسام المضادة واللقاحات من خلال تقنيات الهندسة الوراثية. مما أدى إلى تطوير أدوية فعّالة لعلاج مختلف الأمراض.

الأنظمة البيولوجية والجزيئات، وأحد التطورات المهمة في تطوير اللقاح هو استخدام تقنية الحمض النووي المؤتلف (recombinant DNA technology)، وتتضمن هذه التقنية إدخال جينات معينة من مسببات الأمراض في الخلايا المضيفة، مثل البكتيريا، والتي تنتج بعد ذلك البروتينات أو المضادات التي تحفز الاستجابة المناعية. يمكن تنقية هذه البروتينات المؤتلفة واستخدامها كلقاحات، مما يوفر بديلاً أكثر أمانًا لاستخدام مسببات الأمراض الكاملة. على سبيل المثال، تم استخدام تقنية الحمض النووي المؤتلف لتطوير لقاحات ضد التهاب الكبد B وفيروس الورم الحليمي البشري (HPV) وأنواع معينة من الإنفلونزا.

كما شكّل استخدام الناقلات الفيروسية اختراقًا آخر في تطوير اللقاح، فالنواقل الفيروسية هي عبارة عن فيروسات معدلة وراثيًا يتم تعديلها لتحمل الجينات من مسببات الأمراض المستهدفة، وعند إعطائها، تنقل هذه النواقل الفيروسية الجينات إلى الخلايا، والتي تنتج بعد ذلك المضادات وتؤدي إلى استجابة مناعية. تم استخدام هذا النهج في تطوير لقاحات لأمراض مثل الإيبولا و زيكا و (COVID-19). علاوة على ذلك، سهلت التكنولوجيا الحيوية تطوير منصات لقاحات جديدة، مثل لقاحات (mRNA)، حيث تعمل هذه اللقاحات عن طريق إدخال قطعة صغيرة من المادة الوراثية (mRNA) في الخلايا، وإرشادها لإنتاج بروتين فيروسي يؤدي إلى استجابة مناعية. تم استخدام هذه التكنولوجيا المتقدمة بنجاح في تطوير لقاحات (COVID-19)، مما وفر حماية سريعة وفعالة ضد فيروس (SARS-CoV-2).

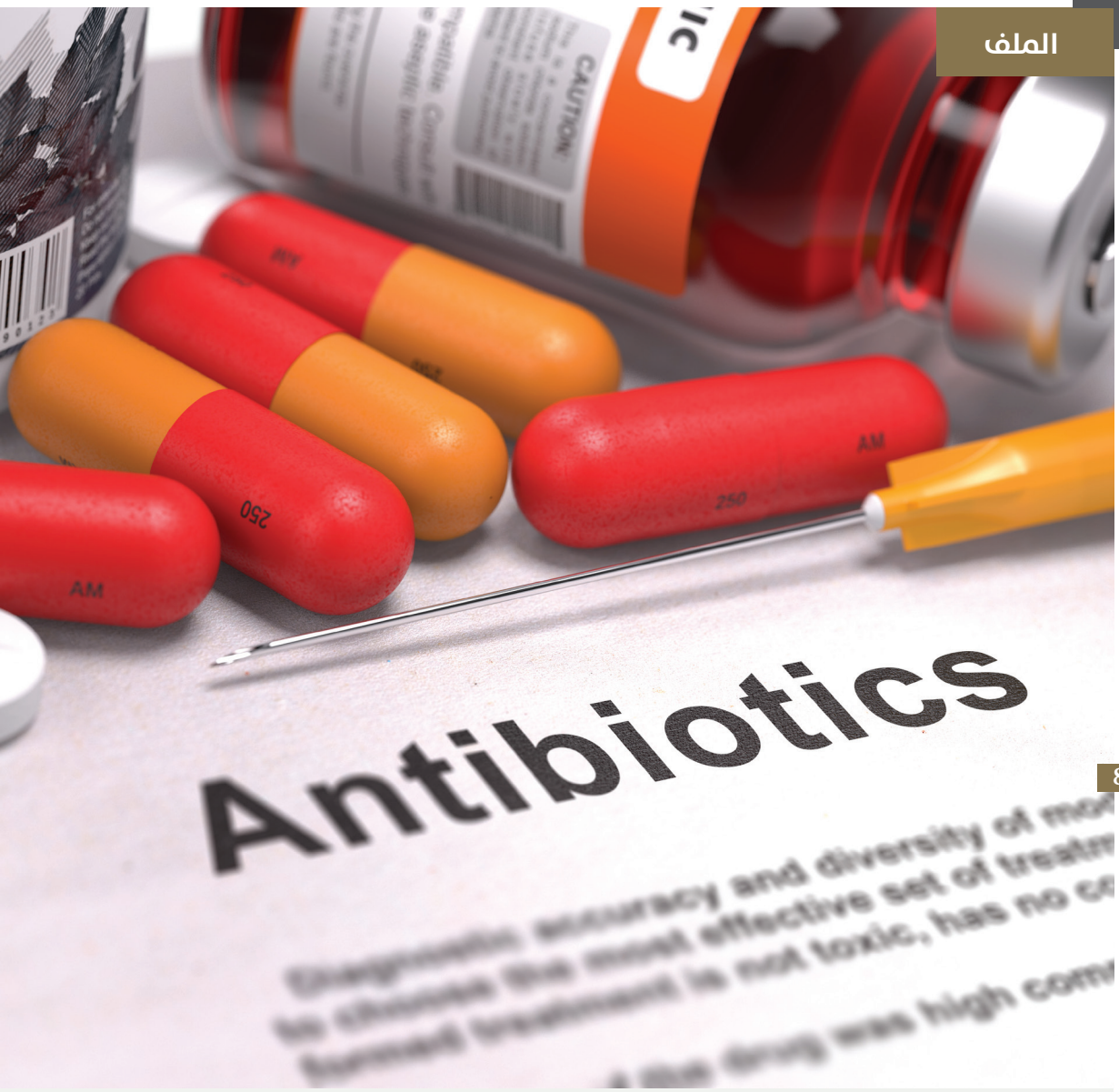
كما تلعب التكنولوجيا الحيوية دورًا مهمًا في الاختبارات الجينية من خلال توفير أدوات وتقنيات متقدمة لفحص الجينات بدقة وكفاءة. سمحت التكنولوجيا الحيوية للعلماء بفك شيفرة وتحليل هذه الكمية الهائلة من المعلومات الجينية بدقة ملحوظة. واحدة من التقنيات الرئيسية المستخدمة في اختبار الجينات هي تسلسل الحمض النووي، والتي تتضمن تحديد الترتيب الدقيق للحمض النووي، بمساعدة التكنولوجيا الحيوية، أصبح اختبار الجينات أداة قيمة في مختلف جوانب الرعاية الصحية، إذ يمكن استخدامه في التشخيص، مما يساعد على تحديد الأسباب الجينية لبعض الأمراض أو الحالات الوراثية. على سبيل المثال، يمكن لهذا الاختبار اكتشاف الطفرات في الجينات المرتبطة بحالات مثل التليف الكيسي، وفقر الدم المنجلي، وأنواع معينة من السرطان. من خلال تحديد هذه الاختلافات الجينية، يمكن لمقدمي الرعاية الصحية فهم الأسباب الكامنة وراء المرض بشكل أفضل، ووضع خطط علاج محددة.

وقد أدخلت التكنولوجيا الحيوية طرقًا متقدمة للتشخيص الجزيئي مما يوفر معلومات أكثر دقة وتفصيلاً عن الصحة. فإن إحدى التقنيات الرئيسة المستخدمة في التشخيص الجزيئي هي تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) حيث يسمح للعلماء والمتخصصين في الرعاية الصحية بتضخيم مناطق معينة من الحمض النووي في الخلايا، مما يسهل اكتشافها وتحليلها. كما تسمح هذه التقنية الكشف حتى عن الكميات الضئيلة من المواد الجينية، مما يتيح الكشف المبكر عن الأمراض الوراثية والعوامل المعدية والتغيرات الجينية المرتبطة بالأمراض. كما ساهمت التكنولوجيا الحيوية في تطوير أدوات محمولة وسهلة الاستخدام يمكنها توفير التشخيص الجزيئي السريع خارج بيئة المختبر التقليدية، وتسمح هذه الأجهزة، مثل أجهزة تسلسل الحمض النووي المحمولة ومجموعات التشخيص الجزيئي، بالتشخيص السريع والدقيق عند الحاجة، والتي يمكن أن تكون ذات قيمة خاصة في الأماكن محدودة الموارد.

في حين أن التكنولوجيا الحيوية قد أدخلت العديد من الفوائد في مجال الرعاية الصحية وخاصة المستحضرات الصيدلانية، فمن الضروري النظر في القضايا الأخلاقية

يتم إنتاج اللقاحات باستخدام أشكال ضعيفة من مسببات الأمراض، مثل الفيروسات أو البكتيريا، لتحفيز جهاز المناعة وتوليد استجابة وقائية.

المحتملة المرتبطة باستخدامها، حيث ترتبط إحدى القضايا الأخلاقية الأساسية باستخدام البشر في التجارب السريرية. غالبًا ما يتضمن تطوير العلاجات الجديدة اختبارًا على متطوعين بشر لتقييم سلامتها وفعاليتها، فإن الحصول على موافقة المشاركين أمر في غاية الأهمية، بالإضافة إلى حماية حقوقهم وسلامتهم وخصوصيتهم طوال التجربة. وغالبًا ما تتضمن التطورات التكنولوجية الحيوية استخدام الاختبارات الجينية والتسلسل والتنميط. في حين أن هذه التقنيات يمكن أن توفر رؤية قيمة حول صحة الفرد وقابلية الإصابة بالأمراض، فإنها تثير أيضًا مخاوف بشأن خصوصية البيانات الجينية وسريتها. لذلك تعد حماية هذه المعلومات أمرًا بالغ الأهمية لمنع سوء الاستخدام المحتمل، أو التمييز، أو الوصول غير المصرح به إلى المعلومات الشخصية. علاوة على ذلك، هناك مخاوف بشأن التوزيع العادل وإمكانية الوصول إلى علاجات التكنولوجيا الحيوية. وقد يكون تطوير المستحضرات الصيدلانية الجديدة باستخدام التكنولوجيا الحيوية مكلفًا، مما يؤدي إلى ارتفاع الأسعار الذي قد يحد من وصول بعض الافراد إليها، لا سيما في البلدان ذات الدخل المنخفض. ومن الضروري التأكد من أن هذه العلاجات المنقذة للحياة يمكن الوصول إليها وبأسعار معقولة لجميع الأفراد الذين يحتاجونها، بغض النظر عن حالتهم الاجتماعية والاقتصادية أو موقعهم الجغرافي. يمكن أن تساعد استراتيجيات مثل اتفاقيات الترخيص، ونقل التكنولوجيا، ونماذج التسعير في معالجة هذه التفاوتات. إضافة، في حين أن الكائنات المعدلة وراثيًا قد ساهمت بشكل كبير في إنتاج البروتينات العلاجية واللقاحات، إلا أن هناك مخاوف بشأن التأثير البيئي المحتمل والعواقب غير المقصودة لإطلاقها في البيئة. ومن المهم إجراء تقييمات شاملة للمخاطر والالتزام ببروتوكولات احتواء صارمة لتقليل احتمالية قيام الكائنات المعدلة وراثيًا بتعطيل النظم البيئية أو إدخال تعديلات جينية غير مقصودة. علاوة على ذلك، هناك حاجة للنظر في الآثار الطويلة المدى والمخاطر المحتملة غير المعروفة المرتبطة بتدخلات التكنولوجيا الحيوية. وتتطلب معالجة هذه القضايا الأخلاقية نهجًا شاملاً وتعاونيًا يضم العلماء وصانعي السياسات والمتخصصين في الرعاية الصحية، ويمكن أن تساعد الإرشادات الأخلاقية الصارمة والأطر التنظيمية الشفافة والمشاركة العامة في التغلب على هذه التحديات والتأكد من تعظيم فوائد التكنولوجيا الحيوية مع تقليل الأضرار المحتملة.



الحل الأخير
لعلاج مضاعفات سوء استخدام المضادات الحيوية

د. محمد حلواني
مكافحة العدوى والكائنات الدقيقة - جامعة الباحة - السعودية

سوء استخدام المضادات الحيوية بدون حاجة أو بدون سبب التهاب واضح سواء كان عن طريق بعض الأطباء، أو عن طريق الصيدلي بدون وصفه طبية، أو عن طريق صديق، أو عن طريق إعادة استخدام ما بقي من مضادات حيوية سابقة، جميعها عوامل أثبت علميًا أن لها دورًا كبيرًا ومباشرًا في اكتساب العدوى ببكتيريا خطيرة تسمى (Clostridium difficile)، وتُعرف عربيًا بمسمى (المطثية العسيرة)، ومن السهل جدًا الإصابة بهذه البكتيريا في المستشفيات للمرضى المنومين الذين لديهم أمراض مزمنة، أو من هم في حاجة إلى العلاج الطويل. وتؤدي هذه البكتريا إلى مرضين معروفين أولهما الإسهال المرتبط بالمضادات الحيوية، والثاني التهاب القولون الغشائي وهو التهاب حاد في البطانة الداخلية للأمعاء الغليظة، يظهر كمضاعفات التهابية في القولون، وكلاهما مرتبطين بالاستخدام المتكرر للمضادات الحيوية. هذين المرضين ومن بداية الألفية أصبحا في الطليعة داخل المستشفيات، ومن الأسباب الرئيسة للوفاة حول العالم. ورغم وجود مضادات حيوية محدودة استخدمت في علاجهما لمدة بشكل فعَّال، إلا أنه في الفترة الأخيرة أصبحت حالات فشل العلاج وحصول العدوى بشكل متكرر وشديد مشكلة كبيرة تؤرق المتخصصين في الأمراض المعدية. وبعد ظهور بعض المضادات الحيوية الجديدة لتحل بديل المضادات الحيوية السابقة، إلا أن الفشل في العلاج أصبح أحد الأمور المتكررة بشكل كبير، لذا كان لزاما الوصول إلى طرق علاجية جديدة وفعّالة لحفظ حياة المرضى، حتى تم التوصل مؤخرًا إلى طريقة جديدة ومبتكرة تعرف باسم زرع البراز.

زرع البراز هو إجراء طبي حديث يتضمن نقل البراز من متبرع سليم خالي من الأمراض المعدية على وجه الخصوص إلى مريض يعاني من اضطراب في الجهاز الهضمي بسبب التهابات متكررة ناتجة عن إصابة مزمنة بالبكتيريا (المطثية العسيرة)، والهدف من هذا الإجراء هو استعادة توازن بكتيريا الأمعاء النافعة في الجهاز الهضمي للمريض، مما يساعد في تخفيف الأعراض وتحسين الصحة العامة، بغرض الشفاء بحول الله من الإصابات المتكررة بالبكتيريا المذكورة.

ويعود مفهوم زراعة البراز إلى الطب الصيني القديم، حيث كان يُستخدم لعلاج بعض اضطرابات الجهاز الهضمي المختلفة. ومع ذلك، لم يبدأ الطب الحديث في استكشاف فوائده المحتملة حتى القرن العشرين. واليوم، يعتبر هذا الاجراء خيارًا علاجيًا واعدًا لحالات العدوى بهذه البكتيريا وأحيانا حتى متلازمة القولون العصبي.

أما بالنسبة للمتبرعين فيجب أن يتم التأكد قبل التبرع من الآتي:

- لم يتعرض المتبرع لأي مضاد حيوي خلال الأشهر الستة الماضية.
- ليس مصابًا بأي مرض مناعي أو لديه نقص مناعة.
- ليس في خطر من الإصابة بأمراض معدية جراء وجوده في بيئة قد تعرضه إلى ذلك.
- لا يتعايش مع أي اضطرابات معدية معوية مزمنة، مثل مرض التهاب الأمعاء.
- يجب أن يكون سلبيًا لكل من: التهاب الكبد أ ، ب ، ج، فيروس نقص المناعة المكتسبة، مرض الزهري، الطفيليات المعوية، مثل الجيارديا أو الديدان، إضافة إلى أي أمراض أخرى قد يرى الطبيب المشرف على الحالة أن هناك حاجة لتفاديها.

> رغم وجود مضادات حيوية محدودة استخدمت في علاج أعراض المطثية العسيرة بشكل فعَّال، إلا أنه في الفترة الأخيرة أصبحت حالات فشل العلاج وحصول العدوى بشكل متكرر وشديد مشكلة كبيرة تؤرق المتخصصين في الأمراض المعدية.

www.alfaisalsci.com

الافراط في تناول المضادات الحيوية يؤدي إلى اكتساب العدوى ببكتيريا خطيرة تسمى (Clostridium difficile)، وتُعرف عربيًا بمسمى (المطثية العسيرة).

آلية عمل الزراعة

تختلف إجراءات الزرعة تبعًا لطريقة استخدامها؛ فإن كانت من خلال تنظير القولون وإدخال المحلول البرازي الجديد من خلاله، يقوم أخصائي الجهاز الهضمي بعد التأكد من صلاحية المتبرع بإعداد عملية الزرع عن طريق أخذ عينة براز المتبرع، وهي حوالي 50-100 جم، من مادة البراز المأخوذة من المتبرع، ويتم مزجها مع 250-500 مل من المحلول الملحي، ثم خلطها بمحلول ملحي، فبذلك تكون عملية زرع البراز سائلة 100%.

وبمجرد أن تصبح عملية الزرع جاهزة، يُعطى المريض دواء مهدئًا، ويوضع على جانبه في الوضع الأمثل لتنظير القولون، ثم يقوم الطبيب بتوجيه أنبوب مرن بكاميرا منظار القولون عبر فتحة الشرج إلى القولون وصولاً إلى حيث تلتقي الأمعاء الغليظة بالأمعاء الدقيقة، عندها يقوم الطبيب بسحب المنظار ورش المحلول البرازي على جدران القولون، بعد الإجراء يتم إعادة المريض إلى غرفته بالمستشفى، حيث يستريح لبقية اليوم. وعادة ما يعطى المريض دواءً مضادًا للإسهال للمساعدة في الحفاظ على البراز المزروع في القولون. أما بالنسبة للمرضى الذين لا يمكن استخدام المنظار معهم لأسباب طبية، يمكن توفير زرع البراز لهم من خلال الجهاز الهضمي العلوي عن طريق الأنابيب الأنفية المعوية، أو تنظير المريء، أو ابتلاع الكبسولة الخاصة، وهي أحدث طريقة حاليًا، وتُعد خيارًا معقولًا للمرضى الذين لديهم موانع لتنظير القولون، وإن كانت هاتين الطريقتين أقل كفاءة من سابقتها.

كيف يعمل البراز الجديد والمزروع في مريض جديد؟

يجب أن نعرف أن الأمعاء البشرية تحتوي على تريليونات من الكائنات الحية الدقيقة، والمعروفة مجتمعة باسم ميكروبيوم الأمعاء، تلعب هذه الكائنات الدقيقة دورًا مهمًا في الحفاظ على صحة الجهاز الهضمي عن طريق تكسير الطعام وإنتاج العناصر الغذائية الأساسية، وعند حدوث خلل في توازن بكتيريا الأمعاء لاي سبب ما خاصة بسبب تناول المضادات الحيوية، فإن ذلك يمكن أن يؤدي إلى اضطرابات معدية معوية مختلفة. تتم هذه التقنية عن طريق إدخال البكتيريا الصحية من براز المتبرع إلى ميكروبيوم أمعاء المريض، وبمجرد دخولها تبدأ في الانتشار والتكاثر فيما بينها، وتعيد بذلك الوضع الصحي لقولون المريض، ويمكن أن تساعد في استعادة التوازن وتحسين صحة الأمعاء بشكل عام.

ويختلف معدل نجاح هذه التقنية تبعًا للحالة التي يتم علاجها، والطريقة المستخدمة في الزراعة. فقد يتراوح معدل النجاح من 80-90% في علاج التهابات البكتيريا المزمن، والذي ينتج عن فرط نمو البكتيريا الضارة في الأمعاء، وأظهرت هذه التقنية نتائج مختلفة من حيث النجاح، وإن كانت أقل كفاءة في علاج متلازمة القولون العصبي بناء على دراسات نُشِرت مؤخرًا في مجلة اللانست الشهيرة (Magazine The Lancet).

ويعتبر إجراء الزراعة آمنًا بشكل عام، إلا أن هناك بعض المخاطر والآثار الجانبية المحتملة المرتبطة به. وتشمل الآتي:

1) الإصابة بالعدوى من المتبرع إذا لم يتم فحص البراز بشكل صحيح لمسببات الأمراض.

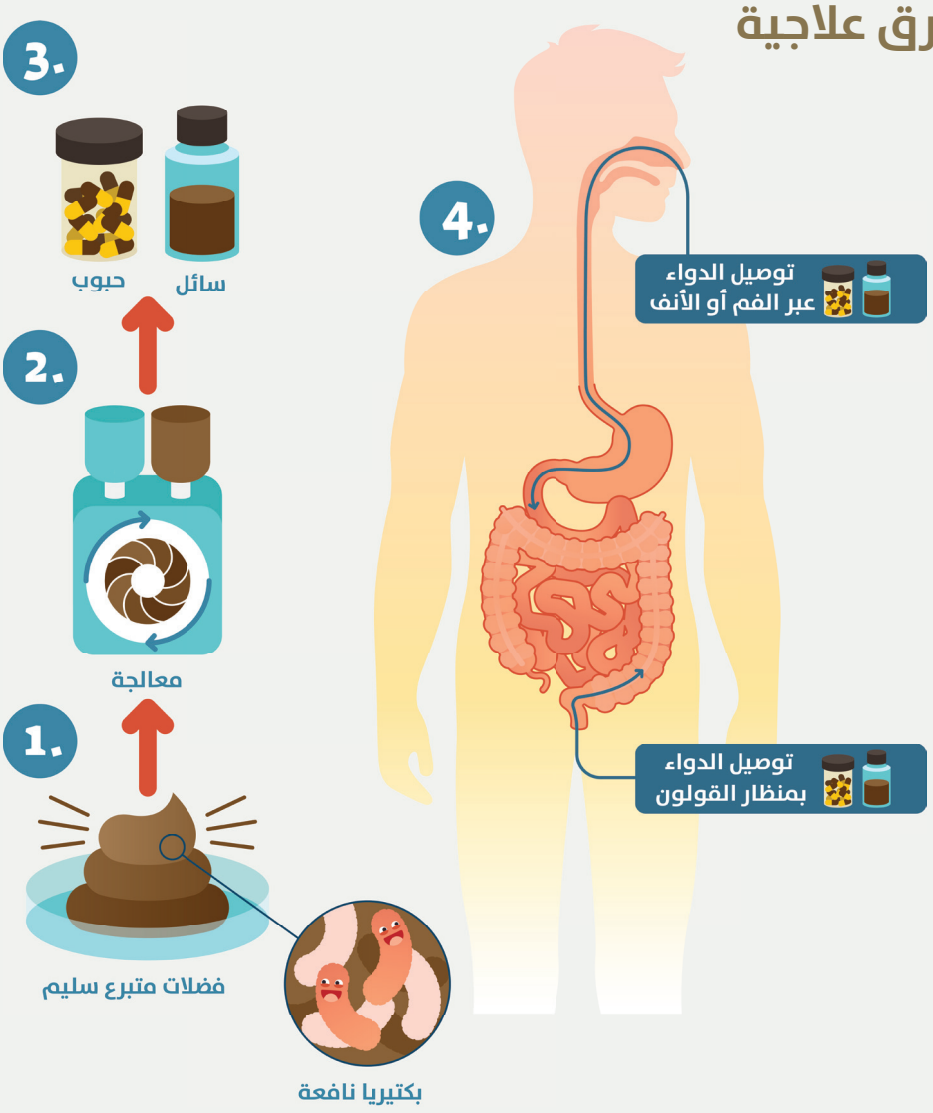
2) ردة فعل سلبية من الجسم، فقد يعاني بعض المرضى من الغثيان أو القيء أو الإسهال.

3) الآثار طويلة المدى، حيث يعاني بعض المرضى من مشاكل صحية مختلفة غير مفهومة طبيًا، وتحتاج لمزيد من الدارسات.

4) مخاوف أخلاقية من بعض الجهات التي تهتم بالأمور الأخلاقية، فيما يتعلق باستخدام البراز من متبرعين مجهولين.

عادة ما يعطى المريض دواءً مضادًا للإسهال بعد إجراء زرع البراز للمساعدة في الحفاظ على البراز المزروع في القولون.

طرق علاجية



وفي الختام يعتبر زرع البراز خيارًا علاجيًا واعدًا، وخاصةً للالتهابات البكتيرية الناتجة عن الإصابات المتكررة لبكتيريا (المطثية العسيرة)، في حين أنه أظهرت نتائج مختلطة في علاج الحالات الأخرى مثل القولون العصبي، ولازال هناك حاجة إلى مزيد من البحث لتحديد سلامة هذا الاجراء وفعاليته على المدى الطويل. لذا يجب على المرضى أو ذويهم والذين يفكرون في استخدامه مناقشة المخاطر والفوائد المحتملة مع طبيب متخصص في ذات المجال قبل الخضوع للإجراء، خاصة أن مراكز محددة في العالم تقوم به وتحت ظروف وقائية مشددة نظرًا لطول التحضير وصعوبة الوصول إلى متبرع. لذا ربما يكون من الأفضل عدم الافراط في استخدام المضادات الحيوية لتفادي كل هذه الإجراءات وصعوبتها.

الذكاء الاصطناعي
في التكنولوجيا الحيوية: التطورات والتطبيقات والآثار

د. وائل الحاج
كلية الطب - الجامعة اللبنانية - لبنان

يتمتع الذكاء الاصطناعي بسمعة سيئة كقدر محتم يجب على الجميع مخافته؛ فغالبًا ما يُنظر إليه على أنه روبوتات ستسيطر على العالم قريبًا. ومع ذلك، فقد تمت صياغة الذكاء الاصطناعي كمفتاح لإطلاق مجموعة من العلاجات المبتكرة مثل الطب الشخصي.

ما هو الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence) ؟

الذكاء الاصطناعي هو تعليم الآلة أداء مهام تتطلب عادةً ذكاءً بشريًا، وبمرور الوقت، بينما تستمر الآلة في حل المهام المختلفة، فإنها تصبح قادرة على التعلم من أخطائها، فتعمل بدقة أكبر بشرط توفير مجموعة تعلم مناسبة. قد يساعد الجمع بين قدرة الذكاء الاصطناعي ومجموعات البيانات الكبيرة التي لا يمكن تحليلها من قبل البشر على تعزيز فهمنا للأمراض والعلاجات غير المعروفة. وقد برز الذكاء الاصطناعي (AI) كقوة تحويلية في مختلف الصناعات، والتكنولوجيا الحيوية ليست استثناءً. فإن التقارب بين الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الحيوية يحمل وعودًا هائلة لتطوير البحوث، وتسريع اكتشاف الأدوية، وتعزيز التشخيص، وتحسين المعلوماتية الحيوية، وإحداث ثورة في الطب الشخصي. في هذه المقالة نستكشف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التكنولوجيا الحيوية، ونسلط الضوء على تأثيره في مجال الجينوميات، وتطوير الأدوية والعلاجات البشرية والحيوانية والنباتية، وتقديم الرعاية الصحية.

علم الجينوم، هو دراسة المجموعة الكاملة للحمض النووي للكائن الحي، يحمل إمكانات هائلة لفهم الأمراض، وتحديد الاختلافات الجينية، وتطوير الطب الشخصي. وقد برز الذكاء الاصطناعي كأداة في أبحاث الجينوميات، مما يتيح تحليل وتفسير وتوقع البيانات الجينومية المعقدة، كما عززت خوارزميات الذكاء الاصطناعي التحليل الجيني من خلال التحليل الفعّال لمجموعات البيانات الجينومية واسعة النطاق. وتتيح تقنيات التعلم الآلي (Machine Learning) تحديد المتغيرات الجينية المرتبطة بالأمراض، مما يساعد في اكتشاف الجينات والمسارات والمؤشرات الحيوية

> برز الذكاء الاصطناعي (AI) كقوة تحويلية في مختلف الصناعات، والتقارب بين الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الحيوية يحمل وعودًا هائلة لتطوير البحوث، وتسريع اكتشاف الأدوية، وتعزيز التشخيص، وتحسين المعلوماتية الحيوية، وإحداث ثورة في الطب الشخصي.

المرتبطة بالأمراض. ويمكن لأدوات الذكاء الاصطناعي تصنيف المتغيرات الجينية وتفسيرها بدقة، والتنبؤ بأهميتها الوظيفية وإمكانياتها المرضية. علاوة على ذلك، يمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي تحليل التفاعلات بين الاختلافات الجينية والعوامل البيئية، وتقديم رؤية حول تقييم مخاطر الأمراض، وعلم الوراثة السكانية، والطب الشخصي. ويلعب الذكاء الاصطناعي أيضًا دورًا مهمًا في تصنيف الأمراض من خلال الاستفادة من البيانات الجينومية لتطوير نماذج تشخيصية قوية. فيمكن لخوارزميات التعلم الآلي تحليل الأنماط داخل مجموعات البيانات الجينومية، مما يتيح تصنيفًا دقيقًا للأمراض وفرزًا فرعيًا لها. كما يمكن للنماذج القائمة على الذكاء الاصطناعي تحديد التواقيع الجينومية المرتبطة بأمراض معينة، وتسهيل الاكتشاف المبكر والتشخيص واختيار العلاج. على سبيل المثال، في علم جينوم السرطان، يمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي تحليل الملامح الجينومية للورم لتحديد الطفرات المحددة وأنماط التعبير الجيني والأنواع الفرعية الجزيئية، مما يساعد في التقسيم الطبقي للمريض واختيار العلاج المستهدف. كما يسهم الذكاء الاصطناعي في الطب الدقيق من خلال دمج البيانات الجينومية مع المعلومات السريرية لتخصيص استراتيجيات العلاج. فتعمل نماذج التعلم الآلي على تحليل الملامح الجينومية الخاصة بالمريض والبيانات السريرية ونتائج العلاج لتوليد توصيات علاج متخصصة. كما يمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي التنبؤ باستجابات الأدوية، وتحديد العلامات الجينومية المرتبطة بفعالية العلاج أو الآثار

www.alfaisalsci.com

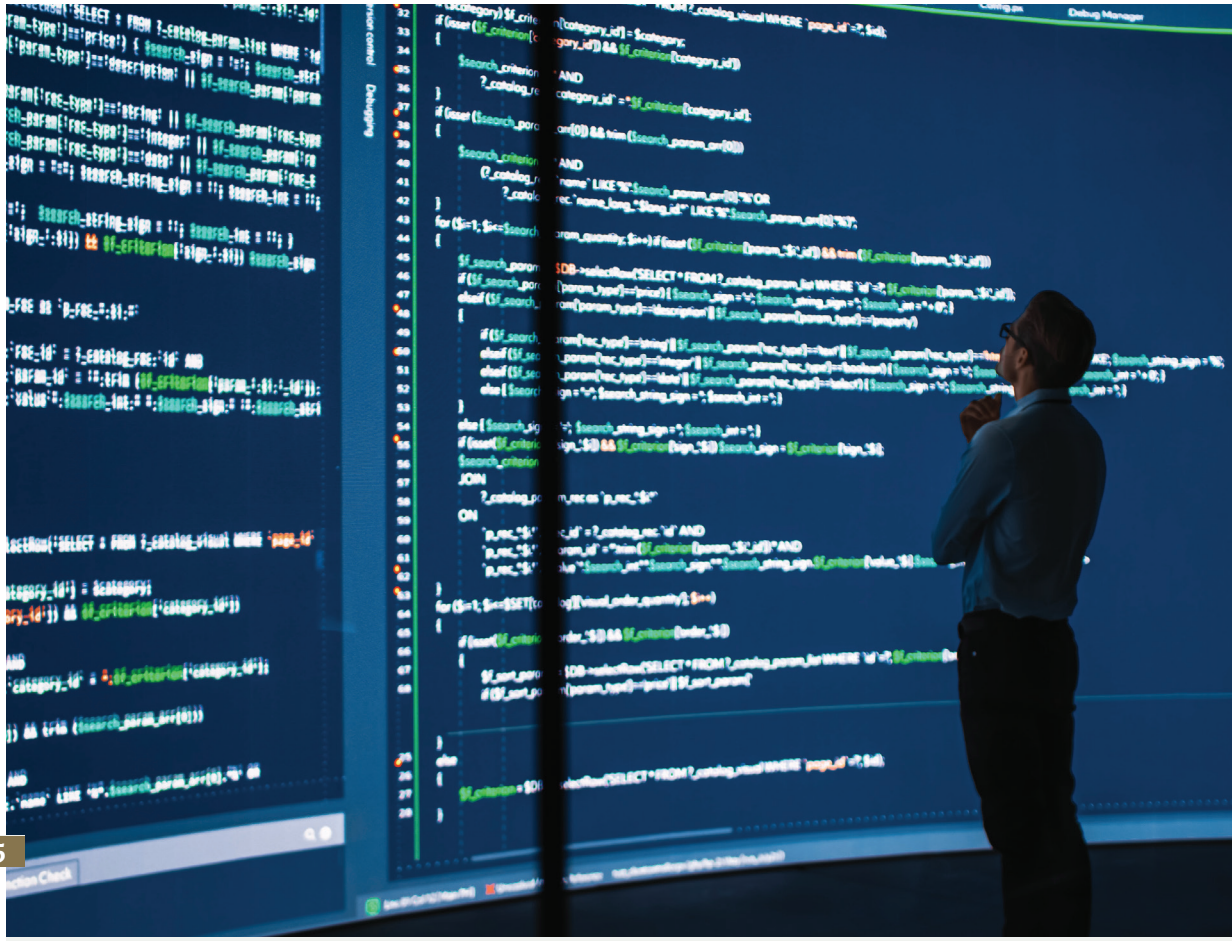
عززت خوارزميات الذكاء الاصطناعي التحليل الجيني من خلال التحليل الفعّال لمجموعات البيانات الجينومية واسعة النطاق، مما يتيح لتقنيات التعلم الآلي تحديد المتغيرات الجينية المرتبطة بالأمراض، فيساعد في اكتشاف الجينات والمسارات والمؤشرات الحيوية المرتبطة بالأمراض.

الضارة، وتحسين اختيار العلاج. كما يمكّن الذكاء الاصطناعي الأطباء من تقديم علاجات مخصصة وموجهة، وتحسين نتائج العلاج وتقليل الآثار الضارة من خلال تصميم التدخلات السريرية بناءً على الملامح الجينية الفردية.

إضافة إلى ذلك، يُحدث الذكاء الاصطناعي ثورة في اكتشاف الأدوية من خلال الاستفادة من بيانات الجينوم وخوارزميات التعلم الآلي لتسريع تحديد وتطوير العلاجات الجديدة، فتقوم المنصات التي تعمل بالذكاء الاصطناعي بتحليل البيانات الجينومية والجزيئية واسعة النطاق للتنبؤ بالتفاعلات المتوقعة للأدوية، وتحسين تصميماتها، وإعادة توظيف الأدوية الموجودة للحصول على مؤشرات جديدة. ويسرّع الذكاء الاصطناعي اكتشاف الأدوية الجديدة وتطويرها من خلال تبسيط الفحص الافتراضي، وإعادة استخدام الأدوية، مما قد يؤدي إلى علاجات أكثر فاعلية واستهدافًا لمختلف الأمراض. كما تعمل خوارزميات الذكاء الاصطناعي على تطوير التصوير الطبي من خلال تعزيز دقة وكفاءة عمليات التشخيص، فيمكن لنماذج التعلم الآلي تحليل الصور الطبية، مثل الأشعة السينية والتصوير بالرنين المغناطيسي والأشعة المقطعية للمساعدة في اكتشاف المرض وتوصيفه، إذ يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي اكتشاف التشوهات الدقيقة والتنبؤ بتطور المرض ومساعدة أخصائي الأشعة في إجراء تشخيصات دقيقة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي مكننة تجزئة الصور وتحليلها، مما يسهل القياس الكمي لعلامات المرض وتقييم الاستجابة للعلاج.

لم يقتصر دور الذكاء الاصطناعي على إحداث تطورات في التكنولوجيا الحيوية البشرية ولكن أيضًا في مجال التكنولوجيا الحيوية الحيوانية والنباتية. فإن دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) في التكنولوجيا الحيوية الزراعية لديه أيضًا القدرة على النهوض بالممارسات الزراعية، وتحسين استخدام الموارد، وتعزيز إنتاجية المحاصيل، وتخفيف الآثار البيئية. فتعمل أنظمة الذكاء الاصطناعي على تحويل مراقبة المحاصيل من خلال الاستفادة من صور الأقمار الصناعية والطائرات بدون طيار والإنترنت لجمع كميات هائلة من البيانات حول صحة المحاصيل وأنماط النمو والظروف البيئية. وتحلل خوارزميات التعلم الآلي هذه البيانات لتوفير رؤية في الوقت الفعلي لأداء المحاصيل، مما يتيح الكشف المبكر عن الأمراض ونقص المغذيات وتفشي الآفات. كما يمكن لنماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤ بكمية المحاصيل بناءً على البيانات التاريخية والعوامل البيئية، ومساعدة المزارعين في اتخاذ قرارات مستنيرة حول تخصيص الموارد وتخطيط الحصاد. كما تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في الزراعة الدقيقة من خلال تحسين استخدام الموارد وتقليل الآثار البيئية. وتحلل خوارزميات التعلم الآلي البيانات من أجهزة الاستشعار، ومسبار رطوبة التربة، والتنبؤات الجوية لتقديم توصيات دقيقة للري، واستخدام الأسمدة، ومكافحة الآفات. ويمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي تحديد أنماط الزراعة المُثلى، وضبط كثافة البذور، والتباعد بين المحاصيل؛ لتحقيق أقصى قدر من الكمية. من خلال تمكين التدخلات المستهدفة بناءً على ظروف ميدانية محددة، يساعد الذكاء الاصطناعي المزارعين على تقليل استخدام المياه، وجريان الأسمدة، واستخدام المبيدات، وتعزيز الممارسات الزراعية المستدامة والفعالة. كذلك

يمكّن الذكاء الاصطناعي الأطباء من تقديم علاجات مخصصة وموجهة، وتحسين نتائج العلاج وتقليل الآثار الضارة من خلال تصميم التدخلات السريرية بناءً على الملامح الجينية الفردية.



فان الذكاء الاصطناعي يُحدِث تطورات مهمّة في تربية النباتات من خلال تبسيط عملية اختيار وتطوير أنواع جديدة من المحاصيل. فتحلل خوارزميات التعلم الآلي البيانات الجينومية لتحديد السمات المرغوبة، والتنبؤ بأداء النبات، وتحسين برامج التربية. يمكن للنماذج القائمة على الذكاء الاصطناعي تسريع اختيار السمات، مما يسمح للمربين بالتركيز على النباتات الواعدة والمرشحة للمزيد من التطوير. بالإضافة إلى ذلك، يساعد الذكاء الاصطناعي في الهندسة الوراثية من خلال التنبؤ بوظائف الجينات، وتحسين التوليفات الجينية، وتحديد الآثار المحتملة. وذلك يسرع من تطوير المحاصيل المعدلة وراثيا ذات الغلات المحسنة، ومقاومة الأمراض، والمحتوى الغذائي.

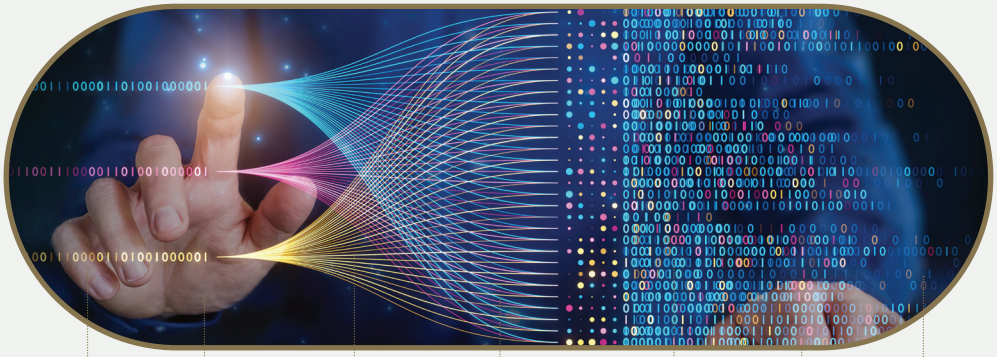
إضافة، تعمل خوارزميات الذكاء الاصطناعي على تطوير تربية الحيوانات من خلال تحسين برامج التربية وتحسين الاختيار الجيني. تحلل نماذج التعلم الآلي كميات هائلة من البيانات الوراثية والمظاهر لتحديد الحيوانات ذات السمات المرغوبة، والتنبؤ بقيم التربية، وتحسين استراتيجيات التزاوج. فتتيح أنظمة الذكاء الاصطناعي اختيار الحيوانات ذات الإمكانات الوراثية الفائقة والمقاومة للأمراض، مما يحسّن الإنتاجية والأداء العام للحيوان. بالإضافة إلى ذلك، يساعد الذكاء الاصطناعي في الحفاظ على التنوع الجيني والحفاظ على الأنواع المهددة بالانقراض من خلال تحديد الأفراد ذوي القيمة الجينية لبرامج التربية. وتلعب تقنيات الذكاء الاصطناعي دورًا هامًا في التشخيص البيطري من خلال المساعدة في اكتشاف الأمراض وتصنيفها. تقوم خوارزميات التعلم الآلي بتحليل البيانات السريرية، بما في ذلك السجلات الطبية ونتائج المختبرات ودراسات التصوير لمساعدة الأطباء البيطريين في تشخيص الأمراض بدقة. يمكن لأنظمة التشخيص الذكاء الاصطناعي مقارنة بيانات

صحة الحيوان بكميات هائلة من المعارف والأنماط البيطرية، مما يوفر رؤى وتوصيات مفيدة. كما يمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي اكتشاف أنماط المرض، والتنبؤ بنتائجه، وتسهيل التدخل المبكر، وتحسين إدارة صحة الحيوان وفعالية العلاج.

كما يسهم الذكاء الاصطناعي في دقة تربية الماشية من خلال تحسين مراقبة صحة الحيوان وإدارة التغذية. وتحلل خوارزميات التعلم الآلي بيانات المستشعر، بما في ذلك درجة الحرارة والرطوبة ومستويات النشاط وأنماط التغذية، لتوفير رؤى في الوقت الفعلي عن رفاهية الحيوان. فيمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي اكتشاف العلامات المبكرة للمرض ومراقبة دورات التكاثر وتحسين أنظمة التغذية بناءً على احتياجات الحيوانات، ويتم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل متزايد في جهود الحفاظ على النظام البيئي من خلال رصد مجموعات الحياة البرية وتتبع سلوك الحيوانات ومنع الصيد الجائر. فتحلل خوارزميات التعلم الآلي البيانات من صور الأقمار الصناعية، وفخاخ الكاميرا، والتسجيلات الصوتية لتحديد الأنواع وتصنيفها، وتقدير أحجام السكان، وتتبع أنماط الترحيل. ويمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي تحليل أنماط سلوك الحياة البرية لاكتشاف الأنشطة غير القانونية وحماية الأنواع المهددة بالانقراض. بالإضافة إلى ذلك، يساعد الذكاء الاصطناعي في تحسين استراتيجيات الحفظ، وتمكين الإدارة الفعّالة للحياة البرية والحفاظ على التنوع البيولوجي.

في الختام، أدى دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) في مختلف مجالات التكنولوجيا الحيوية إلى تطورات كبيرة وحلول مهمة. ومع ذلك، يجب معالجة الاعتبارات الأخلاقية وخصوصية البيانات والتنفيذ المسؤول لتعظيم الفوائد وتقليل المخاطر المحتملة المرتبطة بتكامل الذكاء الاصطناعي في التكنولوجيا الحيوية. من خلال الإشراف المناسب والاستخدام المدروس، يتمتع الذكاء الاصطناعي بالقدرة على إحداث ثورة في التكنولوجيا الحيوية والتأثير بشكل إيجابي على صحة الإنسان والزراعة والبيئة.

دور الذكاء الاصطناعي في التكنولوجيا الحيوية



المحافظة على الحياة البرية

تطوير تربية الحيوانات

تطوير علم الهندسة الوراثية

تطوير علم الزراعة

تطوير التصوير الطبي

تطوير علم الأدوية

تطوير علم الجينوم

ترجمات

- **الدماغ:** قائد الأوركسترا المدهش
- **كيف يتم تطوير** اللقاحات والموافقة عليها للاستخدام؟
- **النانو والطب:** أحدث التقنيات المستخدمة في العلاج
- **لماذا يعتبر الذكاء الاصطناعي** ضروريًا للتكنولوجيا الحيوية؟

الدماغ
قائد الأوركسترا المدهش

"يجب على الإنسان أن يعرف أن الفرح، والسرور، والضحك، والترفيه، والحزن، والألم، والإحباط، والدموع لا تأتي من شيء آخر غير الدماغ. أعتبر إذن أن الدماغ يمارس أعظم سلطة على الإنسان".

أبقراط (Hippocrate) ، المرض المقدس.

ترجمة أ. د. محمد طجو
أدب فرنسي - جامعة الملك سعود - السعودية

Pr. Bernard Sablonnière

NChapter Eleven of the Book Les mystères du corps humain P 124-114-2021

يتفاعل الدماغ مع المؤثرات السمعية، فالإدراك السمعي ينشط اللوزة، مركز التنبيه في الدماغ، التي تثير المشاعر.

يأخذنا برنار سابلونيير، في كتابه "خفايا جسم الإنسان أسرار أعضائنا الصغرى والكبرى" في جولة إرشادية تجعلنا نتفحص خفايا جسدنا. ويطرح علينا العديد من الأسئلة المتعلقة بأعضائنا الحيوية: **هل يمكن للقلب أن يكون شديد التحمل؟ وكيف يمكن للدم أن يتدفق في أوعية أكثر دقة من الشَعر؟ وكيف يحدث التكاثر؟ وكيف تتم عملية التنفس، التي يتكرر 800 مليون مرة في الحياة؟ هل تعلم أن حجم الكبد يزداد ليلا وأن وزنه ينقص نهارا؟ وما الذي تفعله الأعضاء الأخرى، مثل العظام والجلد والعضلات والجهاز الهضمي؟ وما الذي يفعله الدماغ؟ والحواس والهرمونات وساعات الجسد وما إلى ذلك؟** كل شيء يمر إذن أمام ناظرينا، ويبوح لنا بخفاياه بفضل أحدث العلوم، الجسم كله وتعقد وظائفه العجيب، فهذا الجسم الذي يسرد لنا المؤلف قصته بهذه الطريقة يرتقي إلى مستوى كون مذهل.

يقدم الكتاب إذن جولة سريعة في 21 فصلا، عن خفايا جسم الإنسان. وذلك للتعرف عليه وربما أيضًا، من خلال فهم آلياته، للعيش معه بشكل أفضل.

وفي هذا المقال تمت ترجمة الفصل الحادي عشر بعنوان (الدماغ، قائد الأوركسترا المدهش)، وذي التعقيد المذهل، الذي تعبره آلاف الكيلومترات من الأسلاك، المسؤولة (ولكن كيف؟) عن السلوكيات المتنوعة مثل الفعل أو الخوف، فضلا عن كونه عضو التفكير والتأمل والحساب، ومحور الكثير من المشاعر الرقيقة أو الساحرة التي تنسبها اللغة باستمرار لـ"القلب" الذي كان يُعتقد في السابق أنه مقر الروح والمشاعر. في الواقع، إن البصر والسمع والشعور واللمس، وهي حواسنا المفيدة جداً للإدراك، وللتعبير والتواصل مع البيئة والأخرين، هي أيضاً الدماغ.

يبدو الدماغ غامضًا في البداية لأن صندوق الجمجمة يخفيه جيدًا، وتشريحه المعقد غير واضح. يضطلع الدماغ بأدوار متعددة، ولا يستوقفنا غالبًا سوى أكثرها بساطة؛ إنه يتحكم بالأعصاب التي تتيح العمل، وإنه رأس الجسد، لكنه أيضًا بحكم تعريفه العقل المدبر بامتياز. وهو الذي نلجأ إليه في التعلم والحساب والتوقع والتنبؤ. ونلجأ إليه في الشعور أيضًا، فهو يتيح لنا التعبير عن عواطف تُرجمت إلى مشاعر؛ باختصار، إنه حقًا محور حياتنا. فعندما نلاحظ كل ما يتحكم به، ندرك أن أبقراط قد فهم دوره تمامًا، أي التحكم بكل أعضائنا، إنه القائد بالفعل. فالتوليفة التي يجب عليه التحكم بها تستخدم أدوات عدة. انظر بالأحرى كيف يتيح التفاعل بضعة أعشار من الثواني في مواجهة خطر ما فيرهقنا بالإجهاد في حالة الذعر، ويدفعنا إلى الجنون عندما تحركنا مشاعر الحب، ويجعلنا ننام خلال دقائق قليلة عندما يقرر إبطاء كل داراته.

خلايا وأسلاك

يزن الدماغ حوالي 1300 جرام. ويحتوي على العصبونات، وهي خلايا قابلة للتأثر، قادرة على نقل السيال العصبي، الذي يشبه تيارًا كهربائيًا بسرعة أكثر من 100 متر في الثانية، تنقله أسلاك صغيرة- محوارات وتغصنات- يبلغ طولها حوالي 100 ألف كيلومتر إذا لُصِقت ببعضها. ويبلغ حجم الـ 90 مليار عصبون حجم حبة اليوسفي مع الخلايا الدبقية، التي تمثل دعمًا لوجستيًا ومغذيًا بامتياز للعصبونات، الأكثر عددًا أيضًا. أما المناطق التي تتجمع فيها العصبونات على المادة الرمادية، فإنها تجمع ما يعادل 30 مليون عصبون في 1 سم مكعب! وأما المناطق التي تسمى "المادة البيضاء"، فنجد قبل كل شيء الأسلاك التي تربط العصبونات في دارات أو شبكات؛ إنها مغلفة بالميالين (النخاعين)، وهو مادة دهنية واقية تمنحها لونها الأبيض. فعندما تُنشط دارة معينة، تَنشط آلاف العصبونات وتُحرض تحت تأثير المفاتيح أو الرسل الكيميائية؛ الدوبامين للحركة، والأدرينالين للخوف، والإندورفين للسرور والسعادة. وعندما يداهمنا النوم، تُسكت مادة كيميائية واحدة رئيسة، تسمى حمض غاما-أمينوبيوتيريك (GABA)، جميع آلات الأوركسترا، فيبدأ النوم. فالدماغ في نهاية المطاف مجتمع حقيقي من الكائنات الصغيرة والعصبونات التي لا تتواصل بشكل جيد فيما بينها فحسب، وإنما يتعرف بعضها على البعض الآخر، لتقديم عمل في شبكة منظمة حيث ينفذ كل عصبون مهمته لدارة كاملة.

يسهّل التصوير بالرنين المغناطيسي عرض الأنسجة الرخوة الغنية بالماء، التي نميزها من الأنسجة الصلبة مثل العظم، فهو مفيد جدًا لدراسة مختلف مناطق الدماغ، وللكشف أيضًا عن تشوهات الأوعية الدموية، مثل الخثارات أو النزيف.

كيف يعمل السيال العصبي؟

ليس السيال العصبي تيارًا كهربائيًا، ليس هناك إلكترونات تتحرك، إنها حركة أيونات الصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم التي تتدفق عبر قنوات صغيرة تُفتح وتُغلق على جانبي غشاء العصبون لخلق فرق في الجهد، أي ما يعادل تيارًا! فالاختلاف السريع والمحلي لتيار الأيونات يخلق موجة من إزالة الاستقطاب تنتشر على طول المحوارات. وقد اتفقنا على نشوء السيال العصبي وانتشاره، لكن **كيف تُنظم الأسلاك؟ وماذا يفعل السيال العصبي؟** في الواقع، الأمر معقد للغاية، لأن السيال العصبي يمر غالبًا من عصبون إلى آخر عبر مفتاح كيميائي (يُسمى الوسيط العصبي)، يُطلق تحت تأثير العصبون المرسل، الذي يفتح قنوات العصبون المجاور، أي المستقبل. وهكذا، هناك عشرة **مفاتيح كيميائية مهمة في الدماغ؛** منها الدوبامين للتسريع، والأدرينالين للتنبيه، والسيروتونين للإبطاء، أو أيضا حمض غاما-أمينوبيوتيريك (GABA) للتوقف بشدة.

أسلاك شبكية ومفاتيح كيميائية

تخيل، لنقل السيالات العصبية، وجود مئات الآلاف من الطرق السريعة والدروب القصيرة التي يتراوح طولها بين بضعة ملليمترات وعشرات عدة من السنتيمترات بين العصبون المرسل، والعصبون المستقبل في نهاية الدارة، الذي سوف يعالج الإشارة المستقبلة. يحدث هنا تأثر قوي. إنه يحفز تنشيط الدارات التي تتواصل عصبوناتها بفضل النورادرينالين، من الدماغ إلى أطراف الأصابع. فعندما تنفعل العصبونات الأخيرة لأدنى إثارة تُنشط إفراز قطرات صغيرة من العرق، ويحدث التعبير عن المشاعر! ولا حاجة للإصرار على ما سوف يحدث من ارتعاش للأيدي عندما نخشى التحدث علنًا! فالشبكات العصبية هذه متخصصة في دارات مختلفة الأدوار؛ دارة للتحكم الحركي، وأخرى حسية لإدراك كل الأحاسيس التي تتلقاها حواسنا؛ البصر، والسمع، والشم، واللمس. وغيرها أيضًا العواطف، والتنبيه، والذعر، والرغبة.

الدماغ يطلق قشعريرة مضحكة

عندما نسمع لحنًا عذبًا، فإنه يمكن أن يثير شعورًا قويًا يتجلى في "داخلنا" من خلال حدوث قشعريرة مفاجئة، مماثلة للشعور بالبرد. ذلك أن الدماغ يتفاعل. فالإدراك السمعي ينشط اللوزة، مركز التنبيه في الدماغ، التي تثير شعورًا إيجابيًا مصحوبًا بالسرور. وهذا دليل على أن الدماغ شديد الحساسية للمحفزات الخارجية.

شفاء امرأة خرساء بالموسيقى

كانت هذه المرأة المسنة التي أصيبت بالخرس بعد سكتة دماغية (حادثة دماغية وعائية) قد فقدت الرغبة في التواصل. ذات يوم، جعلها الفريق الطبي المعالج تستمع إلى أغنية الوردة الزرقاء (Fleur bleue) لشارل ترينيه (Charles Trenet). فكررت المرأة في غضون دقائق قليلة لازمة الأغنية، فاستعادت الكلام. في الواقع، بعد حدوث سكتة دماغية وإصابة مركز اللغة الموجود غالبًا في النصف الأيسر من الدماغ، يمكن للموسيقى، التي تثير شعورًا يحفز شبكة كبيرة من العصبونات، أن تعيد تنشيط شبكة تقع في النصف الأيمن من الدماغ.

رؤية الدماغ من خلال التصوير بالرنين المغناطيسي

تتيح تقنية التصوير هذه، باستخدام المجال المغناطيسي، رؤية الدماغ من دون فتح الجمجمة. ويُعد هذا من المعجزات التقنية. وأما الجانب السلبي فهو المغناطيس القوي الذي يصنع ضوضاء كبيرة. وأما الأمر الإيجابي فهو من السهل عرض الأنسجة الرخوة الغنية بالماء، التي نميزها من الأنسجة الصلبة مثل العظم. لذلك، إن التصوير بالرنين المغناطيسي مفيد جدًا لدراسة مختلف مناطق الدماغ، وللكشف أيضًا عن تشوهات الأوعية الدموية، مثل الخثارات أو النزيف. والأفضل التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)، الذي يعرض تنشيط الشبكات العصبونية في الوقت الحقيقي. فعندما تستلقي على طاولة تتحرك

نحوَ الداخل الضيِّق للماسِح الأنبوبي للتصوير بالرنين المغناطيسي، ويُطلب منك التفكير في الشخص الذي تحبه، يتولد لديك شعور، وتتواصل شبكات موجودة في مختلف عصبونات مناطق الدماغ. ويمكن رؤية هذه الشبكات، بفضل خصائص الحديد الموجود في كريات الدم الحمراء. وعندما تَنشط شبكة معينة، تحتاج عصبوناتها إلى الطاقة وتستهلك السكر والأكسجين اللذين يوفرهما الدم، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة تدفق الدم، وبالتالي إلى تدفق الهيموغلوبين، الذي ينتج إشارة مرئية في التصوير بالرنين المغناطيسي. وعندما نعيد بناء هذه الإشارات اللونية الزائفة، التي غالبًا ما تكون صفراء أو حمراء، يُشاهَد الدماغ وهو يضيء بظهور نقاط أو بقع مضيئة في أماكن مختلفة، الأمر الذي يشبه شجرة عيد الميلاد الحقيقية. يحدد اختصاصي الأشعة الدارات التي تنشط بتنشيط الحركة أو الفكرة المطلوبة.

كل دماغ فريد من نوعه

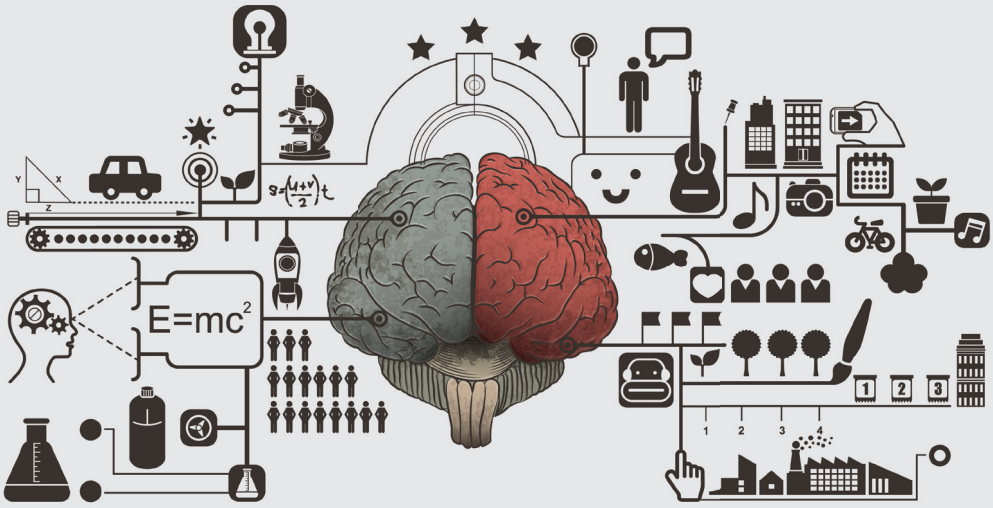
الدماغ غير ناضج إلى حد كبير عند الولادة، ويعتمد نمو الوصلات أو المشابك العصبية، أي نقاط الاتصال بين عصبونين، على المحفزات الخارجية والتعلم إلى حد كبير. تعتمد قدرات العصبونات على اتصال المشابك العصبية، وهي نتوءات صغيرة تتلامس فيها زوائد العصبونات. تخيل أنه يوجد حوالي 30 تريليون مشبك عصبي في دماغ إنسان بالغ. وتكون أقصى سرعة لتكون هذه الوصلات بين الشهر السابع من الحمل والسنة الرابعة من العمر، إذ يتكون أكثر من مليون وصلة كل ثانية. لذلك، إن كل دماغ فريد من نوعه، أي أن نمو الوصلات خاص بكل فرد، ويعتمد على المحفزات والتعلم الذي يحصل عليه. لنأخذ مثال دارات الرؤية التي تتطور منذ الولادة حتى سن9 أشهر. إذا حرم الطفل من التحفيز البصري خلال هذه الفترة فيمكن أن يعاني من عجز بصري قد يستمر حتى مرحلة البلوغ.

التعلم المفرط

لكل عمر أفضل نافذة للتعلم. فالمهارة الحركية والمشي في العامين الأولين، ثم اللغة، ثم قدرات التجريد، وأخيرًا نمو الدماغ العاطفي حتى بداية مرحلة البلوغ. لذلك، يمكن أن تكون قدرات التعلم بلا حدود إذا استمر تحفيز الشبكات العصبونية. وهكذا، اكتشف علماء البيولوجيا العصبية في الثمانينيات آليات تكوين الخلايا العصبونية. وإذا كان التخلق الأولي للنسيج العصبوني يمتد من الجنين حتى مرحلة البلوغ عندما يصل الدماغ مرحلة النضج، فإن نمو العصبونات الجديدة لدى البالغين يستمر بمعدل عشرات الآلاف يوميًا، وهذا هو التخلق الثانوي للنسيج العصبوني. لذا فإن الدماغ يتغير، ويجدد نفسه طوال فترة حياته. وهنا أيضًا يأتي التصوير بالرنين المغناطيسي ليظهر لنا ذلك.

دماغ عازف الكمان الذي ينمو إذا دربته

عندما يتدرب رافع الأثقال، من الواضح أن عضلات ذراعيه تكتسب تدريجيًا حجمًا يزيد من قوتها. حسنًا، إن الشيء نفسه يحدث في الدماغ. إذا تكررت إيماءة حركية كثيرًا، وبشكل منتظم، فإن الشبكة العصبونية التي تتحكم في الإيماءة سوف تضم المزيد من العصبونات، الأمر الذي سوف يخلق المزيد من الوصلات فيما بينها، والذي يزيد من عدد الشعيرات الدموية أيضًا. وهذا ما يسميه علماء البيولوجيا العصبية **لدونة الدماغ**. دُرست هذه الظاهرة باستخدام التصوير بالرنين المغناطيسي لدى الموسيقيين البالغين الذين يعزفون على الكمان منذ سن 12. ففي أدمغة هؤلاء الموسيقيين، يزداد حجم المادة البيضاء في المناطق المتأثرة بحركة الأصابع الرشيقة مقارنةً بغير الموسيقيين، الأمر الذي يدل على زيادة في عدد الألياف العصبية في الشبكات المعنية. وخلاصة القول، **حتى يكون رأسك كبير الحجم، ينبغي عليك أن تتدرب!**



عندما يتدرب عازف الموسيقى فإنه يزداد حجم المادة البيضاء في الدماغ، وهذا ما يسميه علماء البيولوجيا العصبية لدونة الدماغ. حتى يكون رأسك كبير الحجم، ينبغي عليك أن تتدرب!

نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) الخاص بالدماغ

اكتشف عالم الأعصاب في لندن جون أوكيف (John O'Keefe) في منطقة صغيرة من دماغ الفأر تُسمى الحُصين، وجود شبكة من مليون عصبون "مكاني" تنشط عندما يتحرك الحيوان في بيئته. سوف تشكل هذه العصبونات خارطة معرفية حقيقية للأماكن التي حُفِظت. وهكذا، إن الفضاء الذي نستكشفه يتحول إلى شبكة مكانية في الدماغ، وهي أشبه بنظام عالمي مصغر لتحديد المواقع (GPS). فالحصين يرسم خرائط حقيقية للأماكن. وتظل البطاقة محفوظة مع مرور الوقت لأشهر عدة. وعندما درست عالمة الأعصاب إليانور ماجواير (Eleanor Maguire) في عام 2000 الحصين لدى سائقي سيارات الأجرة اللندنية، الذين يخضعون لتدريب مكثف لمدة سنتين لحفظ شوارع لندن بهدف الحصول على رخصة، برهنت هذه العالمة أن الحصين لدى أولئك السائقين أكبر حجمًا وأكثر نموًا من حصين معظم السائقين الآخرين، وأن هذه الزيادة في الحجم تتناسب مع عدد سنوات الخبرة.

أين يقع مقر الذكاء؟

يُعد تعريف كارل بيريتر (Carl Bereiter) أحد أفضل تعريفات "الذكاء"؛ فهو ما تفعله عندما لا تعرف كيفية التصرف. ويصف عالم النفس الأمريكي هوارد جاردنر (Howard Gardner) ثمانية أشكال متميزة من الذكاء، إذ يرى أن مجموعات عدة من الشبكات العصبونية تنشط في كل شكل من الأشكال المقابلة لتنفيذ قدرة عقلية محددة. وتتعلق هذه الأشكال الثمانية باللغة، والحساب، والذكاء المكاني، والأذن الموسيقية، والمهارة اليدوية، والتعاطف، والنقد الذاتي، والذكاء الطبيعي. ويشير ريتشارد هاير (Richard Haier) من جامعة إيرفين (Irvine) إلى وجود العديد من الخطوات المتتابعة لحل مشكلة معينة:

1) جمع المعلومات.
2) ترميز البيانات وتجريدها.
3) وضع الفرضيات التي تؤدي إلى حل واحد أو أكثر.
4) تقييم الخطر التي ينطوي عليها اختيار الحل.

وبالطبع، لدى كل منا مهارات مختلفة: على سبيل المثال، سوف نكون أكثر استعدادًا للعمل اليدوي من حفظ لحن موسيقي، اعتمادًا على تجربتنا وتعلمنا وقدراتنا الفطرية.

عبقرية الأرقام والحس المواكب

في الواقع، يعاني أبطال الذاكرة عامة من اضطراب دماغي نادر، الحس المواكب. وتؤثر هذه الظاهرة في 2% من السكان تقريبًا. وتؤدي إلى اندماج تلقائي وغير طوعي لحاستين أو أكثر. على سبيل المثال، يُقرن كل رقم بين 1 و10 بشكل ولون مختلف. تمنح هذه القدرة العقلية غير العادية الأفراد الموهوبين بالحس المواكب ذاكرة رقمية استثنائية. وترتبط بتعديل توجيه الوصلات العصبونية أثناء الحمل. ويُعد دانيال تاميت (Daniel Tammet [3]) أحد هؤلاء العباقرة الأحياء. فقد تمكن في عام 2004 من تحطيم الرقم القياسي لعد ثابت الرياضيات π إلى 22,514 رقمًا عشريًا خلال خمس ساعات!

كيف يعمل غسيل الدماغ؟

الشرايين مرنة وتخضع لحركات طفيفة التمدد والانكماش مع كل نبضة من نبضات القلب. تُدلك هذه الحركات الدماغ، وتُسهل دوران السائل الذي يحيط به ويحميه، أي السائل الدماغي الشوكي (ما يعادل كوبًا من الماء في الرأس). ومع ذلك، يزيل هذا السائل نفايات الدماغ، ويشمل ذلك الببتيد أميلويد (peptide amyloide)، وهو مادة تتراكم بشكل مفرط في دماغ المرضى الذين يعانون من مرض الزهايمر. وفضلا عن ذلك، ينقبض الدماغ قليلًا في الليل إذا كان النوم من نوعية جيدة فيتخلص من فضلاته بشكل أفضل. في الختام، تذكر هذه النصيحة: **حافظ على شرايينك في حالة جيدة.**

من وظائف الدماغ الإدراك الحسي الذي يربطنا بقوة ببيئتنا. ويؤدي البقاء في الظلام وفي صمت تام حتمًا إلى معاناة الدارات العصبونية. فيا لروعة الحواس المتمثلة في السمع، والبصر، واللمس، والشم، والتذوق. لننطلق إذن في استكشاف مآثر أعضاء حواسنا المدهشة.

الخطوات المتتابعة لحل مشكلة معينة

جمع المعلومات

رميز البيانات وتجريدها

وضع الفرضيات التي تؤدي إلى حل واحد أو أكثر

تقييم الخطر التي ينطوي عليها اختيار الحل

كيف يتم تطوير اللقاحات والموافقة عليها للاستخدام؟

ترجمة أ. روان زيدان
الصيدلة - جامعة بيروت العربية – لبنان

Saving Lives, Protecting People

تفحص إدارة الغذاء والدواء منشأة التصنيع حيث سيتم تصنيع اللقاح؛ للتأكد من أن المنشأة لديها كل ما هو ضروري للتصنيع الموثوق به والمتسق على نطاق واسع.

للقاحات تاريخ طويل في حماية الناس والمجتمعات بنجاح من الأمراض المعدية. لقد أدى التطعيم إلى تحسين نوعية الحياة بالنسبة للكثيرين، وتم القضاء على الأمراض الخطيرة مثل الجدري. مع تقدم تكنولوجيا اللقاحات، يمكن للباحثين تطوير لقاحات أفضل وأكثر أمانًا.

كيف يتم تطوير لقاحات جديدة؟

المراحل العامة لتطوير اللقاح هي:

- البحث والاكتشاف
- إثبات المفهوم
- اختبار اللقاح
- عملية التصنيع
- اعتماد اللقاح
- التوصية باستخدام اللقاح
- مراقبة السلامة بعد الموافقة

البحث والاكتشاف

في هذه المرحلة المبكرة من تطوير اللقاح، يستكشف الباحثون فكرتهم عن لقاح محتمل. غالبًا ما يستغرق تطوير اللقاح من 10 إلى 15 عامًا من البحث المخبري، ويتم عادةً في شركة ضمن القطاع الخاص، ولكنه غالبًا ما يكون التعاون مع باحثين من إحدى الجامعات.

إثبات المفهوم

قبل اختبار اللقاح على البشر، يدرس الباحثون قدرته على إحداث استجابة مناعية للحيوانات الصغيرة، مثل الفئران. في هذه المرحلة، قد يقوم الباحثون بإجراء تعديلات على اللقاح لجعله أكثر فعالية. تعد فعالية اللقاح مهمة لأنها تقيس مدى جودة حماية التطعيم للأشخاص من نتائج مثل العدوى، والأمراض التي تظهر عليها الأعراض، والاستشفاء، والوفاة. إذا أظهر اللقاح نتائج واعدة كافية، فإنه ينتقل إلى التجارب السريرية للاختبار على الأشخاص.

طلب الترخيص البيولوجي يحتوي على معلومات وصفية، وهي معلومات عن استخدام اللقاح وجرعته وإدارته، وكلها تستند إلى بيانات علمية.

اختبار اللقاح

يدخل اللقاح مرحلة التطوير السريري، وتسمى أيضًا التجربة السريرية. للقيام بذلك، يقدم الباحثون تطبيق عقار جديد تحقيقي إلى إدارة الغذاء والدواء، حيث يتضمن بيانات من الدراسات على الحيوانات، ومعلومات حول تكنولوجيا التصنيع، وجودة اللقاح. تُعد جودة اللقاح مهمة لأنها تؤثر على مدى نجاحه في توفير حماية طويلة وقصيرة المدى ضد المرض.

يمر التطوير السريري بثلاث مراحل، وقد يشمل مرحلة رابعة إذا تمت الموافقة على اللقاح من قبل إدارة الغذاء والدواء.

•المرحلة الأولى

تتلقى مجموعات صغيرة من الأشخاص (20 إلى 100) اللقاح التجريبي. خلال هذه المرحلة، يجمع الباحثون معلومات حول مدى أمان اللقاح على البشر. يتضمن ذلك التعرف على الآثار الجانبية وتحديدها، ودراسة مدى نجاح اللقاح في إحداث استجابة مناعية.

•المرحلة الثانية

تمتد التجربة السريرية إلى المئات (100-300) من المشاركين في التجربة الذين لديهم خصائص (مثل العمر والصحة البدنية) مماثلة للمتلقين المستهدفين للقاح. يمكن أن تشمل أيضًا مجموعات من الأشخاص من خلفيات متنوعة لضمان التمثيل عبر مجموعات سكانية مختلفة.

توفر هذه المرحلة معلومات أمان إضافية عن الآثار الجانبية والمخاطر، ومزيد من المعلومات حول مدى نجاح اللقاح في إحداث استجابة مناعية.

•المرحلة الثالثة

تمتد التجربة السريرية إلى آلاف (1000–3000) الأشخاص. في هذه المرحلة، يؤكد الباحثون مدى جودة عمل اللقاح، حيث تتم مراقبة الآثار الجانبية الشائعة والأقل شيوعًا، وجمع المعلومات لدعم الاستخدام الآمن لدى الأشخاص.

•المرحلة الرابعة (بعد موافقة إدارة الغذاء والدواء)

بعد موافقة إدارة الغذاء والدواء (المعروفة أيضًا باسم "التراخيص") على اللقاح للاستخدام بشكل عام، قد يتقدم إلى مرحلة إضافية من التجارب السريرية مع آلاف المشاركين. المرحلة الرابعة هي دراسة رسمية ومستمرة لتقييم سلامة اللقاح الجديد وفعاليته على مدى فترة زمنية أطول.

عملية تصنيع اللقاح

خلال المرحلة الثالثة من التجارب السريرية، تنظر إدارة الغذاء والدواء في عملية التصنيع المقترحة من الشركة للقاح. ستفحص إدارة الغذاء والدواء أيضًا منشأة التصنيع حيث سيتم تصنيع اللقاح؛ للتأكد من أن المنشأة لديها كل ما هو ضروري للتصنيع الموثوق به والمتسق على نطاق واسع.

تصنع الشركة المصنعة دفعات من اللقاح تسمى "دفعة". تخضع هذه المجموعات لسلسلة من الاختبارات للتأكد من أن اللقاح ثابت من دفعة إلى أخرى. تطلب إدارة الغذاء والدواء من الشركات المصنعة تقديم بيانات من هذه الاختبارات لدعم عملية التصنيع الناجحة، حتى بعد الموافقة.

اللجنة الاستشارية لممارسات التحصين هي مجموعة من الخبراء الطبيين وخبراء الصحة العامة الذين يطورون توصيات لاستخدام اللقاح، ويناقشون اللقاح المقترح في منتدى عام.

اعتماد اللقاح

البيانات قبل السريرية والسريرية

تفاصيل حول عملية التصنيع

معلومات حول منشأة التصنيع

اعتماد اللقاح

قبل الموافقة على استخدام اللقاح في الولايات المتحدة، تقدم الشركة طلب ترخيص بيولوجي إلى إدارة الغذاء والدواء. طلب ترخيص بيولوجي يتضمن:

- البيانات قبل السريرية والسريرية.
- تفاصيل حول عملية التصنيع.
- معلومات حول منشأة التصنيع.

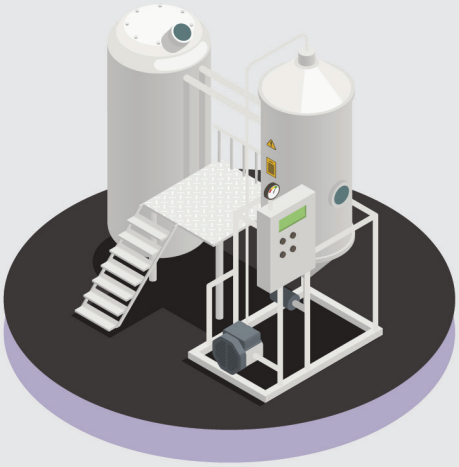
أثناء مراجعة طلب الترخيص البيولوجي، تنظر إدارة الغذاء والدواء في بيانات التجارب السريرية لمعرفة ما إذا كانت النتائج تُظهِر أن اللقاح آمن وفعّال. طلب الترخيص البيولوجي يحتوي أيضًا على معلومات وصفية، وهي معلومات عن استخدام اللقاح وجرعته وإدارته، وكلها تستند إلى بيانات علمية. إذا لزم الأمر، يمكن تحديث معلومات وصف الدواء، والتي ستراجعها إدارة الغذاء والدواء. من هنا، تقرر إدارة الغذاء والدواء الأمريكية ما إذا كانت ستوافق على استخدام اللقاح.

اللجنة الاستشارية للقاحات والمنتجات البيولوجية ذات الصلة(VRBPAC)

في بعض الحالات، تقدم اللجنة الاستشارية للقاحات والمنتجات البيولوجية ذات الصلة التابعة لإدارة الغذاء والدواء الأمريكية مدخلات على البيانات العلمية للنظر في سلامة وفعالية واستخدام اللقاح. تتكون اللجنة الاستشارية للقاحات والمنتجات البيولوجية ذات الصلة من خبراء مستقلين في العلوم والصحة العامة يناقشون اللقاح المقترح في منتدى عام.

التصنيع على نطاق واسع

بعد موافقة إدارة الغذاء والدواء على اللقاح الجديد، يمكن للشركة إنتاج كميات أكبر منه لتوزيعها على الجمهور. ستواصل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية مراقبة أنشطة إنتاجه، التي تتضمن عمليات تفتيش منتظمة لمنشأة التصنيع للتأكد من اتباع لوائح إدارة الغذاء والدواء. يستمر هذا طالما أن الشركة المصنعة تحمل ترخيصًا للإنتاج اللقاح.



تتبع جودة اللقاح

تراقب إدارة الغذاء والدواء جودة منتج اللقاح في الوقت الفعلي من خلال مطالبة الشركات المصنعة بإرسال عينات من كل دفعة لقاح للاختبار. عادة ما تشير هذه الاختبارات إلى:

- السلامة.
- النقاء (يحتوي فقط على المكونات الضرورية).
- الفاعلية (اللقاح ينتج الاستجابة المناعية المرغوبة).

عندما تكون اللقاحات متسقة عبر الدفعات، يمكن أن تؤكد إدارة الغذاء والدواء أن المنتج لا يزال موثوقًا وآمنًا لاستخدام الأشخاص.

التوصية باستخدام اللقاح

اللجنة الاستشارية لممارسات التحصين هي مجموعة من الخبراء الطبيين وخبراء الصحة العامة الذين يطورون توصيات لاستخدام لقاح في الولايات المتحدة، وتقدم توصيات للقاحات التي تمت الموافقة عليها من قبل إدارة الغذاء والدواء فقط. قبل التوصية بأي لقاح، يؤخذ في الاعتبار أيضًا:

1)ما مدى أمان وفعالية اللقاح عند إعطائه في أعمار معينة؟ يمكن أن تختلف الاستجابة المناعية للشخص تبعًا لعمره عند تلقي اللقاح. يجب على مصنعي اللقاحات إجراء دراسات صارمة لإثبات أن اللقاح آمن وفعال في أعمار معينة.

2)ما مدى خطورة المرض الذي يمكن الوقاية منه باللقاح؟ بدون اللقاح، يمكن أن يكون المرض خطيرًا بما يكفي للتسبب في مشاكل صحية طويلة الأمد أو الوفاة لدى الأطفال والبالغين.

3)كم عدد الذين سيصابون بالمرض إذا لم يكن هناك لقاح؟ تتمثل إحدى مهام اللجنة الاستشارية لممارسات التحصين في تحديد ما إذا كان اللقاح له فائدة للصحة العامة. إذا لم يقدم اللقاح فائدة للعديد من الأشخاص، فقد لا يُوصى به للجميع.

بعد أن توصي اللجنة الاستشارية لممارسات التحصين باللقاح، سيقرر مدير مركز السيطرة على الأمراض ما إذا كان سيوافق على التوصية. بمجرد موافقته على التوصية تصبح إرشادات الصحة العامة الرسمية لمراكز السيطرة على الأمراض والوقاية منها للاستخدام الآمن للقاح. يمكن أن تؤدي التوصية المعتمدة أيضًا إلى أن يصبح اللقاح جزءًا من جداول التحصين الرسمية للبالغين والأطفال.

مراقبة السلامة بعد الموافقة

السلامة هي أولوية طوال عملية تطوير اللقاح والموافقة عليه. حتى بعد الموافقة على اللقاحات والتوصية بها للاستخدام العام، تستخدم مراكز السيطرة على الأمراض والوقاية منها وإدارة الغذاء والدواء أنظمة مختلفة لمراقبة سلامتها، مما يساعد على ضمان استمرار نجاح اللقاح في الولايات المتحدة.

نظام الإبلاغ عن الأحداث الضارة للقاح

نظام الإبلاغ عن الأحداث الضارة للقاح هو نظام إنذار مبكر يساعد على مراقبة المشكلات بعد التطعيم. يمكن لأي شخص الإبلاغ عن ردود الفعل والمشكلات المشتبه بها للقاح.

رابط بيانات سلامة اللقاح

يعُد رابط بيانات سلامة اللقاح بمثابة تعاون بين مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها والعديد من المنظمات الصحية، التي تسمح بالمراقبة المستمرة والبحث الاستباقي للبيانات المتعلقة باللقاح.

عندما توصي اللجنة الاستشارية لممارسات التحصين بلقاحات جديدة للاستخدام في الولايات المتحدة أو إجراء تغييرات على توصيات اللقاح، فإن رابط بيانات سلامة اللقاح سيراقب سلامة هذه اللقاحات.

تقييم سلامة التحصين السريري

مشروع تقييم سلامة التحصين السريري التابع لـ مركز السيطرة على الأمراض، هو شراكة بين مركز السيطرة على الأمراض والعديد من المراكز الطبية، التي تجري أبحاثًا سريرية حول المخاطر الصحية المتعلقة باللقاحات في مجموعات معينة من الناس.

يتم تطوير اللقاحات واختبارها وتنظيمها بطريقة مماثلة للأدوية الأخرى. بشكل عام، يتم اختبار اللقاحات بشكل أكثر شمولاً من الأدوية غير اللقاحية، لأن عدد الأشخاص الذين يخضعون للتجارب السريرية للقاحات عادة ما يكون أكبر. بالإضافة إلى ذلك، تدرس مراكز السيطرة على الأمراض وإدارة الغذاء والدواء عن كثب مراقبة اللقاحات بعد الترخيص.

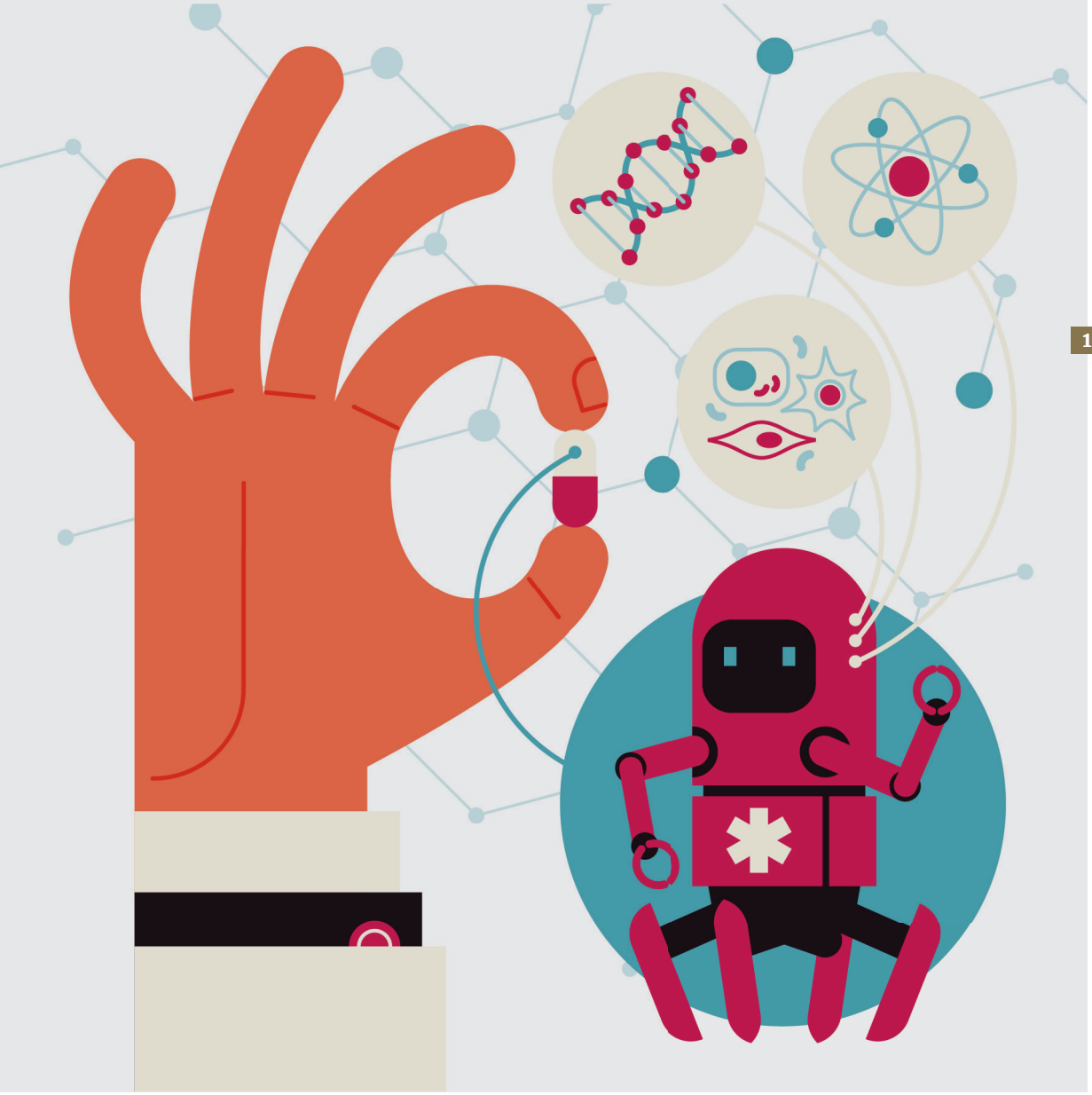
يساعد نظام الإبلاغ عن الأحداث الضارة للقاح على المراقبة المستمرة والبحث الاستباقي للبيانات المتعلقة باللقاح، ويمكن لأي شخص الإبلاغ عن ردود الفعل والمشكلات المشتبه بها للقاح.

النانو والطب
أحدث التقنيات المستخدمة في العلاج

ترجمة د. علي زيدان
طب وجراحة – مستشفى حمود الجامعي - لبنان

Three Ways Nanotechnology Is Changing the Healthcare Industry

Antoine Galand – Forbes Jul 20, 2022



يشير طب النانو إلى مجال العلم الذي يجمع بين تقنية النانو والأدوية أو جزيئات التشخيص لتحسين القدرة على استهداف خلايا أو أنسجة معينة. يتم إنتاج هذه المواد على مستوى النانو وهي آمنة لإدخالها في الجسم. تشمل تطبيقات تقنية النانو في الطب التصوير أو التشخيص أو توصيل الأدوية التي ستساعد المهنيين الطبيين في علاج الأمراض المختلفة.

كانت تقنية النانو في يوم من الأيام مادة خيال علمي، وقد أصبح اليوم مفهوم إنشاء أجهزة وآلات أصغر بعدة آلاف من المرات من عرض شعرة الإنسان حقيقة راسخة. أدى ظهور تقنية النانو إلى تحويل الصناعات التي تتراوح من الإلكترونيات الاستهلاكية إلى تصنيع المنسوجات ومستحضرات التجميل من خلال فتح مواد وعمليات جديدة على المستوى النانوي.

أحد أكثر التطبيقات الواعدة لقدرتنا المكتشفة حديثًا على معالجة الذرات والجزيئات الفردية هو في الرعاية الصحية، حيث تم تقييد قدرة الأطباء على علاج المرض بسبب الحلول "الكلية" غير الدقيقة نسبيًا. جسم الإنسان نظام معقد بشكل ملحوظ، حيث إن عمليات المقياس النانوي التي تحدث داخل الخلايا هي التي تحدد ما إذا كنا مرضى أم أصحاء. إذا أردنا في أي وقت علاج أمراض مثل السكري والسرطان ومرض الزهايمر، فنحن بحاجة إلى تقنيات تعمل على نطاقها. على الرغم من أن التقنيات النانوية الطبية جديدة نسبيًا، إلا أنها تؤثر بالفعل على طريقة تشخيص مجموعة واسعة من الأمراض وعلاجها والوقاية منها.

> تساعد تقنيات النانو في منع الجروح المعدية، من خلال الضمادات الذكية التي تحتوي على جزيئات نانوية من عوامل تخثر الدم، أو هرمونات، النمو، أو أجهزة الاستشعار التي يمكنها اكتشاف العدوى وإطلاق المضادات الحيوية.

تعمل الحبوب الذكية والروبوتات النانوية على تغيير التشخيص.

التشخيص الخاطئ مشكلة متعددة الأبعاد تقتل حوالي 40.000 إلى 80.000 شخص كل عام وتؤثر على شفاء ملايين آخرين. التحدي هو أن أي عارض معين قد يمثل وجود واحد من عشرات - إن لم يكن المئات - من الأمراض. العديد من الاختبارات التشخيصية باهظة الثمن وغير ملائمة وقد تؤدي إلى حدوث أخطاء، مما يثني العديد من المرضى عن البحث عنها، حتى لو كان لديهم إمكانية الوصول إليها. لننظر إلى مرض السكري، وهو مرض يصيب أكثر من 450 مليون شخص على مستوى العالم. تتطلب الطريقة الأساسية للإشراف على مرض السكري من المرضى استخدام جهاز مراقبة الجلوكوز بالإبرة عدة مرات في اليوم، وهو أمر مؤلم وغير مريح ويمكن أن يؤدي أيضًا إلى الإصابة بالعدوى.

تقنيات النانو قادرة على تحسين التشخيص الطبي بشكل كبير من خلال جعلها أقل تكلفة وملاءمة. وخير مثال على ذلك هو "الحبوب الذكية"، التي تمكن الأطباء والمرضى من مراقبة عدد مذهل من الأمراض. تعتمد الطريقة التي تعمل بها الحبوب الذكية على المرض الذي تهدف إلى علاجه أو تشخيصه. بشكل عام، تستخدم الحبوب الذكية مستشعرات نانوية مصممة لاكتشاف وجود المرض قبل فترة طويلة من ظهور الأعراض على المريض.

احتوت أول حبة ذكية، التي وافقت عليها إدارة الغذاء والدواء الأمريكية في عام 2001، على كاميرا مصغرة مصممة لمراقبة الأمعاء أو القولون للكشف عن نزيف كرون أو النزيف الداخلي أو الأورام الحميدة. يتم نقل البيانات التي تُجمع بواسطة الحبوب الذكية لاسلكيًا إلى جهاز يتحكم فيه المريض، وهو قادر على مراقبة صحته الداخلية باستمرار. مسار آخر واعد لتقنية النانو هو الروبوتات النانوية، التي تحتوي على محركات صغيرة تسمح لها بالانتقال إلى مناطق معينة من الجسم. يمكن تناول الروبوتات النانوية أو حقنها وتوصيل نفسها إلى موقع المرض، والتقاط الصور وإرسالها إلى الطبيب أو المريض.

أدى ظهور تقنية النانو إلى تحويل الصناعات التي تتراوح من الإلكترونيات الاستهلاكية إلى تصنيع المنسوجات ومستحضرات التجميل من خلال فتح مواد وعمليات جديدة على المستوى النانوي.

يمكن الاستفادة من تقنية النانو في علاج الأمراض بدقة فائقة.

في حين أن الروبوتات النانوية قد أظهرت نتائج واعدة كأداة تشخيصية، فإن تطبيقها الأساسي حتى الآن كان بمثابة عوامل توصيل الأدوية. على سبيل المثال، طور باحثون في جامعة ولاية أريزونا ما يسمى بـ "روبوت أوريغامي النانوي" الذي يتكون من صفيحة مسطحة من الحمض النووي الاصطناعي المغلفة بإنزيم تخثر الدم، ويمكن طيها إلى أشكال مختلفة. ثم تُحقن ورقة الحمض النووي النانوية في مجرى الدم، وتتم برمجتها للبحث عن الخلايا السرطانية، والتعلق بسطحها وحقنها بإنزيم تخثر الدم، الذي يمنع خلية الورم من الدم الذي تحتاجه للبقاء على قيد الحياة. يساعد هذا الروبوت النانوي في التغلب على واحدة من أصعب المشاكل في علاج السرطان، وهي كيفية تدمير الخلايا السرطانية دون الإضرار بالأنسجة السليمة المجاورة.

أثبتت تقنيات النانو أيضًا أنها مفيدة جدًا عندما يتعلق الأمر بإدارة الأمراض التي تتطلب التقيد الصارم بالأدوية الموصوفة. تشير الأبحاث إلى أن أكثر من 50 %من المرضى المصابين بأمراض مزمنة يفشلون في تناول أدويتهم على النحو الموصوف، ولكن يمكن مواجهة هذه المشكلة باستخدام تقنيات النانو المبرمجة لإطلاق الأدوية تلقائيًا.

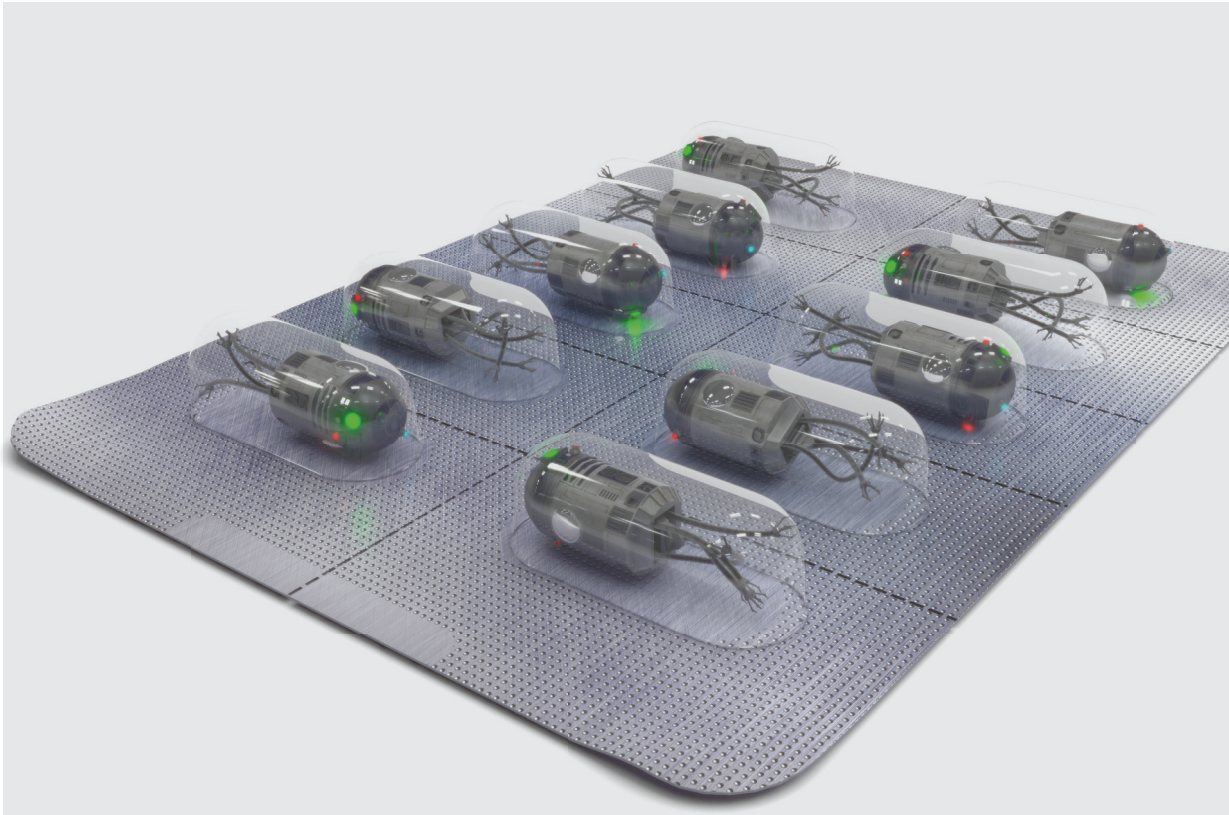
يمكن أن تساعد تقنية النانو في الوقاية من المرض.

واحدة من أكثر الطرق فعالية لتحسين نتائج المرضى هي منعهم من الإصابة بالمرض في المقام الأول. هنا أيضًا، تمتلك تقنيات النانو الكثير لتقدمه.

تعد الأمراض التي تنقلها المياه من أكثر أسباب المرض شيوعًا في العالم، وتنتشر في الدول النامية التي تفتقر إلى إمكانية الوصول إلى المياه النظيفة. إن القدرة على التحقق من وجود الملوثات الميكروبية في الماء بتكلفة رخيصة وفعالة مسارٌ قويٌ لتقليل المرض والوفاة في هذه المناطق. في الآونة الأخيرة، طور فريق من الباحثين في جامعة أريزونا تقنية تستخدم رقاقة ورقية مغلفة بجسيمات نانوية من بوليمر فلوري مشابه للستايروفوم. كان لكل جسيم أجسام مضادة ضد فيروس نوروفيروس، وهو أحد مسببات الأمراض الفيروسية الشائعة المطلية على السطح. عندما يتم إسقاط الماء الذي يحتوي على نوروفيروس على الرقاقة، تلتصق الفيروسات بالجزيئات التي تبدأ في التألق بطريقة يمكن اكتشافها من خلال مجهر. هذا يقلل بشكل كبير من تكلفة الكشف عن نوروفيروس في إمدادات المياه، الأمر الذي يتطلب عادة شحن عينة إلى المختبر والانتظار لأيام للحصول على نتيجة.

تعد الأجهزة القابلة للارتداء مجالًا واعدًا آخر للبحث في مجال تكنولوجيا النانو للوقاية من الأمراض. تساعد تقنيات النانو حتى في منع الجروح المعدية، من خلال الضمادات الذكية التي تحتوي على جزيئات نانوية من عوامل تخثر الدم، أو هرمونات، النمو، أو أجهزة

تشمل تطبيقات تقنية النانو في الطب التصوير أو التشخيص أو توصيل الأدوية التي ستساعد المهنيين الطبيين في علاج الأمراض المختلفة.



الاستشعار التي يمكنها اكتشاف العدوى وإطلاق المضادات الحيوية. في كثير من الحالات، تُصنع هذه الضمادات من مواد صديقة للبيئة تسمح بتركها على الجرح حتى تذوب.

العلم دائم التغير. تعتبر التطورات في مجال تقنية النانو مثيرة وواعدة على حد سواء. الشركات التي تستفيد من هذا العلم المتطور، خاصة تلك العاملة في المجال الطبي، ستخلق حلولًا يمكن الوصول إليها، مما يساعد على تغيير العالم. ابدأ بتعيين العلماء المناسبين وتوسيع شبكة المهندسين الخاصة بك. لن يؤدي التنوع في مكان العمل إلا إلى توسيع نطاق الإبداع والتقدم الذي يمكن للفريق إنشاؤه في المجال العلمي.

تقنيات النانو قادرة على تحسين التشخيص الطبي بشكل كبير من خلال جعلها أقل تكلفة وملاءمة. وخير مثال على ذلك هو "الحبوب الذكية".

لماذا يعتبر الذكاء الاصطناعي ضروريًا للتكنولوجيا الحيوية؟

ترجمة أ.شذى عابدين
كيمياء حيوية – مستشفى رفيق الحريري - لبنان

Why is Artificial Intelligence Crucial for Biotechnology?

Eugenia Kuzmenko -Readwrite Aug 18, 2022

> يُعد الذكاء الاصطناعي أحد أكثر التقنيات المفيدة التي تساعد في إدارة العمليات البيولوجية، وإنتاج الأدوية، وسلسلة التوريد، والتعامل مع البيانات داخل التكنولوجيا الحيوية.

تكمن التكنولوجيا الحيوية في وسط علم الأحياء، من خلال التقنيات الحديثة، حيث تُستخدم العمليات البيولوجية والكائنات والخلايا والجزيئات والأنظمة لإنشاء منتجات جديدة لصالح البشرية. بالإضافة إلى ذلك، تحتوي على أبحاث وتطوير معملي من خلال المعلوماتية الحيوية لاستكشاف واستخراج الكتلة الحيوية، من خلال الهندسة الكيميائية الحيوية لتطوير منتجات عالية القيمة. تعمل التكنولوجيا الحيوية في مجالات مختلفة كالزراعية، والطبية، والحيوانية، والصناعية، وغيرها.

يمكن أن تكون التكنولوجيا الحيوية البيضاء، المتعلقة بإنشاء منتجات تتطلب عمليات كيميائية من الكتلة الحيوية، أحد الحلول لأزمة الطاقة من خلال إنتاج الوقود الحيوي، الذي يمكن استخدامه للمركبات أو التدفئة.

تحتفظ كل منظمة تعمل في مجال التكنولوجيا الحيوية بمجموعات ضخمة من البيانات المخزنة في قواعد البيانات. يجب تصنيف هذه البيانات وتحليلها لتكون صالحة وقابلة للتطبيق. كما يجب دعم عمليات مثل تصنيع الأدوية والتحليل الكيميائي ودراسات الإنزيمات والعمليات البيولوجية الأخرى بأدوات صلبة محوسبة للحصول على أداء ودقة عاليين، بالإضافة إلى المساعدة في تقليل الأخطاء اليدوية.

يُعد الذكاء الاصطناعي أحد أكثر التقنيات المفيدة التي تساعد في إدارة العمليات البيولوجية، وإنتاج الأدوية، وسلسلة التوريد، والتعامل مع البيانات داخل التكنولوجيا الحيوية. يتفاعل الذكاء الاصطناعي مع البيانات الواردة من خلال المؤلفات العلمية وتجارب البيانات السريرية. ويدير مجموعة بيانات التجارب السريرية غير القابلة للقياس، ويتيح الفحص الافتراضي، وتحليل الحجم الكبير من البيانات. ونتيجة لذلك، فإنه يقلل من تكاليف التجارب السريرية، ويؤدي إلى اكتشافات ورؤى لأي مجال تعمل فيه التكنولوجيا الحيوية.

إن البيانات الأكثر قابلية للتنبؤ تُسهّل بناء عمليات العمل، وتعزز سرعة الأداء، ودقة الإجراءات، وتجعل صنع القرار أكثر كفاءة. 79% يدّعون أن تقنية الذكاء الاصطناعي تؤثر على سير العمل وتصبح حاسمة للإنتاجية.

أصبحت كل هذه النتائج حلولًا أكثر فعالية من حيث التكلفة. نمت الإيرادات المقدرة المكتسبة بمساعدة الذكاء الاصطناعي بمقدار 1.2 تريليون دولار في السنوات الثلاث الماضية.

مزايا استخدام الذكاء الاصطناعي في التكنولوجيا الحيوية.

ينطبق الذكاء الاصطناعي في مجالات مختلفة، ولكن الأهم هو استخدامه في الرعاية الطبية. على الرغم من أن قدرة هذه التكنولوجيا، مثل تصنيف البيانات وإجراء التحليلات التنبؤية، مفيدة لأي مجال علمي.

•إدارة وتحليل البيانات

تتوسع البيانات العلمية باستمرار، ويجب ترتيبها بطريقة هادفة. هذه العملية معقدة، وتستغرق وقتًا طويلاً. يجب على العلماء القيام بمهام متكررة وثقيلة، وبدقة عالية.

تُعد البيانات التي يعملون عليها جزءًا كبيرًا من عملية البحث، مما يؤدي إلى ارتفاع التكلفة وفقدان الطاقة في حالة الفشل. علاوة على ذلك، لا تؤدي أنواع كثيرة

> تساعد المنصات مفتوحة المصدر المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تقليل المهام المتكررة واليدوية والمستهلكة للوقت الذي يتعين على عُمّال المختبرات القيام بها، مما يمكنهم من التركيز على العمليات المدفوعة بالابتكار.

الميزة الأكثر أهمية للذكاء الاصطناعي هي قدرته على تحليل البيانات وتنظيمها في أشكال، وتحقيق نتائج يمكن التنبؤ بها.

من البحث إلى حلول عملية، حيث تفشل في ترجمتها إلى لغة بشرية. تساعد برامج الذكاء الاصطناعي في تشغيل آلي لصيانة البيانات وتحليلها. تساعد المنصات مفتوحة المصدر المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تقليل المهام المتكررة واليدوية والمستهلكة للوقت الذي يتعين على عُمّال المختبرات القيام بها، مما يمكنهم من التركيز على العمليات المدفوعة بالابتكار.

يتم فحص التعديل الجيني والتركيبات الكيميائية والفحوصات الدوائية وغيرها من المهام المعلوماتية الحرجة بدقة، للحصول على نتائج أقصر وأكثر موثوقية.

إن الصيانة الفعّالة للبيانات أمر بالغ الأهمية لكل قطاع علمي. ومع ذلك، فإن الميزة الأكثر أهمية للذكاء الاصطناعي هي قدرته على تنظيم البيانات في أشكال، وتحقيق نتائج يمكن التنبؤ بها.

•قيادة الابتكارات في المجال الطبي

على مدى السنوات العشر الماضية، تواجهنا الحاجة الملحة للابتكارات في تصنيع ونشر الأدوية، والمواد الكيميائية الصناعية، والمواد الكيميائية الغذائية، وغيرها من المواد الخام المرتبطة بالكيمياء الحيوية.

يُعد الذكاء الاصطناعي في التكنولوجيا الحيوية أمرًا ضروريًا، لتعزيز الابتكار طوال دورة حياة الدواء أو المركب الكيميائي وفي المختبرات، حيث يساعد في العثور على التركيبة الصحيحة من المواد الكيميائية، من خلال التبادل الحاسوبي ومجموعات المركبات المختلفة دون الاختبارات المعملية اليدوية. بالإضافة إلى ذلك، تجعل الحوسبة السحابية توزيع المواد الخام المستخدمة في التكنولوجيا الحيوية أكثر كفاءة.

تؤدي البروتينات وظائف مختلفة في الكائن البشري، من بناء الأنسجة إلى قهر الأمراض، ويحدد هيكلها الجزيئي، الذي يمكن أن يكون له آلاف التكرارات، غرضها. في عام 2021، طوّر مختبر الأبحاث DeepMind خريطة البروتين البشري الأكثر شمولاً باستخدام الذكاء الاصطناعي؛ لمعرفة كيف تساعد طيات البروتين على فهم وظيفتها، حتى يتمكن العلماء من اكتشاف العديد من العمليات البيولوجية، مثل كيفية عمل جسم الإنسان أو إنشاء علاجات وأدوية جديدة.

•الوصول إلى البيانات حول الاكتشافات للعلماء في جميع أنحاء العالم.

تساعد أدوات الذكاء الاصطناعي في فك تشفير البيانات للكشف عن آليات أمراض معينة في مناطق مختلفة وتساعد في جعل النماذج التحليلية دقيقة لجغرافيتها. قبل استخدام الذكاء الاصطناعي، تم إجراء تجارب تستغرق وقتًا طويلاً ومكلفة لتحديد بنية البروتينات. والآن، يتوفر حوالي 180.000 بنية بروتينية صنعها البرنامج من خلال بنك بيانات البروتين مجانًا ليستخدمها العلماء.

يساعد التعلم الآلي في جعل تشخيص الخطوط أكثر دقة، باستخدام النتائج الفعلية لتحسين الاختبارات التشخيصية. وكلما تم إجراء المزيد من الاختبارات، يتم الحصول على نتائج أكثر دقة.

•يُعد الذكاء الاصطناعي أداة رائعة لتحسين السجلات الصحية الإلكترونية باستخدام الأدوية المسندة بالأدلة وأنظمة دعم القرار السريري.

يستخدم الذكاء الاصطناعي أيضًا بشكل متكرر في التلاعب الجيني، والأشعة، والطب الشخصي، وإدارة الأدوية، وغيرها من المجالات. على سبيل المثال، وفقًا للدراسة الحالية، حسّن الذكاء الاصطناعي من دقة وكفاءة فحص سرطان الثدي مقارنة بأخصائي أشعة الثدي القياسي. بالإضافة إلى بحث آخر يدّعي أن سرطان الرئة يمكن اكتشافه بشكل أسرع عن طريق الشبكات العصبية مقارنة بأخصائيي الأشعة المدربين. تطبيق آخر للذكاء الاصطناعي هو اكتشاف الأمراض بشكل أكثر دقة من خلال الأشعة السينية والتصوير بالرنين المغناطيسي والتصوير المقطعي من خلال برنامج يحركه الذكاء الاصطناعي.

•يقلل من وقت البحث

انتشرت الأمراض الجديدة بسرعة عبر البلدان بسبب العولمة. لقد شهدناها مع كوفيد 19-؛ نتيجة لذلك، يتعين على التكنولوجيا الحيوية تسريع إنتاج الأدوية واللقاحات اللازمة لمواجهة مثل هذه الأمراض.

يحافظ الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي على عملية اكتشاف المركبات المناسبة، والمساعدة في تركيبها في المختبرات، والمساعدة في تحليل البيانات من أجل الفعالية، وتزويدها بالسوق. يقلل استخدام الذكاء الاصطناعي في التكنولوجيا الحيوية من الوقت في أداء العمليات من 5-10 سنوات إلى 2-3 سنوات.

•زيادة إنتاج الحصاد

تُعد التكنولوجيا الحيوية أمرًا بالغ الأهمية في الهندسة الوراثية للنباتات لتوليد محاصيل أكثر ثراءً. يتزايد دور التقنيات القائمة على الذكاء الاصطناعي في دراسة خصائص المحاصيل ومقارنة الصفات وتوقع مخرجات واقعية. تستخدم التكنولوجيا الحيوية الزراعية أيضًا الروبوتات، وهي فرع من فروع الذكاء الاصطناعي، للتصنيع والتجميع والمهام الأخرى.

من خلال الجمع بين هذه البيانات مثل تنبؤات الطقس، وخصائص الزراعة، وإمكانية الوصول إلى البذور، والسماد العضوي، والمواد الكيميائية، يساعد الذكاء الاصطناعي في التخطيط للأنماط المستقبلية في تداول المواد.

•الذكاء الاصطناعي في التكنولوجيا الحيوية الصناعية

يُستخدم إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي على نطاق واسع في إنتاج المركبات والوقود والألياف والمواد الكيميائية. يحلل الذكاء الاصطناعي البيانات التي جمعها إنترنت الأشياء لتحويلها إلى بيانات قيّمة، لتحسين عملية الإنتاج وجودة المنتج من خلال التنبؤ بالنتائج.

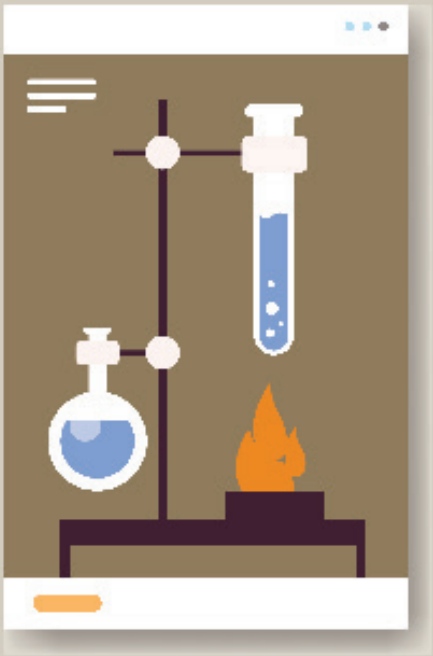
تأتي عمليات المحاكاة الحاسوبية والذكاء الاصطناعي بالتصميم الجزيئي المتوقع. يتم إنتاج سلالات من خلال الروبوتات والتعلم الآلي لاختبار دقة تطوير الجزيء المطلوب.

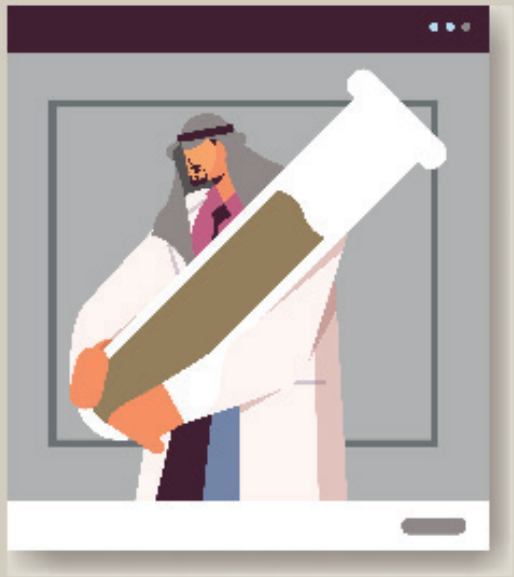
على الرغم من أن هذه مجرد بداية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في التكنولوجيا الحيوية، إلا أنه يمكن بالفعل تقديم العديد من التحسينات في مجالات مختلفة. علاوة على ذلك، فإن التطوير المتزايد للبرنامج الذي تم تمكينه بواسطة الذكاء الاصطناعي في التكنولوجيا الحيوية، يوضح إمكانية استخدامه في العديد من العمليات والتكتيكات للحصول على ميزة تنافسية.

إن الذكاء الاصطناعي لا يمكن أن يقود الابتكارات فحسب، بل يُعد أيضًا أداة قيّمة لتقليل التكاليف من خلال إجراء اختبارات أكثر دقة، والتنبؤ بالنتائج دون الأداء الفعلي للتجارب في المختبر. بالإضافة إلى العثور على الضروريات المستقبلية للبشرية في الرعاية الصحية والزراعة، وتوقع الخسائر المحتملة، ووضع توقعات للشركات حيث يجب أن تستهدف مواردها من أجل إنتاج وإمداد أكثر فعالية.

فوائد الذكاء الاصطناعي للتكنولوجيا الحيوية

- زيادة إنتاج الحصاد
- إدارة وتحليل البيانات
- يقلل من وقت البحث
- قيادة الابتكارات في المجال الطبي
- تحسين السجلات الصحية الإلكترونية
- الذكاء الاصطناعي في التكنولوجيا الحيوية الصناعية
- الوصول إلى البيانات حول الاكتشافات للعلماء في جميع أنحاء العالم





نوافذ

- الأبعاد الستة لجودة الرعاية الصحية
- صندوق أبقراط الأسود
- تفاعل الجنين مع الأصوات أثناء الحمل
- الاستخدامات العلاجية للنباتات الطبية

الأبعاد الستة
لجودة الرعاية الصحية

د. أشرف أبو عاقوله
إدارة الجودة والأنظمة الصحية - جامعة الملك سعود بن عبدالعزيز للعلوم الصحية - السعودية

> يتعلق التوقيت المناسب بمدى سرعة تلقي المرضى للرعاية الصحية التي يحتاجون إليها، مما يسهم في عدم تأخير الاجراءات الصحية المناسبة لهم.

تتعلق الرعاية الصحية بكيفية تنظيم الخدمات الصحية وتقديمها، لدعم الناس في الحفاظ على صحتهم أو تحسينها. وتشمل أبعاد الرعاية الصحية السلامة، وحسن التوقيت، وإمكانية الوصول للخدمة، والفعالية، والرعاية المناسبة، والتركز على المريض، والكفاءة، والعدالة. ولضمان تقديم أفضل رعاية صحية، نحتاج إلى تضمين هذه الأبعاد في ممارستنا اليومية، مما يضمن لنا نظام رعاية صحية موثوق. وتتحقق الموثوقية عندما يتم توفير الرعاية المناسبة الآمنة من قبل الأشخاص المناسبين للمريض المناسب في المكان المناسب في الوقت المناسب في كل مرة. ولتطبيق أبعاد الجودة نحتاج إلى تعزيز الشراكة بين القطاعين العام والخاص، وتشجيع العمل الجماعي، واتباع الطرق السليمة التي تعمل بشكل فعَّال، والتعلم من الأنظمة المختلفة التي أثبتت فعاليتها لتحسين صحة أفراد المجتمع. يعتبر العاملون بالقطاع الصحي عنصرًا أساسيًا لإنجاح تطبيق أبعاد ومبادئ الجودة، لذلك نحن بحاجة لدعم فرق الرعاية الصحية وشكرهم على إنجاز مهامهم بنجاح، وذلك من أجل رفع المعنويات والمحافظة على النجاح. تهتم وحدات الجودة في القطاع الصحي في تطبيق مبادئ وأبعاد الجودة، حيث تساعد العاملين بالقطاع الصحي على فهم كيفية تطبيق هذه المبادئ والأبعاد في مكان العمل بشكل أفضل، مما يسهم في التعرف على الفرص المتاحة لتحسين الرعاية، والخدمات التي تُقدّم للمرضى.

أولا: سلامة المرضى من الأخطاء والمشاكل داخل المؤسسات الصحية

تتعلق السلامة في الرعاية الصحية بالحد من مخاطر وتأثير الحوادث التي يمكن أن تضر بالمرضى، فقد تؤدي إلى إصابات أو خسارة في الأرواح. يمكن أن يكون الخطأ الدوائي أحد الأمثلة على حادثة تتعلق بالسلامة مثل تناول دواء خاطئ أو إعطاء جرعة خاطئة. وليس بالضرورة أن تكون حوادث السلامة إكلينيكية، من الممكن أن تكون أخطاء أخرى، مثل سقوط المريض عن السرير، أو خطأ في إدخال معلومات عن المريض في جهاز كمبيوتر، أو إعطاء وجبة خاطئة مما قد يؤدي إلى حدوث رد فعل تحسسي. غالبًا ما يكون تصميم نظام الرعاية الصحية هو ما أدى إلى الحادث وليس الخطأ البشري، لذلك يجب أن يعزز النظام إجراءات وطرق منح المرضى رعاية آمنة وفعّالة.

ثانيًا: حسن التوقيت وإمكانية الوصول للخدمات الصحية

يتعلق التوقيت المناسب بمدى سرعة تلقي المرضى للرعاية الصحية التي يحتاجون إليها. يهدف النظام الصحي إلى ضمان زوال العوائق التي تحول دون حصول المرضى على الرعاية في الوقت المناسب، ويتضمن ذلك تقليل وقت الانتظار للحصول على الرعاية الصحية، مما يسهم في عدم تأخير تقديم الاجراءات الصحية المناسبة لهم. لذلك يجب علينا الإجابة على التساؤلات مثل هل نحن بحاجة لتقليل وقت الانتظار لإجراء عملية جراحية؟ أو هل هنالك وقت انتظار طويل في قسم الطوارئ؟ هل هنالك تأخير في إجراءات إدخال المرضى أو إخراجهم من المستشفى؟ هل هناك أي تأخير في توفر الأسرة أو تنظيف الغرف أو استكمال الصيانة؟ هل طاقم التمريض يجيب على أجراس المرضى على الفور؟ لا ينبغي أن يكون هناك تأخير في كل هذه الإجراءات.

تتعلق الرعاية الصحية التي يمكن الوصول إليها بتلبية احتياجات المرضى أينما كانوا. ويشمل ذلك الحد من المشاكل الجغرافية، أو المالية، أو الطبية، أو الاجتماعية التي تمنع المريض من الحصول على الرعاية المناسبة في الوقت المناسب. يجب أن يكون النظام الصحي موثوقًا به لضمان حصول المرضى الذين يعيشون في المناطق النائية أو الريفية على الرعاية التي يحتاجون إليها في الوقت المناسب.

www.alfaisalsci.com

يجب أن يكون النظام الصحي موثوقًا به لضمان حصول المرضى الذين يعيشون في المناطق النائية أو الريفية على الرعاية التي يحتاجون إليها في الوقت المناسب.

ثالثًا: الفعالية والرعاية المناسبة

تقديم الرعاية الصحية الفعَّالة يعتمد على الخدمات والإجراءات العلاجية المبنية على المعرفة العلمية، والممارسة القائمة على الأدلة. يحتاج النظام الصحي إلى التأكد من الإجراءات والممارسات التي تعمل بشكل جيد، وذلك من أجل تزويد المرضى بالخدمات والعلاج المناسبين والقائمين على الأدلة والبراهين. تهتم الرعاية الفعَّالة المناسبة بعدم تقديم الاختبارات أو الأدوية أو العلاجات أو الخدمات لمن لا يُحتَمل أن يستفيد منها. نحتاج دائمًا إلى التساؤل عن أنسب الأدوية أو الاختبارات للمرضى. تتضمن الفعالية أيضًا التعاملات اليومية مثل فعالية عمليات تغييرات الورديات (الشفتات) بين العاملين الصحيين أو فعالية التواصل بين أعضاء الفريق الصحي مع المرضى. تتعلق الرعاية المناسبة أيضًا بعدم الافراط في الإجراءات والعلاج أو النقص في عمل الإجراءات الضرورية للمرضى. ومن أمثلة الافراط في الإجراءات أو العلاج الافراط في عمل فحوصات مخبرية غير ضرورية، ونقل الدم إلى المريض دون داعٍ. أما النقص في عمل الإجراءات الضرورية للمرضى فمثل عدم التأكد من أن الشخص المتبرع بالدم غير مصاب بمرض معدٍ.

رابعًا: التركيز على المريض

يجب أن تتمحور خدمات الرعاية الصحية حول المريض، بحيث تقدم خدمات تحترم وتلبي احتياجات وقيم المريض. يجب أن يراعي الروتين اليومي في مؤسسات الرعاية الصحية احتياجات المرضى. كما يجب أن يدعم النظام الصحي توقعات المرضى في الحصول على رعاية مريحة وفي الوقت المناسب وموثوق بها وآمنة. يعتبر المريض جزءًا أساسيًا من فريق الرعاية الصحية، ومن خلال اتباعه والتزامه للسلوك الصحي يساعد في تحسين وضعه الصحي. يجب على النظام الصحي أن يسمح للمرضى بالمشاركة في اتخاذ القرارات التي تتعلق بصحتهم لأن ذلك يسهم في التزام المريض في تطبيق الخطة العلاجية.

خامسًا: الكفاءة في الاستفادة من الخدمات الصحية

تتعلق كفاءة الرعاية الصحية في الحصول على أقصى استفادة من الموارد المتاحة لتقديم أفضل رعاية ممكنة. نحن بحاجة إلى التأكد من أن طرق الرعاية لدينا مناسبة سريريًا، وأن تكون مشترياتنا فعّالة من حيث التكلفة وتجنب الهدر. يحتاج العاملون في الرعاية الصحية إلى التفكير في الأشياء التي يمكن القيام بها بطريقة مختلفة، حتى نتمكن من تقديم رعاية صحية ذات قيمة أفضل، والتركيز على التحسن المستمر في تقديم الخدمات الصحية. على سبيل المثال يحتاج مقدمي الخدمات الصحية إلى التفكير جيدًا لاتخاذ القرار الصحيح، في حالة هل يحتاج المريض إلى التنويم في المستشفى أم لا؟ هل يحتاج المريض لعملية جراحية أم لا؟

سادسًا: العدالة في تقديم الخدمات الصحية

تتعلق الرعاية الصحية العادلة بتقديم رعاية عالية الجودة، بغض النظر عن الخصائص الشخصية للمريض مثل: العمر، والجنس، والموقع الجغرافي، والعرق، والدين، والحالة الاجتماعية، والحالة الاقتصادية أو الحالة الصحية، وذلك من أجل وصول الجميع بشكل عادل إلى خدمات الرعاية الصحية. يجب أن تكون الرعاية الصحية عادلة في جميع مستوياتها وأماكن تقديمها.

يحتاج النظام الصحي إلى التأكد من الإجراءات والممارسات التي تعمل بشكل جيد، وذلك من أجل تزويد المرضى بالخدمات والعلاج المناسبين والقائمين على الأدلة والبراهين.

إن أبعاد الجودة في القطاع الصحي ليست مجرد تعريف للرعاية الصحية الجيدة. إنها تساعدنا في إيجاد طرق لتحسين جودة الخدمة، وتعزيز السلامة في نظام الرعاية الصحية. يحتاج العاملون في الرعاية الصحية إلى المشاركة في تحسين جودة الخدمات لتقليل معدل الأمراض، والوفيات، وتحسين جودة حياة أفراد المجتمع.

يحتاج العاملون في الرعاية الصحية إلى التفكير في الأشياء التي يمكن القيام بها بطريقة مختلفة، حتى نتمكن من تقديم رعاية صحية ذات قيمة أفضل، والتركيز على التحسن المستمر في تقديم الخدمات الصحية.

صندوق
أبقراط الأسود

د. نورس دياب
جراحة قلب - مستشفى فرايبورغ الجامعي - ألمانيا

في نهاية السبعينيات توصلت وكالة الفضاء الأمريكية ناسا NASA إلى اكتشاف مذهل، إذ تبين أن الخطأ البشري سبب رئيس في حوادث الطيران الكارثية، واليوم وبعد مرور حوالي 50 عامًا على هذا الاكتشاف وتحليله وتحسين مواضع الخلل فيه، أصبح الطيران من أكثر الوسائل الآمنة للرحلات الطويلة التي عرفها العالم حتى اليوم، فاستنادًا لما جاء في تقرير أداء سلامة الطيران الصادر عن الاتحاد الدولي للنقل الجوي لعام 2021، فإن خطر الوفاة الإجمالي البالغ 0.23% يشير إلى أن الشخص يحتاج وسطيًا للقيام برحلة جوية كل يوم ولمدة 10,078 سنة ليتعرض لحادثة تسبب حالة وفاة واحدة على الأقل(1). لكن الأمر ليس مشابهًا لحقل الأخطاء الطبية، فعلى الرغم من التطور التقني الهائل الذي حدث في المجال الطبي مؤخرًا، إلا أن الأخطاء الطبية لاتزال تودي بحياة الكثير من المرضى، ولا تزال آليات تجنب الأخطاء وتفاديها غير فعّالة كما في حالة الطيران.

البدايات

على الرغم من احتواء قسم أبقراط الطبي في نسخته الأصلية باللغة اليونانية على رموز تشير إلى ضرورة عدم الإضرار بالمرضى سواء بالنصيحة الغذائية أو الطبية، إلا أن الأخطاء الطبية قديمة قدم الطب نفسه، وفي أقدم إشارة تعود للعام 1860. كتب الطبيب والشاعر الأمريكي المشهور أوليفر ويندل هولمز (Oliver Wendell Holmes):"كثيرًا ما نسمع تصريحًا أن الضرر الناجم عن الأدوية أكثر من نفعها، إنني أعتقد اعتقادًا راسخًا أنه إذا كان بالإمكان إغراق كل المادة الطبية المستخدمة الآن في قاع البحر، فإن ذلك سيكون أفضل للبشرية وأسوأ للأسماك".

أحدث الدراسات تؤكد من جانبها على أن الأخطاء الطبية مسؤولة حاليًا عن وفاة 251 ألف شخص سنويًا في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها وفقًا لدراسة نُشرت عام 2017. أي أن الوفيّات الناجمة عن هذه الأخطاء تمثل 9.5% من حجم الوفيّات كلها، ما يجعل الأخطاء الطبية السبب الثالث للوفاة بعد أمراض القلب الوعائية والسرطان.

وعلى الرغم من فداحة المشكلة وتفعيل أنظمة الإبلاغ عن الأخطاء في العديد من مشافي الولايات الأمريكية إلا أن نسبة الأخطاء الطبية التي تم الإبلاغ عنها لا تتجاوز 5-10%، وفي 15% من الحالات المُبلغ عنها اتُخذت إجراءات فعليّة لتجنب تكرار الخطأ ذاته مستقبلاً. وزيادةً على ذلك، فإن هذه الإحصائيات لا تتضمن الوفيّات الناجمة عن أخطاء التمريض المنزلي، ومرضى العيادات الخارجية، وأخطاء الصيادلة والعيادات الخاصة، ناهيك عن أن هذه الإحصائيات المذكورة أعلاه لا تتناول سوى الوفيات، فالحالات التي انتهى فيها الخطأ الطبي باختلاطات غير قاتلة لكنها مسببة لعجز، أو ضرر صحي، أو سوء وظيفة تُقدَّر بعشر أضعاف عدد الوفيّات الناجمة عن الأخطاء وفق تقدير الخبراء.

فهم آلية الخطأ وتحليله (نموذج الجبن السويسرية)

في عام 1990 وضع عالم النفس البريطاني البروفيسور جيمس ريزن (James Reason) نموذج الجبن السويسري (Swiss Cheese Model) (صورة 1) كنموذج مرجعي لتفسير آليات حدوث الأخطاء وطرق الاستقصاء والوقاية للعديد من النُظم الإنتاجية، واعتُمد هذا النظام في العديد من القطاعات الإنتاجية، كالطيران، والبحرية، والدفاع، والمفاعلات النووية، والطرق، والسكك الحديدية، بينما اعتمده القطاع الطبي متأخرًا.

في هذا النموذج يشبّه ريزن الأنظمة البشرية بكتلة الجبن السويسري المثقب، إذ يتألّف أي نظام بشري من عدة مستويات يمثل كل منها خطًا دفاعيًا ضد أي خطأ أو خلل، وتشابه هذه المستويات -على حد وصف ريزن- شرائح الجبن إذا ما قمنا بتقطيع الكتلة إلى شرائح، وكما أن هناك ثقوب مختلفة الأحجام في كل شريحة، فكذلك تتخلل مستويات الأنظمة البشريّة ثغرات يمكن للأخطاء أن تمر من خلالها، فالخطأ أمر وارد، وكبشر نستطيع التعامل مع الأخطاء الصغيرة والمحدودة كجزء من روتين الحياة. لكن قد يتحول هذا الخطأ لكارثة حقيقية إذا تمكن الخطأ من العبور عبر

إن الوفيّات الناجمة عن الأخطاء الطبية تمثل 9.5% من حجم الوفيّات كلها، ما يجعلها السبب الثالث للوفاة بعد أمراض القلب الوعائية والسرطان.

عدة مستويات في النظام، أي كما لو أن ثقوب شرائح الجبن وُضعت على خط واحد وسمحت للخطأ بالمرور عبر كل قطعة جبن لينتج عن ذلك كارثة بالمعنى الحقيقي.

بيئة الخطأ الطبي وأسبابه

ليس من الإنصاف طرح نتائج السلامة والأمن بين قطاعي الطب والطيران دون ذكر ولو جزء بسيط من الأسباب التي تقف وراء حجم المشكلة في المؤسسات الصحية، إذ تلعب عدة عوامل دورًا مهمًا في تعزيز إمكانية حدوث خطأ طبي، كضغط العمل العالي، ونقص القوى العاملة، وضيق الوقت مع طيلة فترة الورديات الليلية دون استراحات، إضافةً إلى ذلك تسهم عوامل الشدة، والقلق، وتعقيد الإجراءات، والمسؤولية التراكمية عن عدة أشياء بنفس الوقت بما فيها حياة المرضى. بالإضافة إلى ذلك يلعب كل من الخجل من الاعتراف بالخطأ والخوف من اللوم دورًا كبيرًا في عدم الإبلاغ عن الخطأ، تجنبًا للمسؤولية أو الحرج أمام الزملاء.

ونتيجة لنقص عدد الأطباء يضطر العديد منهم إلى العمل لساعات طويلة أو أيام متواصلة لتغطية النقص الموجود، وعلى الرغم من أن قوانين العمل تحدد ساعات العمل اليومية والأسبوعية للأطباء، بيد أنه كثيرًا ما يتم تجاوز هذه التشريعات والتغاضي عنها حتى في أكثر الدول تقدمًا. ولا يؤدي العمل المنهك المتواصل إلى حدوث أخطاء طبية فحسب، بل كثيرًا ما يؤدي إلى حدوث اضطرابات جسمية، ونفسية عند الطبيب نفسه، وفي بعض الأحيان يقوده الإرهاق إلى الوفاة أثناء العمل، فعلى سبيل المثال لا الحصر، توفيت الطبيبة الصينية الأخصائية في الأمراض التنفسية (Zaho Bianxiang) بعد 18 ساعة من العمل المتواصل المجهد في ديسمبر عام 2018، الأمر ذاته حصل لطبيبة التخدير البولندية بعد 4 أيام من العمل المتواصل.

ثمة أمر آخر مهم أيضًا وهو تعقيد الإجراءات الطبية، الأمر الذي يجعل من الحقل الطبي حقلاً واسعًا لحدوث الأخطاء بشكل أكبر مما هو عليه في قطاع الطيران.

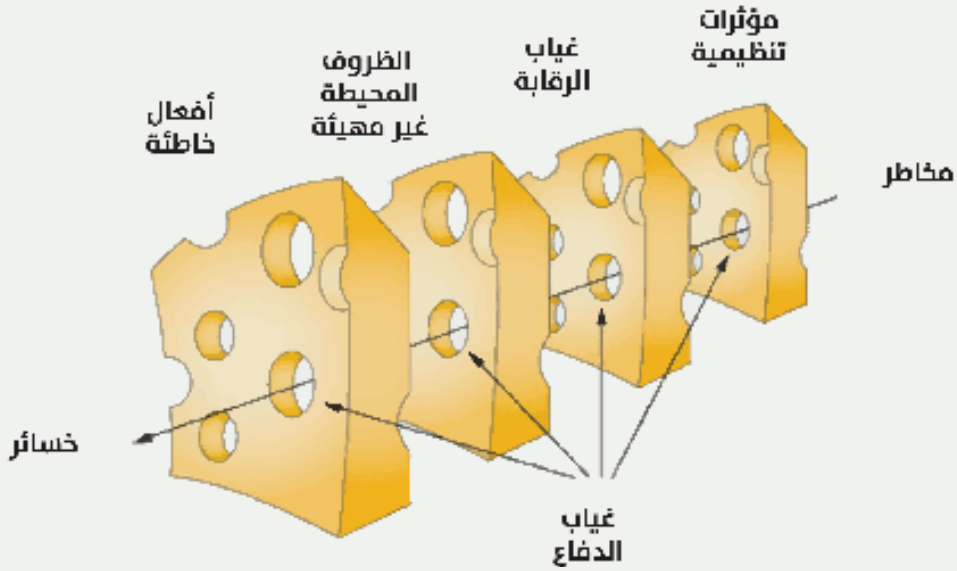
استقصاءات الحوادث الطبية

في العقدين الماضيين ازدادت الحاجة لجمع المعلومات التي يمكن استخدامها في تحسين أنظمة المؤسسات الصحية والتقليل من الأخطاء فيها، و طُوِّرت العديد من الاستراتيجيات والأدوات لتقليل الأخطاء، وقد أطلقتها المنظمات المعنية بالأمن الصحي، ويمكن تلخيص الحلول المطروحة حتى اليوم على النحو التالي:

1.قائمة التحقق من السلامة في العمليات الجراحية

في عام 2008 أطلقت منظمة الصحة العالمية في إطار برنامج سلامة المرضى مبادرة لتقليل حجم الوفيات والاختلاطات الطبية أثناء العمليات الجراحية، واستعانت لهذا الغرض بمهندسي السلامة في شركة بوينغ الرائدة في مجال السلامة الجوية، قام المهندسون بالتعاون مع جرَّاحي مشفى (Johns Hopkins) بتصميم قائمة التحقق من السلامة في العمليات الجراحية، والتي تشابه تلك التي يستخدمها الطيَّار في تدقيق أمور السلامة قبل الإقلاع، تم تجريب القائمة التي تتألف من 19 بندًا بشكل طوعي على 8 مستشفيات حول العالم من بينها مستشفيات في العاصمة الأردنية عمّان، وتبين أن هذا الإجراء أسهم في خفض معدل

نستطيع التعامل مع الأخطاء الصغيرة والمحدودة كجزء من روتين الحياة، لكن قد يتحول هذا لكارثة حقيقية إذا تمكن الخطأ من العبور عبر عدة مستويات في النظام.



صورة 1: نموذج الجبن السويسري لتفسير آلية حدوث الأخطاء في النُظم الإنتاجية.

الاختلاطات الطبية بـنسبة 35%، وتخفيض معدل الوفيات الناجمة عن الخطأ الطبي بمقدار 47%، عُمِّمت التجربة بعدها على أغلب مستشفيات العالم، إلا أن الإجراء لا يزال حتى اليوم اختياريًا وليس مفروضًا ضمن الحقل الجراحي.

2.أنظمة التبليغ عن الخطأ

منذ عام 1947 بدأ قطاع الطيران بتحليل أخطاء الطيارين، وجمع المعلومات عند كل خطأ، والخروج بتوصيات لتجنب تكرار الخطأ، وعلى الرغم من فعالية هذه التقنية إلا أنها لم تجد طريقها للقطاع الصحي إلا متأخرًا عام 1995، حيث طُور نظام التبليغ عن الأخطاء الطبية في قسم التخدير والعناية المشددة في المستشفى الجامعي لمدينة بازل في سويسرا عام 1996، ومنذ ذلك الوقت عُمِّم استخدام هذا النظام في عموم سويسرا، ثم في عموم أوروبا الغربية تقريبًا، ورُبط النظام بشبكة لتبادل الاستفادة من الأخطاء، وعلى الرغم من فعالية هذه الأنظمة في تحليل الخطأ وفهمه وتجنبه، إلا أن أغلب الدراسات الطبية حولها تؤكد على أهمية هذه الأنظمة كأداة فعّالة فقط إذا ما تم التعامل معها بجدية، الأمر الذي تفتقده أغلب المؤسسات الطبية.

3.اللقاءات الدورية حول وفيات الأمراض

وهي لقاءات داخلية دورية تجرى في بعض المؤسسات الصحّية أكثر من مرة في الشهر، وتناقش حالات الوفيات التي حدثت خلال الأشهر الماضية في محاولة لاكتشاف الخطأ إن كان قابلاً للكشف وتجنبه مستقبلاً. وعلى الرغم من جمالية الفكرة من الناحية النظرية، إلا أن فعاليتها على أرض الواقع ضئيلة إذ لا تُعطى هذه اللقاءات الوقت الكافي للنقاش والتحليل واستقصاء مواطن الأخطاء، إضافةً إلى إسناد تحضير هذه اللقاءات أحيانًا إلى الأطباء المبتدئين تحت التدريب وليس لذوي الخبرة، وبجميع الأحوال لا يملك هؤلاء ولا أولئك الوقت الكافي للبحث والاستقصاء والاستنتاج، إذ إنهم ليسوا هيئة بحث مستقلة لا عمل لها سوى ذلك كما في الطيران، بل يتولون هذه المهمة إلى جانب الكثير من المهام الطبية اليومية.

لتجنب الأخطاء الطبية لابد من تحسين ظروف العمل، وتقنين عدد ساعات العمل للأطباء، وزيادة الكادر الطبي والتمريضي في سبيل إغلاق ثغرات الأخطاء.

لا تزال هوة الأمن والسلامة بين قطاعي الطب والطيران كبيرة، وبينما تتعالى الأصوات المطالبة بضرورة الاستفادة من تجربة قطاع الطيران وتطوير برامج كشف الأخطاء وتحليلها وتطوير بروتوكولات خاصة لذلك. كما ينادي البعض الآخر لتحسين ظروف العمل، وتقنين عدد ساعات العمل للأطباء، وزيادة الكادر الطبي والتمريضي في سبيل إغلاق ثغرات الأخطاء البشرية أو تحجيمها.

في حين يقر البروفيسور مارتن ماكاري (Martin Makary) صاحب الدراسة المذكورة أعلاه إلى أن الخطأ البشري شيء لا مفر منه، إلا أنه يؤكد على ضرورة قياس المشكلة بشكل أفضل لتصميم أنظمة أكثر أمانًا تخفف من تواترها ووضوحها وعواقبها. ويضيف إلى أن معظم الأخطاء لا تنجم عن الأطباء السيئين، بل عن فشل الأنظمة ويجب عدم معالجة هذه الأخطاء بالعقاب أو الإجراءات القانونية، بل بإصلاح الأنظمة وتحديثها، فالطب لايزال لديه طريق طويل ليمضيه.

كلما تطور نمو الجنين في رحم أمه كلما استطاع تدارك أصوات أكثر، فالفترة من الأسبوع الخامس والعشرين من الحمل حتى خمسة إلى ستة أشهر من عمر الطفل هي الأكثر أهمية لتطوير الجزء الحسي العصبي من الجهاز السمعي.

تفاعل الجنين
مع الأصوات أثناء الحمل

أ. ياسمين الشيخ
طب بيطري - مستشفى الفتح البيطري - مصر

تُعد ولادة الطفل حدثًا مهمًا، لكنها ليست إلا برهة واحدة من تاريخ تطوره؛ حيث تتطور الأجزاء الهيكلية للأذنين في الأسابيع العشرين الأولى من الحمل، ويتطور الجزء الحسي العصبي من الجهاز السمعي بشكل أساسي بعد 20 أسبوعًا من عمر الحمل أيضًا. ولهذين الجزئين أهمية قصوى في تطوير النظام السمعي فيصبح فعالًا بعد 25 أسبوعًا من الحمل (خمسة أشهر تقريبًا)؛ لذلك يبدأ تفاعل الجنين مع الأصوات منذ ذلك الوقت.

وتُعد الفترة من الأسبوع الخامس والعشرين من الحمل حتى خمسة إلى ستة أشهر من عمر الطفل هي الأكثر أهمية لتطوير الجزء الحسي العصبي من الجهاز السمعي، فهذا هو الوقت الذي يحدث فيه ضبط خلايا شعر القوقعة، ومحاور العصب السمعي، والخلايا العصبية في القشرة السمعية للفص الصدغي لتلقي إشارات ذات ترددات وشدة محددة.

تحدث عملية السمع عند الجنين من خلال تجمّع الاهتزازات الميكانيكية لجزيئات الهواء التي تُشكِّل البُعد المادي للصوت بواسطة الأذن الخارجية، وتُضخّمه ثم تُوجّه عبر قناة ضيقة داخل الجمجمة للوصول إلى طبلة الأذن الحساسة أو الغشاء الطبلي، ثم تُنقل المحفزات السمعية التي تُعالجها المكونات الخارجية والمتوسطة والداخلية المتجاورة لنظام الأذن (في القوقعة) كإشارات عصبية كهربائية إلى الدماغ بواسطة العصب القحفي الثامن، وعندما تكون كل من هذه الأنظمة الفرعية الفريدة سليمة يصل الصوت على النحو الأمثل إلى العصب القحفي الثامن والمسالك السمعية العليا والنوى والقشرة السمعية للدماغ، وبالتالي تُترجم هذه الإشارات ليدرك الإنسان ماهية الأصوات حوله. وعندما تتطور هذه الأنظمة خلال فترة الحمل يبدأ تفاعل الجنين مع الأصوات من حوله، مثل حديث والدته معه.

يتطلب النظام السمعي تحفيزًا سمعيًا خارجيًا يشمل الكلام والموسيقى والأصوات المقبولة من البيئة، ليبدأ تفاعل الجنين مع الأصوات. يجب أن يحدث التحفيز الأولي للنظام السمعي في الرحم بدايةً من الشهر السادس من الحمل تقريبًا، وكذلك بعد الولادة في وحدة العناية المركزة لحديثي الولادة لتطوير القشرة السمعية وضبط استجابة خلايا شعر القوقعة.

تفاعل الجنين مع الأصوات

توجد عدة دراسات أُجرِيت لقياس مدى تفاعل الجنين مع الأصوات، وفهم تطور الجهاز السمعي للجنين، ومنها:

1)الجهاز السمعي للجنين يتطور خلال أو قبل 28 أسبوعًا من الحمل داخل الرحم.

في دراسة أجريت على 123 امرأة حاملًا يتمتعن بصحة جيدة وحمل مستقر بين 16 و40 أسبوعًا من عمر الحمل، أُجرِي تقييم بالموجات فوق الصوتية لحركات الجنين ومدى استجابته قبل وبعد إعطاء تحفيز صوتي اهتزازي (VAS).

قورنت أنواع وعدد حركات الجنين خلال خمس دقائق مباشرةً قبل وبعد تطبيق التحفيز الصوتي الاهتزازي، فوجد العلماء أن إجمالي حركة جسم الجنين زادت بشكل ملحوظ في الأجنة في عمر 29-40 أسبوعًا من الحمل.

وتشير نتيجة التجربة إلى أن استجابات حركة الجنين تكون متسقة بعد 28 أسبوعًا من الحمل، مما يعني أن سمع الجنين يتطور خلال أو قبل 28 أسبوعًا من عمر الحمل داخل الرحم.

2)استجابة الجنين للتحفيز السمعي من الأم مثل الغناء.

أُجرِيت دراسة على تسع سيدات حوامل يتراوح عمر حملهن ما بين 33 إلى 38 أسبوعًا؛ للتحقق من تطور شبكات دماغ الجنين عن طريق استخدام غناء الأم كتحفيز سمعي للجنين.

وبالفعل لوحظ تنشيط في القشرة السمعية الأولية للجنين وبعض ردود أفعال الجنين مع الصوت، مما يُثبت استجابتهُ داخل الرحم لغناء الأم.

اختبارات السمع لطفل حديث الولادة

يُجري مقدم الرعاية الصحية للطفل فحصًا شاملًا

www.alfaisalsci.com

لتقييم صحة الجهاز السمعي، كما توجد العديد من أنواع اختبارات السمع المختلفة التي يمكن استخدام بعضها في جميع الأعمار، بينما يُستخدم البعض الآخر بناءً على عمر الطفل ومستوى فهمه.

يوجد نوعان رئيسان من اختبارات فحص السمع لحديثي الولادة، يمكن إجراء أحدهما أو كلاهما معًا:

1)الانبعاثات الصوتية المستحثّة (EOAE)

تُستخدم سُدادة صغيرة ومرنة في هذا الاختبار، حيث توضع في أذن الطفل ثم تُرسل أصوات من خلال قابس، ويسجل ميكروفون في ذلك القابس الاستجابات الصوتية الأذنية كردٍّ فعل للأصوات. هذا الاختبار غير مؤلم وغالبًا ما يستغرق بضع دقائق فقط، ويمكن إجراؤه أثناء نوم الطفل.

2)استجابة جذع الدماغ السمعية (ABR)

تُستخدم أقطاب كهربائية في هذا الاختبار، حيث تكون متصلة بمادة لاصقة بفروة رأس الطفل، تصدر أصوات النقر من سماعات صغيرة في أذني الطفل، وتقيس الأقطاب مدى استجابة العصب السمعي للأصوات.

إذا وجدت اختبارات الفحص أن الطفل يعاني من فقدان السمع، فستكون هناك حاجة إلى مزيدٍ من الاختبارات؛ فلذلك يجب تحديد ما إذا كان الطفل يعاني من فقدان السمع في سن 3 أشهر، ثم يمكن بدء العلاج قبل بلوغه 6 أشهر من العمر، وهو وقت تطوير الكلام واللغة، وهذا يؤكد أهمية حديثك مع طفلك أثناء فترة الحمل.

تحدث عملية السمع من خلال تجمّع الاهتزازات الميكانيكية لجزيئات الهواء التي تُشكّل البُعد المادي للصوت، ثم تُوجّه كإشارات عصبية كهربائية إلى الدماغ، وبالتالي تُترجم هذه الإشارات ليدرك الإنسان ماهية الأصوات حوله.

بيّنت بعض الدراسات التي أجريت على الحيوانات أن البابونج له تأثيرات مضادة للإسهال، ويقلل من متلازمة القولون العصبي (IBS) عندما يدمج مع نبات المر والأجزاء المحمَّصة من القهوة.

الاستخدامات العلاجية للنباتات الطبية

أ. يحيى الجاسم

التنوع الأحيائي – وزارة التعليم - السعودية

تُعد الكائنات الذاتية التغذية (ومنها النباتات) حجر الزاوية، حيث تُمِد بقية الكائنات الحية بالطاقة والمواد الكيميائية الطبيعية الأخرى، مما يرفع من مستوى جودة حياة الإنسان وصحته. وقد عمد المهتمون منذ القدم إلى عصرنا الحالي إلى استخدام النباتات الطبية لعدة أسباب: التشافي، ورفع مستوى كفاءة الجهاز المناعي للوقاية من الأمراض، وتزويد الجسم بالفيتامينات والأملاح المعدنية، والحصول على المواد الكربوهيدراتية والبروتينية والدهنية التي تعتبر مكونات أساسيّة في تركيب أنسجة المخلوقات الحية. ووفقا للدراسة التي قام بها المركز الوطني للمعلومات التقنية الحيوية فإنّ 90% من الوصفات الطبية التقليدية كانت معتمدة على النباتات الطبية، وتصل القيمة السوقية للمنتجات المستخلصة من النباتات الطبية على مستوى العالم إلى 100 مليار دولار سنويًا، وتؤكد هذه الدراسة على مراعاة الأساليب العلمية عند وضع أي خطة للاستفادة العلاجية أو الوقائية من هذه النباتات (أي أن ليس كل طبيعي آمن إلا في حدود ما يصفه الباحثون والخبراء في الحقل العلمي). يتناول هذه المقال بعض الأمثلة على النباتات الطبية المسماة (Medicinal Plants)، وكيف استفاد منها طب الأعشاب في تحسين الوضع الصحي للإنسان.

النباتات الطبية Medicinal Plants

تُعرِّف بعض المراكز العلمية النباتات الطبيّة بأنها النباتات التي تحوي في جزء منها أو أكثر موادًا تستخدم لأغراض علاجيّة، أوقائيّة، أو صيدلانيّة (كمستخلصات كيميائية تدخل في تركيب الأدوية الطبية)، ومن بين هذه النباتات:

•البابونج (Chamomile)

تصنف منظمة الصحة العالميّة البابونج بأنه نبات آمن. وقد شاع استخدامه في الولايات المتحدة الأمريكية كمهدئ لاضطرابات القلق، وتحسين نوعية النوم (يشرب كالشاي). وفي أوروبا يستخدم كمادة موضعية لشفاء الجروح وتقليل الالتهابات. وتشير دارسات أخرى إلى إمكانية الاستفادة من أزهار البابونج في التهيّجات الجلدية الناتجة عن علاج السرطان الإشعاعي، وتقليل القيء أثناء العلاج الكيميائي (في هذه الحالة يعطى على شكل كبسولات). كما بيّنت بعض الدراسات التي أجريت على الحيوانات أن البابونج له تأثيرات مضادة للإسهال، ويقلل من متلازمة القولون العصبي (IBS) عندما يدمج مع نبات المر والأجزاء المحمَّصة من القهوة، إلا أن البابونج قد يسبب النعاس مثله مثل الأدوية أو الأعشاب الطبية أو المكملات الغذائية الأخرى.

•نباتات الإكيناسيا (Echinacea)

يشتهر الإكيناسيا باستخدام أجزائه المختلفة (الجذور، السيقان والأوراق) في الوقاية أو التشافي من نزلات البرد (الإنفلونزا)، والتهابات الجهاز التنفسي العلوي (التجويف الأنفي والبلعوم والحنجرة) ومداواة الجروح، ولكن التوصيات العلمية مازالت تحث على المزيد من الدراسات للتأكد من فاعلية هذا النباتات في التداوي، خصوصًا أن هناك مجاميع بشرية لديها حساسيّة مؤكدة من الفصيلة النجميّة، والتي تشمل (عشبة الخنازير، والأقحوان، ونبتة البكورية الطبيّة). دراسة أخرى أكدت أن الإكيناسيا قد تعزز من كفاءة الجهاز المناعي في محاربة العدوى والفيروسات، مما يسرّع من عملية التعافي لدى المرضى. وبعد استخدام الأنابيب المختبرية (Test-tube study) في أحد البحوث العلميّة وُجِد أن نباتات الإكيناسيا قد تساعد في خفض مستويات السكر بالدم. أما الدراسات التي أجريت على الحيوانات فأوضحت أن الإكيناسيا تحتوي على مضادات الأكسدة التي تمكّن من رفع حساسيّة الأنسولين لنسب السكر في الدم. و أشارت المراجعة العلمية التي قامت بها آمي ريتشر (Amy Richter) في موقع (Healthline) أن الإكيناسيا يمكن أن تقلل من خطر الإصابة بعدوى الجهاز التنفسي العلوي بنسبة 22%.

الجنكة (Ginkgo biloba)

يعتبر نبات الجنكة بيلوبا من النباتات الطبية التي يتم استخدام مستخلصات أوراقها لبعض الأغراض الطبية، مثل: الربو، والتهاب الشعب الهوائية، والإجهاد، وطنين

الأذن. وقد وُجِد لهذه النبتة تأثير إيجابي في تحسين الذاكرة، والتفكير، والتعلم، والوقاية من الخرف، واضطرابات الدماغ الأخرى خصوصا لدى الأشخاص المصابين بمرض الزهايمر أو الخرف الوعائي.

إلا أن بعض الدراسات أشارت إلى أن عمل هذه النبتة كيميائيًا وفسيولوجيًا ما زال غير واضح، وأنه من المهم استخدام الأوراق فقط وليس البذور لأن البذور تحوي بعض السموم، التي تضر بالمستفيد فتوصله إلى حدوث نوبات تارة وإلى الموت تارة أخرى. وأفادت معلومات أخرى إلى أن الجنكة يمكن أن تزيد من خطر النزيف، فلا ينبغي استخدامها مع الأدوية المضادة للالتهابات وتخثر الدم، أو الأدوية المضادة للتشنج والاكتئاب ثلاثي الحلقات.

في عام 2008، أجريت دراسة على أكثر من 3000 شخصية من كبار سن، وتوصلت إلى نتيجة مفادها أنّ الجنكة لم تكن أفضل من الدواء الوهمي (Placebo) في الوقاية من الخرف ومرض الزهايمر.

•زيت نبات المر Myrrh Oil

يعتبر نبات المر من النباتات التقليدية التي اشتهرت بتعدد فوائدها الطبيّة، وحديثًا أكدت مجموعة من الدراسات المعمليّة أنّ زيت المر له مجموعة من الاستخدامات، ومنها:

1)غسول للفم:

يُعد زيت المر أحد النكهات المرخصة من قبل منظمة الصحة العالمية لاستخدامه في غسول الفم ومعاجين الأسنان. وأفادت الدراسة المقدمة من جامعة الطائف – على مرضى داء بهجت (التهاب الأوعية الدموية في أكثر من موضع بالجسم ومنها الفم) أن استخدام زيت المر في غسول الفم بمعدل 4 مرات يوميًا لمدة أسبوع يعطي نتائج إيجابية، حيث لوحظ تشافي حوالي 19% من عينة الدراسة، أما 43.5% منهم فلوحظ لديهم انخفاض نسبة القرحة، أما الجزء المتبقي بنسبة 37.5% فلم يُلحظ لديهم أي تحسن، وأوصت الدراسة بعدم ابتلاع المنتجات المحتوية على زيت المر لأن الجرعات العالية منه يمكن أن تكون سامة.

2)منع نمو الفطريات

توصلت إحدى الدراسات المعمليّة إلى أن زيت نبات المر بمفرده يمنع نمو خمسة أنوع من الفطريات بنسبة 43- 61%، هذه الفطريات عادة ما تسبب أمراضًا جدلية مثل: مرض القوباء الحلقية (أبرز أعراضها: ظهور بقع حمراء حلقية على الجلد، وتقرحات في فروة الرأس تؤدي إلى تساقط الشعر)، ومرض القدم الرياضي (أبرز أعراضه: احمرار الجلد، وحكة، و تقشر الجلد بين أصابع القدم).

3)التئام الجروح

توصلت إحدى الدراسات العلمية التي تمت على 247 من الزيوت العطرية أن مزج زيت المر بزيت خشب الصندل كان له أثر كبير جدًا في قتل الميكروبات التي تصيب جروح الجلد.

4)مضاد للأكسدة

أفادت دراسة مختبرية مدرجة في المركز الوطني للمعلومات التقنية الحيوية أن زيت نبات المر مضاد فعَّال للأكسدة، وخصوصا في محاربة الجذور الحرة أكثر من فيتامين E.

وخلاصة القول، تشير كثير من الدراسات العلميّة إلى مجموعة من الفوائد الفسيولوجية والنفسية والذهنية الناتجة عن الاستخدام الصحيح للنباتات الطبية، ومنها: مداواة الجروح، وتقليل الالتهابات مثل التهابات الجهاز التنفسي العلوي، وخفض مستويات السكر بالدم، والتقليل من الاضطرابات الدماغية والنفسية، ورفع كفاءة الجهاز المناعي، والقضاء على الميكروبات والفطريات. وتوصي هذه البحوث الأكاديمية بمزيد من الدراسات المختبرية للتأكد من الفاعليّة الطبية للمواد الطبيعية المستخلصة من النباتات وأن يكون استخدامها وفقًا للتعليمات الدوائية.

يُعد زيت المر أحد الزيوت المرخصة من قبل منظمة الصحة العالمية لاستخدامه في غسول الفم ومعاجين الأسنان. ويجب عدم ابتلاع المنتجات المحتوية على زيت المر، لأن الجرعات العالية منهُ يمكن أن تكون سامة.

صناعة المستقبل

أ. نوف العويدي

جائزة الملك فيصل

هل للتقنية الحيوية مستقبل؟ يتردد علينا هذا التساؤل كثيرًا بسبب ما نجهله عن علم الأحياء والتطور التكنولوجي. إن التقدم السريع في عصرنا الحالي في تقنيات عديدة وجديدة في مجالات متعددة ضمن القطاع الزراعي والصحي والحيواني يدفع التقنية الحيوية لتكون أداة البقاء في المستقبل، بسبب الحاجة المتزايدة إلى تقنيات جديدة لتحسين جودة الحياة وحل كثير من المشكلات المعقدة. ويُراهن المجتمع العلمي أن هذا التقدم في العلوم الحيوية يحمل معه وعودًا هائلة للإنسانية.

البروفيسور ألكسندر فارشفسكي

تعتمد التقنية الحيويّة على تطبيقات التقنية الحديثة في معالجة الكائنات الحية لتحسين صِحتنا وحياتنا، وتُعد الخلية باعتبارها وحدة الكائنات الحية أهم أداة يستخدمها الباحثون في التقنية الحيوية. قادت بحوث البروفيسور ألكسندر فارشفسكي (Alexander Varshavsky)، الفائز بجائزة الملك فيصل 2012، إلى إدراك آلية العمل ضمن الخلية التي بموجبها يتم تحديد البروتين المختار للهدم أو التفكيك السريع، واكتشف أن عددًا كبيرًا من الوظائف اليومية للخلية يَتمُّ تنظيمها بواسطة بروتين صغير يُسمَّي (Ubiquitn) يوجد في خلايا جميع الكائنات حقيقية النواة، وينظم كافة أعباء الخلية في الصحة والمرض. وتَطوَّرت تلك الدراسات، واتَّسعت، وتَنوَّعت، وفتحت آفاقًا عديدة في مجالات مختلفة من علوم الحياة وفي البحوث الطبية، خاصة بحوث السرطان والشيخوخة وأمراض الأعصاب والمناعة والأمراض المستعصية الأخرى. ولما كانت الجينات مسؤولة عن الصفات التي ينفرد بها أي مخلوق نباتي أو حيواني عن غيره من المخلوقات، فقد أصبحت محل اهتمام الباحثين في التقنية الحيوية،

البروفيسور روبرت وليمسن

مثل معالجة الجينات ونقلها وتغيير الشفرة الوراثية، واستنساخ النباتات والحيوانات. وقد بدأ البروفيسور روبرت وليمسن(Robert B. Wilson)، الفائز بجائزة الملك فيصل 1994، بحوثه في الوراثة الجزيئية منذ أكثر من ثلاثين عامًا، وقام بالعديد من الدراسات الرائدة، ومنها هندسة المورِّثات المسؤولة عن إنتاج الجلوبينات البشرية، واكتشاف الأسس الوراثية لمرض (Duchenn) (الحثل العضلي)، وإعداد خرائط الحمض النووي لعدد من الأمراض الوراثية، وإجراء دراسات وراثية مفصّلة لمرض "التليّف الكيسي"، و الثلاسيميا، ممَّا مهَّد الطريق لإيجاد العلاج بالمورِّثات لعدّة أمراض منها أمراض صبغة الدم الورَاثيَّة، والأمراض المرتبطة بالوراثة الجنسيَّة، وفرط دهن الدم، والتليُّف الحوصَلي، ومرض الزهايمر. وقد سَاعَدت دراساته إلى التوصُّل إلى فهم أفضل للمكوِّنات الورَاثيَّة وتشخيص الأمراض الورَاثيَّة في الجنين. وتَمكَّن عن طريق شبكة منظمة الصحة العالميَّة، من نشر هذه الخدمات حيثُ أصبح المسح الصِّحي حقيقة واقعة، خاصَّة لمرض التليُّف الحوصلي

قد يكون للتقنية الحيوية دورٌ مهمٌ في المستقبل، لكن التوصل إلى نتيجة مُثلى تحتاج إلى حقائق تعزز معرفتنا بها. ومع تزايد الحديث عن تبعات هذه التقنية تزداد الحاجة لبيان آثارها، لأن الدراسات العلمية لم تطلق كلمتها الأخيرة في عُمق الاكتشافات المتوقعة للتقنية الحيوية (وبالأخص الهندسة الوراثية). ومع ذلك فمن الضروري تكثيف الأبحاث لتحقيق الاستفادة القُصوى من الإمكانيات الهائلة التي تتيحها التقنيات الحيويّة ضمن التشريعات النظامية.

جائزة الملك فيصل للعلوم

المسيرة العلمية

الأستاذ الدكتور روبرت وليمسن
Professor Robert Williamson

1938
وُلِد في مدينة كليفلاند، أوهايو، الولايات المتحدة الأمريكية.

1959
بكالوريوس العلوم في الكيمياء، الكلية الجامعية بلندن، المملكة المتحدة.

1960
ماجستير العلوم في الكيمياء الحيوية، الكلية الجامعية بلندن، المملكة المتحدة.

1963
الدكتوراه في الكيمياء الحيوية، الكلية الجامعية بلندن، المملكة المتحدة.

1966
رئيس قسم الأحياء، جامعة غلاسكو، المملكة المتحدة.

1972
كبير الباحثين، قسم علوم الأجنة، معهد كارنيجي بواشنطن، الولايات المتحدة الأمريكية.

1994
مُنِح جائزة الملك فيصل للطب.

الأستاذ الدكتور الكساندر فارشفسكي
Professor Alexander J. Varshavsky

1946
وُلِد في مدينة موسكو، روسيا.

1970
بكالوريوس العلوم في الكيمياء، جامعة موسكو، روسيا.

1973
الدكتوراه في الكيمياء الحيوية، جامعة موسكو، روسيا.

1986
بروفيسور علم الحياة، معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا.

1992
أستاذ كرسي هاورد وغوين لاوري سميتس البحثي لأبحاث الخلية، معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا، الولايات المتحدة الأمريكية.

2005
عضو الأكاديمية الأوربية للعلوم.

2012
مُنِح جائزة الملك فيصل للعلوم.

تذكرة الكحّالين

المؤلف: شرف الدين علي بن عيسى بن علي الموصلي الملقب بـالكَحّال، والكحّال هو طبيب العيون.(ت 430 هـ/ 1039م)

يتألف الكتاب من ثلاثة أقسام القسم الأول في تشريح العين، القسم الثاني في أمراض العين الظاهرة أي الواقعة تحت الحس، القسم الثالث في أمراض العين الباطنة التي لا تقع تحت الحس، وقد التفت الناس إلى هذا الكتاب دون غيره كما قال ابن أبي أُصيبِعة، واكتسب هذا الكتاب شهرة واسعة في الغرب فتُرجم إلى اللاتينية والعبرية، كما أن الطبيب الألماني يوليوس هرشبرغ (Julius Hirschberg) قال في مقدمة ترجمته للكتاب بأن علي بن عيسى أول كحّال اقترح التنويم والتخدير بالعقاقير في العمل الجراحي ولم يكن ذلك معروفًا عند اليونانيين.