# الفصل العاشر

# العلاج بالجينات والإنسان

**أحمد :** لقد عرفنا ما تقدمه ثورة العلاج بالجينات بالنسبة للنبات والحيوان ، لكن ماذا ستقدم للإنسان خليفة الله فى أرضه ؟

**المهندس :** استخدام تقنية العلاج بالجينات لعلاج أمراض الإنسان هو الهدف الأساسى لتلك التقنية ، للتخلص من آثار المواد الكيميـاوية، والتى قد تؤدى إلى إتلاف بعض الجزيئات الخلوية ، أو إلى تثبيط نشاط البروتوبلازم ، وهذا يؤدى إلى ضعف حيوية الخلية ، وتراكم المواد التالفة بها مما يؤدى إلى إصابتها بشيخوخة مبكرة .

ويتم استخدام تقنية العلاج بالجينات إما لإزالة الخلل الوراثى الموجود بالخلية أو لإضافة أطقم وراثية جديدة ، ويتم التدخل الجينى إما على مستوى الخلية الجنينية الأولية ، أو الخلايا الجسمية الناضجة ، وتحت نفس ظروف التحكم والرقابة الإلكتروجينية السابق ذكرها فى استخدام العلاج بالجينات فى أمراض النبات والحيوان، ويلزم للتدخل الجراحى الجينى وجود خريطة كاملة لكل جينات الإنسان لفهم تركيب تلك الجينات وأدائها الوظيفى وعلاقتها بغيرها من الجينات فى المحتوى الجينى ، وذلك بهدف سهولة التعرف على الجينات المعطوبة ، ومحاولة إصلاحها ، أو إزالتها ، وهو ما يتم حاليا فى العديد من المراكز البحثية الدولية ، وتحت إشراف هيئة الأمم المتحدة ، وهو ما يسمى بمشروع الجينيوم البشرى ، ولا تهدف المراكز البحثية إلى خرطنة[1] جينات الإنسان فقط ، بل رسم خرائط كاملة لكل الكائنات الحية المهمة اقتصاديا للإنسان سواء كانت نباتات أوحيوانات ، كما تتخصص بعض المراكز البحثية الجينية فى خرطنة الجينوم الخاص بالكائنات الدقيقة ، وذلك لأهميتها فى عمليات الاستنساخ الجينى وإكثار الدنا.

إن خرطنة جينات الكائنات الحية ، سيجعل كل التقنيات الجينية التى سبق شرحها، سهلة التطبيق فى أى وقت لمعرفة التتابع الخاص بالجين المرضى من خلال الخرائط الجينية المعدة سابقا .

يأمل بعض العلماء فى الانتهاء من خرطنة الجينات لأغلب الكائنات الحية مع العقود الأولى من القرن القادم .

**شيماء :** وماذا عن مشروع الجينوم البشرى ؟

(١) خرطنة : أى رسم خرائط كاملة لجينات الإنسان .

**المهندس** : يهدف مشروع الچينوم البشرى إلى رسم خريطة كاملة لكل چينات الإنسان، وقد تم توزيع الچينات على العديد من المراكز البحثية الدولية المتخصصة فى هندسة الچينات ، ويقدر لهذا المشروع أن ينتهى عام ( ٢٠٠٥ ) وقد صرح د. كانتور مؤخراً ( مايو ١٩٩٧ )، بأنه تم إنجاز أكثر من نصف المشروع ، ويجرى العمل فى المراكز البحثية بجدية كاملة لإنجاز المشروع فى الوقت المحدد له.

**أحمد** : إذن فهو مشروع مهم جداً للإنسان .

**المهندس** : إن إنجاز مشروع الچينوم البشرى سيجعل الإنسان يضع يده على الچين الذى يريده ، كما سيمكنه من تعديل طاقمه الوراثى طبقاً لما يريده من صفات ، وذلك بإدخال الچينات المسئولة عن تلك الصفات إلى چينوم الخلية الجنينية الأولية ، من خلال تقنيات التطعيم الچينى السابق شرحها .

كما تستخدم نفس نتائج مشروع الچينوم البشرى فى إدخال العديد من القطع الچينية إلى داخل چينوم الخلية الجسمية لزيادة قدرتها الحيوية ، بما يسمح لها بأداء وظائفها بكفاءة أعلى أو أداء وظائف جديدة لم تكن موجودة من قبل ، أو إزالة مواد ضارة بالخلية باستئصال الچينات الموجهة لتلك المواد .

**شيماء** : وما علاقة الچينات بالشيخوخة ؟

**المهندس** : الشيخوخة حالة تمر بها كل خلية حية فى مسار حياتها ، وقد تصيب الشيخوخة الخلايا مبكراً ، وقد تتأخر ، وتنتج الشيخوخة من تراكم الجزيئات التالفة بالخلية ، مما يعمل على تقليل الكفاءة الوظيفية للخلية ، ويؤدى ذلك إلى تلف بعض الأنسجة وضمور العضلات ، وضعف القدرة على التفكير والتذكر ، وضعف الحواس ، والقصور فى إمداد الخلايا بحاجتها من الغذاء والأكسچين ، ويرجع ذلك إلى انخفاض معدل ضخ الدم من القلب كما يضعف الجهاز المناعى وتضعف مقاومة الجسم للأمراض ، كما يتعرض الجهاز العصبى لبعض الاختلال فى أداء وظائفه ، تؤدى الشيخوخة إلى نقص الإفراز الهرمونى ، وتأثر السوائل الغدية والدموية بتراكم الجزيئات التالفة بها ، وتختلف الشيخوخة من فرد إلى آخر ، ومن خلية إلى أخرى بنفس الفرد ، ويعتمد ذلك على مقدار الإجهاد الواقع على الخلية، وقدرة

الخلية على التخلص من المواد التالفة المتراكمة بها ، والبيئة التى يعيش فيها الفرد ، وانعكاستها النفسية عليه ، حيث تتأخر الشيخوخة عند الفرد الذى يتمتع بجو أسرى هادئ ، بينما تبكر عند الشخص الذى يعيش فى جو أسرى مضطرب .

لقد نشأ عن الدراسات العديدة لحالات الشيخوخة علماً طبياً جديداً يعرف « بطب المسنين » ويهتم طب المسنين بمعرفة الحالة الطبية الكاملة للمسن ، واقتراح النواحى العلاجية والتدريجية والنفسية التى تقدم للمسن فى هذه الحالة .

**أحمد** : لكن ما الأمراض التى يعانى منها المصابون بالشيخوخة ؟

**المهندس** : ومن الأمر اض الخطيرة ، والتى يعانى منها المصابون بالشيخوخة أمراض القلب ، والعيون ، والشرايين ، والسكر ، والسرطان ، ومن أخطر الأمراض كلها التى تصيب المسن مرض فقد الذاكرة الدائم « الزهايمر » ، والذى عرضنا له فى تناولنا «لچينوميا المخ والأعصاب » والذى يتلف ٧٠٪ من خلايا عصب المخ .

لقد أصبح من اليقين العلمى أنه لا يمكن شفاء الشيخوخة ، لكن يمكن تأخيرها، أو الإقلال من تأثيرها ، وقد أجريت دراسات عديدة لتحقيق ذلك ، لكنها حققت نتائج قليلة ، ومع ثورة الطب الوراثى والعلاج بالچينات بدأت المراكز البحثية المتخصصة فى العلاج بالچينات فى محاولة استخدام التقنية الچينية لتأخير وتحجيم الشيخوخة .

**شيماء**: وما التقنيات الچينية المقترحة لعلاج ذلك ؟

**المهندس** : توجد العديد من التقنيات ، ومن أهمها :

**أ – إدخال چينات محللة للمواد التالفة** :

يتم فى هذه الطريقة إدخال الچينات توجه تكوين مواد إنزيمية محللة للجزيئات التالفة والمتراكمة داخل الخلية ، وقد يتم إدخال هذه الچينات إذا أظهرت الطرق التشخيصية وجود تراكم للمواد التالفة فى الخلية ، حيث تعمل هذه الچينات على تحليل هذه المواد بعد تكوينها ، أو يتم تطعيم الچينات المحللة كچينات كامنة فى چينوم الخلايا ، حيث تبدأ نشاطها عند بداية تراكم المواد التالفة بالخلية ، لكن هذا لن يمنع من عدم قدرة هذه الچينات على العمل عند وصول الخلية إلى عمر معين ، حيث لا يكون الوسط الخلوى ملائماً لعمل هذه الچينات .

**ب. استنساخ خلايا جديدة .**

تستخدم هذه الطريقة ى حالة فشل الجينات المحللة فى تحليل المواد التالفة بالخلية ، حيث يتم نزع الخلية الجسمية ، واستنساخ خلية طبق الأصل منها ، وقد يتم استنساخ نسيج أو عضو بالكامل من خلال إدخال چينات معينة توجه الخلية الجسمية للدخول فى أطوار انقسام متتالية لتعطى النسيج أو العضو ، ثم يعاد زراعة الخلية أو العضو بالجسم بعد استئصال الخلايا المصابة بالشيخوخة .

**أحمد** : لقد سمعت كثيراً عن الكائنات المحورة چينياً ، فما هى ؟ وكيف يتم تحويرها چينياً ؟

**المهندس** : يتميز كل كائن حى يا أحمد بطاقم وراثى محدد يقوم بتوجيه خلايا الكائن الحى لأداء وظائف معينة ، وتتقارب بعض الكائنات الحية فى جهازها الوراثى ليتقبل چينات منقولة إليه.

لقد أصبحت عمليات التطعيم الچينى الأساس فى الحصول على بعض الخلايا الحية ذات القدرة الفائقة على أداء تحوير الطاقم الوراثى لخلية ما ، أو غدة لإنتاج مواد مرغوبة ، وبكميات كبيرة .

قد تكون هذه المواد المنتجة بتقنية التحوير الچينى مواد غذائية أو ڤيتامينات أو بروتينات علاجية ، أو أى مواد حيوية أخرى .

تركزت اهتمامات العديد من باحثى تقنيات التحوير الچينى حول استخدام الغدد الثديية ( للثدييات ) فى إنتاج العديد من البروتينات العلاجية ، وقد حققت تلك التجارب نجاحًا كبيراً فى الكائنات التى تم تحويرها چينياً ، ومنها الفئران والماشية والخنازير .

يتم فى هذه التقنية إدخال الچينات الموجهة لتكوين مواد معينة والتى تم عزلها من قبل فى چينوم آخر فى چينوم الغدة الثديية للحيوان الثديى ، ولابد أن تكون الچينات المدخلة نشطة لتبدأ فى أداء وظائفها بمجرد إدخالها ، ويجرى بعد ذلك عزل المواد المطلوبة من السائل اللبنى للغدة الثديية من خلال طرق انتقائية عالية المستوى ، ثم تجرى الاختبارات الأولية على هذه المكونات قبل استخدامها .

تتميز البروتينات العلاجية المنتجة بهذه الطريقة بالفعّالية . ولكنها قليلة لا تفى بالحاجة الشديدة لمثل هذه البروتينات لذلك يدرس العلماء إدخال منشطات چينية لزيادة نشاط الچينات المطعمة فى چينوم الغدد الثديية .

يتم بنفس التقنية إنتاج العديد من الفيتامينات ، والتى يتم استخلاص الچينات الموجهة لتكوينها من النباتات المنتجة لهذه الچينات ، حيث يتم تطعيم هذه الچينات فى چينوم الغدد الثديية حيث تفرز الفيتامينات المشفرة من خلال الجينات ، ثم يتم عزل هذه الڤيتامينات ، واستخدامها .

يأمل العلماء فى إنتاج الفيتامينات ذاتيًا فى أجسام الحيوانات ، حيث يتم تحوير بعض الأطقم الوراثية لبعض الغدد ، أو السائل الدموى بهذه الچينات المشفرة لتكوين هذه الفيتامينات ، والموجودة بأنسجة النبات .

لا يتم فى هذه الطريقة عزل الفيتامينات المنتجة ، بل تبقى فى الجسم ليستخدمها عند الحاجة .

ويكمل المهندس حديثه وسط إصغاء وإنصات أحمد وشيماء قائلاً :

لقد استطاع علماء الڤيروسات تحوير بعض الفيروسات لإنتاج بروتينات مهمة من الناحية العلاجية ، وذلك من خلال حذف الچين المسئول عن تكوين البروتين الفيروسى فى داخل الخلية ، وإدخال الچين المنتج للبروتين العلاجى مكانه ، بحيث يكون الچين فى حالة نشطة ، وقد يتم إدخال منشطات چينية لزيادة الكمية المفرزة من هذا البروتين .

**شيماء** : ماذا يتم بعد ذلك ياسيدى ؟

**المهندس** : يتم بعد ذلك عزل البروتين المنتج بطرق انتقائية خاصة ، واستخدامه ، وقد يتم إدخال الفيروس المحور چينياً إلى داخل الخلية المصابة ، لإنتاج البروتين العلاجى فى داخل الخلية ، حيث يفرز البروتين ويعمل فى نفس المكان ، يوفر ذلك فرصة أكبر للقضاء على الميكروب الذى يغزو الخلايا مبكراً .

فى تجربة رائدة استطاع فريق من «جامعة كاليفورنيا» الأمريكية تحوير چينوم سلالة بكتيرية لتحليل وابتلاع مكونات الدم ، وسوف تكون هذه السلالة البكتيرية عنصراً

مهماً فى جميع أنواع الجراحات ، حيث إنها ستعمل على تنظيف الجروح الداخلية من آثار الدماء ، مما سيعمل على الحد من نسبة تلوث الأنسجة فى العمليات الجراحية

ورغم أهمية هذه السلالة البكتيرية فى تطهير العمليات الجراحية من الدماء ، إلا أن ثمة تخوفاً من إفراز هذه البكتيريا لبعض السموم داخل الأنسجة ، لذا يتجه العلماء إلى خرطئة چينات هذه البكتيريا ، وحذف الچينات المكونة لأى مواد ضارة بالخلايا ، حتى يكون الچينوم البكتيرى المحور نقياً من أى چينات موجهة لتكوين أى نوع من السموم.

وفى تجربة أخرى استطاع فريق علمى تحوير بعض السلالات البكتيرية چينياً لتحليل مواد التسوس بالأسنان ، والتغذية على نواتج التحليل ، وتعتبر هذه الطريقة مفيدة جداً فى إزالة التسوس بعد حدوثه ، حفاظاً على الأسنان الناضجة من استبدالها بأسنان صناعية .

يبحث نفس الفريق العلمى إمكانية تحوير نفس الچينوم البكتيرى بچينات مضادة بچينوم الميكروبات المسببة لتحلل طبقة المينا وبعض المكونات الأخرى بالأسنان ، ويمكن إدخال هذه الچينات كچينات كامنة ومبرمجة للنشاط المفاجئ المدمر بمجرد دخول الميكروب إلى خلايا الأسنان ، حيث تبدأ الچينات البكتيرية فى الارتباط بالچينوم الميكروبى وتدميره .

يوجد اتجاه بحثى قوى لدى العلماء إلى إدخال الچينات المضادة للتسوس فى چينوم الأسنان ، وبنفس التقنية السابقة ، وإن كان ذلك مازال فى مرحلة التجارب الأولية .

لقد نجح علماء التقنية الچينية من تحوير چينوم سلالة بكتيرية لتحليل وهضم المخلفات الناتجة من العمليات الجراحية ، والمتراكمة على الأدوات الجراحية ، مما يسمح بتطهير هذه الأدوات تماماً بوضعها فى مزارع خاصة بهذه البكتيريا ، ولابد من التأكد من عدم قدرة هذه البكتيريا على تحليل الخلايا الحية حتى لا تتكرر كارثة انتشار البكتيريا المحللة للأنسجة البشرية عام ١٩٩٤ م .

ثم يعقب **المهندس** قائلاً : أفى ذلك ما يكفى يا أحمد ؟.

**أحمد :** نعم يا سيدى .

لكن **شيماء** تقول : لقد قرأت إن ثمة علاقة وثيقة بين الچينات وتكاثر الكائن الحى، لذلك نرجو أن تحدثنا عنها .

**المهندس** (وهو فى غاية سروره) : لكى يحافظ كل نوع من الكائنات الحية على نوعه فإنه يكاثر نفسه بإنتاج أفراد جديدة تحفظه من الانقراض ، ويتطلب إنتاج فرد جديد يا شيماء التقاء الأمشاج الذكرية والأمشاج الأنثوية ، ويمثل الأمشاج الذكرية فى الانسان « الحيوانات المنوية » والأمشاج الأنثوية «البويضات» وعند التقاء الأمشاج تنتج الخلية الچنينية الأولية « الزيجوت » ، والتى يتتابع تمايزها من خلال مراحل التكوين الچنينى فى الرحم ، حيث تتكون كل الأعضاء بالتتابع ، وتنتهى هذه المراحل بالولادة.

تتكون الحيوانات المنوية داخل الخصية ، والتى تكون مدلاة خارج الجسم ، لتوفير درجة الحرارة المناسبة لبقاء الحيوانات المنوية حيَّة ، ويتم إنتاج الحيوانات المنوية بانقسام الخلايا الأمية الجرثومية «٢ن» انقساما ميتوزيا لتعطى الخلايا الأمية المولدة للحيوانات المنوية ، والتى تنقسم ميوزياً لتعطى الحيوانات المنوية .

يتركب الحيوان المنوى من رأس تتميز بوجود الجسم القمى « أكروسوم » والذى يفرز الإنزيم الثاقب للبويضة « إنزيم هيالويورانيك» وقطعة وسطى تتميز بوجود جزيء الميتوكوندريا الصانع للطاقة الضرورية فى عملية الاتحاد النووى بين نواة البويضة ونواة الحيوان المنوى ، ثم ذيل الحيوان ، والذى يساعد الحيوان المنوى على الحركة فى السائل المنوى الذى يفرز من خلال الغدد التناسلية الموجودة كملحقات بالجهاز التناسلى ، ومن هذه الغدد «غدتا كوبر وغدة البروستاتا» .

يعتبر السائل المنوى سائلاً مغذياً للحيوانات المنوية ، إضافة إلى أنه عامل مساعد فى حركة الحيوانات المنوية إلى أعلى قناة البيض « قناة فالوب » حيث توجد البويضة التى يقوم بتلقيحها .

رغم وجود جزىء ميتوكوندريا بالقطعة الوسطى من الحيوان المنوى إلا أنه ضعيف الطاقة ، وطاقة أغلب الحيوانات المنوية لا تسمح لها بمواصلة رحلتها إلى أعلى قناة البيض ، والحيوان المنوى الذى يستطيع أن يصل للبويضة هو أقوى الحيوانات المنوية ،

وأكثرها طاقة وتميزاً فى الصفات الوراثية ، أمّا باقى الحيوانات المنوية فتهلك قبل وصولها إلى أعلى قناة البيض .

**أحمد** : لكن ماذا يحدث إذا وصل أكثر من حيوان منوى للبويضة ؟

**المهندس** : قد يصل أكثر من حيوان منوى إلى البويضة ، حيث تنقسم البويضة ويخصب كل جزء لتنتج التوائم غير المتماثلة ، وقد يكون الحيوان المنوى متعدد الرءوس وله ذيل واحد ، حيث تدخل هذه الرءوس إلى داخل البويضة المنقسمة إلى أجزاء عديدة، حيث يخصب كل حيوان منوى ( رأس منوى ) جزءاً من البويضة ، ويعتبر كل رأس منوى صورة طبق الأصل من الرأس الآخر ، وينتج ذلك توائم متماثلة متطابقة وراثياً ، ويتوقف اختلاف سلوكها باختلاف الظروف البيئية بعد ذلك .

تتكون الخلايا الأمية المولدة للبويضات ، والتى تنقسم ميوزيا لتعطى البويضات .

تتميز البويضات بوجود نواة مركزية تحمل الطاقم الوراثى الأنثوى يحيط بها السيتوبلازم والغلاف البيضى ، والبويضة ساكنة لا تتحرك حيث يقذفها المبيض لتستقر أعلى قناة البيض .

بعد الإخصاب تتكون الخلية الجنينية الأولى « الزيجوت » ثنائية العدد الصبغى «٢ن» حيث تستقر الخلية الجنينية فى ثنايا الرحم وتدخل فى مرحلة التكوين الجنينى حتى الميلاد .

يتحكم العديد من الهرمونات فى إنتاج الحيوانات المنوية والبويضات أو على سبيل المثال فإن هرمونات البروجسترون والايستروچين يتحكمان فى عملية التبويض بالإنسان.

**شيماء** : وما دور التقنيات الجنينية فى ذلك ؟

**المهندس** : لقد استفاد الإنسان من تقنية الچينات فى توظيف العمليات التكاثرية لصالحه لتحسين نسله بما يتواءم مع ظروفه البيئية الصعبة ، ومن هذه التقنيات الجنينية التى استخدمها الإنسان فى العمليات التكاثرية :

- **استخدام تقنية الچينات لعلاج انعدام أو نقص الخصوبة :**

يتعرض الذكر لحالة العقم إذا قل معدل القذفة الواحدة لديه عن (١٠٠,٠٠٠) حيوان منوى ، إذ أن الحيوانات المنوية حساسة لدرجة الحموضة والقلوية والارتفاع فى

درجة الحرارة ، وتصاب الأنثى بالعقم إذا فشل المبيض فى إنتاج البويضة اللازمة لحدوث الإخصاب .

قد يكون عدد الحيوانات المنوية المنتجة طبيعياً لكن وجود انسدادات فى الممر التناسلى ( فى الوعاءين الناقلين ) يمنع خروج الحيوانات المنوية وقد يكون الانسداد موجوداً بالممر التناسلى الأنثوى حيث يمنع ذلك وصول : الحيوان المنوى إلى أعلى قناة المبيض وحدوث الإخصاب ، أو لمنع وصول البويضة إلى مكان الاخصاب .

ولعلاج حالات الانسداد فى الجهاز التناسلى الذكرى أو الأنثوى يتم التدخل الجراحى لإزالة هذه الانسدادات لتيسير انتقال الأمشاج خلال الممرات التناسلية .

وفى حالة نقص عدد الحيوانات المنوية يتم العلاج بأخذ عينة من الحيوانات المنوية ، وانتقاء أقوى الحيوانات المنوية فى هذه العينة من خلال العديد من الاختبارات ، والتى تتم على مستويات مختلفة .

تنزع البويضة بعد قذفها من المبيض بنفس التقنية السابقة ، مع عدم وجود طرق انتقائية ، لوجود بويضة واحدة يكونها أحد المبيضين بالتناوب .

يتم إجراء عملية الإخصاب بين الحيوان المنوى والبويضة فى وسط إخصابى مناسب فى أنبوبة اختبار ، حيث تتكون الخلية الجنينية الأولية « الزيجوت » والتى يتتابع تمايزها حتى مرحلة الثمانى خلايا « التوتية » ، ثم يعاد زرعها مرة أخرى بالرحم لتتابع تمايزها العادى حتى الميلاد

**شيماء** : وهل تصلح هذه التقنية فى كل الحالات ؟

**المهندس** : لا تصلح هذه التقنيات فى حالة انعدام إنتاج الحيوانات المنوية ، أو إنتاج حيوانات منوية ميتة غير صالحة لحدوث عملية الإخصاب ، أو عدم إنتاج بويضات ، وقد تكون البويضة المنتجة غير صالحة للإخصاب ، مما يجعل استخدام التقنيات السابقة غير صالحة لتوفير حدوث الإخصاب .

لقد أصبحت مشكلات عدم إنتاج الأمشاج من المعضلات الطبية ، والتى عجزت تقنيات الطب التقليدى فى تقديم حلول لها.

إنّ أمل البشرية فى التخلص من المعضلات الموجودة فى إنتاج الأمشاج يكمن فى

استخدام تقنية الچينات للتغلب على هذه المشكلات .

**أحمد** : وماهى تلك التقنيات يا سيدى ؟

**المهندس** : سأذكرها لكما فيما يلى :

**أ : إدخال چينات مولدة للأمشاج :**

يوجه تكوين الأمشاج مجموعة من الچينات ، والتى استطاع العلماء عزلها وتحليلها ورسم خرائط كاملة لها ، وقد تحفظ هذه الچينات فى بنوك الچينات لحين استخدامها .

ينتج عدم تكون أمشاج نتيجة لتلف الطاقم الوراثى الموجه لإنتاج الأمشاج ، ويتم فى هذه الحالة إدخال چينات مولدة للأمشاج واستئصال الچينات التالفة ، وتتميز الچينات المدخلة بالنشاط الفائق ، مما يجعلها قادرة على التعبير عن نفسها بمجرد إدخالها وقد يتم إدخال منشطات جنينية مع هذه الچينات لزيادة الكميات المفرزة من الأمشاج .

**ب ـ إصلاح الخلل الجينى فى الچينات المولدة للأمشاج :**

قد ينشأ عدم تكون الأمشاج نتيجة لخلل موجود فى الچينات المولدة للأمشاج ، ويتم إصلاح هذا الخلل بإدخال چينات معدلة لهذا الخلل ، حيث تعمل هذه الچينات على تكوين إنزيمات معينة لإصلاح الخلل الچينى الناتج عن بعض التغيرات الكيميائية فى تلك الچينات .

وفى حالة وجود خلل جينى نتيجة لاختلاف ترتيب القواعد النيتروجينية بالنيوتيدات تستخدم الذبذبات الكهربائية لإرجاع القواعد إلى وضعها الصحيح .

**جـ ـ إزالة حالات التثبيط للجينات المولدة للأمشاج :**

قد تكون الجينات المولدة للأمشاج سليمة ، لكن وجود جينات مضادة لها يثبطها ويمنع أداءها لوظائفها .

قد ترتبط هذه الجينات مباشرة بالجينات المولدة للأمشاج وتثبطها ، أو تعمل على تكوين مواد مثبطة لها .

ويتم علاج هذه الحالات باستئصال الجينات المضادة من الجينوم أو إدخال جينات مثبطة لها ، وقد يتم إدخال جينات لتكوين مواد محللة للمواد المثبطة للجينات المولدة للأمشاج ، ولابد من اختبار الأداء الجينى الوظيفى بعد إتمام هذه التقنيات ، وقياس معدَّل إنتاج الأمشاج ، وتأثير الجينات المدخلة على الجينوم الموجود .

**د – الاستنساخ الحيوى من خلايا جسمية :**

تستخدم تقنية الاستنساخ الحيوى عند فشل التقنيات السابقة فى إنتاج أجيال جديدة ، حيث يتم نزع خلية جسمية من الكائن الحى ، وامتصاص المواد الغذائية من سيتوبلازم الخلية ، لإجبار الطاقم الوراثى للخلية الجسمية على الارتداد إلى الحالة الجنينية ، وذلك بهدف إزالة كمون العديد من الجينات التى فقدت وظيفتها نتيجة للتخصص الجينى .

تسحب نواة الخلية الجسمية من خلال تقنيات رفيعة المستوى ، وباستخدام ألياف ضوئية ميكروبية ، ويتم تفريغ البويضة عن نواتها بنفس التقنية السابقة .

يتم وضع نواة الخلية الجسمية فى الفراغ النووى للبويضة ، ويعاد زرع البويضة فى الرحم لتدخل فى مراحل التكوين الجنينى والنمو ، لتعطى فرداً جديداً بعد ذلك .

يصمت الجميع وكأن الأسئلة فى ذهن أحمد وشيماء قد قاربت على الانتهاء ، ولكن **المهندس** يقول لهما : من أحدث ما توصل إليه علماء الجينات ، وجود علاقة بين الجينات والأمراض النفسية .

**شيماء :** كيف ؟

**المهندس :** يعانى العديد من البشر من أخطار الأمراض النفسية المدمرة ، والتى تؤثر على الأداء الوظيفى للخلايا ، فتقلل من نشاطها الحيوى وتعمل على إنقاص معدل البناء والهدم للخلية الحيَّة . ومن أخطر الأمراض النفسية التى تصيب الإنسان القلق والاضطراب النفسى ، والعزلة ، والاكتئاب .. إلخ ، ومن المظاهر الخطيرة لتلك الأمراض النزوع إلى الوحدة ، وعدم القدرة على اتخاذ القرار ، والشعور الكاذب بالاضطهاد من المجتمع ، وإدمان المخدرات وارتكاب العديد من الجرائم .

إن كل الأبحاث التى أجريت للتعامل مع الأمراض الوراثية انصبت على ترويض

النفس ، والتى تعتبر مركز الرغبات على نبذ الصفات السيئة ، أو التقليل من حالات التوتر النفسى الشديد من خلال المسكنات التى تعمل على إنقاص معامل التوتر النفسى للإنسان ، مما يعمل على تقليل حدة الأمراض النفسية .

لقد استطاع العلماء مع التقدم الهائل لهندسة الجينات كشف الأسباب الحقيقية للأمراض الوراثية ، حيث وجد العلماء أنَّ التوتر فى الحالة النفسية والذى يكون السبب المباشر فى إصابة الإنسان بالعديد من الأمراض الوراثية المعروفة ، ويرجع إلى حدوث اضطراب فى الإفرازات الغدية للجسم .

إنَّ حدوث اختلال فى الأداء الهرمونى والإنزيمى داخل جسم الكائن الحى لهو كفيل بالتأثير على معامل التوتر النفسى له ، من خلال تأثير هذا النقص الإفرازى على معدَّلات وصول الرسائل العصبية بين الخلايا مما يجعل الخلية فى حالة توتر وشدة مستمرة لافتقارها إلى التوازن الطبيعى لاستمرار نشاطها المعتاد .

قد تنشأ حالة التوتر النفسى من اختلال توزيع الشحنات الكهربية والمغناطيسية داخل الجسم ، مما يولد حالة شديدة من التوتر النفسى .

**شيماء :** لكن كيف يتم التحكم فى عمليات الاتزان الهرمونى تلك ؟

**المهندس :** يتحكم فى عمليات الاتزان الهرمونى والإنزيمى فى الجسم العديد من المجموعات الجينية ، والتى تشفر لتكون هذه الهرمونات والإنزيمات ، كما يعمل على توزيع الشحنات الكهربية والمغناطيسية داخل الخلايا مجموعات جنينية أخرى .

لذلك اتجه العلماء إلى رسم خرائط كاملة لهذه الجينات ، وعزلها وتحليلها واستخدامها لعلاج العديد من الأمراض الوراثية ، وفقاً لمستويات عديدة .

**أحمد :** وما هذه المستويات ؟

**المهندس :** يمكننا إدراج هذه المستويات كما يلى :

**١ - إدخال جينات لضبط التوازن الحيوى :**

تستخدم هذه الطريقة فى حالة حدوث اضطراب فى التوازن الهرمونى والإنزيمى ، أو حدوث اختلال فى توزيع الشحنات الكهربية والمغناطيسية داخل الأنسجة ، حيث يتم إدخال هذه الجينات النشطة فى الجينوم البشرى لتوجيه تكوين مواد معينة لضبط

التوازن داخل الأنسجة .

تعمل بعض المواد على زيادة المعدَّل الإفرازى لبعض الهرمونات إذا كانت ناقصة ، ويعمل البعض الآخر على إنقاص المعدَّل الإفرازى للبعض الآخر إذا كانت زائدة ، وبالنسبة لتوزيع الشحنات الكهربية يتم ضبط توزيع الشحنات الكهربية داخل وخارج الخلايا، وذلك للوصول إلى معدل اتزان للكهربية والمغناطيسية الحيوية داخل الجسم .

لا يفضل فى هذه الحالة التقنية إدخال منشطات جينية لضمان توافر الأداء الطبيعى لعمل هذه الجينات ، ولابد من إجراء العديد من الاختبارات الأولية لمعرفة معدَّل تعبير الجينات المدخلة عن نفسها .

**٢- إدخال جينات معدَّلة للخلل فى جينات التوازن الحيوى:**

قد تكون الجينات المسئولة عن تكوين الهرمونات والإنزيمات مصابة بحالة خلل وراثى ، مما يؤثر على عملية الضبط الحيوى لهذه الهرمونات والإنزيمات ، ولعلاج هذه الحالة يتم إدخال جينات معدلة للخلل الجينى الموجود من خلال ارتباط هذه الجينات بالجينات المسئولة عن عمليات الضبط الحيوى ، أو تكوين مواد معينة تقوم بعمليات الإصلاح .

ولابد فى هذه الحالة من دراسة التركيب الجينى والخلل الموجود دراسة مستفيضة لاختيار مجموعة الجينات المعدّلة الصالحة لعلاج هذا الخلل . وقد يتم استخدام الذبذبات الكهربية فى حالة وجود خلل ناتج من تغير فى ترتيب القواعد النيتروجينية فى شريط الدنا .

**٣- إزالة تثبيط جينات التوازن الحيوى :**

قد تكون الجينات المسئولة عن عمليات ضبط معامل الاتزان الهرمونى والإنزيمى ، ومعامل الكهربية والمغناطيسية الحيوية داخل جسم الإنسان سليمة ، لكن وجود مواد مثبطة لهذه الجينات يعمل على إعاقة عملها ، ويتم علاج هذه الحالة باستئصال هذه الجينات ، أو إدخال جينات مضادة لعمل هذه الجينات وتفضل عملية الاستئصال لتفادى حدوث تضارب فى الأداء الجينى للجينات المضادة ، مما يؤدى إلى اضطراب فى الجهاز الوراثى للكائن الحى .

**أحمد :** ماذا عن بنوك الجينات يا سيدى ؟

**المهندس :** لأهمية الجينات ، ولتطبيقاتها العديدة ، تركزت أبحاث العلماء لفترة طويلة على دراسة طرق حفظ الجينات لحين استخدامها ، وتعتبر فترات الحفظ الحالية متوسطة المدى ، ويأمل العلماء فى إيجاد وسائل حفظ طويلة المدى مع تقدم تقنيات الحفظ الجينى .

تحفظ العينات الجينية والأصول الوراثية فى نيتروجين سائل مبرد تحت درجة ١٨٦ْم تحت الصفر ، وتقوم مؤسسات كاملة برعاية عمليات الحفظ ، وضبط أنظمة الحفظ الإلكترونية ، والتى تعمل بتحكم إلكترونى كامل .

تسمى تلك المؤسسات ببنوك الجينات ، وتشتمل على العديد من الجينات المحفوظة كالجينات النباتية والحيوانية والبشرية ، وبعض الجينات لكائنات قديمة تمّ استئصالها وعزلها وحفظها لحين استخدامها ، وتعتبر بنوك الجينات مركز حفظ لأهم وأخطر المعلومات البشرية ، تلك المعلومات التى ترسم سلوك إنسان بالكامل ، وترسم تركيبه ، وهى أمل الإنسان فى التخلص من الأمراض الفتاكة التى تدمر جسده بين حين وآخر.

**أحمد :** إذن لابد من وجود علاقة بين الكمبيوتر والجينات ؟

**المهندس :** بالطبع يا أحمد .

**شيماء :** كيف ذلك .

**المهندس :** تتميز عمليات إدخال واستئصال وتطعيم العديد من الجينات بالتعقيد الشديد ، وضرورة الدقة المتناهية فى إجراء هذه العمليات، كما تحتاج عمليات التحليل والعزل الجينى إلى وسائل متقدمة لحفظ الجينات المعزولة لحين استخدامها . تتم عمليات الحفظ للعينات الجينية داخل بنوك الجينات وفى نيتروجين سائل مبرد تحت ١٨٦ْم تحت الصفر ، وتحت ظروف بيئية معينة ودائمة ، ولا يمكن توفير هذه الظروف تحت السيطرة المباشرة للإنسان ، لذلك تتم عمليات الحفظ تحت تحكم إلكترونى كامل وباستخدام برامج حاسوبية عالية المستوى ، حيث يتم ضبط العمليات المتسلسلة لتوفير حفظ دقيق وآمن للعينات الجينية .

إنَّ الأساس فى مشروع الجينوم البشرى ، وهو أضخم مشروع بيولوجى شهدته

البشرية ، تخزين كل المعلومات الوراثية فى ذاكرة الحاسوب «الكمبيوتر» واستخدام أفضل الطرق الانتقائية لها وبسرعة كافية ، حتى يتم إجراء العمليات الجينية بكفاءة تامة .

إن العديد من المراكز البحثية الكبرى المتخصصة فى هندسة الجينات ترتبط بقنوات خاصة من خلال شبكة الإنترنت حيث يتم تحمل كل الخرائط الخاصة بالجينات ، وكافة المعلومات الخاصة بتجارب هذه المراكز ، حتى يتسنى للباحثين بهذه المراكز توزيع أدوارهم العلمية ، منعًا لتكرار العديد من التجارب دون جدوى ، كما يتيح لهم تبادل الاستفادة من خبراتهم ، مما يسرع من معدل إنجازهم .

لقد تم عرض خريطة كاملة لأكثر من ١٦ ألف جين وراثى ، وقد اشترك فى وضع هذه الخريطة ١٠٤ من العلماء من أربع قارات ويحاول العلماء فتح قنوات جينية جديدة على شبكة الإنترنت لتزايد طلب الاشتراك من المراكز البحثية الدولية فى هذه القنوات .

إن الخدمات التى ستقدمها قنوات الاتصال الوراثى على شبكة الإنترنت ستوفر الوقت والجهد للعديد من الباحثين ، مما سيجعل البشرية تخطو قدمًا لتحقيق حلمها فى التخلص من العديد من الأمراض الخطيرة ، والتى تفتك بالآلاف من البشر ، وتوفير الغذاء لملايين الأفواه الجائعة .

* * * * *