المبحث الحادي عشر

تطبيقات النانو في طب العظام وجراحته

نجح علماء كلية طب جامعة ما ساشوستس الأمريكية في تطوير مستزرعات عظام (orthopedic implants) ذكية يمكن تشكيلها حسب حالة الإصابة أو مكان الإصابة.

ومن المعروف أن المواد التي يصنع منها المستزرعات تعد من أهم المشكلات التي تواجه الجراحين، حيث إنه تصنع من السيراميك الهش أو البوليمرات القوية (**شكل 35**)، التي لا يمكن تشكيلها في أشكال معقدة، والتي غالبا ما تنتج عن الجروح والإصابات، كما أنها تحتاج لأجهزة تثبيت معدنية الأمر الذي يتطلب إجراء أكثر من عملية جراحية لتركيبها وإزالتها.

وطور علماء ما ساشوستس مستزرعات جديدة تتكون من جزيئات النانو بالقلب تتأثر بالحرارة ولها صفات أنسجة الجسم.

ومن أهم صفات المستزرعات الجديدة إمكانية تنشيطها، وتشكيلها عند تعريضها للحرارة تبعًا لمكان الجرح قبل إجراء الجراحة، وتصغيرها بحيث لا يتم إحداث إلا جرح بسيط لإدخال

المستزرعات، ثم بعد إدخال المستزرع يتم تعريضها للحرارة مرة أخرى، لتعود إلى الشكل المصمم من البداية، وذلك خلال ثواني معدودة.

وتتكون المستزرعات الجديدة من مواد عضوية قابلة للتحلل بالجسم (biodegradable)، لذا فإنها لا تحتاج إلي عمليات جراحية أخرى لإزالتها كما أنه من الممكن تحميلها بالعقاقير المناسبة لتسريع عملية نمو العظام.

ويقوم العلماء حاليًا بإجراء الاختبارات على حيوانات المعامل، وفي حال نجاحها فإنهم سيبدؤون بإجراء الاختبارات السريرية على البشر.

ألياف نانو لتعزيز نمو غضاريف الركبة:

نجح علماء جامعة نورث ويسترن الأمريكية في تطوير جل (gel) يتكون من ألياف نانو (Nanofiber) يعزز نمو الغضاريف بالمفاصل المتضررة وبدون الحاجة لعوامل نمو التي قد تكون باهظة الثمن.

ومن المعروف أن الطريقة المتبعة حاليًا (Microfracture) تقوم على إحداث ثقوب بالعظام الملاصقة للغضاريف المتضررة و ذلك للسماح بنمو أوعية دموية جديدة و هو ما يساعد على نمو الغضاريف مرة أخرى.

ولكن معظم الغضاريف المنتجة نتيجة طريقة (Microfracture) تتكون من نوع (Type I collagen) وهو ما يجعلها تشبه الأنسجة الناتجة عن الإصابات و الجروح.

أما الطريقة الجديدة فتقوم على استخدام الجل المكون من ألياف نانو حيث يتم حقنه بالمفصل المتضرر من اجل تنشيط الخلايا الجذعية بالنخاع العظمي و إنتاج الكولاجين من نوع (Type II collagen) و هو ما يؤدي لإصلاح الغضاريف بالمفصل (**شكل 36**).

ويقول العلماء: إن (Type II collagen) هو البروتين الرئيس بالغضاريف المفصلية (Articular cartilage) وهو عبارة عن نسيج رابط أبيض و أملس يغطي أطراف العظام عند التحامها بالمفصل[1].

و أجرى العلماء اختبارات على حيوانات المعامل باستخدام الجل الجديد حيث أظهرت النتائج نجاح الطريقة الجديدة في علاج المفاصل بشكل أكثر كفاءة مقارنة بالطريقة الحالية (Microfracture).

(1) www.hamst7oob.com

استخدام تكنولوجيا النانو في تصنيع سقالات العظام:

إن الهدف الرئيس من العمل البحثي هو اختلاق البنية الأمثل المكونة للعظم عبر تقنيات هندسة الأنسجة، وللحصول على هذا الهدف سقالة خلايا الجذعية والوسيطة الحاوية على أبعاد النانو /ميكرو تم إجراء التحقيق من فعاليتها ونشاطتها.

وفي ممارسات هندسة الأنسجة، والسقالة المستخدمة يجب أن تكون مماثلة للمصفوفة الخلوية الإضافية من الأنسجة المستهدفة. في هذا الصدد، لقد تم توليف سقالات الهيدروكسيل فى أبعاد الميكرو و النانو لحمض اللبولي أكتيك الأباتيت. مركب من المواد المذكورة يقدم الخواص الميكانيكية الأكثر ملاءمة ويوفر الاتصالات المعززة المكونة للعظم. الفضل لأبعاد نانو مترية من جزيئات هيدروكسيل الأباتيت التى تم تطبيقها، فى غضون ذلك سقالة التى تم إنتاجها؛ لديها تتشابه قريبًا من نظيرتها الطبيعية[1].

(1) وقد تم نشر تقارير مفصلة عن هذا العمل البحثي في مجلة مواد العلوم والهندسة C، مجلد 29، صفحات 942-949، 2009 والمجلة الإيرانية في التكنولوجيا الحيوية، مجلد 8، صفحات 234-242، 2010.

توليف سقالات العظام عن طريق سيراميك النانو:

لقد تم تصنيع نوع من سقالة الخزف ذات البنية النانومترية باستخدام عظام الأبقار باستخدام طريقة منخفضة التكلفة من خلال جهود الباحثين في جامعة أصفهان للتكنولوجيا.

وهذا البحث يقدم أسلوبًا جديدًا، منخفض التكلفة، وطريقة اقتصادية لتوليف نوع من سقالات العظام القيمة التي تستخدم في الصناعة الطبية وهندسة الأنسجة.

ومن القيود الملزمة لزرع المسامى تكمن في لزوم المسام على أن قطرها يساوي ما لا يقل عن 100 ميكرومتر للسماح الشعيرات توفير الدم للأنسجة الضامة النامية. ومن الملاحظ أن أنسجة الأوعية الدموية لا تظهر فى المسامات التي يقل قطرها عن 100 ميكرومتر.

السيراميك فوسفات الكالسيوم ثنائية الطور التي تضم وجهين من هيدروكسيباتيت وبتا تري الكالسيوم هو اختيار جيد لاستبدال الأضرار بالعظام؛ حيث يمكن استخدام المنتجات المذكورة في الصناعة الطبية وتطبيقات هندسة الأنسجة وحشو تلف العظام[1].

(1) ونشرت تفاصيل هذه الدراسة في Materials Letters، حجم 64، صفحات 993-996، 2010.

تحسين الخواص الميكانيكية لسقالات العظام:

حاليًا أساليب العلاج الأولي للعظام مثل الزراعة الدائمة يتم استبدالها بالمواد المستدامة بيئيًّا والقابلة للتحلل. لذا فإن الموضوع الجديد من «هندسة الأنسجة والعظام» جنبًا إلى جنب مع تكنولوجيا النانو جعل من الممكن الاقتراب من الهيكل الطبيعي للعظم.

ولقد تمت دراسة الطرق المختلفة لخلط اثنين من البوليمرات وإنتاج السقالة. وأخيرًا، لمزيد من التحقيقات تم اختيار أسلوب هجين من «الصب والتجفيف من خلال التجميد» لتوليف مركب متناهي في الصغر الطبقي.

نجح الباحثون في جامعة أصفهان للتكنولوجيا في اختراع طريقة جديدة لإنتاج سقالة لها تطبيقات في هندسة النسيج العظمي. والسقالة هي بنية بمركب متناهٍ في الصغر مصنوعة من جيلاتين وهيدروكسيباتيت.

ومن أجل إنشاء مركب متناهٍ في الصغر ثلاثى الأبعاد (D3)، قطعت الطبقات التي تم توليفها، وتمسك جنبًا إلى جنب مع كمية صغيرة جدًّا من حل جيلاتين نقي. في نهاية المطاف، ثم يتم تغميس بنية مركب متناهٍ في الصغر تم الحصول عليها

في حل جلوتار ألدهيد glutar aldehyde من أجل زيادة قوتها. وفيما بعد، تم تجفيف المواد المتوجة وأعدت لاختبارات مختلفة. ولعل الاستفادة من هذا البحث، هو إمكانية إنتاج السقالات مع بنية مسامية متجانسة ومراقبة في الوسط والسطح لتجارب مختلفة[1].

تقليص الأعراض الجانبية لزراعة العظام:

نجحت شركة تكنولوجيا الخلايا الجذعية في إيران في الآونة الأخيرة بتركيب السقالات المناسبة للنسيج العظمي، مما يقلل الآثار الجانبية لزرع العظام عبر تقنية الغزل الكهربائي (Electrospinning).

إن إعداد السقالة لديها ألياف النانو من أقطار متساوية تقريبًا وعيوب شكلية صغيرة. ونتيجة لذلك، فالسقالات التي تم توليفها عرضت القوة الميكانيكية العالية وأيضًا عززت التوافق مع الخلايا الجذعية. وتتألف السقالة من ثلاثة أجزاء البوليمر منفصلة، وأيضًا قسم غير عضوي. لتعزيز تأثير الجزء العضوي والحصول على بيئة أكثر واقعية للظروف الطبيعية، كانت هيدروكسيباتيت النانوية ((Ca5(OH)(PO4)3[x]) وقعت

(1) وقد نشر هذا البحث بالتفصيل في مجلة مركب البوليمر، Polymer Composite المجلد. 31، صفحات 2112-2120، 2010.

بين ألياف النانو من خلال أسلوب الحل. وكانت الجسيمات هيدروكسيباتيت النانوية المستخدمة هي نشطة بيولوجيا، وذات تأثير في اتجاه العظام. هذه الجسيمات النانوية لديها مورفولوجيا مكعبة بلورية ذات أبعاد أقل من 200 نانومتر.

ساهم وجود البلورات النانوية هيدروكسيباتيت داخل مركب عظمي لعملية التنوي الثانوية خلال تمعدن العظام إلى حد كبير، التي قدمت نسبة الطاقة العالية لتشكيل ماده الأباتيت.

بعد إعداد المحاليل الحيوية والمعلقات، عقب عملية الغزل الكهربائي (Electrospinning) بعناية والسقالات نانو ألياف (Nanofibrous) المتنوعة مع نسب المحتويات المختلفة من البوليمر/المواد غير العضوية لقد تم توليفها لاستخدمها في وقت لاحق لإجراء الدراسات في المختبر.

ومن الجدير بالذكر أن السقالات المقترحة متفوقة على تلك التقليدية التي قدمتها هندسة الأنسجة، لأنها تزيل الحاجة إلى جراحة إضافية لإزالة الغرسات[1].

(1) يتم نشر مزيد من التفاصيل عن هذا العمل البحثي في مجله IPJ، المجلد 19، صفحات 457-468، 2010.