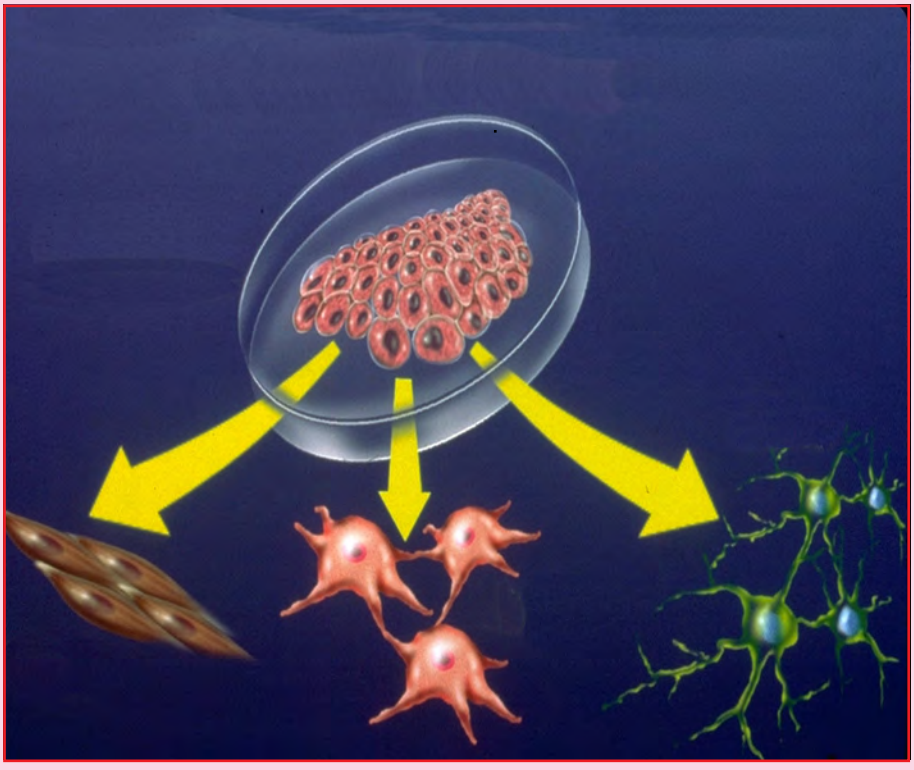
مركز تعريب العلوم الصحية

ACMLS ـ دولة الكويت

الخلايا الجذعية



تأليف : د. موسى قاسه

مراجعة : مركز تعريب العلوم الصحية

61 سلسلة الثقافة الصحية

المحتويات

المقدمة ..... ج

التمهيد ..... هـ

المؤلف في سطور ..... ز

مقدمة المؤلف ..... ط

الفصل الأول : الخلية الجذعية 1

الفصل الثاني : زرع نقي العظم 15

الفصل الثالث : أسئلة وأجوبة عن الخلايا الجذعية 23

الفصل الرابع : أخلاقيات أبحاث الخلايا الجذعية الجنينية 29

الفصل الخامس : آخر مستجدات أبحاث الخلية الجذعية 33

المراجع : 41

المقدمة

يتناول هذا الكتاب موضوع الخلايا الجذعية بما له من أهمية متزايدة في هذا العصر، حيث تعتبر المعالجة بالخلايا الجذعية من أهم الوسائل العلاجية المبتكرة في الطب الحديث، حيث إن هذه الخلايا لديها القدرة على علاج عدد كبير جداً من الأمراض، ومن أهمها أمراض القلب والسرطان.

لقد قطع التقدم العلمي في المجال الطبي أشواطاً كبيرة، وكان له صولات وجولات في علاج معظم الأمراض المزمنة، ولكنه يظل محدود القدرات أمام بعض الأمراض المستعصية. ونجد أن المعالجة أحياناً تتميز باعتمادها على علاجات قائمة على أساس الهدم وليس البناء، وهي في ذلك تستخدم طريقين: الجراحة واستئصال العضو بدلاً من إصلاحه، والأدوية التي تعرض المرضى للعديد من التأثيرات والأعراض الجانبية. ومن هنا جاءت فكرة العلاج بالحقن بالخلايا الجذعية لتلبي حاجاتنا للعلاج بطريقة البناء وإعادة بناء ما تعرض للهدم، وهي بذلك تساعد الأعضاء التالفة على العودة لممارسة وظائفها الطبيعية.

تستخدم هذه الخلايا في الكثير من الدول، لعلاج بعض أمراض القلب والعظام والعيون، ومن أهم مزايا هذه الخلايا أنها تستطيع إصلاح واستبدال الخلايا التالفة عند زراعتها في العضو المصاب، وهذا يغني عن الحاجة لاستبدال العضو. ونتمنى أن يفيد هذا الإصدار المهتمين بالدراسات على الخلايا الجذعية ودورها في معالجة الكثير من الأمراض.

والله ولي التوفيق،،،

الدكتور عبد الرحمن عبد الله العوضي

الأمين العام

مركز تعريب العلوم الصحية

التمهيد

يتكون جسمنا من تريليون خلية، وتلك الخلايا هي التي تشكل جميع أعضائنا، فالعظم مكوَّن من خلايا عظمية، والعضلات مكوّنة أيضاً من خلايا عضلية... ولكن ليست كل خلايا جسمنا متشابهة تماماً، فالخلية العضلية لا تشبه الخلية العظمية، ولا تشبه الخلايا الدموية، إذ أن الخلية العظمية مسؤولة عن تكوين العظم، والكرية (الخلية) البيضاء مسؤولة عن الدفاع عن الجسم، وهكذا فإن لكل خلية من خلايا أعضائنا وظيفة خاصة تختلف عن الخلية من النمط الآخر.

ومن ناحية أخرى كل يوم تموت عدة مليارات من الخلايا- لأسباب مختلفة - فإذا كان الجسم غير قادر على تعويض الفاقد من هذه الخلايا، لما استطعنا بالكاد، أن نعيش أكثر من شهرين فقط، ويكمن السر في وجود خلية في كل عضو أو نسيج من أنسجة الجسم، وهذه الخلية تسمى الخلية الجذعية.

وتأتي أهمية تلك الخلايا من كونها تستطيع تكوين أي نوع من الخلايا المتخصصة بعد أن تنمو وتتطور إلى الخلايا المطلوبة، لذلك يبحث العلماء عن الطرق التي يستطيعون من خلالها الاستفادة من قدرة الخلايا الجذعية على تجديد مختلف خلايا الجسم المتضررة أو المصابة، مما سيفتح لنا باباً واسعاً لمعالجة طائفة كبيرة من الأمراض التي استعصت على العلاجات المتوافرة حالياً.

وتكمن أهمية هذا الكتاب في أنه يتناول موضوع الخلايا الجذعية، بماله من أهمية مستقبلية، موضحاً تعريف الخلايا الجذعية وأنواعها وتقنيات الحصول عليها، بالإضافة إلى أحدث التطبيقات التي تستخدم فيها. كما يتطرق الكتاب إلى عملية زرع نقي العظم، باعتبارها من تطبيقات الخلايا الجذعية الممارسة بنجاح منذ الستينيات. ويجيب الكتاب عن العديد من التساؤلات التي تهم المريض والباحث في موضوع الخلايا الجذعية، كما أنه يوضح الآراء المتعارضة التي أثيرت حول هذا الموضوع.

وأخيراً، نأمل أن يكون هذا الكتاب مفيداً للقارئ العربي.

والله ولي التوفيق،،،

الد كتور يعقوب أحمد الشراح

الأمين العام المساعد

مركز تعريب العلوم الصحية

المؤلف في سطور

• الدكتور موسى حيدر قاسه

- سوري الجنسية، ولد عام 1967.
- حاصل على بكالوريوس الطب ـ جامعة حلب ـ سوريا 1991.
- حاصل على درجة الماجستير في الأمراض الباطنية ـ جامعة دمشق ـ سوريا 1994.
- يعمل طبيب ـ وزارة الصحة ـ دولة الكويت.

مقدمة المؤلف

أصبحت الحاجة إلى البحث العلمي في وقتنا الحاضر أشد منها في أي وقت مضى، حيث أصبح العالم في سباق للوصول إلى أكبر قدر ممكن من المعرفة الدقيقة المثمرة التي تكفل الراحة والرفاهية للإنسان. ويُعد البحث العلمي ركناً أساسياً من أركان المعرفة الإنسانية في ميادينها كافة، كما يُعد أيضاً السمة البارزة للعصر الحديث.

إن البحث العلمي الذي يراعي الضوابط الشرعية والأخلاقية له منافعُ جمة أفادت الإنسانية، وعادت عليه بالنفع الكبير والخير الوفير، ولاسيما في المجال الطبي حيث تنقذ تلك الأبحاث حياة الإنسان التي هي أسمى ما في الوجود، أو تفرج عنه معاناته من بعض الأمراض الخطيرة والمستعصية على العلاج. وتكمن أهمية البحث العلمي على الخلية الجذعية بالذات في أن التقدم في هذا المجال سيوفر لنا معالجات لطائفة واسعة من الأمراض ـ وليس لمرض واحد فقط - المهددة للحياة أو المستعصية على العلاج التي يعاني منها الملايين من الناس حول العالم. وستزيد معرفتنا أكثر عن أسباب حدوث الأمراض، وبالتالي سنعرف كيف نشخصها، وكيف يمكن أن نمنعها أو نعالجها.

إن أبحاث الخلية الجذعية تقدم لنا شروحاً عن تطور الخلية الطبيعية، ومسارها، وآليات عملها، وتفسر لنا الشذوذات التي تصيب الخلية وتجعلها تحيد عن مسارها الطبيعي وتتحول إلى خلية مريضة أو إلى خلية سرطانية.

وفي هذا الإصدار المهم نتمنى أن نكون قد نجحنا في تبسيط المعلومات ما أمكن عن الخلية الجذعية لكي يستطيع أن يفهمها القارئ.

والله الموفق

الدكتور/ موسى قاسه

الفصل الأول

الخلية الجذعية

تعريف الخلية الجذعية:

هي خلية غير متخصصة لها القدرة على التطور والنمو إلى العديد من الخلايا المتخصصة المختلفة، لذلك فالخلية الجذعية هي الخلية "الأم" لكل أنواع الخلايا، وسميت "جذعية" نسبة لجذع الشجرة الذي ينمو ويعطي الأغصان، والأخيرة تنمو وتعطي الأوراق والأزهار والثمار.

وتوجد الخلية الجذعية في الجنين وذلك في مراحله الأولى، كما أنها توجد أيضاً في العديد من الأنسجة بأعداد مختلفة، من أجل إصلاح الأنسجة في حال تعرضها لأذى. أي أن الخلايا الجذعية تختلف عن الخلايا الأخرى، بخاصتين مهمتين:

الأولى: هي أنها خلايا غير متخصصة قادرة على تجديد نفسها بالانقسام الخلوي.

الثانية: هي أنها وتحت ظروف معينة تتكاثر وتنمو لتصبح نسيجاً لعضو من أعضاء الإنسان.

(الشكل 1): الخلية الجذعية مثل جذع الشجرة التي تنمو لتعطي كل أنماط الخلايا

(الشكل 2): الخلية الجذعية

وتنبع أهمية الخلية الجذعية ـ التي يتم إجراء كل الأبحاث عليها ـ من إنها كما ذكرنا هي "المعمل" الذي يصنع كل أنسجة وأعضاء الجسم، وبالتالي فإذا استطعنا أن نفهم ونكتشف ونسيطر على الخلية الجذعية فسنكون عندئذ قادرين على معالجة العديد من الأمراض المستعصية على المعالجات الحالية، فمثلاً إذا كان لدى مريض تخرب في الدماغ بسبب سكتة دماغية، فيمكن أن نستعيض عن النسيج العصبي المتخرب بنسيج آخر جديد عن طريق حث الخلية الجذعية لكي "تُصنع" نسيجاً جديداً بدل النسيج المتخرب، وهذا حلمٌ جميلٌ إذا أمكن الوصول إليه فإنه سيعتبر تقدماً طبياً خارقاً لا يساويه أي تقدم. وقد تم إحراز بعض التقدم في هذا المجال، ولكننا ما زلنا في بداية طريق طويل وشاق.

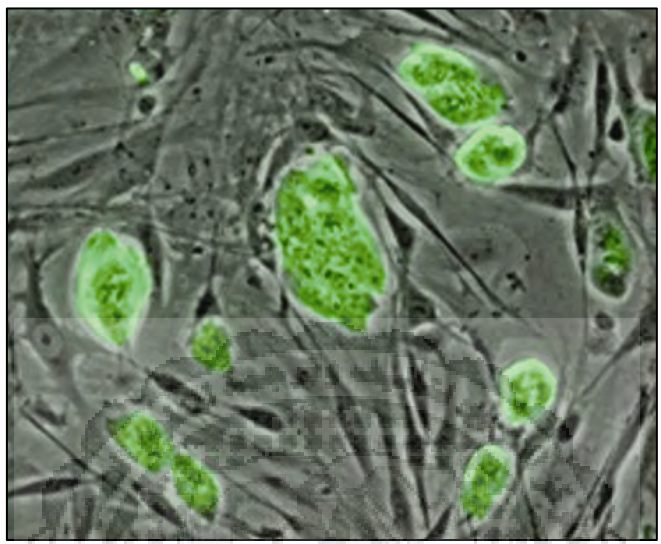
أنواع الخلايا الجذعية:

هناك نوعان رئيسيان من الخلايا الجذعية هما: الخلايا الجذعية الجنينية، والخلايا الجذعية البالغة. وحديثاً هناك نوعان آخران من الخلايا ذات مميزات مشابهة للخلايا الجذعية، وهما: الخلايا الجذعية متعددة القدرة المحرَّضة (CIPS)، والخلية الطليعية.

1. الخلايا الجذعية الجنينية:

يبدأ تكوين الإنسان بتلقيح الحيوان المنوي للبويضة لتتكون البويضة المخصبة، وهذه البويضة عبارة عن خلية واحدة، هذه الخلية لها القدرة الكاملة لتكوين أي نوع

من أنواع الخلايا الأخرى (خلايا عظمية ودموية وعصبية وعضلية...)، ولذلك تسمى خلايا جـذعيــة شاملة الوسع (الخلايا الجذعية كاملة القدرة) (Totipotent Stem Cells).

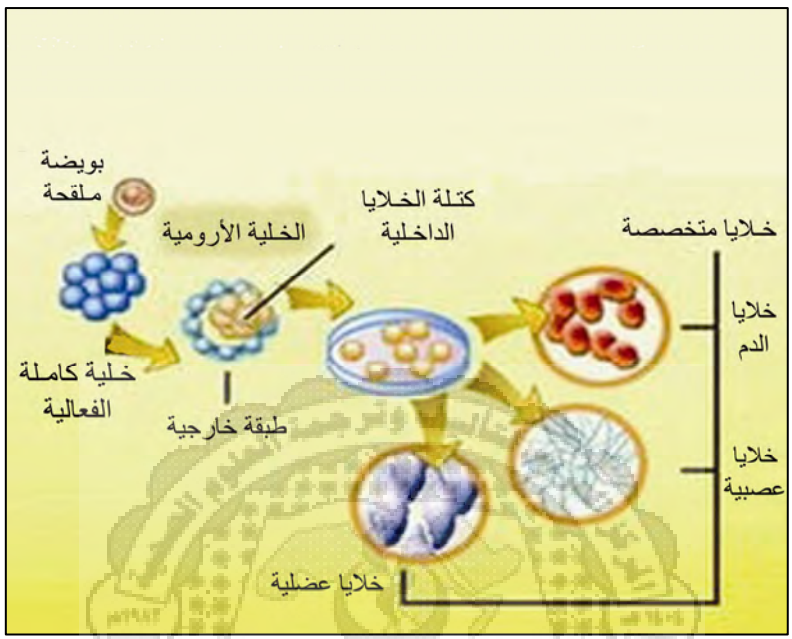


(الشكل 3): الخلية الجذعية (كاملة القدرة) شاملة الوسع

وتبدأ في الساعات الأولى بعد الإخصاب انقسام للبويضة المخصبة لتصبح مجموعة من الخلايا، وهذه الخلايا أيضاً لها القدرة الكاملة، ويمكن لكل خلية من هذه الخلايا إذا زرعت في رحم أنثى أن تنشئ جنيناً كاملاً مع الأنسجة الداعمة له من المشيمة والأغشية المحيطة به، وهذا بالضبط ما يحدث في التوائم المتماثلة؛ حيث تنفصل خليتان من الخلايا كاملة القدرة لتكوّن جنينين متماثلين وراثيّاً تماماً.

وبعد أربعة أيام من التلقيح وبعد عدة دورات من انقسام الخلايا، تبدأ الخلايا كاملة القدرة في إنتاج خلايا متخصصة مكونة كرة مفرغة تسمى الخلية الأرومية (Blastocytes)، وهذه الخلية الأرومية لها طبقة خارجية من الخلايا التي تكوّن المشيمة والأنسجة الداعمة لنمو الجنين في الرحم. أما في جوف الكرة، فتوجد كتلة من الخلايا تسمى الكتلة الخلوية الداخلية، والتي يتكوّن منها جميع أنسجة وأعضاء الجنين. ولكن هذه الخلايا تختلف عن خلايا الكتلة الخارجية بأنها لا تستطيع تكوين كائن حي بمفردها؛ لأنها غير قادرة على تكوين الأنسجة الداعمة للجنين؛ ولذلك تسمى هذه الخلايا بالخلايا الجذعية متعددة القدرات (الخلايا الجذعية وافرة القدرة)

(Pluripotent Stem Cells)، والتـي تعـطي العديد من أنـواع الخلايـا، ولكنهـا لا تستطيع أن تعطي كل الخلايا اللازمة لنمو الجنين.



(الشكل 4): مراحل انقسام الخلايا الجذعية لتكوّن خلايا تخصصية

ومن ثمّ تبدأ خلايا الكتلة الخلوية الداخلية في التكاثر بالانقسام المتكرر، وتبدأ بإنتاج خلايا متخصصة من نوع آخر، مثل خلايا الدم الجذعية التي تكوّن كل خلايا الدم، وخلايا العضلات الجذعية التي تكوّن العضلات، وخلايا الجلد الجذعية التي تعتبر مصدراً لكل خلايا الجلد، وهذه الخلايا المتخصصة تسمى الخلايا متعددة القدرات(Multipotent Stem Cells)، وهي التي توجد في أجسامنا حالياً.

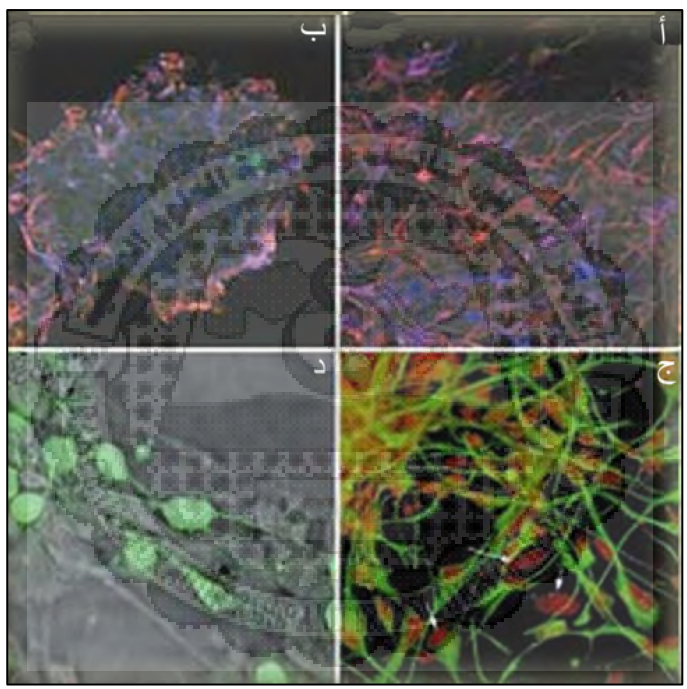
يتم الحصول على الخلايا الجذعية الجنينية من الجزء الداخلي من الخلية الأرومية (Blastocyte)، وكل الأبحاث التي تجرى لهذا التاريخ تتم على الخلايا الجذعية الجنينية المأخوذة من الفئران أو من البشر.

2. الخلايا الجذعية البالغة:

هي خلايا توجد في كل أنسجة الجسم، لها القدرة على الانقسام والتمايز لعدة أنماط من الخلايا، ولكنها غير قادرة على إعطاء كل الأنماط الخلوية في الجسم البشري، كما

هو الحال في الخلايا الجذعية الجنينية، وإنما تعطي خلايا من نفس النمط الخلوي لهذا النسيج التي سبق أن تخصصت فيه فقط، فمثلاً، يوجد في العظم خلايا جذعية، والتي تتكاثر لتعطي الخلايا العظمية حصراً، وأيضاً هناك في القلب خلايا جذعية تتكاثر لتعطي خلايا قلبية حصرياً، ووظيفة هذه الخلايا الجديدة البالغة هي المحافظة والترميم للنسيج الذي توجد فيه، عبر تعويض الخلايا الميتة أو المصابة.

كما توجد خلايا جذعية للُحمة المتوسطة في نقي العظم التي يمكنها أن تتمايز إلى خلايا عضلية وخلايا بانية للعظم... إلخ.



(الشكل 5): أشكال الخلية الجذعية البالغة

تجرى الأبحاث على إيجاد التطبيقات العلاجية المناسبة للخلية الجذعية. وسأطرح مثالاً لكي نفهم وظيفة هذه الخلايا، **وهو ماذا سيحدث عندما يتعرض الجلد لجرح بسيط؟** الإجابة: الذي سيحدث هو التئام كامل للجرح، ويعود سبب ذلك إلى الخلايا الجذعية البالغة (الخلايا القاعدية في طبقة الجلد) التي قامت بالانقسام وتجديد طبقة الجلد المتضررة، ولكن إذا كان الجرح عميقاً. وتأذت الخلايا القاعدية، عندها لن يحدث الالتئام وتبقى ندبة في مكان الجرح.

أشهر الخلايا الجذعية البالغة، وأكثرها استخداماً هي تلك المشتقة من نقي العظم، وهي أول ما تم اكتشافه من هذا النمط من الخلايا. ففي نقي العظم يوجد نوعان من هذه الخلايا على الأقل:

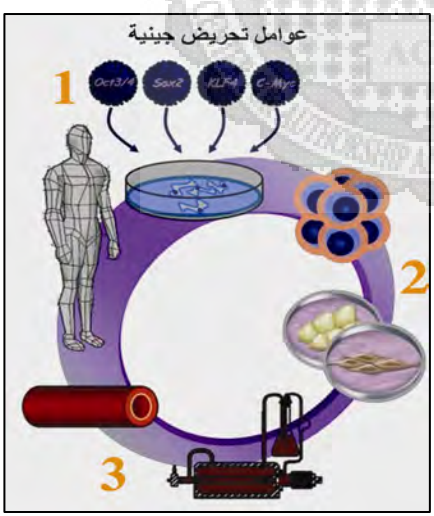
النوع الأول: الخلايا الجذعية المكونة للدم(Hematopoietic stem cells)، وهي خلايا قادرة على تشكيل كل الخلايا الدموية في الجسم، وهي التي تستخدم في علاج بعض أمراض الدم عبر عمليات زرع نقي العظم.

النوع الثاني :خلايا نقي العظم الضامة (Stromal cells bone marrow)، وهي تشكل خليطاً من الخلايا، مثل: خلايا عظمية، أو غضروفية، أو ليفية للنسج السدوّية، وهذا النمط من الخلايا هو الذي يجري استخدامه بشكل واسع في التجارب المخبرية.

ولكن هناك بعض الصعوبات التي تواجه العلماء في الاستفادة من الخلايا الجذعية البالغة، ومن أهمها: أن تلك الخلايا الجذعية البالغة توجد بكميات قليلة مما يجعل من الصعب عزلها، كما ينقص عددها مع التقدم بالعمر، وليس لهذه الخلايا القدرة على التكاثر كما هو في الخلايا الجذعية الجنينية، والأهم من ذلك أن تلك الخلايا قد تحتوي على بعض العيوب نتيجة تعرضها لعوامل داخلية أو خارجية مثل السموم.

3. الخلية الجذعية متعددة القدرة المحرضة

الخلية الجذعية متعددة القدرة المحرضة ـ والتي تختصر بخلايا (Induced Pluripotent Stem Cells; IPS) - وهي نمط من الخلية الجذعية متعددة القدرة المشتقة صناعياً من خلية غير متعددة القدرة، وعادة تشتق (تُصنع) من الخلية الجسمية البالغة ثم يتم تحريض جينات معينة داخلها فتصبح نتيجة لذلك خلية جذعية متعددة القدرة المحرَّضة. وهي مشابهة للخلية الجذعية متعددة القدرة في جوانب كثيرة.



(الشكل 6): مراحل إنتاج الخلية الجذعية متعددة القدرة المحرضة

وإنَّ أول إنتاج للخلية الجذعية متعددة القدرة المحرضة كان في عام (2006) بعد تحريض الخلايا الجسمية للفئران. وفي عام (2007) تم إنتاجها من الخلايا الجلدية للبشر، وقد اعتبر ذلك تقدماً هاماً في أبحاث الخلية الجذعية، ومن المحتمل أن يكون لها استخدامات علاجية هامة دون أن تترك جدلاً أخلاقياً، لأننا لم نحصل عليها من الأجنة البشرية، كما أنها أيضاً من ناحية أخرى أقل ميلاً لأن تسبب الرفض المناعي مقارنة بالخلية الجذعية الجنينية، لأنها مشتقة بشكل كامل من المريض نفسه.

بناءً على الطرق المستخدمة - لإعادة برمجة الخلايا البالغة لكي نحصل على الخلايا الجذعية متعددة القدرة المحرَّضة (IPS) - فإنه يمكن أن يكون لها خطورة يعتد بها، مما قد يقيد من استخدامها في البشر، وكمثال، فقد نستخدم فيروساً لكي يحدث التغير الجيني المنشود في الخلية البالغة، ولكنه يمكن أن يحرض أيضاً الجينات المسببة للسرطان.

في عام (2008)، أعلن العلماء عن اكتشاف طريقة للتغلب عن المشكلة السابقة عن طريق نزع الجينات السرطانية بعد تحريض الخلية الجسمية مما زاد في آفاق استخدام خلايا (IPS) في أمراض البشر. وعلاوة على ذلك، فقد بينت مجموعة من العلماء من جامعة كاليفورنيا عام (2009) بعد أبحاث أجروها، أنه يمكن إنتاج خلايا (IPS) دون إجراء أي تبديل على جينات الخلية البالغة.

4. الخلايا الطليعية

توجد الخلايا الطليعية في كل أنحاء الجسم، وهي مثل الخلايا الجذعية تكون مسؤولة عن تشكل أنسجة معينة من أجهزة الجسم و/أو المحافظة والترميم لتلك الأنسجة أثناء الحياة، ولكنها تختلف عن الخلايا الجذعية بأنها قد تخصصت لحد بعيد، وفي حين أن الخلايا الجذعية يمكنها أن تتكاثر بشكل غير محدود، فإن الخلايا الطليعية يمكن أن تنقسم إلى عدد محدد من المرات، وتوصف الخلايا الطليعية بأنها قليلة القدرة، أو حتى وحيدة القدرة (أي تنتج نوعاً واحداً معيناً من الخلايا فقط)، بعكس الخلايا الجذعية التي هي وافرة القدرة (تنتج أنماطاً مختلفة من الخلايا). كما إن الخلايا الطليعية لا تملك القدرة على تجديد نفسها كما هو في الخلية الجذعية. ولذلك، فالخلايا الطليعية هي مرحلة متوسطة بين الخلية الجذعية والخلية المتخصصة. وبهذه

المميزات فإن الخلية الطليعية تشبه مميزات الخلية البالغة، وأحياناً يشار إليها بنفس المصطلح.

تكون الخلايا الطليعية في حالة كمون داخل الأنسجة، وتنمو ببطء لتعويض الخلايا التي تموت بشكل طبيعي، فتعطي خلايا جديدة بدلاً منها. أما في حالة حدوث إصابة في النسيج الموجودة فيه مثل حدوث ضرر أو موت خلايا، فإن الخلية الطليعية تتنشط بفعل عوامل النمو التي تحثها للتوجه إلى منطقة النسيج المتأذي، وتبدأ بالتمايز إلى الخلايا التي أصيبت بضرر.

وإلى الآن لم يجر عليها أبحاث بالدرجة الكافية، لأنه لم يكتشف إلا أنواع معينة من الخلايا الطليعية، كما أنه ليس من السهل دراستها بسبب قلة أعدادها.

طرق الحصول على الخلايا الجذعية:

1. من الأجنة:

يتم عزل الخلايا الجذعية الجنينية (متعددة القدرة) من أجنة الفئران أو من أجنة البشر في المرحلة التي يكون عمر الجنين فيها (5) أيام تقريباً (الخلية الأرومية)، ومن ثمّ تُنمى تلك الخلايا في مزارع خلوية خاصة، لتأمين بيئة خاصة تحافظ من خلالها تلك الخلايا على حالتها غير المتمايزة، وبدون المزارع الخلوية آنفة الذكر؛ فإن الخلايا الجذعية الجنينية ستتمايز بسرعة.

لا تزال الدراسات تجرى حتى الآن للاستفادة منها في التطبيق العملي، ولا يزال هناك العديد من العقبات التي تواجه زرع تلك الخلايا في الإنسان، ومنها رفض الجسم للخلايا الجذعية المزروعة.

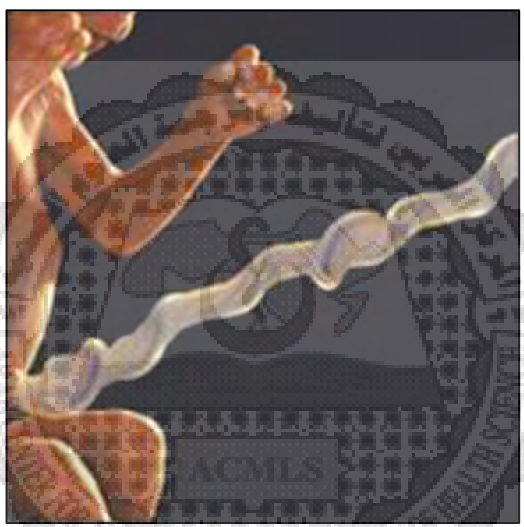
2. من الحبل السري لحديثي الولادة:

الخلايا الجذعية المتوفرة في دم الحبل السري قليلة العدد، كما أنها متوفرة فقط أثناء الولادة، أي يمكن الحصول عليها مرة واحدة في العمر، ولكنها تتميز عن غيرها بمميزات عديدة منها:

أ. تكلفة الحصول عليها منخفضة نسبياً مما يجعلها في متناول الجميع.

ب. لا تتطلب عملية الحصول عليها وتخزينها أي تدخل جراحي، ولا تحتاج إلى تخدير عام، ولا تسبب أي ألم بالنسبة للجنين أو الأم، وبوسع الطبيب المختص القيام بها بسهولة.

ج. تعتبر هذه الخلايا مطابقة تماماً لخلايا المولود لذلك يستحيل رفضها مستقبلاً من قبل الجهاز المناعي الخاص بها، وبالتالي يمكن استخدامها بأمان للطفل الذي أُخذت منه، ومن هنا قد تكون بمثابة (بوليصة تأمين) تستخرجها الأم على حياة طفلها. وهي تستخدم بعد حفظها مرة واحدة فقط سواء لمن أخذت منه، أو لشخص مريض آخر.



(الشكل 7): الحبل السري للجنين، هو أحد مصادر الخلية الجذعية

3. من عملية الاستنساخ:

إن مبدأ الاستنساخ هو أخذ نواة خلية جسدية وزرعها في بويضة تم نزع نواتها. حيث قام العلماء بأخذ بويضة حيوان طبيعية وأزالوا النواة منها، وبعد ذلك أُخذت نواة من خلية جسدية، وزرعت في البويضة (منزوعة النواة)، وبالتالي تم الحصول على خلية جديدة وتبدأ بالانقسام في المختبر. وفي اليوم الخامس سوف تنمو هذه الخلية الجديدة إلى طور الخلية الأرومية - متعددة القدرة - ويمكن في هذه المرحلة إما زرعها في رحم الأم لتكمل (9) أشهر عندما تلد الأم طفلاً عبارة عن صورة طبق الأصل من الشخص الذي أُخذت منه المادة الوراثية للخلية، وهذا ما يسمى بالاستنساخ الكامل للبشر الذي يعترض عليه معظم الناس - أو أن تؤخذ هذه الخلايا (الخلايا

الأرومية) دون أن توضع في الرحم، وإنما تستخلص منها الخلايا الجذعية الجنينية، التي يمكن أن تتحول إلى أي نوع من خلايا الجسم المختلفة، وتوضع في مزرعة خاصة بحيث تتكاثر، وهي في هذه المرحلة دون أن تنتقل إلى المرحلة التالية من النضوج والتخصص، بحيث يمكن استخدامها وتوجيهها من خلال عوامل نمو معينة، أو من خلال حقنها مباشرة في العضو المراد إنتاج خلاياه لتعطي الخلايا المطلوبة مثل الخلايا العصبية، أو خلايا الكبد، أو خلايا القلب.. إلخ.

(الشكل 8): الحصول على الخلايا الجذعية عن طريق الاستنساخ

وهذه الطريقة تتبع تقنية الاستنساخ، وأول مرة استعملت هذه الطريقة كان عام (1977) بواسطة علماء معهد روسلين لإنتاج نعجة بالغة أطلق عليها اسم دولي، واعتبر ذلك حينئذ إنجازاً علمياً مهماً باعتباره دليلاً على إمكانية جعل الأنسجة تنمو بهذه الطريقة.

وقد أثارت تقنية الاستنساخ قضايا أخلاقية ربما يكون حلها بالتوصل في مرحلة ما في المستقبل لانتزاع بعض خلايا من شخص ما أثناء المرحلة الجنينية واستنباتها وتخزينها لحين الحاجة إليها عندما يمرض نفس الشخص. إن الهدف من هذه الطريقة ليس إنتاج كائن حي كامل، وإنما الحصول على الخلايا الجذعية الجنينية لاستخدامها في العلاج. وتمتاز هذه الطريقة بأن الخلايا الجذعية الناتجة متوافقة جنينياً مع الفرد الذي أخذت منه النواة وزرعت في البويضة؛ مما يحل مشكلة رفض الأنسجة من قبل الجهاز المناعي. كما أن لديها القدرة على تكوين أي نوع من الأنسجة داخل الجسم. وكمثال لذلك، فقد نحتاج لخلايا منتجة للأنسولين لكي نزرعها في الشخص المصاب بالسكري، فإذا لم تكن الخلايا الجذعية متوافقة مع الشخص فسوف يتم رفضها، ولكن

بطريقة الاستنساخ لن يتم الرفض لأن الخلايا الجذعية مطابقة لخلايا الشخص لأنها أخذت من الشخص نفسه.

4. **من السائل السلوي:**

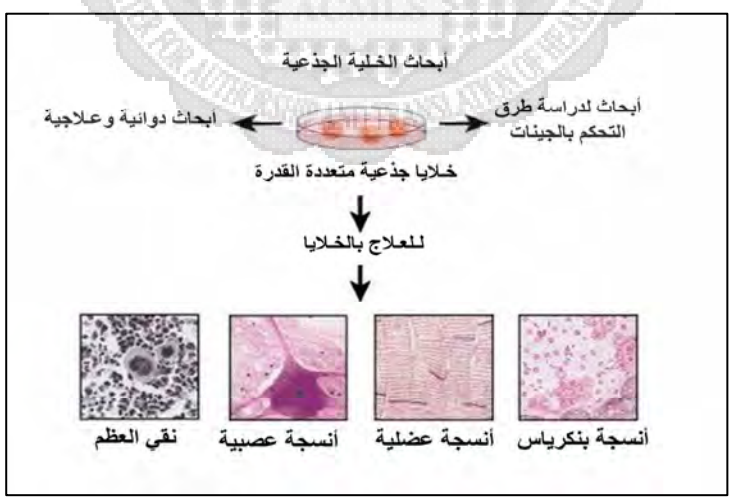
اكتشفت الأبحاث أن الخلايا الجذعية موجودة أيضاً في السائل السلوي (Amniotic fluid) الذي يحيط ويحمي الجنين داخل الرحم، وقد تم التعرف على الخلايا الجذعية من خلال ما يسمى "بزل السائل السلوي"، ويتم ذلك بواسطة غرس إبرة طويلة ورفيعة داخل بطن الأم الحامل للحصول على كمية من السائل السلوي. وقد تم عزل الخلايا الجذعية في هذا السائل، وتحتاج هذه الخلايا للدراسة بشكل أوسع لمعرفة مدى الفائدة منها.

5. **من بعض الأنسجة:**

يتم ذلك من خلال خلايا الأشخاص البالغين، وأهمها نقي العظم.

تطبيقات واستخدامات الخلايا الجذعية

1. ***العلاج الخلوي بالخلايا الجذعية:*** هو استعاضة الخلايا المتأذية أو المختلة وظيفياً أو المريضة بخلايا جذعية جنينية أو بالغة سليمة، وهي مشابهة تقريباً لعملية زرع العضو، ولكنها تستخدم الخلايا بدلاً من الأعضاء في عملية الزرع. وتتم تلك الطريقة على النحو التالي:



(الشكل 9): تطبيقات العلاج بالخلايا الجذعية

ينمي الباحثون أولاً الخلايا الجذعية في المختبر (في مزارع خلوية)، ومن ثمّ تعامل بطرق خاصة (تغيير الوسط الذي تنمو به، أو حتى حقن جينات داخل الخلايا)، حتى تتمايز هذه الخلايا إلى أنماط خلوية نوعية، مثل خلايا عضلة القلب، أو خلايا دموية، أو خلايا عصبية... إلخ، ومن ثمّ يتم أخيراً حقن تلك الخلايا إلى الشخص المريض. وكمثال: في حال الشخص المصاب بمرض قلبي، فسوف يتم حقن الخلايا في عضلة القلب، وبما أن تلك الخلايا المزروعة هي خلايا سليمة فإنها ستشارك في إصلاح الخلل الموجود في عضلة القلب.

وهناك العديد من الأمراض المستعصية على العلاج يكون سببها تخرب بعض الخلايا المكونة لنسيج معين موجود في الجسم، وبالتالي تفقد تلك الخلايا الوظيفة التي تقوم بها، مثلاً، ينجم الداء السكري عند الشباب عن تخرب الخلايا التي تصنع الأنسولين مما يؤدي إلى فرط سكر الدم، وبسبب تخرب تلك الخلايا يضطر المريض أن يحقن نفسه بحقن الأنسولين طيلة عمره، مما يعرضه للمضاعفات السلبية لتلك الحقن، ولكن قد يتمكن العلماء في المستقبل من الحصول على الخلايا المسؤولة عن إفراز الأنسولين عن طريق تمايز الخلايا الجذعية الجنينية البشرية في المزارع الخلوية. ثم زرعها مكان خلايا البنكرياس المصابة، وبذلك يشفى مريض السكري بشكل كامل من المرض.

وهناك العديد من الأمراض التي يمكن أن نطبق فيها طريقة العلاج الخلوي بالخلايا الجذعية وأهمها: السرطانات، وخاصة سرطانات الدم، مرض باركنسون، أذيات الحبل النخاعي، التصلب المتعدد، إصابات العضلات، أمراض القلب (مثل احتشاء العضلة القلبية)، مرض السكري، الحروق، التهاب المفاصل. ويوضح (الجدول رقم 1) أهم الأمراض التي من المحتمل أن يطبق عليها العلاج بالأنسجة المشتقة من الخلايا الجذعية.

2. ***معرفة سبب حدوث بعض الأمراض الخطيرة،*** مثل السرطانات والشذوذات الخلقية. وذلك عن طريق مراقبة تحول الخلايا الجذعية إلى خلايا بالغة، ومن ثمّ تصبح بالنهاية خلية عظمية أو عضلة قلبية أو خلايا عصبية أو أعضاء أخرى وأنسجة. وسيكون لدى الباحثين والأطباء معرفة أفضل للأسباب الحقيقية لحدوث أنواع مختلفة من الأمراض المستعصية على العلاجات.
3. ***تساعدنا الأبحاث على الخلايا الجذعية في المجال الدوائي،*** وذلك باختبار وتقييم الأدوية الجديدة من حيث سلامتها وجودتها وفعاليتها قبل تطبيقها على البشر،

فسوف تبين الاختبارات مثلاً فيما إذا كان للدواء الجديد أي تأثير على الخلايا، أو إذا كانت الخلايا ستصاب بأي ضرر عند تطبيقه.

(الجدول رقم 1): أهم الأمراض التي يمكن أن يطبق عليها العلاج بالأنسجة المشتقة من الخلايا الجذعية

نوع الخلية الجذعية	المرض
خلايا عصبية.	مرض باركنسون، الخرف، إصابات الحبل النخاعي المتعدد، السكتة الدماغية، التصلب العديد.
خلايا عضلة القلب.	احتشاء عضل القلب، فشل القلب.
خلايا منتجة للأنسولين.	داء السكري.
الخلايا الغضروفية.	الفصال العظمي (تنكس المفاصل).
الخلايا الدموية.	ابيضاض الدم، نقص المناعة، الأمراض الدموية الوراثية، سرطانات الدم، أمراض دموية أخرى.
خلايا الكبد.	التهاب الكبد، تشمع الكبد.
خلايا الجلد.	الحروق، شفاء الجروح.
خلايا العظم.	تخلخل العظم.
خلايا الشبكية في العين.	التنكس البقعي.
خلايا العضلات الهيكلية.	مرض الحثل العضلي.

4. ***التغلب على الرفض المناعي:*** إن المشكلة الكبرى التي تواجه الأطباء في زرع الأعضاء (مثل زرع الكلى أو الكبد أو القلب) تكمن في رفض الجسم للعضو المزروع، حيث يتعرف الجسم على الطعم كجسم غريب عليه، وبالتالي يهاجم الجهاز المناعي للجسم العضو المزروع ويتلفه مما يتسبب في فشل زرع العضو، ولكن سيكون في حال تطبيق استخدام الخلايا الجذعية المأخوذة من الجسم نفسه فائدة كبيرة حيث لن يحدث رفض الجسم للخلايا المزروعة، لأنها مشتقة من الخلايا الجذعية للجسم نفسه.

5. ***الفائدة الاقتصادية:*** إذا تم نجاح الأبحاث في ميدان استخدام الخلايا الجذعية في العلاج، فإنه سيتم علاج طائفة كبيرة من الأمراض المستعصية على العلاج مثل الخرف، السكتة الدماغية، أمراض القلب، السرطان، والأمراض المزمنة الأخرى والتي تحتاج إلى عناية طبية طويلة الأمد وإلى استعمال الأدوية لفترات طويلة مما يشكل عبئاً مادياً باهظاً، وبنجاح تلك الطريقة سنوفر تكاليف العلاج، وسنوفر أيام العمل حيث لن يضطر المرضى للتغيب عن أعمالهم.

الفصل الثاني

زرع نقي العظم

لقد سمعنا عن الآمال المبالغ فيها التي تحملها الخلايا الجذعية بخصوص المدى الواسع للأمراض التي ستعالجها في المستقبل، ولكن ما يجب أن نعلمه أنه لا يزال هناك الكثير من العمل يجب إنجازه حتى تصبح تلك الأبحاث آمنة وفعالة ، ونتمنى أن تنجح تلك الأبحاث في مسعاها لشفاء الأمراض التي استعصت على المعالجات الحالية.

وسنركز في هذا الفصل على زرع نقي العظم لأنه المجال المطبق في الممارسة العملية منذ الستينيات وبشكل ناجح، أما استخدامات زرع الخلية الجذعية في الأمراض والحالات الأخرى فهي عموماً ما زالت قيد الدراسة والتجارب.

لمحة فيزيولوجية عن تكوّن الدم

من الضروري لكي نفهم كيف يتم زرع نقي العظم أن تكون لدينا فكرة عن مراحل تكوّن الدم، وعن أنواع الخلايا التي يحتويها.

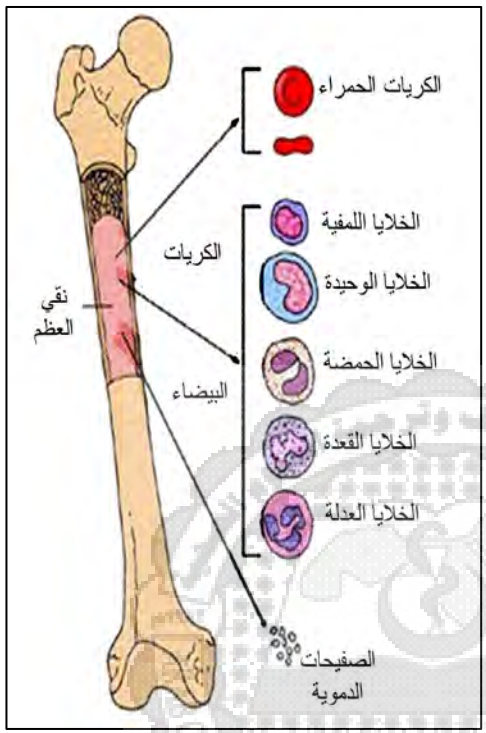
يبدأ تكوّن الدم منذ الأسابيع الأولى من المرحلة الجنينية ، ويعتبر الكبد والطحال هما العضوين الرئيسيين المسؤولين عن تكوّن الدم، حتى أسبوعين بعد الولادة. ويعتبر نقي العظم المصدر الأهم لتكوّن الدم اعتباراً من الشهر السابع من عمر الجنين، ويصبح نقي العظم المصدر الوحيد لإنتاج الدم بعد ذلك في مرحلة الطفولة والكهولة الطبيعية.

ويحدث إحلال متزايد لنسيج دهني محل نقي العظم اعتباراً من مرحلة الطفولة المبكرة وعلى امتداد العظام الطويلة، ومتجهاً نحو الهيكل العظمي المركزي تاركاً عظام العمود الفقري والأضلاع وعظم القص وعظام الحوض التي تشكل المصدر الرئيسي لتكوّن الدم، لذلك فعندما يريد المعالج أن يأخذ خزعة أو خلايا من نقي العظم، فهو يختار غالباً عظم الحوض أو القص.

ويمكن اعتبار الدم نسيجاً سائلاً، يدور في الجسم، ويبلغ حجمه (5) لتراً تقريباً في الإنسان البالغ، ويتألف الدم من خلايا، والتي تشكل (45٪) من حجمه، بينما يشكل سائل البلازما باقي الحجم.

وتتألف خلايا الدم من: خلايا (كريات) الدم الحمراء، خلايا (كريات) الدم البيضاء، وصفيحات الدم.

إنَّ كلاً من الكريات الحمراء والصفيحات هي خلايا متجانسة ومتشابهة، أي أن كل كريات الدم الحمراء متشابهة شكلاً ووظيفةً، وكذلك الصفيحات الدموية متشابهة من حيث الشكل والوظيفة، أما خلايا الدم البيضاء فهي غير متشابهة، حيث إنها تتألف من العديد من الخلايا التي تختلف عن بعضها من حيث الشكل والوظيفة، فهناك الخلايا اللمفية والعدلات والحمضات والقاعدات، وتلعب الخلايا اللمفية (التي هي نوع من كريات الدم البيضاء) دوراً هاماً في المناعة، ولاسيما فيما يتعلق برفض أو قبول الخلايا أو النسج أو الأعضاء المنقولة من إنسان لآخر، فهي تهاجم أي جسم غريب ليس من الجسم.



(الشكل 10): الخلية الجذعية المكونة للدم (نقى العظم)

وأهم تلك الخلايا اللمفية المسؤولة عن رفض الأعضاء والأنسجة الغريبة عن الجسم هي الخلية اللمفية التائية. ومصدر كل خلايا الدم (كريات الدم البيضاء والحمراء والصفيحات) يأتي من خلية واحدة موجودة في نقي العظم وتدعى الخلية الجذعية المكونة للدم.

مبدأ زرع نقي العظم

يعتمد زرع نقي العظم على إزالة الجهاز المكون للدم، والجهاز المناعي للشخص قبل إجراء زرع الخلايا الجذعية، وتتم تلك الإزالة بإعطاء الشخص معالجة دوائية كيميائية و/ أو معالجة شعاعية، لكي تقضي على مكونات الدم بالكامل، وبعدها يتم

الاستعاضة عن الجهاز الدموي والمناعي بالخلايا الجذعية إما من الشخص نفسه أو من شخص آخر.

الأمراض التي يمكن أن تُعالج بزرع النقي:

وهناك طائفة من الأمراض التي يمكن أن تعالج بهذه الطريقة موضحة في (الجدول رقم 2).

(الجدول رقم 2): الأمراض التي يمكن أن تعالج بزرع النقي (زرع الخلايا الجذعية).

الخلية الجذعية من شخص آخر	الخلية الجذعية من الشخص نفسه
- ابيضاض الدم (سرطان الكريات البيضاء).	- سرطان الخلايا اللمفية مثل داء هودجكين ولمفومة لاهودجكين.
- الإبيضاض النقوي المزمن.	- الورم النقيِّي المتعدد.
- السرطانات الخبيثة للنقي مثل الورم النقيِّي المتعدد، اللمفومة.	- ابيضاضات الدم الحادة والمزمنة.
- فقر الدم اللاتنسجي الوخيم بحسب فانكوني.	- الداء النشواني.
- الاضطرابات الوراثية: الثلاسيمية الكبرى، وفقر الدم المنجلي.	- المعالجة بالجينات لبعض الأمراض الجينية.
- أمرض أخرى بالنقي: مثل التليف النقيِّي، ولا تنسج الكريات الحمر.	

مراحل زرع نقي العظم:

يمر زرع النقي بعدة مراحل وتشمل:

1. تكييف الجسم قبل الزرع:

يجب قبل البدء بتسريب الخلايا الجذعية استئصال وإزالة الجهاز المكون للدم وجهاز المناعة والمرض الخبيث إن وجد، ويدعى ذلك تكييف الجسم. وهذا الأمر

ضروري لمنع رفض الجسم للخلايا الجذعية المزروعة والتي تعتبر غريبة عنه ولذلك فإنه قد يرفضها.

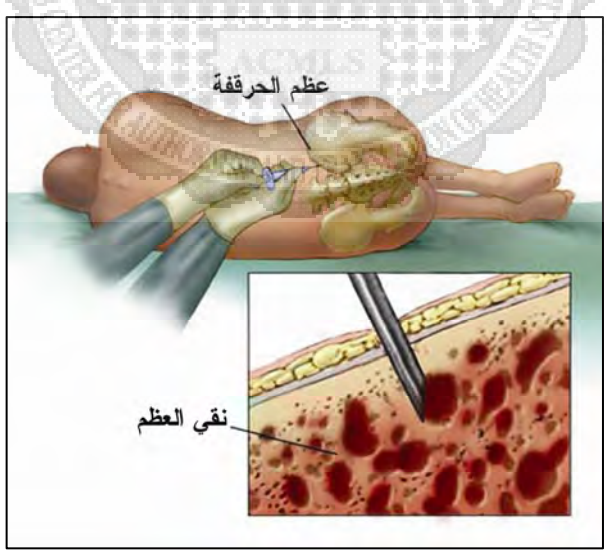
وتتم عملية التكييف بإعطاء المريض جرعات عالية من المعالجة الكيميائية، مع تطبيق تشعيع كامل للجسم أحياناً، وبالتالي يتم قتل وإزالة كل خلايا الدم والجهاز المناعي، وهذه الفترة حرجة بالنسبة للمريض، حيث إنه يكون بدون خلايا مناعية تدافع عنه ضد الجراثيم والفطريات والفيروسات، بالتالي إذا أصيب بها فقد تسبب له مضاعفات خطيرة تهدد حياته، ولذلك يحتاج المريض في هذه المرحلة لعناية مكثفة ولمراقبة ولمتابعة عن كثب.

2. تجميع الخلايا الجذعية:

يتم الحصول على الخلايا الجذعية التي سيتم زرعها من نقي العظم أو من الدم المحيطي، وذلك بطريقتين هما:

أ. تجميع الخلايا الجذعية من نقي العظم:

يتم ذلك بإعطاء المتبرع بالخلايا الجذعية تخديراً عاماً، ثم يتم قطف الخلايا الجذعية من نقي العظم في منطقة الحوض، ويتم إجراء تقييم دقيق للخلايا المأخوذة التي يجب أن يكون عددها كافياً للزراعة. ومن ثم تحضر بطرق خاصة.



(الشكل 11): تجميع الخلايا من نقي العظم

ب. تجميع الخلايا الجذعية من الدم المحيطي:

يتم ذلك بأخذ الخلايا الجذعية من الدم المحيطي للمريض أو من المتبرع عن طريق آلة فصل الخلايا الموصولة بالمريض أو بالمتبرع، وذلك عن طريق قنية محيطية، حيث تجمع الخلايا المطلوبة قبل أن تعاد الكريات الحمر المتبرع مرة ثانية، وتستمر هذه العملية بضع ساعات.

يحتوي الدم المحيطي الطبيعي على عدد قليل من الخلايا الجذعية المكونة للدم، ويكون العدد قليلاً جداً لدرجة لا تسمح بأن يصبح تجميع الخلايا الجذعية من الدم المحيطي في حد ذاته نافعاً للزرع، لذلك يتم بداية إجراء مضاعفة تلك الخلايا باستعمال عوامل النمو التي تزيد من عدد الخلايا، ذلك بحقن المريض أو المتبرع قبل إجراء تجميع الدم منه بعوامل نمو خاصة، تحث الخلايا الجذعية على إنتاج الكريات البيضاء، وبالتالي سيزيد عددها في الدم، ويراقب عدد تلك الكريات حتى يصبح كافياً في الدم المحيطي، وعندها يتم الحصول عليها بعدد كاف لإجراء عملية الزرع لاحقاً.

3. معالجة الخلايا الجذعية:

بعد الحصول على الخلايا الجذعية يتم معالجتها من أجل نزع الكريات الحمراء وزيادة تركيز الخلايا المطلوبة، ويتم أيضاً تطبيق بعض المعالجات الخاصة حتى تصبح ملائمة للزرع، بعد ذلك يتم تجميد الخلايا الجذعية المأخوذة من المريض نفسه لحين الحاجة إليها، بينما تعطى الخلايا الجذعية المجمعة من شخص آخر مباشرة للمريض.

4. التطعيم بعد الزرع:

بعد أن يتم تسريب الخلايا الجذعية المكونة للدم للمريض، فإن أول العلامات التي تدل على نجاح الزراعة تظهر بعد (1 ـ 3) أسابيع، وذلك بظهور خلايا في الدم من نوع معين (خلايا وحيدة النواة وخلايا الكريات البيضاء من نوع العدلات) مع زيادة لاحقة في عدد الصفيحات، ويتلوها ظهور مجموعات أخرى من الخلايا، مما يدل أن عملية الزرع قد نجحت، وتتم متابعة المريض عن كثب لمراقبة المضاعفات التي قد تحدث فيما بعد. وتعود خلايا النقي لطبيعتها تدريجياً، ولكن يبقى احتياطي الخلايا في النقي معتلاً لمدة (سنة ـ سنتين) سنة.

زرع الخلايا الجذعية من المريض نفسه

يتم أولاً قطف الخلايا الجذعية من المريض نفسه، ثم تخزن إلى الوقت المناسب الذي قد يحتاج فيه المريض لإجراء زرع نقي العظم. وعندما يحين ذلك الوقت يعطى المريض جرعة عالية من المعالجة الكيميائية مع أو بدون المعالجة الإشعاعية لإحداث إزالة كاملة لخلايا نقي العظم، ومن ثمّ تعاد الخلايا الجذعية المخزنة إلى المريض.

ومما يحد من تطبيق هذا الإجراء، هو إمكانية وجود الخلايا الورمية مع الخلايا الجذعية المقطوفة والتي تعاد إلى المريض وبالتالي يعود مرضه الأصلي من جديد. وبالرغم من ذلك فإن التطعيم الذاتي من المريض، نفسه له دور كبير في علاج العديد من أمراض الدم، كما تقدر الوفيات المتعلقة بهذا الإجراء أقل من (5٪) وهي بشكل عام جيدة.

زرع الخلايا الجذعية من مريض آخر:

يتم نقل الخلايا الجذعية المقطوفة من شخص آخر إلى المريض، ولهذا الإجراء معدل وفيات ومضاعفات يعتد به، وأكثر المضاعفات شيوعاً هو حدوث تنافر بين الزمر النسيجية للمعطي والمريض الآخذ، ولذلك يكون الطعم من شخص آخر مستحيلاً بدون وجود التوافق النسيجي الذي يجرى قبل إجراء الزرع، ويجب أن يكون هذا التوافق بين المستقبل والمعطي بنسبة 6 /6.

المضاعفات بعد زرع نقي العظم:

1. مهاجمة خلايا الطعم للمريض:

تحدث تلك المضاعفة عندما تهاجم بعض الخلايا المناعية للمتبرع بالطعم والمعروفة باسم الخلايا اللمفية التائية أنسجة جسم المريض على اعتبارها جسماً غريباً، ويزداد حدوثها مع زيادة عمر المتبرع والمريض، وعند وجود أية درجة من عدم توافق مستضدات الكريات البيض البشرية (HLA) بين المعطي والآخذ. وبدون استخدام أية معالجة وقائية فإنَّ حدوث تلك المضاعفة أمرٌ حتميٌ ما لم يكن هناك توافق نسيجي.

وتهاجم الخلايا المناعية الجلد أو الجهاز الهضمي أو الكبد أو المفاصل وتكون الأعراض شديدة، وتعالج بإعطاء جرعات من الكورتيزون والأدوية المثبطة للمناعة.

2. العداوى:

بسبب قلة الخلايا المناعية التي تدافع عن الجسم ضد الجراثيم والفيروسات والفطريات، فإن الجسم يكون معرضاً لطيف واسع من العداوى وقد تكون مميتة إذا لم تعالج باكراً، ويمكن إعطاء المعالجة الوقائية (الأدوية المضادة للجراثيم وللفيروسات وللفطريات) قبل حدوثها. أما إذا حدثت العداوى رغم المعالجة الوقائية فيتم اختيار العلاج الانتقائي، أي اختيار الدواء حسب نوع العدوى.

3. الالتهاب الرئوي الخلالي:

هو من أكثر أسباب الموت حدوثاً بعد زرع الخلايا الجذعية، ويكون على الأغلب بسبب نوع من الفيروسات يدعى الفيروس المضخم للخلايا، وقد يكون ناجماً عن المعالجة الشعاعية أو المعالجة الكيميائية السابقة.

4. مضاعفات أخرى:

مثل فشل الطعم (أي فشل زرع النقي)، التهاب المثانة النزفي، فشل القلب، فقر الدم، وعودة (نكس) المرض الأصلي. كما قد تحدث العديد من المضاعفات بالنسبة للكبد، الجهاز العصبي المركزي، والمضاعفات التي تصيب الغدد الصماء كقصور الغدة الدرقية والعقم، بالإضافة إلى اضطراب المناعة الذاتية كما في التهاب المفاصل الروماتزمي.

التطورات في زرع النقي

1. تسريب الكريات البيض للمتبرع لمعالجة الابيضاض:

توحي مشاهدات عديدة أن الجهاز المناعي للمتبرع يمكنه أن يساعد في معالجة ابيضاض الدم (سرطان الكريات البيضاء) للمريض. ويعتمد المبدأ على تسريب كريات الدم البيضاء التي نحصل عليها من دم المتبرع بالطعم الأصلي وتنقل مباشرة إلى المريض في وقت حدوث نكس الابيضاض، وقد تأخذ الاستجابة للعلاج عدة أسابيع لكنها تؤدي في النهاية إلى شفاء دائم عادةً. والآلية غير واضحة تماماً، ولكن

توفر هذه الطريقة احتمالية الشفاء من أمراض عديدة لم يكن ممكناً في السابق الشفاء منها، وما تزال هذه الطريقة قيد الدراسة والاستقصاء.

2. زرع النقي المستأصل جزئياً:

كما ذكرنا فيما سبق في تكييف الجسم قبل الزرع، إنه يتم استئصال نقي العظم للمريض كاملاً بالقضاء على كل خلايا النقي بالأدوية الكيميائية والشعاعية قبل أن يتم الزرع. ولكن هنا تم ابتكار طريقة جديدة لا تقضي على كل نقي العظم، وإنما على جزء منه بإعطاء المريض أدوية كيميائية منخفضة الجرعة بحيث يحدث تثبيط مناعي كاف ليسمح للخلايا الجذعية للمتبرع أن تطعم.

3. الاستئصال الانتقائي لنقي العظم:

هناك محاولات تجرى باستخدام سموم أو مواد مشعة لإزالة الجهاز المكون للدم والجهاز المناعي انتقائياً؛ أي استئصال أنواع معينة من خلايا نقي العظم وليس كلها.

4. المعالجة الجينية:

القدرة على إدخال جينات جديدة غير مألوفة إلى الخلايا الجذعية باستعمال نواقل تنقل تلك الجينات (المورثات) الجديدة قبل إعادة تسريبها للمريض، أي تصحيح الأخطاء الموجودة بجينات المريض ـ التي تسبب أمراضاً خلقية معينة ـ عن طريق تعديلها، ويتلو ذلك إدخال الخلايا الجذعية التي تم تعديل جيناتها مرة أخرى للمريض.

(الشكل 12): المعالجة الجينية من أهم التطورات المستخدمة في المعالجة

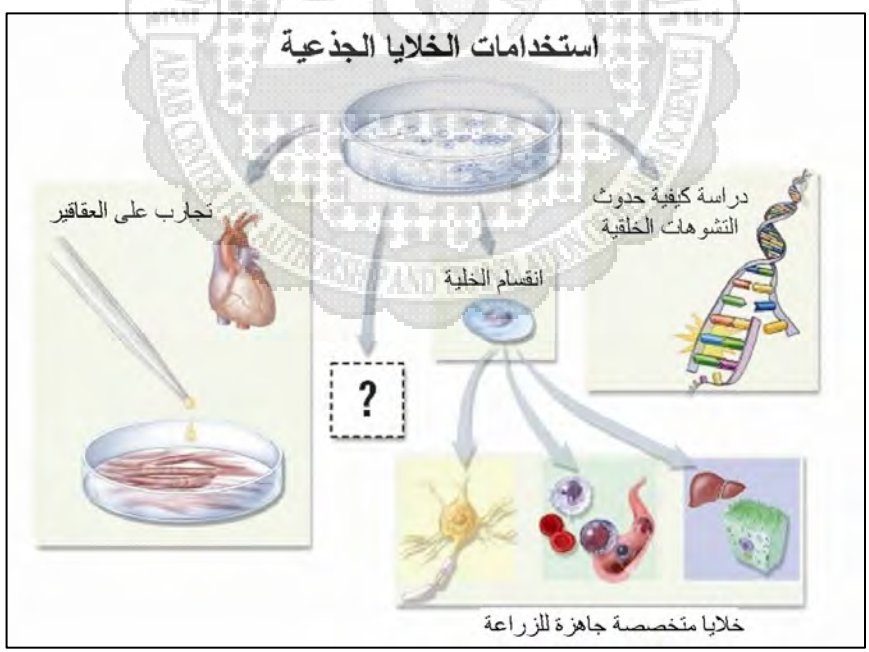
الفصل الثالث

أسئلة وأجوبة عن الخلايا الجذعية

يطرح العلاج بالخلايا الجذعية العديد من الأسئلة لدى المرضى المحتمل علاجهم بها أو لدى المهتمين العاديين بأبحاث الخلايا الجذعية، وسنسرد في هذا الفصل أهم تلك الأسئلة:

السؤال الأول: ما العلاج بالخلايا الجذعية؟

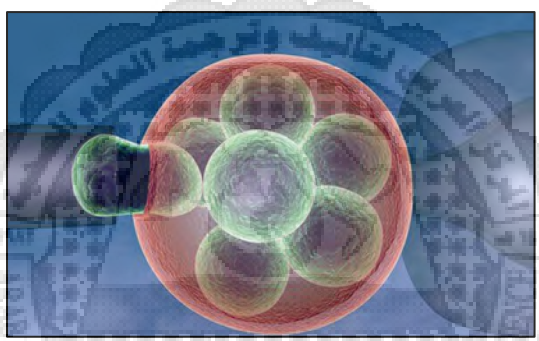
الجواب: المعالجة بالخلايا الجذعية هي المعالجة التي تستخدم الخلية الجذعية أو الخلية التي تأتي من الخلايا الجذعية لتحل مكان، أو لترمم خلايا أو أنسجة المريض المتضررة. وتوضع الخلايا الجذعية في الدم أو تزرع داخل النسيج المتضرر مباشرة. ويمكن تحضير الخلايا الجذعية من أنسجة المريض نفسه.



(الشكل 13): استخدامات الخلايا الجذعية العلاجية

السؤال الثاني: ما الأمراض التي يمكن أن تعالج بالخلايا الجذعية؟

الجواب: يعتبر كثير من العلماء أن أبحاث الخلايا الجذعية بشتى أنواعها بمثابة بوابة العلاج الشامل لمعظم الأمراض المستعصية كالسرطانات والإعاقات بمختلف أنواعها. لكن حالياً لا يزال طيف الأمراض التي ثبتت إمكانية معالجتها بالخلايا الجذعية محدوداً. فمثلاً يمكن معالجة أمراض الدم والجهاز المناعي، والعوز المكتسب لوظيفة نقي العظم بشكل فعال عن طريق زرع الخلية الجذعية. كما يمكن أن تلعب الخلايا الجذعية الخاصة من أنسجة معينة دوراً هاماً في زرع النسيج، فمثلاً بالنسبة للجلد والقرنية، فإن الخلايا الجذعية في تلك الأنسجة تساهم في إعادة التجديد لفترة طويلة، أما المعالجات الأخرى باستخدام الخلايا الجذعية فهي ما زالت تجريبية، وبمعنى آخر لم يتبين أنها آمنة أو يمكن تطبيقها.



(الشكل 14): كيفية الحصول على الخلايا الجذعية

السؤال الثالث: من أين يتم الحصول على الخلايا الجذعية التي تجرى عليها التجارب؟

الجواب: لقد أمكن استخلاص هذه الخلايا بعدة طرق:

- عن طريق أخذها من الكتلة الخلوية الداخلية للخلية الأرومية من الأجنة الفائضة في مراكز التلقيح الصناعي، التي تبرع بها الأزواج.
- من الخلايا الجنسية للأجنة المجهضة.
- عن طريق الاستنساخ.
- من خلايا دم الحبل السّرّيّ عند الولادة.
- من خلايا أنسجة البالغين، كنقي العظم.

وتستطيع الخلايا الجذعية أن تعيش وتنمو في محاليل خاصة في أنابيب الاختبار أو في أطباق المختبر.

السؤال الرابع: لماذا لا تستخدم الخلية الجذعية البالغة عوضاً عن الخلية الجذعية الجنينية في الأبحاث؟

الجواب: هناك بعض الفروق المهمة بين الخلايا الجذعية الجنينية والبالغة، منها أن الخلايا الجذعية الجنينية تنتج إنزيماً يدعى تيلوميريز (Telomerase)، الذي يساعدها على انقسام الخلية باستمرار، بينما الخلايا الجذعية البالغة لا تنتج هذا الإنزيم إلا بكميات قليلة، أو على فترات متباعدة، مما يجعلها محدودة العمر. كما أن الخلايا الجذعية الجنينية قادرة على التحول إلى جميع أنواع الأنسجة الموجودة في جسم الإنسان، بينما الخلايا الجذعية البالغة لا تتمتع بهذه القدرة الكبيرة على التحول. ومن المحتمل أيضاً أن تحتوي الخلايا الجذعية البالغة على شذوذات ناجمة عن المخاطر البيئية، مثل السموم أو الإشعاعات. كل ذلك يجعل الخلايا الجذعية الجنينية، أفضل من الخلايا الجذعية البالغة في الأبحاث العلمية التي تجرى على الخلايا الجذعية.

السؤال الخامس: هل تم استخدام الخلايا الجذعية في معالجة الأمراض المختلفة فعلياً؟

الجواب: نعم، لقد تم إجراء عملية زرْع الخلية الجذعية والمعروفة باسم زرْع نقي العظم منذ الستينيات، ويتم فيها زرع الخلايا الجذعية البالغة، كما أنه تمت معالجة بعض أمراض أو إصابات العظم والجلد والقرنية بطعم من نسيج يحتوي على الخلية الجذعية من تلك الأعضاء. وتلك المعالجات سابقة الذكر هي بشكل عام مقبولة كمعالجات آمنة وفعالة من قبل المجتمع الطبي.

وما تزال الخلايا الجذعية البالغة قيد الاختبار في التطبيقات العلاجية الأخرى، المتضمنة الأمراض التنكسية، مثل فشل القلب وغيرها من الأمراض. وقد تم استخدام الخلايا الجذعية من الحبل السري بنجاح في التجارب الإكلينيكية لمعالجة الأمراض الجينية النادرة.

أما استخدام الخلايا الجذعية الجنينية، فما زالت إلى الآن غير آمنة لمعالجة الأمراض في البشر. حيث بدأ العلماء في عام (1998) بالتجارب على الخلايا الجذعية الجنينية البشرية، ولا تزال الأبحاث في مراحلها المبكرة، وفي نهاية عام (2009) وافقت إدارة الأغذية والأدوية (FDA) على البدء بأول تجربة إكلينيكية على الخلايا المشتقة من الخلايا الجذعية الجنينية البشرية.

السؤال السادس: ما المخاطر المحتملة عند استخدام الخلايا الجذعية الجنينية في البشر؟

الجواب: كل إجراء طبي له مخاطر، والهدف من التجارب الإكلينيكية اكتشاف المنافع والمخاطر المحتملة. إن الخطر المحتمل لبعض علاجات الخلية الجذعية هو تنامي الأورام أو السرطانات، كمثال، عندما تُنمى الخلايا في المزرعة، يمكن أن تفقد الخلية آلية السيطرة على النمو، وتستمر في النمو وتتحول إلى خلية سرطانية، وقد حدث هذا في بعض التجارب على الحيوانات.

كما يمكن أيضاً أن يحدث للجهاز المناعي المتلقي الخلية الجذعية، حيث يهاجم الجهاز المناعي للشخص المتلقي الخلايا الجديدة باعتبارها جسماً غريباً. كما يمكن أن تفشل الخلايا الجذعية الجنينية بوظيفتها المطلوبة منها أن تحققها في الجسم. وتشمل المخاطر الأخرى المحتملة تلوث الخلايا بالجراثيم والفيروسات أو المُمْرِضَات الأخرى التي تسبب العدوى.

كما أن هناك مضاعفات تنشأ من الإجراء الطبي نفسه الذي يتضمن إما نزع أو حقن الخلايا مما قد ينتج عنه إدخال العدوى إلى النسيج المتضرر.

يرغب الباحثون في التأكد من أن الخلية الجذعية ستتمايز إلى الخلية المعينة المرغوبة لا إلى خلية أخرى، أي يخشى الباحثون من أن تتحول الخلية الجذعية المغروسة في شخص لديه مرض قلبي إلى خلية عظمية بدلاً من خلية قلبية، ولقد استطاع العلماء أن يجدوا طرقاً لتوجيه الخلية الجذعية لتصبح أنماطاً معينة من الخلايا، ولقد تقدمت الأبحاث في هذا الاتجاه. لقد وجد العلماء حلولاً لتفادي بعض تلك المضاعفات، ولا تزال الدراسات تجرى للسيطرة على الخلايا الجذعية.

السؤال السابع: ما هي الاعتبارات الخاصة للعلاج بالخلايا الجذعية؟

الجواب: إن التقاريرُ التي تتحدث عن الخواص العجائبية للخلايا الجذعية قد أنعشت آمال المرضى، إلا أن كثيراً من الدراسات العلمية التي راجت إعلامياً قد دُحضت في وقت لاحق. إن كل المعالجات بالخلايا الجذعية هي تقريباً معالجات حديثة وتجريبية لا تتعدى النطاق المعملي، وفي مراحلها المبكرة، وقد لا تُطبق، كما أنها بحاجة للخضوع لسلسلة من التقييمات الطويلة للتحقق من أنها آمنة وفعالة، حتى يتم المصادقة عليها من قبل المؤسسات المحلية ذات الشأن.

وهناك تحديات في تحضير الخلايا الجذعية لكي يتم استخدامها في الطب، وكما هو بالنسبة لمعظم الأمراض، لا يزال السؤال هو أي الخلايا هي الأفضل لترميم نسيج متضرر؟ وكيف سنحصل على تلك الخلايا؟

كما يجب أن نكتشف الآثار الجانبية بعيدة المدى التي تتعلق بسلامة تلك المعالجات، مع العلم أن الخلايا المزروعة ستبقى لسنوات عديدة في جسم المريض، وبالتالي فإن المراقبة طويلة الأمد ومتابعة المرضى الذين تلقوا المعالجة بالخلية الجذعية هي أمر ضروري وحاسم.

السؤال الثامن: ما الاختلاف بين المعالجة الإكلينيكية المصدَّق عليها، وبين الدراسة التجريبية؟

الجواب: المعالجة الإكلينيكية المصدَّق عليها هي ممارسة طبية تتبع منهجاً طبياً علمياً إكلينيكيا في التجارب بشكل يسمح أن تكون آمنة وفعالة في علاج الأمراض، وبشكل طبيعي سيتم المصادقة عليها غالباً من قبل الوكالات والهيئات الدولية المعتمدة في الدول، وأشهرها إدارة الأغذية والأدوية (FDA). بينما الدراسات التجريبية هي غير مجربة ولم يبرهن على أنها آمنة أو أنها ستطبق في علاج مرض مُعَيَّن.

السؤال التاسع: كيف التأكد من أن المعالجة بالخلية الجذعية آمنة؟

الجواب: لا توجد معالجة طبية توصف بأنها آمنة بشكل كامل، بل هناك خطورة مصاحبة لكل المعالجات الطبية، بعض هذه المعالجات تصاحبها خطورة قليلة، والبعض الآخر أخطار جسيمة. وهذه المخاطر حتى ولو كانت صغيرة- يجب أن تشرح بشكل واضح للمريض بواسطة الطاقم الطبي المختص.

السؤال العاشر: لماذا يستغرق تطور العلاجات بالخلايا الجذعية وقتاً طويلاً؟

الجواب: أولاً: إن فهم سبب المرض، وكيفية إصلاح الخلل يستغرق وقتاً، وثانياً: إن الأفكار الجديدة والمطبقة في تجارب في المختبر - في كثير من الأحيان - قد لا تنجح، وإذا تم التأكد من نجاحها فإن ترجمتها إلى معالجة طبية فعالة تحتاج إلى سلسلة من الخطوات الطويلة والصعبة، وأحياناً يحدث النجاح في مرحلة الخلايا المزروعة في المختبر، ولكنها تفشل عندما نجربها على الحيوانات. وقد تنجح في الحيوانات وتفشل في البشر.

وحالما يتم تجربتها على البشر، فإن التأكد من سلامتها هو أمر بالغ الأهمية ولذلك يبدأ بتطبيقها على عدد قليل من الأشخاص المتطوعين حتى يتم فهم سلامتها والآثار الجانبية بشكل أفضل، وكل ذلك يحتاج لوقت طويل جداً.

(الشكل 15): لا بد من الفحص قبل البدء بالمعالجة

السؤال الحادي عشر: إذا كانت المعالجات بالخلايا الجذعية غير المبرهن عليها خطيرة جداً، فلماذا لا يتم منعها؟

الجواب: إن زرع الخلايا الجذعية هي تقنية جديدة نوعاً ما، ولم يتم إصدار القوانين والأنظمة بخصوصها، لذلك تختلف القوانين والأنظمة التي تخص أبحاث الخلايا الجذعية من دولة لأخرى، وذلك بناءً على الدولة وعلى طبيعة الإجراء الطبي المتبع، وبما أنه لم تشرع قوانين تقيد أو تنظم علاجات الخلايا الجذعية، فإن ذلك يجعلها ببساطة خارج نطاق المنع والتقييد.

السؤال الثاني عشر: ما الذي يجب أن أبحث عنه إذا كنت سأعالج بالخلية الجذعية؟

الجواب: تحتاج أن تكون متأكداً أن هناك بينات (دلائل) علمية على أنها معالجة آمنة وفعالة، وأن حقوقك كمريض سوف تحترم، ولذلك عليك أن تتحقق مما إذا كانت تلك المعالجات قد حصلت على موافقة ومصادقة الوكالات الدولية الرسمية مثل إدارة الأغذية والأدوية (FDA) مثلاً.

كما أنه من الأفضل أن تحصل على رأي طبي ثانٍ بواسطة طبيب مؤهل مستقل عن الجهة التي ستقدم لك العلاج وتستفهم منه عن كل الجوانب التي تتعلق بتلك المعالجة.

الفصل الرابع

أخلاقيات أبحاث الخلايا الجذعية الجنينية

أثارت تجارب الحصول على الخلايا الجذعية من الأجنة البشرية جدلاً أخلاقياً واسعاً بين مؤيدي هذه التجارب وبين معارضيها. وتتمحور قضية معارضة أبحاث الخلايا الجذعية على الفكرة التي كانت وما زالت مثار جدلٍ ديني وقانوني وأخلاقي مستمر، وهي مسألة الإجهاض عند الإنسان. وينطبق نفس الأمر على الأبحاث التي يتم فيها الحصول على الخلية الجذعية الجنينية من الأجنة البشرية المخلقة خصيصاً من أجل البحث العلمي.

ويمكن أن نبدأ مناقشة رأي كلٍّ من الطرفين من خلال طرح السؤال التالي: هل تعتبر محاولة التخفيف من معاناة الإنسان من الأمراض المستعصية على العلاجات المتوفرة حالياً بأية وسيلة ممكنة عملاً أخلاقياً مقبولاً؟

إذا كان الجواب نعم، فهذا يعني أن نؤيد مبدأ الغاية تبرر الوسيلة، أي يصبح كل شيء مسموحاً به إذا كان سيساعد في التوصل لهدف نبيل.

يقول الفيلسوف الألماني "كانط" (Kant) (إنه لا يمكن أخلاقياً استعمال شخص آخر لخدمة أغراضنا بأي حال من الأحوال)، ويرى الكثيرون أن حق الإنسان في الحياة أهم بكثير من أي أهداف جيدة يمكن الحصول عليها بقتله. ومن جانب آخر يرى البعض أنه ينبغي فعل كل ما من شأنه أن يوفر أكبر قدر من السعادة لأكبر عدد من الناس.

إن الذين يعتقدون أن استعمال الأجنة أو تخليق أجنة جديدة من أجل الحصول على خلايا جذعية هو عمل غير أخلاقي يؤيدون الفيلسوف (كانط) في اعتقاده، بأنه لا شيء يفوق حق الإنسان في الحياة، حتى ولو كان لرفع المعاناة عن المصابين بأمراض مستعصية عن العلاج.

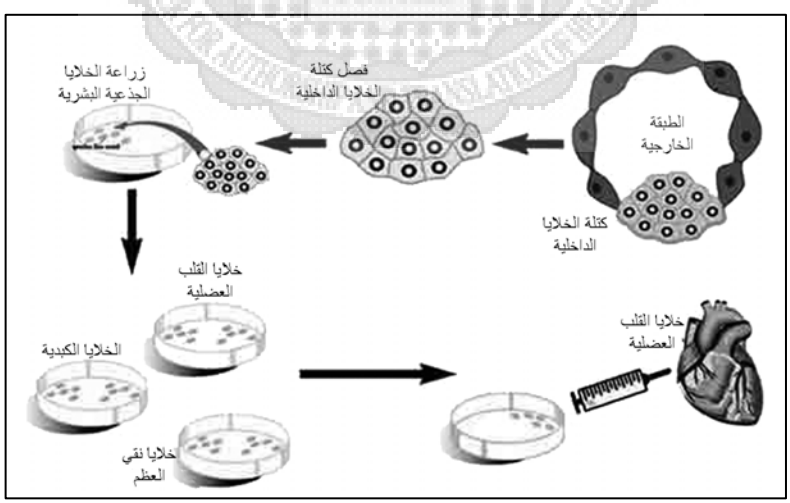
واعتقد هؤلاء الأشخاص أن الجنين البشري، مهما كانت مرحلة تخليقه فهو يتمتع بنفس الاعتبار الأخلاقي للإنسان بما فيه حقه في الحياة، ولا يوجد بالتالي أي مبرر أخلاقي على الإطلاق للاعتداء عليه.

أما الذين يؤمنون أن استعمال الخلايا الجذعية الجنينية عمل أخلاقي له ما يبرره، فإنهم لا يعتبرون أن الجنين البشري قد وصل لمرحلة من التطور تؤهله ليكون له اعتبار الإنسان، أي أنَّ الأجنة البشرية لم تتطور بعد لتصل لمرحلة يمكن اعتبارها أخلاقياً أنها تتمتع بالاعتبار الأخلاقي، ولذلك يجيزون التجارب التي تجرى على الأجنة البشرية.

في الواقع، إن الأجنة المستخدمة في مثل هذه التجارب هي عبارة عن كتل من الخلايا لا توجد فيها أعضاء أو جهاز عصبي، أي أنها تفتقر إلى مقومات الحياة المستقلة، وهي غير واعية، وبالتالي فإن إضفاء حق الحياة على هذه الكتلة من الخلايا ضرب من المبالغة!

ولكن ـ إذا كان هذا هو الحال- فهل يمكن أن نطبق نفس الوضع من عدم التمتع بالحياة على أي شخص في حالة غيبوبة مستديمة لأنه يفتقر في حالته تلك إلى مقومات الحياة سابقة الذكر؟ أي يمكننا أن نتصرف به كما نشاء وكأنه غير موجود؟

إن المعضلة الأخلاقية التي يطرحها السماح باستعمال الخلايا الجذعية أو الاستنساخ العلاجي لا يسهل حلها بمجرد الإشارة إلى أنَّ رفع المعاناة عن البشر هي غاية وهدف نبيل مقبول أخلاقياً وأدبياً، ولا تُحل بالاعتماد على حق كل إنسان في الحياة في الوقت الذي لا يتوافر فيه اتفاق حول ما إذا كان الجنين يتمتع بهذا الحق، أو ما إذا كانت ثمة أهداف نبيلة تبرر تجاهل هذا الحق.لا توجد إجابات قاطعة للتساؤلات الأخلاقية المعقدة والجدلية والصعبة التي تثيرها هذه القضية.



(الشكل 16): الخلايا الجذعية الجنينية

إنَّ الأبحاث على الخلايا الجذعية المأخوذة من الأجنة المحضرة خصيصاً لهذا الغرض، تتم بإحدى طريقتين الأولى: أن تؤخذ بويضة أو أكثر، ويتم تلقيحها بالحيوان المنوي في المعمل، على ألا يسمح بنمو الجنين أكثر من (14) يوماً ولا يزرع في رحم امرأة أخرى. أما الطريقة الأخرى فهي أن تلقح البويضة داخل رحم المرأة، ثم تجهض لإجراء أبحاث على الجنين المجهض. الدافع لهذه الأبحاث هو محاولة التوصل إما إلى علاج مرض لا يزال مستعصياً على العلاج بالطرق المعروفة، أو إلى نتيجة علمية عامة تفيد في مجال الطب. ويمكن أن نختصر رأي الدين بأنه لا يعارض تلك التجارب قبل نفخ الروح في الجنين.

الموقف العام من هذه الأبحاث

تأتي المعضلة الأخلاقية من أن هذه الخلايا مصدرها أجنة بشرية، ومن هنا يذهب الاتجاه إلى أن هذه الأبحاث تمثل نوعاً من القتل، بينما يذهب اتجاه آخر إلى أن تخفيف آلام المرضى يعد مبرراً أخلاقيّاً مناسباً لهذه الأبحاث.

فبعد حوار مجتمعي ومؤسسي شامل في عدة دول غربية (كما في ألمانيا على سبيل المثال) تم سن قانون الخلايا الجذعية للعام (2002)، الذي ينظم استخدام الخلايا الجذعية الجنينية في ألمانيا. فسمح للعلماء الألمان بإجراء أبحاثهم ضمن إطار التعاون الخارجي، وما يعرف بـ"سلاسل الخلايا الجذعية الخارجية"، على أن يكون تاريخ تحضير تلك السلاسل الخلوية قبل الأول من يناير (2002)، وأن يكون هذا التحضير قد تم خارج ألمانيا. وهو يمنع استخدام سلاسل أو مجموعات لخلايا تم تحضيرها بعد هذا التاريخ، ويمنع قطعياً هذا التحضير في ألمانيا (حيث إن المُشرع لا يرغب في إنتاج الخلايا الجذعية الجنينية في ألمانيا).

أما في الولايات المتحدة الأمريكية، وفي إطار قانون تنشيط المعهد الوطني للصحة عام (1993) حصل المعهد لأول مرة على سلطة تمويل أبحاث الخلايا الجذعية. إلا أن تعديلاً عرف بتعديل ديكي ــ ويكر (Dickey-Wicker) عام (1995) منع تمويل الحكومة الفيدرالية أبحاثا على خلايا جذعية يتم خلالها إنتاج أو تدمير خلايا جنينية بشرية. وفي أغسطس (2001) أصدر الرئيس بوش قراراً تنفيذيّاً يمنع استخدام التمويل من الجهات الفيدرالية في أبحاث الخلايا التي تستخدم خلايا جنينية بشرية باستثناءات محدودة. وقد وافق الكونجرس على مشروعي قرار برفع

هذه القيود عامي (2006) و(2007) إلا أن الرئيس بوش استخدم ضدهما حق الفيتو مما حال دون إقرارهما.

وقد كان رفع القيود عن أبحاث الخلايا الجذعية أحد الوعود الانتخابية للرئيس أوباما في إطار تأكيده على أن العلم ينبغي أن يظل بمعزلاً عن الأيديولوجية السياسية. وقد نفذ الرئيس أوباما وعوده حيث سمح بالأبحاث، كما حرص الرئيس أوباما في خطاب توقيعه على القرار التنفيذي أن يؤكد على عدم التعارض بين العلم والأخلاق، وأنه يعترض على أية محاولة لاستنساخ البشر. وفي إطار مناخ من التأييد العام لأبحاث الخلايا الجذعية، سوف يتجه الأعضاء للاستناد إلى هذا القرار لطرح مشروع قانون يقر المبادئ التي وردت في القرار التنفيذي، وسيكون عليهم كذلك الالتزام بالاعتبارات الأخلاقية والدينية التي وضع الرئيس أوباما خطوطها العريضة، والتي تتفق مع التوجهات العامة للرأي العام الأمريكي.

ويتجه غالبية الأمريكيين لتأييد القرار التنفيذي الذي أصدره الرئيس أوباما بشأن أبحاث الخلايا الجذعية. وقد أشار استطلاع رأي أجراه مركز جالوب نُشر في التاسع من مارس/ آذار (2009) إلى أن (38٪) من الأمريكيين يؤيدون تخفيف القيود التي فرضتها الإدارة الأمريكية السابقة على هذا النوع من الأبحاث، بينما أيد (14٪) إلغاء هذه القيود كلية. وعلى الجانب الآخر أيدت نسبة (22٪) إبقاء القيود الحالية، بينما طالب (19٪) بزيادتها. وقد استقرت توجهات الرأي العام الأمريكي منذ عام (2004) على تأييد تخفيف القيود المفروضة على هذه الأبحاث.

أما الأبحاث الحديثة على الخلايا الجذعية المستخرجة من دم الحبل السري فهي مصرح بها من قبل الهيئات العالمية للعمل عليها ابتداء من عام (1980)، حيث تم حتى الآن إجراء أكثر من (1000) عملية ناجحة للزرعات المعتمدة على الخلايا الجذعية المستخرجة من دم الحبل السري في الولايات المتحدة.

الفصل الخامس

آخر مستجدات أبحاث الخلية الجذعية

هناك العديد من النجاحات التي تمت في أبحاث الخلية الجذعية في مختلف دول العالم والتي تم نشرها، وسنورد بعضاً من أهم هذه الأبحاث، حيث إنه لا يمكننا في هذا الكتيب أن نوردها جميعها.

(الشكل 17): أبحاث الخلايا الجذعية

استخدام الخلايا الجذعية في صنع "ناظم لضربات القلب"

هناك مجموعة خاصة من الخلايا في القلوب السليمة، مسؤولة عن تنظيم دقات القلب. ولكن قد يصاب الإنسان بأمراض تتسبب في حدوث خلل في تلك الخلايا، فيحتاج لزرع ناظم إلكتروني لضربات القلب يعمل ببطارية، كي يحافظ على انتظام ضربات القلب، غير أن هذه الأجهزة المنظمة لدقات القلب، تتأثر ببعض الأجهزة الإلكترونية، كالهواتف المحمولة، مما يجعلها لا تقوم بعملها، كما تحتاج تلك الناظمات إلى مصدر للطاقة.

لقد نجح علماء أمريكيون في اختبار ناظم "طبيعي" لضربات القلب على الخنازير. ويأمل العلماء أن تحل هذه التقنية التي تم صنعها من الخلايا الجذعية محل الأجهزة الإلكترونية، التي تستخدم عادةً لعلاج عدم انتظام ضربات القلب. وقد حصل العلماء الأمريكيون على الخلايا الجذعية من أجنة بشرية. وأوضح العلماء أن الجانب

الإيجابي في هذه التقنية، هو أن الخلايا الجذعية الجنينية تتمتع بميزة لا توجد في غيرها من الخلايا، وهي قدرتها على إنتاج عدد غير محدود من الخلايا.

الخلايا الطليعية وأمراض القلب

توجد الخلايا الطليعية في كل مكان من جسم الإنسان، وهي مسؤولة عن تكوين أنسجة نوعية، ولكن إجراء الدراسات على تلك الخلايا في الإنسان صعب لأمور تقنية عديدة. إن الخلايا الطليعية في الفئران ـ تشبه الخلايا الطليعية في الإنسان ـ وفي نفس الوقت من السهل تطبيق التجارب عليها ودراستها. لذلك قام العالم (يانغ) وزملاؤه في إحدى جامعات أستراليا باستخدام المعلومات المستخلصة من دراسة تطور الفئران والخلايا الجذعية الجنينية عند الفئران لإنتاج خلايا لها نفس مميزات الخلايا الطليعية القلبية عند الإنسان من الخلايا الجذعية الجنينية البشرية. وتستطيع تلك الخلايا أن تقوم بنفس عمل الخلايا القلبية الطبيعية، مما يعطي بارقة أمل في المستقبل لعلاج أمراض القلب المستعصية.

الأمل باستعادة السمع

من المعروف أن الإنسان قد يفقد سمعه إذا أصيبت الخلايا الشعرية الموجودة بالأذن الداخلية بضرر لأسباب متعددة. وقد نجح فريق من العلماء من جامعة ستانفورد بالولايات المتحدة الأمريكية ولأول مرة في تنمية الخلايا الشعرية المجهرية في أطباق المختبر بعد أن تم أخذ الخلايا الجذعية الجنينية من الفئران، وتم إنضاجها في المختبر لتصبح في النهاية مثل الخلايا الشعرية المجهرية في الأذن الداخلية للفأر. ويعطي الاكتشاف بارقة أمل للمصابين بالصمم في المستقبل لاستعادة السمع لديهم.

المساعدة في الحصول على نتائج أفضل لزرع الخلايا الجذعية المكونة للدم

يتم استعاضة الخلايا الجذعية المكونة للدم ـ الموجودة في نقي العظم ـ للمريض المصاب بأمراض في الجهاز الدموي، بخلايا جذعية مكونة للدم من شخص آخر سليم وليس لديه أي مرض بالدم . وتواجه هذه الطريقة عدة صعوبات، كما أنها تحتاج لوقت طويل.

والابتكار الجديد في هذا المجال، جاء من مجموعة من العلماء في أستراليا، حيث إنهم بعد أن حصلوا على الخلايا الجذعية المكونة للدم من الحبل السري، نجحوا في تطوير طريقة سمحت لهم بزيادة أعداد تلك الخلايا الجذعية الموجودة في الحبل السري بكميات قليلة جداً، وهذه الطريقة تعتمد على تنشيط تلك الخلايا. وقد نجحت جهود هؤلاء العلماء، حيث تضاعفت الخلايا الجذعية إلى (100) ضعف. ثم تمت زراعة تلك الخلايا بعد زيادة عددها في الفئران. وقد تم تطبيق هذه الطريقة بنجاح على (10) متطوعين. وتحتاج هذه الطريقة الجديدة لأن تجرب على عدد أكبر من المرضى لكي يتم تقييمها بشكل أفضل.

خلايا دم الحبل السري وآفاق جديدة للمعالجة

لقد أصبح دم الحبل السري في السنوات الأخيرة مصدراً بديلاً للخلايا الجذعية المكونة للدم عوضاً عن خلايا نقي العظم التي كانت تستخدم لزرع النقي، حيث يمكن بسهولة تجميع دم الحبل السري عند الولادة بدون أية خطورة على الطفل أو على الأم، ويمكن أن يخزن بالتجميد ويستعمل في أوقات لاحقة. كما أن خلايا الحبل السري لا تحتاج دقة التوافق النسيجي الصارم بين الآخذ والمعطي كما هو الحال عليه في الخلايا الجذعية المأخوذة من أماكن أخرى من الجسم. ولكن الذي يقيد من استخدامات دم الحبل السري هو قلة الخلايا الموجودة في الحبل السري. لذلك تركزت الدراسات حول إمكانية مضاعفة الخلايا ليمكن استخدامها على نطاق واسع.

وتأتي هذه الدراسة لإيجاد حل لهذه المشكلة، حيث استطاع العلماء الحصول على الخلايا الجذعية متعددة القدرة المحرضة (IPS) من دم الحبل السري المخزن بالتجميد، ولقد كان الحصول على تلك الخلايا فقط من خلايا الجلد ـ ومن ثم تتمايز تلك الخلايا إلى العديد من أنماط الخلايا المختلفة في الجسم.

وتتميز خلايا الحبل السري بأنها فتية، وتحتوي على طفرات أقل مقارنة بالخلايا البالغة، لذلك يفضل استخدام خلايا (IPS) المشتقة من دم الحبل السري لأهداف علاجية، وأيضاً عندما تخزن دماء الحبل السري ويتم تسجيل النمط الظاهري لها، فإنه يسهل الانتقاء والعثور السريع على الخلايا الموافقة من بين مئات الملايين من مخازن الحبل السري المنتشرة حول العالم، ولذلك ستصبح بنوك دم الحبل السري أكثر أهمية في المستقبل كمصدر لخلايا (IPS). إلا أننا ما زلنا في المراحل المبكرة من الأبحاث

العلمية، فالعديد من الصعوبات التقنية الموجودة حالياً يجب أن نتغلب عليها قبل أن توضع هذه الطريقة قيد الاستخدام العلاجي.

(الشكل 18): الخلايا الجذعية وآفاق جديدة للمعالجة

إعادة ضبط الجهاز المناعي بالخلايا الجذعية لمواجهة مرض التصلب المتعدد:

إن مرض التصلب المتعدد هو مرض يصيب الجهاز العصبي في الإنسان، حيث يهاجم الجهاز المناعي للإنسان المادة العازلة التي تحيط بالأعصاب، مما ينجم عنه نقص كفاءة توصيل الإشارات العصبية بين الدماغ والعضلات، وبالتالي حدوث إعاقات عصبية وحركية متعددة متفاوتة الشدة بين مريض وآخر.

ومع أن آلية حدوث مرض التصلب المتعدد غير مفهومة تماماً إلى الآن، إلا أنَّ العلماء يفترضون أن أحد أسباب المرض تعود لفيروس معين، حيث يسبب الفيروس

خللاً في الجهاز المناعي، فيهاجم الأخير المادة العازلة المحيطة بالأعصاب (الغمد الميالييني) على أنها جسم غريب. ولا يوجد حالياً علاج نهائي لهذا، ولكن هناك بعض المعالجات المستخدمة. فمثلاً تستخدم المعالجة الدوائية الكيميائية لتدمير الخلايا المناعية التي تهاجم الغمد الميالييني، وأيضاً هناك معالجة أخرى عن طريق زرع الخلية الجذعية المكونة للدم لتحل مكان الجهاز المناعي المختلة وظيفته، وذلك في المرضى الذين يعانون من مرض وخيم، ولكن المشكلة، بسبب التخرب الشديد في الغمد الميالييني، فإن الخلايا العصبية ستموت لاحقاً، كما أن للمعالجة الدوائية الكيميائية أثارها الضائرة على المريض.

قام العلماء في دراسة تم نشرها في مجلة لانست ذات السمعة العلمية الممتازة، بجمع وإعادة زرع الخلايا الجذعية المكونة للدم من المريض نفسه المصاب بمرض التصلب المتعدد خفيف الشدة، وتعتمد الفكرة على تخريب الخلايا المناعية التي تهاجم الغمد الميالييني، وإعادة الخلايا المناعية السليمة للجسم.

ومع أن الدراسات لم تستكمل بشكل مضبوط، كما هو متبع في الدراسات العلمية التي تقارن النتائج مع مجموعة أخرى، إلا أن استمرار المعطيات كانت واعدة بسبب تحسن المرضى وعدم حدوث تدهور في حالتهم الصحية خلال أربع سنوات من المتابعة.

إعادة برمجة خلايا البنكرياس لعلاج داء السكري

يحدث داء السكري من النمط الأول بسبب تخرب أحد أنواع خلايا البنكرياس وهو النوع الذي يفرز الأنسولين وتدعى هذه الخلايا خلايا بيتا. وهناك نوع آخر من الخلايا في البنكرياس لها وظائف أخرى تدعى الخلايا خارجية الإفراز، وكلتا الخليتين مشتقة من خلية طليعية واحدة أثناء التطور الجنيني، ولكن لكل منهما وظيفة مختلفة.

ففي دراسة حديثة، وبالاعتماد على فكرة إعادة برمجة الخلايا التي تعتمد على تحول الخلية البالغة مباشرة لنمط خلية أخرى بطريقة مشابهة لتوليد الخلية الجذعية المحرضة، استطاع العلماء أن يحولوا ويعيدوا برمجة الخلايا البنكرياسية خارجية الإفراز إلى خلايا بيتا المفرزة للأنسولين، وذلك عن طريق التجارب التي تم إجراؤها على الفئران. وتدعم هذه الدراسة فكرة التحويل الخلوي المباشر من نمط خلية بالغة إلى نمط خلية بالغة أخرى هو أمر يمكن تطبيقه.

بنوك دم الحبل السري

(الشكل 19): بنوك دم الحبل السري

لم تعد البنوك فقط لإيداع الأموال، فقد بدأ حالياً نوع جديد جديداً من البنوك في الظهور بعد اكتشاف فوائد دم الحبل السري الذي يعتبر أحد معجزات الولادة ـ والذي لم يكن يهتم به أحد سابقاً ـ وأصبح الآن منقذاً لحياة آلاف المرضى، ولكون هذا الدم يحتوي على كمية من الخلايا الجذعية القادرة على إعادة بناء خلايا الدم والجهاز المناعي لدى المرضى المصابين بأمراض كابيضاض الدم وأنواع أخرى من السرطانات، فقد أصبح المنقذ في علاج الكثير من الأمراض. ويتم حفظ الدم في ظروف خاصة للاستفادة منه في علاج الكثير من الأمراض لاحقاً. ويبشر استعمال دم الحبل السري بآفاق جديدة في عالم الطب والعلاج.

وقد تأسست في ألمانيا أول شركة لحفظ دماء الحبل السري من أجل استخدامه لاحقاً في علاج الإنسان إذا ما أصيب بأحد الأمراض أو الحالات التي يمكن معالجتها بالخلية الجذعية. وتقوم الشركة بحفظ دم الحبل السري للجنين بعد أخذ موافقة والديه وذلك من أجل استخدامه في علاجه الشخصي في مرحلة لاحقة من حياته، وذلك مقابل مبلغ يدفعه والديه ويتم الحفظ لمدة (20) عاماً. ويتم تجميد دم الحبل السري بعد أن يتم سحب الدم من أوردة الحبل السري قبل قطعه عند حدوث الولادة، ومن المعروف أن الدم الذي يسري في الحبل السري للجنين يحتوي على خلايا جذعية تشبه تماماً تلك التي توجد لاحقاً في نقي العظم، لذلك سيكون لحفظ دم الحبل السري فوائد مستقبلية كبيرة رغم أن العلماء في بداية أبحاثهم حول هذا الموضوع.

كما أنه ثبت أن خلايا الحبل السري تتمتع بمقاومة التجميد لسنوات عديدة، وحسب التقديرات فإن الخلايا الجذعية المتوفرة في دم الحبل السري تكفي لعلاج صاحبها لمرة واحدة في المستقبل من أحد الأمراض المستعصية، ويعود سبب ذلك لقلة كمية الخلايا الجذعية في دم الحبل السري.

وذكرت الأبحاث إن ذلك الإجراء لا ينطوي على أية مجازفة بالوليد أو بحياة الأم. كما أن هناك بنوكاً تقوم بشراء هذا الدم، ومن ثم بيعه لاحقاً إلى أشخاص هم بحاجة إليه لمعالجة أمراضهم، أو لإجراء التجارب العلمية عليه.

أبحاث طبية حديثة واعدة أخرى على الخلية الجذعية

- في سياق متصل تمكن باحثون من إنبات جذور وأربطة داعمة للأسنان، للمساعدة في عملية تصليح تاج الأسنان، وذلك من خلال استخدام خلايا جذعية مأخوذة من ضرس العقل لأجسام بالغة في تجارب على خنازير صغيرة الحجم.
- توصل فريق علمي بريطاني من جامعة نيوكاسل البريطانية إلى صنع كبد بشري من خلايا مستخرجة من الحبل السري. ويمكن استخدام مثل هذه الأكباد الصغيرة في الصناعات الدوائية لإجراء اختبارات الأدوية عليها، مما يقلل التجارب التي تجرى على الحيوانات. كما أنها يمكن أن تستخدم في علاج الأكباد المريضة، وعلى المدى البعيد يمكن استخدامها في صنع أعضاء حقيقية يمكن زرعها.
- توصل علماء من مدينة نيوكاسل في بريطانيا إلى اكتشاف علمي جديد قد يقود إلى علاج العقم عند الرجال من خلال إنتاج خلايا منوية بشرية مأخوذة من الخلايا الجذعية للأجنة.
- في عام (2010) أعلنت شركة بريطانية أنه قد تمت المصادقة على الطور الأول من التجربة الإكلينيكية للمعالجة بالخلايا الجذعية العصبية لمرض السكتة الدماغية.

وأخيراً فإن علم الخلايا الجذعية هو علم واعد بشكل منقطع النظير، وهناك تقدم كبير في علاج أمراض الجهاز الدموي باستخدام الخلية الجذعية المكونة للدم، وينكب العلماء من كل أنحاء العالم في سباق دؤوب على الأبحاث الخاصة بالخلايا الجذعية كي يعرفوا المزيد عن تشخيص ومعالجة مختلف أنواع الأمراض والحالات، وكل يوم يبحث العلماء على طرق جديدة للسيطرة على أنماط مختلفة من الخلايا الجذعية مما يقربهم أكثر من تطوير علاجات جديدة.

إن الكثير من المعالجات المحتملة قد جربت على الحيوانات، وبعضها الآخر حُضر للتجارب الإكلينيكية. نأمل في القريب العاجل أن تكون المعالجة بالخلية الجذعية متوافرة لمعالجة العديد من الحالات والأمراض التي تصيب البشر والتي كانت لأمد قريب مستعصية على المعالجة.

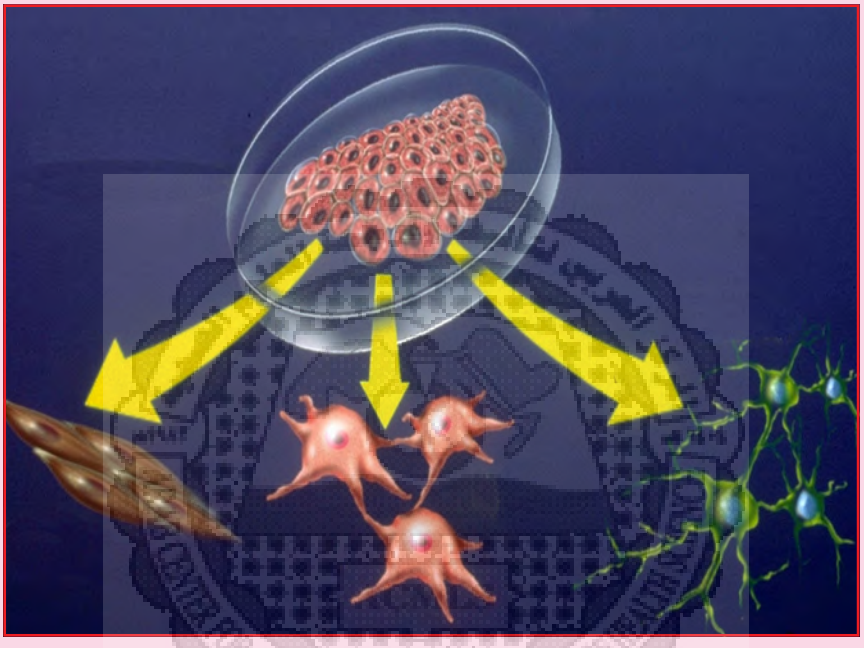
وأمام هذا التقدم العلمي المتسارع في نتائج الأبحاث والدراسات لدرجة أنه قد لا يمضي يوم حتى نسمع عن أخبار جديدة وتجارب ناجحة في هذا المضمار من البحث العلمي، لا يسعنا إلا أن نرفع القبعة تحية لهؤلاء العلماء والباحثين ونشكرهم على جهودهم وتفانيهم من أجل مصلحة الإنسانية.

المراجع

- د.ف. هوفبراند وآخرون، أساسيات علم الدمويات، زرع الخلايا الجذعية، الكويت: مركز تعريب العلوم الصحية، 2007 م.
- د.محمد براء الجندي، الخلايا الجذعية، مجلة تعريب الطب، المجلد 8، العدد الأول، أبريل 2004.
- بحث الخلية الجذعية، الموجود على الموقع الإلكتروني: www.wikipedia

- International Society for Stem Cell Research. www.isscr.org.
- The National Institutes of Health resource for stem cell research, http://stemcells.nih.go.
- Daniel H,et al, Washington Manual of medical therapeutics, 32 edition ,2007.

في هذا الكتاب



تكمن أهمية هذا الكتاب في أنه يتناول موضوع الخلايا الجذعية، بماله من أهمية مستقبلية، موضحاً تعريف الخلايا الجذعية وأنواعها وتقنيات الحصول عليها، بالإضافة إلى أحدث التطبيقات التي تستخدم فيها. كما يتطرق الكتاب إلى عملية زرع نقي العظم، باعتبارها من تطبيقات الخلايا الجذعية الممارسة بنجاح منذ الستينيات. ويجيب الكتاب عن العديد من التساؤلات التي تهم المريض والباحث في موضوع الخلايا الجذعية، كما أنه يوضح الآراء المتعارضة التي أثيرت حول هذا الموضوع. وأخيراً، نأمل أن يكون هذا الكتاب مفيداً للقارئ العربي.