جامعة حماة

كلية الصيدلة

السنة الخامسة

# مقرر التقانة الحيوية

## المحاضرة التاسعة

اعداد : ابتسام جرجنازي

إشراف : د. ظلال قطان

# تقانة الخلايا الجذعية وتطبيقاتها

**مقدمة :**

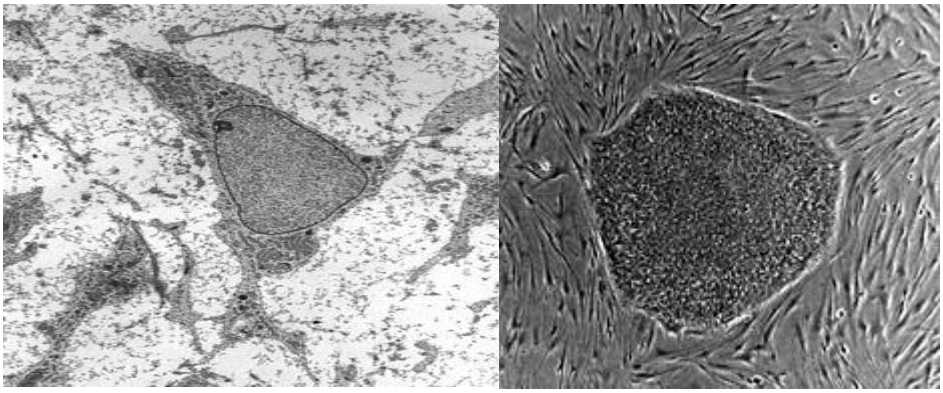
الخلايا الجذعية هي الخلية الأساسية لكل عضو ونسيج في الجسم (المواد الخام بالجسم) حيث يوجد العديد من أنواعها التي تأتي من أماكن مختلفة في الجسم أو تتشكل في أوقات مختلفة من حياتنا.

الخلايا الجذعية هي خلايا غير متخصصة وغير مكتملة الانقسام ولا تشبه أي خلية متخصصة، ولكنها قادرة على تكوين خلية بالغة بعد أن تنقسم عدة انقسامات في ظروف مناسبة، ولها خاصيتان:

**أولاً:**التجديد الذاتي ويعني أنها يمكن أن تنقسم وتنتج المزيد من الخلايا الجذعية من النوع نفسه.

**ثانيًا** :تصبح نوعًا آخر من الخلايا وتأخذ وظيفتها المتخصصة مثل: خلايا الجلد، والعضلات، والدم.

تختلف الخلايا الجذعية اختلافًا كبيرًا فيما تستطيع القيام به، وهذا أحد الأسباب التي تجعل الباحثين يستخدمون جميع أنواع الخلايا الجذعية في أبحاثهم.



خلايا جذعية

**الخلايا الجذعية – وتُسمّى أيضًا الخلايا الجذرية** (بالإنجليزية: **Stem Cells) هي** خلايا **غير متخصصة ولكن يمكنها أن** تتمايز **إلى خلايا متخصصة، مع تميزها بقدرتها على الانقسام لتجدد نفسها باستمرار** .

**يُعد اكتشاف الخلايا الجذعية من المكتشفات** الطبية **الحديثة نسبيًا ويُعول عليها أن تكون مصدرًا مهمًا في علاج الكثير من** الأمراض المزمنة **والإصابات الخطيرة، كأمراض:**

**الكلى** والكبد والبنكرياس **وإصابات** الجهاز العصبي والجهاز العظمي.

يبدأ تكوين الإنسان بتكون اللاقحة عندما يقوم الحيوان المنوي باخصاب البويضة، هذه اللاقحة (البويضة المخصبة) تتكون من خلية واحدة ولكنها تمتلك القدرة الكاملة على تكوين أي نوع من أنواع الخلايا ولذلك تسمى خلية **جذعية كاملة القدرة** (بالإنجليزية: Totipotent Stem Cell) ، تبدأ اللاقحة بالانقسام إلى مجموعة من الخلايا التي لها أيضًا القدرة الكاملة على التخصص، ويمكن لأي خلية من هذه الخلايا إذا زُرعت في رحم أنثى أن تكون جنينًا كاملًا مع الأنسجة المدعمة له ، تبدأ الخلايا كاملة القدرة بعد عدة دورات من الانقسام بالتخصص مكونة كرة مفرغة تسمى الحويصلة الجذعية (بالإنجليزية: Blastocyst).

ولهذه الحويصلة طبقة خارجية من الخلايا تكون المشيمة والأغشية المحيطة بالجنين المدعمة لنموه داخل الرحم، كما توجد في تجويف الكرة كتلة من الخلايا تسمى الكتلة الخلوية الداخلية (بالإنجليزية: Inner Cell Mass)، تُكون خلايا هذه الكتلة الجنين بجميع أنسجته وأعضائه لكنها وبخلاف الخلايا كاملة القدرة غير قادرة على تكوين كائن حي بمفردها بسبب كونها غير قادرة على تكوين الأنسجة المدعمة للجين.

وتُسمى **الخلايا الجذعية وافرة القدرة** (بالإنجليزية: Pluripotent Stem Cells) تتكاثر هذه الخلايا بالانقسام المتكرر ثم تبدأ بإنتاج خلايا جذعية متخصصة كخلايا الدم الجذعية التي تكون كل خلايا الدم وخلايا العضلات الجذعية التي تكون العضلات وخلايا الجلد الجذعية التي تكون كل خلايا الجلد، هذه الخلايا المتخصصة تُسمى **الخلايا الجذعية متعددة القدرات**(بالإنجليزية: Multipotent Stem Cells) وهي الخلايا التي تُوجد في الجسم .

## أنواع الخلايا الجذعية

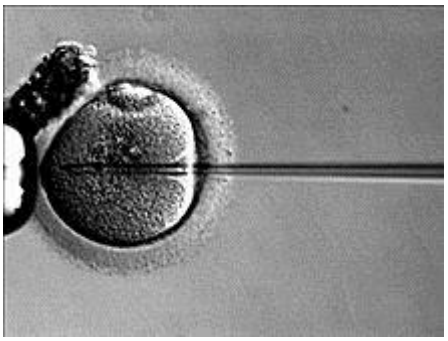
تُصنف الخلايا الجذعية بناء على طريقة الحصول عليها إلى **خلايا جذعية جنينية وخلايا جذعية بالغة** ، وتتلخص الفروق بينهما في أن للخلايا الجذعية الجنينة قدرة أكبر على التخصص وبأنها تنتج **إنزيم التيلوميريز (بالإنجليزية:** Telomerase) والذي يساعدها على الانقسام باستمرار، في المقابل الخلايا الجذعية البالغة لا تُنتج هذا الإنزيم إلا بكميات ضئيلة أو على فترات متباعدة مما يجعلها محدودة العمر .

الخلايا الجذعية الجنينية

يتم الحصول على **الخلايا الجذعية الجنينية (بالإنجليزية:** Embryonic Stem Cells) من الكتلة الخلوية الداخلية للحويصلة الجذعية ، وهي خلايا جذعية وافرة القدرة، وهي تمتلك القدرة على التخصص لأي نوع من الخلايا البشرية عدا خلايا المشيمة والأغشية المحيطة بالجنين .

الخلايا الجذعية البالغة

تُوجد **الخلايا الجذعية البالغة (بالإنجليزية:** Adult Stem Cells) في **الأطفال والبالغين** على حد سواء ، وتتوزع في جميع أنحاء الجسم ، وهي مهمة لتعويضه عن الخلايا التي تموت بشكل طبيعي بعد انتهاء عمرها المحدد، ويقل عدد هذه الخلايا مع **تقدم الإنسان في العمر** .



يُمكن الحصول على الخلايا الجذعية من المصادر التالية :

- **المشيمة والحبل الشوكي والسائل الأمنيوسي.**
- الأطفال والبالغين.
- الأجنة **المجهضة.**
- الفائض من **لقائح أطفال الأنابيب.**
- **الاستنساخ العلاجي.**

يعمل بعض الباحثين على محاولة إعادة الخلايا المتمايزة إلى أصلها (الخلايا الجذعية) فيما يُعرف بالتمايز العكسي **(بالإنجليزية:** Retrodifferentiation) ، ويُعد اكتشاف امكانية إعادة خلايا **الدم** المتمايزة إلى أصولها وإنتاج **خلايا دم جذعية** تتشابه في خواصها مع الخلايا الجذعية التي يتم الحصول عليها من الأجنة من أهم الاكتشافات الحديثة في هذا المجال وتُسمى الخلية التي تُستحث بهذه الطريقة **خلية جذعية مستحثة وافرة القدرة (بالإنجليزية:** Induced Pluripotent Stem Cell) .

ويمكن تقسيم الخلايا الجذعية بشكل أدق إلى:

- **الخلايا الجذعية الجنينية.**
- **الخلايا الجذعية البالغة.**
- **الخلايا الجذعية الوسيطة.**
- **الخلايا الجذعية المحفزة أو المستحثة.**

❖ **الخلايا الجذعية الجنينية:**

هي التي تتكون في المراحل الأولى من التكوين البشري، ويتم الحصول عليها من الخلية البدائية التي تكوِّن الجنين وهي متعددة القدرات، وهذا يعني أن كل خلية منها وبمفردها يمكن أن تشكل جنينًا بالكامل بمشيمته في الثلاثة أيام الأولى تقريبًا من تلقيح البويضة أو بدون المشيمة بعد ذلك، وقيمتها تكمن في كونها مصدر دراسة تطور النمو الطبيعي، والأمراض، واختبار الأدوية وغيرها من العلاجات، وكذلك تستخدم كعينة لفحص الأجنة في التلقيح الاصطناعي لاختيار الأجنة غير الحاملة للأمراض الوراثية ومن ثم الحمل بطفل سليم في حال كان الوالدان حاملين بطفرات مسببة لأمراض وراثية.

عندما يستخرج العلماء الكتلة الداخلية من الخلية البدائية يتم تنمية هذه الخلايا في ظروف مختبرية خاصة، والحفاظ على خواصها .

- **الخلايا الجذعية البالغة (الخلايا الجذعية غير الجنينية، أو الخلايا الجذعية الجسدية، أو الخلايا الجذعية الخاصة بالنسيج):**

هي أكثر تخصصًا من الخلايا الجذعية الجنينية (أي لا يمكن أن تشكل جنينًا من خلية واحدة)، ولديها القدرة على تعويض ما فقده الجسم من خلايا متخصصة، ويمكن لهذه الخلايا الجذعية تكوين أنواع مختلفة من الخلايا لأنسجة معينة أو الأعضاء.

على سبيل المثال، الخلايا الجذعية المكونة للدم في نخاع العظم يمكن أن تكوِّن خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء والصفائح الدموية، ولكن الخلايا الجذعية المكونة للدم لا تكون خلايا الكبد أو الرئة أو المخ، وفي المقابل الخلايا الجذعية في الأنسجة والأعضاء الأخرى لا تكوِّن خلايا الدم الحمراء أو البيضاء أو الصفائح الدموية.

بعض الأنسجة والأعضاء داخل الجسم تحتوي على مخزون صغير من الخلايا الجذعية البالغة، لاستبدال الخلايا المفقودة أو المعطوبة التي تفقد طبيعيًّا في الحياة اليومية العادية أو نتيجة الإصابة، مثل تلك الموجودة في الجلد، والدم.

الخلايا الجذعية البالغة يصعب العثور عليها في جسم الإنسان؛ لأنها غير متجددة ذاتيًّا مثل الخلايا الجذعية الجنينية. ومع ذلك، فإن دراستها تزيد المعرفة العامة حول التطور الطبيعي، والتغيرات في الشيخوخة، وما يحدث أثناء الإصابة والمرض.

- **الخلايا الجذعية الوسيطة:**

هي الخلايا الجذعية البالغة التي توجد عادة في نخاع العظم، ويمكن أن تؤخذ من الأنسجة الأخرى مثل: دم الحبل السري، أنبوب فالوب، والكبد، وغيرها، ولها إمكانيات علاجية عالية لإصلاح الأنسجة. وما زال العلماء في طور البحث عن كيفية استخدامها لعلاج أمراض العظام والغضاريف وأمراض أخرى.

- **الخلايا الجذعية المحفزة:**

هذه الخلايا تمتلك جميع مميزات الخلايا الجذعية الجنينية ولكنها غير مأخوذة من الأجنة، وهي خلايا غير جذعية تؤخذ من الإنسان، ويتم تحويلها في المعامل إلى خلايا جذعية ومن ثم إعادتها إلى الشخص نفسه بدون رفض الجهاز المناعي لها والذي يعتبر من أهم العقبات في زراعة الخلايا الجذعية.

**كيف يتم جمع الخلايا الجذعية:**

**يمكن جمع الخلايا الجذعية من هذه المصادر:**

- نخاع العظم.
- خلايا الدم الجذعية الطرفية.
- دم الحبل السري.

١. **الخلايا الجذعية لنخاع العظم:**

طريقة جمع الخلايا الجذعية لنخاع العظم من المتبرع:

- يتم جمع الخلايا الجذعية لنخاع العظم من المتبرع في غرفة العمليات وتحت التخدير العام، حيث تؤخذ خلايا النخاع من الجزء الخلفي من عظم الحوض (الورك).
- يعتمد جمع الخلايا على وزن المتبرع.
- غالبًا ما يتم جمع نحو ١٠% من نخاع المتبرع، والذي يستغرق نحو ساعة إلى ساعتين.
- في معظم الحالات يمكن للمتبرع مغادرة المستشفى في غضون ساعات قليلة أو في الصباح التالي، ويعوض الجسم هذه الخلايا في غضون ٤ إلى ٦ أسابيع.
- قد يواجه المتبرع بعض الأعراض الجانبية من العملية لبضعة أيام.
- العقاقير المضادة للالتهابات غير الستيرويدية (مثل: الأسبرين، الإيبوبروفين، أو نابروكسين) مفيدة للمتبرع.
- يعود المتبرع إلى حياته المعتادة خلال يومين إلى ثلاثة أيام، ولكن يمكن أن يستغرق ٢ أو ٣ أسابيع قبل أن يعود تمامًا إلى وضعه الطبيعي.
- لا توجد مخاطر على المتبرع، كما أن المضاعفات نادرة.

**ماذا يحدث للخلية بعد التبرع بها :**

بعد جمع خلايا نخاع العظم، يتم تصفيتها من جزيئات العظام أو الدهون، ويمكن إعطاء الخلايا إلى المريض من خلال الوريد بعد التصفية، لكن في بعض الأحيان يتم تجميدها لاستخدامها في المستقبل.

٢.**خلايا الدم الجذعية الطرفية:**

- طريقة جمع خلايا الدم الجذعية الطرفية من المتبرع:
- قبل البدء في عملية التبرع بعدة أيام ، يعطى للمتبرع حقن يومية من (فيلغراستيم)، وهو دواء يستخدم لتحفيز خلايا نخاع العظام لإصدار الكثير من الخلايا الجذعية في الدم.
- دواء (فيلغراستيم) يمكن أن يسبب بعض الآثار الجانبية، والأكثر شيوعًا هو ألم العظام والصداع، ويمكن للأدوية غير الستيرويدية المضادة للالتهابات (مثل: الأسبرين، ايبوبروفين، نابروكسين). أن تكون مفيدة للمتبرع.
- الغثيان، ومشاكل النوم، والحمى الخفيفة، والتعب هي آثار محتملة أخرى، ولكن تختفي بعد الانتهاء من فترة أخذ الحقن.

- يستغرق التبرع بالخلايا الجذعية نحو ٢ إلى ٤ ساعات، ويتم ذلك كإجراء العيادات الخارجية، وفي كثير من الأحيان يجب أن يتكرر التبرع يوميًّا لبضعة أيام، حتى يتم جمع ما يكفي من الخلايا.
- خلال عملية فصل الدم، قد يشعر المتبرع بالدوار أو قشعريرة أو تقلصات العضلات ولكنها تختفي بعد التبرع.
- في بعض الأحيان، يتم استخدام دواء ثاني يسمى (بليريكسافور) جنبًا إلى جنب مع فيلغراستيم في بعض الحالات الخاصة، ويجب على المريض أن يخبر الطبيب على الفور إذا كان لديهم أي ألم في كتفهم الأيسر أو تحت القفص الصدري الأيسر.

**٣ .دم الحبل السري:**

هو الدم الموجود في المشيمة والحبل السري بعد ولادة الطفل، وجمعه لا يشكل أي خطر صحي على الرضيع، حيث يتم الاحتفاظ بدم الحبل السري في حاوية معقمة وتجميده إلى وقت الحاجة.

قد يختار أولياء الأمور الاحتفاظ بدم الحبل السري إذا كان لدى الأسرة تاريخ من الأمراض التي قد تستفيد من زرع الخلايا الجذعية، أو قد يختارون التبرع بها لأنه لم يعرف حتى الآن مدة صلاحيتها.

**مطابقة المريض والمتبرع:**

من المهم جدًا أن تتطابق أنسجة المتبرع والمريض لتجنب رفض جسد المريض للخلايا الجذعية التي تم الحصول عليها، والذي قد يحدث بسبب مهاجمة الجهاز المناعي للخلايا الجديدة ومحاولته تدميرها كما لو أنها بكتيريا أو فيروس، مما يؤدي إلى فشل عملية التبرع.

**العثور على متبرع مناسب:**

البدء بالوالدين، وإذا لم يحدث التطابق يتم البحث من الإخوة والأخوات الأشقاء، ثم الإخوة والأخوات غير الأشقاء، ثم إخوة وأخوات الأم والأب وأبنائهم، وفي الغالب لا تتطابق الأنسجة مع الزوج أو الزوجة.
إذا لم يتم العثور على تطابق من الأقارب، فإن البحث سيتوسع إلى عامة الناس.

**ما سبب هذا الاهتمام بالخلايا الجذعية؟**

يأمل الباحثون والأطباء في أن دراسات الخلايا الجذعية يمكن أن تساعد في:

١- **زيادة فهم كيفية حدوث المرض**. عن طريق مشاهدة الخلايا الجذعية وهي تتحول إلى خلايا في العظام وعضلة القلب والأعصاب والأعضاء والأنسجة الأخرى، قد يتوصل الباحثون والأطباء إلى فهم أفضل لطريقة تطور الأمراض والحالات الصحية.

٢- **توليد خلايا سليمة لتحل محل الخلايا المريضة (العلاج التجديدي)**. يمكن توجيه الخلايا الجذعية لتصبح خلايا محددة يمكن استخدامها في تجديد الأنسجة المريضة أو التالفة وإصلاحها في الناس.

يشمل المستفيدون المحتملون من العلاجات بالخلايا الجذعية من يعانون من إصابات في الحبل الشوكي والنوع ١ من السكر وداء باركنسون ومرض ألزهايمر ومرض القلب والسكتة والحروق والسرطان والفصال العظمي.

قد تتمتع الخلايا الجذعية بإمكانية أن تنمو لتصبح نسيجًا جديدًا لاستخدامه في طب زراعة الأعضاء والطب التجديدي. يواصل الباحثون تطوير المعارف عن الخلايا الجذعية واستخداماتها في طب زراعة الأعضاء والطب التجديدي.

٣- **اختبار العقاقير الجديدة من حيث السلامة والفعالية.** قبل استخدام العقاقير الجديدة مع الناس، تفيد بعض أنواع الخلايا الجذعية في اختبار سلامة العقاقير البحثية وجودتها. سيكون لهذا النوع من الاختبار على الأرجح تأثير مباشر أولاً على تطوير العقار من حيث اختبار السمية القلبية.

تشمل المجالات الجديدة للدراسة فعالية استخدام الخلايا الجذعية البشرية التي تمت برمجتها لتتحول إلى خلايا نسيج محدد لاختبار عقاقير جديدة. لكي يكون اختبار العقاقير الجديدة دقيقًا، يجب برمجة الخلايا لتستحوذ على خصائص نوع الخلايا التي يجري اختبارها. ما زالت آلية برمجة الخلايا لتتحول إلى خلايا محددة قيد الدراسة.

يمكن توليد خلايا الأعصاب مثلاً لاختبار عقار جديد لمرض يصيب الأعصاب. يمكن أن توضح الأبحاث ما إذا كان العقار الجديد له أي أثر على الخلايا وما إذا كانت الخلايا قد تضررت.

## تطبيقات الخلايا الجذعية

تُعد المعالجة بالخلايا الجذعية طريقة واعدة للعلاج إلا أنها لم تصل بعد إلى حد الاستخدام اليومي إلا في **أمراض الدم كسرطان الدم** حيث تُفصل الخلايا الجذعية من **الدم** أو **نخاع العظم** ويُحتفظ بها، ومن ثم يتم القضاء على **الخلايا السرطانية** في الدم باستخدام **عقاقير** قاتلة، وبعدها يُعاد تكوين الدم باستخدام الخلايا الجذعية المحفوظة .

وعلى الرغم أن نتائج العديد من التطبيقات العلاجية للخلايا الجذعية مشجعة، إلا أنه مازال كثير منها في طور التجربة ويحتاج إلى عدة سنوات قبل أن ينتقل إلى مرحلة التطبيق، ويرجع السبب في ذلك إلى تسجيل انتكاسات إصابة لبعض حيوانات على المدى الطويل في بعض من هذه التقنيات العلاجية، ولذلك يحتاج الباحثون للتأكد من هذه الانتكاسات لن تصيب **الإنسان**.

كذلك فإن النتائج المبكرة **للدراسات السريرية** لا تعكس بالضرورة نتائجها النهائية، فمثلًا أشارت النتائج المبدئية لدراسات سريرية احتمالية **فعالية** وجدوى زراعة الخلايا الجذعية في علاج الحالات المتقدمة من **سرطان الثدي** بينما أوضحت نتائجها النهائية التي استغرقت عدة سنوات للوصول إليها أن ذلك غير مجد .

**فشل نخاع العظم:**

أثبتت التجارب العلمية فعالية العلاج بالخلايا الجذعية في علاج **فشل النخاع العظمي**، حيث تُزرع في المريض خلايا جذعية من متبرع مطابق له .

**أمراض القلب والشرايين:**

يتم علاج هذه الأمراض باستخلاص خلايا جذعية من نخاع عظم جسم المريض، وزراعتها في **مزارع خلوية**، ثم حقنها في المناطق المصابة في المريض، وفي بعض الدراسات تم رفع معدل **ضخ الدم** من **القلب** بنسبة ١٧%.

**مرض السكري:**

أدى حقن خلايا جذعية إلى **البنكرياس** في دراسة حديثة إلى احتمال علاج **هذا المرض** بشكل كامل.

**الحروق:**

استطاع علماء إنتاج أجزاء من **الجلد** معمليًا باستخدام خلايا جذعية اسُتخرجت من مرضى **حروق** فقدوا ما يعادل ٨٠% من جلودهم، وزراعتها في مناطق مختلفة من أجسامهم، سرعان ما نمت هذه الخلايا في مدة لم تتجاوز ٦ أشهر معوضه عن ٩٥% من الجلد المفقود .

- هل العلاج بالخلايا الجذعية حل مضمون وجذري أم مؤقت؟

تصعب الإجابة حاليًا عن هذا السؤال، لكن تتم زراعة الخلايا الجذعية، واحتمال عودة المرض ضئيلة جدًا، وهي حتى الآن أفضل نوع من العلاج لبعض الحالات.

**العلاج باستخدام الخلايا الجذعية** هو زراعة خلايا بشرية أو حيوانية لتعويض الخلايا أو الأنسجة التالفة في محاولة لعلاج الأمراض. قد يستخدم العلاج الخلوي والعلاج الجيني معا للوصول لأفضل النتائج. أي استخدام الخلايا الجذعية للعلاج او الوقاية من مرض او حالة معينة. و زراعة النخاع العظمي هو العلاج بالخلايا الجذعية الأكثر استخداما.

## الاستخدامات الطبية

### (النخاع العظمي )

على مدى ثلاثين سنة، تم استخدام النخاع العظمي لعلاج مرضى السرطان المصابين بأمراض مثل ابيضاض الدم والورم اللمفي؛ هذا هو الشكل الوحيد من أشكال العلاج بالخلايا الجذعية الذي يمارس على نطاق واسع.

أثناء المعالجة الكيميائية، تموت معظم الخلايا المتنامية بالعوامل السامة للخلايا. مع ذلك لا تستطيع هذه المواد التمييز بين ابيضاض الدم أو الخلايا الورمية والخلايا الجذعية المتعلقة بتكون الدم الموجودة في النخاع العظمي. هذا هو الأثر الجانبي للعلاج الكيميائي ، النخاع العظمي الصحي للمتبرع يعيد الخلايا الجذعية الفعالة لاستبدال الخلايا المفقودة والتالفة في جسم المضيف خلال فترة العلاج.

### (النسيج العصبي)

أجريت الأبحاث لمعرفة ما إذا يمكن استخدام الخلايا الجذعية لمعالجة تنكس الدماغ، كما هو الحال في مرض باركنسون، التصلب الجانبي الضموري والزهايمر. وكانت هناك دراسات أولية تتعلق بالتصلب المتعدد .

إن أدمغة البالغين الأصحاء تحتوي على خلايا جذعية عصبية تقسم إما للحفاظ على أعداد الخلايا الجذعية عامة، أو لتصبح خلايا السلف. في الحيوانات البالغة، تهاجر خلايا السلف داخل الدماغ وتعمل في المقام الأول للحفاظ على الخلايا العصبية للشم. تم الإبلاغ أن التفعيل الدوائي للخلايا الجذعية العصبية داخلية المنشأ يحث على الحماية العصبية و الشفاء السلوكي في نماذج الفئران البالغة التي تعاني من اضطراب عصبي.

**(القلب)**

تم إثبات العلاج بالخلايا الجذعية البالغة كوسيلة فعالة، ناجحة وآمنة في حالات الاحتشاءات القديمة والحديثة والفشل القلبي الغير ناتجة عن احتشاء العضلة القلبية .

ومن الخلايا الجذعية المستخدمة في علاج احتشاء عضلة القلب الخلايا الجذعية المشتقة من نخاع العظم الذاتي ومن الممكن استخدام خلايا جذعية ناضجة مشتقة من النسيج الشحمي (الدهني) .

**(تكوين خلايا الدم)**

يمكن توليد خلايا دم حمراء بشرية ناضجة تمامًا بواسطة خلايا جذعية مكونة للدم، والتي هي خلايا بدائية لتكوين الدم خارج الجسم البشري. في هذه العملية، تزرع الخلايا الجذعية المكونة للدم جنبًا إلى جنب مع الخلايا اللحمية، مما يخلق بيئة تحاكي ظروف نخاع العظام، وهو الموقع الطبيعي لنمو خلايا الدم الحمراء الإريثروبويتين، وهو عامل نمو، يضاف لجعل الخلايا الجذعية تستكمل التمايز النهائي لتكوين خلايا الدم الحمراء.

**(الأسنان المفقودة)**

الخلايا الجذعية يمكن أن تتحول إلى برعم السن، والتي عند زراعتها في اللثة سوف تعطي أسنانًا جديدة، ويتوقع أن تكون نمت في وقت أكثر من ثلاثة اسابيع. وسوف تلتحم مع عظم الفك وتفرز مواد كيميائية تشجع الأعصاب والأوعية الدموية على الاتصال معها. وهذه العملية شبيهة لما يحدث عندما ينمو البشر أسنانهم الأصلية. لا يزال هنالك العديد من التحديات، مع ذلك، قبل أن تصبح الخلايا الجذعية خيارًا لاستبدال الأسنان المفقودة في المستقبل.

**(السكري)**

يفقد مرضى السكري وظيفة خلايا بيتا المنتجة للأنسولين في البنكرياس. في التجارب الحديثة، كان العلماء قادرون على تحويل الخلايا الجذعية الجنينية إلى خلايا بيتا في المختبر. من الناحية النظرية إذا تمت زراعة خلايا بيتا بنجاح، سيتمكن العلماء من استبدال الخلايا العاطلة عن العمل في مرضى السكري.

**نقل وزراعة الأعضاء.**

**تقويم العظام**

**علاج العقم(باستخدام حقن الخلايا السلف)**

**علاج العمى**

**زراعة النخاع العظمي** (بالإنجليزية: Bone Marrow Transplant) أو زراعة الخلايا الجذعية (بالإنجليزية: Stem Cell Transplantation) هي علاج طبي يتم فيه نقل الخلايا الجذعية إما من نفس المريض أو من متبرع لعلاج عدد من الأمراض مثل:

سرطان الدم وبعض الأمراض الوراثية أو المناعية وتستخدم أيضا بشكل تجريبي في عدد اخر من الأمراض ولكن لم يثبت فعاليتها لها بعد .

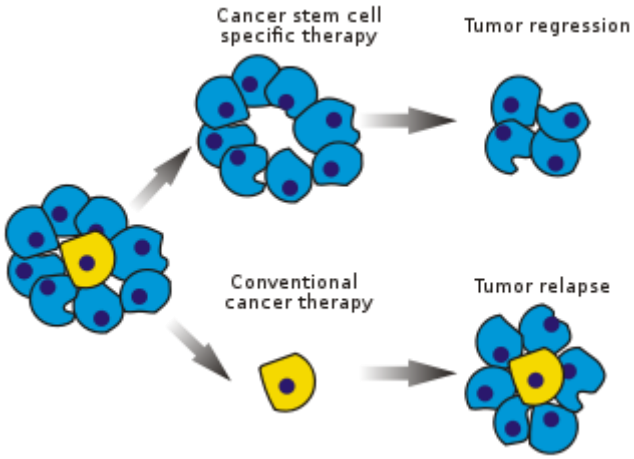
النخاع العظمي هو نسيج موجود داخل العظم يتواجد فيه ما تسمي بالخلايا الجذعية. الخلايا الجذعية تقوم بتقسيم نفسها وتكوين خلايا الدم المهمة ومنها خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية. تلعب كل من هذه الخلايا دوراً هاماً في الحفاظ علي صحة الجسم. الخلايا البيضاء مهمة لمكافحة الالتهابات ومناعة الجسم والصفائح الدموية تساعد في تخثر الدم والكريات الحمراء تمد الجسم بالأكسجين. أول زراعة لنخاع العظم في العالم كانت في عام ١٩٥٩ بواسطة طبيب الأورام الفرنسي جورج ماثي.

## الخلايا الجذعية السرطانية (Cancer stem cells – CSCs)

هي خلايا سرطانية (توجد داخل الأورام الخبيثة أو سرطانات الدم) تمتلك جميع خصائص الخلية الجذعية السليمة، ولا سيما القدرة على تحفيز جميع أنواع الخلايا الموجودة في أية عينة سرطانية. ولذلك، فإن الخلايا الجذعية السرطانية هي خلايا مولدة للورم (مكونة للورم)، وربما تكون مغايرة لغيرها من الخلايا السرطانية غير المكونة للورم. ويمكن أن تولد الخلايا الجذعية السرطانية الأورام من خلال عمليات التجديد الذاتي التي تقوم بها الخلية الجذعية وتمايزها إلى أنواع عديدة من الخلايا الأخرى. يفترض أن تدوم مثل هذه الخلايا في الأورام في شكل تجمع خلوي متميز وتسبب الانتكاس وانتشار المرض، وذلك عن طريق تحفيز تكوين أورام جديدة. ومن ثم، فإن تطوير علاجات نوعية تستهدف الخلايا الجذعية السرطانية يعطي الأمل في تحسين حياة مرضى السرطان وتعايشهم مع المرض، وخاصةً الذين يعانون منهم من مرض انتشاري.

جدير بالذكر أن طرق علاج السرطان الحالية تم تطوير معظمها بناءً على نموذج حيواني، حيث تم اعتبار العلاجات القادرة على تحفيز انكماش الورم وتقلصه من الأساليب العلاجية الفعالة. ومع ذلك، لا يمكن أن تمثل الحيوانات نموذجًا كاملاً للأمراض التي تصيب الإنسان. وعلى وجه الخصوص، في نماذج الفئران التي لا يتجاوز عمرها عامين، يكون من الصعب للغاية دراسة انتكاس الورم.

إن فعالية علاجات السرطان، في مراحلها الأولى، كثيرًا ما يتم اختبارها من خلال تقدير الجزء المزال من كتلة الورم (القتل الجزئي للورم). ونظرًا لأن الخلايا الجذعية السرطانية ستشكل نسبة ضئيلة جدًا من الورم، فهذا لا يستدعي بالضرورة اختيار الأدوية التي تستهدف خصيصًا الخلايا الجذعية. تشير بعض النظريات إلى أن العلاج الكيماوي التقليدي يقتل الخلايا المتمايزة التي تشكل جسم الورم، ولكنها غير قادرة على توليد خلايا جديدة. إن مجموعة من الخلايا الجذعية السرطانية، التي تسبب الأورام، يمكن أن تظل كما هي دون أن يؤثر فيها العلاج الكيماوي وتتسبب في انتكاس المرض.



في سبيل العلاج بالخلايا الجذعية يجب زرع الخلايا مخبرياً: للحصول على الخلايا الجذعية بكميات كافية هناك مرحلتين أساسيتين:

المرحلة الأولى: تكاثر الخلايا

المرحلة الثانية : تمايز الخلايا

ويتم ذلك بإضافة عوامل نمو وهرمونات محددة في كل مرحلة ، وكل مرحلة تحتاج إلى وسط صنعي خاص يحوي على مواد محددة لإكمال المرحلة، ولم يتمكن العلماء مسبقاً من إيجاد وسط مشترك لإتمام المرحلتين معاً.

في جامعة نوتنغهام تم تطوير وسط صنعي (للتكثير والتمايز) مثال:

تمايزت الخلايا الجذعية إلى خلايا قلبية عضلية، حيث احتوى الوسط على مادة هلامية مؤلفة من بوليميرين، البوليمير الأول غني بالألجينات (حمض الألجينيك) وشوارد الكالسيوم حيث يسمح هذا البوليمر بإتمام المرحلة الأولى وهي تكثير الخلايا، أما البوليمر الثاني الغني بالكولاجين وعوامل تحريض أخرى ساهم في تمايز الخلايا الجذعية إلى خلايا عضلية قلبية.