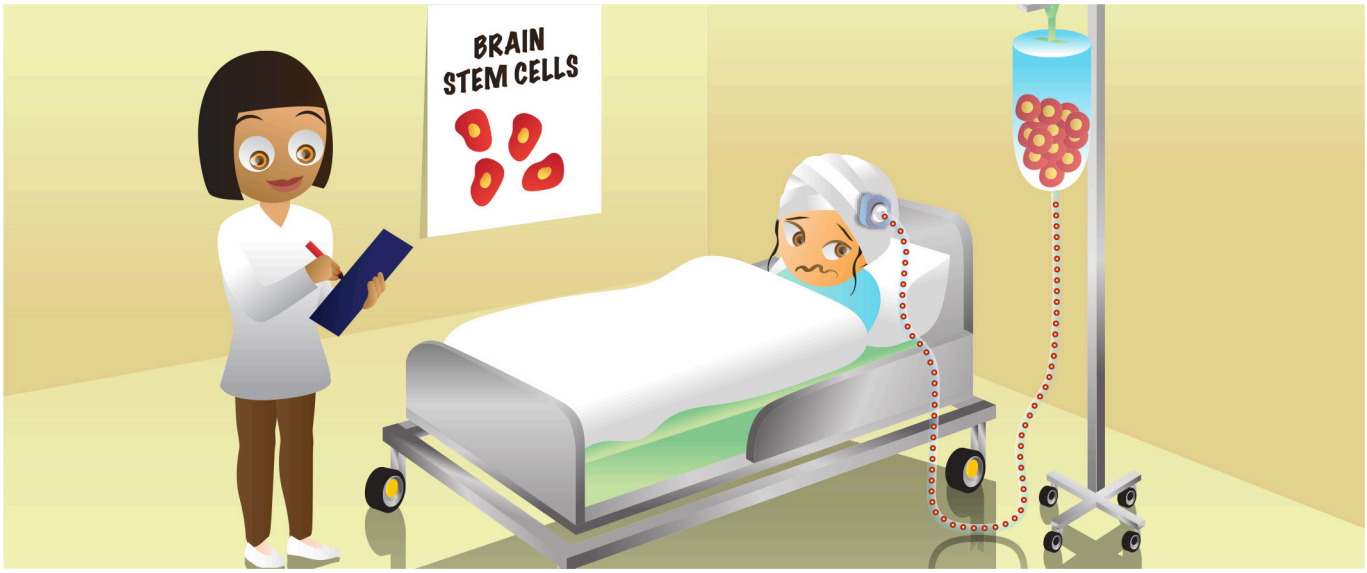
frontiers | فرونتيرز.. العلوم للعقول الشابة

علم الأعصاب وعلم النفس
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 17 أكتوبر 2022
doi: 10.3389/frym.2016.00020-ar



الخلايا الجذعية العصبية وأدوارها الحيوية

Leigh Anne Swayne [1,2,3*]***, Juan C. Sanchez-Arias*** [1,2]***, Andrew Agbay*** [1,2] ***and Stephanie Michelle Willerth*** [1,2,4,5*]

[1]مركز الأبحاث الطبية الحيوية، جامعة فيكتوريا، فيكتوريا، مقاطعة كولومبيا البريطانية، كندا
[2]سم العلوم الطبية، جامعة فيكتوريا، فيكتوريا، مقاطعة كولومبيا البريطانية، كندا
[3]رنامج آيلاند الطبي، قسم العلوم الخلوية والفيسيولوجية، جامعة كولومبيا البريطانية، فيكتوريا، مقاطعة كولومبيا البريطانية، كندا
[4]قسم الهندسة الميكانيكية، جامعة فيكتوريا، فيكتوريا، مقاطعة كولومبيا البريطانية، كندا
[5]مركز التعاون الدولي في مجال الاكتشافات الإصلاحية، جامعة كولومبيا البريطانية، فانكوفر، مقاطعة كولومبيا البريطانية، كندا

منذ القدم، لاحظ الجميع قدرة المخ المحدودة على تماثل الشفاء بعد تعرضه للإصابة. وكان يُعتقد أن هذا الأمر يرجع إلى عجز المخ عن إنتاج خلايا جديدة إلى حد ما. ثم لاحظ الباحثون أن هناك منطقتين محددتين في المخ يمكنهما إنتاج خلايا جديدة، حتى عند البالغين. ويطلق على هذه الخلايا التي تنتجها هاتان المنطقتان الخاصتان اسم "الخلايا الجذعية العصبية"، ويعمل العلماء حاليًّا بجد واجتهاد كي يحددوا كيفية الاستفادة من خصائص هذه الخلايا الخاصة لعلاج مختلف أنواع التلف الذي يصيب المخ.

ما المقصود بالخلايا؟

ربما سمعت أن جسم الإنسان يتكون أغلبه من الماء. إذن، لماذا لا تتفكك أجسامنا إلى قطرات مياه تتناثر على الأرض؟ يرجع السبب في ذلك إلى أن جسم الإنسان يتكون

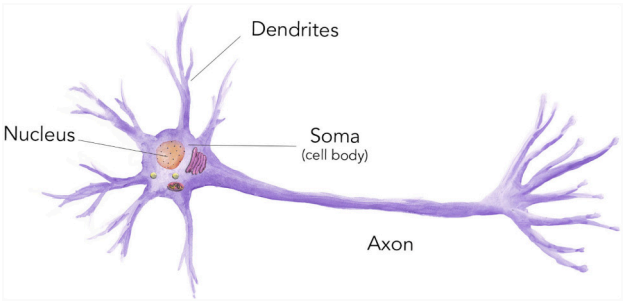
المراجعون الصغار

SCHOOL OF THE MADELEINE

العمر: 12-13

من مختلف أنواع **الخلايا** - خلايا البشرة (وهي خلايا سطحية)، وخلايا القلب (وهي تنبض بالحياة!)، وخلايا المخ (التي تنقل المعلومات)، وغيرها الكثير.

تتمتع الخلايا (الشكل 1) بخاصية غاية في الأهمية تحول بيننا وبين التفكك إلى قطرات مياه على الأرض: إذ لديها غشاء خارجي يتكون من جزيئات دهنية خاصة قادرة على الاحتفاظ بالماء بالداخل ومنع تسربها! وتحتوي الخلايا بداخلها على المزيد من حجرات الأغشية الدهنية التي تدعى "العضيات" والتي يُعنى كل منها بمهمة حيوية ضرورية. ومن أهم العضيات الموجودة في الخلية هي النواة؛ فهي الموضع الذي يحتوي على المعلومات الوراثية على هيئة **الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين** (DNA). وتتحكم النواة في أنواع البروتينات المختلفة التي تُكوِّن نسيج أنواع الخلايا المختلفة. ومن ثم، فهي تعد بمثابة العامل المجتهد في الخلية، إذ تقوم بمهام حيوية لتتيح للخلية إمكانية القيام بواجباتها!



شكل 1

ما نوع الخلايا "المتخصصة" التي يحتوي عليها المخ؟

هناك أنواع مختلفة من الخلايا "**المتخصصة**" الموجودة في المخ، مثل الخلايا العصبية (الشكل 1) والخلايا الدبقية قليلة التغصن، والخلايا النجمية (الشكل 2). ويمكننا وصف هذه الخلايا بأنها *متخصصة* لأن لكل منها شكل وخصائص مختلفة مصممة على نحو يتيح لهذه الخلايا القيام بمهام ووظائف محددة. فمثلًا؛ تُمكّن الخلايا العصبية، بامتداداتها التي تدعى "الزوائد الشجيرية"، و"المحاور العصبية"، مناطق المخ المختلفة من التواصل مع بعضها البعض، كما أنها تتيح للمخ إمكانية التحدث إلى باقي الجسم والتحكم فيه؛ مما يمكننا من التحرك واستشعار التغييرات في البيئة المحيطة. كما تنقل الخلايا العصبية المعلومات وتستقبلها.

تلتف الخلايا الدبقية قليلة التغصن حول الخلايا العصبية، حيث تمدها بالدعم الذي يمكن الخلايا العصبية من نقل المعلومات بسرعة. كما تدعم الخلايا النجمية أيضًا الجهاز العصبي من خلال إمداده بالغذاء، وتنظيم ما يصل للمخ من باقي الجسم.

الخلية (CELL)

هي أصغر وحدة للحياة - وتتكون من كيس مغلف بغشاء ويحتوي على العضيات اللازمة للبقاء على قيد الحياة.

الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA)

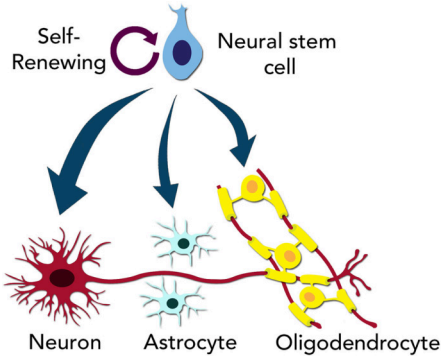
هو بمثابة التعليمات البرمجية الموجودة داخل كل خلية، حيث يخبرها كيف تبني الكائن الحي وتحافظ عليه.

شكل 1

الخلايا العصبية هي نوع من أنواع الخلايا وتحتوي على مجموعة متنوعة من العضيات بداخلها، وكل منها يؤدي وظيفة حيوية مهمة. على سبيل المثال، تُخزن التعليمات الخاصة بإنتاج البروتينات على هيئة حمض نووي ريبوزي منقوص الأكسجين (DNA) داخل النواة.

خلايا متخصصة (SPECIALIZED)

نوع من الخلايا التي تكيفت من أجل القيام بوظائف خاصة محددة من خلال تغيير شكلها وتركيبتها.



شكل 2

شكل 2

تتمتع الخلايا العصبية الجذعية بقدرتها على "التجدد الذاتي"، وهو ما يعني أنها قادرة على إنتاج خلية جذعية أخرى، إلا أن الخلايا الجذعية العصبية يمكنها أيضًا أن تصبح خلايا عصبية أو خلايا نجمية أو خلايا دبقية قليلة التغصن عندما تُعالج بعوامل النمو الملائمة.

ما هي الخلايا الجذعية؟ وماذا تعني كلمة "جذعية"؟

تعرف الخلايا الجذعية بأنها خلايا غير ناضجة أو خلايا **"غير متخصصة"**. ويمكن تشبيهها بورقة فارغة، فهي خلايا فارغة يمكنها أن تتحول إلى أنواع مختلفة من الخلايا المتخصصة. وتستطيع الخلايا الجذعية أن تنقسم باستمرار طالما أنها حية (نقول إنها ذاتية التجدد)، وهي تتسم بصفتين مهمتين: أولًا أنه يمكنها إنتاج خلايا جذعية أخرى، ويمكنها أن تتحول إلى أنواع مختلفة من الخلايا الأكثر تخصصًا (الشكل 2). ولدينا في المخ خلايا جذعية عصبية، وهذا يعني أن هذه الخلايا الجذعية العصبية يمكنها أن تنتج خلايا عصبية، وخلايا نجمية، أو خلايا دبقية قليلة التغصن. ويوجد في مخ الجنين الكثير من الخلايا الجذعية لأن الخلايا الجذعية العصبية تُنتج جميع أنواع الخلايا في المخ، وتتكون غالبية خلايا المخ في مرحلة تكوّن الجنين. والمثير في الأمر أن الخلايا الجذعية العصبية تبقى في المخ حتى في مرحلة النضج، حيث تتموضع في مناطق محددة منه (الشكل 3).

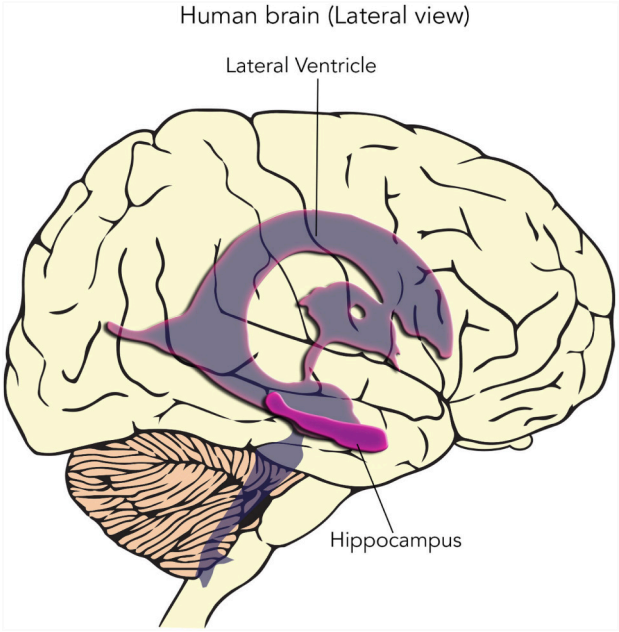
خلية غير متخصصة (UNSPECIALIZED)

هي خلية غير ناضجة تتمتع بالقدرة على التحول إلى أي نوع من أنواع الخلايا المتخصصة، فهي تشبه الورقة البيضاء.

ويعتبر تاريخ مصطلح "الجذعية" معقدًا بعض الشيء. لكن يمكننا طرح تشبيه مبسط في هذا الصدد، ونصف الخلايا الجذعية باعتبارها جذع الشجرة، حيث تنمو منه جميع الأغصان المختلفة. وبالمثل، فإن الخلايا الجذعية هي الخلايا التي تنشأ منها الأنواع المختلفة من الخلايا المتخصصة.

متى اكتشف الباحثون الخلايا الجذعية في مخ الإنسان البالغ لأول مرة؟

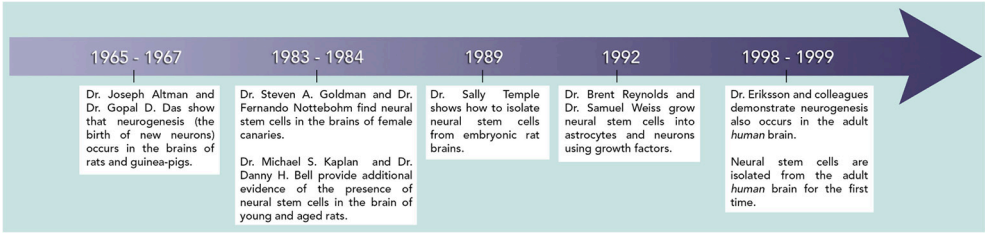
استغرق اكتشاف الخلايا الجذعية في مخ الإنسان البالغ عدة عقود، وقد شارك في عملية الاكتشاف عدد كبير من العلماء (الشكل 4). ونقدم هنا موجزًا لعدة اكتشافات مهمة. وهنا نلفت نظر القارئ إلى أن مجموعات أخرى كثيرة من العلماء والدراسات قد أسهمت على نحو كبير في عملية اكتشاف الخلايا الجذعية، مع التأكيد على إمكانية الوصول إلى هذه الإسهامات من خلال البحث في التراث العلمي. ففي ستينيات القرن الماضي، تعاون اثنان من الباحثين؛ هما الدكتور/ جوزيف آلتمان والدكتور/ قوبال د. داس معًا، حيث قدّما الدليل الأول على وجود الخلايا الجذعية العصبية في المخ [1, 2]،



شكل 3

تظهر هذه الصورة الجانبية من مخ الإنسان مناطق بالمخ تسمى الحُصين والبطينين الجانبيين، وهما يقعان في أغوار المخ. وقد عثر العلماء على خلايا جذعية عصبية في هاتين المنطقتين من المخ.

ثم أتبعهما العديد من الباحثين الآخرين في الثمانينيات [3, 4]. وعندما استطاعت مجموعتان مختلفتان من العلماء عزل الخلايا الجذعية من المخ بالفعل، وأظهرت كيف أن هذه الخلايا تحمل جميع خصائص الخلايا الجذعية المذكورة أعلاه، بدأ العلماء في إيلاء هذا النوع من الخلايا اهتمام كبير.



شكل 4

يوضح هذا الخط الزمني زمن حدوث الاكتشافات الرائدة في الأبحاث المتعلقة بالخلايا الجذعية العصبية. وتمثل هذه الإسهامات حجر الأساس الذي قام عليه كل التقدم الذي توصلت إليه الأبحاث في هذا المجال.

ومن ثم، قامت الدكتورة/ سالي تيمبل بعزل الخلايا الجذعية من المخ **الجنيني** للفئران في عام 1989 [5]، واستطاعت أن تزرعها في أوعية زرع الخلايا داخل المختبر، حيث اكتشفت أن بعض الخلايا الجذعية قد تحولت إلى خلايا عصبية، بينما استطاعت الخلايا الجذعية الأخرى أن تتحول إلى خلايا نجمية. ولقد تبين لها أن جميع الخلايا الجذعية كانت قادرة على إنتاج المزيد من الخلايا الجذعية. وقد دفعت تجربتها هذه العلماء إلى الاعتقاد بأنه من الممكن العثور على خلايا جذعية مماثلة في أمخاخ أجنة الثدييات الأخرى، بما في ذلك الإنسان. وفي عام 1992، توصل الدكتور/ برينت رينولدز والدكتور/ صاموئيل ويس إلى أن أمخاخ الفئران البالغة تحتوي أيضًا على خلايا جذعية [6]، حيث قاموا بزراعة هذه الخلايا المأخوذة من أمخاخ الفئران البالغة مع بعض الجزيئات المهمة التي تدعى "عوامل النمو" (وهي مواد توجه الخلايا للنمو والانقسام)

جنيني (EMBRYONIC)

مرحلة مبكرة جدًا في عملية النمو، حيث يبدأ فيها نمو الهياكل الأساسية للأعضاء وأجهزة الجسم في الكائن الحي.

في وعاء استنبات. وقد توصلت دراستهم إلى أن هذه الخلايا المعزولة يمكنها أن تجدد نفسها ذاتيًّا وأن تتحول إلى خلايا عصبية أو نجمية حال وجود عوامل النمو هذه، وهو ما يعني أنها خلايا جذعية عصبية. وانطلاقًا من هذه النتائج، قام الباحثون حديثًا بإجراء المزيد من التجارب لاكتشاف متى تنبثق الخلايا العصبية بالتحديد من الخلايا الجذعية العصبية في أمخاخ الفئران البالغة [7] والإنسان [8]، مما قد يساعدنا في فهم المزيد حول هذا النوع من الخلايا الجذعية، بما في ذلك الاختلافات الأساسية بين جنس البشر والقوارض والتي تتعدى نطاق هذا المقال.

كيف نستخدم معرفتنا حول الخلايا الجذعية العصبية في علاج إصابات الدماغ أو أمراضه؟

يعكف العلماء حاليًا على محاولة معرفة كيف يمكن أن تساعد الخلايا الجذعية العصبية (هذه الموجودة بالفعل في المخ أو تلك التي تنمو في المختبرات أو هذه المأخوذة من مخ آخر) في علاج ظواهر؛ مثل السكتة الدماغية (حيث يتوقف تدفق الدم الطبيعي للمخ، وبالتالي لا تحصل الخلايا على الغذاء والأكسجين الكافيين)، وإصابات الحبل الشوكي، ومرض باركنسون (الشلل الرعاش) (حيث تتوقف الخلايا التي تُسهم في السيطرة على حركة الجسم عن العمل تدريجيًا حتى تموت).

تتسم الخلايا الجذعية العصبية في المخ بالحساسية الشديدة تجاه التغيير. فعلى سبيل المثال، تسافر الخلايا الجذعية العصبية بعد حدوث الإصابة الدماغية عبر أنسجة المخ مباشرة إلى موضع الإصابة. ونعلم أن هذا الأمر يحسن بالفعل من معدل التعافي [9]، لأنه حينما يمنع العلماء الخلايا الجذعية من الانتقال إلى موضع الإصابة، تصبح عملية التعافي أسوأ [10]. وتمثل الآليات العلمية، التي تشرح كيف تساعد الخلايا الجذعية المخ على التعافي من الإصابة، مجالًا بحثيًا حيويًا وشيقًا. كما تتأثر الخلايا الجذعية العصبية أيضًا ببعض الأمراض الدماغية، مثل الشلل الرعاش (مرض باركنسون) **وألزهايمر**. فعند الإصابة بهذه الأمراض، تنخفض **معدلات تكاثر** الخلايا الجذعية العصبية وتقل قدرتها على النمو الكامل لتصبح خلايا عصبية صحيحة.

ويستطيع العلماء أيضًا أن يحقنوا الخلايا الجذعية المأخوذة من مصدر آخر في الجسم (من خلال تدفق الدم أو بطريقة مباشرة داخل المخ أو الحبل الشوكي)، وفحص ما إذا حدث تحسن في عملية التعافي من الإصابة الدماغية، أم لا. وتعمل العديد من المجموعات البحثية على اكتشاف تفاصيل هذا النوع من العلاج، وتدرس النتائج بدقة. وفي النهاية، إذا نجحت عملية **تعزيز قدرة** الخلايا الجذعية العصبية الموجودة بالمخ أو عملية نقل الخلايا المستنبتة في المختبرات، واتسمت النتائج **بقابلية التكرار**، فسيمتلك الأطباء حينئذ طرقًا أفضل لعلاج العديد من إصابات المخ واضطراباته المختلفة. أما في الوقت الحالي، وبفضل الاكتشاف الحيوي للخلايا الجذعية العصبية نستمر في فهم المخ ووظائفه وابتكار طرقٍ مختلفةٍ لجعله أكثر صحة.

ألزهايمر (ALZHEIMER'S DISEASE)

هو مرض يؤدي إلى فقدان الذاكرة وحدوث اختلالات في الوظائف العقلية.

معدل التكاثر (PROLIFERATION RATE)

يقصد به معدل زيادة أعداد الخلايا عندما تتكاثر.

تعزيز القدرة (POTENTIATION)

تعزيز قوة كائن حي أو وظيفته أو استجابته.

القابلية للتكرار (REPRODUCIBLE)

تشير إلى القدرة على تكرار نفس المهمة والحصول على نفس النتيجة في كل مرة.

المراجع

1. Altman, J., and Das, G. D. 1965. Autoradiographic and histological evidence of postnatal hippocampal neurogenesis in rats. *J. Comp. Neurol.* 124(3):319–35. doi: 10.1002/cne.901240303
2. Altman, J., and Das, G. D. 1966. Autoradiographic and histological studies of postnatal neurogenesis. I. A longitudinal investigation of the kinetics, migration and transformation of cells incorporating tritiated thymidine in neonate rats, with special reference to postnatal neurogenesis in some brain regions. *J. Comp. Neurol.* 126(3):337–89.
3. Goldman, S. A., and Nottebohm, F. 1983. Neuronal production, migration, and differentiation in a vocal control nucleus of the adult female canary brain. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 80(8):2390–4. doi: 10.1073/pnas.80.8.2390
4. Kaplan, M. S., and Bell, D. H. 1984. Mitotic neuroblasts in the 9-day-old and 11-month-old rodent hippocampus. *J. Neurosci.* 4(6):1429–41.
5. Temple, S. 1989. Division and differentiation of isolated CNS blast cells in microculture. *Nature* 340(6233):471–3. doi: 10.1038/340471a0
6. Reynolds, B. A., and Weiss, S. 1992. Generation of neurons and astrocytes from isolated cells of the adult mammalian central nervous system. *Science* 255(5052):1707–10. doi: 10.1126/science.1553558
7. Cameron, H. A., Woolley, C. S., McEwen, B. S., and Gould, E. 1993. Differentiation of newly born neurons and glia in the dentate gyrus of the adult rat. *Neuroscience* 56(2):337–44. doi: 10.1016/0306-4522(93)90335-D
8. Eriksson, P. S., Perfilieva, E., Bjork-Eriksson, T., Alborn, A. M., Nordborg, C., Peterson, D. A., et al. 1998. Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nat. Med.* 4(11):1313–7. doi: 10.1038/3305
9. Thored, P., Arvidsson, A., Cacci, E., Ahlenius, H., Kallur, T., Darsalia, V., et al. 2006. Persistent production of neurons from adult brain stem cells during recovery after stroke. *Stem Cells* 24(3):739–47. doi: 10.1634/stemcells.2005-0281
10. Jin, K., Wang, X., Xie, L., Mao, X. O., and Greenberg, D. A. 2010. Transgenic ablation of doublecortin-expressing cells suppresses adult neurogenesis and worsens stroke outcome in mice. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 107(17):7993–8. doi: 10.1073/pnas.1000154107

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 17 أكتوبر 2022

حرره: Robert T. Knight

مرشدو العلوم: Elizabeth Johnson and Julia Kam

الاقتباس: Swayne LA, Sanchez-Arias JC, Agbay A and Willerth SM (2022) الخلايا الجذعية العصبية وأدوارها الحيوية. Front. Young Minds
doi: 10.3389/frym.2016.00020-ar

مُترجَم ومقتبس من: Swayne LA, Sanchez-Arias JC, Agbay A and Willerth SM (2016) What Are Neural Stem Cells, and Why Are They Important? Front. Young Minds. 4:20. doi: 10.3389/frym.2016.00020

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2016 © 2022 Swayne, Sanchez-Arias, Agbay and Willerth. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

SCHOOL OF THE MADELEINE، العمر: 12-13
تأسست هذه المدرسة الكاثوليكية الابتدائية في عام 1937 لتعمل وفق الطريقة الحيوية الدومينيكانية التقليدية في التعليم والخدمات. وهي تابعة لأبرشية أوكلاند، ومن ثم تقوم مهمة المدرسة على إلهام طلابنا لتنمية قدراتهم العقلية والجسدية والروحية وإنضاجها. ومراجعو هذا المقال هم طلبة في الصف الثامن.

المؤلفون

LEIGH ANNE SWAYNE
أعمل أستاذة في جامعة فيكتوريا، حيث أدير مختبرًا للأبحاث الخلوية وبيولوجيا الأعصاب الجزيئية. وأحاول في مختبري فهم كيفية تنظيم قنوات البروتين (تلك المداخل المجهرية التي تسمح بدخول وخروج الأشياء من الخلية وإليها) لعملية نمو خلايا المخ وتطورها. وبجانب حياتي العملية، أحب أن أحافظ على نشاطي من خلال ممارسة رياضة كمال الأجسام، واللعب في الهواء الطلق مع كلبي. كما أنني أقرا الكثير من أنواع الكتب المختلفة وأحب مشاهدة أفلام الإثارة والحركة. lswayne@uvic.ca*

JUAN C. SANCHEZ-ARIAS
طبيب وطالب ماجستير في جامعة فيكتوريا، حيث أجري أبحاثي تحت إشراف الدكتورة/ سوين حول الكيفية التي تطور بها الخلايا العصبية الاتصالات داخل المخ باستخدام بلورات ملونة مخصصة ومجهر فائق القوة. وبالإضافة إلى البحث والدراسة، أحب ممارسة أكبر عدد ممكن من الرياضات (كرة القدم، كرة السلة، الدودجبول)، كما أخصص بعض الوقت لقراءة روايات شرلوك هولز وغيرها من الروايات البوليسية الخيالية.

ANDREW AGBAY
طالب ماجستير في جامعة فيكتوريا، حيث يركز بحثي على إنتاج الخلايا العصبية من الخلايا الجذعية بالاستعانة بمعدات إدخال الأدوية. وبجانب عملي، فإنني أحب ممارسة كرة السلة والكرة الطائرة. كما أحب الطلاء والرسم في أي وقت متاح لي.

STEPHANIE MICHELLE WILLERTH
أستاذة في جامعة فيكتوريا، حيث أشرف على المختبر الذي يدرس كيفية إمكانية توليد أنسجة تشبه الأنسجة الموجودة بالمخ والحبل الشوكي. والخلايا الجذعية هي إحدى الوسائل التي أستخدمها لإنتاج هذا النوع من الأنسجة. وبعيدًا عن العمل، أحب مشاهدة الرياضة، بما في ذلك مشاهدة فريق كانساس سيتي رويالز المحبب لي والذي فاز ببطولة العالم العام الماضي، والمنتخب الوطني النسائي لكرة القدم بالولايات المتحدة الأمريكية الذي حضرت مباراة فوزه ببطولة العالم في 2015 في فانكوفر. willerth@uvic.ca*

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology