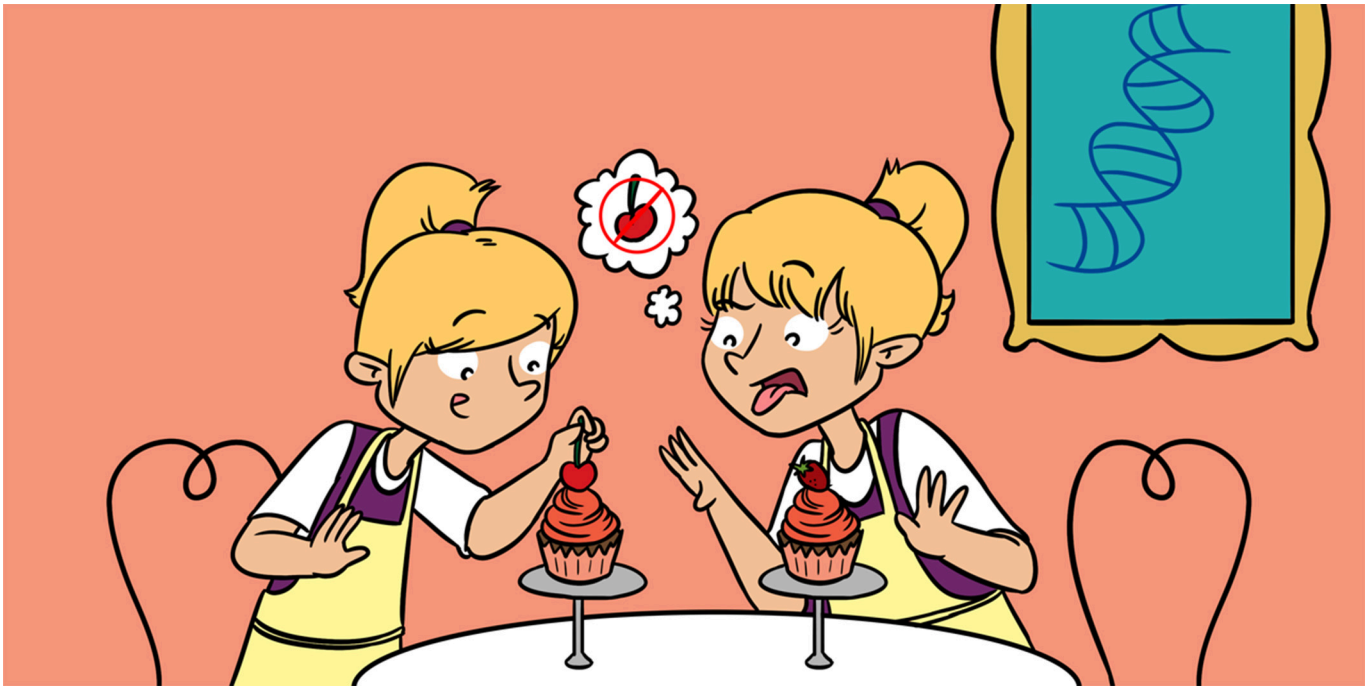
صحة الإنسان
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 28 فبراير 2022
doi: 10.3389/frym.2019.00059-ar



كيف تُشكّل الجينات والعوامل البيئية هويتنا؟ لندرس التوائم بحثًا عن إجابات!

***Adrian I. Campos*[1,2†], *Brittany L. Mitchell*[1,3†] *and Miguel E. Rentería*[1,2,3*]**

[1]*Department of Genetics & Computational Biology, QIMR Berghofer Medical Research Institute, Herston, QLD, Australia*
[2]*Faculty of Medicine, The University of Queensland, Herston, QLD, Australia*
[3]*Institute of Health and Biomedical Innovation, Queensland University of Technology, Brisbane, QLD, Australia*

هل سبق وتساءلت: لماذا تبدو مختلفًا عن الأشخاص الآخرين؟ يمكن أن ترجع الاختلافات؛ مثل اختلاف الطول ولون الشعر، إلى اختلافات توجد في جيناتك، وتُسمى طفرات. ويصعب نسبيًا فهم كيفية قيام الطفرات بتشكيل هويتنا؛ لأننا نتأثر كذلك بالعالم المحيط بنا. ويمكن للتوائم والأشقاء مساعدتنا على فهم ما إذا كان الأشخاص مختلفين بسبب الاختلافات الجينية، أم بسبب عيشهم في بيئات مختلفة. يشترك التوأم المتماثل في الجينات نفسها، بينما يشترك التوأم غير المتماثل، في المتوسط، في نصف الجينات مع التوأم الآخر. ويمكننا قياس ومقارنة درجة التشابه في سمة معينة بين أزواج من التوائم المتماثلة وغير المتماثلة، لفهم مقدار إسهام كل من الجينات والبيئة في اختلاف صفة ما في هؤلاء الأفراد.

كل شخص يعيش في هذا العالم فريد من نوعه، وليس له نظير. فقد يكون لديك شعر بلون مختلف، أو بشرة بلون معين، أو عينين ملونتين مختلفتين، أو طول مختلف عن الآخرين، إلى جانب مجموعة كاملة من **السمات** الأخرى التي تجعلك تبدو فريدًا. لكن من ناحية أخرى، أنت تتشارك مع أفراد أسرتك في سمات متشابهة للغاية. فربما يكون لديك لون شعر والدك، ولون عين والدتك. قد

المراجعون الصغار:

ASHTYN
العمر:10

A. Y. JACKSON S. S. (TORONTO DISTRICT SCHOOL BOARD)
العمر:13-15

SUN TONG SCIENCE CLASS
العمر:14-15

السمة (TRAIT)

صفة أو ميزة محددة في شخص ما. على سبيل المثال؛ لون شعره أو طوله.

تشبه قليلًا أخوك أو أختك. ويرجع ذلك إلى أن بعض الأسر تتشارك في بعض التغيرات التي تطرأ على **جيناتهم** (والتي يطلق عليها أيضًا **الطفرات**).

يمكننا قول إن الجينات عبارة عن أجزاء صغيرة من المعلومات الحيوية، تُنقل من الوالدين إلى أطفالهم، وتكون مشفرة في **الحمض النووي (DNA)**. فكّر في الجينات باعتبارها وصفة مزودة بتعليمات تسرد مكونات الطعام، وكمياته، وخطوات تحضيره. في هذا المثال، تكون أنت الطعام، وحمضك النووي هو كل من الورقة والحروف المستخدمة في كتابة الوصفة. وبالرغم من التشابه بين جيناتنا والوصفات، فيجب أن تضع في اعتبارك أنها وصفة صعبة للغاية، تحوي العديد من المكونات والخطوات التي ما زلنا نحاول اكتشافها وفهمها. يوجد العديد من أنواع الطعام في العالم في وقتنا الحالي، تمامًا مثلما يوجد الكثير من أنواع الأشخاص. يختلف الكب كيك عن الكوكيز لأن وصفتيهما مختلفتان. ويختلف الأشخاص عن بعضهم بعضًا بسبب الاختلافات في جيناتهم (الوصفات). ويكون بعض الأشخاص متشابهين أكثر من غيرهم. فعلى سبيل المثال؛ تكون درجة التشابه بينك وبين أخيك أو أختك، أكبر من تلك التي بينك وبين أصدقاءك. هذا أشبه بالكب كيك والمافن - ليستا متماثلتين، لكنهما متشابهتان إلى حد كبير. وهذا لأن وصفتيهما متشابهتان، ولكنهما ليستا متطابقتين تمامًا. وفي بعض الأحيان، يمكن أن تكون بعض الطفرات في جيناتك ضارة، وتجعلك مريضًا، بينما قد تحميك طفرات أخرى من المرض. وقد تكون بعض الطفرات جيدة أو سيئة حسب البيئة! وتعتبر الطفرة التي تسبب مرضًا بمثابة استخدام وصفة خاطئة في التشبيه الذي استخدمناه. فإذا وضعت ملحًا في خليط الكعكة بدلًا من السكر، فلن تُعد الكعكة جيدًا. وبينما قد تعتقد أن الطفرات شيء ضار (أو ربما تعتقدها شيئًا رائعًا يتميز به بعض الأبطال الخارقين)، فإن الحقيقة هي أن معظم الطفرات ليست جيدة ولا سيئة؛ فهي تسمى محايدة.

الوصفة ليست العامل الوحيد المؤثر على جودة الكعكة. بل تؤدي **البيئة** كذلك دورًا مهمًا. فإذا جعلت الفرن ساخنًا جدًا، فسوف تحترق الكعكة، ولكن إذا لم يكن ساخنًا بدرجة كافية، فلن تنضج وستهبط. ولكن انتظر! قد يؤدي استخدام مكونات خاطئة، أو مكونات صحيحة بكميات خاطئة، إلى هبوط الكعكة أيضًا! [1]. إذا لاحظت هبوط كعكة، فلن تستطيع معرفة دائمًا سبب هذا الهبوط. هل كان الخطأ في الوصفة؟ أم هل تمت تسويتها بطريقة خاطئة؟ وهذا فارق مهم بين الجينات والوصفات. فبالرغم من أنه يمكنك رؤية أعراض المرض، تمامًا مثلما ترى كعكة هابطة، فإن الوصفة الموجودة في الحمض النووي مكتوبة بلغة مختلفة، ولا يمكننا بسهولة الرجوع إليها وقراءتها لإيجاد الخطأ.

تؤثر البيئة على سمات الأشخاص تأثيرًا كبيرًا. فكّر، على سبيل المثال، في لون الجلد. قد تولد بنفس لون جلد صديقك. لكن إذا كان صديقك يستمتع بممارسة الرياضة في الخارج، بينما تحب أنت القراءة في الأماكن المغلقة، فإن الشمس ستجعل بشرة صديقك أكثر سمرة، بينما ستظل بشرتك غير مسمرّة. ستبدو مختلفًا، على الرغم من أن جينات لون بشرتك هي نفسها جينات صديقك. ثم مرة أخرى، يمكن للجينات أيضًا أن تُكسب الأشخاص ألوان بشرة مختلفة. فعندما ترى أشخاصًا ذوي ألوان بشرة مختلفة، من الصعب معرفة ما إذا كانت هذه الاختلافات ناتجة عن جينات (جينية)، أم ناتجة عن التعرض لأشعة الشمس (عوامل بيئية)، أو حتى بسبب مزيج من الجينات والعوامل البيئية! في الواقع، ترجع جميع الاختلافات بينك وبين جميع الأشخاص من حولك إلى اختلافات إما في جيناتك أو بيئتك، أو إلى مزيج منهما. على سبيل المثال؛ قد تكون ذكيًّا جدًّا لأن والديك يجعلانك تقرأ كثيرًا (هذا تأثير بيئتك). أو قد تكون ذكيًا جدًا لأن لديك جينات تؤثر على عقلك، مما يتيح لك القراءة بسرعة أكبر أو فهم الأشياء بسهولة أكبر [2].

الجين
(GENE)

قطعة من الحمض النووي يورثها الوالدان إلى أبنائهم. تحتوي الجينات على معلومات عن سماتك.

الطفرة
(MUTATION)

نموذج أو نسخة من الجين. يمكن أن تظهر الطفرات فجأةً في أي وقت، وعادةً لا تكون جيدة ولا سيئة بالنسبة لك؛ أي محايدة.

الحمض النووي
(DNA)

جزيء داخل خلاياك يخزن كل جيناتك. يحتوي الحمض النووي الخاص بك على نسخة واحدة من الحمض النووي لكل من والديك، مما يجعلك مشابهًا لكليهما.

يعد فهم كيفية تأثير الطفرات على سمة معينة في مجموعة من الأشخاص أمرًا بالغ الأهمية، نظرًا لأنه يساعدنا على معرفة لماذا نكون جميعًا مختلفين. ومن شأن فهم الطفرات أن يساعدنا كذلك على دراسة الطريقة التي تُسبب بها الجينات بعض الأمراض. ومن ناحية أخرى، من شأن اكتشاف كيفية تأثير البيئة على سمة أن يعود علينا بالنفع أيضًا، لأن البيئة يمكن أن تتغير في بعض الأحيان. على سبيل المثال، اكتشف العلماء أن **داء السكري** لا يتأثر بالجينات إلا بشكل ضئيل (فهو **قابل للتوريث** بنسبة 26% [3]). وبمعرفة هذا، يمكن للأطباء مساعدة الأشخاص على تجنب الإصابة بالمرض من خلال التغييرات البيئية (مثل اتباع نظام غذائي صحي، أو ممارسة الرياضة بقدر أكبر)، حتى إذا كنا نحمل جينات داء السكري!

داء السكري (DIABETES)

حالة مرضية تحدث عندما لا يستطيع الجسم استخدام الجلوكوز (نوع من السكر) بشكل طبيعي.

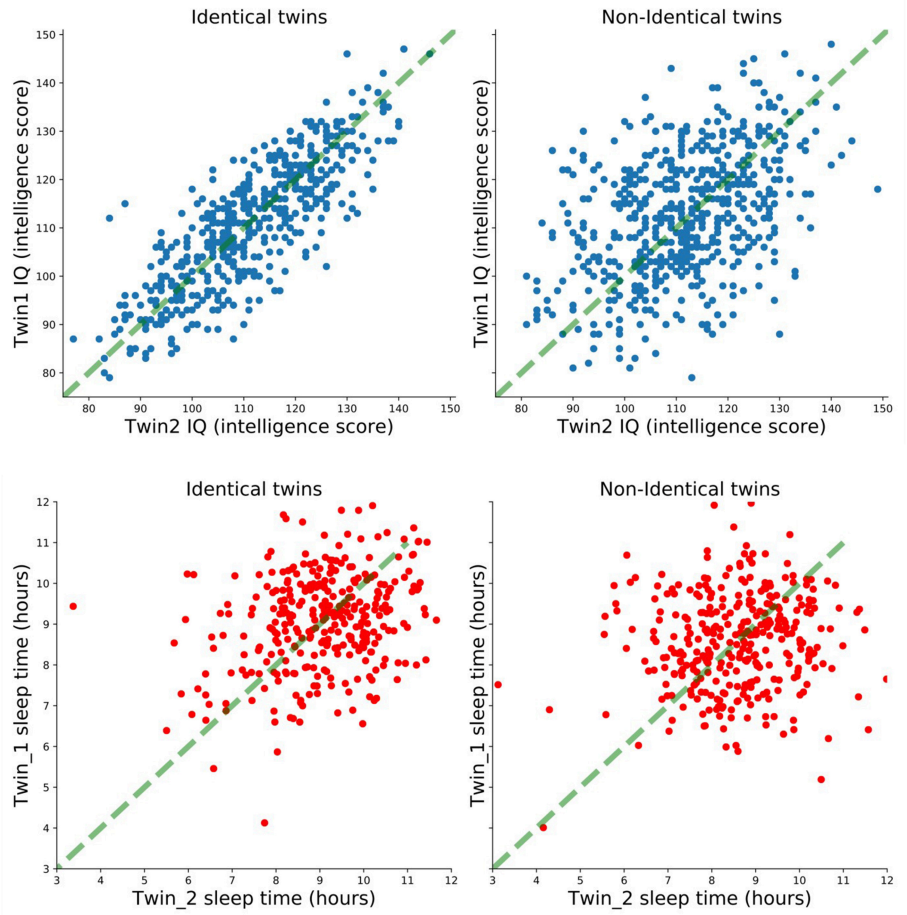
قابلية التوريث (HERITABILITY)

مقدار التغير الذي يحدث في السمة بسبب الاختلافات الجينية.

لفهم تأثيرات الجينات مقابل البيئة على سمة معينة، يمكننا فحص مجموعة من الأشخاص ومقارنة الاختلافات القائمة بين جيناتهم، والاختلافات القائمة بينهم في السمة محط الاهتمام. قد يكون هذا أشبه بمقارنة جميع الوصفات المستخدمة لخبز الكعكات المختلفة؛ لمعرفة ما إذا كان أي مكون محدد مشتركًا في جميع الكعكات الهابطة. وإذا كان هناك مكون مشترك في الكعكات الهابطة، وكان هذا المكون غير موجود في الكعكات غير الهابطة، فمن المحتمل أن يكون هذا المكون المحدد هو سبب هبوط الكعكة. ويمكننا، بالطريقة ذاتها، معرفة ما إذا كان الأشخاص الذين لديهم اختلافات في سمة ما لديهم جميعًا أيضًا طفرات بعينها، أم لا. ويمكننا بعد ذلك استخدام الرياضيات لفهم مقدار الاختلافات الناجمة عن الطفرات في السمة. ولكن تكمن مشكلة هذه الطريقة في أن قراءة الحمض النووي للعديد من الأشخاص قد تمثل عملية باهظة التكلفة، وشديد التعقيد. ولحسن الحظ، وجد العلماء قبل ما يقرب من 100 عام طريقة موثوقة لدراسة تأثير الجينات مقابل البيئة دون الحاجة إلى قراءة الحمض النووي. وتقوم هذه الطريقة على استخدام التوائم [4].

التوائم نوع خاص من الأشقاء لأنهم يولدون في الوقت نفسه. ثمة نوعان من التوائم. يبدو التوأم المتماثل متشابهًا جدًا، ودائمًا ما يكون إما صبيين أو فتاتين. وعلى الجانب الآخر، قد يبدو التوأم غير المتماثل مختلفًا، وقد يتألف من صبي وفتاة. تتشارك التوائم المتماثلة في جميع الجينات، بينما تتشارك التوائم غير المتماثلة، تمامًا مثل الأشقاء غير التوائم، في نصف الجينات فقط. ومن هنا، يمكننا افتراض أن أي اختلافات في السمات بين التوائم المتماثلة ترجع إلى البيئة، وليست بسبب الاختلافات في جيناتهم. من خلال قياس سمة (مثل لون الجلد) في مجموعات كبيرة من أزواج التوائم والأشقاء، يمكننا فهم تأثير الجينات مقابل البيئة على سمة، دون النظر فعليًا بشكل مباشر إلى جينات الأشخاص لمعرفة الطفرات التي يحملونها.

يوضح الشكل 1 مثالًا على نتائج مستقاة من دراستين أجريتا على التوائم. في إحدى الدراستين، تم قياس مستوى ذكاء توائم أسترالية (متماثلة وغير متماثلة) باستخدام اختبار الذكاء (IQ). وفي الدراسة الأخرى، سُئِلت التوائم عن عدد ساعات نومهم كل ليلة. وهدفت الدراستان إلى اكتشاف مقدار إسهام الجينات في السمتين محطّ الاهتمام (حاصل الذكاء وفترة النوم). وللحصول على فكرة عن مدى علاقة سمة معينة بالجينات، قارن العلماء في الدراستين مدى تشابه أزواج التوائم المتماثلة ومدى تشابه أزواج التوائم غير المتماثلة من حيث هذه الصفة. ونظرًا لأن التوائم المتماثلة تتشارك في جميع الجينات، فإن قياسات حاصل الذكاء وفترة النوم ستكون أكثر تشابهًا بسبب الدور الأكبر الذي تُسهم به الجينات في ذلك (أي أن الاختلافات بين توأمين متماثلين يجب أن تكون بسبب البيئة لأن جيناتهما متماثلة). ومن ناحية أخرى، نتوقع أن يكون التوأمين غير المتماثلين أقل تشابهًا من التوأمين المتماثلين، لكننا ما زلنا نتوقع أن يكونا متشابهين إلى حد ما لأن بعض جيناتهما مشتركة. ضع في اعتبارك أن ما تتم مقارنته ليست قياسات السمات، بل مدى تشابه



شكل 1

تساعدنا بيانات التوائم على فهم التأثيرات الجينية والبيئية. نتائج دراستين أُجريتا على توائم في العالم الحقيقي. النتائج الموجودة في الأعلى تخص حاصل الذكاء (مقياس الذكاء)، في حين أن النتائج الموجودة في الأسفل تبين فترة النوم. في الرسوم البيانية، كل نقطة تعبر عن زوج من التوائم. يمثل المحور السيني الدرجة (أو ساعات النوم) التي حصل عليها التوأم الأول، ويمثل المحور الصادي الدرجة التي حصل عليها التوأم الآخر (الأخ). إذا كان كلا التوأمين ذكيين للغاية، فستكون النقطة التي تمثلهما في الزاوية اليمنى العلوية (كلاهما حصل على درجة عالية). عندما يتشارك زوج من التوائم نفس القياسات بالضبط (حاصل الذكاء أو ساعات النوم)، فسيتم وضع نقطتهم على الخط الأخضر. إذا كانت قياساتهم مختلفة تمامًا، فستكون نقطهما بعيدة عن الخط الأخضر.

التوائم (فكلاهما يتمتعان بحاصل ذكاء عالٍ، أو كلاهما ينامان الفترة الزمنية نفسها). في الشكل 1، يمكن ملاحظة **التشابه** من خلال مدى تقارب النقاط (أزواج التوائم) من الخط الأخضر في المنتصف (خط التشابه المثالي).

التشابه (SIMILARITY)

درجة تقيس مدى التشابه بين الأشياء. ونقيس، في هذه الحالة، مدى تشابه كل توأم مع توأمه.

أوضحت الدراسات أن حاصل الذكاء قابل للتوريث للغاية (بالرغم من أن البيئة لا تزال تلعب دورًا في تحديد حاصل الذكاء الخاص بك). يمكننا أن نقول هذا لأن التوائم المتماثلة يتمتعون بحاصل الذكاء نفسه في جميع الأحوال تقريبًا، أما التوائم غير المتماثلة فلا يتمتعون بحاصل الذكاء نفسه إلا في بعض الأحيان فقط. ومن ناحية أخرى، يوضح الرسم البياني لنوم التوائم المتماثلة انتشارًا كبيرًا حول الخط الأخضر الأوسط. ويعني هذا أن هناك اختلافات كبيرة بين التوائم المتماثلة، ولأنهم يحملون الجينات نفسها، فإن هذه الاختلافات الكبيرة نشأت بفعل البيئة. وهذا يعني أن فترة النوم قابلة للتوريث بقدر ضئيل.

لقد كشفت دراسات، مثل تلك، أن الشخصية والذكاء وضعف البصر وحتى الأمراض العقلية، مثل الاضطراب ثنائي القطب والفصام، لها قابلية توريث بدرجة متوسطة إلى درجة عالية (أي أنها تتأثر بالجينات تأثرًا شديدًا). لا يوجد حدود تقريبًا لنوع السمة أو المرض الذي يمكن دراسته. إذا كان من الممكن قياس الصفة أو تصنيفها، فيمكننا تقدير قابليتها للتوريث! ندرس التوائم لفهم مقدار الاختلاف الناتج عن الجينات، ونظيره الناتج عن البيئات في نفس السمة. ولا غنى عن هذه

الدراسات؛ لأنها تساعد العلماء على تقدير العوامل الوراثية والبيئية **القابلة للتعديل** التي تزيد من خطر الإصابة بأمراض معينة. ولقد أجرى العلماء العديد من الدراسات من هذا النوع. وتمت دراسة حوالي 18000 سمة بشرية، بما في ذلك الطول ووزن الجسم والعديد من الأمراض حتى الآن [5]. لذلك، عندما ترى زوجًا من التوائم، تذكر دائمًا مدى تميز التوائم وقيمتهما من الناحية الجينية بالنسبة للبحوث العلمية والصحية.

قابل للتعديل (MODIFIABLE)

شيء ما يمكن تغييره. على سبيل المثال، مقدار التمارين الرياضية التي تمارسها.

المراجع

1. Moore, J. 2018. *Rise to the Occasion: How to Keep a Cake from Falling*. Retrieved from: https://www.craftsy.com/cake-decorating/article/how-to-keep-a-cake-from-falling/
2. Joshi, A. A., Leporé, N., Joshi, S. H., Lee, A. D., Barysheva, M., Stein, J. L., et al. 2011. The contribution of genes to cortical thickness and volume. *Neuroreport*. 22:101–5. doi: 10.1097/WNR.0b013e3283424c84
3. Poulsen, P., Kyvik, K. O., Vaag, A., and Beck-Nielsen, H. 1999. Heritability of type II (non-insulin-dependent) diabetes mellitus and abnormal glucose tolerance–a population-based twin study. *Diabetologia*. 42:139–45.
4. Liew, S. H. M., Elsner, H., Spector, T. D., and Hammond, C. J. 2005. The first 'classical' twin study? Analysis of refractive error using monozygotic and dizygotic twins published in 1922. *Twin Res. Hum. Genet.* 8:198–200. doi: 10.1375/1832427054253158
5. Polderman, T. J., Benyamin, B., De Leeuw, C. A., Sullivan, P. F., Van Bochoven, A., Visscher, P. M., et al. 2015. Meta-analysis of the heritability of human traits based on fifty years of twin studies. *Nat. Genet.* 47:702. doi: 10.1038/ng.3285

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 28 فبراير 2022

حرره: Suzanne Phelan

مرشدو العلوم: Cora Burt, Siew Kit Ng, Christopher Sylvester

الاقتباس: Campos AI, Mitchell BL and Rentería ME (2022) كيف تُشكّل الجينات والعوامل البيئية هويتنا؟ لندرس التوائم بحثًا عن إجابات! Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2019.00059-ar

مُترجَم ومقتبس من: Campos AI, Mitchell BL and Rentería ME (2019) Twins Can Help Us Understand How Genes and the Environment Shape Us. Front. Young Minds 7:59. doi: 10.3389/frym.2019.00059

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 © 2019 © 2022 Campos, Mitchell and Rentería.
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

ASHTYN, العمر: 10
أحب الرياضة والفن. وألعب حاليًا الكرة الليّنة وكرة السلة، وأحب اللعب مع جميع أصدقائي. ومادتي الدراسية المفضلة هي الفنون. هوايتي المفضلة الآن هي تركيب قطع الليجو. أريد أن أصبح عالمة حيوانات عندما أكبر!

A. Y. JACKSON S. S. (TORONTO DISTRICT SCHOOL BOARD), العمر: 13-15
نادٍ يشجع المبادرات العلمية الممتعة والمتسمة بالتحديات من خلال فعاليات شهرية.

SUN TONG SCIENCE CLASS, العمر: 14-15
يتكون فصلنا من أطفال مدارس تتراوح أعمارهم بين 13 و15 عامًا. نحن مبتكرون ومبدعون في تنمية حب العلم وفهم العلم بين هؤلاء الأطفال. المراجعون الشباب هذه المرة هم شان يوان وماثيو وهونج هوان. نعرب عن تقديرنا لفرصة المشاركة في عملية مراجعة هذا المقال.

المؤلفون

ADRIAN I. CAMPOS
تخرج أدريان حاصلًا على درجة البكالوريوس مع مرتبة الشرف في علوم الجينوم في عام 2016 من الجامعة الوطنية المستقلة في المكسيك. وخاض تدريبًا بحثيًا أيضًا في المعهد الفيدرالي السويسري للعلوم التطبيقية لدراسة العلاجات القائمة على خليط المضادات الحيوية. يعمل حاليًا للحصول على درجة الدكتوراة في علم الوراثة في معهد بيرجفور للبحوث الطبية (QIMR)، إذ إنه عمل على إيجاد عوامل الخطر البيئية والجينية المتسببة في بعض الاضطرابات العقلية، وعلى اكتشاف الاستجابة العلاجية.

BRITTANY L. MITCHELL
حصلت بريتاني على درجة ماجستير العلوم في علم الوراثة في عام 2016 في جامعة بريتوريا بجنوب إفريقيا. وهي الآن في السنة الأولى من دراستها لنيل درجة الدكتوراة من معهد بيرجفور للبحوث الطبية (QIMR)، حيث تدرس عوامل الخطر الجينية والبيئية المتسببة في الخرف والضعف الإدراكي. تعمل حاليًا على دراسة كبيرة عن التوائم، تهدف إلى فهم العلاقات الجينية والبيئية بين فيتامين د ولون البشرة والتعرض لأشعة الشمس.

MIGUEL E. RENTERÍA

يعمل ميجيل عالمًا متخصصًا في علم الوراثة البشري في معهد بيرجفور للبحوث الطبية. وهو مهتم بفهم كيفية تفسير الجينات للاختلافات الفردية في بنية الدماغ والاستعداد للإصابة بأمراض الدماغ. سابقًا، نال درجة الدكتوراة من جامعة كوينزلاند، وخاض تدريبًا في مرحلة ما بعد الدكتوراة في كل من أستراليا والولايات المتحدة. miguel.renteria@qimrberghofer.edu.au*

†أسهم هؤلاء المؤلفون بالتساوي في هذا العمل

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

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