

البشر

Humans

ما الذي يجعلنا بشراً؟ من أين جئنا نحن البشر؟ لماذا نحن البشر مختلفون؟ قبل عقد مضى، كان بإمكان علماء الآثار والأنثروبولوجيا فقط الإجابة عن تلك التساؤلات، لكن سمح التسلسل التكنولوجي لعلماء الأحياء الآن أن يقارنوا DNA الإنسان العاقل *Homo sapiens* بالأنواع الأخرى بما في ذلك أسلافنا المنقرضون، وذلك للكشف عن أسرار أصل الإنسان.

يعتبر كل نوع خاص بذاته، وله تكيفات فريدة تميزه عن الأنواع الأخرى. حتى الآن لا يوجد أي شك في أننا نحن البشر نملك سمات غير منقطعة النظير بالمقارنة مع باقي الأنواع على الأرض، مثل القدرة على نقل المعرفة عبر اللغة. ووفقاً لعلماء الآثار، بدأ أسلافنا في صناعة الأدوات من الأحجار منذ 2.6 مليون سنة، بينما انحدر الإنسان الحديث تشریحياً من إفريقيا منذ 200.000 سنة. قال متخصصون في دراسة مستحاثات أسلاف البشر *Palaeo-anthropologists* إن الأعمال اليدوية مثل الفن ظهرت في منطقة أوراسيا منذ 60.000 سنة عندما بدأت البشرية استعمار الكون.

الخط الزمني

2005م	2002م	2001م
كشفت مقارنة جينوم الإنسان والشمبانزي عن اختلافات طفيفة بينهما.	يعتبر جين <i>FOXP2</i> المسؤول عن اللغة والنطق مختلفاً عند الإنسان.	التسلسل الأسامي وتحليل الجينوم البشري.

القرودة العليا

لا ينتمي البشر للقرودة ولا ينحدرون من سلالتها، نحن قرودة. ما الذي يفصلنا عن أولاد عمومنا القريين؟ يعتبر جين FOXP2 أحد أشهر الأمثلة التي تسبب مشكلات في النطق واللغة إذا تطافت في الإنسان. في عام 2002، أثبت عالم الوراثة الألماني فولفجانج إينارد Wolfgang Enard بعد تحديد أن جين FOXP2 تقريبًا متطابق بين الثدييات أن نسخة الإنسان تنتج البروتينات مع اثنين من الأحماض الأمينية المتغيرة. وعند تحفيز الفئران بتلك المتغيرات، وجد إينارد أن بعض خلايا المخ، وجزءًا من الدائرة العصبية المطلوبة للوظائف الحركية، نمت أطول ولها لدونة مشبكية أكبر. يفترض هذا أن التغيرين في البروتين تكيفا ليقوما بأداء مهام معقدة.

في عام 2005، تم قراءة تسلسل DNA الشمبانزي، بهدف اكتشاف الاختلافات بينه وبين الجينوم البشري. وسرعان ما تبعه الغوريلا وإنسان الغاب وكان على النقيض قرودة المكاك (قرودة العالم القديم). وعلى الرغم من أن محاذاة الجينوم جنبًا إلى جنب قد كشفت عن بعض الاختلافات، إلا أن تحديد المهم منها للتطور البشري قد كان شديد الصعوبة. فعند مقارنة الجينوم البشري بجينوم الشمبانزي، أثبت أنه منذ اشتراكنا مع الأسلاف، تراكم 20 مليون من نيكليودات الـDNA الخاصة بنا بتعويضات (تغيرات حرف أحادي). تبدو وكأنها كثيرة، لكنها تمثل فقط 0.6٪ من 3.2 بليون حرف من الجينوم الخاص بنا.

«سوف يقول لنا تسلسل جينوم القدماء لماذا كانت كل الرئيسيات والإنسان الحديث الأوائل في الانتشار في كل جوانب الكون وإعادة شكل الكوكب».

سفانتي بابو Svante Pääbo

الجينوم البشري. وسرعان ما تبعه الغوريلا وإنسان الغاب وكان على النقيض قرودة المكاك (قرودة العالم القديم). وعلى الرغم من أن محاذاة الجينوم جنبًا إلى جنب قد كشفت عن بعض الاختلافات، إلا أن تحديد المهم منها للتطور البشري قد كان شديد

الصعوبة. فعند مقارنة الجينوم البشري بجينوم الشمبانزي، أثبت أنه منذ اشتراكنا مع الأسلاف، تراكم 20 مليون من نيكليودات الـDNA الخاصة بنا بتعويضات (تغيرات حرف أحادي). تبدو وكأنها كثيرة، لكنها تمثل فقط 0.6٪ من 3.2 بليون حرف من الجينوم الخاص بنا.

2010م

تم الكشف عن تاريخ إنسان دينيسوفان في تسلسل الـDNA.

2010م

تم نشر مسودة تسلسل جينوم الإنسان البدائي.

2008م

تدشين مشروع 1000 جينوم للتباين الوراثي البشري.

يعتبر أحد الطرق لتحديد أهمية DNA المحتملة هي الكشف عن الأجزاء التي اكتسبت

التفرد

يتماثل البشر على مستوى DNA بشكل مذهل بينما يبلغ تطابق اختلافات الحرف الأحادي 99.9%. لكن تلك الأرقام تقول لنا القليل عن كيف نجعلنا التغيرات الوراثية «الأليات» متفردين؟ وكيف يمكن لعلماء الأحياء أن يقدموا نظرة ثاقبة عن الفردية الوراثية؟ أحد الطرق كان من خلال إيلاج الأليات البشرية داخل الفئران، مثل جين إيدار (مستقبل بروتين ectodysplasin) حيث ينتج المتغير 370A شعراً أكثر سُمكاً وأسناناً مجوفة الشكل. يوجد هذا المتغير بنسبة تقترب إلى 100% في بشر العديد من المجموعات الآسيوية وقد نشأ في الصين منذ 30.000 سنة. وفي عام 2013، استنسخ فريق بقيادة بروس مورجان Bruce Morgan وبارديس سايتي Pardis Sabeti فأرأ معدلاً وراثياً بمتغير 370A. كما تم اختبار الحيوانات أيضاً في تغيرات أخرى مثل فراء أكثر سُمكاً وغدد العرق الغزير. أثبت العالم الصيني هان ومورجان وسبايتي في دراسة استقصائية أن 370A مرتبط بغدد أكثر في الإنسان أيضاً. ولا تعمل وظيفة التفاهم في نموذج الفأر مع كل المتغيرات، لأن التأثيرات الجينية يمكن أن تتأثر «بخلفيتها الوراثية» أي أن الجينات قد لا تتفاعل مع DNA الفأر كما يحدث في جسم الإنسان. توجد طريقة أخرى وهي وضع الجينات داخل خلايا جذعية نمت في المختبر، على أن تكون أنسجتها أيضاً مأخوذة من الجسم. ومن حيث المبدأ، مثل هذا المنهج يمكن أن يستخدم لدراسة البشرية القديمة مثل الإنسان البدائي.

أوفُقدت. في عام 2011، وجد فريق بقيادة جيل بيجيرانو Gill Bejerano وديفيد كينجزلي David Kingsley أكثر من 500 فترة محذوفة من تاريخ الإنسان مرتبطة بالرئيسيات، ودرسوا فترتين بالتفصيل. واحدة كانت عن فقد الداعم (عنصر التحكم في الـ DNA) لمستقبل جين هرمون الأندروجين androgen الذي له أثر تشريحي جميل لأنه حذف الأشواك الدقيقة من القضيب. أيضاً فقد الداعم من GADD45G الجين الذي قيد انقسام الخلية في القشرة المخيخية، فافترضوا أن هذا الحذف ربما يكون قد سمح لمخ الإنسان بأن يزداد حجمه.

الاختلافات القديمة

كل البشر الذين كانوا يشبهون القرود منذ انفصالها عن

الشمبانزي يُعرفون باسم أشباه الإنسان hominins وهي تشمل أنواع الإنسان وأشباه الإنسان أو أسترالوبيتكوس Australopithecus. في حين عُرف أشباه الإنسان المتقرض للمليون سنة الماضية بالبشرية القديمة. ويعتبر الإنسان البدائي هو أشهر مثال على البشرية القديمة حيث سُجل أول ظهور له في الحفريات منذ أكثر من 300.000 سنة، وانقرض منذ 30.000 سنة. كل منا يعرف أن جسد الإنسان البدائي كان أضخم من الإنسان الحديث، بينما كان حجم مخه كبيراً أيضاً مثلنا. إذن ما الذي ميز الإنسان العاقل Homo sapiens على مدار البشرية القديمة؟

كان التقدم قد عانى في علم دراسة المادة الوراثية في الإنسان القديم palaeogenetics بسبب المشاكل الفنية مثل التلوث الإشعاعي، لكن في عام 2010 قاد عالم الوراثة السويدي سفانتي بابو فريقاً، استطاعوا في نهاية أبحاثهم نشر جينوم الإنسان البدائي. ويعتبر أكثر اكتشاف مثير للجدل أن حوالي 2٪ من الجينوم الخاص بنا وثيق الصلة بالإنسان البدائي، ربما نكون قد ورثناه. وفي عام 2010، وُجِدَ جينوم أصغر جزء في عظمة الإصبع في كهف دينسوبا، كما كشفت سيبيريا عن أنواع أخرى غير معروفة، وهي أول مجموعة من الإنسان القديم وكانت بلا هيكل عظمي. وقد ساهمت بقايا كهف دينسوبا بحوالي 5٪ من المادة الوراثية للسكان المعاصرين في جنوب المحيط الهادي.

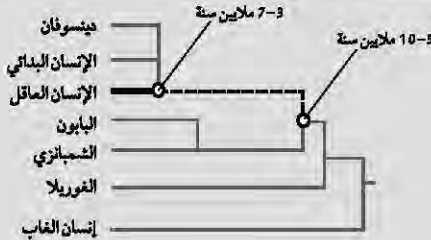
وفقاً لبابو، لم تستبدل البشرية الحديثة بالأنواع القديمة كاملة، فالتهجين الداخلي الأساسي يعني «بديلاً متسرباً». تقريبا 2 بليون حرف من جينوم الإنسان يمكن أن يحاكي DNA الإنسان البدائي والدينسوفان، كشف العديد من المفاجآت عن تطور الإنسان، مثل التغيرات في جين FOXP2 المرتبط بوظيفة المخ التي سبقت الانفصال عن الإنسان القديم. فقد اختلفنا عن الإنسان القديم بتغير نحو 32.000 حرف أحادي، وفي عام 2013 ربط بابو وديفيد رايبخ David Reich في دراسة بين بعض البروتينات الموجودة في القشرة المخية في أفراد عملية التطور المبكر.

التغير الحديث

مثلما انتشر التواجد البشري حول العالم، تكيفت المجموعات (العشائر) مع بيئتها المحلية، خالقة التنوع الذي نشهده اليوم. لذلك قد نتوقع أن البشر الذين يعيشون في نفس القارة يتشابهون وراثياً، لكن، ليست هذه هي القضية. ففي عام 2010، قارن مشروع

عائلة القردة العليا

تبين شجرة التطور العلاقات بين القردة العليا. حيث تتضمن الفروع أعضاء العائلة الحية التي تمت قراءة الجينوم الخاص بها، بالإضافة إلى نوعين من الانسان القديم المنقرض وهما: الإنسان البدائي والدينسوفان وقد تم تسلسل الـDNA الخاص بهما أيضاً. وتعتبر الأرقام في الشكل هي تواريخ تقريبية للتنوع في المليون سنة الماضية.



1000 جينوم، الجينوم الخاص بـ185 فرداً من مجموعتين من قارة أفريقيا بالجينوم الخاص بـ184 من أوروبا والصين. وبالرغم من أن ذلك قد كشف تقريباً عن 39 مليون موضع متغير في الـDNA، إلا أنهم لم يجدوا DNA جينوم واحد مشترك بين كل الأفرقة أو كل الأوراسيين.

يمكن أن تحدث الاختلافات الوراثية في المجموعات مع الصفات المتشابهة على نطاق واسع، لأن مثل

هذه السمات لا تصل إلى تغيرات وراثية معينة، لكن إلى تفاعل بين المتغيرات. إذن فلنأخذ الارتفاع على سبيل المثال، في تجربة نبات البازلاء لمدل (انظر الفكرة رقم 7)، ويتم تحديد الارتفاع من خلال متغيرين في جين واحد، بينما يتأثر ارتفاع الإنسان عن طريق 180 موضعاً للـDNA على الأقل. وفي عام 2012، أثبت مشروع الدراسة الاستقصائية لسمات

المقاسات البشرية (GIANT) Genetic Investigation of Anthropometric Traits أن ازدياد ارتفاع المتغيرات من 85 إلى 139 حالة شائعة بين مجموعات أوروبا الشمالية أكثر من مجموعات سكان الجنوب.

ينتج التكيف عن الانتخاب الطبيعي. قد لا نعرف أبدًا هل تشكل العديد من السمات مثل ازدياد الارتفاع، من البيئة أم من اختيار الزوج. بينما تكون السمات الأخرى واضحة. على سبيل المثال، توجد مسببات متغير جين G6PD في خمس البشر حيث تنتشر الملاريا، كأنها تمنح 50٪ من المناعة للعدوى الطفيلية. ثم يوجد متغير لون البشرة في جين SLC24A5 المرتبط بالصبغيات الفاتحة وهو شائع في أوروبا. إذا، كيف تتحد كل المتغيرات لتخلق إنسانًا متفردًا؟ هذا هو السؤال الذي نأمل أن يجيب عنه علم الوراثة في العقود القادمة.

الفكرة الرئيسة

تقبع أسرار الإنسانية داخل جينوم كل واحد منا