

## ما القاسم المشترك بين دماغ الأخطبوط ودماغ الانسان



ملخص: يمتلك الأخطبوط تصانيف (عائلات) واسعة النطاق من الحمض الريبوزي النووي الميكروي (الرنا الميكروي miRNA) (1) في أنسجتها العصبية، عاكسًا التطورات المماثلة التي حدثت في الفقاريات. تشير النتائج إلى أن الرنا الميكروي يلعب دورًا مهمًا في تطور الأدمغة المعقدة (2).

الرأسقدميات / رأسيات الأرجل [وهي طائفة من الرخويات اللاحمة المفترسة، جميع أفرادها بحرية، ولها صدفة إما خارجية أو داخلية أو معدومة وتضم نحو 700 نوع (3)]، ومن أمثلتها الأخطبوط والسيدج (4) والحبار (5) هي حيوانات ذكية جدًا ولديها أجهزة عصبية معقدة. أثبت فريق بقيادة نيكولاس راجوسكي Rajewsky Nikolaus من مركز ماكس ديلبروك Max Delbrück أن تطور رأسيات الأرجل مرتبط

بالتوسع الهائل في عائلات الرنا الميكروي، ونشروا نتائجهم في مجلة "تقدم العلوم".

إذا عدنا إلى الوراء بما يكفي في التاريخ التطوري، فإننا نلتقي مع آخر سلف مشترك معروف للإنسان ورأسيات الأرجل: وهو حيوان بدائي شبيه بالديدان لديه الحد الأدنى من الذكاء وعينيات eyespot بسيطة.

بعد ذلك، انقسمت مملكة الحيوان إلى مجموعتين من الكائنات الحية - تلك التي لها عمود فقري (الفقاريات) وتلك التي ليس لها عمود فقري (اللافقاريات).

على الرغم من أن الفقاريات، وخاصة الرئيسيات والثدييات الأخرى، استمرت في تطوير أدمغة كبيرة ومعقدة ذات قدرات معرفية / ادراكية متنوعة، إلا أن اللافقاريات، باستثناء رأسيات الأرجل، بقيت على حالها.

لطالما تساءل الباحثون عن سبب عدم قدرة مثل هذا الجهاز العصبي المعقد على التطور إلا في هذه الرخويات (6). في الوقت الحالي، طرح فريق دولي بقيادة باحثين من مركز ماكس ديلبروك وكلية دارتموث في الولايات المتحدة سببًا محتملاً.

في ورقة بحثية نُشرت في مجلة تقدم العلوم Advances Science (7)، أوضح الباحثون أن الأخطبوط يمتلك تصانيف (عائلات) واسعة النطاق من الرنا الميكروي (miRNAs) في أنسجتها العصبية - عاكسًا التطورات المماثلة التي حدثت في الفقاريات. "إذن، هذا ما يربطنا بالأخطبوط!" يقول البروفيسور نيكولاس راجوسكي Rajewsky Nikolaus، المدير العلمي لمعهد برلين لبيولوجيا الأجهزة الطبية التابع لمركز ماكس ديلبروك (BIMSB-MDC)، ورئيس علم الأنظمة البيولوجية (8) مختبر عناصر تنظيم الجينات (9)، وأحد مؤلفي الورقة. ويوضح أن هذه النتيجة ربما تعني أن الرنا الميكروي يلعب دورًا أساسيًا في تطور الأدمغة المعقدة.

في عام 2019، قرأ راجوسكي ورقة علمية منشورة عن التحليلات الجينية التي أجريت على الأخطبوط. اكتشف الباحثون أن الكثير من عمليات تحرير الرنا RNA ن (10) تحدث في رأسيات الأرجل هذه - مما يعني أنها تستخدم بشكل مكثف بعض الإنزيمات التي يمكنها إعادة ترميز الرنا.

كما يتذكر راجوسكي: "دفعني هذا إلى التفكير في أن الأخطبوط قد لا يكون جيدًا في التحرير الجيني فحسب، بل قد يحتوي أيضًا على رنا RNA آخر يحتفظ به لوقت الحاجة". وهكذا بدأ راجوسكي تعاونًا مع

محطة مركز Dohrn Anton Zoologica Stazione في نابولي ، والذي أرسل إليه عينات من 18 نوعًا مختلفًا من أنسجة الأخطبوطات الميتة.

كانت نتائج هذه التحليلات مفاجئة: "كان هناك بالفعل الكثير من عمليات تحرير الرنا RNA، ولكن ذلك لم يكن في المناطق التي نعتقد أنها ذات أهمية لدراستنا" ، كما يقول راجوسكي.

كان الاكتشاف الأكثر إثارة للاهتمام في الواقع هو الاتساع الدراماتيكي لمجموعة معروفة من جينات الرنا وهي عائلات الرنا الميكروي microRNAs. فقد وُجد ما مجموعه 42 عائلة من عائلات الرنا الميكروي الجديدة لم تُرَ من قبل - على وجه التحديد في الأنسجة العصبية ومعظمها في الدماغ.

بالنظر إلى أن هذه الجينات حُفظت طوال مرحلة تطور رأسيات الأرجل، خلم الفريق إلى أنها كانت مفيدة بشكل واضح للحيوانات وبالتالي فهي مهمة وظيفيًا.

راجوسكي يبحث في الرنا الميكروي منذ أكثر من 20 عامًا. وبدلاً من أن تُترجم إلى رنا مرسال، والذي يرسل تعليمات خاصة بإنتاج البروتين في الخلية، فإن هذه الجينات تقوم بتشفير أجزاء صغيرة من الرنا التي ترتبط بالرنا المرسال وبالتالي تؤثر في إنتاج البروتين.

مواقع الربط هذه أيضًا حُفظت طوال تطور ونشوء رأسيات الأرجل - وهو مؤشر آخر على أن عائلات الرنا الميكروي(11) المستجدة هذه لها أهمية وظيفية.



(باللون الأصفر): قد يرتبط الرنا الميكروي بظهور أدمغة معقدة في رأسيات الأرجل. المصدر: جريجوري زولوتاروف

عائلات الرنا الميكروي المستجدة

"هذا هو ثالث أكبر توسع لعائلات الرنا الميكروي في عالم الحيوان، والأكبر خارج الفقاريات"، كما يقول المؤلف الرئيس غريغوري زولوتاروف Zolotarov Grygoriy، من مختبر راجوسكي.

"لأخذ فكرة عن حجم هذا التوسع، المحار، وهو أيضًا من الرخويات، قد اكتسب خمس عائلات فقط من عائلات الرنا الميكروي جديدة منذ آخر أسلاف اشترك فيها مع الأخطبوط - بينما اكتسب الأخطبوط 90 عائلة من عائلات الرنا الميكروي!" ويضيف زولوتاروف أن المحار ليس معروفًا بالضبط بذكائه.

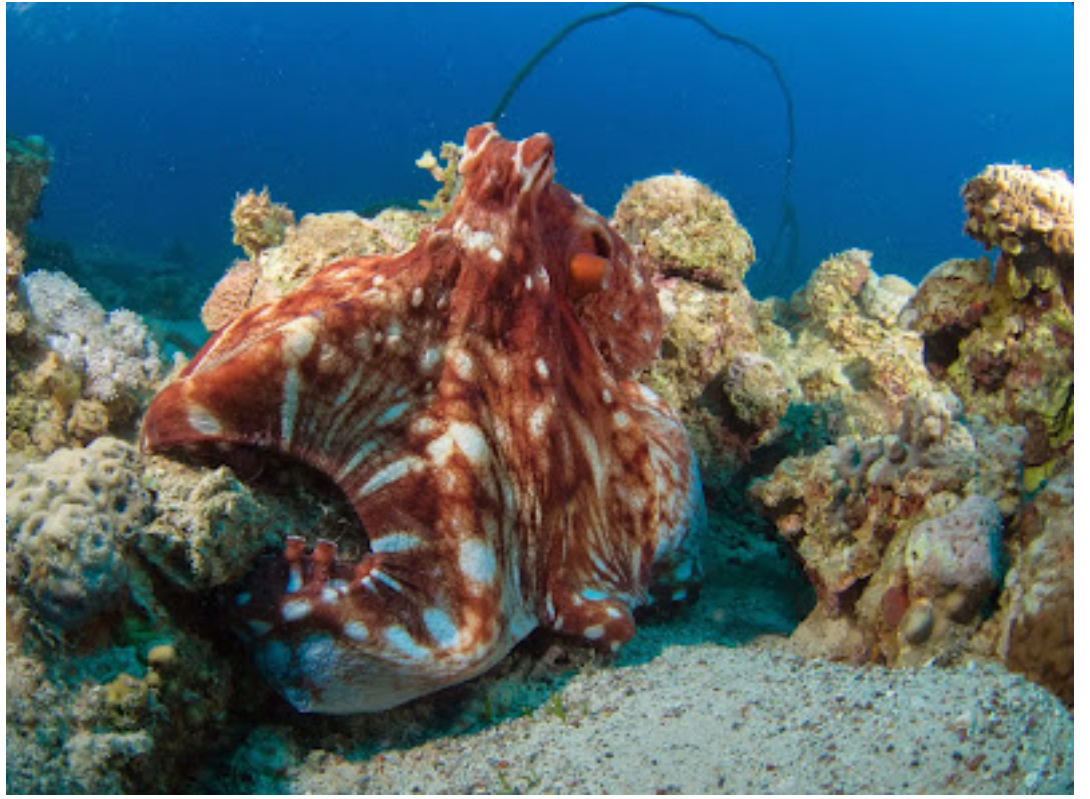
بدأ افتتان راجوسكي بالأخطبوط منذ سنوات، خلال زيارة مسائية إلى أكوريم (حوض سمك) خليج مونترى Aquarium Bay Monterey في كاليفورنيا. "رأيت هذا المخلوق قابعًا في قاع الحوض.



الفاعل. المصدر: نير فريدمان

يقول إن النظر إلى الأخطبوط يختلف تمامًا عن النظر إلى السمكة: "نظرة ليست بالنظرة العلمية، لكن عيونه تنضح بالذكاء." الأخطبوط له عيون "كاميرا" (12، 13) معقدة بشكل مشابه لعيون البشر.

من منظور تطوري، يعتبر الأخطبوط فريدًا من نوعه بين اللافقاريات. يمتلك دماغ مركزي وجهاز عصبي طرفي - وهو جهاز قادر على التصرف بشكل مستقل. إذا فقد الأخطبوط مجسًا من مجساته، فإن المجس يبقى حساسًا لللمس وقابلًا للحركة.



التصرف بشكل مستقل. المصدر: نير فريدمان

قد يكمن السبب وراء كون الأخطبوط فريدًا في تطوير مثل هذه الوظائف الدماغية المعقدة في حقيقة أنه يستخدم أذرعه بشكل مقصود جدًا - ومنها كأداة لفتح الصدقات، على سبيل المثال.

تظهر على الأخطبوط أيضًا علامات أخرى على الذكاء: فهو فضولي جدًا ويمكنه تذكر الأشياء، كما يمكنه أيضًا التعرف على الأشخاص ويبدى إعجابًا ببعضهم أكثر من غيرهم.

يعتقد الباحثون حاليًا أن الأخطبوط يحلم لأنه يغير لونه وطبقات جلده أثناء النوم.

مخلوقات تشبه كائنات غريبة

"يقولون إذا رغبت في أن تلتقي بكائن غريب، فقم بالغوص في البحر وكون صدقات مع الأخطبوط،" يقول راجوسكي.

راجوسكي يخطط حاليًا للانضمام إلى باحثين آخرين يعملون أبحاثًا على الأخطبوط لتكوين شبكة أوروبية تسمح بتبادل المعلومات بشكل أكثر بين الباحثين. على الرغم من أن هذا يعتبر مجتمعًا علميًا صغيرًا حاليًا، يقول راجوسكي أن الاهتمام بالأخطبوط يتزايد في جميع أنحاء العالم، حتى بين الباحثين

يقول إنه من الأمور الرائعة تحليل شكل من أشكال الذكاء تطوّر مستقلاً تماماً عن ذكائنا. لكنه ليس بالأمر السهل: "إذا ما أجريت بعض التجارب على الأخطبوط باستخدام بعض الوجبات الخفيفة البسيطة كمكافآت، فسوف يمل سريعاً ويفقد اهتمامه بما تقدمه له. على الأقل، هذا ما قاله لي زملائي"، كما يقول راجوسكي.

يقول زولوتاروف: "نظراً لأن الأخطبوط ليس من الكائنات الحية التي تصلح كنموذج مألوف لاجراء تجارب عليه، لذا كانت أدواتنا الجزيئية البيولوجية محدودة جداً". "وعليه فنحن لا نعرف حتى الآن بالضبط أنواع الخلايا التي تعبر عن الرنا الميكروي المستجد." يخطط فريق راجوسكي الآن لتطبيق تقنية طورت في مختبر راجوسكي، والتي تحول الخلايا في أنسجة الأخطبوط إلى خلايا مرئية على المستوى الجزيئي.