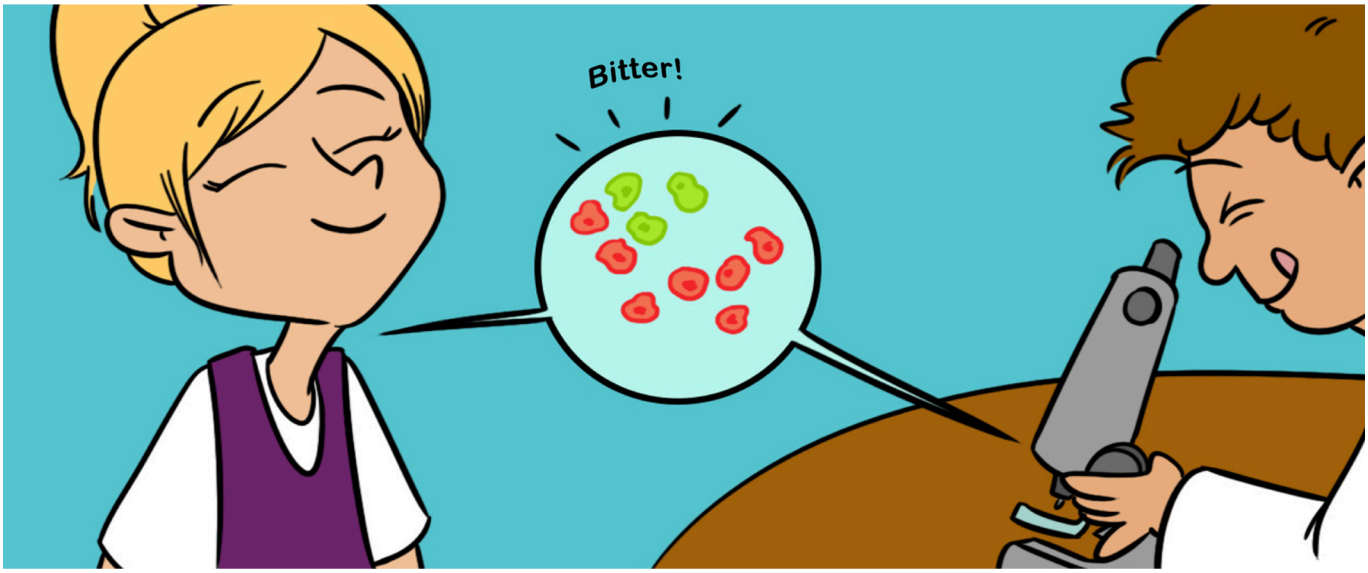
صحة الإنسان
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 17 أكتوبر 2022
doi: 10.3389/frym.2018.00028-ar



كيف وأين نستشعر المذاق المر؟ وما أهمية ذلك لصحة الإنسان؟

***Shuya Liu*[1*] *and Ann Kathleen Atzberger*[2]**
[1]قسم علم الأدوية، معهد ماكس بلانك لأبحاث القلب والرئة، مدينة باد ناوهايم، ألمانيا
[2]مُنشأة قياس التدفق الخلوي، معهد ماكس بلانك لأبحاث القلب والرئة، مدينة باد ناوهايم، ألمانيا

يستطيع اللسان تذوق المذاق المُر والحلو والحامض والمالح والمُتبل باستخدام مُستقبِلات التذوق الخاصة بهذه الطعوم. والمذاق المُر في غاية الأهمية بطبيعته، إذ يعمل على حمايتنا من تناول الأشياء الضارة، والتي غالبًا ما يتسم مذاقها بالمرارة. وفي هذا البحث، نسلط الضوء على الخلايا التي تحتوي على مُستقبِلات التذوق الخاصة بالمذاق المُر، وميزناها بالبروتينات الفلورية الخضراء. وقد عُثِر على هذه الخلايا الخضراء موجودةً على اللسان، كما هو متوقع، كما وُجدت في أماكن أخرى يَسهُل تعرُضها للأشياء الضارة بسهولةٍ، مثل: مجرى الهواء، والأمعاء، ومجرى البول. كما أظهر عملنا، قدرة الخلايا التي تُعبِر عن مُستقبِلات المذاق المر على تنشيط جهاز المناعة. وفي الواقع، لا يُمكننا تذوق المذاق المُر بغير اللسان، إلا أن مُستقبِلات المذاق المُر في الأجزاء الأخرى من الجسم قد تعمل بطريقةٍ مختلفة.

المراجعون الصغار

TRISTAN
العمر: 11

كيف نستشعر المذاقات والطعوم المُختلفة؟

يستطيع اللسان الشعور بالجزيئات الصغيرة من الطعام؛ عند دخولها إلى الفم. ونعلم جميعًا أن الأطعمة المختلفة لها مذاقات مختلفة. ويُمكننا الشعور بخمسة مذاقات

مختلفة؛ ألا وهي الحلو، والمُر، والحامض، والمالح، والمُتبل (المبهر). ويساعدنا اللسان على تذوق هذه النكهات الخمس بشكلٍ مختلفٍ؛ لاحتوائه على خمسةِ أنواعٍ مختلفةٍ من المُستقبِلات؛ يُمكنها التمييز بين هذه المذاقات الخمسة.

والمُستقبِلات هي بروتينات توجد على السطح العلوي للخلايا. وتُوجد مُستقبِلات التذوق على السطح العلوي لخلايا مُعينة؛ تُسمى خلايا التذوق. وتجتمع العديد من خلايا التذوق معًا؛ لتشكيل بنيةٍ تشبهُ بنية البصل؛ تُعرف باسم برعم التذوق. وتتواجد الآف من براعم التذوق على السطح العلوي من اللسان في تشكيلاتٍ شبيهةٍ بحلمة الثدي (تسمى الحُلَيْمات اللسانية). وعندما تصل المواد الحلوة، أو المُرة، أو الحامضة، أو المالحة، أو المُتبلة إلى سطح براعم التذوق؛ يجري التعرف عليها من خلال مُستقبِلات التذوق الخاصة بها. وتُعطِي مُستقبِلات التذوق إشارة إلى خلايا التذوق، وتُمرر خلايا التذوق هذه الإشارة إلى الدماغ عبر الأعصاب. وتُتيح لنا هذه المجموعة من الإشارات تجربة المذاقات المختلفة من الأطعمة المختلفة [1].

لماذا يُثير المذاق المُر اهتمامنا لهذه الدرجة؟

تُتيح لنا حاسة التذوق الاستمتاع بالطعام الذي نتناوله. ولكننا كبشر في الأغلب لا نستمتع بالمذاق المُر، وكذلك هو الحال مع بقية الكائنات المنتمية إلى مملكة الحيوان. لذا، ترفُض معظم الحيوانات الأشياء ذات المذاق المُر؛ لأن المواد السامة عادةً ما يكون مذاقها مُرًّا. ولمنعنا من تناول الأطعمة الضارة، تطور هذا الرفض الفطري للمذاقات المُرة في الحيوانات؛ من الأسماك ووصولًا إلى البشر. وفي هذه الأيام، نعرف جميعًا أن جميع الأشياء ذات المذاق المُر ليست ضارة. وذلك لدرجة أن بعض الأشياء ذات المذاق المُر قد تكون مفيدة لصحتنا؛ مثل الشاي الأخضر، والكاكاو (البذور المستخدمة في صنع الشوكولاتة)، وبعض الأدوية المستخدمة لعلاج الأمراض.

وتزخر الطبيعة بالكثير من الأشياء المُرة. لذلك، ليس من المُستغرب تواجد أنواع عديدة من مُستقبِلات المذاق المُر. حيثُ يوجد 25 نوعًا من مُستقبِلات المذاق المُر في جسد الإنسان، على النقيض من الفئران؛ إذ يوجد لديها 35 نوعًا. وتختلف قدرة بعض مُستقبِلات المذاق المُر في التعرف على المواد المُرة. إذ تستطيع بعض هذه المُستقبِلات التعرف على أنواعٍ مختلفةٍ من المواد المُرة. بينما لا يستطيع البعض الآخر سوى التعرف على عددٍ قليلٍ ومُحدد من المواد المُرة [2].

ويهتم الباحثون بمعرفة المزيد عن وظيفة مُستقبِلات المذاق المُر. لذا تُطرح بعض الأسئلة؛ ومنها: ما المواد المُرة التي يُمكن التعرُف عليها بواسطة مُستقبِلات المذاق المُر الفردية؟ هل للوظائف التي تؤديها مُستقبِلات المذاق المُر دور في صحتنا؟

هل اللسان هو المكان الوحيد الذي توجد فيه مُستقبِلات المذاق المُر؟

كما ذكرنا سالفًا، تحمينا قُدرتنا على الإحساس بالمذاق المُر من الأشياء الضارة. فهل تستطيع أجزاء أخرى من الجسم استشعار المواد المُرة بخلاف اللسان؟

عزمنا على البحث عن مُستقبِلات المذاق المُر في جميع أنحاء الجسم. ولكن، مُستقبِلات المذاق المُر عبارة عن بروتينات معينة؛ يصعُب اكتشافها وتصويرها. وبدلًا من ذلك، قررنا البحث عن الخلايا التي تحتوي على مُستقبِلات المذاق المُر؛ لسهولة رؤية الخلايا تحت المجهر. ويُطلق اسم "Tas2r" على عائلة مُستقبِلات المذاق المُر لدى الفئران. وسنُركز هنا على أنواع مُستقبِلات المذاق Tas2r143 وTas2r135 وTas2r126، وهذه أعضاء مختلفة من عائلة مُستقبلات المذاق المُر Tas2r لدى الفئران.

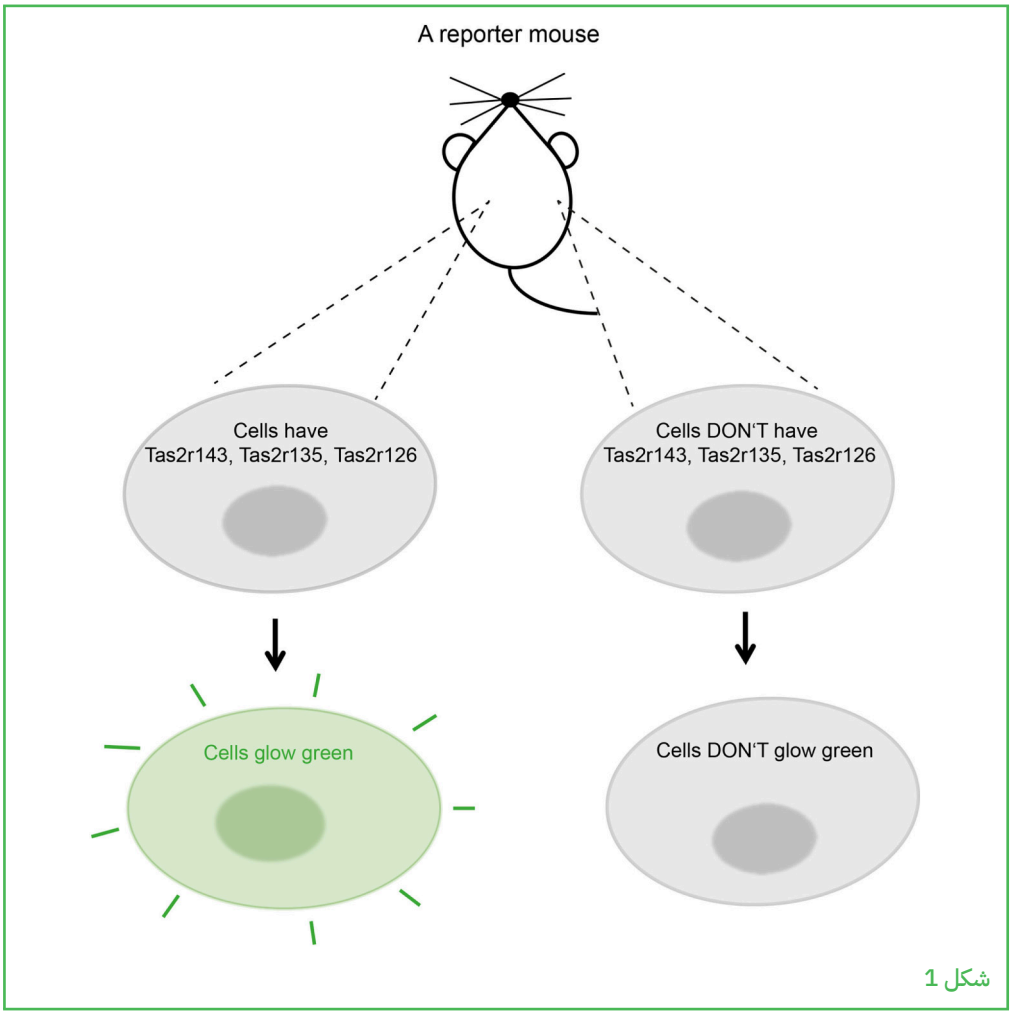
ولتخيُل مُستقبِلات المذاق المُر، صنعنا شيئًا يسمى "بالفأر المراسل". إذ يُستخدم كنموذج حيواني لاكتشاف البروتينات المقصودة. وكما هو موضح في الشكل 1، أدخلنا بروتينات فلورية خضراء في خلايا هذه الفئران. بحيث لن تتوهج الخلايا باللون الأخضر إلا إذا احتوت على مُستقبِلات المذاق المُر التي نبحث عنها. ونتيجةً لذلك، يوضح لنا الفلور الأخضر احتواء الخلايا على مُستقبلات المذاق من النوع Tas2r143 أو Tas2r135 أو Tas2r126 على سطحها.

ويسهُل الكشف عن البروتينات الفلورية الخضراء بواسطة نوعٍ خاصٍ من المجاهر يستخدم هذه البروتينات لتوليد صورةٍ ما. وكما هو متوقع، رأينا خلايا خضراء في براعم تذوق هذه الفئران. كما حللنا أعضاءً أخرى في هذه الفئران المراسلة.

وقد اكتشفنا خلايا خضراء في القصبة الهوائية، والمعدة، ومجرى البول. وفي الشكل 2، يُمكننا رؤية الصور الفعلية للخلايا الخضراء الموجودة في اللسان والقصبة الهوائية، التي رُصِدت بواسطة المجهر. ولم يتواجد سوى القليل من هذه الخلايا في كل موقع. وقد وُجدت منتشرةً على الطبقة السطحية لهذه الأعضاء، والتي تُسمى بالنسيج الظِهَارِي. وتُعتبر القصبة الهوائية جزءًا من المجرى الهوائي. كما تُعتبر المعدة جزءًا من الأمعاء. كذلك يُعتبر مجرى البول جزءًا من المخرج البولي. وتتعرض جميع مناطق الجسم هذه بسهولة لمواد مأخوذة من البيئة، والتي ربما تحتوي على بعض الأشياء الضارة، مثل المواد المُسببة للحساسية أو البكتيريا. ويُعد النسيج الظهاري لهذه الأعضاء مُهمًّا للغاية. إذ يَعمل كحاجز لحماية الجسم من المواد الضارة.

ما هي هذه الخلايا الفلورية الخضراء؟

هي أنواع مختلفة من الخلايا تُعبر عن بروتينات خاصة، مما يمكنها من الحصول على وظائف حيوية مُختلفة. ولقد أردنا فحص الخلايا البروتينية الخاصة في هذه الخلايا الخضراء.



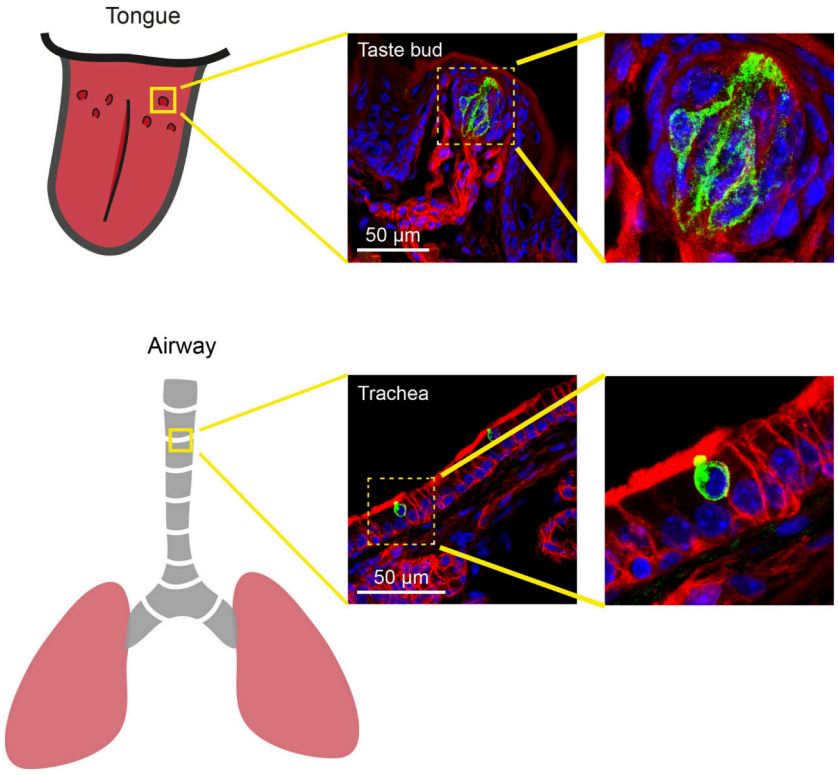
شكل 1

وظفنا فأرًا مراسلًا لمُستقبِلات المذاق المُر Tas2r143، وTas2r135، وTas2r126. وأضفنا بروتينات فلورية خضراء إلى خلايا هذه الفئران. لذا، تتوهج الخلايا في هذا الفأر باللون الأخضر، عندما تحتوي على مُستقبِلات المذاق المُر. ولا تتوهج الخلايا الأخرى؛ إذا لم تحتوِ على مُستقبِلات المذاق المُر.

واستخدمنا تقنية معملية تُسمى بفرز الخلايا المُنشطة فلوريًا؛ لنتمكن من جمع الخلايا الفلورية الخضراء من أحد الأعضاء. ويُمكن لهذه التقنية أن تُفرّق بين الخلايا بناءً على لونها الفلوري؛ وبالطبع فرز الخلايا التي نستهدفها (في هذه الحالة، الخلايا الخضراء) في أنابيب تجميع. أولًا، يجب تحليل العضو المأخوذ من الفأر إلى خلايا مُفردة عبر هضمه بواسطة بروتينات خاصة تسمى الإنزيمات.

وتعلَق الخلايا بعد ذلك في سائلٍ؛ وتُوضع في أداة فرز الخلايا المُنشطة الفلورية. ويُمكن لهذه الأداة تنظيم الخلايا بحيث تتدفق في صفٍ واحدٍ؛ لتتمكن من تحليل خلية واحدة في كل مرة. وفي الحالة التي لدينا هنا، عندما تكتشف الأداة خلية خضراء، فإنها تحبِسُها في قطرة من السائل، وتُرّسبها في أنبوب تجميع.

كما حللنا الخلايا الخضراء المُجمعة من القصبة الهوائية والمعدة. وكما هو متوقع، تحتوي الخلايا الخضراء على مُستقبِلات للمذاق المُر. وقد ذكرنا سابقًا في هذا المقال، أننا نُطلِقُ على الخلايا التي تحتوي على مُستقبِلات التذوق اسم "خلايا التذوق"؛ عند تواجدها على سطح اللسان. ونُطلق عليها اسم "خلايا حسية كيميائية"، عند تواجدها في أماكن



شكل 2

شكل 2

يُمكن تصوير خلايا مُستقبِلات المذاق المُر؛ باستخدام المجهر الذي يتعرف على الخلايا الفلورية. ويُمكن رؤية الخلايا والهياكل الخلوية المُشار إليها بالألوان الفلورية، باستخدام مجهرٍ خاص. ويُظهِر اللون الأخضر - في الصور الموجودة على الجانب الأيمن من الشكل - الخلايا التي تُعبّر عن مُستقبلات المذاق من النوع Tas2r143، وTas2r135، وTas2r126. وتظهر باقي الخلايا باللون الأحمر. كما تظهر نواة الخلية باللون الأزرق. وتتواجد الخلايا الخضراء بين خلايا التذوق الأخرى في براعم التذوق، في اللسان. وفي مجرى الهواء، تُوجد الخلايا الخضراء بين الخلايا الظهارية الأخرى في الطبقة الخلوية السطحية للقصبة الهوائية. وتُمثل الخطوط البيضاء أشرطة القياس: 50 ميكرومترًا.

أخرى غير اللسان. ونستخدم اسمين مختلفين للخلايا التي لها نفس المُستقبِلات؛ لأننا نعتقد أن الخلايا تؤدي وظائف مختلفة. وقد أثبتت الدراسات السابقة قُدرة مُسببات الأمراض على تنشيط الخلايا الكيميائية الحسية. ومُسببات الأمراض هي بكتيريا أو ديدان طُفيلية تستطيع التسبُبِ في المرض. وتستطيع الخلايا الحسية الكيميائية المُنشطة تحفيز استجابة وقائية في الجسم؛ عبر تنشيط جهاز المناعة. فمثلًا، تستطيع الخلايا الحسية الكيميائية استشعار جُزيئات مُعينة من البكتيريا؛ عندما نستنشق البكتيريا عبر الأنف. وحينئذٍ تُرسل الخلايا الحسية الكيميائية إشارات إلى الجهاز العصبي، ليُخَفِض مُعدل التنفس. وبهذه الطريقة، نتنفس كمية أقل من البكتيريا [3].

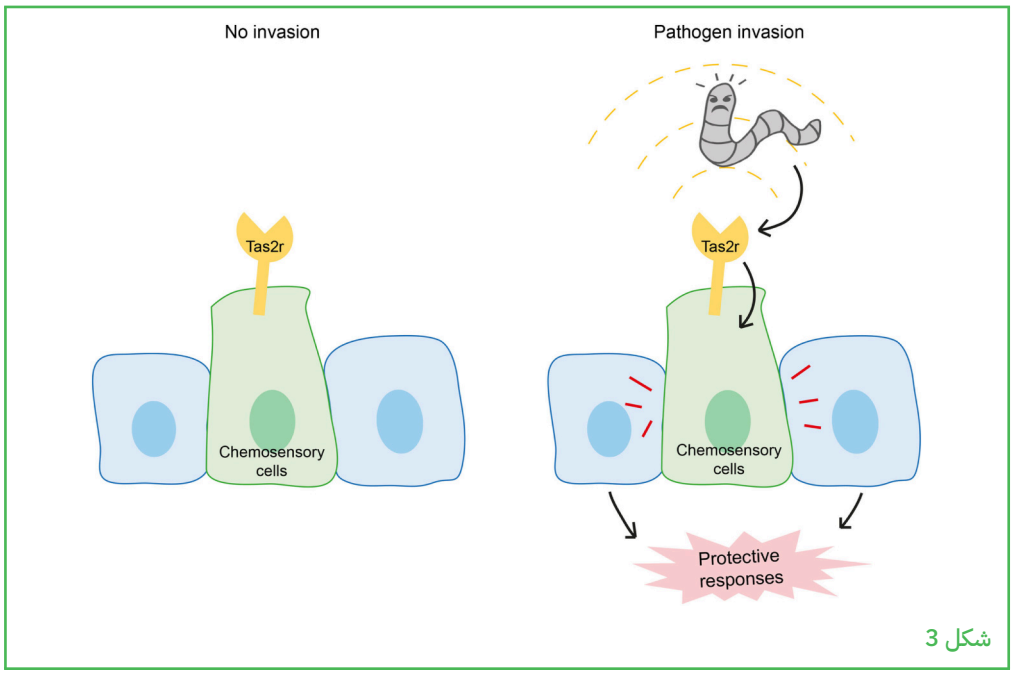
وقد عثرنا في دراستنا على مستوى عالٍ من بروتين يُسمى IL-25 في الخلايا الخضراء. وهو أحد أنواع البروتينات؛ ويسمى السيتوكين. وتُفرز بروتينات السيتوكينات بواسطة خلايا معينة؛ ولها تأثير على الخلايا الأخرى من حولها. وقد اكتشف العلماء وظيفة واحدة لبروتين IL-25 في الأمعاء. حيثُ تُطلق الخلايا الحسية الكيميائية في الأمعاء بروتين IL-25 لتنشيط خلايا الجهاز المناعي، عندما تغزو الديدان الطفيلية الحيز الداخلي للأمعاء (المعروف باسم تجويف الأمعاء). ويتسبب هذا الإجراء في حدوث شيءٍ يُسمى استجابة "الارتشاح والانكماش". وتعني كلمة "الارتشاح" أن تجويف الأمعاء يُنتِج المزيد من السوائل. وتعني كلمة "الانكماش" أن تجويف الأمعاء يزِيدُ من تقلص العضلات. وبهذه الطريقة، يتمكن تجويف الأمعاء من التخلُّص من الطفيليات التي غزته. وعليه نستطيع تخمين أن هذه الخلايا الخضراء تستطيع إطلاق البروتين IL-25

للمساعدة في حماية الأعضاء المُصابة؛ نظرًا لأن خلايانا الخضراء تحتوي على البروتين IL-25 [4].

الأسئلة العالقة... وما يتوجب فعله مستقبلًا

كما أوضحنا سابقًا، جعلنا الخلايا التي تحتوي على مُستقبلات المذاق Tas2r143 وTas2r135 وTas2r126 مرئيةً باستخدام البروتينات الفلورية الخضراء. وقد اكتشفنا وجود خلايا خضراء في الطبقة الظاهرية في القصبة الهوائية، والمعدة، ومجرى البول. كما تحتوي هذه الخلايا الخضراء الفلورية على مستوى عالٍ من بروتين السيتوكين IL-25. وتُشير هذه النتائج إلى قدرة هذه الخلايا على تحفيز استجابةٍ مناعيةٍ يُمكنها المُساعدة في حماية الأعضاء من مُسببات الأمراض.

في الشكل 3، يُمكنك الاطلاع على أفكارنا حول مُستقبلات المذاق Tas2r143، وTas2r135، وTas2r126. حيث نتوقع بأن تمتلك مُستقبِلات المذاق المُر هذه القدرة على استشعار بعض جُزيئات مُسببات الأمراض.



شكل 3

شكل 3
معلومات عن دور مُستقبلات المذاق المُر من النوع Tas2r143، وTas2r135، وTas2r126. تستطيع مُستقبِلات المذاق المُر استشعار بعض جُزيئات مُسببات الأمراض عندما تغزوها بعض هذه المُسببات. كما تُنشِط مُستقبِلات المذاق المُر الخلايا الحسية الكيميائية. وبعد ذلك قد تُرسل الخلايا الحسية الكيميائية بعض الإشارات إلى الخلايا المجاورة، المُشار إليها بالخطوط الحمراء في الشكل الأيمن، مثل الخلايا الظهارية وخلايا الجهاز المناعي. ويُمكن لهذه الخلايا المجاورة أن تبدأ بعض الاستجابات لحماية الجسم.

كما قد يؤدي استشعار هذه الجزيئات إلى تنشيط الخلايا الحسية الكيميائية لإطلاق إشارات؛ مثل بروتين IL-25، وهو بمثابة إنذار ينبه الجهاز المناعي بوجود غزو بواسطة أحد مُسببات الأمراض. ولكننا لا نعرف أي نوعٍ من مسببات الأمراض يُمكن أن يُنشط مُستقبلات المذاق من النوع Tas2r143، وTas2r135، وTas2r126. ويحتاج هذا السؤال إلى جواب، ولن يتحقق ذلك إلا من خلال الدراسات المُستقبلية.

وربما تتذكر أننا تحدثنا عن وجود 35 مُستقبِلًا للمذاق المُر في الفئران. وأنّ الباحثين خاضوا غمار البحث للعثور على مُستقبِلات أخرى للمذاق المُر في غير اللسان. فعلى سبيل المثال، عثروا على مُستقبِل المذاق المُر Tas2r131 في الغدة الزعترية، والقصبة الهوائية، والمِبيض. ووجدوا مُستقبِل المذاق المُر Tas2r105 في الكلى والأمعاء الدقيقة والخصية. ولم يتضح دور مُستقبِلات المذاق المُر في هذه الأعضاء وضوحًا تامًا. كما تتوفر مجموعات من الجزيئات الطبيعية المعروفة. وتُعرف هذه المجموعات بالتجمُّعات. وعثر الباحثون - باستخدام هذه التجمُعات - على جُزيئاتٍ يُمكن استشعارها بواسطة مُستقبِلات المذاق المُر. وسيكون من المفيد في المستقبل، بناء تجمُعات تحتوي على الجزيئات المُسببة للأمراض، والجزيئات الضارة من البيئة. كما يُمكننا استخدام هذه التجمُعات لمعرفة الجزيئات التي يمكن استشعارها بواسطة مُستقبِلات المذاق المُر، ومن ثمّ قد نتمكن أيضًا من اكتشاف الطريقة التي تستجيب بها الخلايا والكائنات الحية لهذه الجزيئات.

مقال المصدر الأصلي

Liu, S., Lu, S., Xu, R., Atzberger, A., Günther, S., Wettschureck, N., et al. 2017. Members of bitter taste receptor cluster Tas2r143/Tas2r135/Tas2r126 are expressed in the epithelium of murine airways and other non-gustatory tissues. *Front. Physiol.* 8:849. doi: 10.3389/fphys.2017.00849

المراجع

1. Vera, L., and Wooding, S. 2017. Taste: links in the chain from tongue to brain. *Front Young Minds* 5:33. doi: 10.3389/frym.2017.00033
2. Lossow, K., Hubner, S., Roudnitzky, N., Slack, J. P., Pollastro, F., Behrens, M., et al. 2016. Comprehensive analysis of mouse bitter taste receptors reveals different molecular receptive ranges for orthologous receptors in mice and humans. *J. Biol. Chem.* 2016(291):15358–77. doi: 10.1074/jbc.M116.718544
3. Lu, P., Zhang, C.-H., Lifshitz, L. M., and ZhuGe, R. 2017. Extraoral bitter taste receptors in health and disease. *J. Gen. Physiol.* 149(2):181–97. doi: 10.1085/jgp.201611637
4. Grencis, R. K., and Worthington, J. J. 2016. Tuft cells: a new flavor in innate epithelial immunity. *Trends Parasitol.* 32(8):583–5. doi: 10.1016/j.pt.2016.04.016

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 17 أكتوبر 2022

حرره: Bergithe Eikeland Oftedal

مرشدو العلوم: Parvathy Venugopal

الاقتباس: Liu S and Atzberger AK (2022) كيف وأين نستشعر المذاق المر؟ وما أهمية ذلك لصحة الإنسان؟ Front. Young Minds
doi: 10.3389/frym.2018.00028-ar

مُترجَم ومقتبس من: Liu S and Atzberger AK (2018) Can a Bitter Taste Be Detected Outside the Tongue? Front. Young Minds 6:28. doi: 10.3389/frym.2018.00028

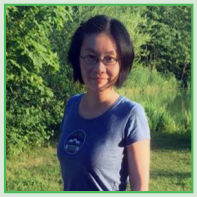
إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2018 © 2022 Liu and Atzberger. 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

TRISTAN، العمر: **11**
أنا مُراجعة صغيرة من مدينة أديلايد، وطالبة في السنة السابعة. وأحب ركوب الدراجات، والقفز على الترامبولين (المِنَطَّة)، والصيد حينما تواتيني الفرصة في أوقات فراغي. كما أنني مولعة بالموسيقى، وأعزف على آلة الكمان الخاصة بي. وتُعدُ مادة الرياضيات هي المادة الدراسية المُحببة إلى قلبي، وأتطلع أن أُصبِحَ طيارًا تُجاريًّا عندما أكبر.

المؤلفون



SHUYA LIU
اعتدت العمل تحت سقف معهد ماكس بلانك، بمدينة باد ناوهايم، ألمانيا. وكان مشروعي الذي أعمل عليه مُتعلقًا بدراسة القلب والأوعية الدموية. والآن أعمل في المشفى الجامعي، بمدينة هامبورغ. حيث ندرُس الأمراض المُتعلقة بالكلى. كما أستمتع بدراسة الأعضاء البشرية المتنوعة، وروابطهم داخل جسم الإنسان. وفي أوقات فراغي، أُحب أن أتمشى في مُتنزه المدينة، أو على ضفاف البُحيرة. s.liu@uke.de*

ANN KATHLEEN ATZBERGER
أعمل تحت سقف معهد ماكس بلانك، بمدينة باد ناوهايم، ألمانيا. وتضمن عملي إدارة مرفق الخدمات للعلماء الذين يُركزون على اكتشاف الأنواع المختلفة من الخلايا وعزلها؛ وتُعرف

بمُنشأة قياس التدفق الخلوي. كما أُحب القراءة، والتجوال، واللعب، والسفر، وتعلم اللغات الجديدة؛ حينما تسنح لي الفرصة في أوقات فراغي.

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

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