كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : فزيولوجيا الحواس والفاعلات

المحاضرة : الثانية/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

٦

2026

م طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

(2)

(4)

فيزيولوجيا الشم Physiology of Olfaction

المستقبلات الشمية Smell Receptors

. يحتوي الجينوم البشري على ما يقرب من 1000 جين للمستقبلات الشمية، والتي يتم التعبير عنها في الخلايا العصبية الحسية الشمية. على الرغم من أن العديد من هذه الجينات غير نشط، إلا أن هذا الرقم كبير بشكل ملحوظ، ويشكل حوالي 3 في المائة من العدد الإجمالي للجينات ويكشف عن أهمية الرائحة في اللياقة وفي التطور.

فاز **ليندا باك وريتشارد أكسل** بجائزة نوبل في علم وظائف الأعضاء أو الطب في عام 2004 عن أبحاثهما حول **المستقبلات الشمية**.

تتركز مستقبلات الشم في الطبقة الطلائية الأنفية الموجودة في الجزء العلوي من تجويف الأنف على كل من جانبي الحاجز الأنفي

تتألف الطلائية الأنفية من ثلاثة أنواع من الخلايا:

1. **خلايا داعمة supporting cells** وهي طلائية عمودية تسند الخلايا من النوع الثاني.
2. **خلايا شمية olfactory cells** وهي عصبونات ثنائية القطب تقع أجسامها بين الخلايا الداعمة ويشكل الطرف الحر منها زوائد شجرية تنتهي بانتفاخ يدعى حوصلة شمية olfactory vesicle يمتد منها 6 -8 أهداب، تدعى شعرات شمية olfactory hairs، تنغمس في طبقة رقيقة من المخاط وتقع عليها المستقبلات الدقيقة لجزيئات المواد التي يجري استنشاقها. أما الطرف الآخر للخلايا الشمية فيمثل محورا للعصبون يعبر الصفيحة المثقّبة أو المنخلية للعظم الغربالي ethmoid الواقع إلى الأعلى، ويتشابك داخل البصلة الشمية مع عصبونات أخرى (شكل 1). تعتبر الخلايا الشمية التي تتجدد عادة مرة كل حوالي شهرين هي مستقبلات الشم.
3. **خلايا قاعدية basal cells** تقع بين قواعد الخلايا الداعمة ويعتقد بأنها تقوم بتجديدها. يحتوي النسيج الضام الواقع تحت الطلائية الأنفية على غدد شمية olfactory glands، وتعرف بغدد بومان Bowman glands تفرز المخاط الذي يحمل بواسطة قنوات إلى سطح الطلائية الأنفية والذي يخدم الوظائف الآتية:

1. يشكل مذيبا للمواد التي يجري استنشاقها وهذه الخاصية هي متطلب أساسي لكي يجري استنشاق رائحة مادة ما.
2. يرطب سطح الطلائية الأنفية وبذا يحميها من الجفاف والتشقق.
3. إن تجديد هذا المخاط باستمرار يسبب إزاحة المواد التي جرى استنشاقها لكيلا تستمر في تنبيه المستقبلات نفسها بشكل مطول، الأمر الذي يسبب تكيفها.

* تقسم الحيوانات إلى مرهفة الشم Macrosmatic : كالكلاب والقطط والدببة
وضعيفة الرهافة الشمية Microsmatics (كالانسان والقرود والطيور)

نظام الشم Olfactory system : هو جزء من النظام الحسي يُستخدم في علمية الشم، وتمتلك معظم الثدييات والزواحف نظامًا شميًا رئيسيًا ونظامًا شميًا إضافيًا، حيث يقوم النظام الرئيسي بالكشف عن الروائح المحمولة في الجو، في حين يكشف النظام الإضافي عن محفزات المرحلة السائلة.

غالبًا ما يشار إلى حاستي الشم والتذوق معًا على أنهما نظام المستقبل الكيميائي، نظرًا لأن كلا منهما يرسل للدماغ معلومات حول التركيب الكيميائي للأجسام من خلال عملية تُسمى **التنبيغ Transduction**

يتم نقل المعلومات الحسية الشمية بوساطة نظامين هما: الطرفي أو المحيطي

١- النظام الطرفي:

يتكون النظام الشمّي الطرفي بشكل أساسي من المنخر، العظم الغربالي، التجويف الأنفي، والظهارة الشمية) وهي طبقات من الأنسجة الرقيقة مغطاة بالمخاط وتُبطن التجويف الأنفي). وتُعتبر المكونات الأساسية لطبقات الأنسجة الطلائية هي الأغشية المخاطية، الغدد الشمية، الخلايا العصبية الشمية، والألياف الواردة من الأعصاب الشمية .

يمكن لجزيئات الرائحة أن تدخل المسار الطرفي وتصل إلى تجويف الأنف إما من خلال المنخر أثناء الاستنشاق (الشم الأمامي) أو من خلال الحلق عندما يدفع اللسان الهواء إلى مؤخرة التجويف الأنفي أثناء المضغ أو البلع (الشم خلفي) ثم يُذيب المخاط الموجود علي سطح الظهارة الشمية المبطنة للتجويف الأنفي جزيئات الرائحة، وتحتوي الظهارة الشمية غدد مخاطية وشمية تُفرز الإنزيمات الأيضية الموجودة في المخاط .

التنبيغ Trasduction

تكتشف الخلايا العصبية الشمية الموجودة في الظهارة الشمية جزيئات الرائحة المتحللة في المخاط، وتنقل معلومات عن الرائحة إلى الدماغ من خلال عملية تُسمى التنبيغ وهذه الخلايا العصبية الشمية لها أهداب (شعيرات صغيرة) تحتوي على مستقبلات شمية ترتبط بجزيئات الرائحة، ويتولد عن هذا الارتباط استجابة كهربائية تنتشر عبر ألياف الأعصاب الحسية في مؤخرة التجويف الأنفي .

تنقل الأعصاب والألياف الشمية المعلومات الكهربائية عن الرائحة من النظام الطرفي إلى النظام المركزي في الدماغ، والذي يُفصل عن الظهارة الشمية من قِبل الصفيحة المنخلية للعظم الغربالي، حيث تمر الألياف العصبية الشمية عبر الصفيحة المنخلية، لتصل الظهارة الشمية إلى النظام الحوافي عند البصلة الشمية.

2- **النظام المركزي:**

تنقل البصلة الشمية الرئيسية الإشارات الكهربية إلى كل من الملفوفة Tufted cells والمترالية Mitral cells ، والتي تساعد بدورها على تحديد تركيز الرائحة انطلاقا من مقدار الوقت الذي ترسل فيه العصبونات المعينة الإشارات (يسمى "رمز التوقيت"). كما تلاحظ هذه الخلايا أيضًا الاختلافات بين الروائح الشديدة التماثل، وتستخدم بيانات للمساعدة في التعرف عليها لاحقًا. تختلف هذه الخلايا عن بعضها، فالخلايا المترالية ينخفض معدل ارسالها ويمكن تثبيطها بسهولة من قبل الخلايا المجاورة، في حين أن الخلايا الملفوفة تكون لديها معدلات إرسال عالية كما أنه أكثر صعوبة فيما يتعلق بالتثبيط .

يحوي المعقف أو نهاية الحصين Uncus القشرة الشمية المشتملة على القشرة الكمثرية أو مايعرف piriform cortex القشرة الجبهية الحجابية الخلفية(، اللوزة الدماغية، الدرنة الشمية، والتلفيف المجاور للحصين) .

ترتبط الدرنة الشمية olfactory tubercle بالعديد من المناطق كاللوزة الدماغية، المهاد، تحت المهاد، قرن آمون (الحصين)، جذع الدماغ، شبكية العين، القشرة السمعية، ونظام الشم. حيث تحتوي على ما مجموعه 27 مدخلا و20 مخرجا. وعن دورها بشكل مبسط يمكن القول أنه: فحص غرضه التأكد من أن الإشارات الشمية القادمة سببها رائحة فعلية وليست بسبب تهييج للأهداب، وتنظيم السلوك الحركي (في المقام الأول الاجتماعية والقوالب النمطية) المصاحب للرائحة، ودمج المعلومات الحسية السمعية والشمية لإكمال المهام المذكورة، وتلعب دورًا في نقل الإشارات الإيجابية لمستشعرات المكافئة (ومن ثم فهي داخلة في عملية الإدمان) .

تعالج اللوزة الدماغية (خلال عملية الشم) إشارات الفيرمونات، ونظرًا لتطور الدماغ فإن هذه المعالجة تكون ثانوية وبالتالي لا يتم ملاحظتها بشكل كبير في التفاعلات البشرية وتشمل الالومونات (روائح الزهور) ومبيدات الأعشاب الطبيعية، والمواد الكيميائية الطبيعية السامة للنباتات. وتأتي معلومات هذه العمليات من العضو الميكعي الأنفي The vomeronasal organ (VNO)، أو عضو جاكوبسون بشكل غير مباشر عبر البصلة الشمية . وتُستخدم إشارات البصلة الشمية الرئيسية في دمج الروائح مع الأسماء والتعرف على الفروق بين الروائح.

يوجد العضو الميكعي الأنفي والذي يعتبر حاسة الشم المساعد في الأنسجة الرخوة للحاجز الأنفي، في التجويف الأنفي فوق سقف الفم مباشرة (الحنك الصلب). موجود في جميع الثعابين والسحالي، وفي العديد من الثدييات، بما في ذلك القطط والكلاب والماشية والخنازير وبعض الرئيسيات؛ إنه موجود في البشر، لكنه أثري وغير وظيفي(!!!)

يحتوي VNO على أجسام الخلايا العصبية الحسية التي تحتوي على مستقبلات تكتشف مركبات عضوية غير متطايرة (سائلة) محددة يتم نقلها إليها من البيئة. تنبثق هذه المركبات من الفرائس والحيوانات المفترسة والمركبات التي تسمى الفيرمونات الجنسية من رفقاء محتملين.

يُمثل الخط الانتهائي Stria terminalis مسارا للمعلومات بين اللوزة وتحت المهاد، وكذلك بين تحت المهاد والغدة النخامية .وغالبا ما تؤدي الاضطرابات فيه إلى ارتباك جنسي وعدم نضج. كما يتصل الخط الانتهائي أيضا بمنطقة الحاجز، المكافئة للسلوك الجنسي

تعمل الإشارات الناتجة إلى منطقة تحت المهاد على تعزيز أو تثبيط الإطعام، في حين أن الإشارات القادمة من البصلة الشمية الزائدة تنظم العمليات التكاثرية والانعكاسية المرتبطة بالروائح.

يتلقى قرن آمون (الحصين) تقريباً جميع معلوماته الشمية من اللوزة (على الرغم من ضعف ارتباطه بالبصلة الشمية الرئيسية). ويُعزز الحصين من الذكريات الموجودة ويضيف ذكريات جديدة.

بالمثل يقوم التلفيف المجاور لقرن آمون بتشفير وتميز وصياغة الأحاسيس، كما يحوي الخريطة الطوبوغرافية للشم.

ترتبط القشرة الأمامية المدارية ارتباطًا كبيرًا بالتلفيف الحزامي ومنطقة الفاصل التعزيزات الإيجابية أو السلبية.

توزع النواة الأمامية الشمية إشارات متبادلة بين البصلة الشمية والقشرة المخية، كما أنها حاوية ذاكرة الشم.

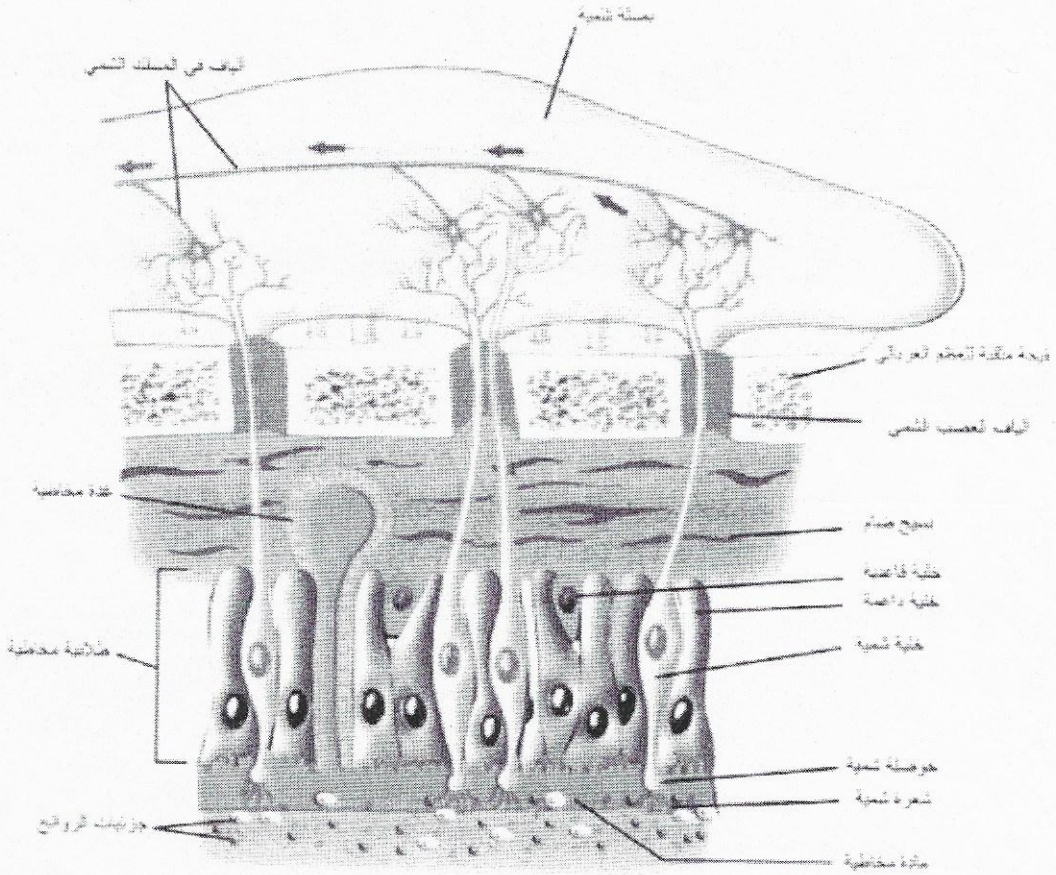
آلية الشم Mechanism of Olfaction

لكي تشم أي مادة كيميائية فإنها يجب أن تكون متطايرة أولا وأن تكون لها ذائبية جزئية في الماء، لكي تذوب في طبقة المخاط التي تغطي المستقبلات، وذائبية جزئية في الدهون لكي تستطيع الوصول إلى المستقبلات الموجودة على الشعرات الشمية. وقد جرى تمييز سبع مجموعات من المواد الكيميائية التي تعطي روائح مميزة هي : الكافورية camphor، المسكية musk، الزهرية floral، النعناعية peppermint الإيثرية ethereal، اللاذعة pungent والزنخة putrid، غير أن الأبحاث الحديثة تشير إلى القدرة على تمييز أكثر من 50 نمطا شميا مختلفا كما تشير إلى وجود حوالي ألف جين له علاقة بالشم، كل منها مسؤول عن إنتاج بروتين مستقبل وكل مستقبل يستجيب لمجموعة صغيرة من الروائح المختلفة.

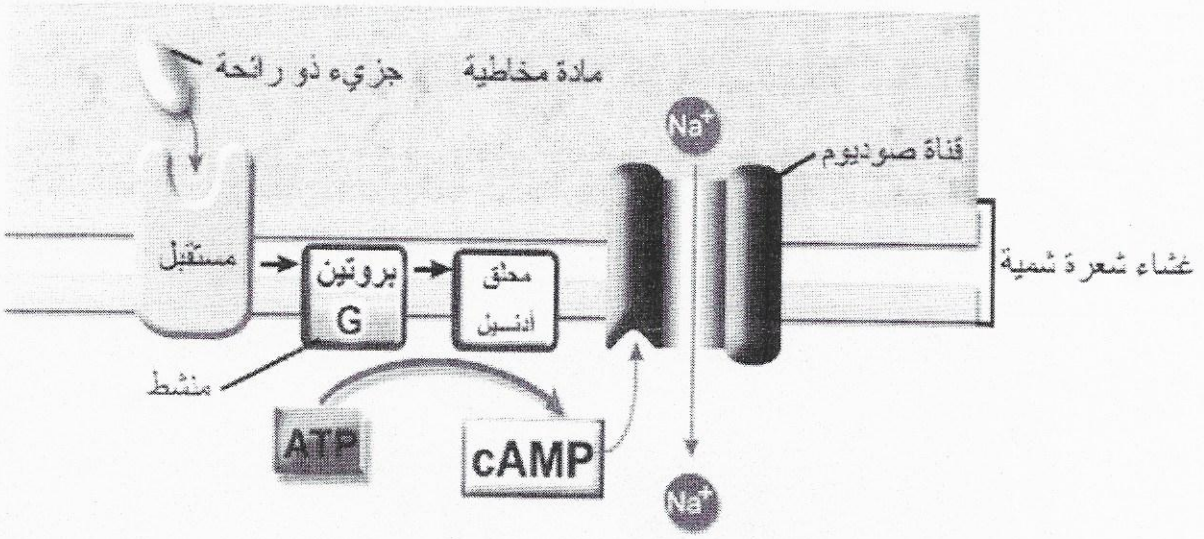
عند ارتباط المادة الكيميائية بمستقبلاتها المتواجدة على الشعرات الشمية (شكل 2) يجري تنشيط البروتينات ج المنشطة Gs وهذه تزيد من مقدار cAMP الذي يؤدي بدوره إلى تنشيط قنوات صوديوم الذي يؤدي تدفقه إلى حدوث إزالة استقطاب تتجاوز جهد العتبة فتسبب حدوث جهد فعل في الخلايا الشمية والتي تمثل عصبونات حسية

لاميلينية. يؤدي جهد الفعل إلى تحرر ناقل عصبي يؤثر على الخلايا بعد التشابكية التي تتواجد في البصلة الشمية التي تقع تحت الفص الأمامي للمخ.

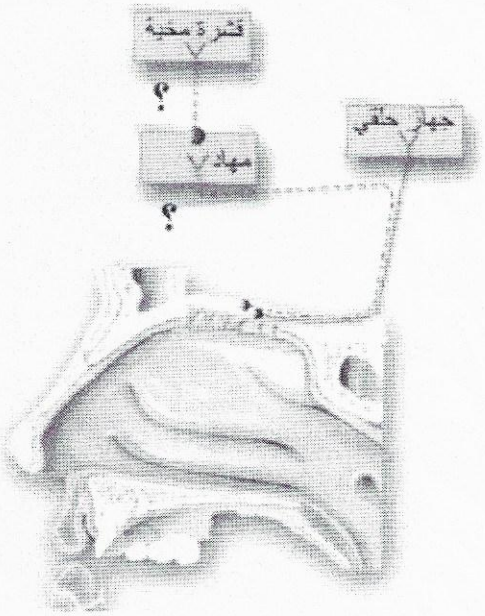
تمتد محاور العصبونات بعد التشابكية الموجودة في البصلة الشمية نحو الخلف مشكلة المسلك الشمي olfactory tract لتصل مباشرة إلى الجهاز الطرفي (الشكل 3)، وهو قشرة مخية مسؤولة عن إدراك الجوانب العاطفية للروائح، كما يعتقد بأنها تصل بشكل غير مباشر عن طريق المهاد إلى القشرة الشمية (أو الأمامية المحجرية orbitofrontal) التي تتواجد على الجانب المحاذي لخط الوسط على الفص الصدغي، والتي تقوم بإدراك وتميز الروائح.



الشكل 1-: تركيب الطلائية الشمية في تجويف الأنف. لاحظ موقع الخلايا الشمية وعبورها العظم الغربالي ودخولها إلى البصلة الشمية وتشابكها مع ألياف العصب الشمي.



الشكل 2: رسم تخطيطي يبين آلية تحويل المنبه الشمي إلى تغير في نفاذية غشاء الخلية الشمية.



الشكل 3: مخطط يبين المسلك المفترض لإحساسات الشم.

عتبة الشم والتكيف والأهمية البيولوجية للشم

تتباين عتبة الشم للمواد المختلفة غير أنها تكون منخفضة جدا لجميع المواد بشكل عام إذا ما قورنت بعتبة التذوق. من الأمثلة الصارخة بهذا الصدد أن الإنسان يستطيع أن يشم مادة methylmercaptan المميزة حتى وإن تدني تركيزها إلى 25،000،000000/1، ملغم / ملليتر من الهواء.

لكن عتبة الشم عند الإنسان ترتفع مع تقدم العمر فقد وجد أن أكثر من 75 % من البشر فوق عمر ثمانين سنة يفقدون القدرة على تمييز الروائح المختلفة. من جانب آخر، فإن قدرة الإنسان على تمييز التغير في شدة الرائحة منخفض جدا إذا ما قورنت بباقي الحواس، فبينما تستطيع العين أن تلاحظ تغيرا في شدة الضوء مقداره 1 %، فإن حاسة الشم تحتاج إلى تغير مقداره 30 % في شدة الرائحة قبل أن تدرك هذا التغير.

الأهمية البيولوجية لحاسة الشم تكمن في:

1) ينبه الشم الشهية والقابلية للأكل وينظم سلوك التغذية ونحن ندرك جميعا الأهمية الكبيرة للغذاء في بقاء الفرد.

2) ينبه الشم القابلية الجنسية عند الإنسان والحيوانات وبذا فهو منظم للتكاثر الذي يحافظ على بقاء النوع. ففي الفئران مثلا وجد أن روائح الإناث وروائح الذكور تسبب إفراز هرمونات جنسية من الجنس الآخر تدفع إلى التكاثر كما أن هذه الروائح تنشط حتى نمو الأعضاء الجنسية في الجنس الأخر.

في الإنسان على الرغم من الدور الضئيل الحاسة الشم في تنظيم التكاثر مقاسا بالحواس البصرية واللمسية والسمعية، إلا أننا نعرف الأهمية التي تلعبها روائح العطور في جذب الجنسين لبعضهما البعض. كما ثبت حديثا أن الإنسان قادر على إفراز الفيرمونات pheromones التي أثبتت أهميتها في التكاثر في الحيوانات المختلفة وفي الإنسان.

3) تساعد حاسة الشم الحيوان في تجنب المفترسات وتجنب الغذاء الضار والمواد السامة مما يؤثر في بقاء الفرد. من ناحية أخرى فإن حاسة الشم تمتاز بالتكيف السريع فنحن نشم رائحة عطورنا في اللحظة التي توضع فيها حيث تتلاشى بعد ذلك تماما في دقيقة واحدة تقريبا. ويفسر هذا التكيف بأنه نتيجة التكيف مستقبلات الشم (كما أشرنا سابقا) وإلى تكيف نفسي مصدره الجهاز المركزي.

وفقًا للباحثين، قد يتمكن البشر من شم أكثر من تريليون رائحة. بوساطة الشق الشمي، الموجود على سطح تجويف الأنف، وتحديدًا في الجزء العلوي البصيلة الشمية والحفرة. وفقًا لجمعية الأنف الأمريكية، تقوم النهايات العصبية في الشق الشمي بنقل الروائح إلى المخ.

تُعرف الكلاب بأنها بقدرتها العالية على تحسس الرائحة من مسافة بعيدة (قد تصل إلى 1 كم)، لكن الأبحاث تشير إلى أن البشر يمكنهم التمييز بين 1 تريليون رائحة مختلفة. بينما كان يعتقد في السابق بأن البشر يمكن أن يستوعبوا 10000 رائحة مختلفة فقط. مجلةScience ، عدد أيار، 2017.

أسباب الخلل الشمي:

في الواقع، قد تضعف القدرة على الشم لدى الأشخاص بسبب اضطرابات مرضية أو بسبب الشيخوخة. على سبيل المثال، تعد القدرة المتناقصة على الشم من أعراض الفصام والاكتئاب. يمكن أن يؤدي التقدم في السن أيضًا إلى تقليل القدرة على الشم بشكل صحيح. أكثر من 75 في المائة من الأشخاص الذين تزيد أعمارهم عن 80 عامًا قد يعانون من ضعف حاسة الشم. تساعد المدخلات الشمية في تنسيق تقدير واختيار الطعام، ولكن دورها في علم وظائف الأعضاء وتوازن الطاقة غير مفهوم بشكل جيد. أثبتت التجارب على الفئران أنه عند الاستئصال المشروط للخلايا العصبية الحسية الشمية (OSNs) تصبح مقاومة للسمنة التي يسببها النظام الغذائي ويكون ذلك مصحوباً بزيادة توليد الحرارة من الدهون البنية.

يحفز انخفاضُ المدخلات الشمية النشاطَ العصبي السمبتاوي، مما يؤدي إلى تنشيط مستقبلات بيتا الأدرينالية على الخلايا الدهنية البيضاء والبنّية لتعزيز تحلل الدهون. على العكس من ذلك، الاجتثاث الشرطي لـIGF1 لمستقبلات في OSNs يعزز أداء حاسة الشم في الفئران ويؤدي إلى زيادة السمنة ومقاومة الأنسولين. هذه النتائج تكشف عن اتجاه ثنائي الاتجاه لوظيفة النظام الحسي الشمي في تأمين استتباب الطاقة استجابة للإشارات الهرمونية والحسية.

ترتبط أسباب ضعف الشم مع تقدم العمر، والالتهابات الفيروسية، والتعرض للمواد الكيميائية السامة، وصدمات الرأس، والأمراض العصبية التنكسية.

1- العمر: يُمثل العمر السبب الأقوى لتراجع حاسة الشم لدى البالغين الأصحاء مقدما على تأثير التدخين، وغالبًا ما تمر التغيرات الشمية المرتبطة بالعمر دون أن يلاحظها أحدٌ، ونادراً ما تُختبر حاسة الشم سريريًا على عكس حاسة السمع والبصر. ويعاني 2 ٪ من الأشخاص الذين هم تحت سن 65 سنة من مشاكل شمية مزمنة، ويزداد الرقم بشكل كبير بين الأشخاص الذين تتراوح أعمارهم بين 65 و80 ويعاني نصفهم تقريبا من مشاكل شمية كبيرة. فيما يرتفع الرقم في الأشخاص الذين هم فوق سن 80 إلى 75٪ تقريبًا. ويتضمن أساس التغيرات الشمية المرتبطة بالعمر انسداد الصفيحة الغربالية، والأضرار المتراكمة تجاه المستقبلات الشمية نتيجة تكرار العدوى الفيروسية وغيرها من المشاكل.

2- العدوى الڤيروسية :

تُمثل عدوى الجهاز التنفسي العلوي السبب الأكثر شيوعًا لحدوث ضعف أو فقد دائم في حاسة الشم، ولا تتغير مثل هذه الاضطرابات بمرو الوقت، بل إنها يمكن أن تعكس في بعض الأحيان تلفًا ليس فقط في الظهارة الشمية، ولكن أيضًا في التركيبات الشمية المركزية نتيجة غزو الفيروس للدماغ. ومن بين هذه الاضطرابات الفيروسة؛ الزكام، التهاب الكبد، الأنفلونزا، الأمراض الشبيهة بالإنفلونزا، وكذلك الهربس، ومعظم الالتهابات الفيروسية لا يمكن التعرف عليها لأنها تكون بسيطة أو خالية تماما من الأعراض .

فيروس كورونا وتأثيره على الشم:

إن الاعتقاد يسود بين العلماء بأن البروتين الموجود على بعض الخلايا البشرية في القلب والرئتين والأمعاء والحلق والأنف، هو نقطة الدخول لفيروس كورونا إلى الجسم.

ويتميز البروتين -وهو إنزيم يعرف باسم "الإنزيم المحول للأنجيوتنسين 2" بأن له شكلا معينا يمكّنه من تحويل هرمون الأنجيوتنسين I إلى أنجيوتنسين 2، الذي يستخدم في الجسم لأشياء مختلفة، مثل تنظيم ضغط الدم. والطريقة التي يتلاءم بها تشبه الطريقة التي يتلاءم بها مع البروتينات الخارجية الشائكة في تشكيل فيروس كورونا.

وأظهرت الأبحاث أن مستويات البروتين في الظهارة الشمية، وهي النسيج الموجود في مؤخرة الأنف، والذي يستخدم للكشف عن الرائحة، مثل مستقبلات الخلايا البشرية ACE2 وTMPRSS2 الضروريين لدخول CoV-2.

كانت مرتفعة "بشكل لافت للنظر". وبرزت ما بين 200 و700 مرة أعلى من مناطق أخرى من الأنف.

ويُعتقد بأن "الخلايا الداعمة لحاسة الشم الضرورية لحماية وصيانة الخلايا العصبية الحساسة في الأنف، التي تكتشف الروائح، وترسل تلك المعلومات إلى الدماغ. هي التي تتعرض لهجوم الفيروس .

وبشكل عام، عندما تُصاب الخلايا الداعمة بفيروس ما، فإنها تخضع لعملية Apoptosis، وهي في الأساس نوع من التدمير الذاتي لإحباط الفيروس؛ لذلك، على الأرجح، تقوم الخلايا الداعمة لحاسة الشم بتدمير نفسها، ما يؤدي بدوره إلى موت الخلايا العصبية الحسية، وفقدان حاسة الشم". ووجدت دراسات منفصلة وأخرى تبحث في تعافي مرضى "كورونا" أن هذه الخلايا العصبية تتعافى بمرور الوقت. ✱

ويتعرّض المصابون بفيروس كورونا لظاهرة تسمى **باروسميا parosmia**، حيث يبدو كل شيء كريه الرائحة لهؤلاء الأشخاص، ويمكن أن تستمر الهلوسة الشمية بعد كورونا لعدة أشهر! والسبب أن الخلايا العصبية الحسية الشمية تعيد توصيل الأسلاك أثناء تعافيها أي. أن الهلوسة الشمية هي علامة على أن الخلايا العصبية التي تضرّرت تتعافى!

✱ Parosmia : هي التشوه في الروائح التي تبدو كريهة، في حال الإصابة بالكورونا تصبح كل الروائح كريهة، أي العجز عن تمييز الروائح الطبيعية بشكل صحيح وتصبح الرائحة الطبيعية رائحة كريهة

✱✱ phantosmia : الهلوسة الشمية أو تشتم رائحة غير موجودة أي هي رائحة وهمية بسبب الاضطرابات العصبية

3- **التعرض للمواد الكيميائية السامة** : يمكن أن يؤدي التعرض المزمن لبعض السموم المحمولة جواً مثل مبيدات الأعشاب والآفات والمذيبات والمعادن الثقيلة (مثل الكادميوم والكروم والنيكل والمنجنيز) إلى تغير في القدرة على الشم وهذه المركبات لا تضر فقط بالظهارة الشمية، ولكنها محتمل أن تدخل الدماغ عبر الغشاء المخاطي الشمي .

4- **الأمراض العصبية التنكسية (التحللية)**

لاحظ أطباء الأعصاب أن الخلل الشمي يُمثل سمة أساسية للعديد من الأمراض العصبية التنكسية مثل مرض باركنسون وألزهايمر، ومعظم هؤلاء المرضى كانوا غير مدركين للعجز الشمي حتى بعد الاختبار حيث أن 85٪ إلى 90٪ من المرضى في المراحل المبكرة أظهروا انخفاضا في نشاط تراكيب معالجة الرائحة المركزية .

تأثير فقدان الرائحة Anosmia على جودة الحياة

إنّ حاسة الشم ذات أهمية قصوى لنوعية حياة الإنسان وصحته وبقائه. في الواقع، يتمثل دور الشم في توجيه انتباهنا نحو المخاطر (على سبيل المثال، التهديدات الميكروبية والأبخرة السامة) أو، على العكس من ذلك، نحو العناصر ذات التأثير الإيجابي الدلالات (على سبيل المثال، الطعام المغذي) . هذه الإرشادات مدفوعة في الغالب بالتكافؤ البيئي (اللذة/ الكراهية) للعناصر ذات الرائحة (مثل الطعام)، والتي يتم تحديدها، إلى حد كبير، من خلال التاريخ الشخصي للفرد مع هذا العنصر.

قد يكون لفقدان الرائحة آثار ضارة على جودة الحياة العامة ويمكن أن تؤدي إلى الاكتئاب، مشاعر الضعف، تغير التمثيل الغذائي، وانخفاض التفاعل الاجتماعي، وانخفاض العلاقة الحميمة مع الشريك والخسارة عادة ما تكون مصحوبة بـ انخفاض في القدرة على التذوق بسبب إعاقة تفاعلات الجهاز العصبي المركزي بين الحواس الكيميائية.علاوة على ذلك، فإن انخفاض وظائف حاسة الشم يؤثر بشكل كبير على السلامة اليومية. مثل صعوبات في الطهي، وتناول طعام فاسد، وحرق الطعام، والذين يعانون من ضعف حاسة الشم معرضون لخطر التسمم وقد يكونوا غير قادرين على اكتشاف تسرب الغاز أو الدخان أو رائحة الطعام المتعفن.

قد يفسر هذا سبب احتمال تعرض المرضى الذين يعانون من اضطرابات حاسة الشم، وخاصة كبار السن، لأحداث خطرة. أي أن الرائحة هي **نظام تحذير كيميائي** لتوجيه تناول الطعام والعلاقات الاجتماعية. تعتبر اضطرابات الشم من المؤشرات الحيوية الموثوقة في العديد من أمراض الجيوب الأنفية وغير الجيوب الأنفية، فضلاً عن كونها علامة بيولوجية مبكرة للتنكس العصبي أو أمراض الغدد الصماء علاوة على ذلك، يمكن أن تؤثر اضطرابات الشم بشكل ملحوظ على جودة الحياة.

* - فقدان الرائحة أو العمى الشمي ، أي فقدان القدرة مع تحديد رائحة أو أكثر بشكل مؤقت أو دائم . وهي تختلف عن Hyposmia : أي نقص في حاسة الشم لبعض أو كل الروائح . أما Hyperosmia فتعني ازدياد القدرة على الشم وتحت الروائح (رؤية العطر)

الخلايا المترالية)بالإنجليزية(mitral cells : هي خلايا عصبية تُشكل جزءا من نظام حاسة الشم، وتقع في البصلة الشمية الموجودة في الجهاز العصبي المركزي في الثدييات، وتستقبل هذه الخلايا المعلومات من محاور أعصاب المستقبلات الشمية، وتكون نقاط تشابك عصبي في الدبق العصبي تُسمى الكبيبات، وتقوم المحاور العصبية للخلايا المترالية بعد ذلك بنقل المعلومات لعدد من مناطق الدماغ، بما في ذلك القشرة الكمثرية، القشرة الشمية الداخلية، واللوزة .

تستقبل الخلايا المترالية إشارات محفزة قادمة من أعصاب المستقبلات الشمية والخلايا الملفوفة على زوائدها الشجرية الأولية، كما تستقبل الخلايا المترالية أيضا إشارات مثبطة قادمة إما من الخلايا الحبيبية إلى الزوائد الشجرية الجانبية أو من الخلايا المحيطة بالكبيبة. تُشكل الخلايا المترالية بجانب الخلايا الملفوفة محطة إجبارية لكل المعلومات الشمية الواردة العصب الشمي.

الخلايا الملفوفة)بالإنجليزية(Tufted cell : هي خلايا توجد في الكبيبة الشمية، وتستقبل المدخلات من المستقبلات الموجودة في الظهارة الشمية الموجودة في التجويف الأنفي. وتُسمى كل من الخلايا الملفوفة والخلايا المترالية بعصبونات الإسقاط، وترسل هذه العصبونات الإشارات من الكبيبة الشمية إلى الدماغ.

أسئلة :

1- ماهي الخلايا المكونة للطرائق الأنفية وماهي وظائفها الأساسية

2- من أين تفرز المخاط وماهي وظائفه

3- ماهي المكونات الأساسية في النظام الشمي الطرفي

4- " " " " " المركزي

5- ماهو المقصود بالتتبع Transduction ؟

6- ماهي الوظائف الخلوية لكل من الخلايا المترالية و الملفوفة وعلام يعتمد كل منها وماهو التكوين الذي تأخذه شكله

7- وضح ماهي الآلية الحركية التي تتم بوساطتها عملية الشم

8- ماهو العصب الشمي الأنفي وماهو دوره في عملية الشم

9- ماهي الأهمية البيولوجية لحاسة الشم

10- ماهي أسباب الخلل الشمي ؟

11- ماالفرق بين Anosmia و Parosmia

12- الرائحة نظام تحذير كيميائي - فسر ذلك !

13- علل فقدان الإحساس بالشم عند الإصابة بفيروس كورونا !!!