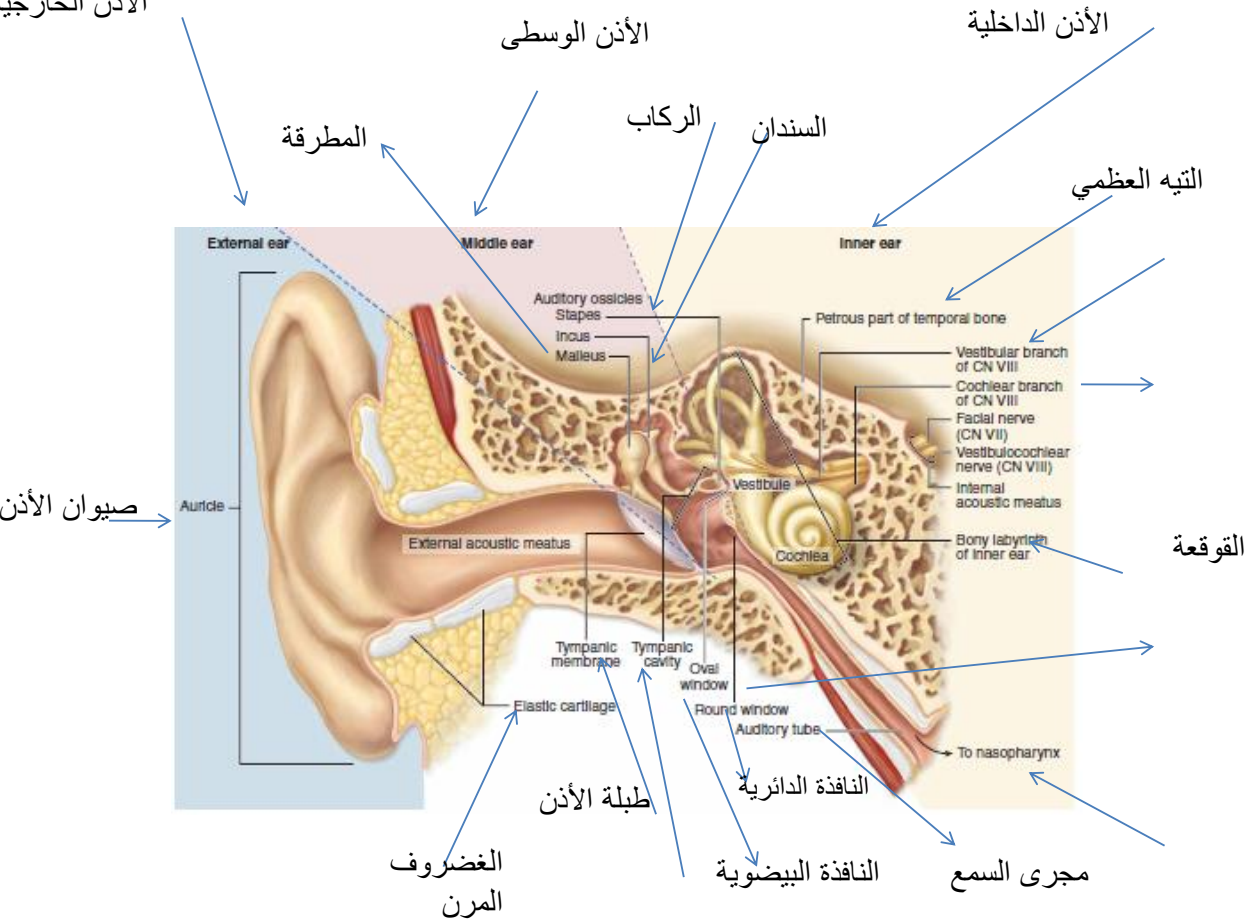


الأذن Ear

د. رغداء الوزنة

- تقوم الأذن بوظيفة السمع و التوازن
- الأذن الخارجية المستقبلة لأمواج الصوت
- الأذن الوسطى لنقل الأمواج الصوتية من الهواء إلى سوائل الأذن الداخلية من خلال مجموعة صغيرة من العظام.
- الأذن الداخلية تقوم بتحويل حركة السوائل إلى دفعات عصبية متخصصة تمر عبر العصب السمعي إلى الجهاز العصبي المركزي، تحتوي العضو السمعي والعضو الدهليزي الذي يحافظ على التوازن.

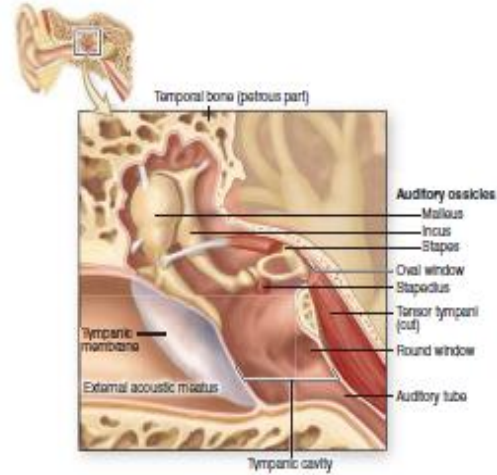
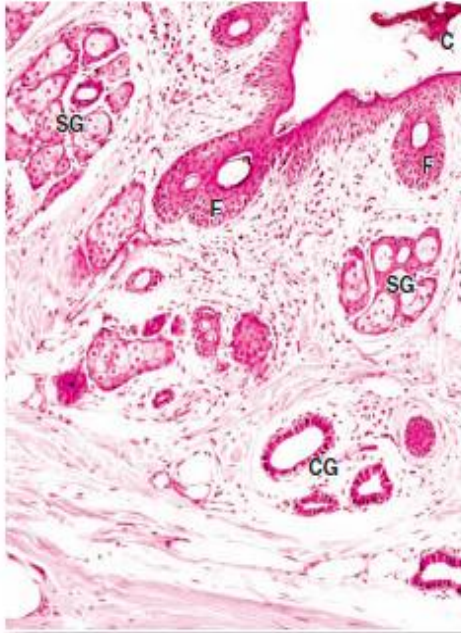
الأذن الخارجي



الأذن الخارجية External Ear

- صوان الأذن: صفيحة غير منتظمة من غضروف مرن مغطى بجلد ملتصق به، يوجه الأمواج الصوتية نحو الأذن .

- تدخل الأمواج الصملاخ السمعي الخارجي (مجرى السمع الخارجي) وهي قناة ممتدة من السطح الجانبي للرأس، تبطن بظهارة رصفية مطبقة متواصلة مع نظيرتها في جلد الصيوان. بجانب فتحها جريبات أشعار و غدد دهنية وعرقية متحورة (الغدد الصملاخية)، الصملاخ: مادة شمعية أو زيتية صفراء تحوي بروتينات مختلفة و أحماض دسمة مشبعة وخلايا كيراتينية متوسفة، له خواص مضادة للميكروبات.
- طبلة الأذن: في النهاية العميقة لمجرى السمع الخارجي. يُغشى سطحه الخارجي بطبقة رقيقة من البشرة الجلدية و سطحه الداخلي بظهارة مكعبة بسيطة متواصلة مع الظهارة المبطنة للتجويف الطبلي في الأذن الوسطى، بينهما صفيحة رقيقة من نسيج ضام ليفي (ألياف كولاجينية، مرنة، أرومات ليفية)
- إن اهتزاز غشاء الطبل الناجم عن الأمواج الصوتية تنقل طاقة موجة الصوت إلى الأذن الوسطى والداخلية.



Three auditory ossicles, with joints and striated muscles, span the tympanic cavity of the middle ear, which is enclosed by the temporal bone and the tympanic membrane.

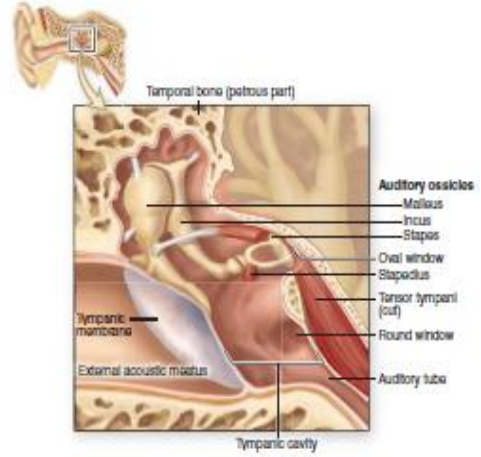
الأذن الوسطى

- تجويف الطبل: فراغ غير منتظم توضع داخل العظم الصدغي بين الغشاء الطبلي والسطح العظمي للأذن الداخلية، يتواصل هذا التجويف أمامياً مع البلعوم عن طريق الأنبوب السمعي (أنبوب أوستاش) وخلفياً مع تجاويف غشائية صغيرة مملوءة بالهواء للعظم الصدغي. تبطن بظهارة مكعبة بسيطة تستند على صفيحة رقيقة تلتصق بشدة بسماق العظم. يُفتح الأنبوب

أثناء البلع مما يؤدي إلى توازن في ضغط الهواء في الأذن الوسطى مع ضغط الوسط الخارجي. في الجزء الأنسي توجد النافذة البيضوية و الدائرية (مقاطع مغطاة بأغشية)،

• الركاب و المطرقة والسندان (العظام السمعية) تصل غشاء الطبل مع النافذة البيضوية، تحول هذه العظام الاهتزازات الآلية المتولدة في غشاء الطبل إلى الأذن الداخلية.

• تندغم عضلتان هيكليتان صغيرتان في المطرقة والركاب مما يحد من حركة العظام وتُساهم في حماية الأذن الداخلية من الأصوات العالية المزعجة.



Three auditory ossicles, with joints and striated muscles, span the tympanic cavity of the middle ear, which is enclosed by the temporal bone and the tympanic membrane.

الأذن الداخلية Inner Ear

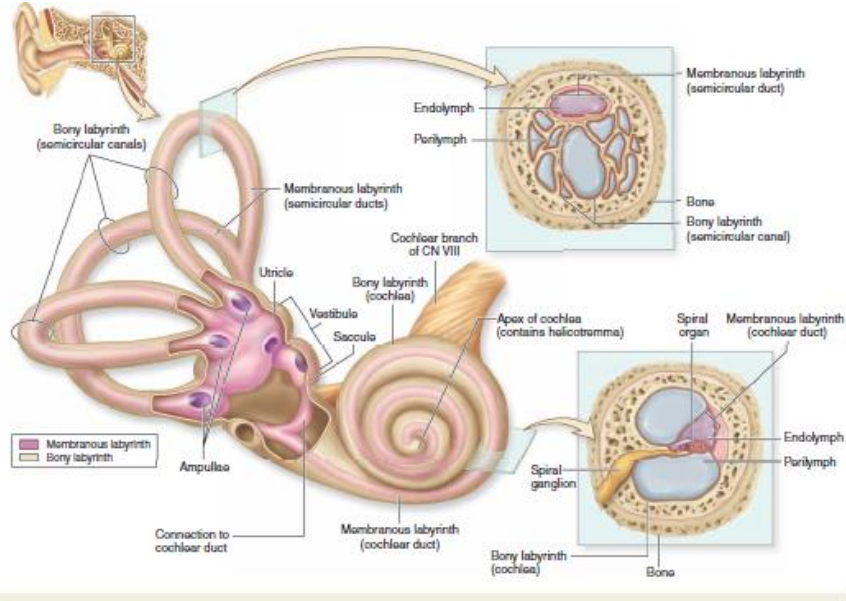
• تتوضع في العظم الصدغي، التيه العظمي مملوء باللمف المحيطي (سلسلة معقدة من فراغات متداخلة بداخله مجموعة من أنابيب وغرف مملوءة بسائل مبطنة بظهارة تشكل التيه الغشائي الذي يتشكل جنينياً من الكيسة السمعية (حوصلة من الأديم الظاهر)). يؤمن التيه العظمي مساكن لتيه غشائي مملوء باللمف الداخلي (غني بالبوتاسيوم)،

• يتألف التيه الغشائي من التيه الدهليزي و التيه القوقعي.

• التيه الدهليزي: يتوسط الإحساس بالتوازن ويتكون من كيسين متصلين مع بعضهما هما (الُقربية Utricle والكيبس Saccule وثلاثة أفنية هلالية تنشأ من القربية والتيه القوقعي).

• التيه القوقعي تقوم بوظيفة السمع ويحتوي على قناة قوقعية تتصل مع الكيبس. تحتوي هذه البنى الظهارة المبطنة على مستقبلات آلية حسية اسطوانية تُدعى الخلايا المشعرة في مناطق متخصصة: لطختان القربية والكيبسة- ثلاثة أعراف أمبولية،

يوجد في المناطق الأملولية الكبيرة لكل قناة هلالية عضو حلزوني لكورتي (حلزون طويل في القناة القوقعية).



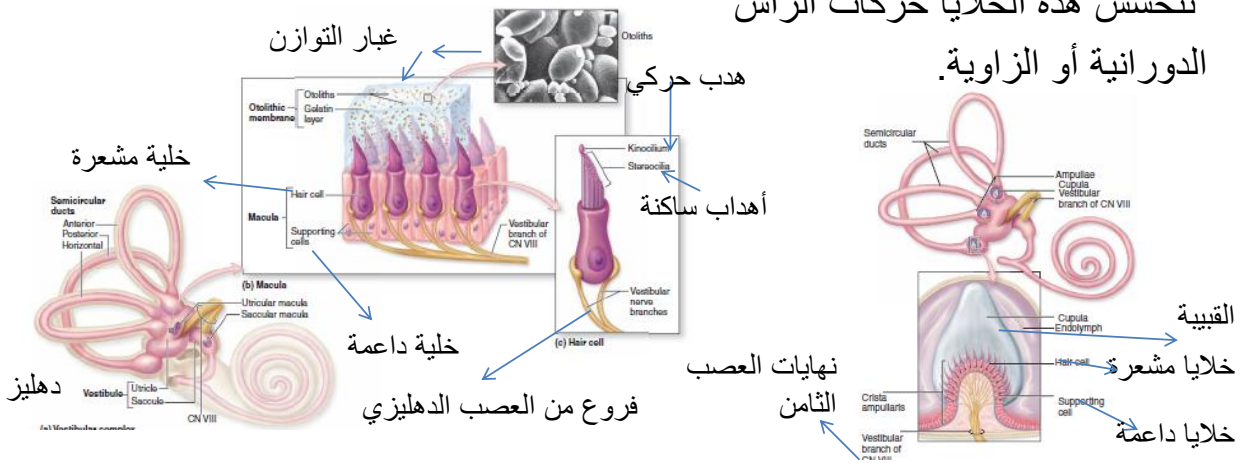
التيه الدهليزي

- اللطخات الدهليزية وخلاياها: توجد في الجدر الظهرية في القريبة والكيبسات في المعقد الدهليزي منطقتين حسيتين، خلايا مستقبلية الية (الخلايا المشعرة) التي تستخدم الجاذبية و حركة اللف الداخلي لتحسس اتجاه وضعية الرأس والتسارع الخطي لحركة الرأس.
- ضمن أمبولات الأقفنية الهلالية توجد خلايا مشعرة تبرز منها حزم شعرية تشبه القبة تُسمى القبية (طبقة من البروتيوغليكان) وتتحرك

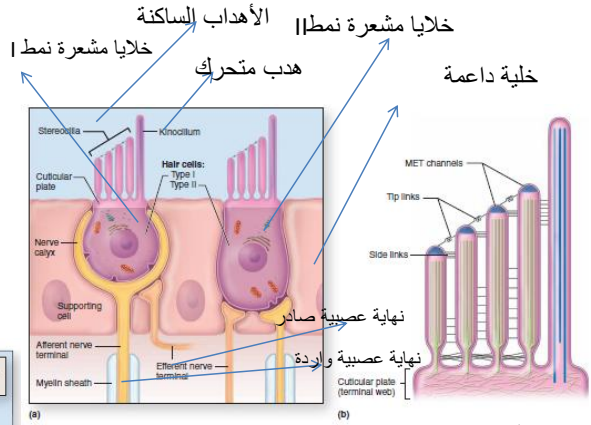
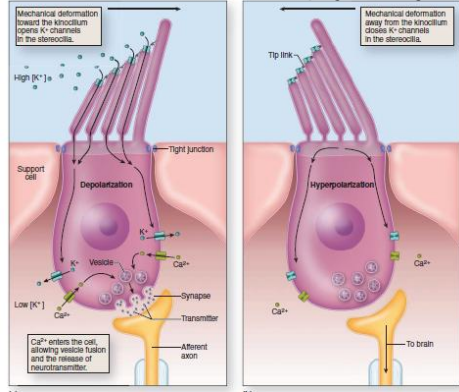
بحركة اللف الداخلي في القناة الهلالية،

تتحسس هذه الخلايا حركات الرأس

الدورانية أو الزاوية.



عندما يتوقف الرأس تعود الأهداب الساكنة إلى وضعها الطبيعي المستقيم ← عودة كمون الراحة. إن حركات الرأس المؤدية لانحناء الأهداب الساكنة في الاتجاه المعاكس بعيداً عن الهدب المتحرك ← انغلاق أفنية K مؤدياً إلى فرط استقطاب الخلية ويؤدي ذلك إلى انغلاق أفنية الكالسيوم وانخفاض تحرر الناقل العصبي. بذلك نرى أن تغير كمون الراحة للخلايا المشعرة وتغير معدل تحرر الناقل العصبي إلى الأعصاب الواردة يخضع إلى انحناء الحزم الحسية في طبقات البروتيوغليكان (غشاء التوازن) حسب وضعية الرأس.



تستخدم المعلومات الحسية من التيه الدهليزي بشكل أساسي في آليات انعكاسية للمحافظة على وضعية مستقيمة وتوازن للجسم والسماح للعين بالبقاء ثابتة على نفس النقطة على الرغم من تغيرات وضعية الرأس. تسبب حركات الرأس تحرك اللف الداخلي بدوره يسبب تحرك غشاء التوازن في كل من اللوحة و القبية فوق كل عرف أمبولي، تنحرف الحزمة المشعرة باتجاه الهدب المتحرك حيث توجد روابط قمية بين الأهداب وتفتح قنوات K+ مما يؤدي إلى زوال استقطاب، فتح قنوات Ca²⁺ ← تحرر الناقل العصبي.

عندما يتوقف الرأس تعود الأهداب الساكنة إلى وضعها الطبيعي المستقيم ← عودة كمون الراحة. إن حركات الرأس المؤدية لانحناء الأهداب الساكنة في الاتجاه المعاكس بعيداً عن الهدب المتحرك ← انغلاق أفنية K مؤدياً إلى فرط استقطاب الخلية ويؤدي ذلك إلى انغلاق أفنية الكالسيوم وانخفاض تحرر الناقل العصبي. بذلك نرى أن تغير كمون الراحة للخلايا المشعرة وتغير معدل تحرر الناقل العصبي إلى الأعصاب الواردة يخضع إلى انحناء الحزم الحسية في طبقات البروتيوغليكان (غشاء التوازن) حسب وضعية الرأس.

تستخدم المعلومات الحسية من التيه الدهليزي بشكل أساسي في آليات انعكاسية للمحافظة على وضعية مستقيمة وتوازن للجسم والسماح للعين بالبقاء ثابتة على نفس النقطة على الرغم من تغيرات وضعية الرأس. تسبب حركات الرأس تحرك اللف الداخلي بدوره يسبب تحرك غشاء التوازن في كل من اللوحة و القبية فوق كل عرف أمبولي، تنحرف الحزمة المشعرة باتجاه الهدب المتحرك حيث توجد روابط قمية بين الأهداب وتفتح قنوات K+ مما يؤدي إلى زوال استقطاب، فتح قنوات Ca²⁺ ← تحرر الناقل العصبي.

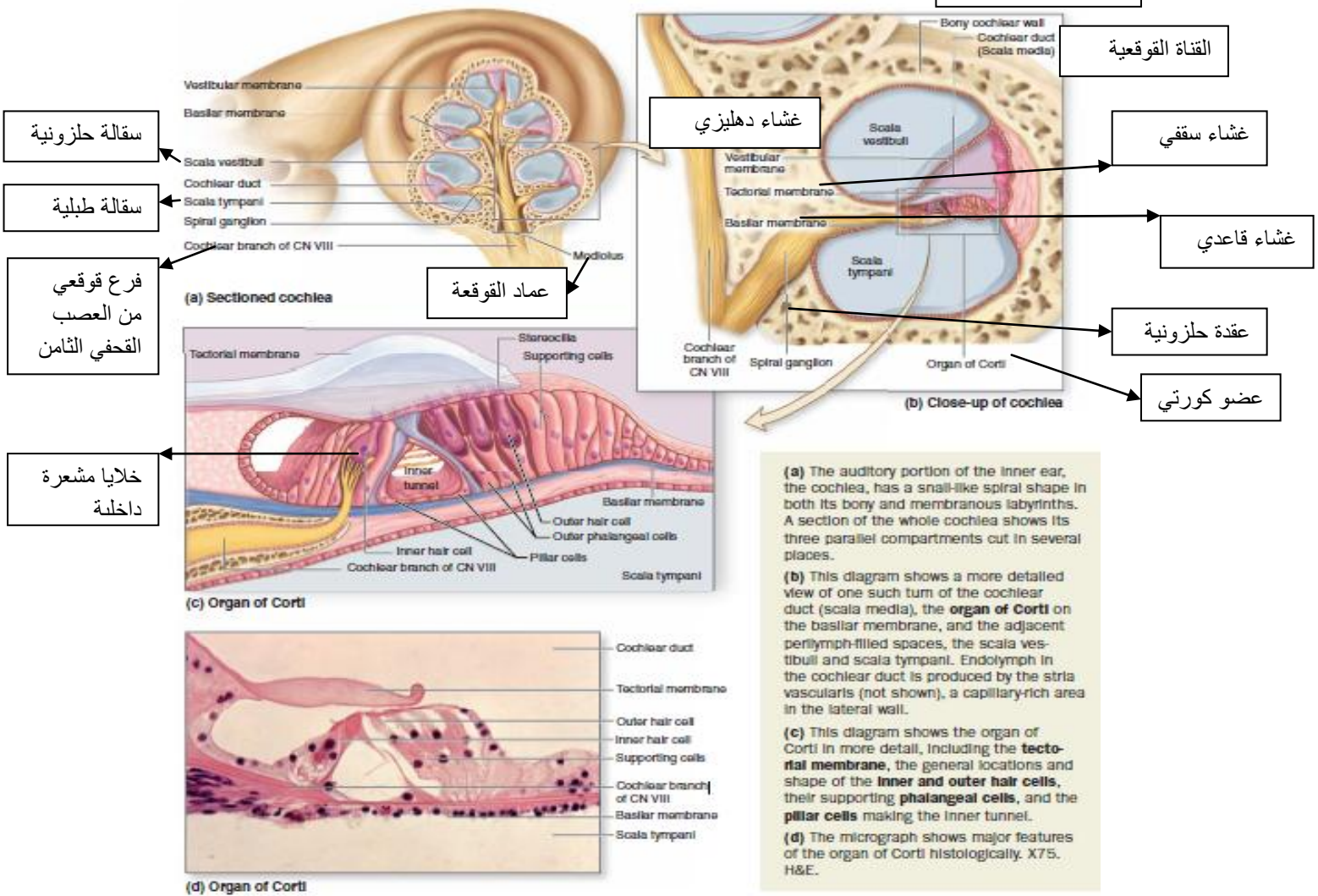
- تستجيب الخلايا المشعرة في اللطحات و الكيبسات والقربيات التسارع الخطي والجاذبية وميلان الرأس نظراً لكون غبار التوازن أثقل من اللف الداخلي، تنحرف حزم الأهداب الساكنة بالجاذبية في حالة عدم تحرك الرأس وعند ميلان الرأس.
- تنتقل الدفعات العصبية من جميع مناطق التيه الدهليزي على طول العصب القحفي الثامن إلى النوى الدهليزية في الجهاز العصبي المركزي حيث يتم ترجمتها مع الدفعات من المستقبلات الالية للجهاز العضلي الهيكلي لتأمين قاعدة للشعور بالحركة والتكيف في الفراغ والاتزان والتوازن.

- يسبب دوران الجسم دواراً نتيجة فرط تنبيه الأعراف الأمبولية في الأذنية الهلالية.
- يؤدي فرط تنبيه لطخات القرية الناجم عن تغيرات متعاقبة في التسارع الخطي وتغيرات اتجاهية إلى داء الحركة (داء السفر أو دوار البحر).

الته القوقي

القوقعة: تحتوي على العضو الحلزوني أو عضو كورتي الذي يحتوي مستقبلات صوتية خاصة على شكل خلايا مشعرة لتستجيب لترددات الصوت المختلفة، يتألف هذا العضو من غشاء قاعدي، خلايا مشعرة خارجية (3-5 طبقات)، خلايا مشعرة داخلية inner hair cells (صف واحد)، توجد أهداب ساكنة، لا يوجد هذب متحرك. تتغمس قمم الأهداب الساكنة في الغشاء السقي يتألف هذا الغشاء من ألياف كولاجينية مع بروتيوغليكانات وبروتينات أخرى، يوجد أيضاً ضمن عضو كورتي خلايا عمادية pillars cells و سلامة .phalangeal cells

جدار العظم القوقي



• تتحسس الأهداب الساكنة في الخلايا المشعرة القوقعية حركات عضو كورتي. تقوم الثريبية بجمع موجات الصوت من الأذن الخارجية مسببة اهتزاز غشاء

الطبلة والذي بدوره يُحرك الكيبسات في الأذن الوسطى. يسمح كبر غشاء الطبلة مقارنة مع غشاء النافذة البيضوية وكذلك الخواص الآلية لسلسلة عظيمات السمع المتصلة مع هذين الغشائين بانتقال أعظمي للطاقة بين الهواء واللف الخارجي من موجات الصوت إلى اهتزازات في الأنسجة والغرف المملوءة بالسوائل.

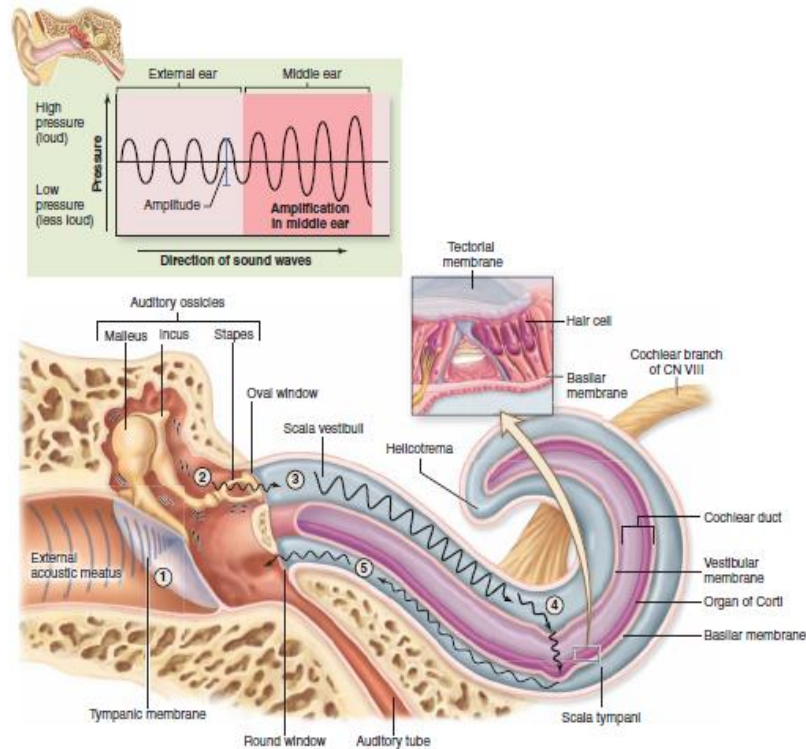
1- تدخل الأمواج الصوتية إلى الأذن وتسبب اهتزاز غشاء الطبلة.

2- يحرك اهتزاز غشاء الطبلة عظيمات الأذن، تتضخم الأمواج الصوتية.

3- يولد الركاب ضغط الأمواج في اللف المحيطي في القوقعة.

4- يسبب ضغط الأمواج تحرك الغشاء الدهليزي، تشكل ضغط الأمواج في اللف الداخلي في القناة القوقعية وانتقاله إلى منطقة خاصة من الغشاء القاعدي، يتغير شكل الخلايا المشعرة في عضو كورتي.

5- تنتقل آثار ضغط الأمواج إلى السقالة الطبليّة وتخرج من الأذن الداخلية عبر النافذة الدائرية.



① Sound waves enter ear and cause the tympanic membrane to vibrate.

② Tympanic membrane vibration moves auditory ossicles; sound waves are amplified.

③ The stapes at the oval window generates pressure waves in the perilymph within the scala vestibuli.

④ Pressure waves cause the vestibular membrane to move, resulting in pressure wave formation in the endolymph within the cochlear duct and displacement of a specific region of the basilar membrane. Hair cells in the organ of Corti are distorted, initiating a nerve signal in the cochlear branch of CN VIII.

⑤ Remaining pressure waves are transferred to the scala tympani and exit the inner ear via the round window.

- توجد المستقبلات الحقيقية لحاسة السمع في الخلايا المشعرة الداخلية الأغزر تعصيباً في قوقعة كورتي. يؤدي زوال الاستقطاب في الخلايا المشعرة الخارجية بشكل سريع إلى قصر الخلايا الاسطوانية نتيجة توسط بروتين داخلي عابر للغشاء (بريستين) يكثر في الأغشية الجانبية للخلية حيث يتغير شكله عند زوال الاستقطاب ويتأثر الهيكل الخلوي، بينما يؤدي فرط الاستقطاب إلى زيادة طول الخلايا. تسبب الحركات شبه المكبسية للخلايا المشعرة الخارجية اهتزازات في الغشاء السقي مقابل الاهداب الساكنة للخلايا المشعرة الداخلية المجاورة مما يؤدي إلى تضخيم الإشارات في هذه الخلايا ومن ثم تنتقل إلى الجهاز العصبي المركزي لتحليلها كأصوات.

- تسبب الأصوات ذات الترددات العالية تحرك أعظمي لعضو كورتي القريب جداً من النافذة البيضوية بينما تسبب الأصوات ذات الترددات المنخفضة موجات ضغط متحرك بعيداً على طول السقالة الدهليزية مسببة انزياح عضو كورتي في نقطة بعيدة في النافذة البيضوية. بينما الترددات المتوسطة تؤدي إلى تغيير عضو كورتي بين النهايتين.

تسبب الأصوات ذات الترددات المنخفضة جداً التي يمكن التقاطها تحرك الغشاء القاعدي في القمة أو في ثقب القوقعة.

