المحاضرة الحادية عشر:

ثانيا- النظام السمعي:

النظام السمعي يقوم بدراسة الجهاز السمعي والعملية السمعية فهو يختص بدراسة الذبذبات الصوتية وتموجات الصوت لحظة استقبالها في أذن السامع وكيفية هذا الاستقبال وتحوله إلى رسائل مرمزة عبر الأعصاب إلى الدماغ وحل هذه الرموز في الدماغ وإدراكها كأصوات.

كما يعتبر الجهاز السمعي جهاز معقد وذو حساسية عالية وتناغم ذبذبي حاد ومدى ديناميكي عريض، فالسمع آلة حساسة بقدر كافي تستقبل إشارة صوتية من موجات ضغط منخفظ وهو جهاز منظم بدقة بشكل يمكنه من تحليل أو تمييز الذبذبات بحدة عالية فهو قادر على التعامل مع إشارة صوتية متباينة في شدتها بشكل فائق.

1- البنية التشريحية للأذن :

1.1- الأذن الخارجية: وتتكون من

1.1.1- **الصوان:** الجزء الخارجي الظاهر من الأذن وهو غضروف مغطى بالجلد ينقسم إلى حلزونية الصوان الخارجية وصحن الأذن، يعمل على حماية القناة السمعية وتجميع الموجات الصوتية نحوها.

2.1.1- القناة السمعية الخارجية: طولها حوالي 2.5 سم وتمتد من صحن الأذن حتى الغشاء الطبلي الذي يفصل الأذن الخارجية عن الوسطى وتحتوي **الغدد العرقية** لتهوية الأذن، **الغدد الصمغية** المفرزة للصمغ (الشمع) الذي يحافظ على رطوبة القناة السمعية ويمنع دخول الأجسام الغريبة.

3.1.1.- الطبلة: غشاء رقيق يفصل الأذن الوسطى عن الأذن الخارجية وتتكون من ثلاث طبقات.

2.1- **الأذن الوسطى:** تشغل التجويف الموجود بين الطبلة والأذن الداخلية، يتراوح حجمها ما بين (1-2سم^3) وطولها 15 ملم وتغطى بغشاء مخاطي، يوجد بها العظيمات السمعية (المطرقة ، السندان، الركاب) التي تعمل على تكبير موجات الصوت، تمتد منها قناة إستاكيوس كامتداد للجمجمة نحو البلعوم وظيفتها مساواة الضغط على جانبي الطبلة.

3.1- الأذن الداخلية: تتكون من:

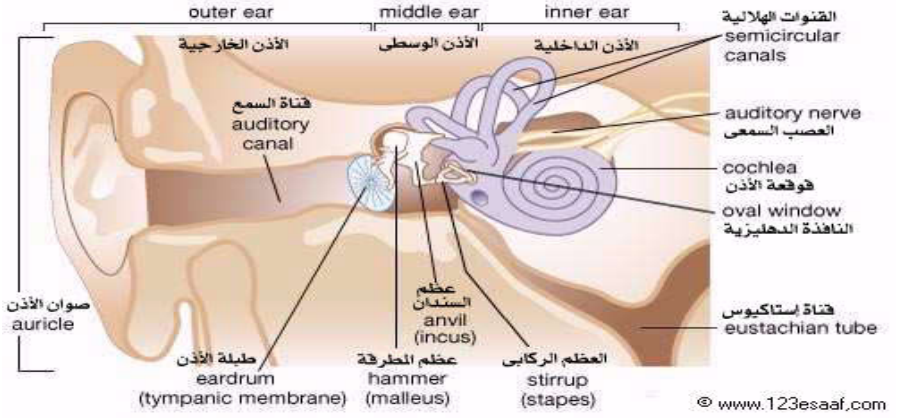
1.3.1- الدهليز: تيه عظمي صغير طوله حوالي 5 ملم و يمثل الجزء الأوسط من الأذن الداخلية يربط بين القنوات الشبه الدائرية والقوقعة ويوجد بداخله كيسان (القُريبة/الحويصلة والكيس /الكُييس) مبطنان بخلايا حسية شعرية خاصة متصلة بالألياف العصبية . ويلعب دورا في المحافظة على عضلات الصوت وموقعها و توازن الجسم والرأس

2.3.1- القنوات الهلالية: تعتبر جزء لا سمعي فهي ترتبط بالتوازن، تقع خلف الدهليز وتتكون من ثلاث قنوات (الجانبية، عليا، خلفية) وتشكل كل قناة ثلثي دائرة، مملؤة بسائل، ويتسع كل أنبوب عند نهايته مكونا كيسياً يسمى (الجراب) أو الأنبورة وهو يحتوي على خلايا شعرية تتصل بالألياف العصبية كما أن أنابيب الخلايا شبه الدائرية تتصل بالقُريبة التي تتصل بدورها بالكُييس عن طريق إحدى القنوات وهذه تسمى بأعضاء الدهليز أو أعضاء التيه.

3.3.1- **القوقعة:** عظيمة أنبوبية حلزونية الشكل ملتفة حول نفسها مرتين ونصف، وبداخلها ثلاثة أنابيب ملتفة حولها ومليئة بسائل مائي ويبدأ الأنبوب الأول من النافذة البيضية (القناة الدهليزية) والثاني يبدأ من النافذة المستديرة (القناة الطبلية) ويلتقي هذان الأنبوبان عند قمة الحلزون، أما الثالث (أنبوب القوقعة أو القناة القوقعية) فيقع بين الأنبوبين السابقين ويحتوي على الغشاء القاعدي الذي يوجد به أكثر من 15 ألف خلية شعرية المغطاة بغشاء آخر يسمى الغشاء السقفي. وهذه الخلايا تكون عضو **كورتي** وهو

عضو السمع ومن هنا تبدأ موجات الضغط من خلال الفتحة البيضاوية وتنتقل موجات الضغط ومن ثم يبدأ العضو الكورتي بوظيفته (مستقبل الصوت) .

يطلق على عصب الأذن الداخلية المسئول عن السمع والتوازن العصب الدهليزي القوقعي، و يتفرع إلى العصب القوقعي الذي تمتد أليافه إلى الخلايا الشعرية الموجودة في عضو كورتي، حيث ينقل حس السمع. والعصب الدهليزي وتمتد أليافه إلى الخلايا الشعرية في القُرَيْبَة والكُيَيْس وأنبورة القنوات شبه الدائرية، وينقل حس التوازن.

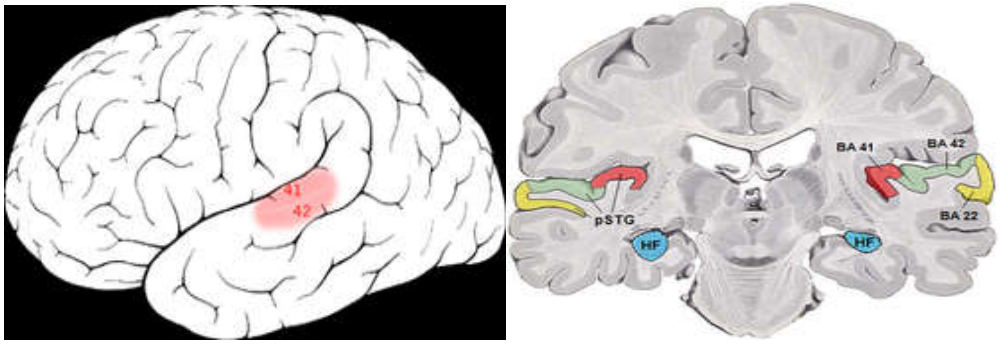


الشكل (01): يوضح البنية التشريحية للأذن.

2-المراكز السمعية في القشرة المخية:

توجد داخل شقين عميقين في كل فص من الفصين الصدغيين، وهي تلتقي مدخلاتها السمعية من الألياف العصبية التي تخرج من النواة الركبية الأنسية (الداخلية) وتتكون المراكز السمعية في كل فص صدغي من منطقتين رئيسيتين، ومناطق أخرى معاونة لهما، فالمنطقتان الرئيسيتان هما المنطقة رقم (41) والتي تسمى المنطقة السمعية الأولية، والمنطقة رقم (42) والتي تسمى المنطقة السمعية الثانوية، وأما المناطق المعاونة لهما فهي المنطقة رقم (22) التي تختص بإدراك الحديث. **(أنظر الشكل (02)**. والجدير بالذكر أن خلايا المراكز السمعية مرتبة ترتيبا نغمياً حسب الحساسية لترددات الأصوات مثل جميع خلايا العصب السمعي، ولذلك تقع الخلايا العصبية التي تستجيب لتردد معين متجاورة في مكان واحد بالمراكز السمعية، وهذا يعني أن كل خلية عصبية في المراكز

السمعية لا تستجيب إلا لتردد محدد من ترددات الصوت وهناك بعض الخلايا في المراكز السمعية لا تستجيب إلا للنغمات النقية فقط، وبعضها الآخر لا يستجيب إلا للنغمات المعقدة، وعلى أية حال فإن كل خلية في المراكز السمعية تتصل بخلية شعرية في الأذن الوسطى ولذلك لا تستجيب هذه الخلية العصبية التي توجد في المراكز السمعية إلا للتردد الصوتي الذي تستجيب له الخلية الشعرية التي تتصل بها .



الشكل(02): يوضح المراكز السمعية بقشرة المخ.

ونود أن نبين في هذا المقام أن معرفتنا الدقيقة بمناطق معالجة المعلومات السمعية في القشرة المخية ما زالت محدودة جدا مقارنة بمعرفتنا بمناطق معالجة المعلومات البصرية ولذلك يرى فريقاً من العلماء أن أغلب المعلومات السمعية يتم معالجتها في المسارات السمعية قبل أن تصل إلى المراكز السمعية بالقشرة المخية، ولكن فريق آخر من العلماء يرى أن هناك مناطق عديدة بالقشرة المخية تعالج المعلومات السمعية ولكننا ما زلنا نجهل هذه المناطق ودورها في معالجة هذه المعلومات لأن معرفتنا بالجهاز السمعي بصفة عامة ما زالت متأخرة جدا عن معرفتنا بالجهاز البصري.

3-آلية السمع:

يجمع الصوان الموجات الصوتية لتمر عبر القناة السمعية الخارجية حتى تصل إلى غشاء الطبلة لتضغط عليه مؤدية إلى اهتزازه ، وتنتقل هذه الاهتزازات عبر عظيمات

الأذن الوسطى، وتحرك قرص الصفيحة القدمية الركابية في النافذة البيضوية بضغط يبلغ 20 ضعفا منه على الطبلة، وبعدها تنتقل الاهتزازات إلى اللمف المحيطي Perilymph في القناة الدهليزية، وتنتقل الأمواج الصوتية عند نهاية القناة الدهليزية إلى الوراء خلال القناة الطبلية التي تنتهي بغشاء النافذة الدائرية.

وبعد ذلك تنتقل حركة اللمف المحيطي في كل من القناتين الدهليزية والطبلية إلى الغشاء القاعدي في القناة القوقعية الوسطى حيث عضو كورتي وما به من خلايا مهدبة مستقبلة، ويؤدي اهتزاز هذا الغشاء إلى إثارة هذه الخلايا بسبب احتكاك أهدابها مع الغشاء الساتر، مما يؤدي إلى توليد جهد استقبالي فيها، وهذا يؤدي بدوره إلى توليد سيالة عصبية في العصبونات السمعية المتصلة بتلك الخلايا، وتنتقل هذه السيالة العصبية بوساطة العصب السمعي إلى الدماغ.

1-**سير النظام السمعي:** يبدأ خط سير السمع من كلا الأذنين ليصل إلى الفصوص الصدغية وعلى الأخص نتوء هشل Heschl Gyrus والذي يقع في الجزء الأوسط العلوي من الفص الصدغي بالقرب من شق سيلفيوس، ومن الأذن الداخلية تكوّن الأصوات أنماطا خاصة من الاهتزازات التي تعكس حالة الصوت المسموع وتتحول بدورها إلى نبضات عصبية أو كهروكيميائية بالعصب السمعي.

هذا العصب يدخل ساق المخ عند مستوى النخاع المستطيل ثم ينقسم صاعدا إلى نتوء هشل في كل فص صدغي في القشرة المخية يمينا ويسارا. وعلى الرغم من أن كل أذن تكون متصلة بكلا الفصين الصدغيين إلا أن الألياف تكون أكثر توظيفا لنقل المعلومات السمعية من الجانب المخصص للفص المضاد للأذن المستقبلة.

ولأن نصف المخ الأيسر يكون دائما مسيطرا لاكتساب اللغة، فإن الأذن اليمنى عند غالبية الأفراد تكون أكثر حساسية بدرجة طفيفة للمعلومات اللفظية (كالألحان والأصوات الاجتماعية).

وإصابة أحد الفصوص بالقشرة المخية لا يحدث بالضرورة صمم وذلك بسبب الاتصال ثنائي الجانب للعصب السمعي (فرع يذهب لمنطقة السمع اليمنى والآخر لليسرى)، ولكن قد يؤدي إلى عدم اكتمال مستوى الاستماع لبعض الأصوات النطقية أو غير اللغوية.https://www.youtube.com/watch?v=D22FLITCLDI

ويظهر مقياس السمع عادة أن الشخص طبيعي إذ أنه يسمع النغمات الفردية، ولكن بسبب عدم تحقيق التكامل الوظيفي للفصوص الصدغية اليسرى مع اليمنى فإنه لا يستطيع أن يعطى معنى محدد لما يسمعه.

وتلك الحالة السابقة تقدم النمط الأساسي لأعراض أفازيا فيرنيك، وتعرف بالأفازيا الاستقبالية وتحدث عادة كنتيجة لإصابة الفص الصدغي الأيسر.

5 -إدراك الصوت:

تختلف الأصوات في النغمة التي تعتمد على التردد (التواتر)، حيث اهتزازات التردد المنخفض تؤدي للإحساس بنغمة منخفضة، بينما تنتج اهتزازات التردد العالي الإحساس بنغمة عالية، حيث السيالات العصبية الناتجة عن ترددات الأصوات حتى 400 دورة في الدقيقة لها نفس الأصوات المسببة لها، وعند ترددات الأصوات أقل من 60 دورة في الدقيقة، يهتز الغشاء القاعدي الداخلي، وجهد الفعل عند عصب القوقعة التي تعكس نغمة الصوت، وهذه هي التي تعطي معلومات للدماغ عن النغمة.

والترددات أكثر من 60 دورة في الدقيقة تنتج في الغشاء القاعدي اهتزازات غير متساوية على طوله، فتعطي أصواتا لتردد صدى موجات في سائل القوقعة، وهذا يسبب اهتزاز قطاع معين من الغشاء القاعدي، وتثير الاهتزازات مجموعة معينة من الخلايا الشعرية في هذا القطاع، ويحس الدماغ بنغمة الصوت، وذلك بأخذ ملاحظة من خلايا شعرية خاصة تثار، وبذلك يميز الدماغ نغمات معينة بوساطة تردد السيالات العصبية التي تصله، وكذلك بوساطة الألياف العصبية التي تحمل السيالات العصبية، تحس أذن الإنسان بالأمواج الصوتية ذات الترددات ما بين(20–20000) ذبذبة في الثانية، لكنها أكثر حساسية للأصوات ذات الترددات ما بين (1000–4000) ذبذبة في الثانية.

ويمكن أن يحدث الصمم بسبب إصابة في جزء من أجزاء الأذن الثلاثة، الخارجية، أو الوسطى، أو الداخلية أو بسبب سوء عمل إحداهن، فقد تسد الأذن الخارجية بالشمع الذي تفرزه الغدد في جدارها، وقد تلتحم عظيمات الأذن الوسطى بعد إصابة ما، ونادرا بسبب التهاب الأذن الداخلية أو العصب السمعي أو بسبب الحرارة التي قد تصاحب بعض الأمراض، وعندما تتعرض الأذن لصوت شديد، يتضرر عضو كورتي.

6–الأذن والتوازن:

بالإضافة إلى وظيفة السمع يتدخل عضو الأذن في الحفاظ على توازن الجسم، وهذا بفضل القنوات النصف هلالية الموجودة في الأذن و السائل اللمفي بها المسؤول على التنبيه وإرسال إشارات عصبية عندما يبدأ الرأس بالحركة أو الدوران في أي جهة، وفي أي مستوى.

ويعتقد أن الأقنية الثلاث مرتبطة تمثل أبعاد الفراغ الثلاثة أي من الأمام إلى الخلف ومن اليمين إلى الشمال ومن الأعلى إلى الأسفل، أما الكيس أو القريبة لها تدخل في توازن مختلف الأعضاء، فالإحساس بأي تغيير في سرعة دوران الجسم ينتج عنه استجابة العضلات الإرادية التي تسعى إلى المحافظة على توازن أثناء الحركة والدوران

...ثم استجابة الجهاز العصبي الذاتي (المستقل)، حيث عادة ما يؤدي تنبيه القنوات الهلالية في الأسنان إلى الغثيان أو التقيؤ، كما يمكن أن ينخفض ضغط الدم قليلاً وتبطئ سرعة ضربات القلب والتنفس.