المحاضرة الخامسة:

علم الأصوات السمعي أو "الفونيتيكا السمعية"

La phonétique auditive/ AudiTory Phonetics

تمهيد:

علم الأصوات السمعي يعنى بدراسة الجهاز السمعي، والعملية السمعية، إي أنه يختص بدراسة الذبذبات الصوتية، وتموجات الصوت لحظة استقبالها في أذن المتلقي أو السامع، وكيفية هذا الاستقبال، وتحوله إلى رسائل مرمّزة عبر الأعصاب إلى الدماغ... ثم في حل هذه الرموز في الدماغ: وقد مكن هذا العلم الدارسين من إصلاح بعض عيوب السمع النفسية والفيزيولوجية... لأنه أصبح مجالا لتخصص بعض الأطباء فيه.

وهذا يعني أن مجال علم الأصوات السمعي يهتم بحقلين: أحدهما فيزيولوجي أو عضوي، وثانيهما نفسي. أما الجانب العضوي فوظيفته:

أ- دراسة الذبذبات التي تستقبلها أذن المتلقي أو السامع(Le récepteur).

ب- ميكانيكية الجهاز السمعي.

ج- وظائف الجهاز السمعي لحظة استقبال الذبذبات الصوتية وتموجاتها.

وأما الجانب النفسي من "الفونيتيكا السمعية" فيدرس:

أ- تأثير الذبذبات الصوتية ووقعها على أعضاء السمع.

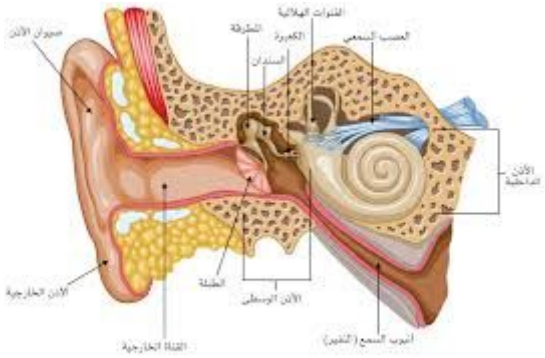
ب- إدراك السامع للأصوات، وكيفية هذا الإدراك، وهذه المرحلة -في الحقيقة- نفسية خالصة، ومجالها الطبيعي هو علم النفس(Psychologie).

جهاز الاستقبال: الأذن وتلقي الأصوات:

يعرف دارسو علم الأصوات اللغوية أن إنتاج الأصوات اللغوية واستقبالها ظاهرتان متساويتا الأهمية في اللغة، لأن شرط وجود لغة يتوقف على وجود متحادثين على الأقل، وأن ينطق الكلام مقصودا به أن يسمع، مما يعني أن الإنسان يحصل نظامه ويثبته عن طريق الأذن.

والأذن هي أداة السمع، أو جهاز الالتقاط الذي يتلقى الإشارة الصوتية ويحولها إلى حركة تدب عبر الأعصاب، وتنتقل إلى الجهاز العصبي المركزي.

وتتكون الأذن من ثلاثة أجزاء أساسية وهي: الأذن الخارجية، والأذن الوسطى، والأذن الداخلية. كما هو واضح في الرسم الآتي:



أقسام الأذن:

أولا: الأذن الخارجية: L'oreille externe:

تتكون الأذن الخارجية من قسمين رئيسين، وهما: صوان الأذن والصماخ.

1- **صوان الأذن:** وهو الجزء الغضروفي الخارجي الثابت عند الإنسان، ويشبه "القمع"، ويلتصق بوجه الإنسان من كلا جانبية، وهو مغطى بطبقة من الجلد الرقيق، وتوجد في أسفله "حلمة الأذن".

ويقوم صوان الأذن بدور التقاط الصوت، وتوجيه المجرى الصوتي إلى الممر السمعي، وهذه وظيفة جد مهمة، تشبه وظيفة "الرّدار" ووظيفة محطات استقبال الصوت.

2- **الصماخ:** ويسمى أيضا "الممر السمعي" أو "قناة الأذن"، وهو الجزء الممتد من "الصوان الخارجي" إلى "طبلة الأذن"، ويبلغ طوله: 25 مليمترا، وقطره: من 06 إلى 08 مليمترات. وتنبت في هذا الممر بعض الشعيرات، كما تفرز الغدد الموجودة في جداره مادة شمعية تحمي باطن القناة. وهذا الممر المليء بالهواء، وبما فيه من شمع، ذا فائدة مزدوجة:

أ- يمنع من ناحية الشوائب والمؤثرات من أن تصل إلى الأذن الوسطى مباشرة.

ب- ويؤثر من ناحية أخرى بتجويفه في كمية الصوت، لأن وظيفة هذا الممر هي حمل الموجة الصوتية، وتوصيلها إلى طبلة الأذن الوسطى... مما يعني أنه يقوم بوظيفة "غرفة الرنين" أو "المرنان الصوتي"،فتضخم ذبذبات الصوت –التي تتراوح ما بين: 2000و 5000هرتز- إلى الضعف تقريبا وقد تصل إلى أربعة أضعاف، لأن طبيعة الموجة الصوتية تكون انتشارية، أي أنها لا تدخل كلها إلى الأذن، بل تنتشر في الجو، ولا ينتهي منها إلى استيعاب الأذن سوى نسبة ضئيلة جدا، تتولى أجزاء الأذن تضخيمها، وتهيئتها للإدراك. وقد أكدت البحوث الفيزيائية أن الكمية المستوعبة من الصوت قد لا تزيد على واحد في المائة من الموجة المسموعة. أما باقي الصوت فيرتد إلى الخارج.

ثانيا الأذن الوسطى: وهي عبارة عن تجويف صغير، يحتوي على ثلاث عظيمات، وهي: المطرقة والسندان والركاب، وتقوم بوظيفتين، وهما:

أ- مضاعفة الصوت الذي تتلقفه الأذن الخارجية وتوصله إلى الأذن الداخلية، فدورها هنا هو أنها تشكل حلقة وصل ميكانيكية بين غشاء الطبلة والأذن الداخلية.

ب- حماية الأذن الداخلية من تأثير الأصوات المرتفعة جدا.

وتتألف الأذن الوسطى من:

1- **طبلة الأذن:** وتبدأ حيث ينتهي صماخ الأذن الخارجية. والطبلة عبارة عن غشاء رقيق، شفاف دائري ومرن، ووظيفتها استقبال الذبذبات الصوتية... مما يؤدي إلى تذبذبها بدورها بما يتراوح بين/16/ إلى /16000/هرتز. ويكون تذبذبها بواسطة عظمة المطرقة التي تتحرك.

2- **العظيمات الثلاث الصغيرة:** وهي بالتتابع من الخارج إلى الداخل: المطرقة، السندان، الركاب.

عظيمات الأذن الوسطى الثلاث

من خلال الرسم التوضيحي يمكننا ملاحظة ما يلي:

- أن يد المطرقة متصلة بغشاء الطبلة اتصالا مباشرا، وتغطي أكثر من نصفه، وأن رأسها متصل بالسندان من أعلاه.
- وأن طرف السندان السفلي متصل بالركاب من أمام. وأن الركاب متصل عند قاعدته بكوة بيضوية في جدار القوقعة... مما يعني أن الركاب متصل بالأذن الداخلية.

أما ميكانيكية عمل هذه العظيمات الثلاث فتبدأ عندما يصل صوت ما إلى الأذن، فيتذبذب غشاء الطبلة، فتتحرك يد المطرقة، فتدق دقات خفيفة على السندان، فيطرق السندان على الركاب، فيؤدي الركاب هذه الرسالة الصوتية ذات الطبيعة الحركية إلى الكوة البيضوية التي يملئوها بقاعدته. وجدير بالملاحظة أن:

- مساحة غشاء الطبلة ثمانية أضعاف الكوة البيضوية، وقد تصل إلى خمس وعشرين ضعفا أو أكثر.
- عظيمة المطرقة أكبر من عظيمة السندان.
- عظيمة السندان أكبر من عظيمة الركاب.

يؤدي النسق السابق، المتدرج من الأكبر إلى الأصغر، إلى تكبير الصوت وتضخيمه بنسب قد تصل إلى:/22.8/ ضعفا، وقد تصل إلى /30/ ضعفا أو أكثر.

3- عضلتا المطرقة والسندان:

لاحظ العلماء أن لكل من المطرقة والسندان عضلة، تتصل بالعظم، وتحميه من الأصوات القوية، لأن هاتين العضلتين تتمتعان بطبيعة انكماشية، فهما تتقلصان عندما تكون الموجة الصوتية شديدة، فتحولا بذلك بين الموجة الصوتية القوية وبين وصولها إلى الأذن الداخلية عبر الكوة البيضوية، لأن لهاتين العضلتين تناغما "لا إراديا" ويتناسب مع قوة الصوت الملتقط أو ضعفه. لأن إحدى هاتين العضلتين تتصل بغشاء الطبلة وتقوم بسحبه إلى الداخل، بينما تتصل العضلة الأخرى بالعظم الركابي فتشده عند الكوة البيضوية، مما يودي إلى الحد من وظيفة الأذن الوسطى في لعب دور المرنان من جهة، وفي لعب وظيفة ناقل الصوت من جهة ثانية، فتحميا بذبك الأذن من الأصوات المرتفعة جدا والتي قد تؤدي إلى الصمم.

ولا تقتصر الأذن الوسطى على هذه الميكانيكية للتخفيف من قوة الصوت المزعج، بل قد تلجأ في الوقت نفسه إلى ميكانيكية أخرى تتلخص بتغير محور دوران العظم الركابي، مما يؤدي إلى التقليل كثيرا من ضغط الهواء المندفع إلى الأذن الداخلية، وهذا يؤدي إلى حماية حساسية الأذن داخليا.

يمكن ملاحظة أن وضعية العظم الركابي ومحوره في الأحوال العادية، يختلف عن وضعية هذا العظم ومحوره عند الإثارة الصوتية القوية جدا.كل ذلك ناتج عن تقلص عضلتي المطرقة والسندان، الذي يؤدي إلى تحريك العظم الركابي وتغيير نمط الذبذبات.

ملاحظة:

العملي التشريحية للأذن الوسطى تكشف عن وجود قناة سمعية على شكل بوق، وهذه القناة تعتبر ممرا من الأذن الوسطى إلى الحلق، وهو عبارة عن فراغ موجود خلف الأذن والأنف والحنجرة، ويصل الأذن الوسطى بالهواء الخارجي. ومهمته: تحقيق التوازن في الضغط الهوائي في جانبي طبلة الأذن، أي أنه يؤمن تعادل الضغط على جانبي الغشاء بين الهواء الداخل إلى الأذن من جهة الصوان والهواء المتسرب إليها من الفم والأنف، لتستمر الطبلة في أداء مهمتها أداء طبيعيا. وتسمى هذه القناة بالقناة السمعية أو "بوق أوستاش" Trompe d'Eustache.

ثالثا: الأذن الداخلية: وتحتوي على أعضاء السمع الحقيقية الثلاث، وهي: القنوات الهلالية، القوقعة، والعصب السمعي. وتقع الأذن الداخلية في عظام الجمجمة، وهي عبارة عن فجوات صغيرة حساسة.

1- **القنوات الهلالية الثلاث:** هذه القنوات الثلاث تمتلئ بـ: "السائل التيهي" الذي تنغمس فيه ألياف أعصاب السمع المنتشرة، وتتحول الموجات الصوتية أو الذبذبات الصوتية في هذا السائل إلى موجات كهربائية عصبية، تنقلها أعضاء الأذن الداخلية إلى المراكز السمعية في القسم الأيسر من الدماغ حيث يجري فك رموزها.

2- **القوقعة:** تقع الكوة البيضوية المتصلة بالركاب في جزء القوقعة العريض، ويمتلئ داخل القوقعة بسائل لزج يدعى"لمفاتية الأذن" ينقل الرسائل السمعية، وهو مليء بالشعيرات والخلايا السمعية التي يبلغ عددها/140000/ في المليمتر الواحد. علما أن مساحة هذه القوقعة الداخلية –حسب بعض المصادر- هي/22.5/ مليمترا مربعا، أي أن عدد الشعرات فيها هو:

22.5 140000=3150000 شعيرة أو خلية.

وتتوزع هذه الشعيرات أو الخلايا ما بين سمعية تختص باستيعاب التردد، وعصبية تستوعب قوة الصوت واتساع الذبذبة.

وتتحرك ملايين الشعيرات أو الخلايا عندما تتحرك قاعدة الركاب إلى الداخل والخارج، بتأثير الذبذبات القادمة، مما يؤدي إلى تحريك السائل الموجود في القوقعة، والذي يحقق توازنا في الضغط حول الخلايا السمعية. وتتحرك هذه الملايين من الشعيرات حركة ميكانيكية، حيث تتحول الذبذبات إلى ومضات كهربائية عصبية ثم تتجمع في شحنات كهربائية ينقلها العصب السمعي إلى الجهاز العصبي المركزي في المخ، فتتم عملية تفسير الذبذبات وتجهيز الرد المناسب عليها.

رسم تخطيطي للأذن الداخلية