مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية
المجلد41 العدد(2) – 2025: 26-48

Damascus University Journal for engineering science
Vo 41 number (2) -2025: 26-48

دراسة بارامترات تخطيط جذع الدماغ السمعي الكهربائي عند الأطفال بعد إجراء زراعة الحلزون

علاء يوسف داؤود*[1]

*[1]. مهندس حاصل على إجازة وماجستير في الهندسة الطبية – جامعة دمشق.
alaadaood@Damascusuniversity.edu.sy

الملخص:

تعتبر زراعة الحلزون CI (Cochlear Implant) من العمليات الجراحية الدقيقة والتي تتطلب خبرة كبيرة في جراحة الأذن المجهرية بالإضافة إلى تكلفتها الباهظة لذلك كان من المهم جداً اختبار إلكترودات الحلزون المزروع بعد الزرع، وخلال حياة الطفل بشكل دوري خلال فترات زمنية محددة بحسب نتائج التقييم السمعي للطفل، للتأكد من عمل الإلكترودات كل على حدة وذلك من خلال دراسة بارامترات تخطيط جذع الدماغ السمعي الكهربائي الناتج. من هنا جاءت فكرة البحث وأهميته بتطبيق وتجريب اختبار تخطيط جذع الدماغ الكهربائي eABR (Electric Auditory Brainstem Response) الذي يعتبر الاختبار المعتمد عالمياً لإجراء فحص إلكترودات الحلزون المزروع كلاً على حدة.

المواد والطرائق: تم تطبيق اختبار eABR على خمسة عشر طفل تم زراعة الحلزون لهم في المنظمة السورية للأشخاص ذوي الإعاقة – آمال في سورية، تتراوح أعمارهم بين (4–9) سنوات والعمر السمعي Hearing Age بين (2–6) سنوات، وذلك بعد تجهيز مختبر الدراسة بالأجهزة اللازمة للاختبار ووضع البروتوكول الخاص بإجراء تطبيق اختبار تخطيط جذع الدماغ السمعي الكهربائي eABR.

النتائج: أظهرت النتائج كفاءة الاختبار في فحص إلكترودات الحلزون المزروع لدى الأطفال والتأكد من أداء عملها، ومقارنة النتائج مع حالة المريض السمعية (تخطيط السمع – تمييز الكلام –النطق – التواصل الاجتماعي...) وحالة المريض الصحية (الاختلاطات في أثناء الجراحة أو بعدها –التشوهات الموجودة في الحلزون الطبيعي – التعرض لالتهابات حادة – رضوض..)، بالإضافة إلى النتيجة التي تتلخص بعدم تأثر أداء إلكترودات الحلزون المزروع بطول مدة بقاء الزرعة خلال حياة الطفل، لم تظهر النتائج علاقة واضحة بين سعة الموجة الخامسة V ومعدل تمييز الكلام WRS (Word Recognition Score) وهناك علاقة بين غياب الموجة الخامسة V ومعدل تمييز الكلام، وتم التوصل ألى علاقة طردية بين شدة تيار التنبيه المطبقة على الحلزون المزروع وبين مطال واتساع الموجة الخامسة من مخطط eABR الناتج.

تم إجراء تحليل إحصائي للعينة المدروسة وتبين من خلاله أن هناك ارتباط بسيط بين العمر السمعي مع عتبة تمبيز الكلام SRT(Speech Recognition Thresholds)، إضافة إلى وجود ارتباط بين معدل العتبة السمعية PTA (Pure Tone audiometer Average) وبين عتبة تمييز الكلام SRT، ولم يظهر التحليل ارتباط واضح بين سعة الموجة V مع كل من PTA, SRT (قد تتطلب دراسة هذا الإرتباط حجم عينة أكبر).

الكلمات المفتاحية: زراعة الحلزون، التقييم السمعي، حاسة السمع، استجابة جذع الدماغ السمعي الكهربائي، استجابة جذع الدماغ.

تاريخ الايداع: 2022/12/6
تاريخ القبول: 2023/7/16

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب **CC BY-NC-SA**

http://journal.damascusuniversity.edu.sy/index.pHp/index/index
ISSN (online): 2789-6854

Study of Electric Auditory Brainstem Response Parameters in Children after Cochlear Implant

Alaa Yossef Daoud*[1]

*[1]. Eng, Bio Medical Engineer Department –Damascus University- Syria.
alaadaood@Damascusuniversity.edu.sy

Received:6/12/2022
Accepted: 16/7/2023

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a **CC BY- NC-SA**

Abstract:

The cochlear implantation (CI) surgery is delicate surgery, which needs high experience in microscopic ear surgery. in addition to exorbitant cost it requires artificial cochlear price and cost of surgery. Besides cochlear implantation stay escort to the child during his life periodically, during specific periods of time, to be determined according to the results of the audio logical evaluation, for this reason, the idea of research comes to apply and study electric auditory brainstem response eABR test which is the only internationally approved test to check cochlear implant electrodes performance one by one, this is done by studding the parameters of eABR.

Materials and Methods: we have been applied the eABR test to fifteen of Childs CI in Syrian organization for person with disabilities _ AMMAL in Syria, their ages are between (4-9) years old and hearing age between (2-6) years, after the study lab was equipped with necessary equipment for testing, and the protocol for the application of the eABR test was developed.

The results: efficiency of the eABR test in checking the cochlear implantation electrodes and making sure of their performance, and comparing the results with the patient's auditory condition (e.g. hearing . pronunciation of letters, communicate with the community...) and patient's health condition(complications during and after the surgery, cases of inner ear malformation, exposure to sever infections, bruised), the other result is the implanted cochlear electrodes were not affected by the length of the implant's survival during the child's life, results did not appear clear relation ship between the amplitude of wave V and the Word Recognition Score (WRS), there is a relationship between the absence of the wave V and Word Recognition Score, a positive relationship was reached between the applied stimulus intensity and amplitude of fifth wave in eABR graph, Statistical analysis was carried out for the studied sample, we found that there is a simple correlation between hearing age and Speech Recognition Thresholds(SRT),and there is correlation between PTA (Pure Tone audiometer Average) and SRT, the analysis did not show aclear correlation between the amplitude of wave V with both SRT and PTA (this association may reguirealarger sample size). the important practical results of research is the eABR test was applied for the first time in Syria and obtain accurate electrically stable auditory responses.

Keyword: CI (Cochlea Implant), Hearing Evaluation, Sense of Hearing, eABR (Electric Auditory Brainstem Response), ABR (Auditory Brainstem Response).

المقدمة:

إن حاسة السمع حاسة مهمة في الجهاز المعرفي البشري فهي تؤمن الاتصال اللغوي والثقافي مع المحيط الاجتماعي، وهي ترتبط بمراكز التفكير العليا بالمخ ارتباطا وثيقا. تبدأ حاسة السمع بالتكون عند الجنين في الأسبوع الرابع من الحمل، والجنين يسمع بدءاً من الأسبوع 16 في الحياة الرحمية بنفس الآلية الفيزيولوجية للسمع بعد الولادة [1].

رغم خطورة فقدان حاسة السمع أو نقصها إلا أن هناك حلاً يتمثَل: 1- تركيب معينات سمعية (Hearing Aids) في حال نقص السمع المتوسط أو الشديد. 2- زراعة حلزون (Cochlear Implant CI) في حال نقص السمع العميق (فقدان السمع).

إلا أنَ هناك صعوبات ومخاطر لعملية زراعة الحلزون:

- فهي عملية دقيقة جراحيا لا تخلو من بعض الصعوبات والاختلاطات الجراحية.
- تحتاج مهارة وخبرة عالية في جراحة الأذن المجهرية.
- فضلا عن الكلفة الباهظة المطلوبة التي تتضمن كلفة إجراء العملية الجراحية من جهة وثمن الحلزون المزروع من جهة أخرى.

من هنا جاءت أهمية البحث في دراسة بارامترات تخطيط جذع الدماغ السمعي الكهربائي للأطفال بعد إجراء زراعة الحلزون والتي يتم من خلالها التقييم السمعي للأطفال حيث يتم التأكد من أداء الحلزون المزروع ومراقبة عمله بعد عملية زراعة الحلزون (CI) وخلال مدة حياة المريض بفترات تحدد بحسب التقييم السمعي للمريض.

إنَ التقييم السمعي بعد زراعة الحلزون يجرى من خلال اختبار الساحة الحرة Free Field للأطفال، والذي يجرى خلال مراحل مختلفة من عمر الطفل عند القيام بالتأهيل السمعي الخاص بالحلزون. إلَا أنَ اختبار eABR له أهمية خاصة في دراسة مخطط جذع الدماغ الكهربائي حيث يتم تطبيق الاختبار على إلكترودات الحلزون المزروع كل على حدة، وبالتالي يجر التأكد من أداء عمل الحلزون المزروع في تحقيق التنبيه الكهربائي المطلوب ونقل الإشارة كهربائيا إلى العصب السمعي ومنه إلى جذع الدماغ ليتم تفسير الأصوات بالشكل المطلوب.

أولا- الدراسات المرجعية:

الدراسة الأولى:

قام بها نيكولاس جيفارا وآخرون في وحدة السمعيات في قسم الأذن والأنف والحنجرة مستشفى إدوار هيربوت في ليون- فرنسا عام (2016) بعنوان:

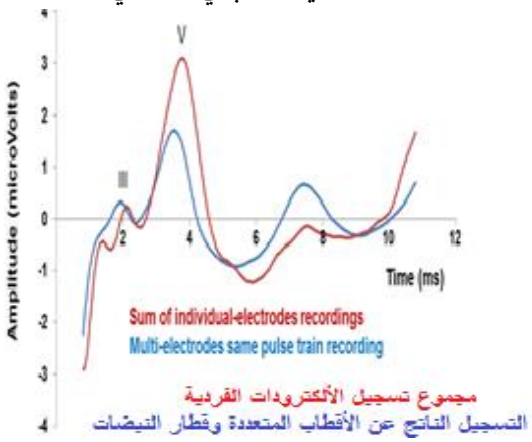
"تقييم الأداء التنبؤي للحلزون المزروع بناء على التنبيه الكهربائي للحلزون الذي يطبق من خلال اختبار eABR "A Cochlear Implant Performance Prognostic Test Based on Electrical Field Interactions Evaluated by eABR (Electrical Auditory Brainstem Responses)".

ناقشت الدراسة العلاقة بين أداء التعرف على الكلام ونسبة اتساع الموجة V من مخطط eABR، وجرى اعتماد طريقتين في اختبار eABR [2]:

1- اقتياسات eABR مع التحفيز الكهربائي بواسطة تنبيه قطب (الكترود). 2- قياسات eABR مع التحفيز الكهربائي بواسطة تنبيه الأقطاب الأربعة الممتدة على كامل الحلزون المزروع CI طبق اختبار eABRs على 16 مريض زرعة CI (Cochlear Implant)، الذين استخدموا الزرعة لمدة 10 أشهر قبل الدراسة، وتم تقييم أداء التعرف على الكلام دون قراءة الشفاه لكل مريض، وعثر على ارتباطات كبيرة بين أداء التعرف على الكلام ونسبة اتساع الموجة الخامسة V من eABRs التي جرى الحصول عليها من خلال القياسين.

يبين الشكل (1) مخططات eABR في حال الإلكترودات الأربعة المتعددة (المخطط الأزرق) والمفردة (المخطط الأحمر).

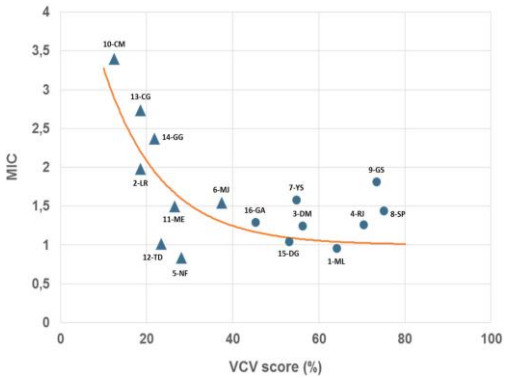
يمثلMIC (Monaural interaction component) مكون التفاعل الأحادي الكهربائي العصبي.



الشكل(1) مخططات eABR في حال الإلكترودات الأربعة المتعددة (المخطط الأزرق) والمفردة (المخطط الأحمر)[2]

يوضّح الشكل(2) العلاقة بين درجة التعرف على الكلام VCV(Vowel-perception- Vowel)- وبين قيمة MIC حيث يمثّل MIC(Monaural interaction component) مكون التفاعل الأحادي الكهربائي العصبي.

ويتضح من الشكل أن ثمانية من المرضى كان أداء التعرف وتمييز الأحرف لديهم أكثر من40% بينما الثمانية الآخرون كان أداء التعرف على الكلام لديهم أقل من 40%.



الشكل(2) نموذج تنبؤي لأداء التعرف على الكلام من خلال التفاعل الكهربائي المقاس بواسطة eABR [2].

سمحت الدراسة بتفسير التباين الكبير بين الأفراد في درجات التعرف وفهم الكلام عن طريق القياسات الكهربائية والعصبية المأخوذة بواسطة اختبار eABR [2].

الدراسة الثانية [3]:

قام بها فابيانا دانيلي وآخرون في العام 2022 بعنوان :

"النتائج السريرية لاختبارات جذع الدماغ الكهربائي قبل عملية زراعة الحلزون (الحلزون المزروع Evo)"

"Clinical Implications of Interoperative eABRs to the Evo-CI electrode array recipients".

تهدف هذه الدراسة إلى انجاز مخططات استجابة جذع الدماغ الكهربائية الناتجة عن تنبيه مصفوفة الإلكترودات للحلزون المزروع وذلك خلال عملية الزرع، وربط المخططات الناتجة مع المستويات السلوكية والأداء السمعي لمستخدمي الحلزون المزروع.

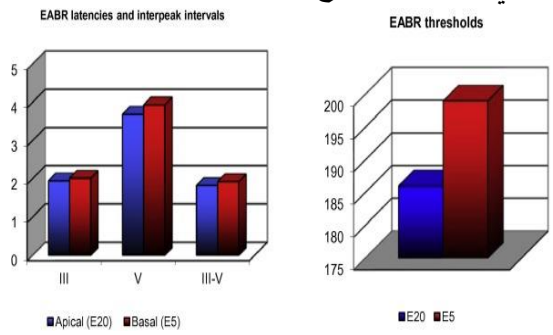
تم تضمين واحد وعشرين موضوعا (9 إناث و12 ذكورا) في الدراسة.

إنَ استجابة جذع الدماغ السمعي الكهربائي أثناء عملية الزرع سجلت من خلال تنبيه مصفوفة إلكترودات الحلزون المزروع لدى الأشخاص البالغين، سجلت بارامترات الموجتين الخامسة V والثالثة III (من مطال الموجة– زمن تأخر ظهور الموجة– شكل الموجة (القمم)– الفترات الزمنية بين ظهور الموجتين) وذلك عند تنبيه ثلاث إلكترودات مختلفة في التوضع: على الرأس (الموجب) والخشاء المقابل (مرجعي) والخد المماثل (الأرضي) بهدف الوصول إلى أصغر قيمة لممانعة الإلكترودات. تم مقارنة النتائج مع مقدار فهم والتعرف على الجمل وذلك بعد ستة أشهر من زراعة الحلزون بالإضافة إلى مقارنة عتبات استجابة جذع الدماغ المسجلة مع مستويات محددة سلوكيا لمستخدمي الحلزون المزروع عند تنشيط معالج الصوت.

http://journal.damascusuniversity.edu.sy/index.pHp/index/index
ISSN (online): 2789-6854

النتائج: عتبات استجابة جذع الدماغ الكهربائي مرتبطة وبشكل واضح مع كل من: السلوك – والمستويات السمعية والذي تم تسجيلهم بعد تطبيق

مستويات التنبيه الكهربائي المسموع على مستخدمي الحلزون المزروع في الدراسة، هناك علاقة مترابطة واضحة بين قمم الموجتين V-III والفترات الزمنية بين ظهورهم والمسجلة عند الإلكترود المزروع في قمة الحلزون ومقدار فهم وتمييز الجمل لمستخدمي الحلزون المزروع.



يبيّن الشكل (3) زمن ظهور واتساع الموجتين (V – III) بالنسبة للأطفال والبالغين وفق الدراسة [4].

الخلاصة: إن استجابة جذع الدماغ السمعي الكهربائي أثناء عملية زراعة الحلزون، يمكن أن يستخدم لتأسيس مستويات سمعية من أجل معايرة معالج الصوت الخاص بالحلزون المزروع، كما أنها تساعد الخبراء المختصين في التخطيط للمزيد من الإجراءات والتي تهدف إلى تحسين الأداء السمعي لمستخدمي الحلزون المزروع، وكانت الخلاصة تتمثل بأن اختبار تخطيط جذع الدماغ الكهربائي eABR يقدم معلومات سريرية موثوقة لمساعدة الفنيين والخبراء بإعادة التأهيل السمعي لمستخدمي الحلزون المزروع [3].

الدراسة الثالثة [4]:

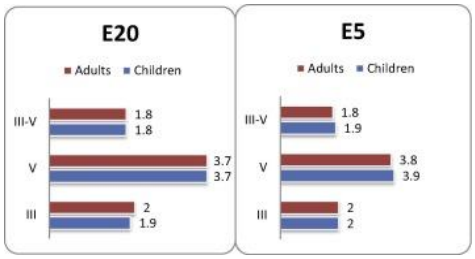
قام بها نثرين محمد سعيد عبد السلام – وحدة السمعيات قسم الأذن والأنف والحنجرة – كلية الطب – جامعة عين شمس – القاهرة – مصر، عام (2015) بعنوان:

"استجابة تخطيط جذع الدماغ الكهربائي eABR على أطفال الحلزون المزروع وتقييم أثر العمر عند الزرع والعمر السمعي" "Electric auditory brainstem response (E-ABR) in cochlear implant children: Effect of age at implantation and duration of implant use".

كانت المناقشة حول مدى تأثير العمر عند الزرع والعمر السمعي من خلال استجابة eABR على أطفال الزرعة [4].

طبق اختبار eABR على 24 حالة زراعة حلزون وسجلت المخططات باستخدام نوعين من الأقطاب (5 أقطاب – 20 قطباً) وبشدات مختلفة، قيست العتبة السمعية وزمن ظهور الموجتين الثالثة III والخامسة V لكل مخطط eABR.

بينت هذه الدراسة أن استجابة eABR للإلكترود الكهربائي 5 (الإلكترود القمي) أفضل بالنسبة للموقع القاعدي (الإلكترود 20) كما أن استجابات eABR للأطفال لا تختلف عنها عند البالغين، أما عمر زرع القوقعة فيرتبط مع زمن الكمون لموجات eABR والعتبات السمعية لها.



يبيّن الشكل (4) زمن ظهور واتساع الموجتين (V – III) عند كل من الإلكترودين (5– 20) لأطفال والبالغين وفق الدراسة [4]

وقد خلصت الدراسة إلى النتائج التالية:

– البارامترات الخاصة بمخطط جذع الدماغ الكهربائي eABR من زمن ظهور الموجاتV-III والعتبة السمعية تختلف بين مخططات eABR الناتجة باختلاف الأقطاب الكهربائية.

–لايوجد اختلافات في استجابات eABR بين الأطفال والكبار.

وكانت الخلاصة أن اختبار eABR هو الطريقة الفعالة لتقييم الوظائف السمعية بعد إجراء عملية زراعة الحلزون المزروع [4].

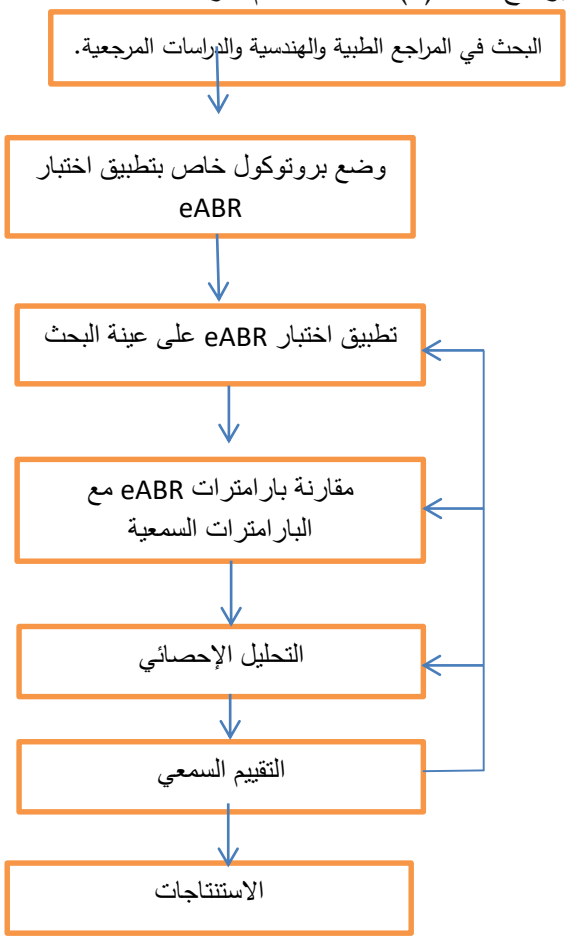
ثانيا– الهدف من البحث:

–الحصول على استجابات مستقرة ودقيقة استخلصت بشكل كهربائي من خلال اختبار (eABR) عند أطفال زراعة

الحلزون، –تقييم الوظائف السمعية لأطفال زراعة الحلزون من خلال دراسة بارامترات مخطط جذع الدماغ الكهربائي eABR والتي بدورها تعطينا صورة عن أداء كل من: الحلزون المزروع والعصب السمعي. –تسليط الضوء على أهمية اختبار eABR وأثره الفعّال في التقييم السمعي للأطفال بعد إجراء زراعة الحلزون المزروع وخلال مراحل مختلفة من العمر بعد الزرع.

ثالثاً– مواد وطرائق البحث:

يوضح الشكل(5) المخطط العام لمراحل البحث:



الشكل(5) المخطط العام للبحث

رابعاً– الجانب النظري من البحث:

سنتحدث في هذا القسم عن الحلزون المزروع ومكوناته ومبدأ عمله، وعن اختبار تخطيط جذع الدماغ السمعي الكهربائي.

1– الحلزون المزروع:

الحلزون المزروع هو عبارة عن جهاز إلكتروني يزرع جراحيا داخل الأذن الداخلية وتحديدا ضمن الحلزون يتخطى الأجزاء غير عاملة في الأذن الداخلية ويقوم بتحفيز مباشر للخلايا العصبية كهربائياً داخل الحلزون وتنتقل الإشارة بعدها عبر العصب السمعي إلى الدماغ.

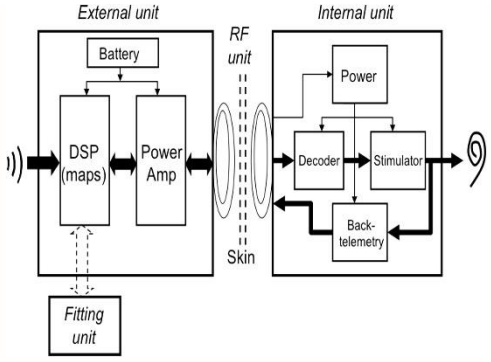
يمكن التفكير في زراعة الحلزون عندما يكون فقدان السمع عميقا مع وجود سمع ضئيل أو معدوم ولم تقدم المعينات السمعية أي فائدة [5].

يتكون جهاز الحلزون المزروع من أجزاء داخلية وخارجية [6]:

الأجزاء الخارجية: تتكون من ميكروفون ومعالج كلام ومرسل وسلك رابط وأمّا الأجزاء الداخلية: فتتكون من المستقبل ومصفوفة الأقطاب الكهربائية (الإلكترودات): والتي تقوم بتحفيز وإثارة الألياف العصبية في الحلزون مما يولد إشارات كهربائية ترسل إلى العصب السمعي فالدماغ لتحليلها كما هو موضح بالشكل (6).

الشكل (6) يوضح الجزء الخارجي (A) والجزء الداخلي (B) من الحلزون المزروع [8].

يبين الشكل (7) المخطط الصندوقي لآلية عمل الحلزون المزروع.

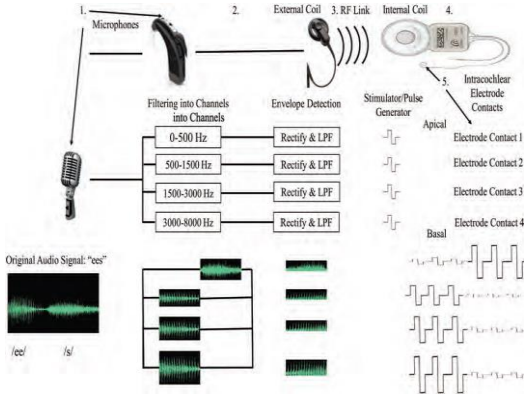


الشكل (7) المخطط الصندوقي لآلية عمل الحلزون المزروع [9].

يقدم الشكل (8) الوظيفة الأساسية لنظام الحلزون المزروع. يلتقط الميكروفون (معالج الصوت الخارجي) الإشارة الصوتية الواردة ويحولها إلى إشارة كهربائية، يتم تسليم الإشارة الكهربائية إلى المضخم الأولي الذي يقوم بتضخيم الإشارة وزيادة مطالها من أجل تحسين نسبة الإشارة إلى الضجيج قبل المتابعة بمعالجة الإشارة، يقدم المضخم الأولي زيادة تمرير الترددات العالية للإشارة الصوتية (مرشح تمرير تردد عالي HPF)، لأن أصوات الكلام تعتبر عالية التردد مثلا حرف (S) والتي عادة ما تكون أقل شدة وأكثر عرضة للتشويش والإخفاء بالمقارنة مع التردد المنخفض للكلام أو مع الأصوات البيئية المحيطة، بعد ذلك يتم تحليل الإشارة بواسطة معالج الإشارات الرقمية لتحديد مكونات الصوت (التردد، الشدة) في هذه المرحلة من العملية يتم تقسيم الإشارة إلى نطاقات تحليل مختلفة (على سبيل المثال نطاقات التردد أو القنوات) للسماح بمعالجة خاصة للتردد وإيصال التحفيز النهائي، يتم معالجة الإشارة المدخلة المكثفة ضمن مجالات التحليل الطيفي والذي ينجز بإتقان وبشكل نموذجي عن طريق الترشيح الرقمي (على سبيل المثال: تحويل فوريه، تحويل هيلبرت)، خلال هذه المرحلة يمكن أن يقوم معالج الصوت بتصنيف الإشارة على أنها كلام أو ضجيج أو أشكال أخرى من الإشارات الصوتية، وتتم معالجة الإشارات بهدف تحسين توصيل الإشارة إلى المستقبل (على سبيل المثال: تقليل كثافة الإشارة في نطاقات التحليل والتي تشمل بشكل أساسي على الضجيج، وتعزيز شدة الإشارة داخل نطاقات التحليل المحددة لتشمل الكلام بشكل أساسي).

قبل استخدام المريض لنظام الحلزون المزروع يقوم اختصاصي السمع ببرمجة معالج الصوت بهدف تحديد حجم التيار المطلوب عند كل إلكترود (عادة ما يتوافق الإلكترود ضمن المصفوفة المزروعة مع نطاق تحليل خاص مرتبط بجهة الاتصال في المجال الطيفي) لتسهيل السمع وكذلك لإحداث الإحساس بالصوت، هي عملية يشار إليها باسم MAPping (أي تحديد النطاق الديناميكي الكهربائي لمتلقين الزرعة بحيث يمكن تعيين النطاق المطلوب من المدخلات الصوتية في النطاق الكهربائي لسمع المتلقي بهدف استعادة السمع والتعود على الأصوات العالية). بعد أن يتم تحليل الإشارة الصوتية طيفيا وتخصيصها لنطاقات تحليل مختلفة، يخضع الخرج من النطاقات المختلفة للتسجيل والترشيح (مرشح تمرير تردد منخفض LPF) من أجل الحفاظ على مطال الإشارة (يتم الإحتفاظ فقط بالمكونات الموجودة فوق خط الصفر وذلك للمحافظة على الهيكل الزمني الدقيق للإشارة الصوتية كما هو موضح بالشكل (5))، بعد ذلك واستنادا إلى المعلومات التي تم الحصول عليها أثناء عملية MAPping يحدد معالج الصوت حجم التحفيز الذي يجب تسليمه للحصول على إمكانية السمع والإدراك المناسب لمستوى الإشارة الصوتية المدخلة. يقوم بعد ذلك معالج الإشارات الرقمية بتحويل الإشارة المعالجة إلى إشارة كهربائية مشفَرة يتم تسليمها إلى ملف الإرسال الخارجي والذي يقوم بدوره بنقل الإشارة عبر جلد المريض إلى ملف الاستقبال الداخلي للحلزون المزروع عن طريق التحريض الكهرومغناطيسي الرقمي (RF) بتردد موجة حاملة تتراوح بين 2.5 إلى 50 ميغا هرتز، تحدد الإشارة التي يتم إرسالها من المعالج إلى الحلزون المزروع كيف يجب أن يقدم الحلزون المزروع التحفيز الكهربائي المطلوب للعصب السمعي، مع العلم بأن الزرعة الداخلية لا تحتوي على مصدر طاقة لذلك يتم

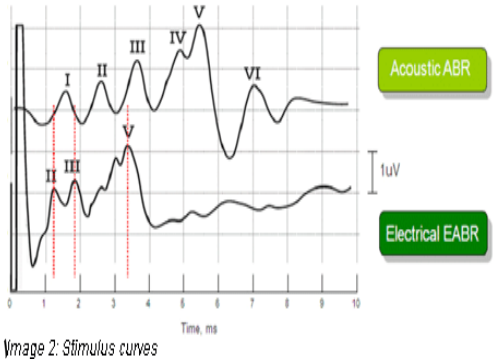
استخدام إشارة التردد اللاسلكي المنبعثة من معالج الصوت لتشغيل الزرعة الداخلية، بمجرد ان تستقبل الزرعة الإشارة التردد اللاسلكي الرقمية يتم تحليلها بواسطة معالج الإشارات الرقمية، تمتلك الزرعة مولد نبضات ينتج باستمرار نبضات كهربائية ثنائية الطور بمعدل ثابت ومتوسط إلى سريع (نموذجيا يعمل في نطاق 800 إلى 1600 نبضة في الثانية)، يتم تعديل مطال هذه النبضات الكهربائية بحجم مطال الإشارة في كل نطاق تحليل كما في الشكل (5)، بمعنى آخر يتناسب مطال النبضات الكهربائية طرديا مع مطال الإشارة الأصلية. بعد ذلك يتم تسليم النبضات الكهربائية ذات المطال المحدد إلى أقطاب الإلكترودات التي تتوافق مع نطاق تحليل معين، مع الانتباه إلى أنه لا يتم توصيل نبضة كهربائية في نفس اللحظة إلى إلكترودين مختلفين [8]، يوضح الشكل (8) آلية عمل الحلزون المزروع.



الشكل (8) آلية عمل الحلزون المزروع [10].

2-اختبار تخطيط جذع الدماغ الكهربائي:

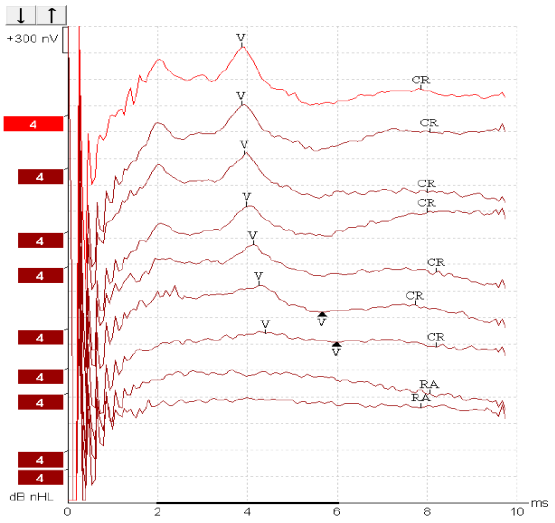
electrical auditory brainstem response (eABR):
استجابة الدماغ السمعية الكهربائية (eABR) هي قياس ABR باستخدام التحفيز الكهربائي، بدلا من التنبيه الصوتي التقليدي، الغرض من الاختبار هو تحديد ما إذا كان العصب السمعي يستجيب كما هو متوقع للتحفيز الكهربائي وذلك في حالة زراعة الحلزون، مع ملاحظة أن إلكترودات الاقتباس هي نفسها في حال اختبار ABR وeABR من حيث النوع والتوضع والعدد. يوضح الشكل (9) مخططي (ABR - eABR).



الشكل (9) مخططات (ABR – eABR) [11]

يبين الشكل (9) الفرق بين مخططي ABR و eABR من حيث البارمترات (مطال الموجات V-III، زمن ظهور الموجات V-III).

يبيّن الشكل (10) مخطط eABR عند تطبيق التنبيه الكهربائي على أحد إلكترودات (الإلكترود رقم 4 المتوضع في المنطقة المتوسطة ضمن شريط الحلزون



الشكل(10) مخطط eABR عند الإلكترود رقم (4) حيث يوضح اتساع ووضوح الموجة V عند زيادة شدة التنبيه المطبقة على الإلكترود رقم 4 [12].

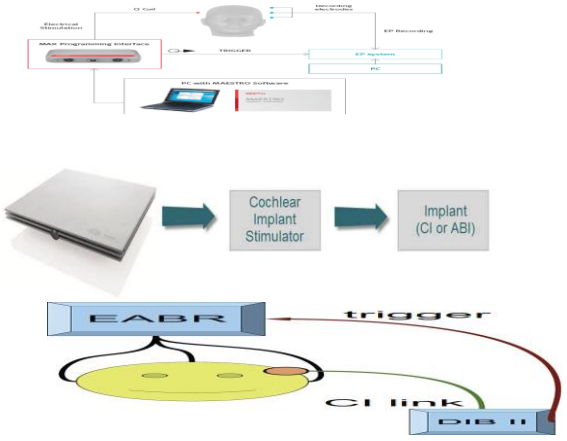
خامساً- الجانب العملي للبحث:

سنتحدث في هذا القسم عن مختبر البحث وعينة الدراسة وعن البيانات الناتجة لأطفال العينة ومخططات eABRالناتجة عن البحث.

1- مختبر البحث وعينة الدراسة:

تم تطبيق اختبار eABR على 15 طفل تم زراعة الحلزون لهم في المنظمة السورية للأشخاص ذوي الإعاقة –آمال في سورية، تتراوح أعمارهم بين (4–9) سنوات وحالة واحدة 16 سنة والعمر السمعيHearing Age بين (2–6) سنوات، وذلك بعد تجهيز مختبر البحث بالأجهزة والملحقات اللازمة للاختبار وهي عبارة عن جهاز تخطيط جذع الدماغ ECLIPS من شركة Interacoustics وجهاز تنبيه الحلزون MAX من شركة MEDEL الخاص بالحلزون المزروع، يوضح الشكل (8) البروتوكول المتبع في البحث لإجراء تخطيط eABR.

يبين الشكل (11) البروتوكول المتبع في البحث لإجراء تخطيط eABR .



الشكل (11) البروتوكول المتبع في تطبيق اختبار eABR [11].

2- بيانات الأطفال وبارامترات الاختبار الناتجة [13]:

تم تطبيق اختبار eABR لمرة واحدة على 13 طفل وبقي طفلين لم نتمكن من انهاء الاختبار لعدم تعاونهم معنا أثناء الإختبار.

يبيّن الجدول (1) بيانات الأطفال (عمر الطفل– نوع نقص السمع– هل هناك تجربة للسماعات قبل أو لا– العمر الذي تم فيه الزرع – العمر السمعي). وبارامترات الاختبار الناتجة من (شدة التيار التنبيه المطبق– سعة الموجة الخامسة – زمن الكمون Latency) والتي تم الحصول عليها من مخطط eABR الناتج وبرنامج Maestro الخاص بجهاز تنبيه الحلزون المزروع MAX. والبارامترات السمعية (معدل العتبة السمعية PTA Average (Pure Tone audiometer) – عتبات تمييز الكلام SRT (Speech Recognition Thresholds) – معدل تمييز الكلام WRS (Word Recognition Score)) والتي تم الحصول عليها من ملفات التقييم السمعي للأطفال المتوفرة في منظمة آمال.

الجدول(1) بيانات الأطفال الناتجة عن تطبيق اختبار eABR:

الاسم	العمر	نوع نقص السمع	تجربة السماعات قبل	العمر الذي تم فيه الزرع	العمر السمعي	شدة تيار التنبيه المطبق (cu)	سعة الموجة الخامسة	زمن الكمون	PTA	SRT	WRS
الحالة الأولى	8 سنوات	نقص سمع حسي عصبي عميق ثنائي الجانب	نعم	3 سنوات للأذن اليمنى	5 سنوات	700 cu عند(1-10)e 1000 cu عند (11- 12)e	1500 nv عند ألكترودات الزرع من(1-10). أما إلكترودات (-11 12) فالمطال 1000nv	3.5 ms	db 35 HL	30 db HL	88%
الحالة الثانية	8 سنوات	نقص سمع حسي عصبي عميق ثنائي الجانب	نعم	3 سنوات للأذن اليمنى	5 سنوات	800 cu عند (1- 10)e 1100 cu عند (12)e	300 nv عند (1-10)e 150 nv عند (12)e	3.5ms	30db HL	30db HL	90%
الحالة الثالثة	7 سنوات	اعتلال عصبي عميق ثنائي الجانب	لا	3 سنوات للأذن اليمنى	4 سنوات	900cu عند كامل إلكترودات الزرع	600 nv عند (1-10)e 700 nv عند (12)e	4 ms	30 db HL	30 dbHL	
الحالة الرابعة	7 سنوات	نقص سمع حسي عصبي عميق ثنائي الجانب	نعم	3 سنوات للأذن اليسرى	4 سنوات	900 cu عند (1- 10)e 1100 cu عند (12)e	1200nv عند (1- 4)e 1500 nv عند (10)e 500 nv عند e (12)	3.5 ms عند (1-4) 4.5 nv عند e(10 -12)	40db HL	35 db HL	
الحالة الخامسة	6 سنوات	نقص سمع حسي عصبي عميق ثنائي الجانب	نعم	4 ستوات و 10 أشهر	سنة وشهرين	900cu عند (1- 10)e 1100 عند e (12)	1000nv عند (1-10)e غير واضحة عند e (12)	4ms	35 db HL	30 db HL	
الحالة السادسة	7 سنوات	نقص سمع حسي عصبي عميق ثنائي الجانب	نعم	3 سنوات ونصف	3 سنوات ونصف	1100 cu عند e (1) 900 cu عند (2-)e (12)	800nv عند (2-)e 12) غير واضحة عند الإلكترود 1	4 ms	35 db HL	30 db HL	

الحالة السابعة	19 سنة	نقص سمع حسي عصبي شديد ثنائي الجانب	نعم	16 سنة للأذن اليمنى	3 سنوات	1100cu عند كامل إلكترودات الزرع	وضوح الموجة 3 وعدم وضوح الموجة الخامسة	–	35 db HL	30 db HL	تمييز الكلام جيد
الحالة الثامنة	8 سنوات	نقص سمع حسي عصبي عميق ثنائي الجانب		4.5سنوات	3.5 سنوات	1100cu عند كامل إلكترودات الزرع	وضوح الموجة 3 إفى حد ما وعدم وضوح الموجة الخامسة	–	35 db HL	30 db HL	تمييز الكلام ضعيف وهو يعتمد في التواصل على لغة الإشارة
الحالة التاسعة	9 سنوات	نقص سمع حسي عصبي عميق ثنائي الجانب	نعم	3 سنوات	6سنوات للأذن اليمنى	e(1– عند 900 cu 8) 1100 cu عند e(10–12)	1000nv عند e (2–8) 400nv عند e(10–12)	4ms	35 db HL	35 db HL	
الحالة العاشرة	6 سنوات	نقص سمع حسي عصبي عميق ثنائي الجانب	نعم	3 سنوات للأذن اليمنى	3 سنوات	900 cu عند كامل الإلكترودات	1250nv عند e(1–10) 500 nv عند e(12)	4 ms	30 db HL	30 db HL	
الحالة الحادية عشر	7 سنوات	نقص سمع حسي عصبي عميق ثنائي الجانب	نعم	3 سنوات للأذن اليمنى	4 سنوات	900 cu عند كامل الإلكترودات	e(1– عند 1000nv 6) 750nv عند e(10) e(600nv عند 12)	4ms	35 db HL	30 db HL	
الحالة الثانية عشر	8 سنوات	نقص سمع حسي عصبي عميق ثنائي الجانب	نعم	3سنوات للأذن اليمنى	5سنوات	e(`1– عند 900 cu 10) e(12) عند 1100cu	15000nv عند e (1–4) 1000nv عند e (6–10) e(12) عند 600 nv	4 ms	35 db HL	30 db HL	90%
الحالة الثالثة عشر	6 سنوات	نقص سمع حسي عصبي عميق ثنائي الجانب	نعم	3 سنوات للأذن اليمنى	3 سنوات	e(1– عند 900cu 10) e(عند 1100 cu 12)	e(1) عند 1500nv e (4) عند 800nv e(6) عند 700nv e(10) عند 500 nv e(12) عند 250 nv	4ms	30 db HL	25 db HL	

3– مخططات eABR الناتجة:

نعرض فيما يلي مخططات eABR الناتجة عند – مخطط eABR واضحاً وشبه مثالي.

تطبيق التنبيه الكهربائي على الحلزون المزروع عند –زيادة في اتساع ووضوحية الموجة الخامسة V

الحالات 13 (المحور العمودي يمثل رقم الإلكترود كلما زدنا في شدة التنبيه المطبق على الإلكترود.

والمحور الأفقي يمثل زمن ظهور الموجة ms) – انخفاض في وضوحية الموجة عند الالكترودات.

الحالة الأولى:

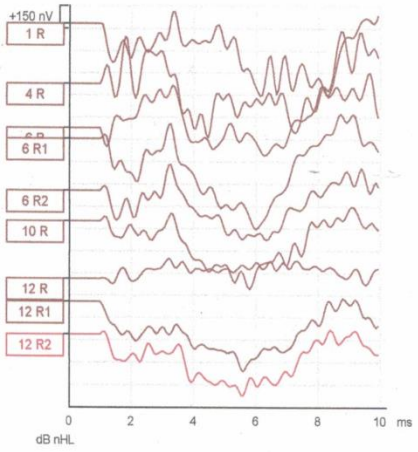
القاعدية (12-11).

يبيَن الشكل(12) مخطط eABR للحالة الأولى:

– نجد أن معدل تمييز الكلام في هذه الحالة جيد.

الحالة الثانية:

يبين الشكل(13) مخطط eABR للحالة الثانية:



الشكل(13) مخطط eABR للحالة الثانية

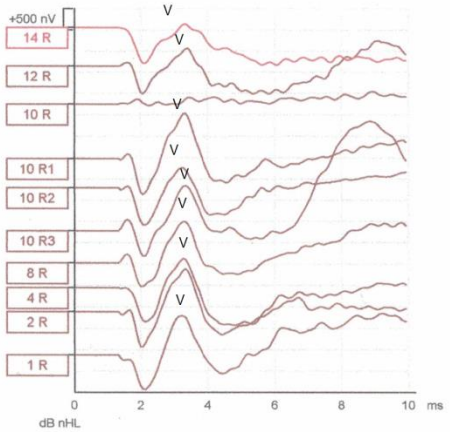
نلاحظ من مخطط eABR الناتج:

– ظهور الموجة الخامسة V بزمن الإستجابة 4 ms نفسه تقريبا عند كل إلكترودات الحلزون.

– غموض بالموجة الخامسة كلما اتجهنا نحو قاعدة الحلزون كحالة الإلكترود 12.

– زيادة اتساع الموجة الخامسة V عند زيادة شدة التنبيه.

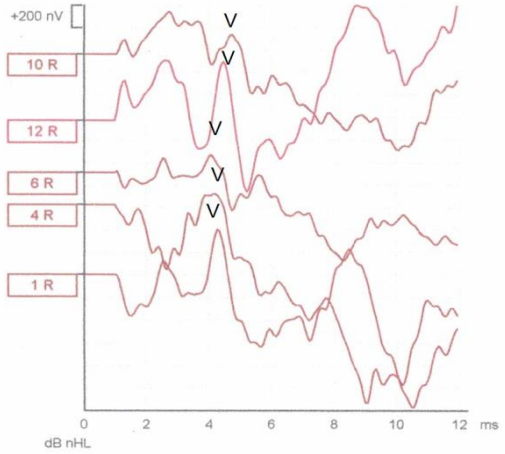
الحالة الثالثة:



الشكل(12) مخطط eABR للحالة الأولى

– إن ظروف العمل كانت مثالية وهذا يعطي

يبين الشكل(14) مخطط eABR للحالة الثالثة



الشكل(14) مخطط eABR للحالة الثالثة

نلاحظ من مخطط eABR الناتج:

– ظهور الموجة الخامسة V بزمن الإستجابة 3.5ms نفسه عند كل إلكترودات الحلزون المزروع.

– ظروف العمل كانت مثالية وهذا يعطي مخطط eABR واضحاً.

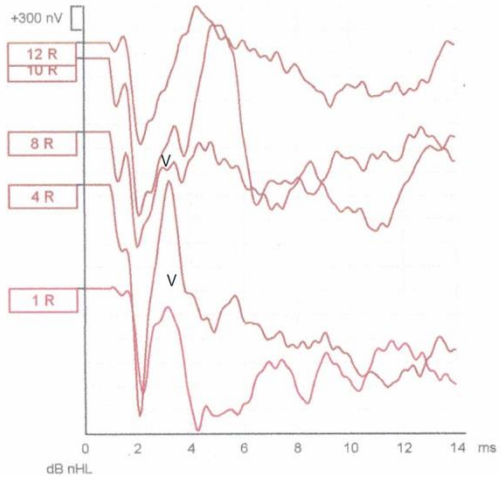
– نلاحظ زيادة في اتساع ووضوحية الموجة الخامسة V كلما زدنا في شدة التنبيه المطبق على الإلكترود.

انخفاض في وضوحية الموجة عند الالكترودات القاعدية

(11-12).

الحالة الرابعة:

يبين الشكل(15) مخطط eABR للحالة الرابعة



الشكل(15) مخطط eABR للحالة الرابعة

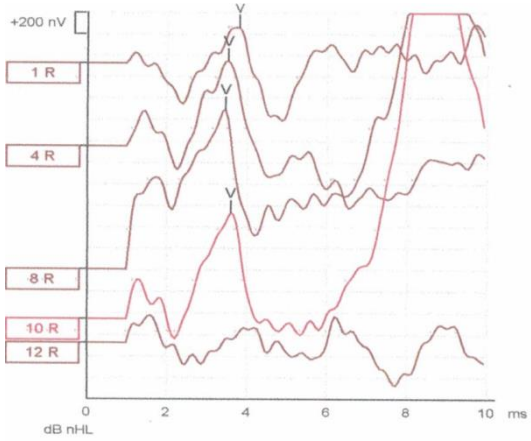
نلاحظ من مخطط eABR الناتج:

– زيادة في اتساع ووضوحية الموجة الخامسة V كلما زدنا في شدة التنبيه المطبق على الإلكترود.

– انخفاض في وضوحية الموجة عند الالكترودات القاعدية (11-12).

الحالة الخامسة:

يبين الشكل(16) مخطط eABR للحالة الخامسة



الشكل(16) مخطط eABR للحالة الخامسة

نلاحظ من مخطط eABR الناتج:

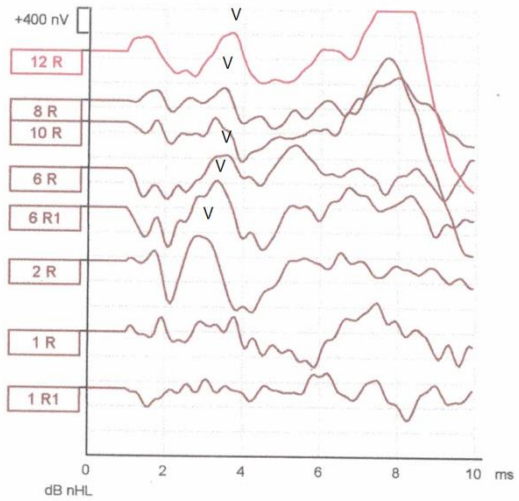
– زيادة في اتساع ووضوحية الموجة الخامسة V كلما زدنا في شدة التنبيه المطبق على الإلكترود.

– ظروف العمل كانت مثالية وهذا يعطي مخطط eABR واضحاً (شكل الأمواج واضحة تماما، المخطط خال من التشويش. زمن الاستجابة واحد عند كل الإلكترودات...)

– انخفاض في وضوحية الموجة عند الالكترودات القاعدية (12).

الحالة السادسة:

يبين الشكل(17) مخطط eABR للحالة السادسة



الشكل(17) مخطط eABR للحالة السادسة

نلاجظ من مخطط eABR الاناتج:

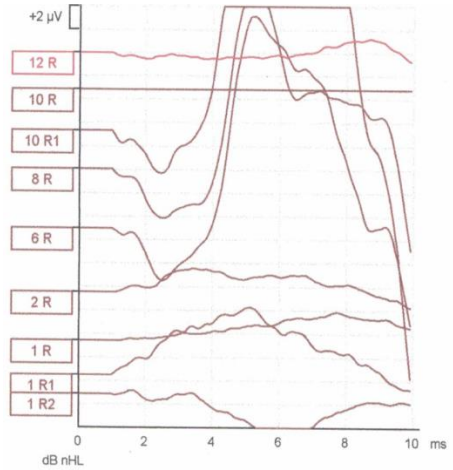
– ظروف العمل كانت مثالية وهذا يعطي مخطط eABR واضحاً (شكل الأمواج واضحة تماما، المخطط خال من التشويش. زمن الاستجابة واحد عند كل الإلكترودات...)

– نلاحظ زيادة في اتساع ووضوحية الموجة الخامسة V كلما زدنا في شدة التنبيه المطبق على الإلكترود.

– ظهور الموجة الخامسة V بزمن الإستجابة 4 ms عند كل إلكترودات الحلزون باستثناء الإلكترود رقم 1 رغم إعادة الإختبار أكثر من مرة وزيادة شدة التنبيه دون أن نحصل على موجة خامسة واضحة.

الحالة السابعة:

يبين الشكل(18) مخطط eABR للحالة السابعة



الشكل(18) مخطط eABR للحالة السابعة

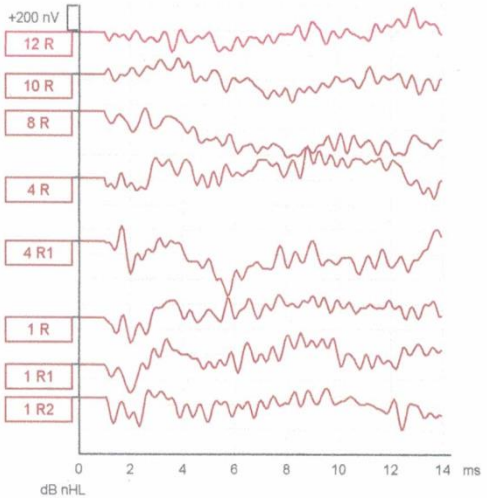
نلاحظ من مخطط eABR الناتج:

– المخطط يحوي على تشويش عالي ناتج عن عدم توفر ظروف عمل مثالية.

– ظهور الموجة III وعدم ظهور الموجة V.

الحالة الثامنة:

يبين الشكل(19) مخطط eABR للحالة الثامنة



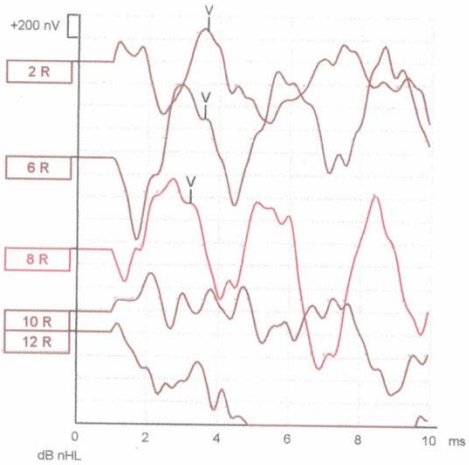
الشكل(19) مخطط eABR للحالة الثامنة

نلاحظ من مخطط eABR الناتج:

–ظهور الموجة III وعدم ظهور الموجة V وتم تسجيل مقدار كبير من التشويش في هذا المخطط بسبب عدم توفر ظروف عمل مثالية.

الحالة التاسعة:

يبين الشكل(20) مخطط eABR للحالة التاسعة



الشكل(20) مخطط eABR للحالة التاسعة

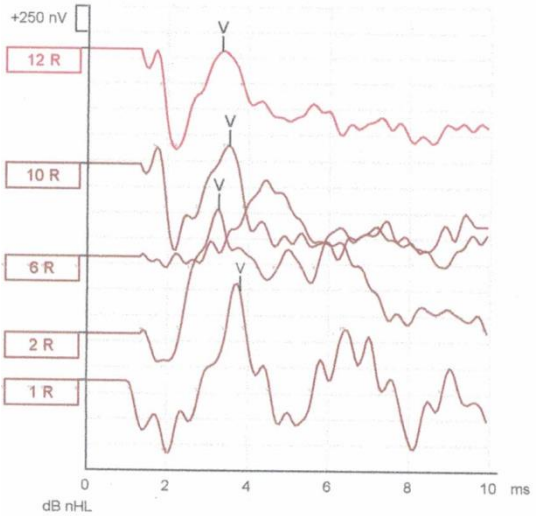
نلاحظ من مخطط eABR الناتج:

– سجل مقدار من التشويش الكهربائي أثناء تطبيق اختبار eABR (واضح على المخططات).

– انخفاض في وضوحية الموجة عند الالكترودات القاعدية (11-12).

الحالة العاشرة:

يبين الشكل(21) مخطط eABR للحالة العاشرة



الشكل(21) مخطط eABR للحالة العاشرة.

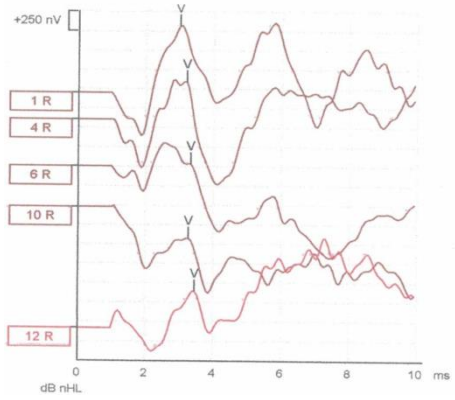
نلاحظ من مخطط eABR الناتج:

– ظروف العمل كانت مثالية وهذا يعطي مخطط eABR واضحاً.

– زيادة في اتساع ووضوحية الموجة الخامسة V كلما زدنا في شدة التنبيه المطبق على الإلكترود.

الحالة الحادية عشر:

يبين الشكل(22) مخطط eABR للحالة الحادية عشر



الشكل(22) مخطط eABR للحالة الحادية عشر.

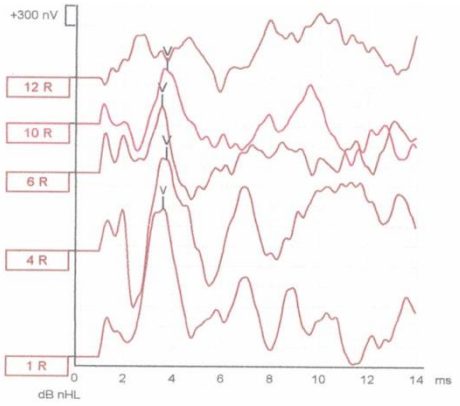
نلاحظ من مخطط eABR الناتج:

– ظروف العمل كانت مثالية وهذا يعطي مخطط eABR واضحاً.

– زيادة في اتساع ووضوحية الموجة الخامسة V كلما زدنا في شدة التنبيه المطبق على الإلكترود.

الحالة الثانية عشر:

يبين الشكل(23) مخطط eABR للحالة الثانية عشر



الشكل(23) مخطط eABR للحالة الثانية عشر.

نلاحظ من مخطط eABR الناتج:

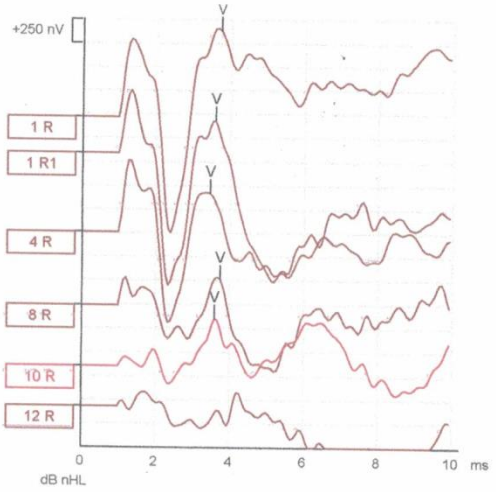
– ظروف العمل كانت مثالية وهذا يعطي مخطط eABR واضحاً.

– زيادة في اتساع ووضوحية الموجة الخامسة V كلما زدنا في شدة التنبيه المطبق على الإلكترود.

–انخفاض في وضوحية الموجة عند الالكترودات القاعدية (11-12).

الحالة الثالثة عشر:

يبين الشكل(24) مخطط eABR للحالة الثالثة عشر



الشكل(24) مخطط eABR للحالة الثالثة عشر.

نلاحظ من مخطط eABR الناتج:

– ظروف العمل كانت مثالية وهذا يعطي مخطط eABR واضحاً.

– زيادة في اتساع ووضوحية الموجة الخامسة V كلما زدنا في شدة التنبيه المطبق على الإلكترود.

– انخفاض في وضوحية الموجة عند الالكترودات القاعدية (11-12).

بالنسبة للحالتين الرابعة عشر والخامسة عشر لم نتمكن من إتمام اختبار eABR وتحليل النتائج لذلك تم استبعادهم من الدراسة.

سادساً– تحليل النتائج:

من قراءة ودراسة مخططات eABR التي تم الحصول عليها من الحالات ال 13 يمكن الاستنتاج:

– يوجد اختلاف في موجات مخططات eABR وذلك حسب رقم الإلكترود المنبه من الحلزون المزروع، فمثلا الإلكترود رقم (1) يعطي استجابة أوضح (أكبر مطال– أفضل شكل للموجة الخامسة....)، (وهذا واضح عند أغلب الحالات باستثناء الحالة السادسة).

– أما الإلكترود رقم (12) من مصفوفة إلكترودات الحلزون المزروع يعطي استجابة غير واضحة (مطال أقل للموجة الخامسة– شكل غير واضح للموجة– زمن ظهور الموجة الخامسة أكبر نسبيا).

(كما هو الحال في الحالات 13-12-9-5-4-3-2-1)، يمكن تفسير ذلك بأنه يتم إدخال كافة إلكترودات الحلزون داخل قناة الحلزون الطبيعي باستثناء الإلكترود الأخير رقم (12) يبقى خارج النافذة المدورة للحلزون أو قريباً منها، وقد ينتج ذلك عن وجود انسداد أو تشوه في القناة في قمة الحلزون الطبيعي.

– وجدنا في الحالة السادسة عدم وضوح الموجة الخامسة V عند الإلكترود رقم (1) وهو الإلكترود المتوضع في قمة الحلزون، وهذا يحتاج إلى دراسة إحصائية أوسع لدراسة العلاقة بين غياب الموجة الخامسة عند أي إلكترود وبين معدل تمييز الكلام والعتبة السمعية وما هو سبب غياب الموجة الخامسة.

– تم الحصول على مخططات eABR عند الأطفال عند اعمار تتراوح بين (4– 9) سنوات وكانت النتائج متماثلة باختلاف الأعمار ولم يكن هناك احتلاف بدقة الاستجابة حسب عمر الزرعة.

وهذا يعطينا نتيجة مهمة وهي عدم تأثر أداء الحلزون المزروع (تحديدا الإلكترودات) بمراحل النمو عند الأطفال في الحالة الطبيعية (وهذا يتوافق مع الدراسة المرجعية الثالثة).

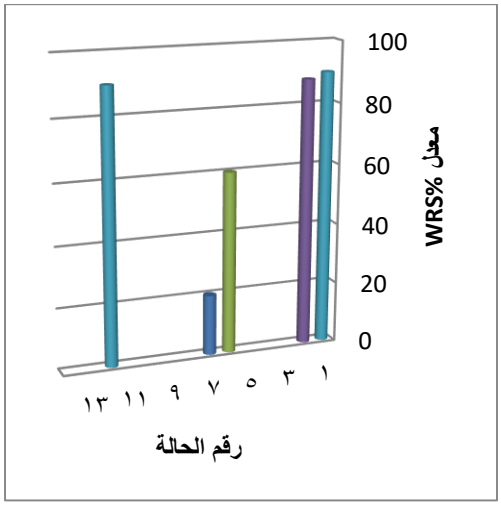
–عدم وضوح الموجة الخامسة V بالمقارنة مع الموجة الثالثة III في الحالتين (7–8).

– يوجد علاقة بين شدة التنبيه المطبق على الإلكترود وبين وضوح مخطط eABR الناتج وتحديدا الموجة الخامسة وذلك حسب رقم الإلكترود.

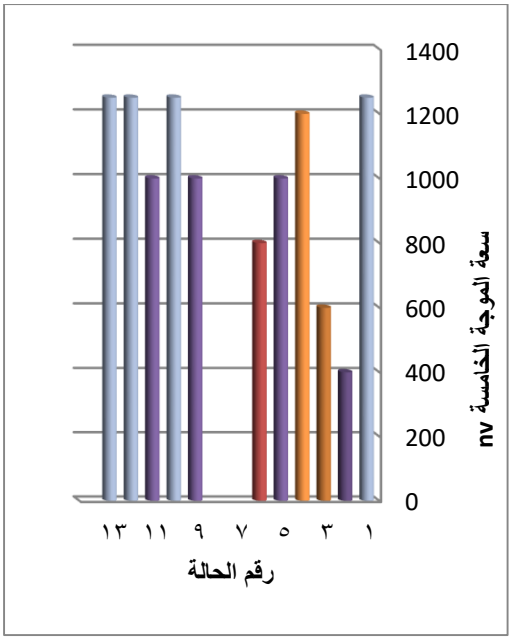
–لاحظنا بأنَه لا يمكن تمييز الموجة الأولى والثانية من مخططات eABR الناتجة.

–زمن الوصول للأمواج في مخطط eABR هو أقل منها في حال مخطط جذع الدماغ التقليدي ABR وذلك بسبب التنبيه الكهربائي المباشر للمسار العصبي السمعي من قبل الحلزون المزروع فيكون زمن الوصول للموجة الخامسة حوالي 4-1.5 ms، أما في حالة ABR فإن التنبيه يكون عن طريق السماعات الهوائية ومنها مجرى السمع الخارجي فالعظيمات السمعية وبعدها الحلزون ليتم بعدها تنبيه النهايات العصبية للعصب السمعي حيث يكون زمن الوصول في هذه الحالة من 6-4 ms عند الشدات الصوتية العالية (90db- 80db).

– لا يوجد انزياح لزمن الوصول للموجة مع تغير شدة التنبيه.



الشكل(25) معدل تمييز الكلام WRS عند كل حالة



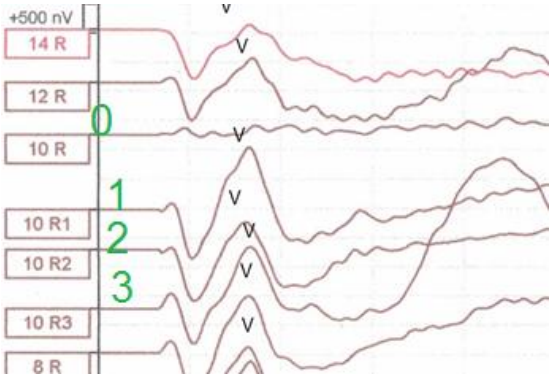
الشكل(26) سعة الموجة V عند كل حالة

بعد قراءة كل من الشكل (9) والشكل (10) نجد أنه لايوجد علاقة واضحة بين سعة الموجة الخامسة V ومعدل تمييز الكلام، وأن هناك علاقة بين غياب الموجة الخامسة V ومعدل تمييز الكلام.

سابعاً- دراسة العلاقة بين شدة التنبيه المطبقة وبين سعة الموجة الخامسة من مخطط eABR الناتج:

قمنا بتغيير قيمة شدة تيار التنبيه (cu) المطبق على الكترود واحد عند أربع حالات (الحالة الأولى- الحالة الثانية – الحالة السادسة – الحالة الثالثة عشر) وقياس سعة الموجة الخامسة (V) عند كل قيمة، يمكن اعتبار خط الصفر هو الخط المستقيم في مخطط eABR قبل البدء بتسجيل اشارة جذع الدماغ السمعي الكهربائي ويمكن حساب مطال واتساع الموجة الخامسة بالاتجاه الموجب بالنسبة لخط الصفر.

الحالة الاولى: تم تطبيق التنبيه على الإلكترود (10)



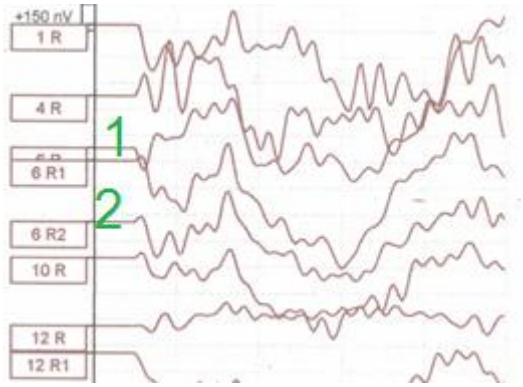
الشكل (27) يبين وضوح الموجة V عند زيادة شدة التنبيه المطبق على الإلكترود 10.

وكان الجدول التالي:

الجدول (2) العلاقة بين شدة التنبيه وبين سعة V

رقم مخطط eABR عند الإلكترود 10	شدة التنبيه (cu)	سعة الموجة (nv) (V)
0	200	0
1	700	1000
2	500	500
3	700	1000

الحالة الثانية: تم تطبيق التنبيه على الإلكترود (6)



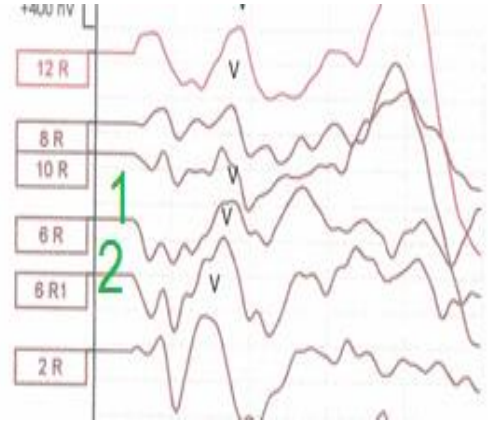
الشكل (28) يبين وضوح الموجة V عند زيادة شدة التنبيه المطبق على الإلكترود 6.

وكان الجدول التالي:

الجدول (2) العلاقة بين شدة التنبيه وبين سعة V

رقم مخطط eABR عند الإلكترود 6	شدة التنبيه (cu)	سعة الموجة (V) (nv)
1	500	125
2	800	200

الحالة السادسة: تم تطبيق التنبيه على الالكترود (6)



الشكل (29) يبين وضوح الموجة V عند زيادة شدة التنبيه المطبق على الإلكترود 6.

وكان الجدول التالي:

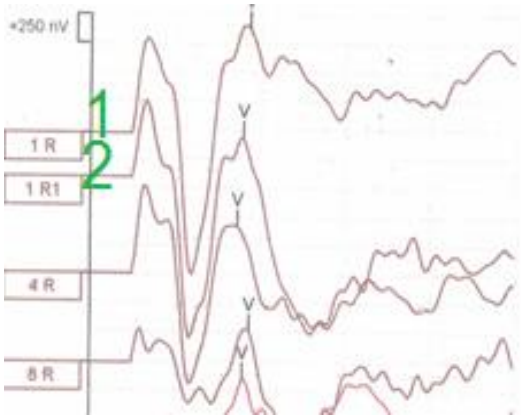
الجدول (3) العلاقة بين شدة التنبيه وبين سعة V

رقم مخطط eABR عند الإلكترود 6	شدة التنبيه (cu)	سعة الموجة (V) (nv)
1	500	200
2	900	400

الحالـة الثالثـة عشـر: تـم تطبيـق التنبيـه علـى الاكتـرود رقـم (1) كان هناك تشويش كهربائي واضح على المخطط الناتج ومع ذلك كان الجدول التالي:

الجدول (4) العلاقة بين شدة التنبيه وبين سعة V

رقم مخطط eABR عند الإلكترود 1	شدة التنبيه (cu)	سعة الموجة (V) (nv)
1	900	750
2	500	300



الشكل (30) يبين وضوح الموجة V عند زيادة شدة التنبيه المطبق على الإلكترود 1.

نلاحظ من الجداول (2، 3، 4، 5) أن هناك علاقة طردية واضحة بين شدة التنبيه المطبق على إلكترود الجلزون المزروع وبين سعة الموجة الخامسة (V) لمخطط eABR الناتج وهذا يتوافق مع المرجع [12]

ثامناً- التحليل الإحصائي:

تم جمع قيم البيانات السمعية لعينة الدراسة والمذكورة بالجدول رقم (1) على جدول إكسل Excel وبعدها تم إجراء التحليل

الجدول (2) دراسة التوزع الطبيعي للعينات

		Age العمر	Hage العمر السمعي	NV سعة الموجة الخامسة	LAT تزمن ظهور الموجات	PTA معدل العتبة السمعية	SRT عتبات تمييز الكلام
Nحجم العينة		13	13	13	13	13	13
Normal Parameters[a,b](الغنحراف)	Mean	8.1538	3.8231	1057.6923	3.8846	33.8462	30.7692
	Std. Deviation	3.38738	1.24777	345.11239	.21926	2.99572	2.77350
Most Extreme Differences(الاختلافات)	Absolute	.364	.178	.203	.470	.342	.378
	Positive	.364	.136	.182	.299	.273	.378
	Negative	-.262	-.178	-.203	-.470	-.342	-.314
Kolmogorov-Smirnov Z		1.313	.641	.731	1.694	1.234	1.365
Asymp. Sig. (2-tailed)		.063	.806	.659	.006	.095	.048

الجدول (3) (جدول الارتباط) دراسة الإرتباط بين كل العمر السمعي Hearing age وزمن الكمون LATENCYللموجة V ومعدل تمييز الكلام SRT وسعة الموجة الخامسة V.

		Hage العمر السمعي	LAT زمن ظهور. الموجات	PTA معدل العتبة السمعية	SRT عتبات تمييز الكلام	NV سعة الموجة
Hage العمر السمعي	Pearson Correlation	1	-.385	.052	.524	-.023
	Sig. (2-tailed)		.193	.865	.066	.941
	N	13	13	13	13	13
LAT زمن ظهور	Pearson Correlation	-.385	1	-.220	-.527	.095
	Sig. (2-tailed)	.193		.471	.064	.757
	N	13	13	13	13	13
PTA معدل العتبة السمعية	Pearson Correlation	.052	-.220	1	.617*	.251
	Sig. (2-tailed)	.865	.471		.025	.408
	N	13	13	13	13	13
SRT عتبات تمييز الكلام	Pearson Correlation	.524	-.527	.617*	1	.037
	Sig. (2-tailed)	.066	.064	.025		.905
	N	13	13	13	13	13
NV سعة الموجة V	Pearson Correlation	-.023	.095	.251	.037	1
	Sig. (2-tailed)	.941	.757	.408	.905	
	N	13	13	13	13	13

من جدول الإرتباط نجد أن: – العمر السمعي HAGE مرتبط مع عتبة تمبز الكلام SRT ارتباط بسيط.

– لا يوجد ارتباط واضح بين سعة الموجة V مع كل من PTA, SRT, NV.

لا يوجد ارتباط واضح بين زمن الكمون LATENCY مع سعة الموجة NV ،SRT.

– هناك ارتباط بين معدل العتبة السمعية PTA وبين عتبة تمييز الكلام SRT.

الجدول (4) المقارنة بين زمن الكمونLAT(زمن ظهور الموجات) وشدة التيار المطبق cu.

	CU	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
LAT	less than 1000	5	3.8000	.27386	.12247
	more than 1000	8	3.9375	.17678	.06250
NV	less than 1000	5	950.0000	469.04158	209.76177
	more than 1000	8	1125.0000	254.95098	90.13878

نجد من هذا الجدول أنه لايوجد اختلاف مهم بين زمن الكمون وبين المطال (ذو معنى إحصائي).

إنَ نتائج التحليل الإحصائي قد تكون غير كافية بسبب حجم عينة الدراسة (نحتاج إلى عدد أكبر من حالات الدراسة، ويمكن أن يتم ذلك مستقبلا بعد أن تم تطبيق اختبار eABR محليا، وهذا يفتح لنا المجال للقيام بدراسات وأبحاث عديدة أخرى ذات صلة).

تاسعاً– خاتمة البحث:

✖ تم تسليط الضوء على أحد أهم الإختبارات eABR والتي يمكن تطبيقها على إلكترودات الحلزون المزروع وتحديدا بعد عملية الزرع حيث طبق الاختبار على عدد من مرضى الزرع في منظمة آمال وتم الحصول على مخططات eABR ضمن ظروف العمل المتاحة.

✖ ظهور الموجة الخامسة (V) بمخطط eABR عند كل إلكترود يدل على فعالية الإلكترود في إحداث التنبيه الكهربائي المطلوب لخلايا العصب السمعي وهذا يعطي بالنتيجة سماع التردد الموافق لمنطقة الاالكترود المزروع ضمن الحلزون الطبيعي كما هي الحال في الحالة (1، 2، 12) عند المقارنة مع معدل تمييز الكلام WRS لكلا الحالتين.

✖ عدم ظهور الموجة الخامسة (V) أو وضوحها بمخطط eABR للإلكترود الذي يتم تنبيهه يشير إلى ضعف فعالية الالكترود وقدرته على إحداث التنبيه الكهربائي المناسب لخلايا العصب السمعي مما يعطي غياب سماع التردد الموافق لمنطقة زراعة هذا الإلكترود ضمن الحلزون الطبيعي كما هي الحال في الحالة (7، 8) عند المقارنة مع معدل تمييز الكلام WRS لكلا الحالتين.

✖ إن اختبار eABR هو اختبار مهم بالتزامن مع اختبار تمييز الكلام لدى أطفال الزرعة CI بعد إجراء عملية الزرع وخلال فترة حياة الطفل على اعتبار أن الدور الأساسي لهذا الاختبار هو التأكد من أداء عمل إلكترودات الحلزون المزروع.

✖ علاقة طردية واضحة بين شدة التنبيه المطبق على إلكترود الجلزون المزروع وبين سعة الموجة الخامسة (V) لمخطط eABR الناتج.

✖ بعد إجراء البحث وتطبيق اختبار eABR على أطفال الزرع بنجاح، أصبح بإمكاننا تطبيق اختبار eABR بعيد عملية زراعة الحلزون للتأكد من نجاح عملية الزرع وأنه لاتوجد اختلاطات جراحية، كما يمكن اقتراح وضع اختبار eABR ضمن بروتوكول التقييم السمعي للأطفال في العمر التي يصعب فيه القيام باختبار تمييز الكلام WRS وذلك بشكل دوري أو عند الضرورة للتأكد من أداء إلكترودات الحلزون المزروع بعد عملية زراعة الحلزون وخلال مدة حياة الطفل، كما يمكن تطبيق اختبار eABR على أطفال الزرع عند حدوث طارئ في حالة المريض السمعية (السمع – النطق – التواصل الإجتماعي) أو في حالة المريض الصحية (التهابات حادة – رضوض في منطقة الزرعة...). حيث يلجأ إلى اختبار eABR عند حصول حدث طارئ للحلزون المزروع [4].

قائمة المصطلحات والاختصارات:

ABR	Audiotory Brainstem Response	تخطيط جذع الدماغ
eABR EABR	Electric Audiotory Brainstem Response	تخطيط جذع الدماغ الكهربائي
CI	Cochlear Implant	زراعة الحلزون
SRT	Speech Recognition Thresholds	عتبات تمييز الكلام
WRS	Word Recognition Score	معدل تمييز الكلام
PTA	Pure Tone audiometer Average	معدل العتبة السمعية
V	Fifth wave	الموجة الخامسة
III	Third wave	الموجة الثالثة

التمويل: هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل(501100020595).

References:

1- Abdelsalam, N., (2015). " Electric auditory brainstem response (E-ABR) in cochlear implant children: Effect of age at implantation and duration of implant use ". Egyptian Journal of Ear, Nose, Throat and Allied Sciences.Volume16, Issue 2, PP.145-150.

2- Danieli, Fabiana. (2021). "Clinical Implantation of intraoperative eABRs to the Evo CI electrode array recipients".Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, volume 88, pages: 108-117.

3- Guevara, N., Hoen, M., Truy, E. (2016). " (A Cochlear Implant Performance Prognostic Test Based on Electrical Field Interactions Evaluated by eABR (Electrical Auditory Brainstem Responses)".doi.10.1371/ Journal. pone. 0155008. PMID: 27149268, PMCID: 485814.

4- White HJ, Helwany,M petrson DC. (2022). "Anatomy, head and neck ear organ of corti". Statpearts,NCBI \\www.ncbi.nlm.nih.go\\.

5- Ramsden RT (2002). "Cochlear implants and brain stem implants". British medical bulletin;pp:183-93.

6- Bond M, Mealing S, Anderson R, et al.(2009). "The effectiveness and costeffectiven of cochlear implants for severe to profound deafness inchildren and adults: a systematic review economic model". Health technology assessment;pp: 1-330.

7- Foust, Terry. (2015)."Audiology IOI: an Introduction to Audiology for Nonaudiologists". NCHAM, National Center for Hearing Assessment and Mangment Utah State University. PP: 5-1, 5-15.

8- Kamal,Ayman,(2017)."Comparism between Behavioral, Modified Brown, ECAP, ESRT, Approaches in Cochlear Implant fitting in Adults". Published by: Juniper publishers Inc, United States. PP:1-9.

9- Zena,Fan,ets. (2015). Development and Evaluation of th Nurotron 26 electrods Cochlear Implant System, hearing research, pp: 322-188-199.

10- Brad A. Stach, PhD. (2020). Cochlear Implant Audiologic Management and Considerations for Implantable Hearing Devices. Plural Publishing, Inc. Friesens Canada.PP:18-23.

11- Verster,Jorina.(2018)."Electrical Audiotory Brainstem Response (E-ABR) the Postoperative Electrical Audiotory Brainstem Responsewave V Morphology and Latency in Cochlear Implant". CNSSA 10th Annual congree.PP:59.

12- Polterauer, Danial.(2020)."Intraoperative and Postoperative Measurement of Brainstem Response through Electrical Stimulation of the Audiotory Nerve via Implantable Neurostimulators". PATH Medical Sentiero Advanced. LMU KLINIKUMMunich,Germany. Pag: 13.

13- داؤود، علاء. (2022). " التقييم السمعي للأطفال بعد إجراء زراعة الحلزون من خلال تطبيق اختبار استجابة جذع الدماغ السمعي الكهربائي". ماجستير. الهندسة الطبية. كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية. جامعة دمشق. سوريا. ص:111.