

مقدمة في علم
الفزيولوجيا الكهربائية

د سامر محمد محسن

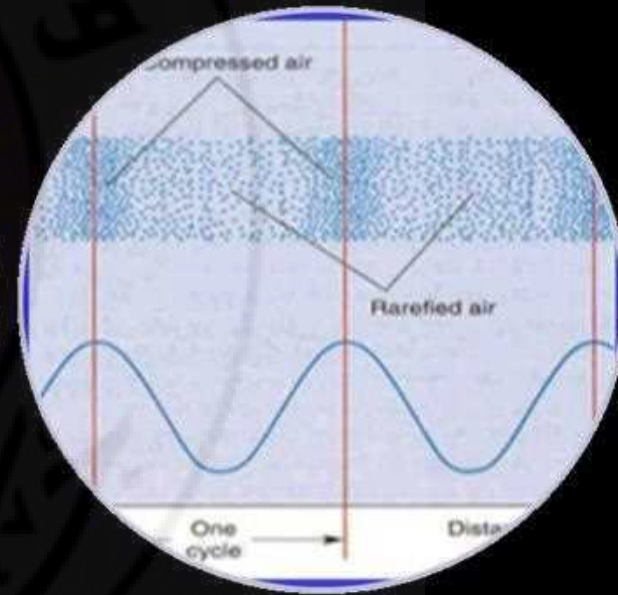
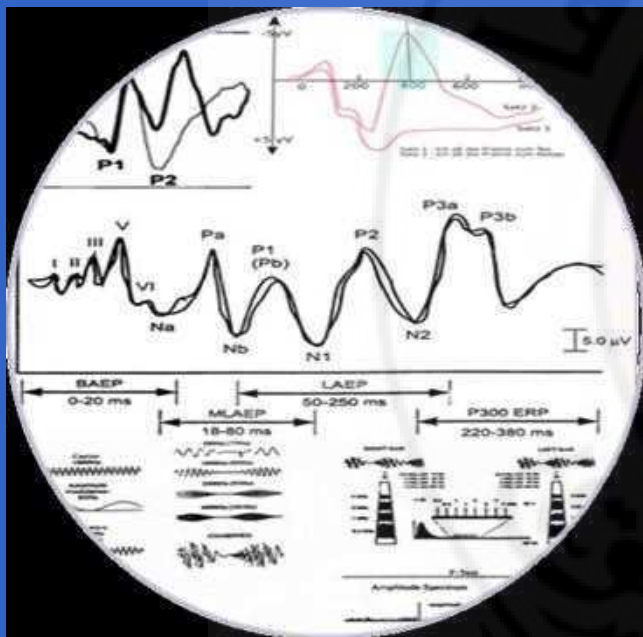
الكتروفيزيولوجيا

هي علم دراسة ردود الفعل الكهربائية الناجمة
عن الظواهر الفيزيولوجية

علم الفيزيولوجيا الكهربيه السمعي

هي علم دراسة ردود الفعل الكهربائيه الناجمه عن
الظواهر الفيزيولوجيه السمعيه

الفزيولوجيا الكهربائية السمعية



الاشارة الكهربيه

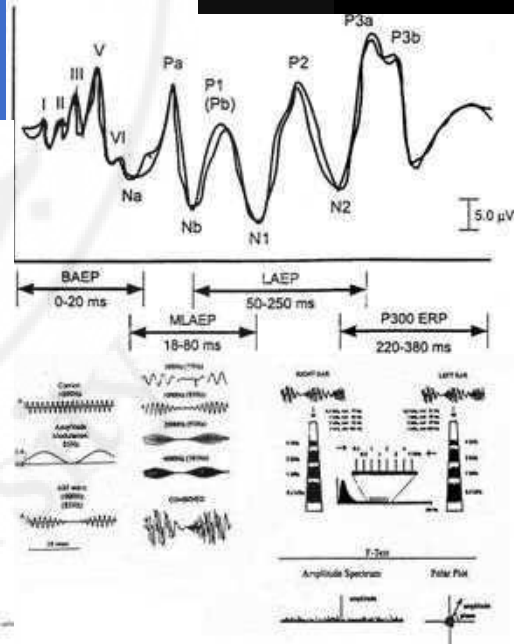
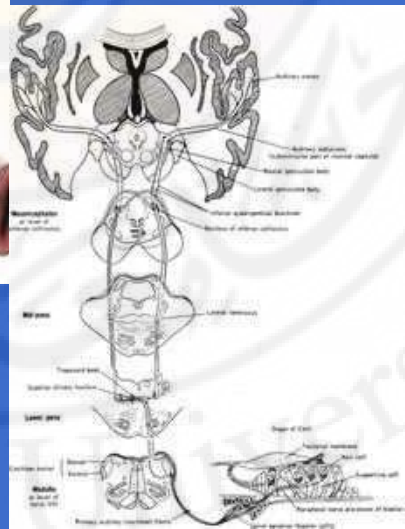
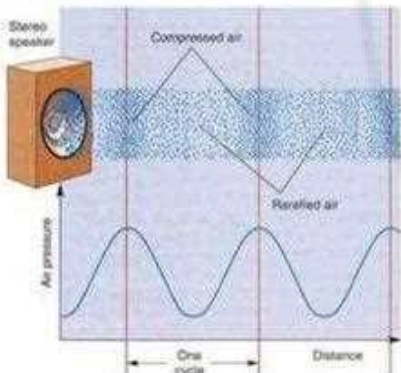
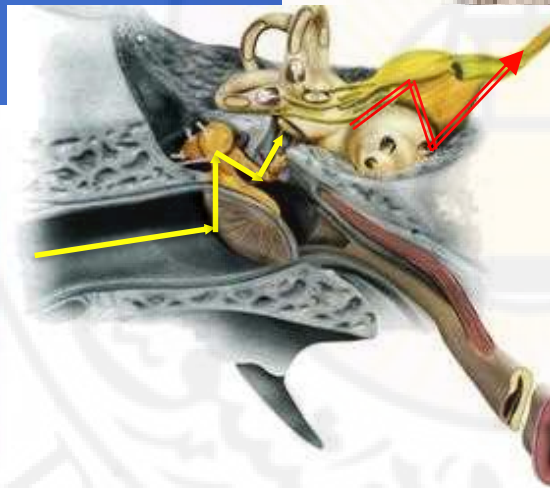
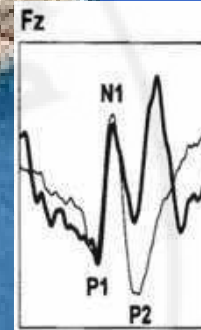
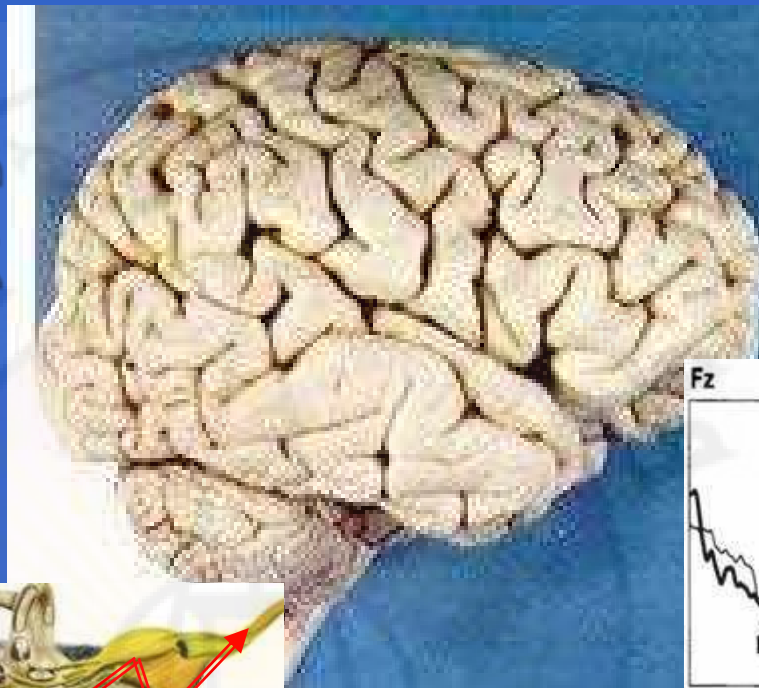
الجهاز السمعي

اشارة صوتيه

نتيجة التنبيه الصوتي للجهاز السمعي

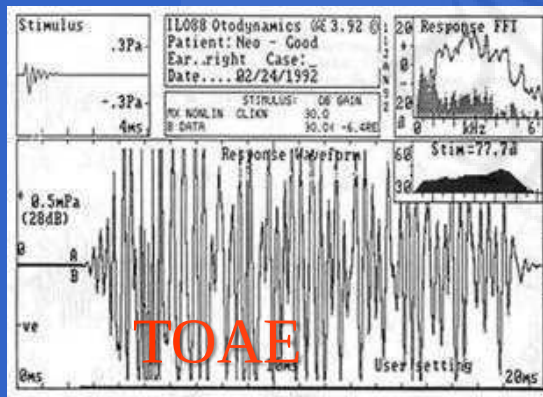
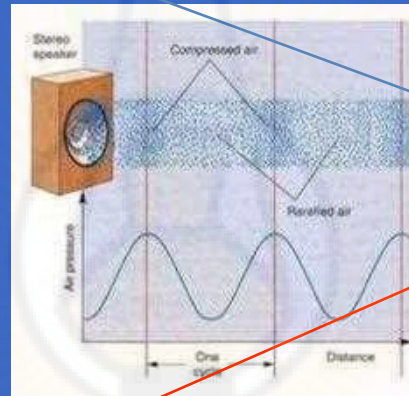
- ردود فعل الجهاز المحيطي كالأذن الخارجية والوسطى وما يتم من تضخيم وتعزيز لتواترات معينة في الصوت تصل إلى سوائل الحلزون وتهز الغشاء القاعدي حسب كل تواتر ضمن ما يسمى الموج المسافر وماله من خصائص ديناميكية.
- تبديل الموجة الصوتية باستجابة كهربائية (توليد كمون العمل)
- انتقال الموجة العصبية على شكل كمون عمل للمستويات الأعلى والأدنى
- توليد منعكسات مختلفة كالمنعكس السمعي وغيرها
- استخراج وإدراك الرسالة الصوتية في القشر وماتحت القشر كالمهاد كمرحلة أولية.

نتائج تبديل الطاقة (توليد كمون العمل)

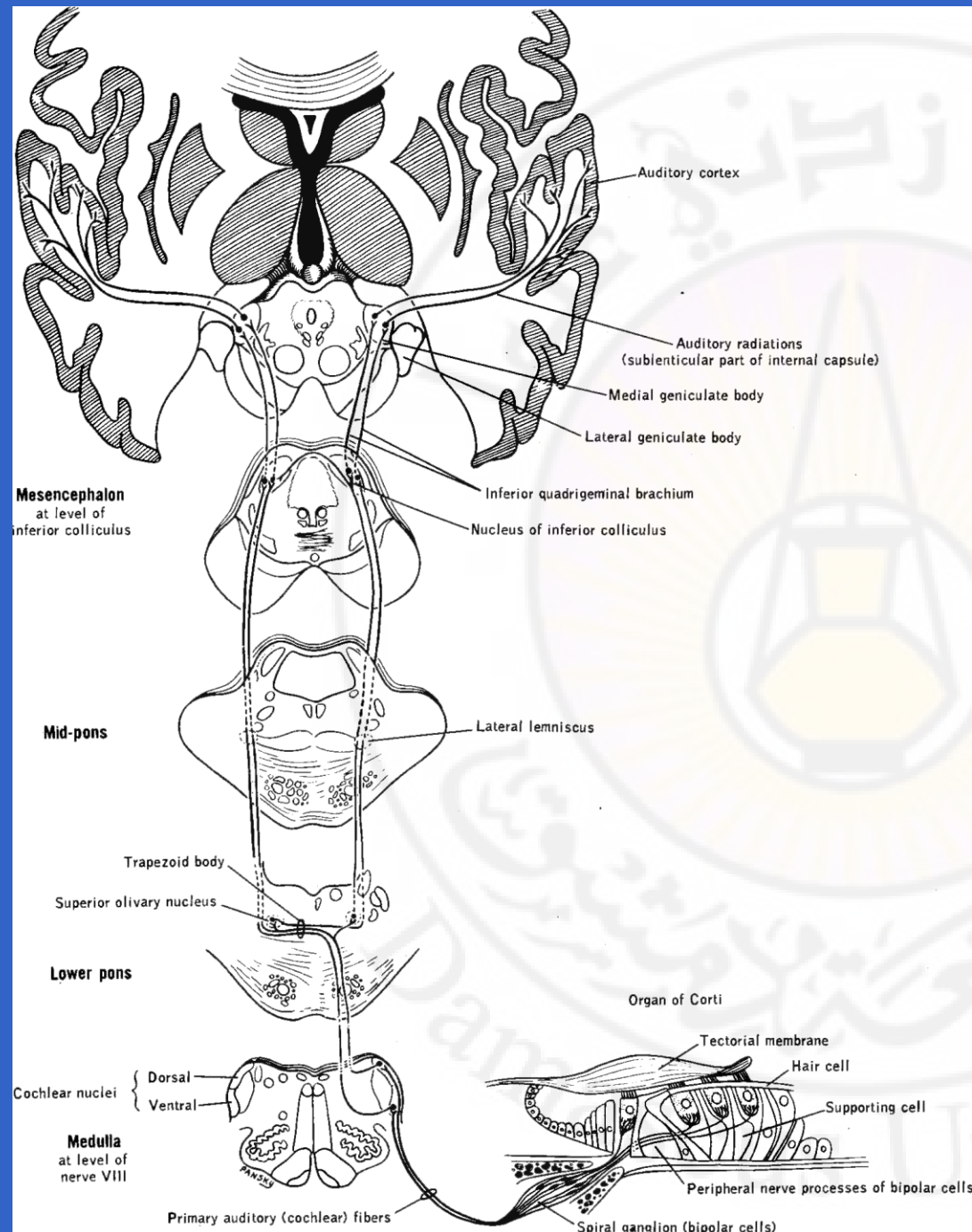


مختلف نتائج انتقال وتحول الطاقة

TYMPANOGRAM	PRESSURE	MOBILITY
	NORMAL	NORMAL
	NORMAL	LOW
	NORMAL	HIGH
T&R		
	NEGATIVE	NORMAL
	NEGATIVE	LOW
	NEGATIVE	HIGH
	POSITIVE	NORMAL



وظيفة الجهاز السمعي: تحويل الطاقة – توليد كمون العمل وانتقال الموجة العصبية



شروط تسجيل الكمونات المحرصة

- وجود كمون العمل (يولد حوله حقل كهربائي يتعامد مه حقل مغناطيسي) بمقدار قابل للقياس
- يتم تسجيل هذا النشاط الكهربائي بمساعدة الأجهزة المناسبة
- توفر الأجهزة والتقنيات المناسبة لتسجيله مع ظروف التسجيل المتعلقة بالشخص المفحوص وبالظروف الفيزيائية المحيطة.

الحقل الكهربائي

(Potential Field)

- كمونات العمل المتشكلة والكمونات مابعد مشبكية تصطف الى جانب بعضها بفعل التجمع المكاني والزمني مشكلة تيار كهربائي بشكل حقل كهربائي يعتبر هو مولد الكمونات المحرضه السمعيه (Auditory Evoked Potentials, AEP).
- إذا هذا الحقل هو حاصل انتشار الجريان الكهربائي في غشاء النورونات [جريان غشائي] في الأفضية بين النورونات.

يتعلق قياس الحقل الكهربائي ب

- نوع التيار الغشائي
- حجم النورونات المشاركة
- درجة تزامن مولدات الكمون
- جهة وهندسة النورونات
- التجمع الحجمي المكاني وشروط التسجيل

نوع التيار الغشائي

ناتج عن:

- انتشار كمون العمل  على طول المحور

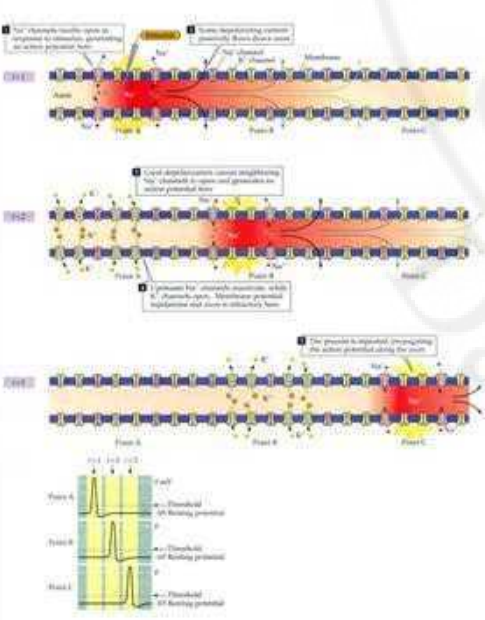
او

- الفعالية مابعد المشبكية  بين عصبونين أو اكثر
- لكل من هذين الجريانيين خصائصه المميزة والتي تتحكم بخصائص الاستجابة التي سيتم تسجيلها.

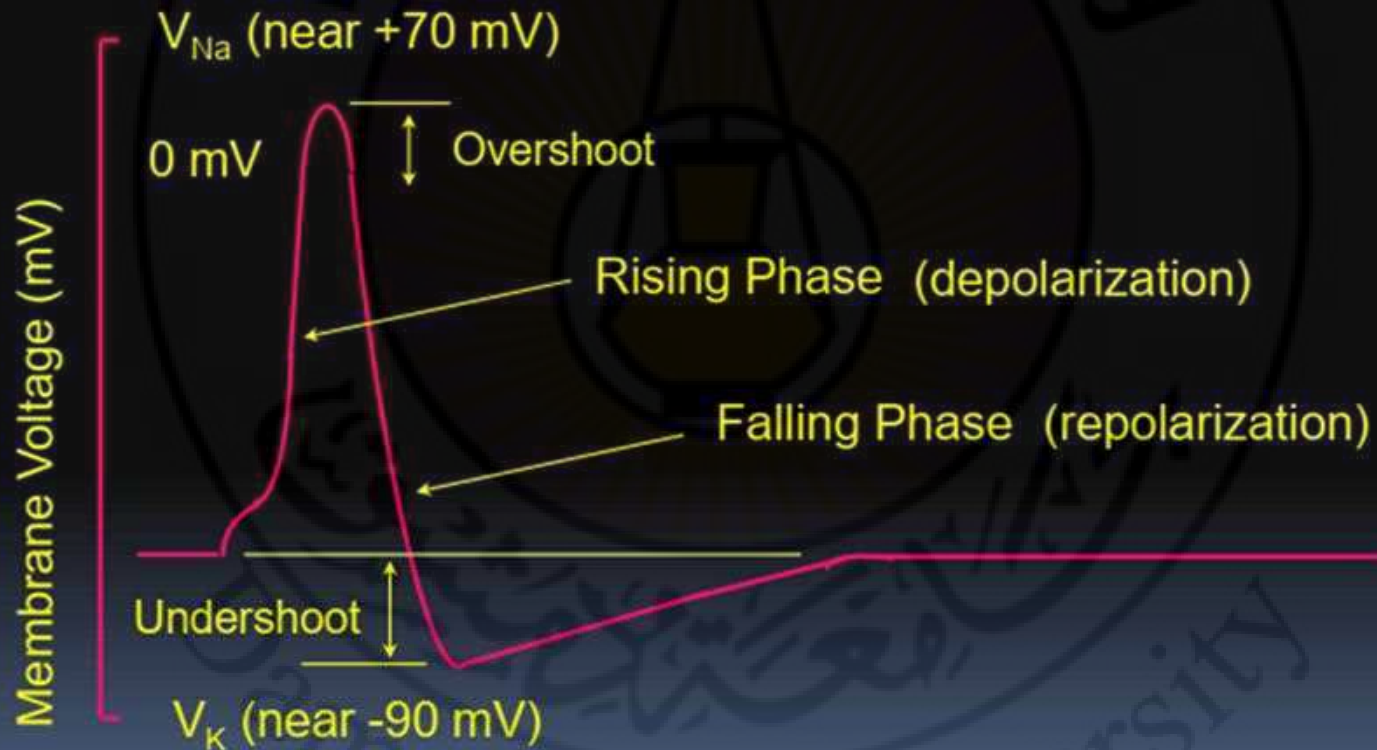
كمون العمل

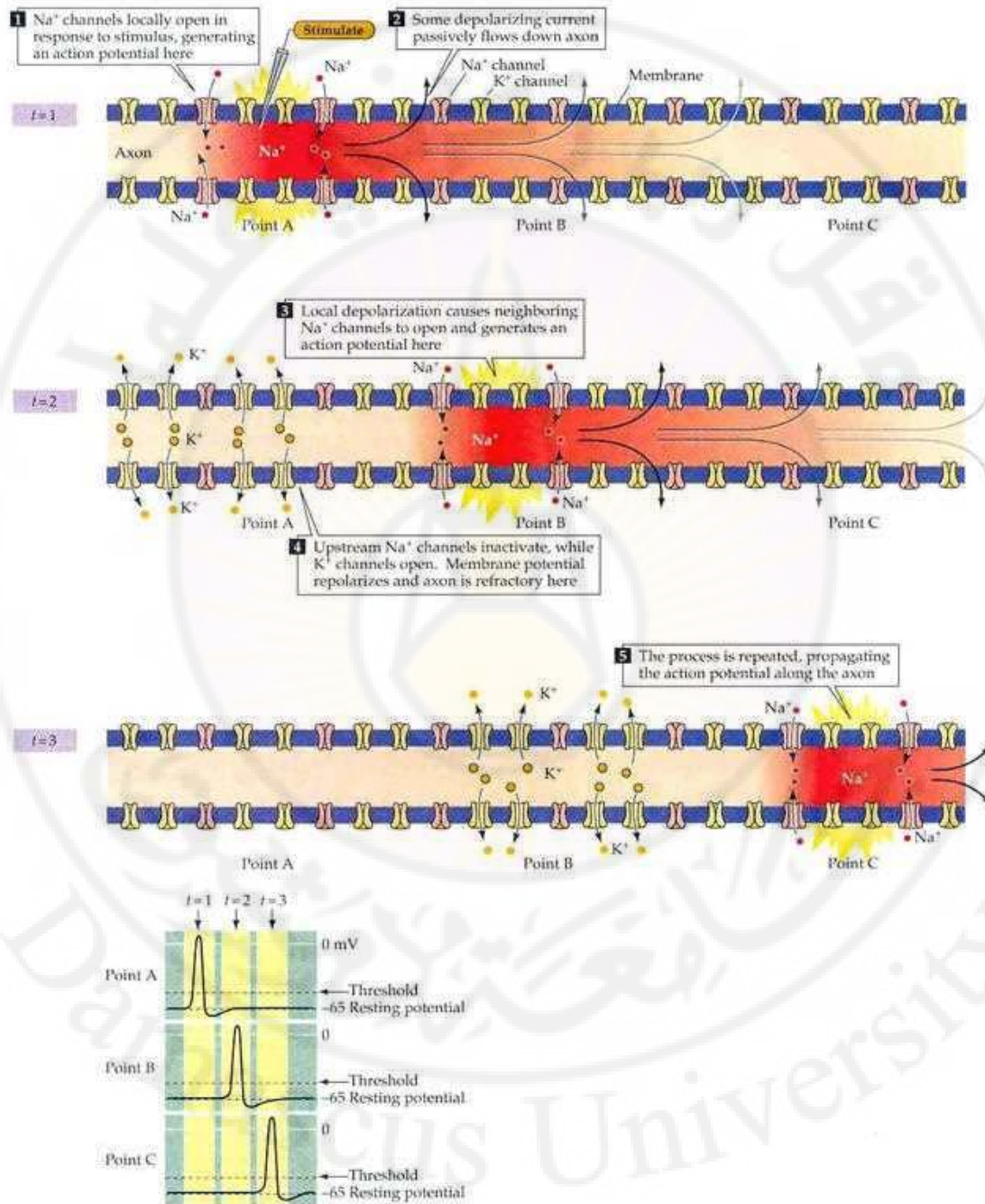
(Action Potential, AP)

- تنبيه غشاء العصبون بمستوى مساوي أو يفوق العتبة (أكثر من ١٥ ميلي فولت)
- دخول سريع وفعال لشوارد الصوديوم عبر الأيونية الشاردية
- نزع استقطاب – عودة استقطاب وفرط استقطاب غشاء العصبون
- قانون الكل أو اللاشيء
- مدته محدودة (5 ميلي ثانية)
- حقل كهربائي متحرك (دايناميك)



Action Potential Properties





• نزع الاستقطاب:

- دخول شوارد الصوديوم داخل الاستطالات العصبونية: الحوض

(+) / *SMB*

- في الجهة الأخرى للاستطالة، تيار جبراني سلبي (-) المنبع 

- كنتيجة توليد ثنائية القطب  و

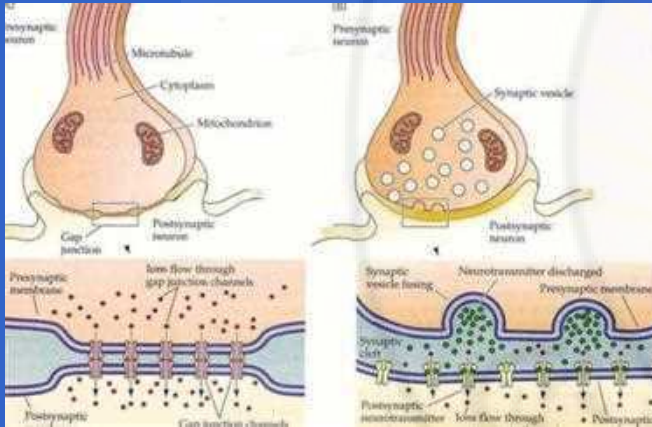
• النتيجة النهائية:

- إيجاد الكمونات السمعية الكهربائية المحرزة 

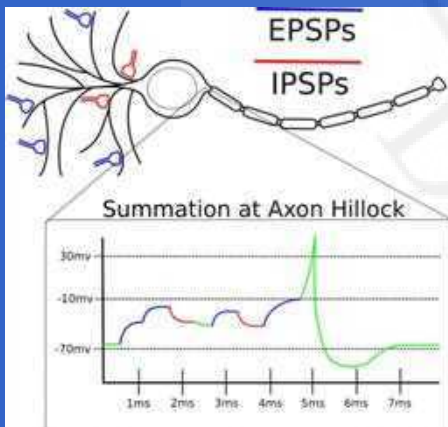
والمغناطيسية

الكمونات بعد المشابك

- امواج بطيئة (١٠ الى ١٥ ميلي ثانيه) و وحيدة الطور ناجمة عن الفعالية الكهربائية المحدودة.

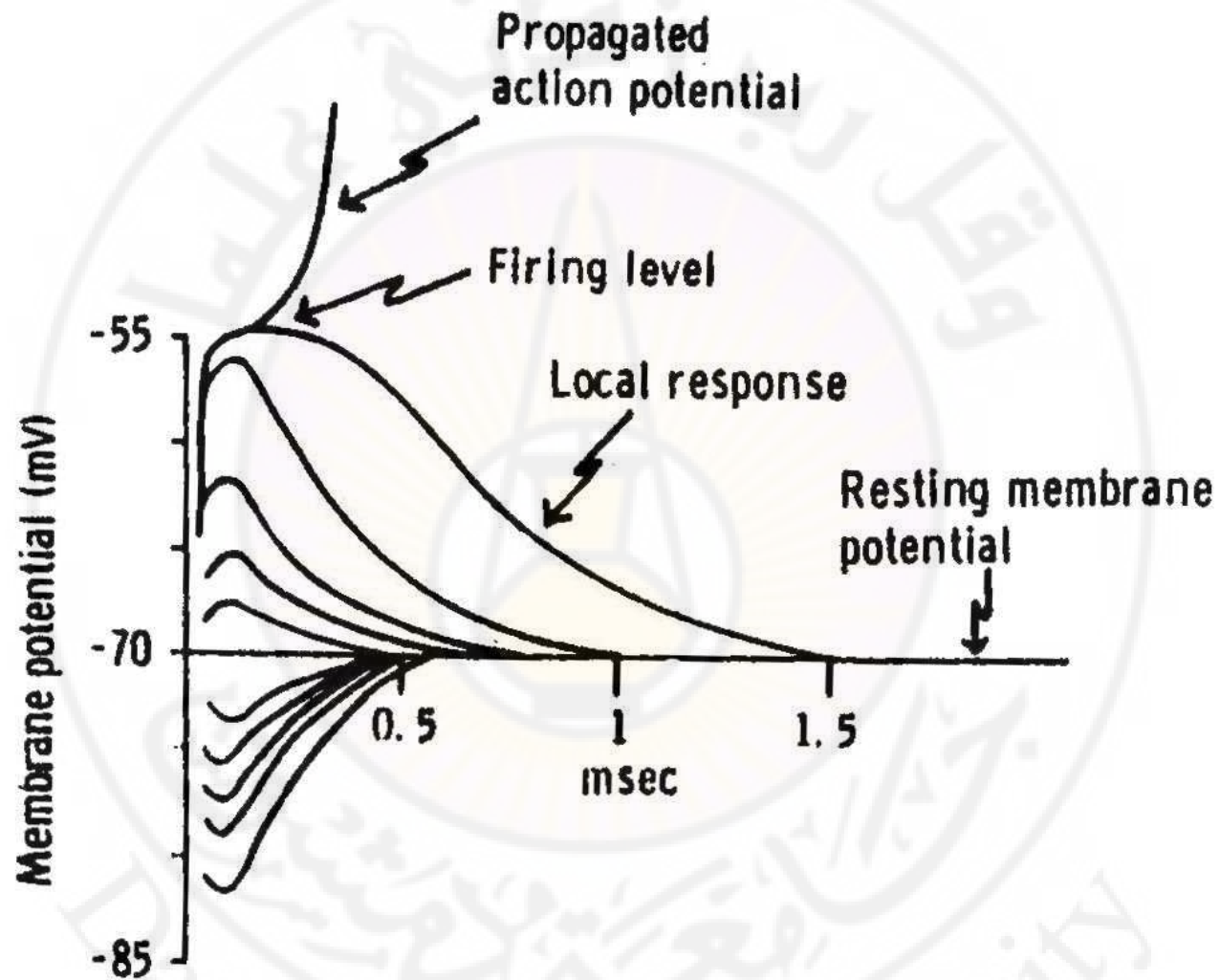


- نوع الحقل الكهربائي: ثابت غير متحرك
- تصل قدرته المطلقة الى ١٠ الى ١٥ ميلي فولت



– اكثر من ذلك يتجاوز العتبه ويحدث نزع استقطاب

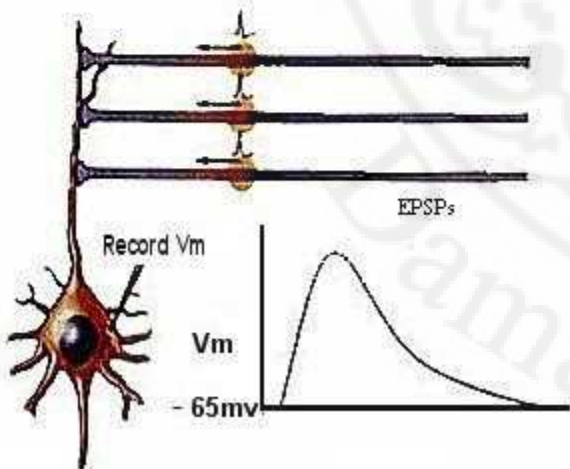
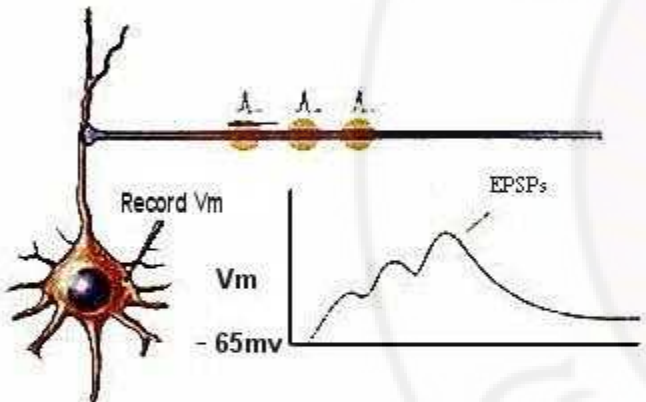
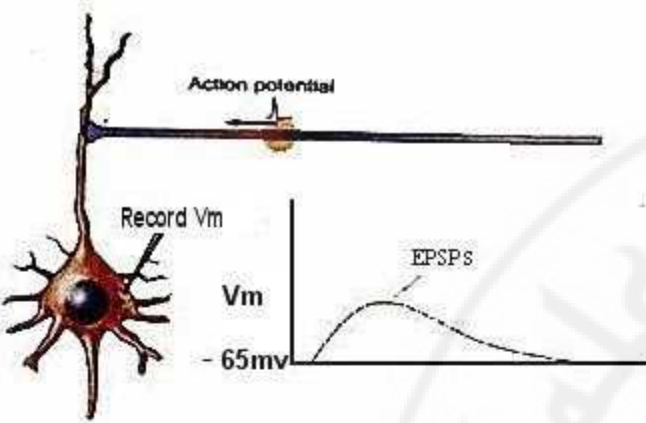
- نتیجه : ايجاد □□□□



تزامن المولدات

- التجمع المكاني Spatial Summation: تجمع النشاط الكهربائي من مجموعة نورونات مصطفة بشكل قريب.

- التزامن Temporal Synchronization: وهنا يتم تسجيل النشاط الكهربائي بشكل متزامن من منبع واحد يا منابع متعددة.

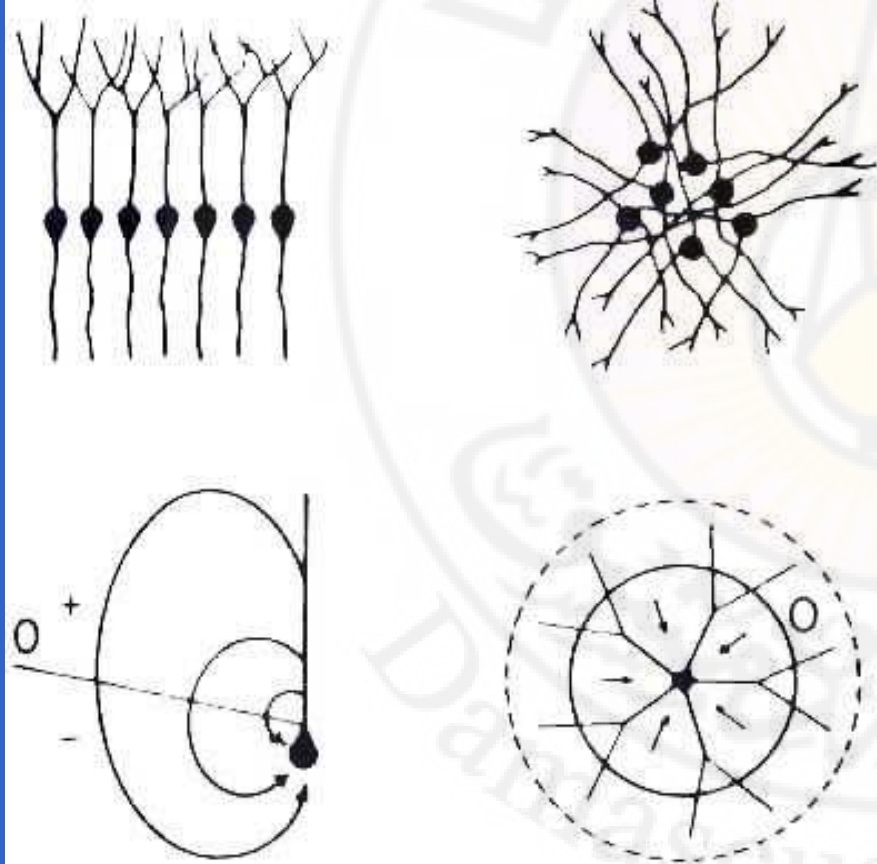


التجمع الحجمي



- يقصد بالتجمع الحجمي تسجيل النشاط الكهربائي من مجموعة من النورونات المصطفة إلى جانب بعضها البعض لتشكل تيارا كهربائيا قويا، يمكن التسجيل بطريقتين وهما:
- **حقل قريب (Near Field)** : يمكن تسجيل الاستجابة من حقل قريب وبالتالي تكون نقية خالية من النويز ولكن يكون التجمع الحجمي بالحد الأدنى.
- **حقل بعيد (Far Field)** : أما الحقل البعيد فيتم من خلال الكترودات تسجيل بعيدة نسبيا عن مولد الجريان وبالتالي يتم تسجيل كامل النشاط الكهربائي للحقل ولكن أيضا يتم تسجيل مقدار من النويز يحتاج إلى تصفية ومعالجة.

جهة وهندسة العصبونات

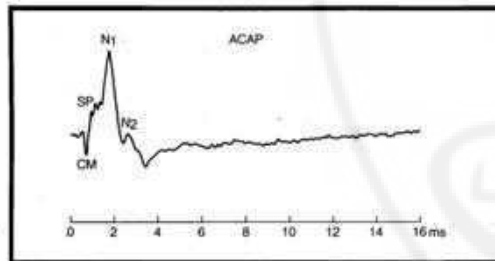
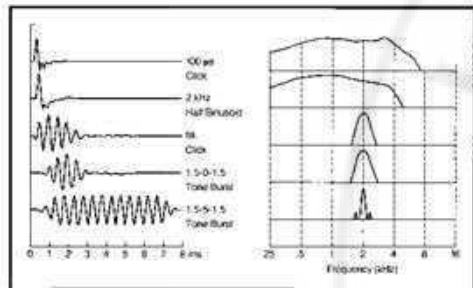


- يتعلق مقدار التجمع الحجمي بجهة وتوزع هندسة العصبونات إلى جانب بعضها البعض حيث توجد عدة أشكال للحقل وهي:
- حقل مفتوح (Open Field)
- حقل مغلق (Closed Field)
- حقل مختلط

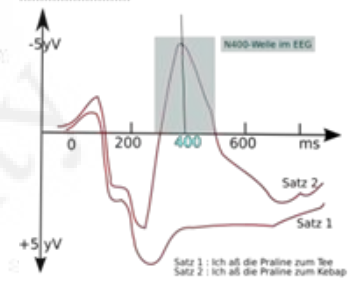
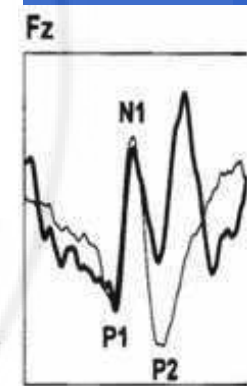
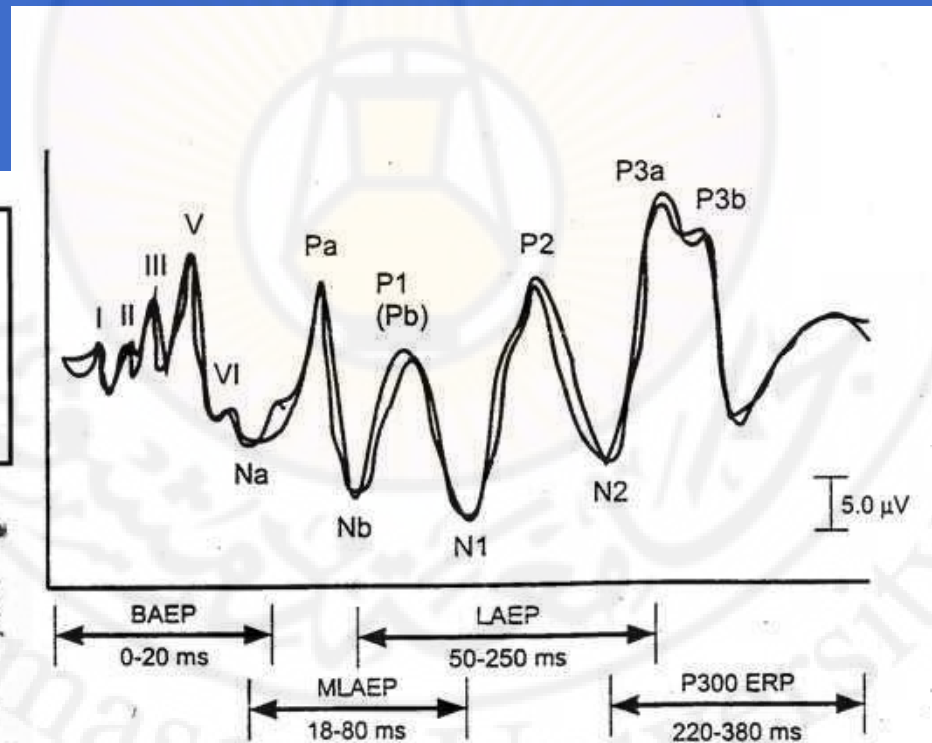
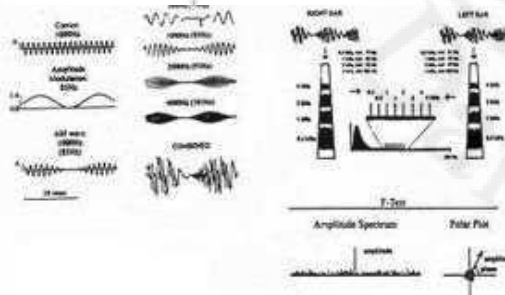
تصنيف الاستجابات

- حسب زمن الكمون
- حسب الطيف التواترى
- حسب مكان التوليد
- حسب الاساس البيولوجى (داخلى – خارجى)

الاستجابة المتوقعة: تغيير كمونات العمل مع الزمن نتيجة التنبه الصوتي



5.4: Click evoked ACAP with the peaks N1 and N2.



التصنيف حسب زمان الكمون

- قصيره اقل من 10 ميلی ثانيه ≤ 10
- متوسطه بين 10 الى 50 ميلی ثانيه $10 < \leq 50$
- متاخره اكثر من 50 ميلی ثانيه ≥ 50
- انواع اخرى كالاستجابات التفاضلية



علم الفيزيولوجيا الكهربائية

المحاضرات ٢-٣

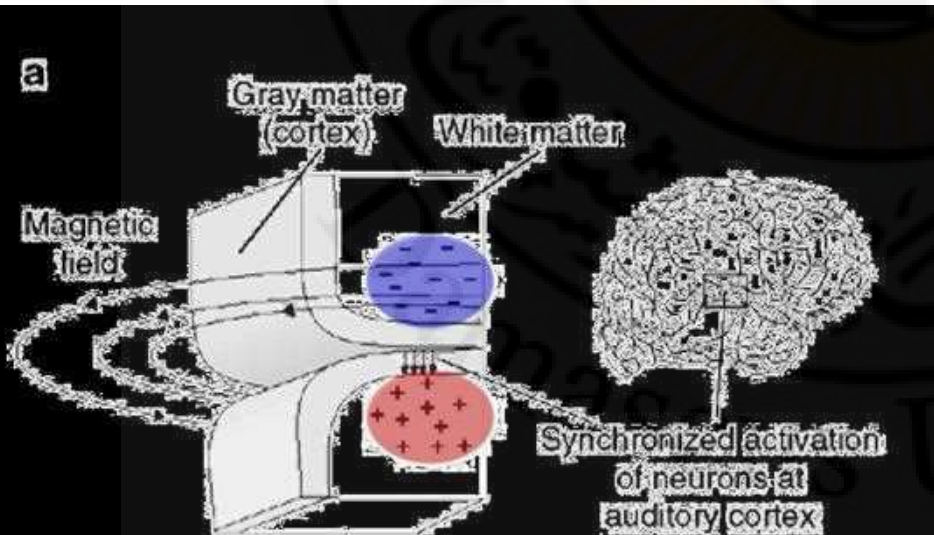
Signal Processing

Dr. Samer Mohsen

October 2022

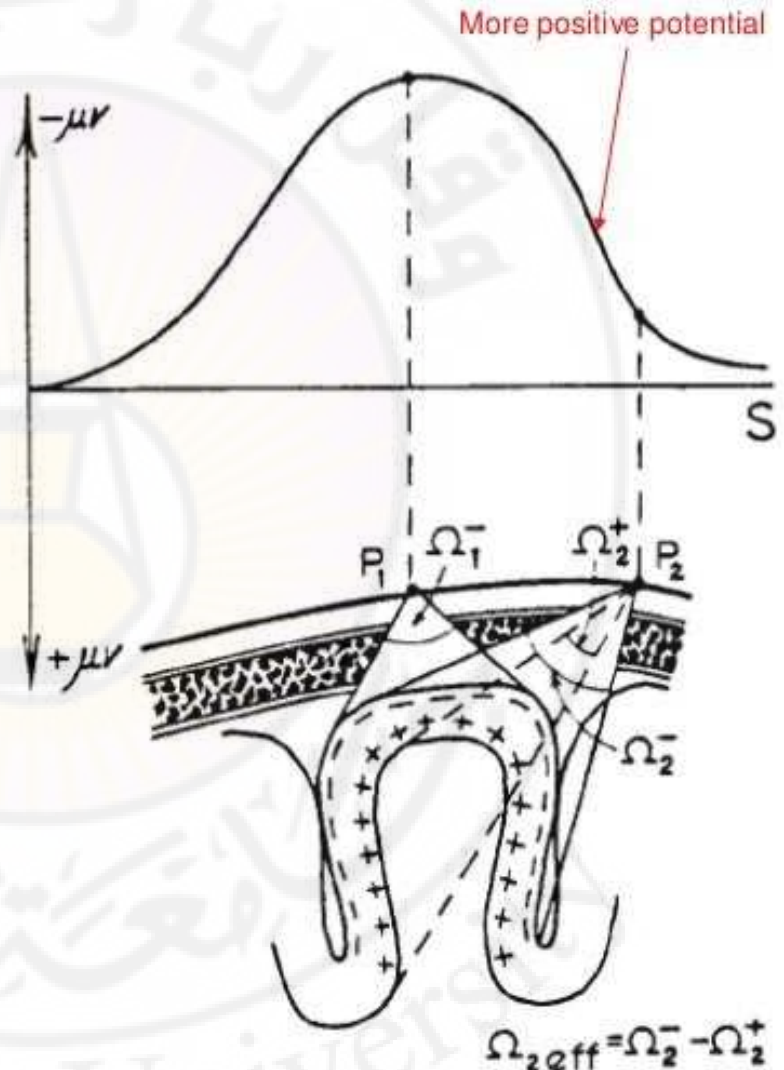
dipole source localization

- كل عقدة عصبية أو محطة معالجة في القشر وجذع الدماغ تقوم بتلقي معلوماتها من محطات أخرى تشكل الطريق الوارد وتقوم هي بنفسها بمعالجة البيانات الواصلة إليها لترسلها على شكل كمونات ما بعد مشبكية إلى المراكز الأعلى منها.
- هذه المراكز عندما تقوم بتوليد الإشارة الكهربائية فإنها تتبع أسس علم الكهرباء باصطفاف الشحنات الموجبة والسالبة على شكل قطبين ومن ثم يتشكل تيار كهربائي يقوم بالانتشار حسب جهة انتقال الإشارة.
- هذه المراكز تسمى مولدات ثنائية القطب وحسب موقعها من الخط الناصف أو احد الجانبين ترى هذه الطاقة الكهربائية من الكترود لاقط على شكل تيار كهربائي مقرب يأخذ اعتباريا شحنة موجبة أو تيار مبتعد يأخذ شحنة سالبة حيث يستفاد من هذه الخاصية الهامة من خلال التقاط الإشارة من مكانين متعاكسين بالاتجاه حيث ينتظر ان ترى نفس الإشارة ولكن بشحنتين متعاكستين الامر الذي يشكل أحد اهم نقاط معالجة الإشارة من خلال التضخيم التفاضلي.
- الخلاصة ان ثنائية القطب هي المولد الأساسي



Potential Distribution

- Cortex is folded and so orientation of the dipole layer can change.
- The dipole sheet lies along the gyrus and in to adjacent sulci.
- Scale potential reflect both radial and tangential components.
- Potential on the right is less negative because of the contribution of the positive potential from the sulcus on the left.
- Each electrode reflects the sum of the current flow directed at it.



The background of the slide features a large, faint watermark of the Damascus University logo. The logo is circular, with the university's name in Arabic 'جامعة دمشق' at the top and 'Damascus University' at the bottom. In the center is a stylized sunburst or star symbol.

Signal & System

الإشارة والنظام

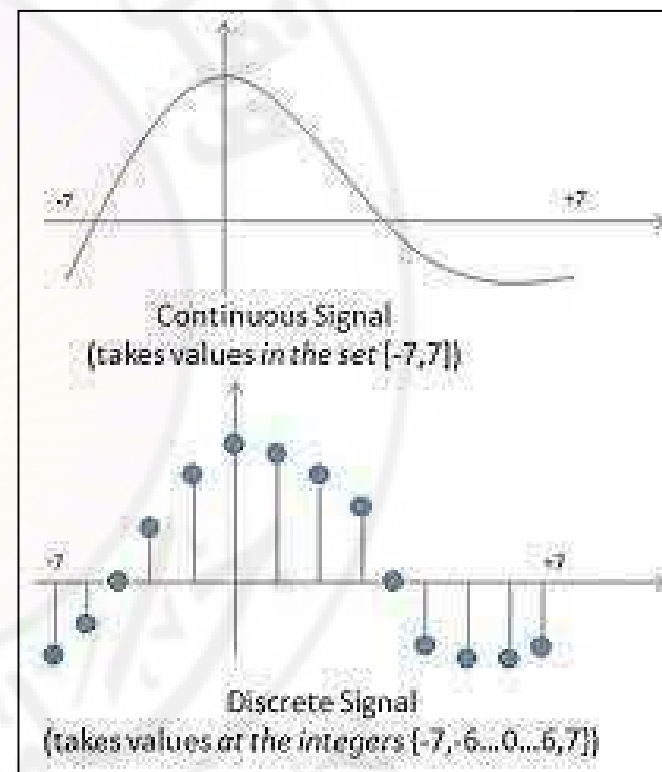
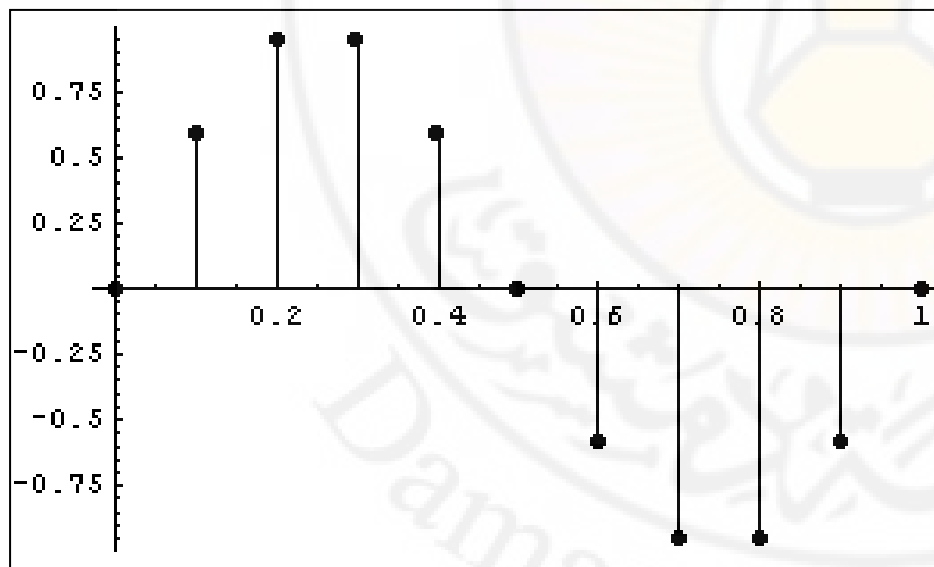
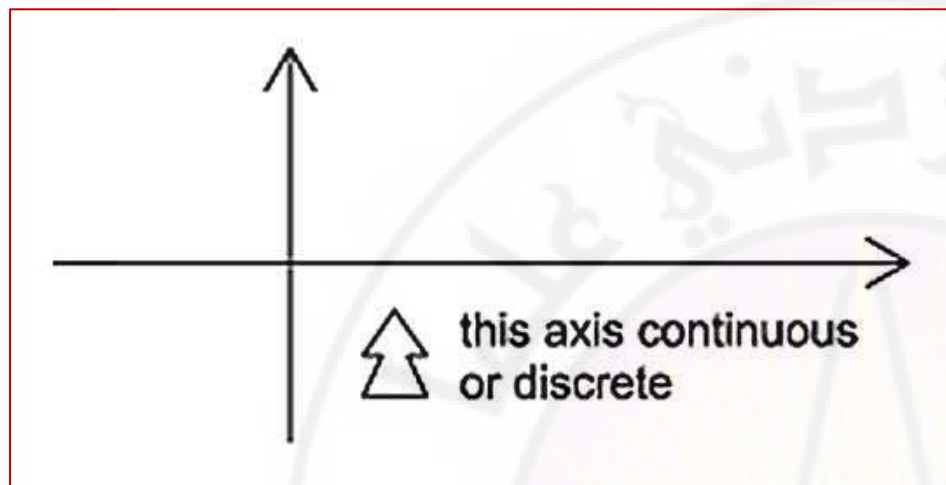
الإشارة Signal

- كل كمية قابلة للقياس فيزيائياً.
 - قد تنسب إلى نظام (سيستم) حيوي أو غير حيوي.
 - تتغير حسب الزمان والمكان.
 - كهربائياً: هي إشارة كهربائية متغيرة في الزمان والمكان.
 - قد تكون مستقلة وقد تكون دليل على متغير كمي أو كيفي
- آخر

Signal as time function

- *Continuous-time vs. discrete-time*
- *Periodic vs. Aperiodic*
- *Analog vs. digital*
- *Deterministic vs. Random*

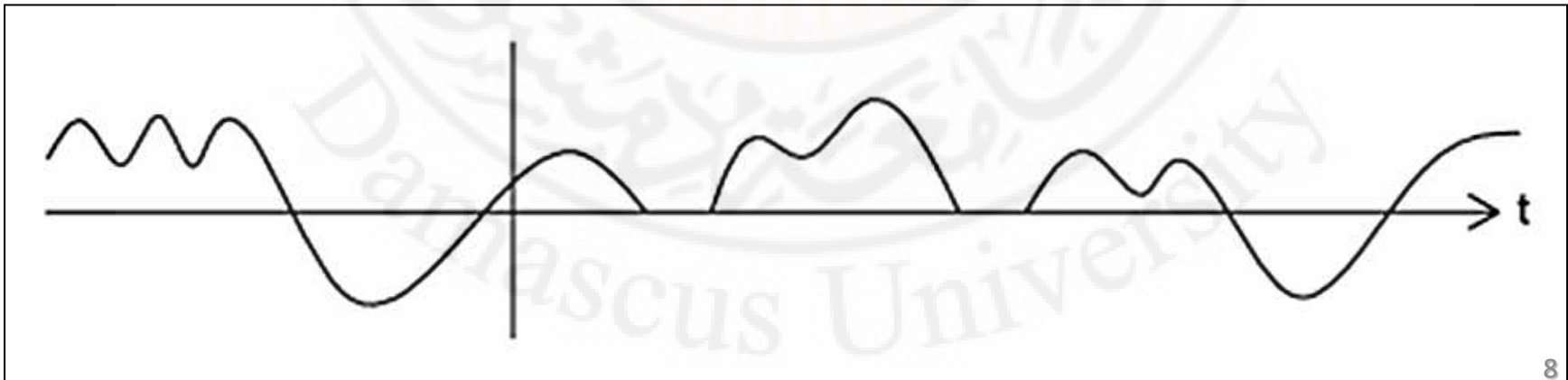
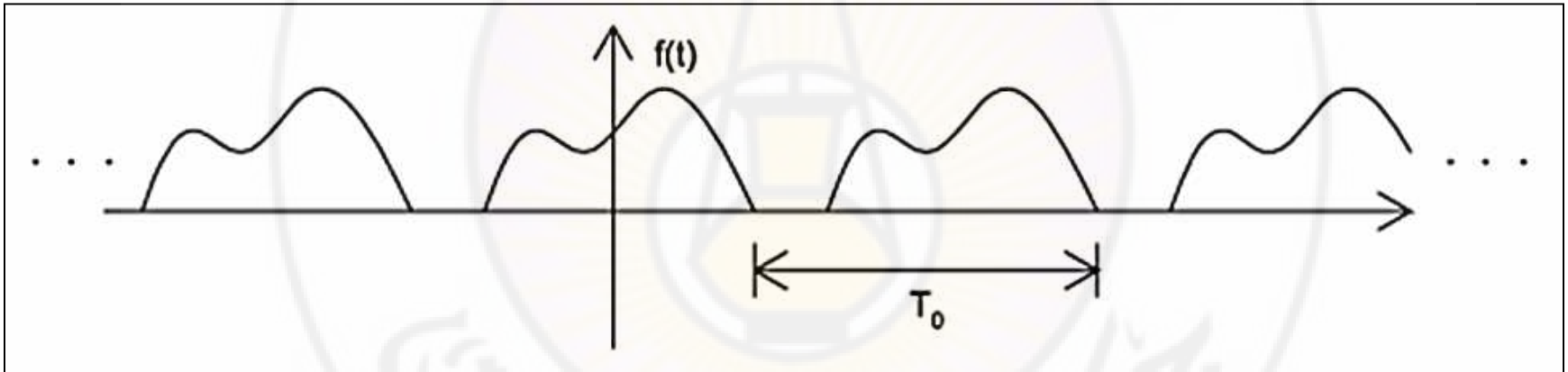
- عندما يتم الحديث عن الإشارة كأساس لعلم الفيزيولوجيا الكهربائية لابد من التأكيد على خصائصها ليتم التعامل معها بالشكل الصحيح فهي مستمرة او متقطعة، دورية او غير دورية او شبه دورية أحيانا، تماثلية ام رقمية ومعلومة هامة ان كل الإشارات الحيوية هي إشارات تماثلية بالطبع وليست رقمية، وأخيرا هل هي حتمية دائما تتبع نفس السلوك ام انها عشوائية لايمكن التنبؤ بها؟



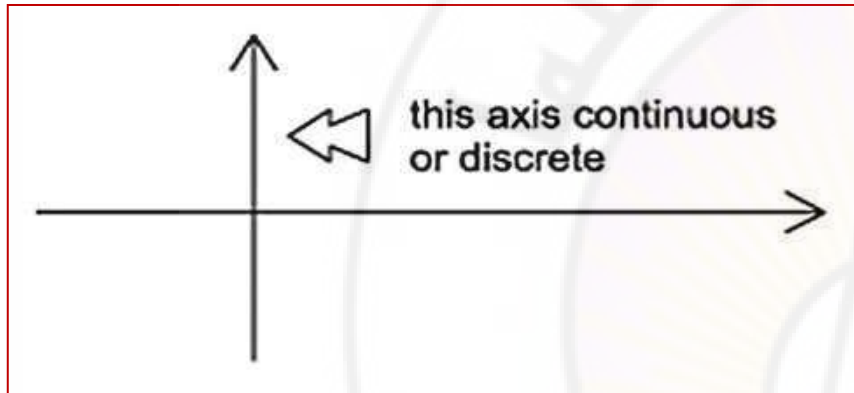
Periodic vs. Aperiodic

Period: T

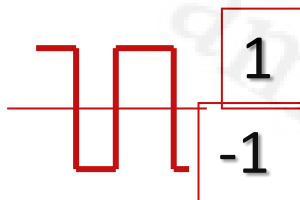
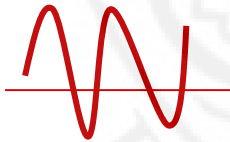
Frequency: $1/T$



Analog/ Digital

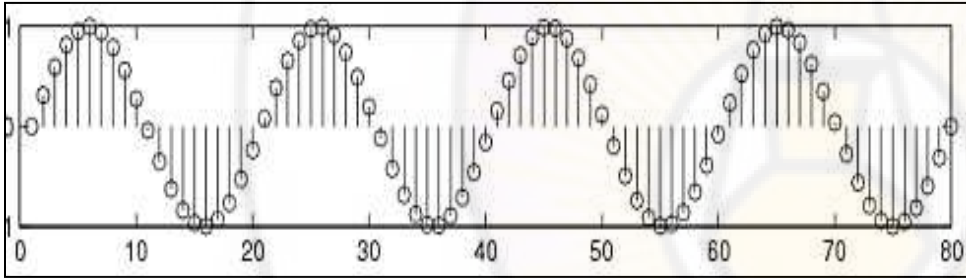


- تفاوت في استمرارية أو تقطع الإشارة على محور y
- الإشارة الرقمية متقطعة وعددية.
- الإشارة الرقمية: مكون ثنائي العدد بشرط ان يعبر عن إشارة تماثلية.

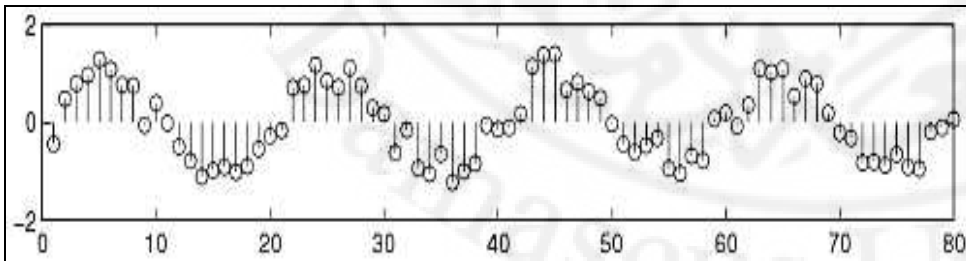


Deterministic Signal vs. Random

- تتميز الإشارة القطعية بسلوك محدد عبر الزمن بحيث يمكن حسابه من خلال معادلة رياضية أو جدول معين وكما يمكن حساب بالقيم اللاحقة من خلال القيم السابقة.

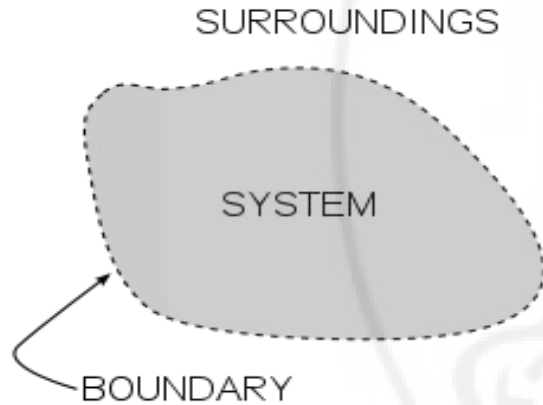


- الإشارة العشوائية يتبدل سلوكها عبر الزمن ومن خلال اعتيان مجموعات مختلفة منها يمكن توقع هذا السلوك.



النظام System

- النظام أو وحدة المعالجة كما نتناوله هنا: يقصد به مجموعة العوامل المتفاعلة مع بعضها بطريقة متجانسة ومتسقة لتحقيق هدف معين.



- يتميز النظام بروابطه الداخلية وعلاقاته مع المحيط.
- الأنظمة أنواع مختلفة: حيوية – اجتماعية – بيئية – فيزيائية – سياسية – إدارية.. الخ، اذا هو مفهوم عام وشامل.
- النظام الحيوي مثلا لجسم الانسان هو كل ما يخص معالجة المدخلات والمخرجات داخل الجسم وبالتفاعل مع المحيط.
- النظام السمعي هو وحدة المعالجة السمعية التي نتناولها في هذا المقرر والتي تتعامل مع الإشارة السمعية منذ ورودها وحتى تفسيرها من المحيط الى المركز.

Transformation System

- A **transformation system** is any activity or group of activities that takes one or more inputs, transforms and adds value to them, and provides outputs.
- System + processing = a new signal from a previous one.

• لأننا نتحدث عن النظام الحيوي بشكل عام والنظام السمعي بشكل خاص في هذا المقرر كان لابد من تعريف نظام التحويل وهو النظام الذي يتعامل مع المدخلات (الإشارة الصوتية الواردة مثلا) ويقوم بمعالجتها واجراء تعديلات عليها (تضخيم – فائرة – ترميز) وتحويلها لأشكال مختلفة (ميكانيكية – كهربائية) ومن ثم الخلوص لإشارة أخرى هي ناتج معالجة الإشارة الأولى ونقصد هنا ادراك الصوت مثلا من خلال توليد الإشارة في القشر السمعي كنتيجة لما تم من معالجة في المراكز جميعها.

Discrete and Continuous Systems

- A discrete system is one in which the state variable(s) change only at a discrete set of points in time. E.g. customers arrive at 3:15, 3:23, 4:01, etc.
- A continuous system is one in which the state variable(s) change continuously over time. E.g. the amount of water flow over a dam.
- النظام أيضا قد يكون مستمر وقد يكون متقطع فالنظام المستمر هو الذي يستمر بالمعالجة وتقديم المخرجات بشكل مستمر وليس بشكل لحظي او متقطع حيث يمكن في المتقطع تحديد وحدات الخرج وفقا لتسلسل زمني معين.

Linear & Non-linear system

- A linear system is a mathematical model of a system based on the use of a linear operator.
 - $\{x1 = y1\}$ /scaling (homogeneity)
 - superposition (additivity) $\{x1 + x2 = y1 + y2\}$
- Non-linear system refers to the type of system where the output from the system does not vary directly with respect to input to the system.
- النظام قد يكون خطي أي أن المخرجات هو تابع خطي للمدخلات وفق المعادلة الشهيرة للتابع الخطي. أما النظام غير الخطي فهو لا يتبع هذا النموذج وتكون المخرجات ذات علاقة أكثر تعقيدا مع المدخلات فقد لا تكون الزيادة بنفس المقدار في الواردات ستؤدي الى زيادة مماثلة او موازية في المخرجات فقد يقوم النظام بالتضخيم أحيانا وبالضغط أحيانا أخرى وهذه احد اهم خصائص النظم الحيوية.

Time Invariant vs. Time Variant

- A time-variant system is a system in which certain quantities governing the system's behavior change with time, so that the system will respond differently to the same input at different times
- Its output characteristics depend explicitly upon time.

• كما من الممكن ان يكون النظام مرتبط بالزمن او غير مرتبط أي ان المخرجات تكون متوقعة زمنية بعد تقديم المدخلات بفواصل زمنية معينة.

Stable vs. Unstable

- The system is said to be stable only when the output is bounded for bounded input.
- For a bounded input, if the output is unbounded in the system then it is said to be unstable.

• قد يكون النظام ثابت مستقر أو غير مستقر ويقصد بالثابت هو ان المخرج مرتبط دائما بالمدخل ونوعي بالنسبة له ومتعلق به.

Auditory System

- Transformation system
- Continuous and discrete.
- Nonlinear/ sometimes linear
- Time Invariant & Time Variant
- Stable and unstable

- بناء على ما سبق هل يمكنكم التنبؤ بخصائص النظام السمعي.
- النظام السمعي هو نظام تحويل قد يكون مستمر ومتقطع وهو خطي الى حد معين وغير خطي بالمجمل، مستقر (ثابت) ووقد يخرج عن هذا الثبات أحيانا وأيضا علاقته مع الزمن ليست حتمية دوما فهو مرتبط ومستقل به وعنه.

Auditory signal

- Acoustic signal/Electrical signal
- Continuous and discrete
- Periodic and aperiodic
- Analog
- Deterministic Signal vs. Random

- أما الإشارة السمعية أي المدخل الى النظام السمعي فهي إشارة صوتية وتتحول لكهربائية في وحدات المعالجة، مستمرة وقد تكون متقطعة أيضا، دورية وغير دورية وشبه دورية في الغالب، هي إشارة تماثلية وقطعية عادة ومع ذلك أحيانا تكون عشوائية.

Auditory Signal Processing



Output: Electrical
signal

Auditory system

Input: acoustic
signal

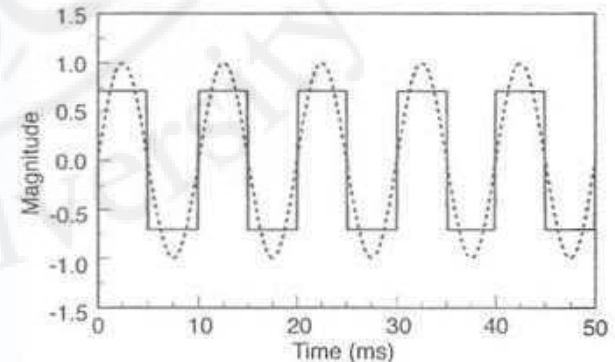
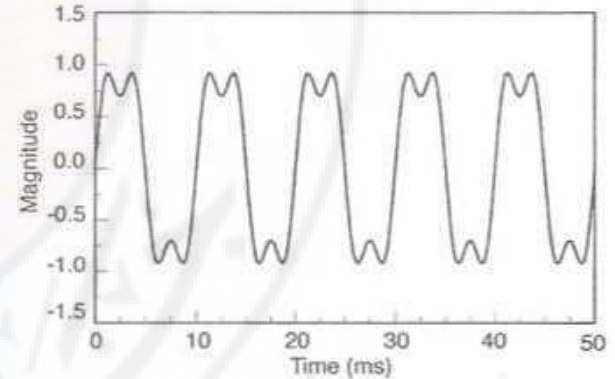
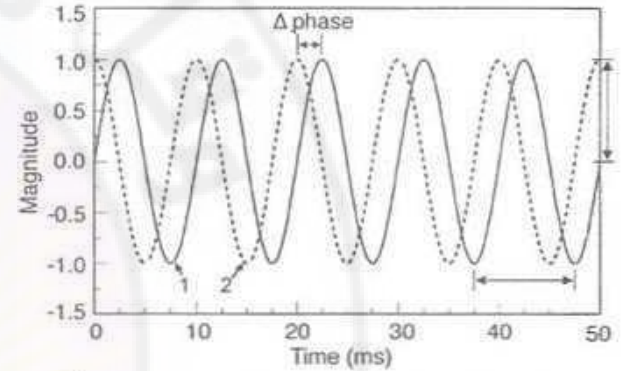
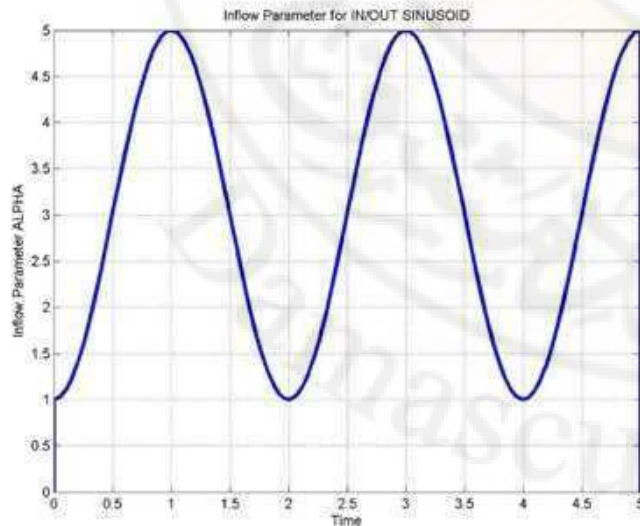
Auditory signal

- أنماط الإشارات السمعية: النغمة الصافية والكلام والضجيج والموسيقى.
- ولكن ما سنتطرق له في هذا المقرر هو أنماط الإشارة السمعية الواردة كمنبهات تستخدم في الاختبارات الالكتروفزيولوجية كالكلية والتونبرست وغيرها.
- سنستعرض أهمها هنا من حيث التركيب الفيزيائي علما انها وردت سابقا في مقرر السايكواكوستيك.
- periodic sinusoid/ puretone
- Aperiodic tone-burst / click
- Random Aperiodic noise

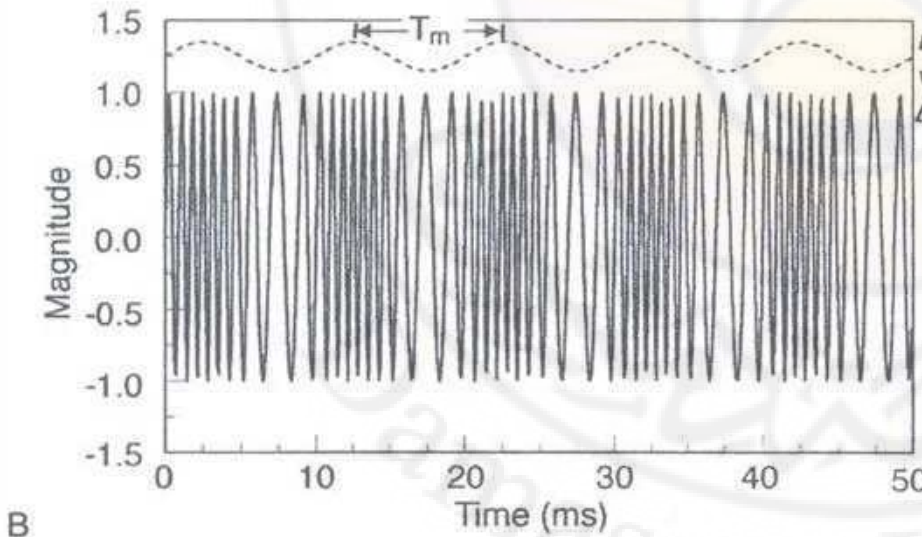
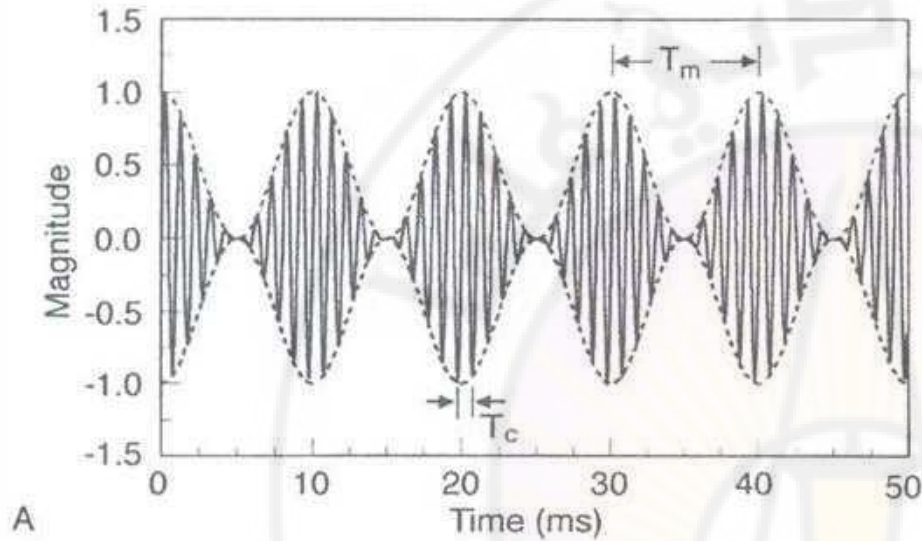
الإشارة الجيبية وهي تعبر عن النغمة الصافية

Sinusoid/
simple or complex/
pitch

الإشارة الجيبية قد تكون بسيطة كنغمة صافية او
تكون مركبة من اكثر من تابع جيبى معا وهي
التي تعطي الإشارة طبقته.



AM / FM



نغمات الماجوليشن التواتري او الشدة هي نغمات تستخدم كمنبهات سمعية لاختبار ال ASSR وهي موجودة في الحياة الواقعية أيضا وبلها خصائصها المميزة والجهاز السمعي قادر على كشفها وتحليلها ومعالجتها.

Speech sounds

- المنبه الكلامي او الإشارة الكلامية هي الإشارة الأكثر أهمية في الوظيفة السمعية وهي الإشارة الأكثر واقعية وتعاملا مع الوظيفة السمعية ولذلك لها أهمية كبيرة في علم الفيزيولوجيا الكهربائية.
- إشارة الكلام المستخدمة كنبه للاختبارات الفزيولوجية أنواع مختلفة واهمها الصوائت والصوامت والمقاطع كال DA وأيضا الأصوات الصفيرية والتي تشبه الضجيج.

- Vowels: (quasi-periodic) like A, E
- Noise: consonant like (s, sh)
- Transients like : p, t, k

(quasi-periodic)

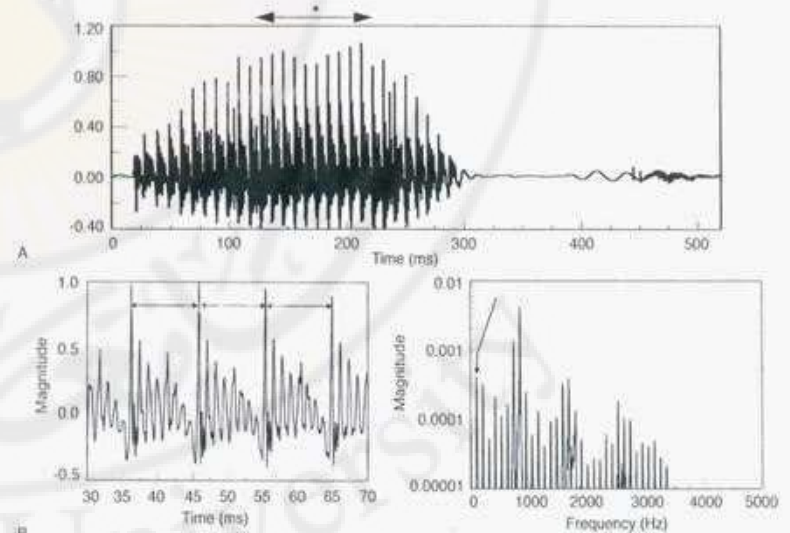
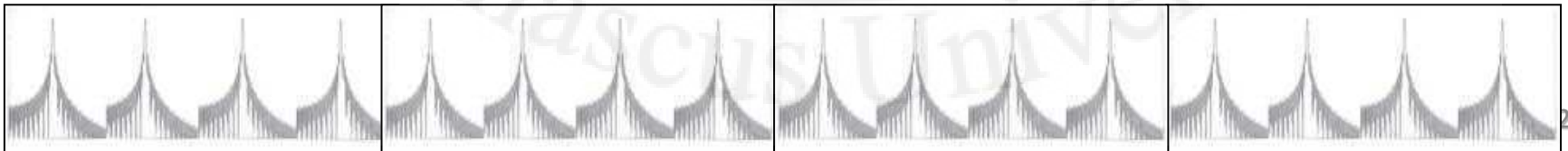
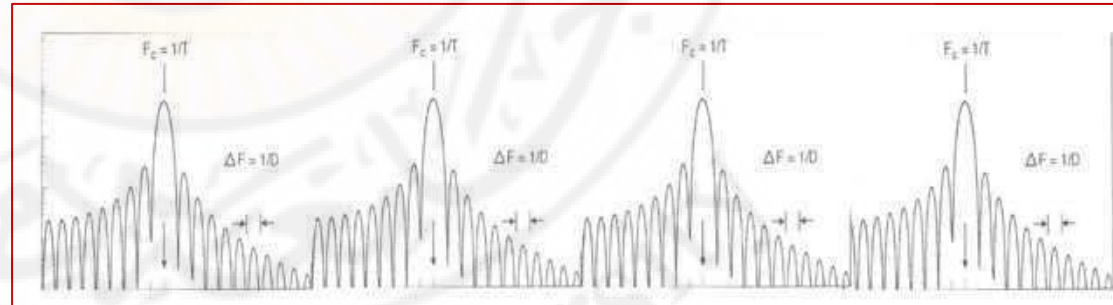
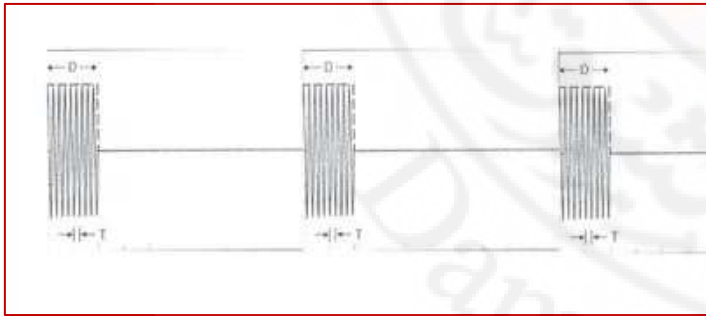
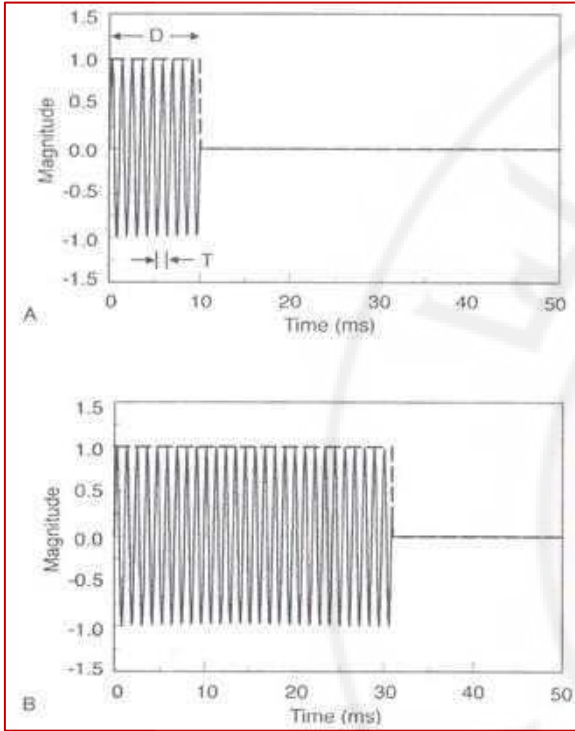


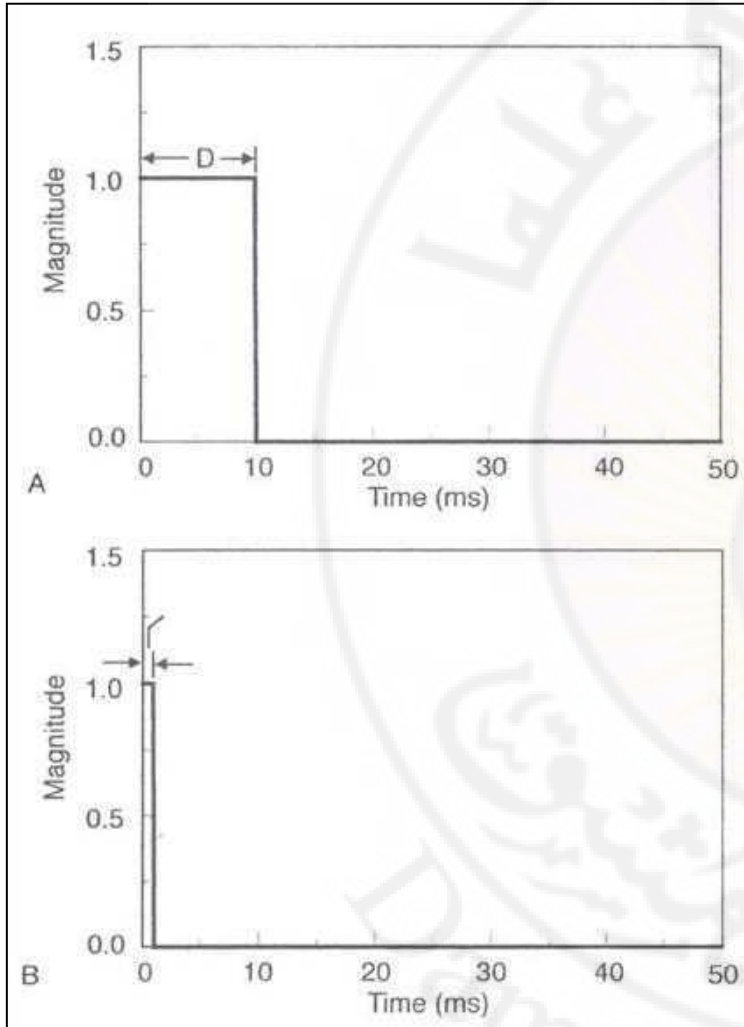
FIGURE 3.6. (A) Sample time history of a speech token, the word bat. (B and C) Analyses of middle 40-ms portion of the approximately 100 ms of the quasi-steady-state portion (*) of the entire token. Note the rather stable (fundamental) period, T , of this vowel sound in the temporal analysis and the prominent major spectral maxima characteristic of vowel formants.

النغمة النبضية القصيرة Tone-burst

هي نغمات قصيرة تتجمع طاقتها حول تواتر مركزي وهي بالتركيب حزم ضجيج ضيقة ذات اختصاص تواتري لها استخدامات هامة في الاختبارات الالكتروفيزيولوجية. تعرف من خلال تواترها وطور الصعود والهبوط والهضبة وفق معايير محددة تعطيها خصائصها، سيتم التعاطي معها بمزيد من التفاصيل في محاضرات اختبار جذع الدماغ.

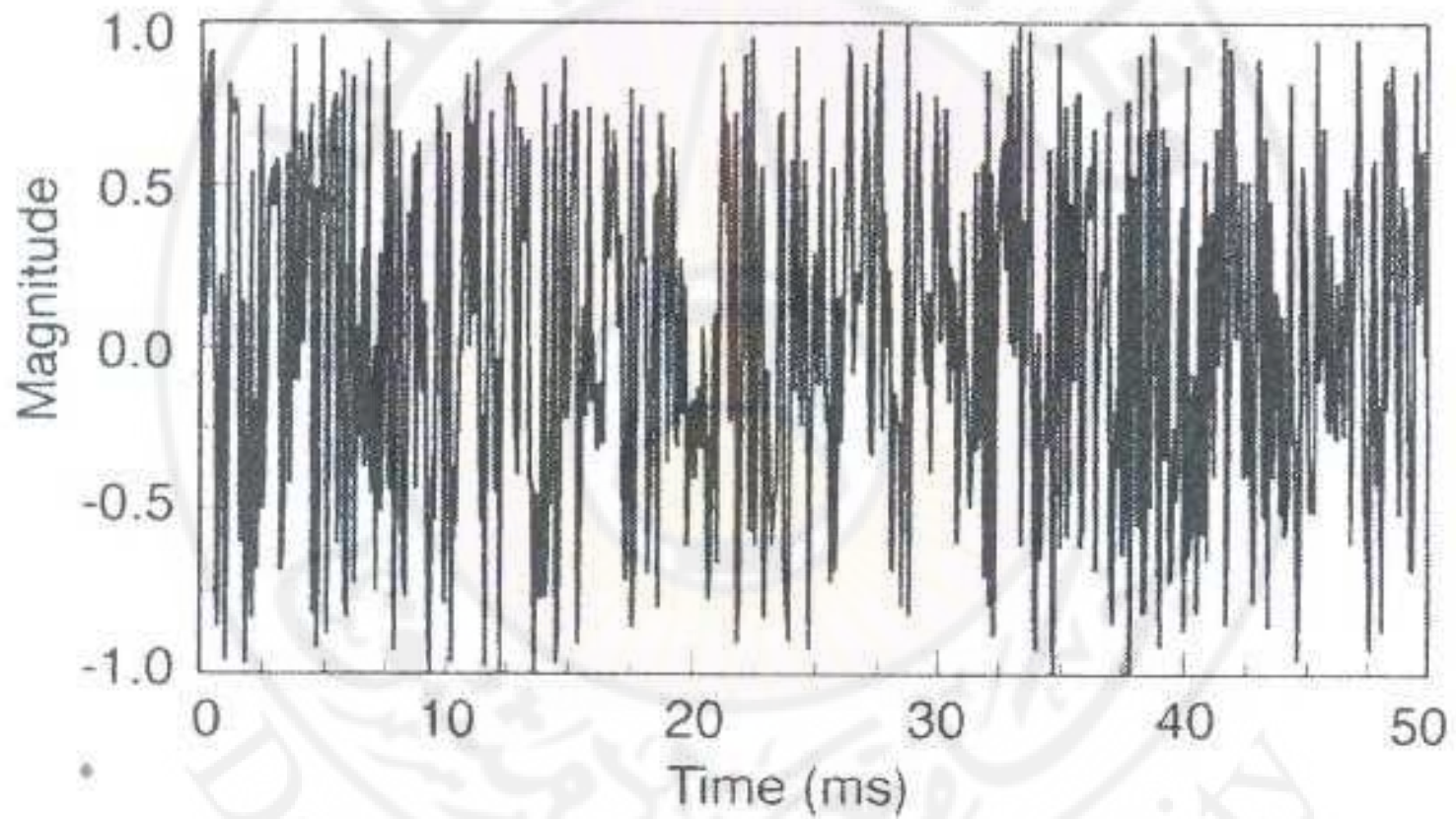


Click



أشيع المنبهات السمعية المستخدمة في الاختبارات
الالكتروفيزيولوجية وذلك لما يحمله من طاقة عالية بفضل
طيفه التواتري الواسع.
الميزة الأساسية لمنبه الكليك او النقرة هو القصر الزمني
الذي يجعله مناسب لاستثارة الاستجابات التي تمتاز بانها
عابرة وتتبع بدء المنبه TRANSIENT + ONSET

Noise



Signal Analysis

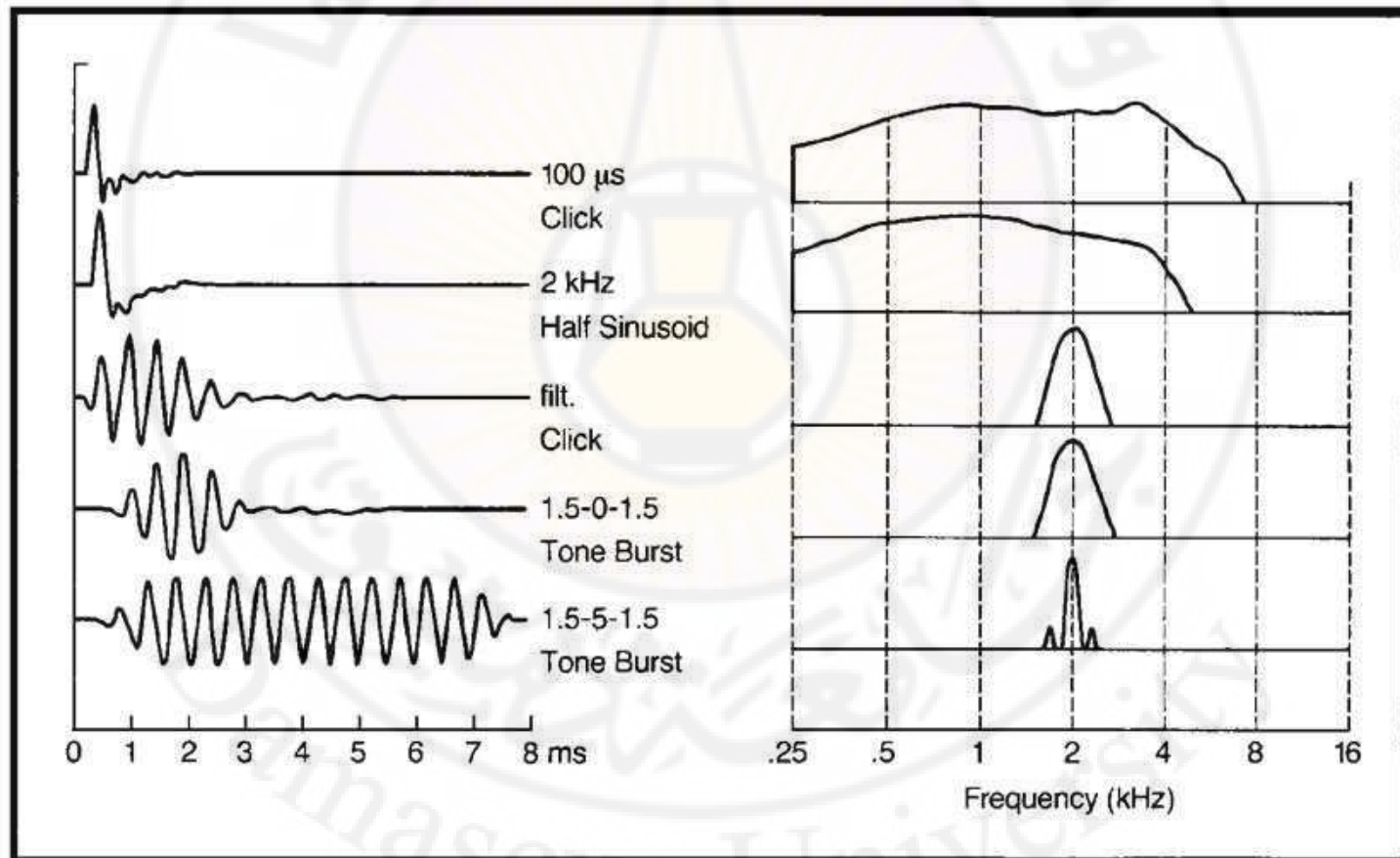
- تحليل الإشارة هو احد اهم عناصر المعالجة حيث ان الإشارة يمكن ان ترى في المجال الزمني والذي يشير لتبدل طاقة الإشارة خلال الزمن، أو ان ترى في المجال الطيفي حيث ترى الطاقة وتوزعها حسب المجال الطيفي أي أن المحور X هو محور التواتر والغالب ان يتم التحليل بالمجال الطيفي التواتري معاً.

- تحليل زمني
(Temporal Analysis)

- تحليل طيفي
(Spectral Analysis)

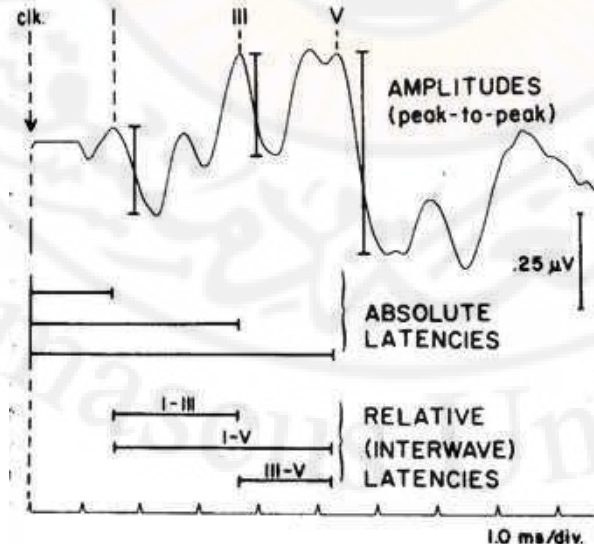
- تحليل طيفي - زمني
(Spectral-Temporal Analysis)

التمثيل الزمني والطيفي لأغلب المنبهات المستخدمة في الفيزيولوجيا الكهربائية



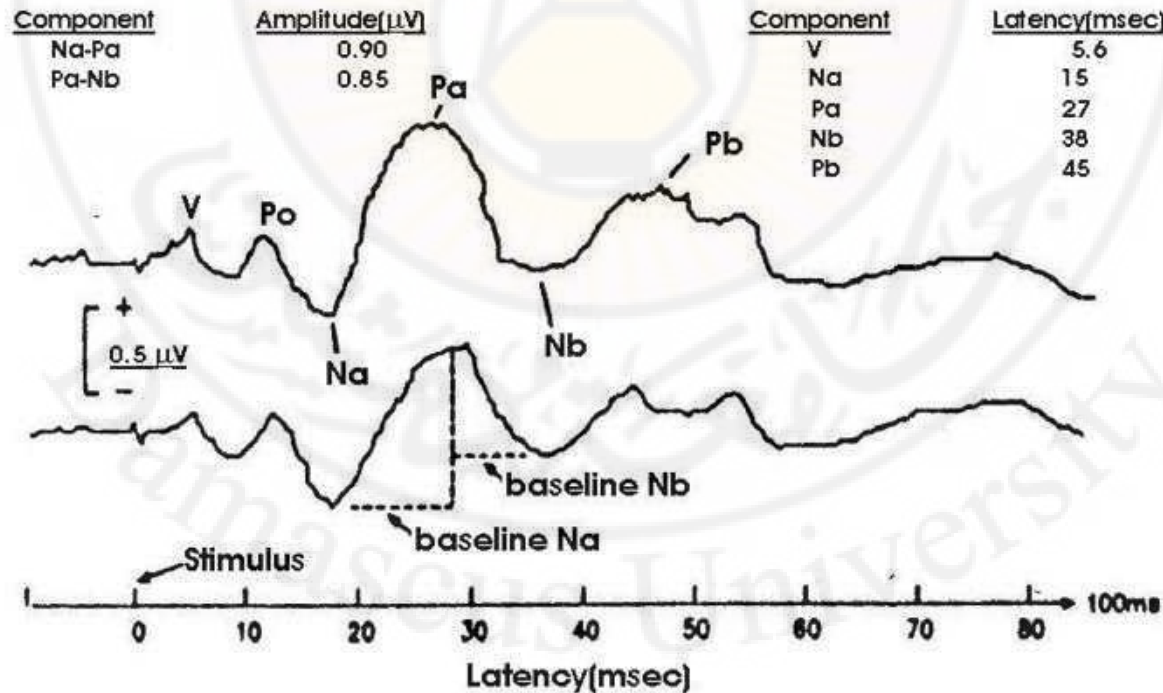
التحليل الزمني

- من اهم العناصر المدروسة في التحليل الزمني هو زمن الكمون Latency والذي يشير الى بعد ذروة الموجة او الحادثة عن زمن بدء المسار والذي يعبر عادة عن الزمن صفر وهو تقديم المنبه.
- هناك عوامل أخرى يتم دراستها في المجال الزمني للتحليل وهي المطال او السعة والتي تدل على ارتفاع الذروة عن الخط القاعدي وتعتبر عن قوة الإشارة وأيضا يتم دراسة الشكل او المورفولوجيا في هذا المجال ويدل على سلوك الاستجابة وعلاقته بالزمن وقابليته للتكرار.
- العوامل التي تؤثر على التحليل في المجال الزمني هي SNR وشدة الإشارة وثباتها أي قابليتها للتكرار وقطعيتها أي عدم عشوائيتها وغيرها من العوامل التي تناقش في أماكن أخرى.



السعة أو المطال (Amplitude)

- ويدل على قوة الإشارة حيث يقاس في الفيزيولوجيا الكهربائية بالميكرو فولت.
- هناك عدة طرق لقياسه من خلال قياس المسافة بين الذروة والخط القاعدي Baseline أو المسافة بين الذروة والقعر الي يليها او الذي يسبقها.
- اهم العوامل المؤثرة في المطال هي شدة المنبه.



التحليل الطيفي

- يقوم التحليل الطيفي على مبدأ دراسة المحتوى التواتري للإشارة وهي معلومات تستخلص من المعلومات الزمنية وبطرق رياضية مختلفة أهمها تحليل فورييه (والذي له شروط رياضية أهمها ان تكون الإشارة مستمرة عبر الزمن وفي حال عدم توافر هذا الشرط يتم اعتماد طرق أخرى للتحليل الطيفي كالموجيات Wavelets).
- يستخدم لتصنيف انواع الاستجابات حسب التواتر (تدرس لاحقا).
- قد يكون الطيف مستمر ويا متقطع يمتد على مجال تواتري او له ذرى معينة عند تواترات محددة.
- نستفيد من التحليل الطيفي لتعيين بعض محددات المعالجة كالفلترية وغيرها وتفيد أيضا في دراسة خصائص بعض الاستجابات التي تمتاز بانها تتبع للتواتر اكثر من الزمن كال FFR (frequency following response)
- في التحليل الطيفي يمكن دراسة المطال او السعة وأيضا تتم دراسة الطور Phase كما في ال ASSR و FFR

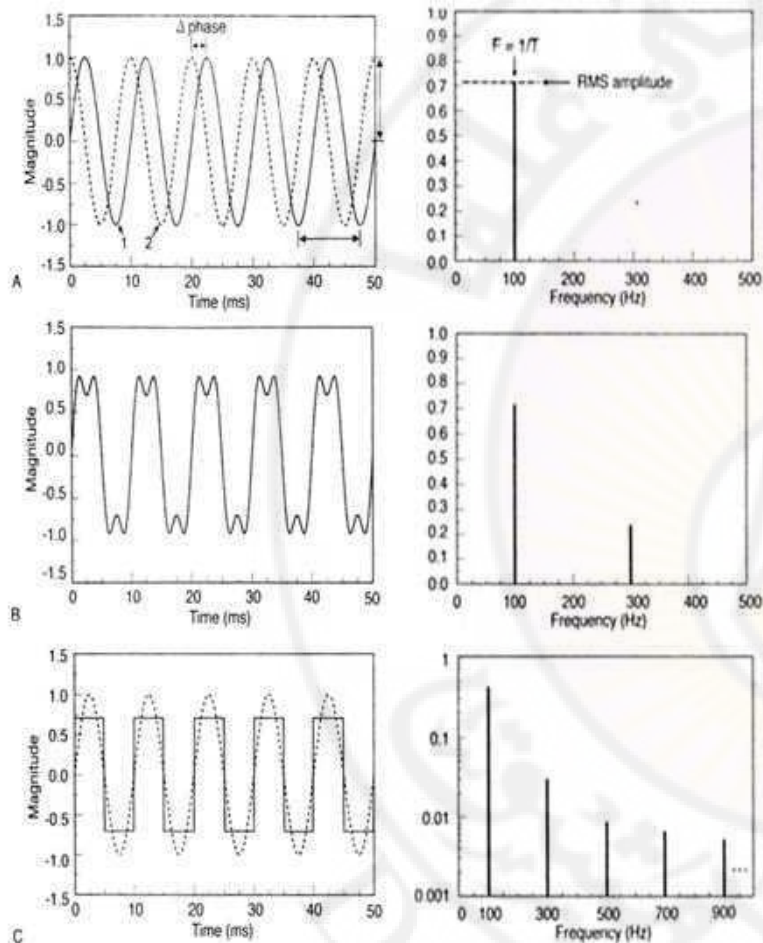


FIGURE 3.1. Sample signals of fundamental frequency (F) of 100 Hz, that is, a period (T) of 10 ms; temporal analyses are on the left and spectral analyses on the right, as follows: (A) Sinusoid. (B) Sum of two sinusoids, one-to-three times higher in frequency and one-third the amplitude of the other. (C) Square wave overlaid on a sinusoid of the same effective (or root-mean-square [RMS]) amplitude.

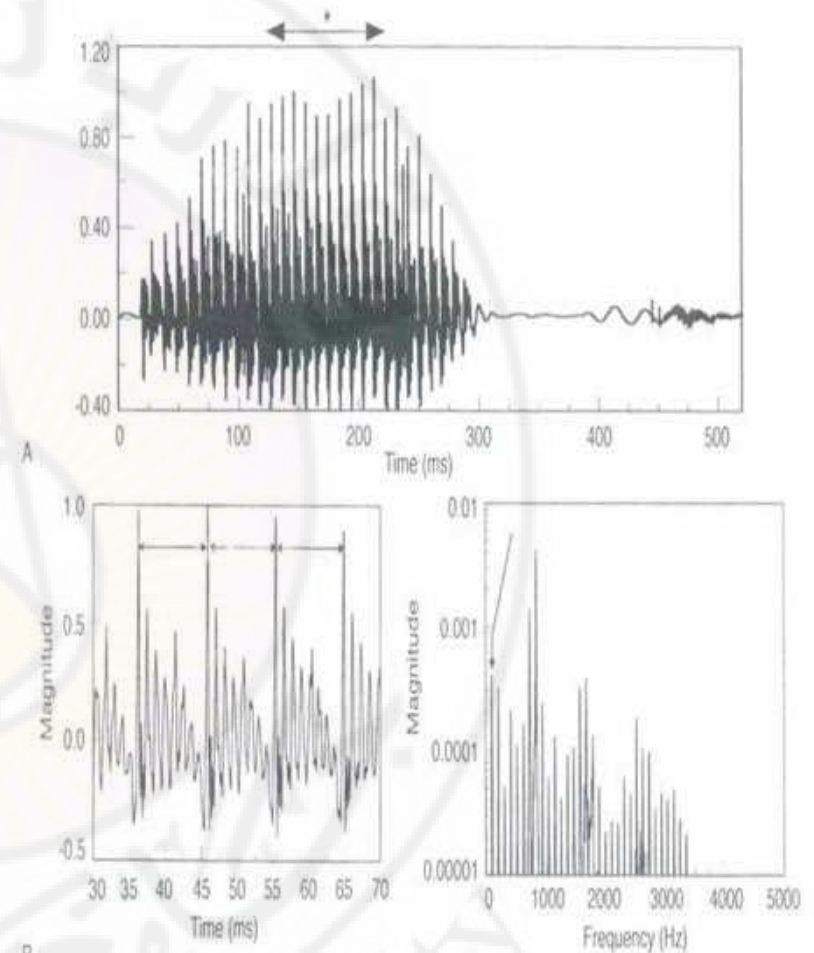
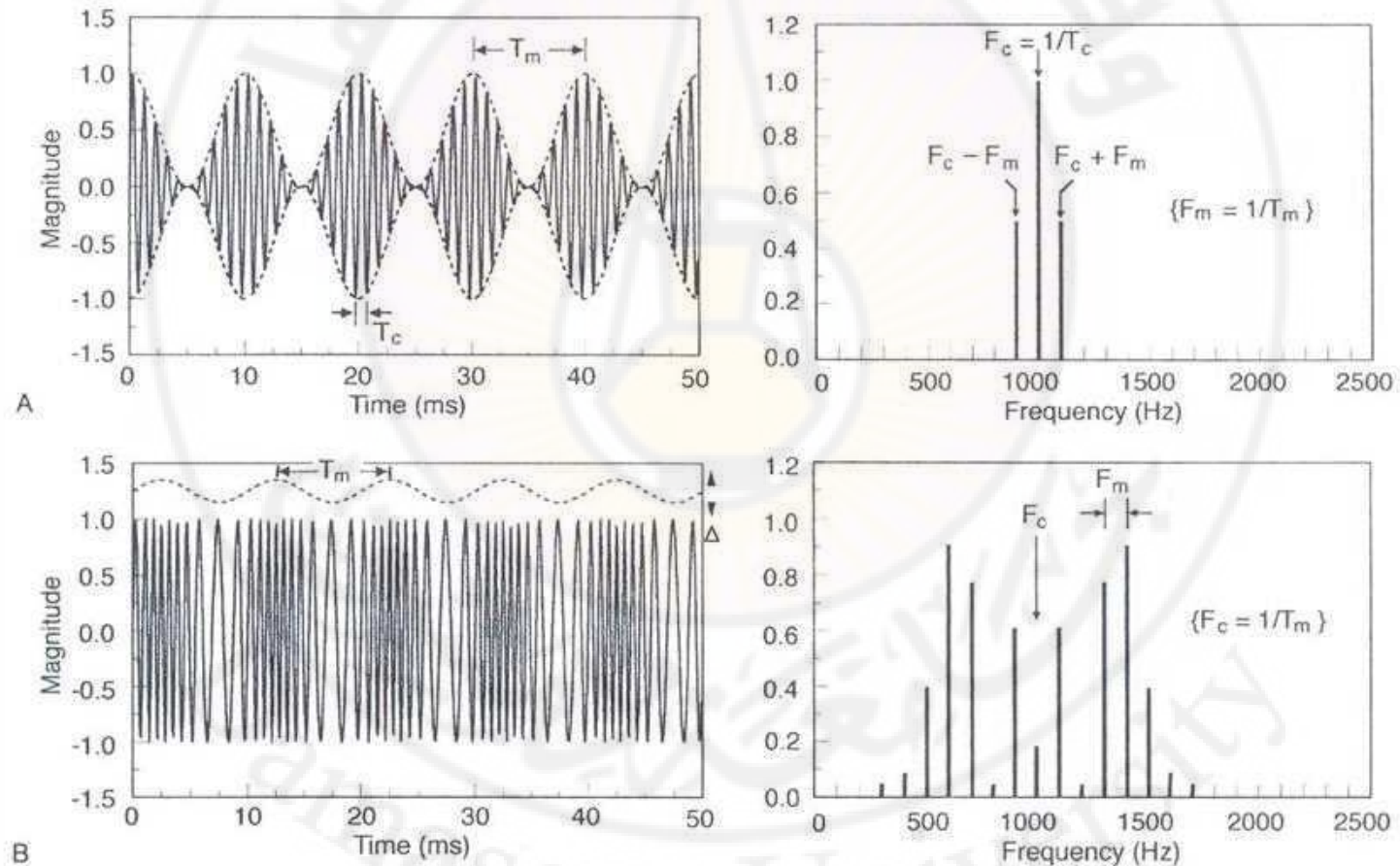


FIGURE 3.6. (A) Sample time history of a speech token, the word *bat*. (B and C) Analyses of middle 40-ms portion of the approximately 100 ms of the quasi-steady-state portion (*) of the entire token. Note the rather stable (fundamental) period, T , of this vowel sound in the temporal analysis and the prominent major spectral maxima characteristic of vowel formants.

(AM/FM)



(quasi-periodic)

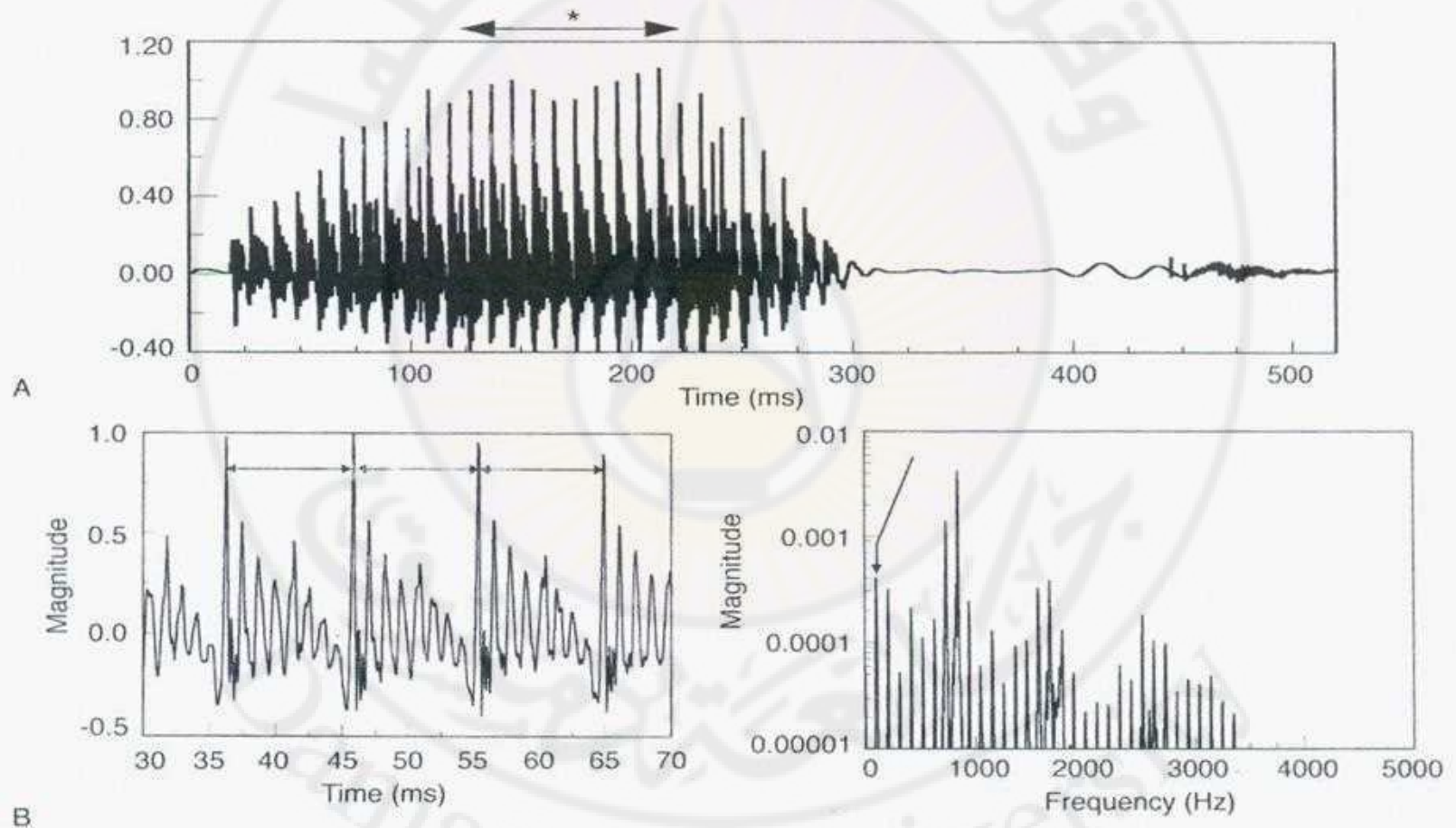


FIGURE 3.6. (A) Sample time history of a speech token, the word *bat*. (B and C) Analyses of middle 40-ms portion of the approximately 100 ms of the quasi-steady-state portion (*) of the entire token. Note the rather stable (fundamental) period, T , of this vowel sound in the **temporal analysis** and the prominent major spectral maxima characteristic of vowel formants.

کلیک

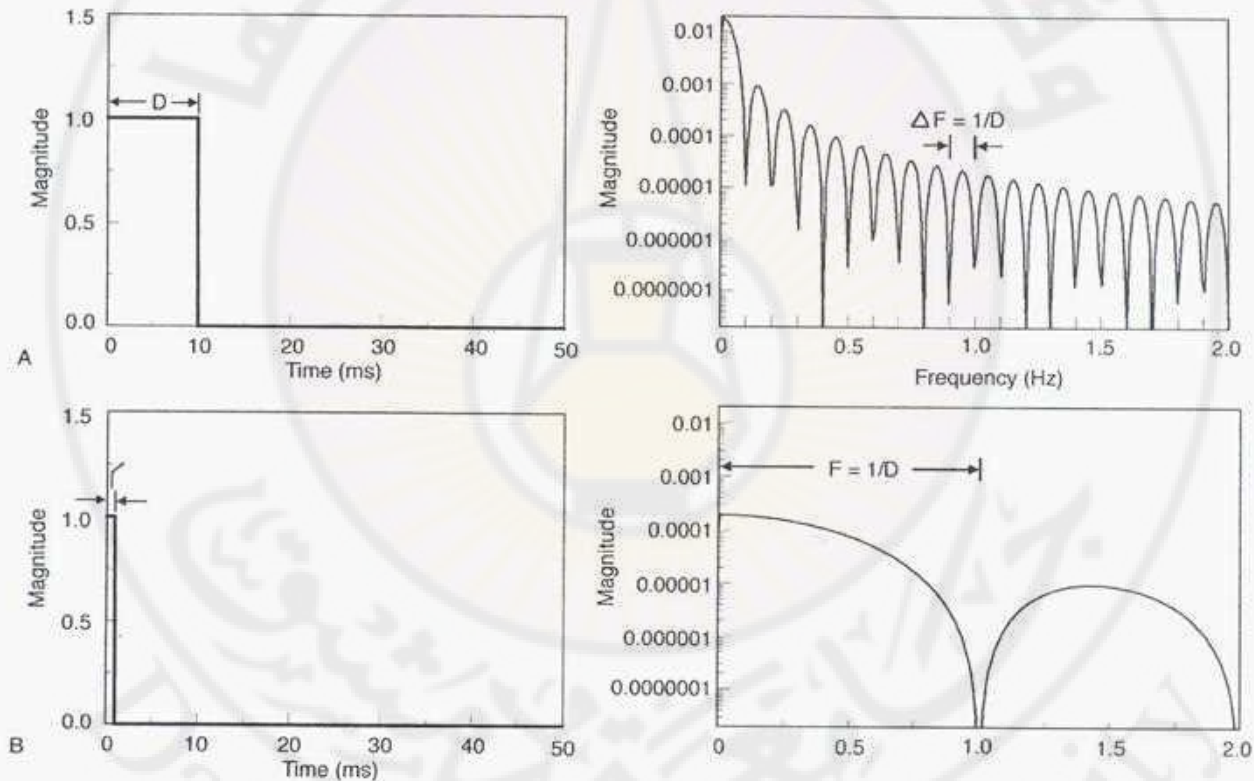


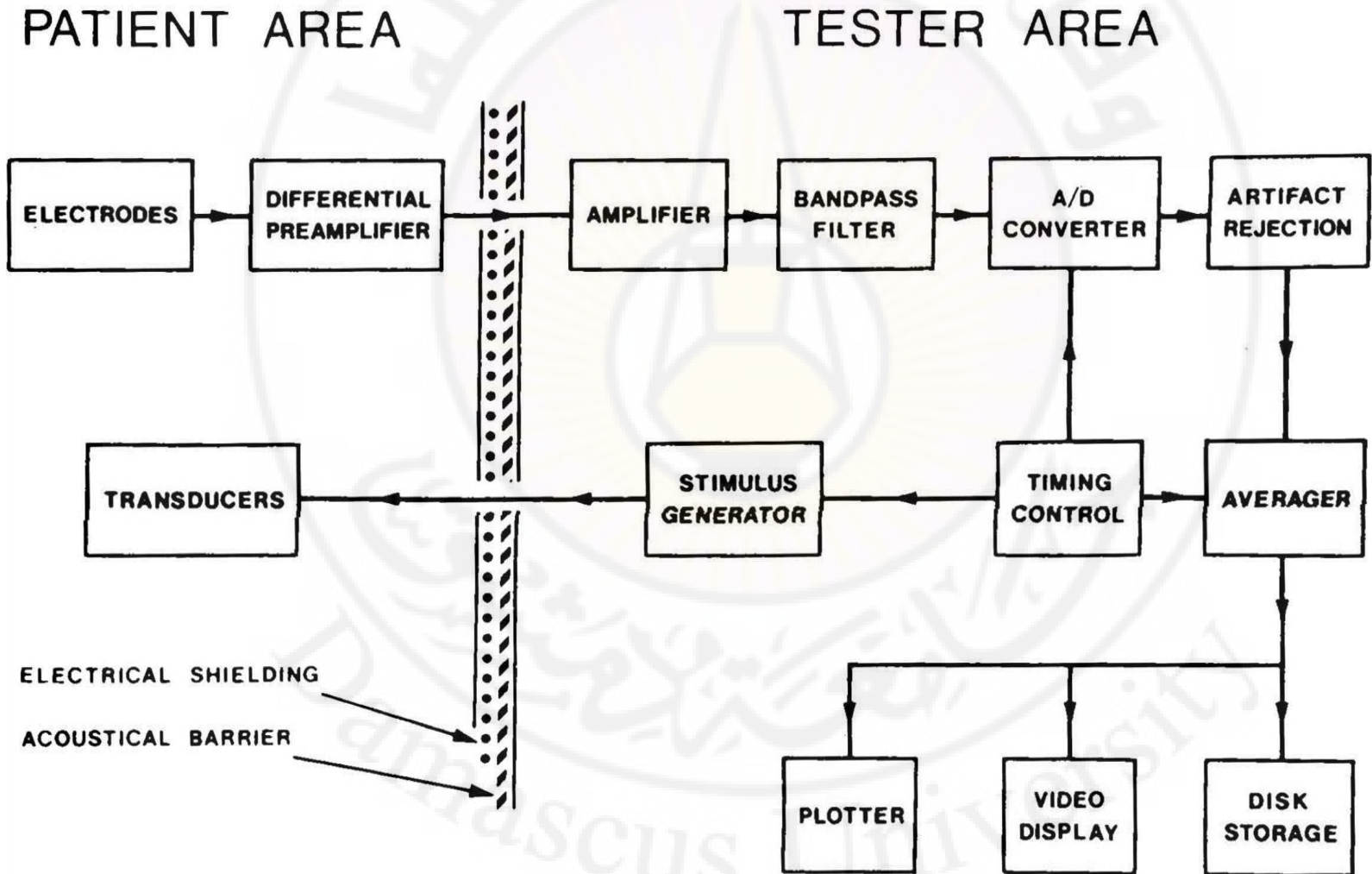
FIGURE 3.3. Pulses of two durations (D): 10 (A) and 1 (B) ms. Logarithmic scaling of magnitude is used in the spectral view to permit better viewing. The bandwidth of each side lobe (ΔF) equals $1/D$. (The nulls in the spectral analysis of the 10-ms pulse do not all fall on the zero axis; it is merely a limitation of the resolution of the analysis that they do not appear to do so.)

للتذكرة

ترتبط الكمونات المحرصة السمعية بالعوامل التالية:

- خصائص المنبه الفيزيائية.
- حالة الفرد المفحوص.
- صغر نسبة الكمونات نسبيا تجاه النويز الكهربائية الموجودة يحتم السعي لايجاد طرق لزيادة نسبة ال SNR
- يجب الاستفادة من تقنيات معالجة الاشارة للتمكن من كشف هذه الكمونات واستخلاصها وتقويتها وتسجيلها.

وحدة معالجة الإشارة الالكتروفيزيولوجية



الإشارة والنويز

- المبدأ الأساسي في معالجة الإشارة هو تنقيتها وتخليصها من الضجيج الكهربائي (النويز) وإعادة عرضها أو تمثيلها Plotting بشكل نقي.
- يتم تسجيل الكمونات المحرصة عادة عبر الجلد من خلال الكترودات سطحية ترى الإشارة من الحقل البعيد.
- الإشارة المطلوبة هي الكمونات المحرصة السمعية فقط.
- كل إشارة كهربائية غير الكمونات المحرصة السمعية تعتبر نويز.
- مما يحتم التقليل قدر الامكان من مداخله الاشارات الكهربائية الناجمة عن فعالية قشر الدماغ – التقلصات العضلية في الجمجمة وحولها وذلك من خلال استخدام طرق مناسبة تعزز من حجم الإشارة المطلوبة وتقلل النويز.

أساس معالجة الإشارة الكهربائية

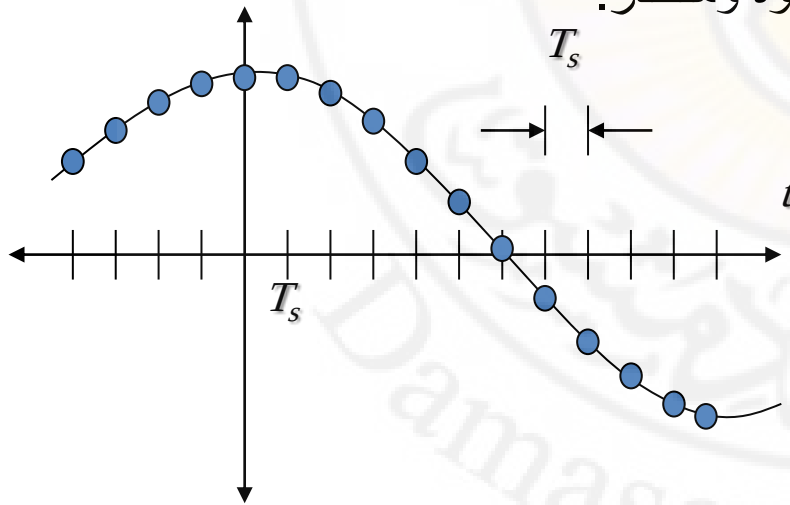
- انقاص النويز وتعزيز الإشارة (زيادة نسبة SNR)
- وذلك من خلال
 - زيادة وتحسين أو تضخيم الإشارة
 - منع أو انقاص حجم النويز الواصلة الى ساحة تسجيل الكمونات المسجلة
 - انقاص أو حذف النويز المسجله مع الكمونات المحرصة.

العوامل المؤثرة في معالجة الإشارة

- عوامل فيزيائية تتعلق بتوليد الإشارة:
- الصوتية (المنبه وخصائصه)
- الكهربائية (المتعلقة بالشخص المفحوص (بيولوجية) او بظروف الاختبار (كهرباء التوصيل والمكان وغيرها)
- عوامل بيولوجية (حيوان - انسان)
- عوامل تقنية: قد تكون العوامل التقنية هي احد عوامل تقليل النويز واحيانا بهدف المعالجة يتم توليد نويز لابد من التعامل معها واهم أنواع النويز المتشكلة اثناء المعالجة هي التشويه الحاصل نتيجة التحويل الرقمي التماثلي والتحويل التماثلي الرقمي وأيضا تشويه الفلاتر.

التحويل التماثلي الرقمي وبالعكس

- جميع الإشارات الحبيوية هي تماثلية وعندما تتم معالجتها لابد من التحويل إلى المجال الرقمي A-D Transformation لتعود العملية من جديد عند انتهاء المعالجة ويتم تحويلها مجددا من الرقمي إلى التماثلي D-A Transformation.
- من أهم النقاط الواجب مراعاتها عند التحويل هو تقليل التشويه للحد الأدنى ويتم التشويه من خلال اخذ نقاط اعتيان بمعدل اقل من تواتر تغيير شكل الإشارة وبالتالي يتم تشويه الإشارة ولهذا يتم اعتماد مبدأ نايكويست ويقوم على حقيقة ان التحويل الناجح يجب ان يتم بمعدل اعتيان لا يقل عن ضعف تواتر الإشارة المستخدمة فاذا كانت الإشارة ذات ذروتين في الثانية مثلا هنا يجب ان نأخذ اربع نقاط اعتيان لنمثلها بشكل صحيح بين قعر وذروة ومنحدر.

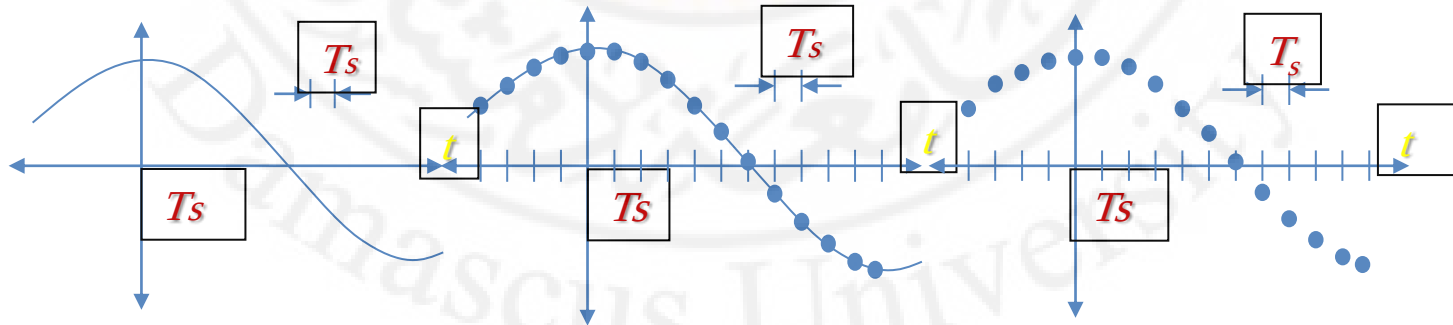


Analog to digital transformation

التبديل التماثلي الرقمي

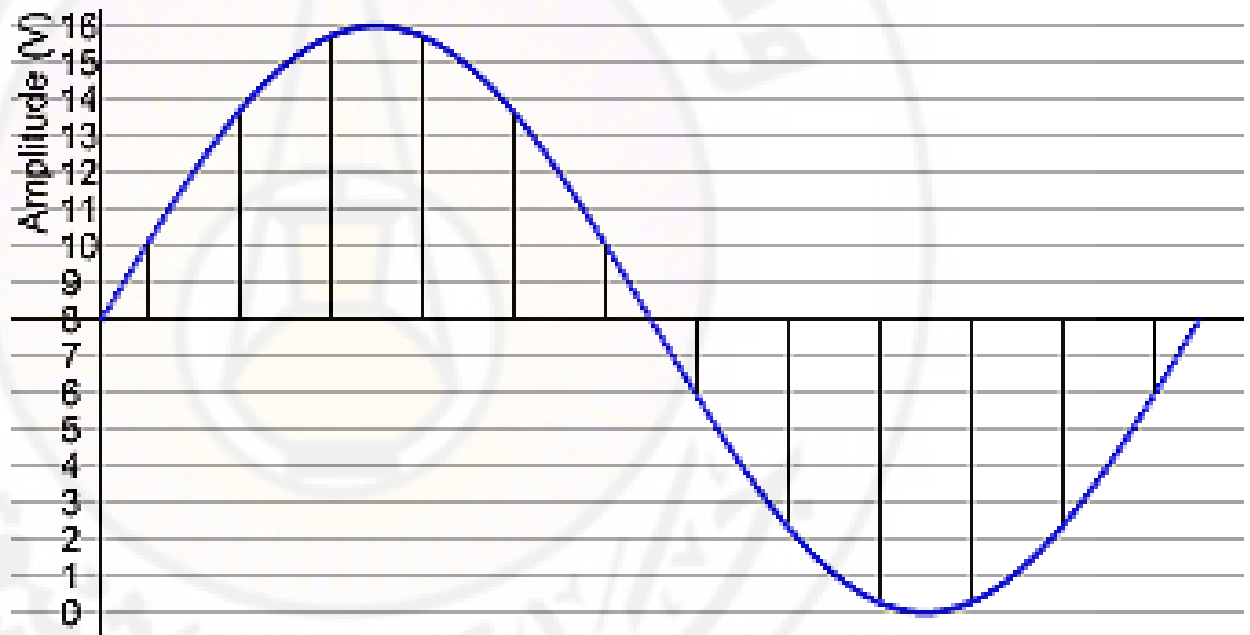
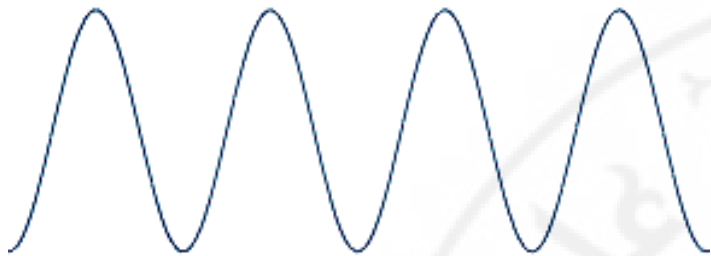
(Analogue Digital Conversion , ADC)

- النظام الرقمي هو أساس العمل مع الأجهزة الالكترونية والمحواسبة ولا بد منه في معالجة الإشارة.
- يتم تمثيل الإشارة وفق المنحنيات التماثلية وهي تعبر عن الإشارة الواقعية والمطلوب هو تمثيل هذه المنحنيات بالطريقة الرقمية وفي كل وحدة معالجة يتم التبديل بين المنحنيين أي من تماثلي الى رقمي عند الادخال ومن رقمي الى تماثلي عند الإخراج.
- الدقة في اخذ العينات (عدد نقط التمثيل لكل منحنى) هي الأساس في مطابقة النماذج التماثلية الرقمية وتخفيف التشويه الناتج عنها.
- الاعتيان sampling هو اخذ نقاط من إشارة ممثلة بالمجال الزمني (مستمرة) تعبر عن تبدل الإشارة عبر الزمن وتمكن من تمثيلها الرقمي بحيث تستبدل النقاط بمحددات رقمية ثنائية حسب المبدأ الرقمي الثنائي



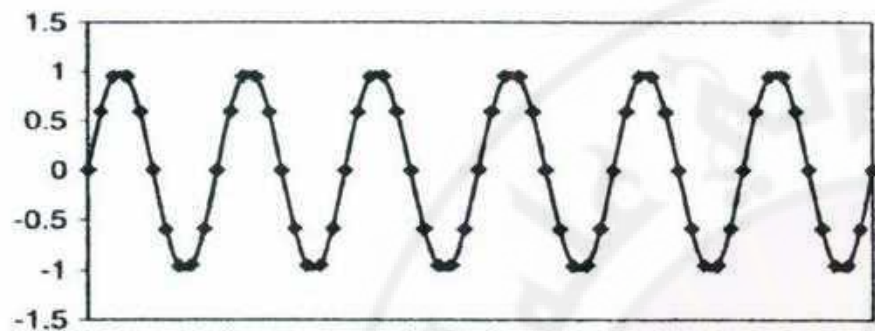
الاعتيان sampling

- مقابل كل تنبيه تتشكل استجابة معينة هذه الاستجابة تكون مرتبطة زمنيا بالمنبه وذات سلوك معين في التحليل الزمني.
- كل قطعة او شدة (Segment) من منحنى التمثيل الزمني للإشارة هذه بحاجة ان نعبر عنه في التحويل الرقمي وهي تعبر عن النشاط الذي تظهره الإشارة في هذه اللحظة (Time Locked) ويتم تحويلها لمتنويات عدديه وفق النظام الرقمي.
- اذا وظيفة الاعتيان هي ان يحقق تمثيل كافي وواضح ودقيق لكل تبدلات فولتاج الإشارة عبر الزمن ويتم ذلك من خلال اخذ نوافذ Windows من المنحنى تبدي كامل سلوكيات تبدل الإشارة أي عند السواء والصعود الذروة والهبوط بحيث تمكننا من تمثيل الإشارة بشكل صحيح. هذه النوافذ تؤخذ بمعدل معين يسمى معدل الاعتيان ويتبع الأرقام التالية ٢٥٦ او ٥١٢ او ١٠٢٤ او ... ويتم تحديد المعدل بناء على تواتر الإشارة بحيث لا يقل عن ضعفه وفق مبدأ نايكويست ويسمى معدل نايكويست (Nyquist Rate) كما اسلفنا وفي المخططات التالية سنظهر هذا المبدأ بعد اشكال ومخططات.
- عدم التمكن من تحقيق معدل نايكويست يسبب تشوه في الإشارة هذا التشوه يسمى ال Aliasing.

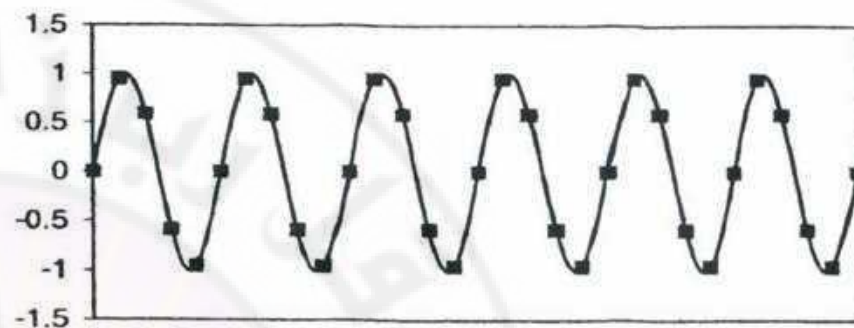


Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Volts	10	14	16	16	14	10	6	2	0	0	2	6
Binary	01010	01110	10000	10000	01110	01010	00110	00010	00000	00000	00010	00110

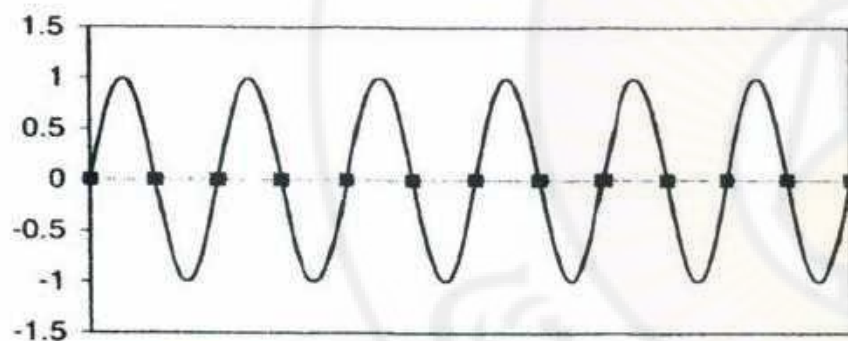
A 1000 Hz Wave, 10kHz Sample



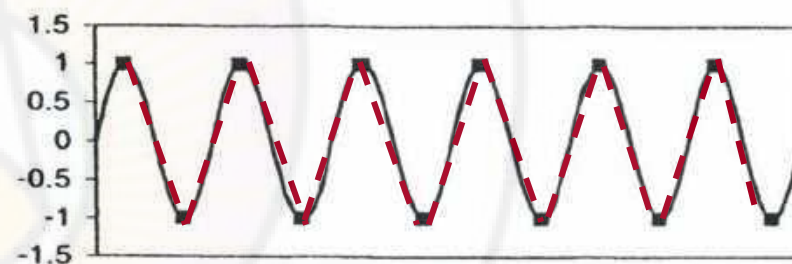
B 1000 Hz Wave, 5kHz Sample



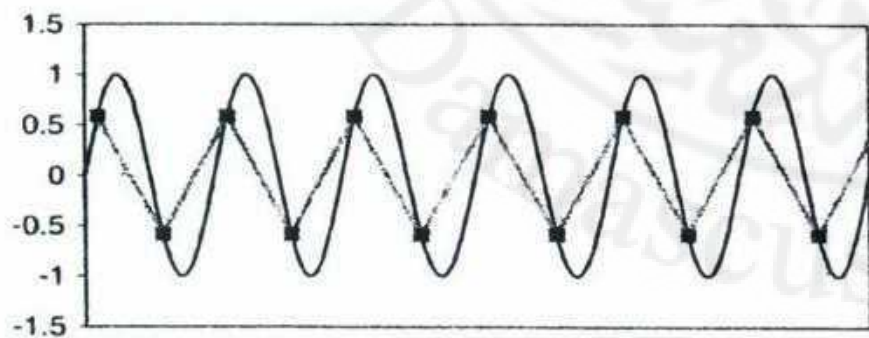
C 1000 Hz, 2kHz Sample



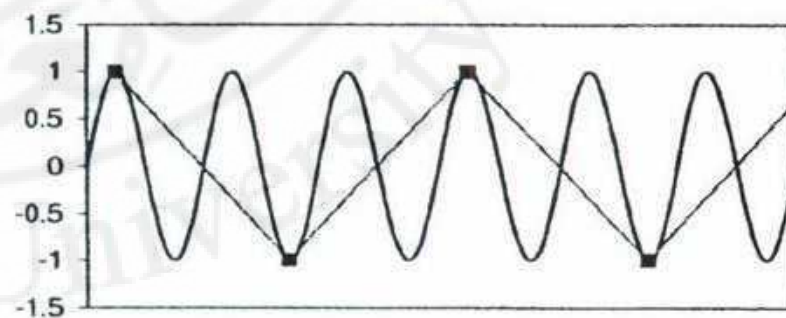
D 1000 Hz, 2kHz Sample



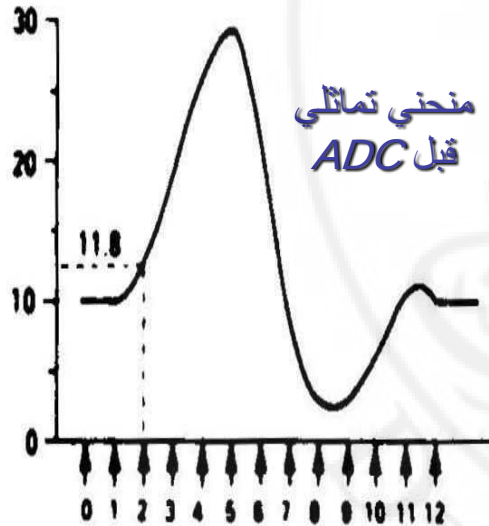
E 1000 Hz, 2kHz Sample



F 1000 Hz, 667 Hz Sample



سعة الإشارة
mV



نقاط الاعتيان

DIGITIZED SIGNAL

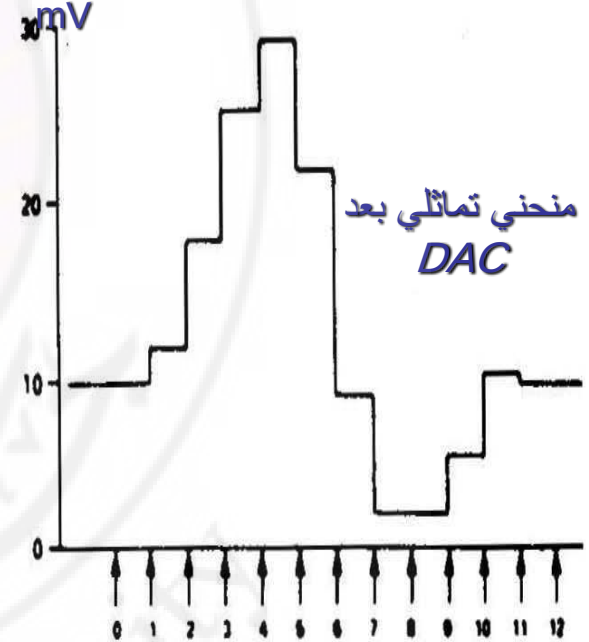
SAMPLE POINTS	SIGNAL AMPLITUDE
0	10.0
1	10.0
2	11.8
3	16.0
4	25.5
5	29.5
6	19.0
7	8.9
8	2.6
9	2.5
10	6.3
11	10.8
12	10.0

A · D
CONVERTER

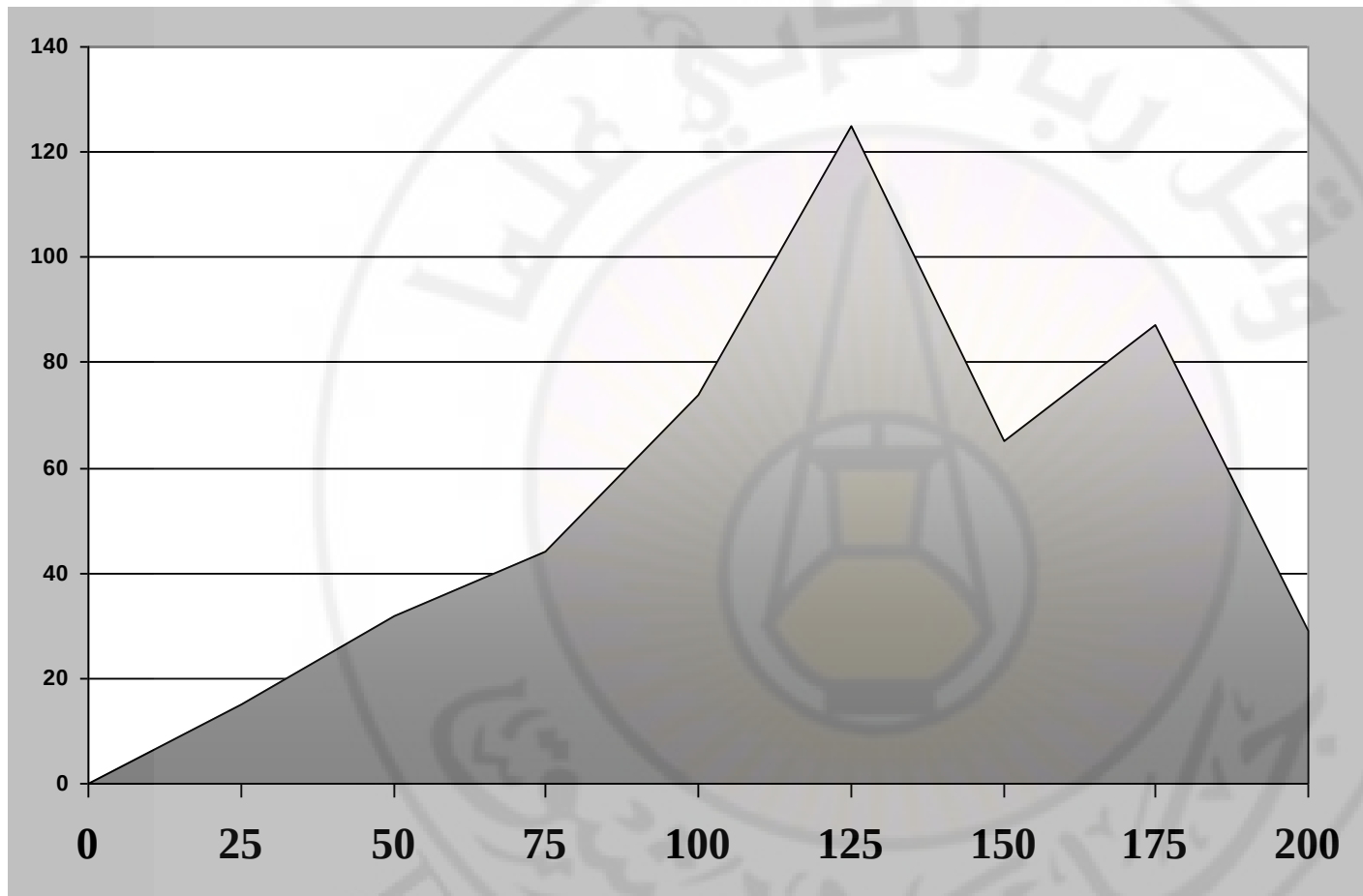
D · A
CONVERTER

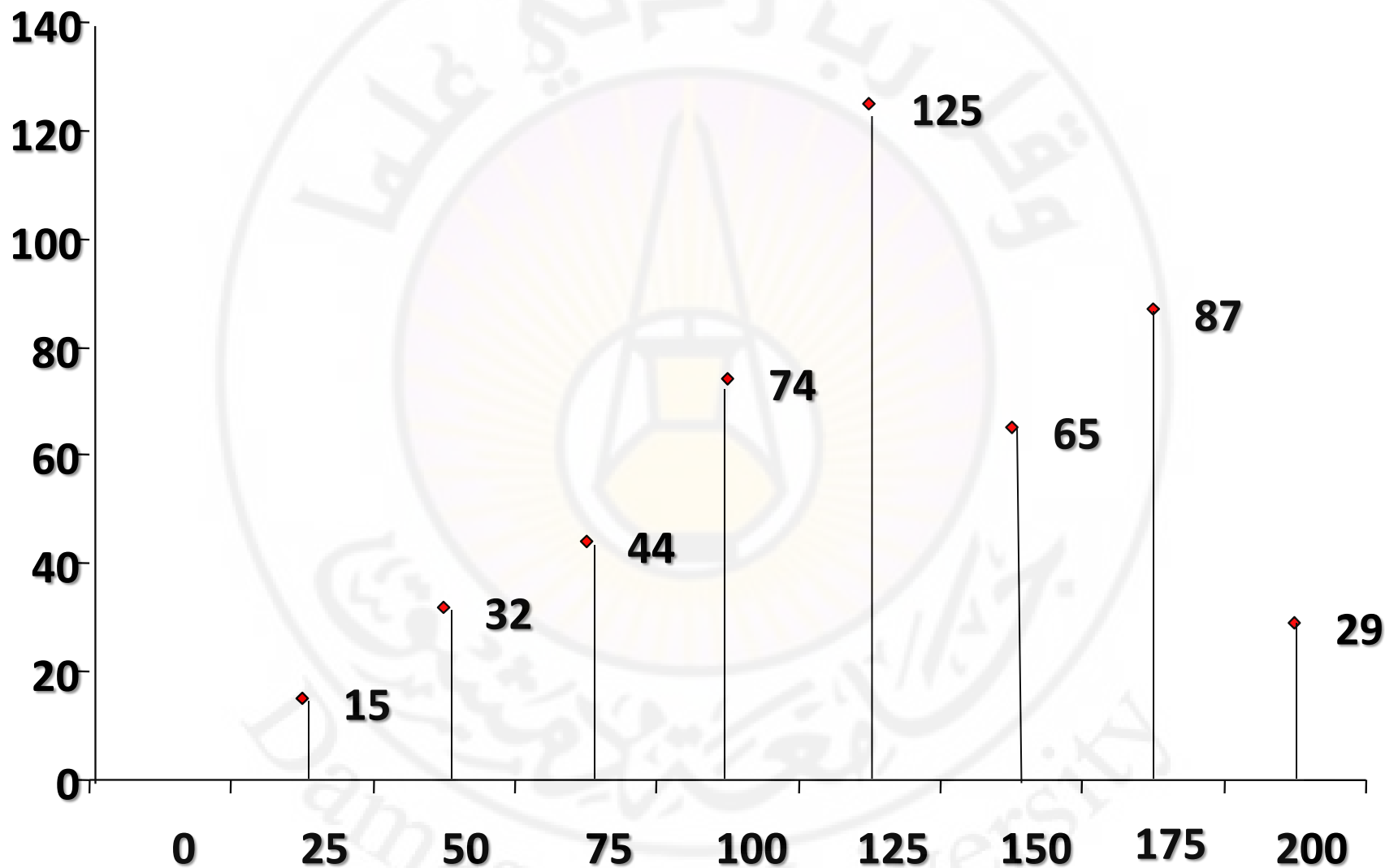
سعة الإشارة
mV

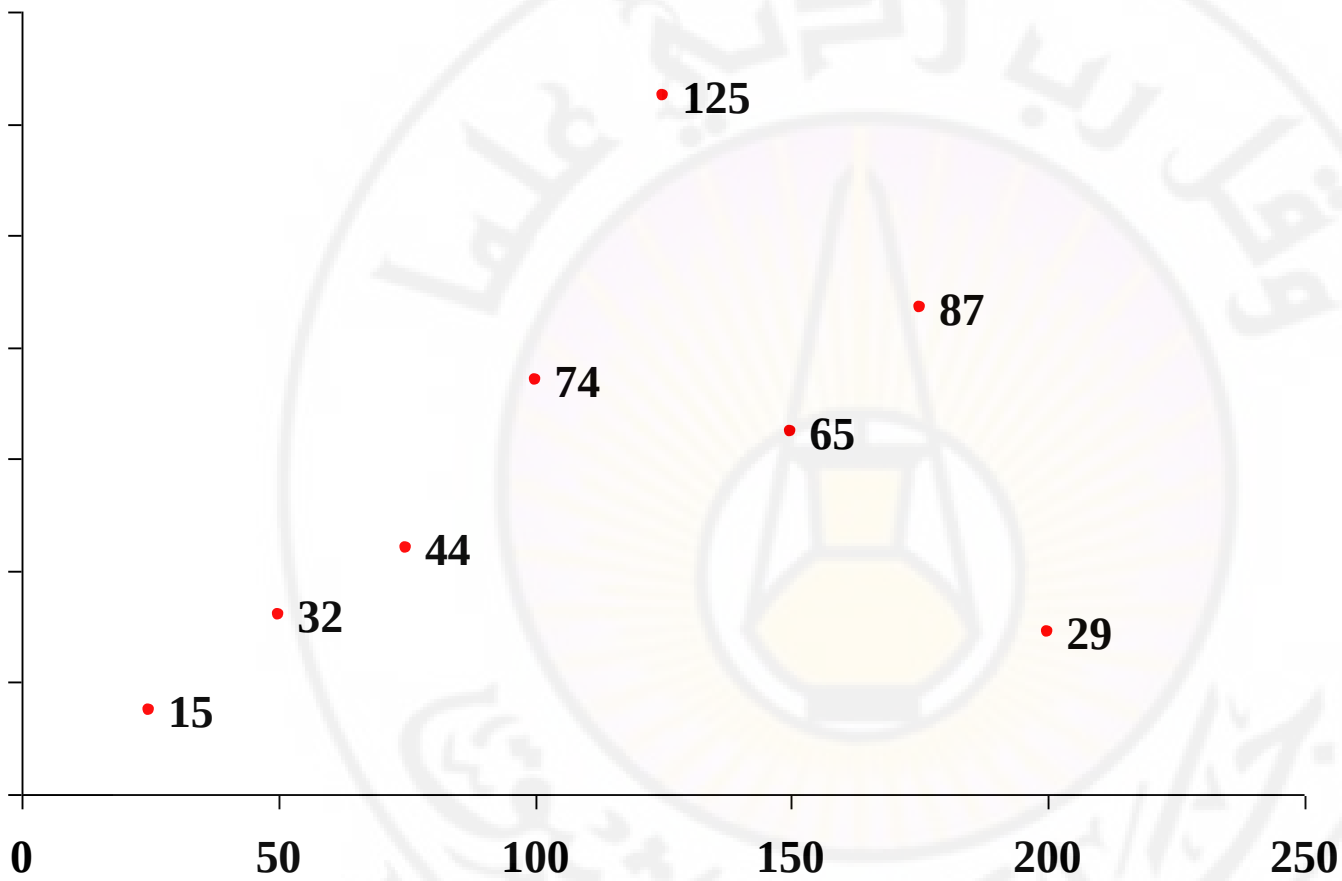
Aliasing

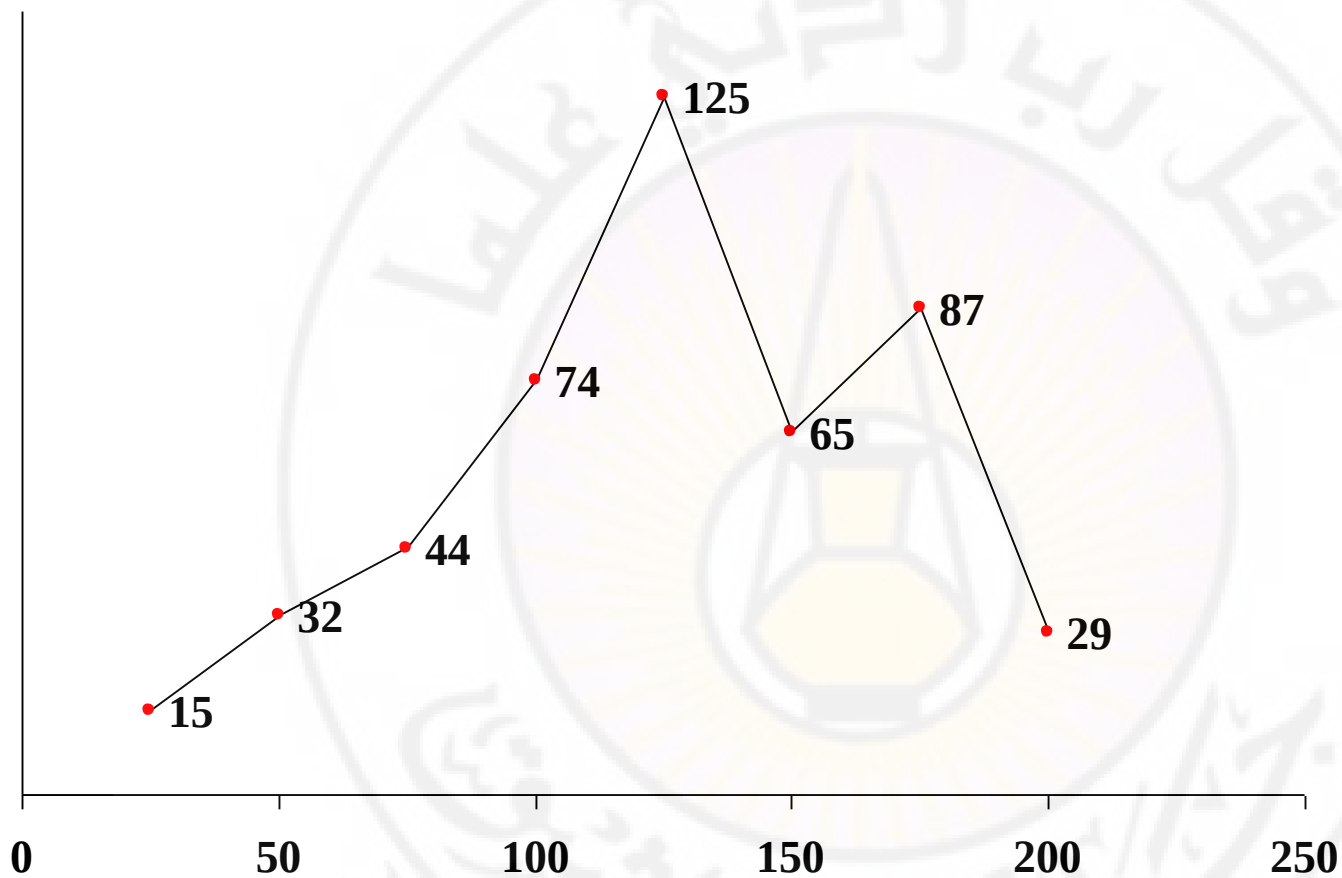


نقاط الاعتيان

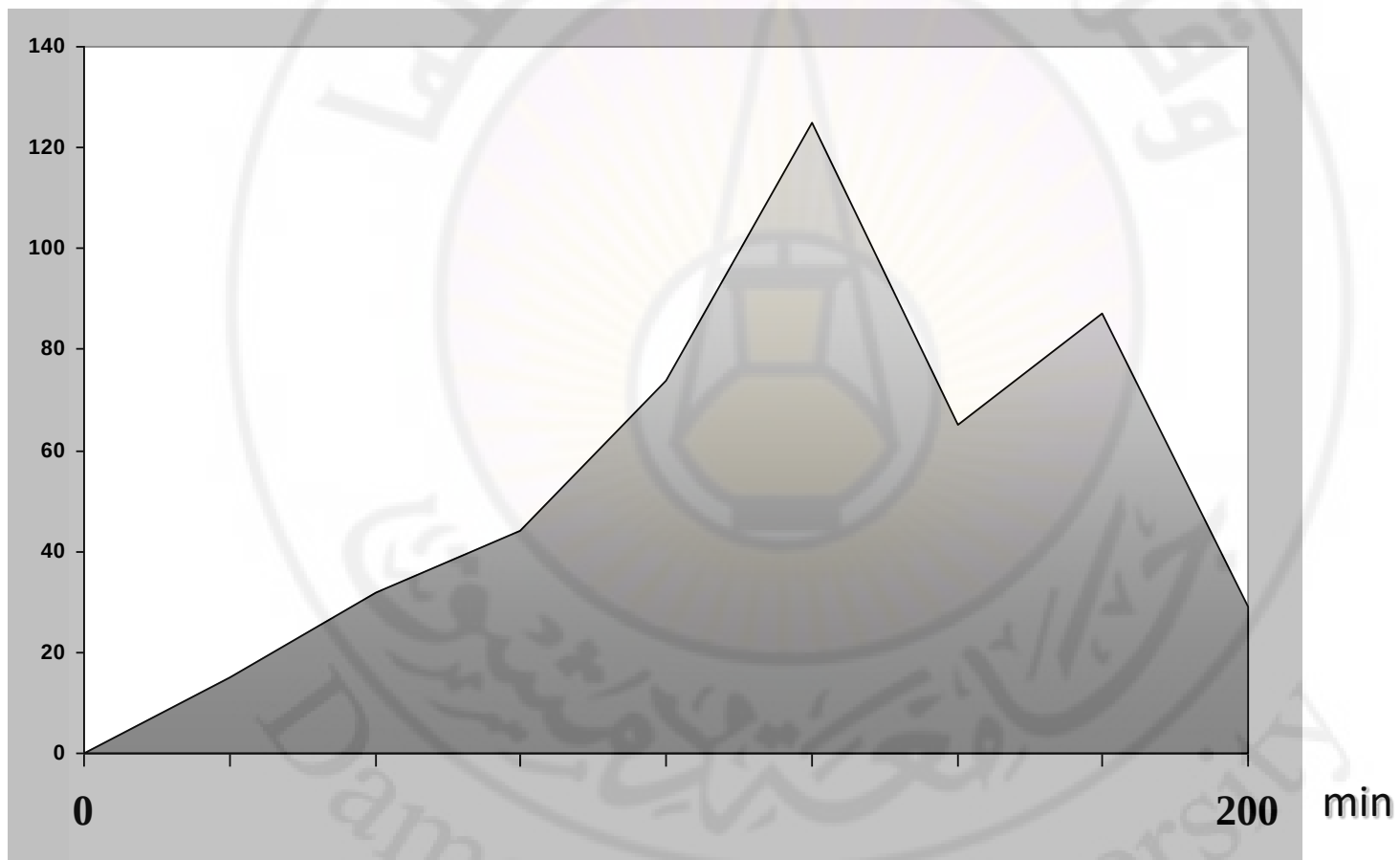


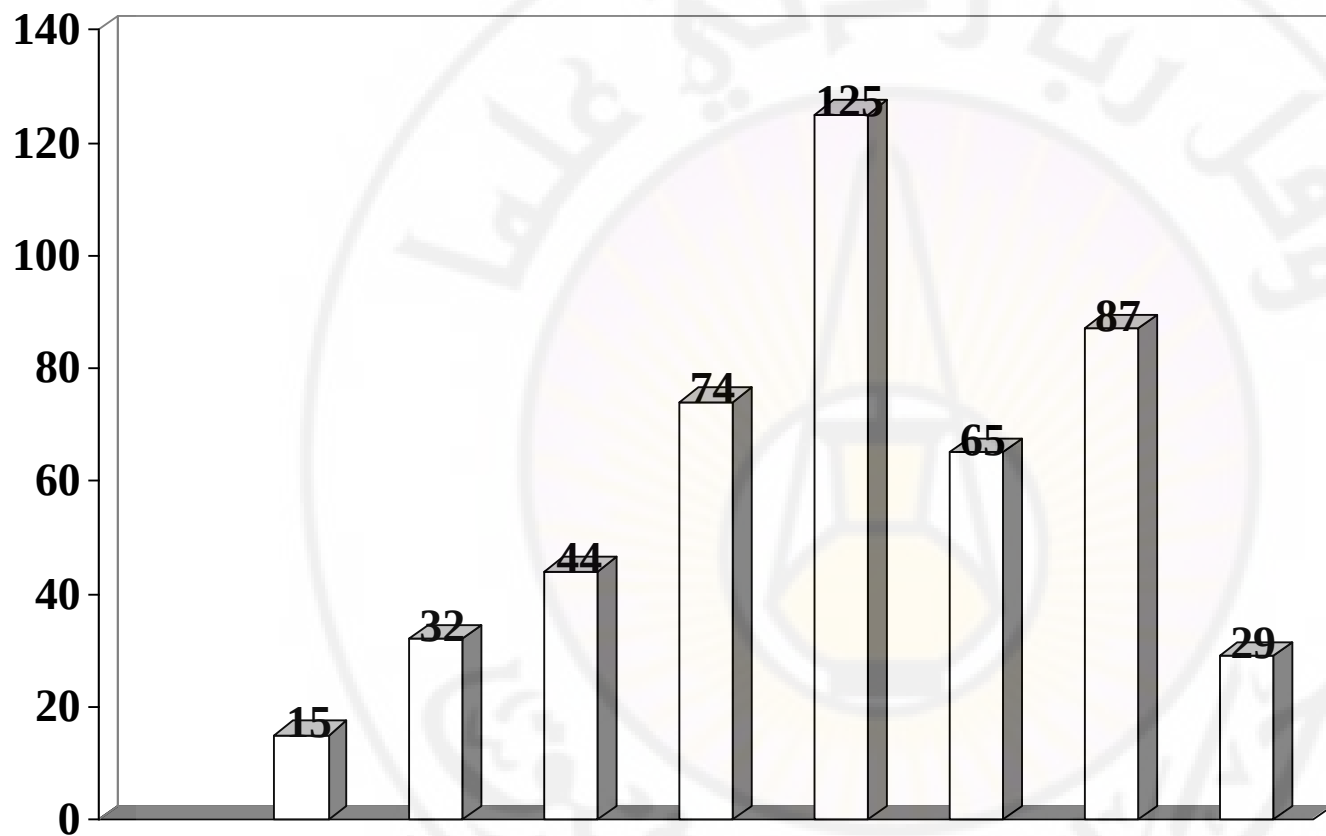


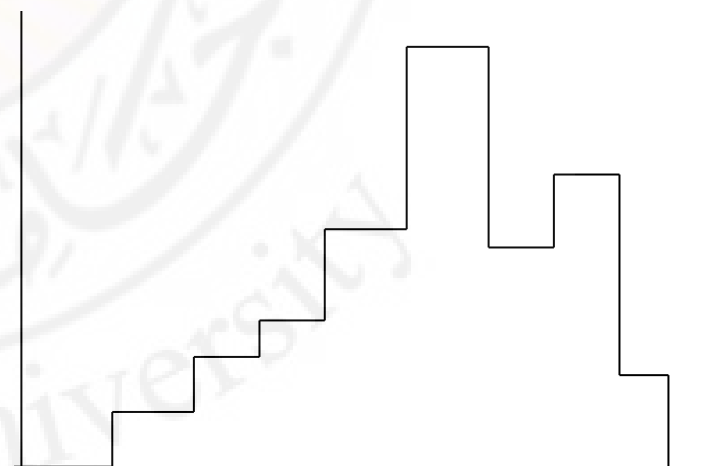
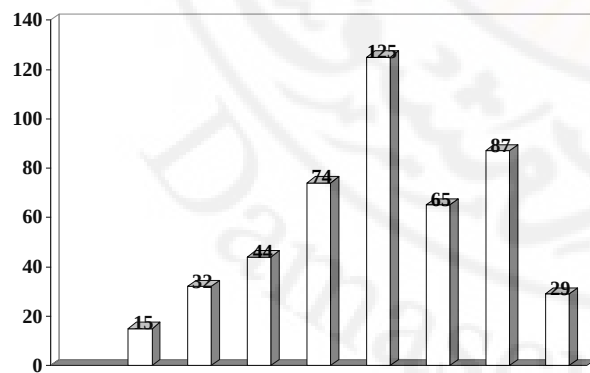
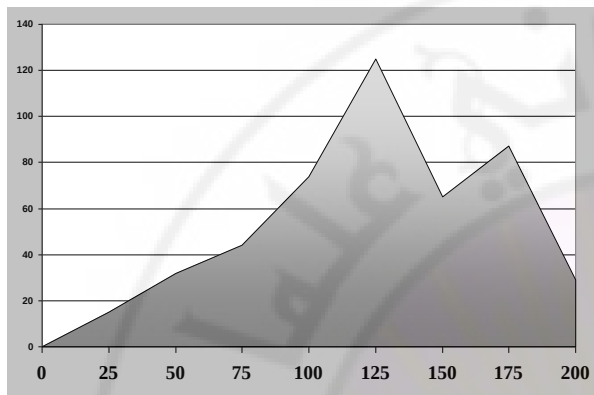




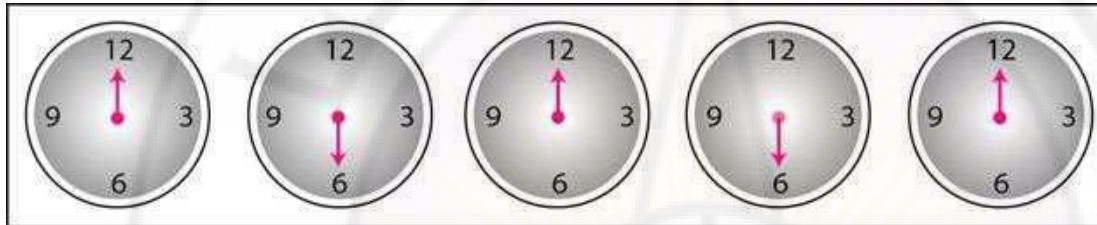
Watt







Sampling of a clock with only one hand



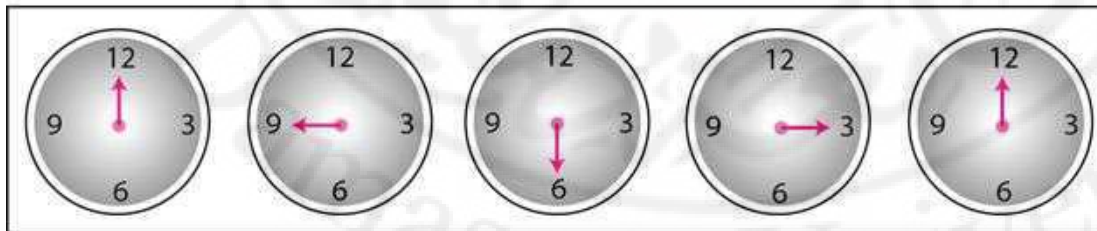
Samples can mean that the clock is moving either forward or backward.
(12-6-12-6-12)

a. Sampling at Nyquist rate: $T_s = T \frac{1}{2}$



Samples show clock is moving forward.
(12-3-6-9-12)

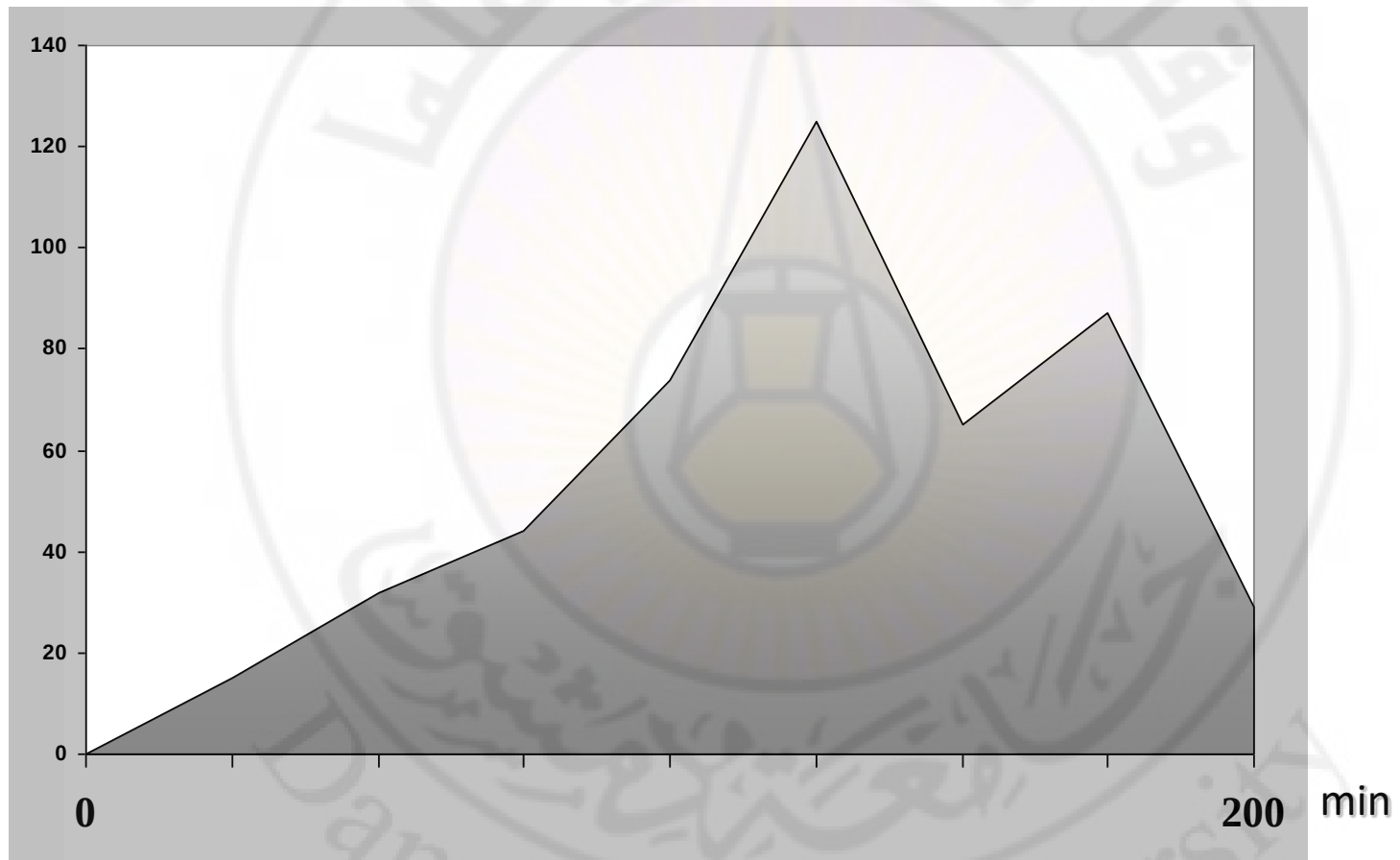
b. Oversampling (above Nyquist rate): $T_s = T \frac{1}{4}$

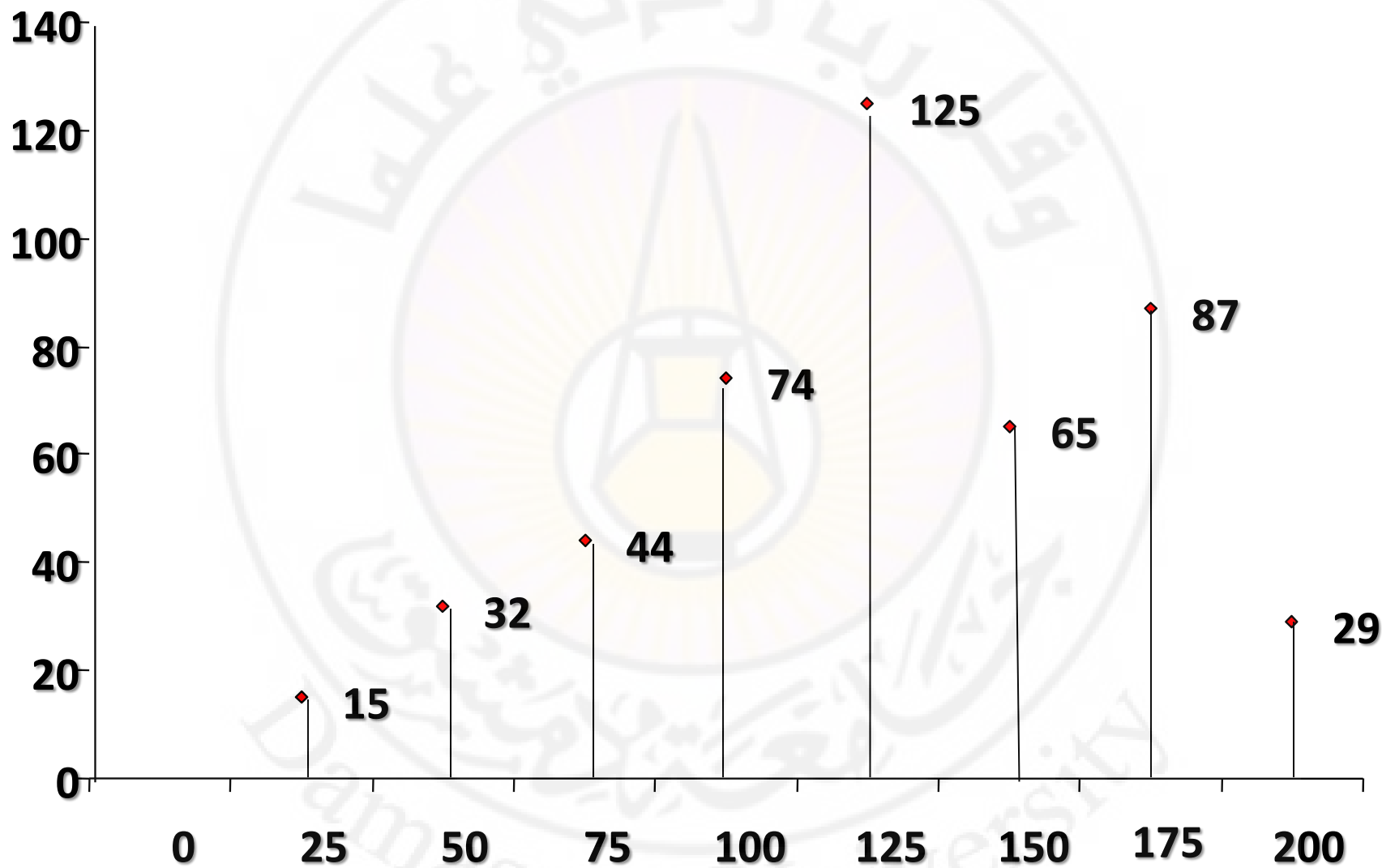


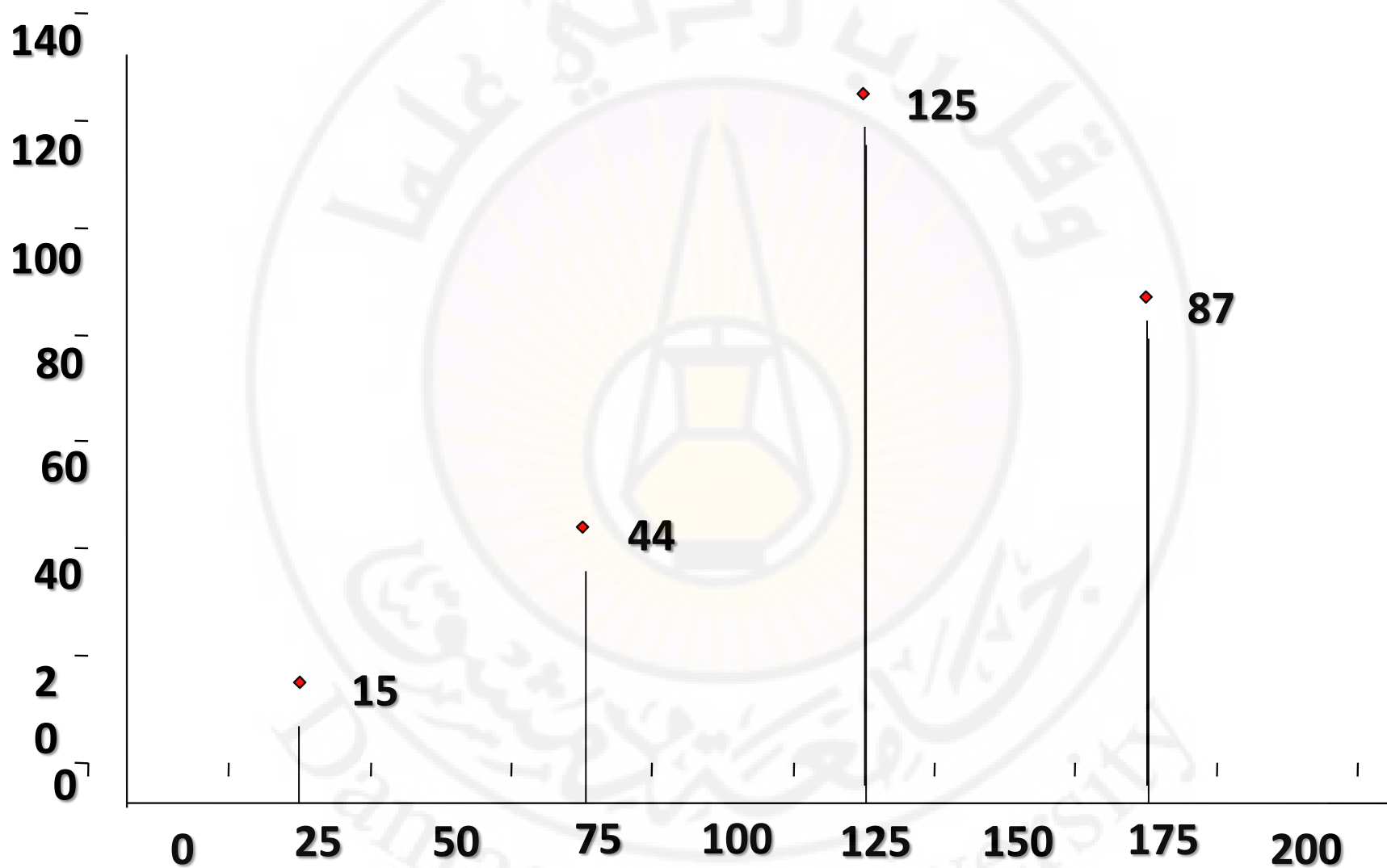
Samples show clock is moving backward.
(12-9-6-3-12)

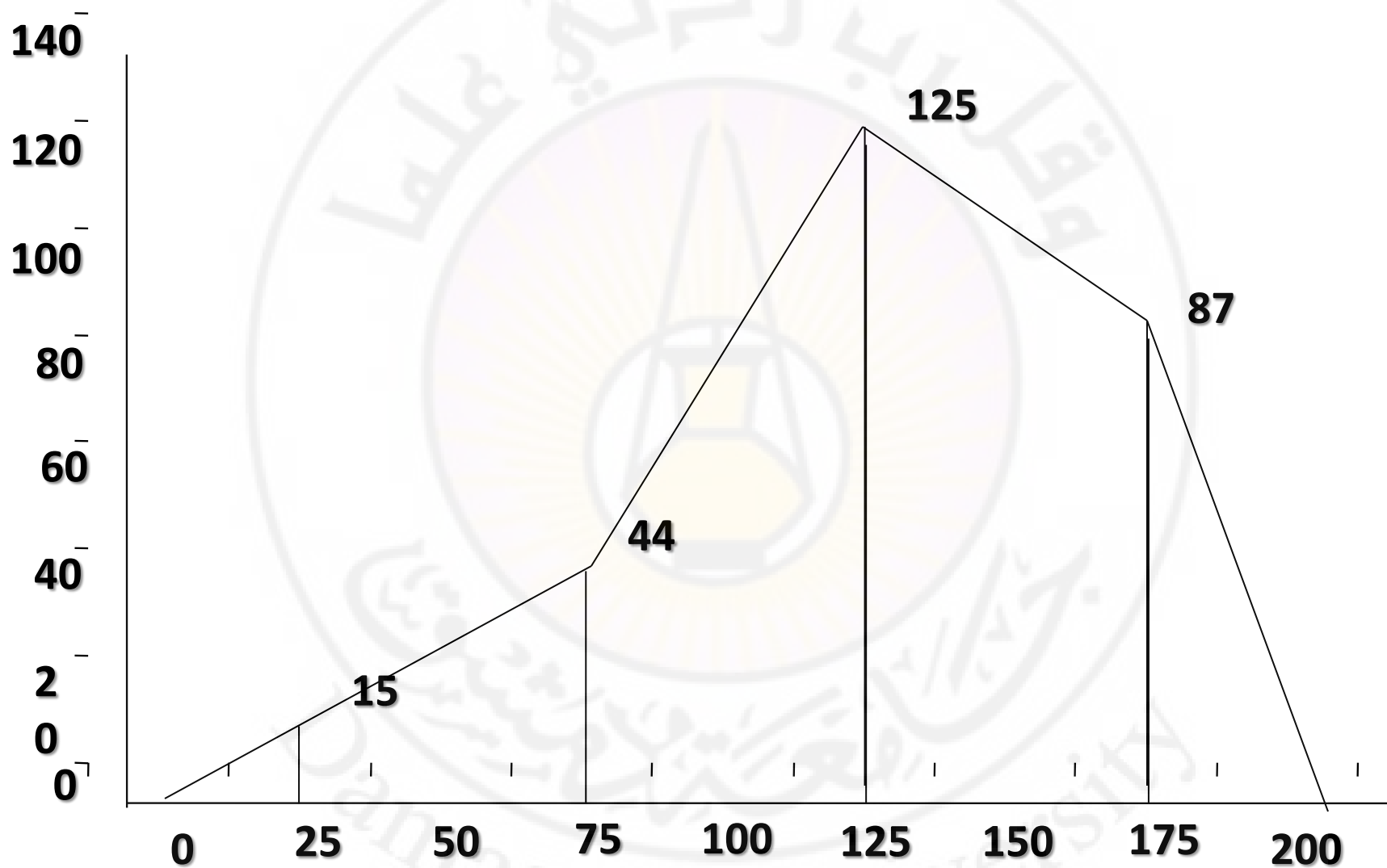
c. Undersampling (below Nyquist rate): $T_s = T \frac{3}{4}$

Watt

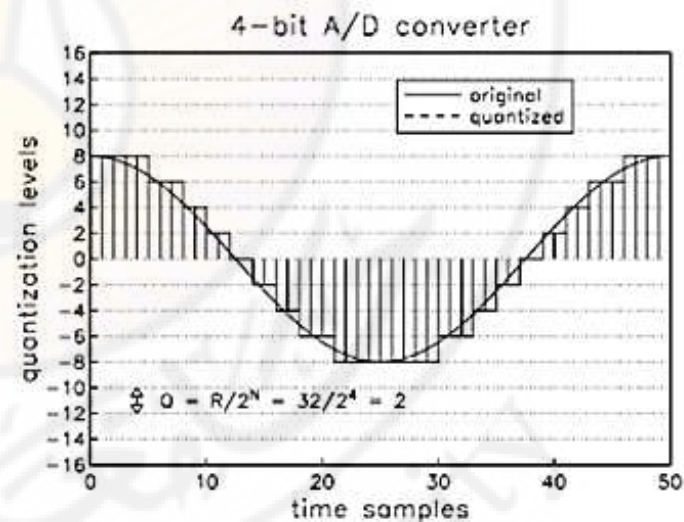
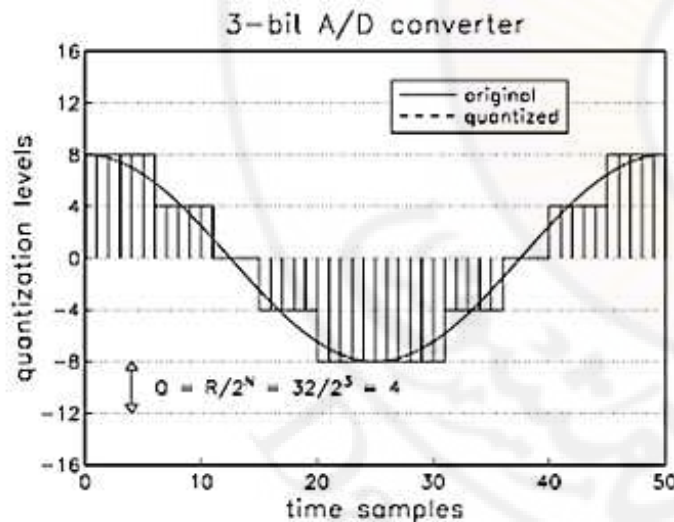








دور زيادة معدل الاعتيان في التمثيل الدقيق للإشارة عند التحويل وتخفيف التشويه يشبه تماما معدل البيكسل في شاشات العرض ويوضح بالشكل ادناه.

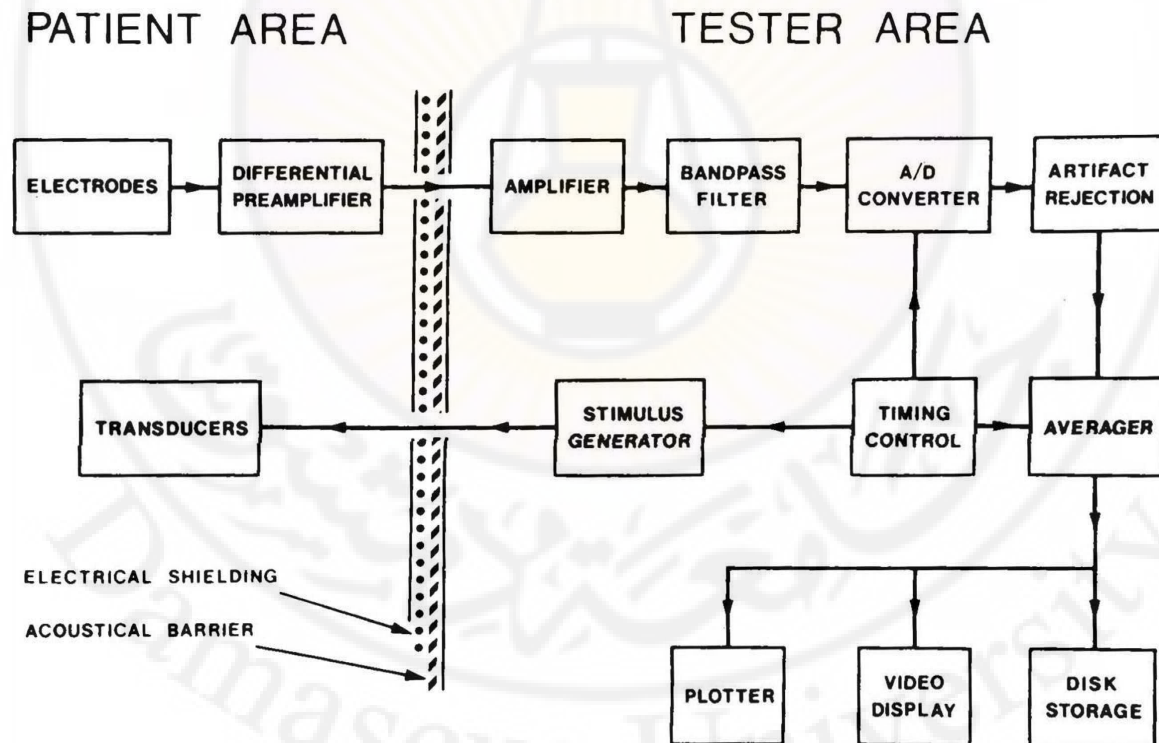


زيادة نسبة ال SNR

• تقنيا:

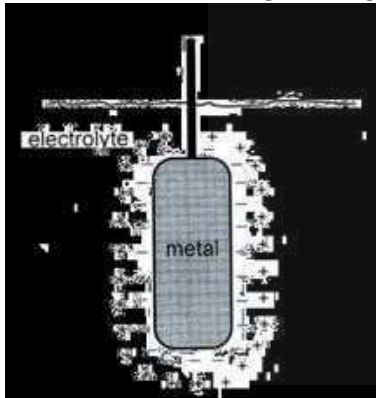
- حذف الاشارات المزاحمة المتشابهة من خلال المضخم البدئي التفاضلي (*Common / Mode Rejection, CMR*) والذي يؤمن أيضا زيادة الإشارة وليس فقط حذف النويز.
- الفلترة / (*Filtering*) : وتقوم على مبدأ حذف الإشارة غير المرغوبة.
- *Averaging*: ويتم على مبدأ تكرار الإشارة وليس تضخيمها وحذف النويز العشوائية.

تحسين ال SNR خلال مراحل المعالجة المتتالية

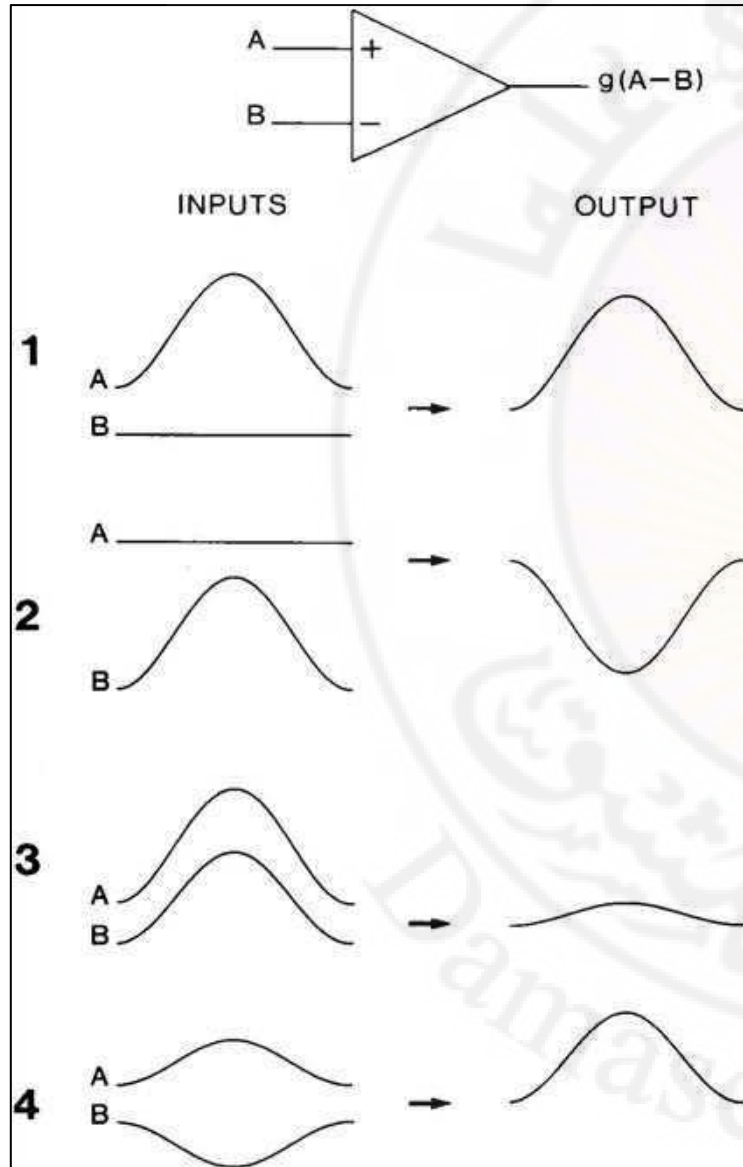


عوامل تتعلق بتسجيل الكمونات المحرصة

- سنستعرض في محاضرات تخطيط جذع الدماغ اهم انواع واشكال الالكترونيات وطرق توزيعها وعلاقة ذلك بشكل الاستجابة المسجلة ولكن ما سيتم ذكره هنا هو دور هذه العوامل في معالجة الإشارة وتحسين ال SNR.
- الالكترونيات: نوعها (كلما كان سطح الالتصاق افضل مع الجلد كلما كان تسجيل الإشارة افضل)- الممانعة (كلما نقصت ممانعة التصاق الالكتروود مع الجلد كلما زادت الإشارة ونقصت النويز ويتم ذلك من خلال تنظيف الجلد بشكل جيد من البشرة المتماوتة وعدم تركه رطباً ووضع الالكتروود المناسب بشكل ملاصق وتزويده بالمواد الناقلة للتيار بالحجم المطلوب حيث ان زيادته ستسبب انتشار خارج الالكتروود يسبب دائرة قصيرة تفرغ الشحنة ونقصه سيقلل من تسجيل الإشارة.
- الكابلات الواصلة: يجب ان تكون ذات نوعية جيدة غير مكشوفة كي لا تسبب مقاومة ويجب ان تكون مفرودة بشكل جيد غير متشابكة حتى لا تسبب حقول كهربائية متقاطعة تسبب تشويش ويفضل فصل كامل كابلات الأجهزة عن المقابس وتركها بالاستخدام بوضع البطارية.
- الحقل الكهرومغناطيسي: يجب ضبطه قدر الإمكان وذلك من خلال ابعاد ساحة التسجيل عن الحقول الكهرومغناطيسية في البناء كأجهزة الاشعة والمولدات وغيرها وبالنسبة للحقول الموضعية يتم ضبطها من خلال فصل المقابس وعدم تشابك الاسلاك والوصلات الكهربائية.



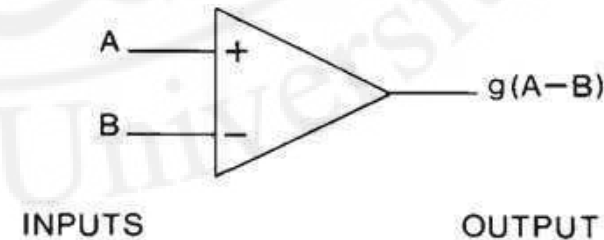
التضخيم التفاضلي (Differential Preamplification)



• ويقوم على مبدأ الجمع التفاضلي (عكس الإشارة) للإشارة من خلال تسجيلها بالكترودين متعاكسين بالإشارة الأول يسمى العاكس Inverting او السالب والآخر يسمى غير العاكس او الموجب Non-inverting. وحسب خصائص الإشارة والنويز يتم تضخيمها او حذفها.

• خصائص الإشارة: تولد من خلال ثنائية القطب وبالتالي ترى من خلال الالكترودين بشحنتين متعاكستين هذا الامر سيمكن المضخم التفاضلي من توحيد اشارتها عند قيامه بعكس الشحنة وبالتالي سوف يقوم بجمع المطالين للإشارة وهذه المرحلة الوحيدة في المعالجة التي يتم فيها تضخيم الإشارة فقط (إضافة للمضخم العادي والذي يضخم الإشارة والضجيج معا)

• خصائص النويز: تولد من مولدات خارجية لا تستهدفها الالكتروودات المتعاكسة وبالتالي ترى ذات شحنة متشابهة لدى لا الالكترودين وعندما يتم عكس الشحنة وجمع النويز يتم حذفها كما هو موضح في الشكل التالي.



التضخيم التفاضلي (Differential Preamplification)



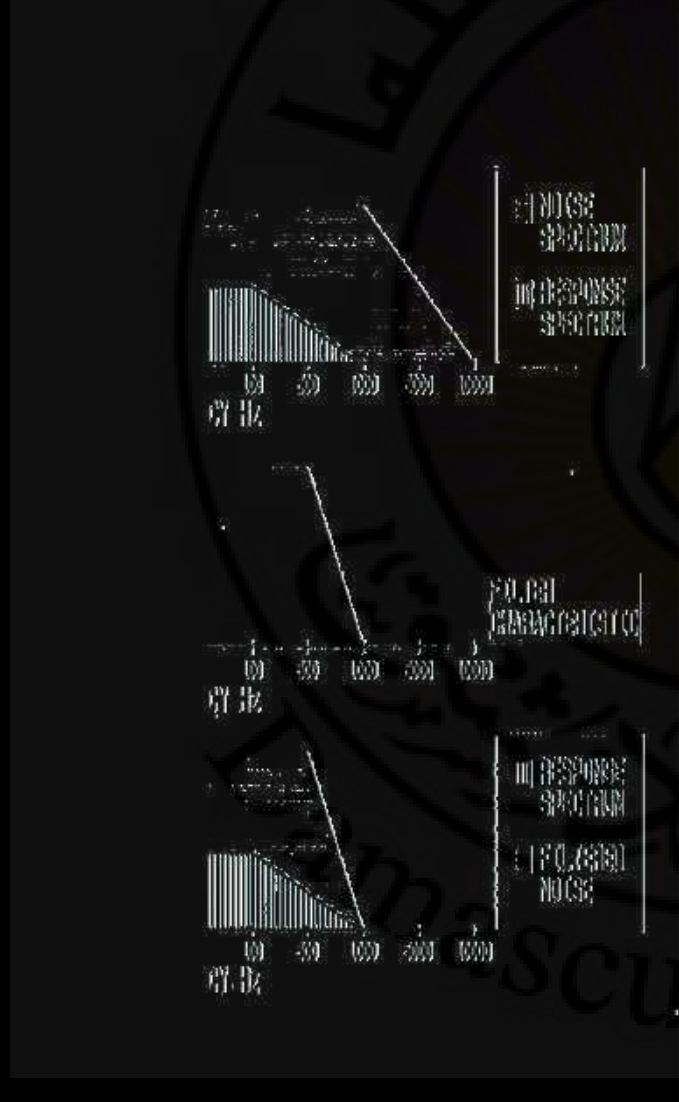
(Artifact Rejection)

- منع وصول الاشارات المزاحمة من الوصول الى ساحة تسجيل الاشارة المطلوبة من خلال تحديد عتبة معينة لحذف هذه الاشارات المزاحمة (نويز) وذلك يتعلق بحجم الاشارة المطلوبة ونوع الاشارات المزاحمة المتوقعة.
- المحدد الأساسي للارتيفكت هو حجم إشارة EEG المسجلة وبالتالي من غير المنطوق ان يتم تسجيل كمونات طاقتها اعلى من حدود ال EEG وبالتالي فان أي إشارة مسجلة تزيد عن حدود هذه الطاقة يتم حذفها دون دخولها بالمعالجة وتساهم هذه الطريقة في حذف كميات كبيرة من النويز المسجلة والتابعة لنشاطات كهربائية غير الوظيفة الالكتروفزيولوجية.

الفلتر (Filtering)

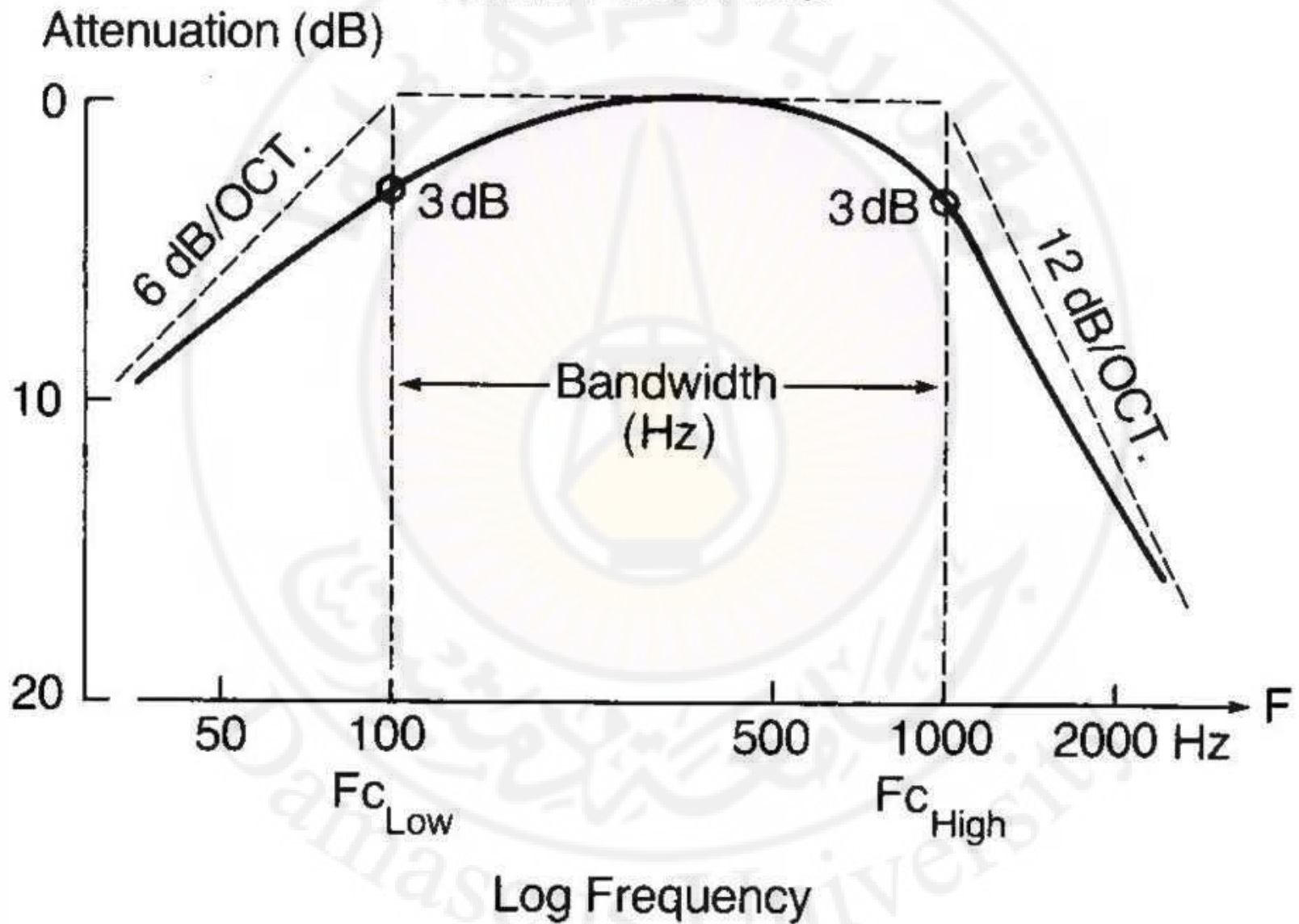
- ضرورته: حذف الأجزاء الإضافية للمحتوى التواتري للإشارة المسجلة والتي تنسب للضجيج وذلك بهدف تحسين نسبة ال SNR
- إذا يتم التعامل معه من وجهة نظر تواترية حيث يسمح بعبور التواترات المطلوبة ويوقف عبور التواترات غير المطلوبة والمنسوبة للضجيج الكهربائي أو البيولوجي.
- خصائص الفلتر: فلتر اونلاين حيث يكون قبل المضخم الكلي ويقوم بحذف الأجزاء الغير مطلوبة بشكل نهائي وبالتالي لا يمكن التراجع عنه وقد يسبب تشويها غير تراجعي أحيانا. اما الفلتر الافلاين فيكون بعد انتهاء المعالجة ومميزته هو امكان التحكم به والتراجع عنه وسلبيته هي بقاء النويز طيلة فترة المعالجة اما بالفلتر الاونلاين فميزته هو حذف النويز منذ البدء وعدم دخولها في المعالجة.
- انواع الفلاتر: فلتر قطع اعلى او اخفض او عبور ضمن حزمة محددة (ذكرت سابقا).
- المحتوى التواتري للكمونات المسجلة المطلوبة: ليس كل الإشارات يمرن فلترتها فبعضها يكون مشابه تماما لطيف التواتر الخاص بالضجيج الوارد وبالتالي لا يمكن اعتبار الفلتر وسيلة نهائية لحذف النويز وانما يبقى لها محدودياتها رغم فائدتها الكبيرة ويجب تحديد حدود الفلتر حسب الطيف التواتري لكل موجة يجب تسجيلها فهناك فلاتر واسعة وفلاتر ضيقة.
- تأثير الفلتر على تسجيل الكمونات المطلوبة: وهذه تسمى عيوب الفلتر حيث ان تضيق الفلتر من احد جانبيه سوف يسبب حذف أجزاء من الإشارة او تقليل المطال او التأثير على زمن الكمون وقد يزداد التشويه لدرجة حذف موجة كاملة في حال تضيق الفلتر بشكل زائد عن الحد.

خصائص الفلتر

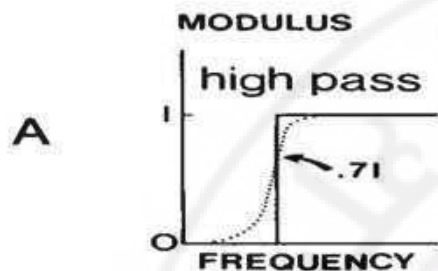


- منحنى القطع
- معامل العبور - نسبة الخروج الى الدخول من صفر (توقف عبور كامل - الى 1 عبور كامل)
- تواتر القطع (Cut-off Frequency)

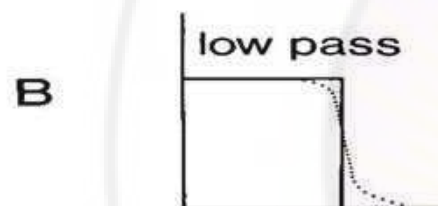
Band Pass Filter



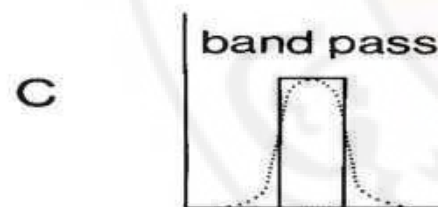
انواع الفلاتر



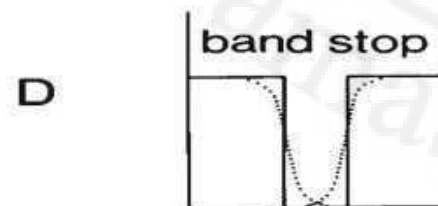
High Pass, HP •



Low pass, LP •



Band pass •



Band stop •

النتائج الغير المرغوبة لاستخدام الفلتر

- تغيرات في مطال الامواج (Frequency distortion)
- تغيرات في زمان الكمون (Phase distortion)
- ذرى غير واقعية
- حذف اجزاء من الامواج

تصنيف اخر لأنواع الفلاتر

• حسب زمان الاستخدام :

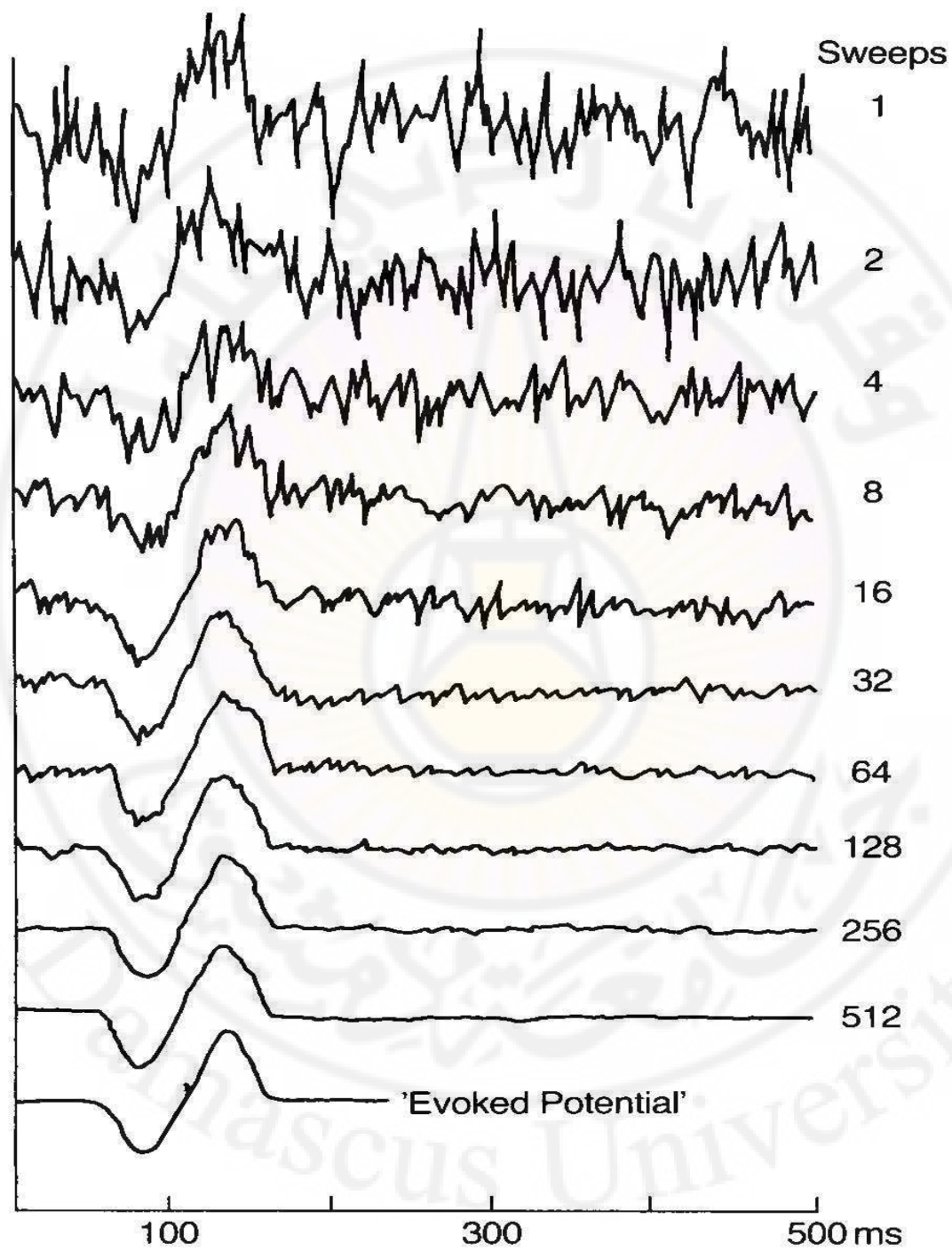
– on-line (تماثلي عادة – قبل المضخم البدئي او بعده مباشرة)

– off-line (رقمي عادة – بعد الانتهاء من تسجيل الإشارة)

Averaging

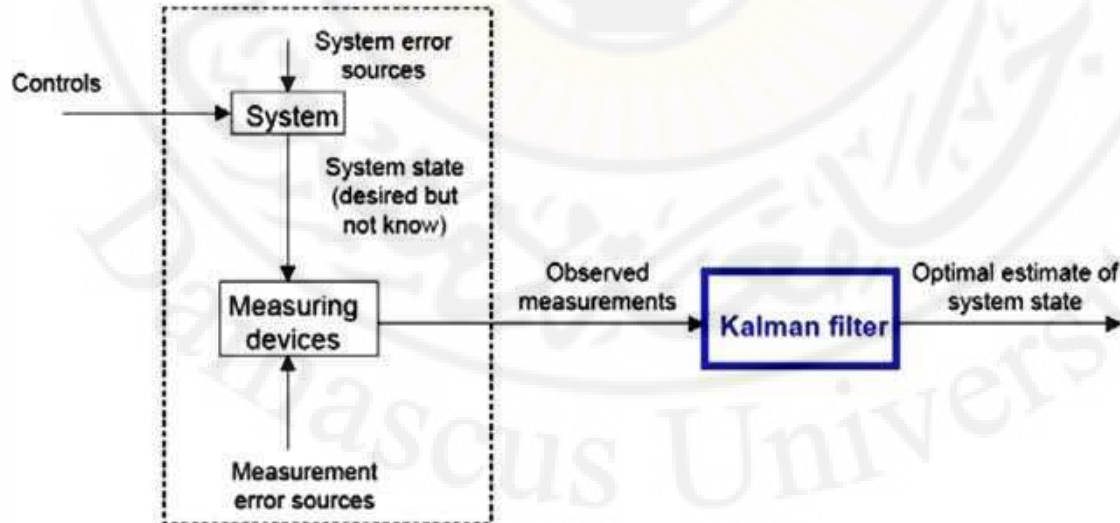
زيادة نسبة S/N

- ويتم من خلال حساب معدل الأمواج المسجلة (معدل مطال الأمواج) لكل دفعة تنبيه جديدة (*Sweeps*) خلال مجال زمني محدد وباستخدام طرق حاسوبية (ديجتال).
- زيادة مطال الإشارة (الموج المطلوب) بفضل تكرارها الزمني الثابت وثباتها (قطعيتها) بالتكرار ونقص مطال النويز بس عشوائيتها رغم كبر حجمها.
- يقوم المعالج بإجراء ال Averaging بشكل لحظي مع إضافة كل sweep وبالتالي يمكن للفاحص ملاحظة تبدل شكل الموجة الكلية المرسومة على الجهاز والتي تمثل في كل لحظة تحديث للمعدل الكلي النجم عن العدد التراكمي من مرات التنبيه والملاحظ فيها بوضوح هو تحسن شكل الإشارة ونقص النويز بالتدريج مع تزايد عدد مرات التنبيه.
- اذا الموجة المرسومة هي حاصل معدل جميع الأمواج المسجلة لكل سويب على حدة وبالتالي في حال تم تسجيل موجة بمعدل نويز عالي سوف ينعكس ذلك على المعدل الكلي.
- لتجاوز هذه المعضلة يجب تسجيل جميع ال sweep بظروف جيدة ومتماثلة (مريض هادئ دون حركات وتقلصات عضلية وتفعيل ميزة artifact rejection).
- وهناك طرق أخرى معتمدة أهمها التعديل الموزون Weighted averaging



Weighted Averaging

- أحد طرقه فلتر كالمان.
- يعتمد فيلتر كالمان على طرق رياضية رقمية ليقوم بتثقيف هادف للإشارة الصحيحة بناء على ما تم تسجيله من امواج (حيث يتضمن نموذج للإشارة المطلوبة يقوم بزيادة وزن او تثقيف أي اشارة مسجلة مطابقة للنموذج) ويقوم بشكل مستمر بتحديث استجابته بحيث نصل الى الشكل المطلوب بأسرع وقت ممكن وكل المطلوب هو تعديل محاسباته بناء على معلومات المرحلة السابقة بشكل مستمر.



العوامل الفيزيائية المؤثرة في تسجيل الإشارة

- المنبه المستخدم
- طريقة تقديم المنبه (المبدل المستخدم)
- الضجيج الموجود (اكوستيكي الأقل أهمية ولكنه لازم لهدوء المريض – البيولوجي معالجته صعبة – الكهربائي هو الأخطر لأنه يشوه الإشارة بالكامل).
- الألكترودات وطريقة توزيعها Electrode array وممانعتها.
- الخبرة التقنية وجودة الجهاز المستخدم.

العوامل البيولوجية المؤثرة في تسجيل الإشارة

- الفعاليات الكهربائية في عموم البدن
- حالة كل فرد مفحوص
- الحدود البيولوجية للجهاز العصبي السمعي

الفعاليات الكهربائية في البدن

- ويقصد بها الضجيج البيولوجي وهي الإشارات الكهربائية الناجمة عن الفعاليات الفيزيولوجية في البدن والتي يتم تسجيلها مع الإشارة وتزامنها في المعالجة كنابض القلب وفعالية الدماغ والتقلصات العضلية وغيرها.
- يختلف دورها حسب نوع الإشارة ومكان تسجيلها فمثلا عند تسجيل الكمونات القشرية يكون للأمواج القشرية والانتباه والتفكير والفعالية البصرية دور هام في الإشارة المسجلة وعندما يتم تسجيل كمونات تحت قشرية يكون للتقلصات العضلية ونبض القلب وحركات الاجفان دور هام.
- وجود نسبة SNR عالية في تم تسجيل الإشارة من قرب الطلبة كما في الايكوجي لانخفاض اثر النويز.
- بعد الالكترودات عن الاوعية يقلل من نويز ضربات القلب.
- التخدير يخفف من التقلصات العضلية والحركة الزائدة التي تؤثر على الامواج ذات التواتر العالي ولا تؤثر على الامواج ذات التواتر المنخفض.
- النوم الطبيعي ةاغلاق العينين يقلل من النويز المسجلة من عمليات الرمش Blinking.
- أمواج ال ASSR لا تسجل في الصحو بسبب تشابه تواتره مع تواتر الألياف العضلية.
- تتأثر الأمواج المتأخرة بالنوم واليقظة وفتح العينين وإغلاقها أكثر من الأمواج السريعة.

حالة الفرد المفحوص

- السن – الجنس – درجة الوعي – درجة حرارة الجسم.
- حالة الجهاز العصبي السمعي المحيطي والمركزي.

الحدود البيولوجية للجهاز العصبي السمعي

- كمونات العمل (السريعة العابرة) والكمونات المشبكية (البطيئة نسبيا والتجميعية).
- الفواصل بين المنبهات (*Interstimulus Interval, ISI*)
- دور معدل التنبيه (*Rate*)

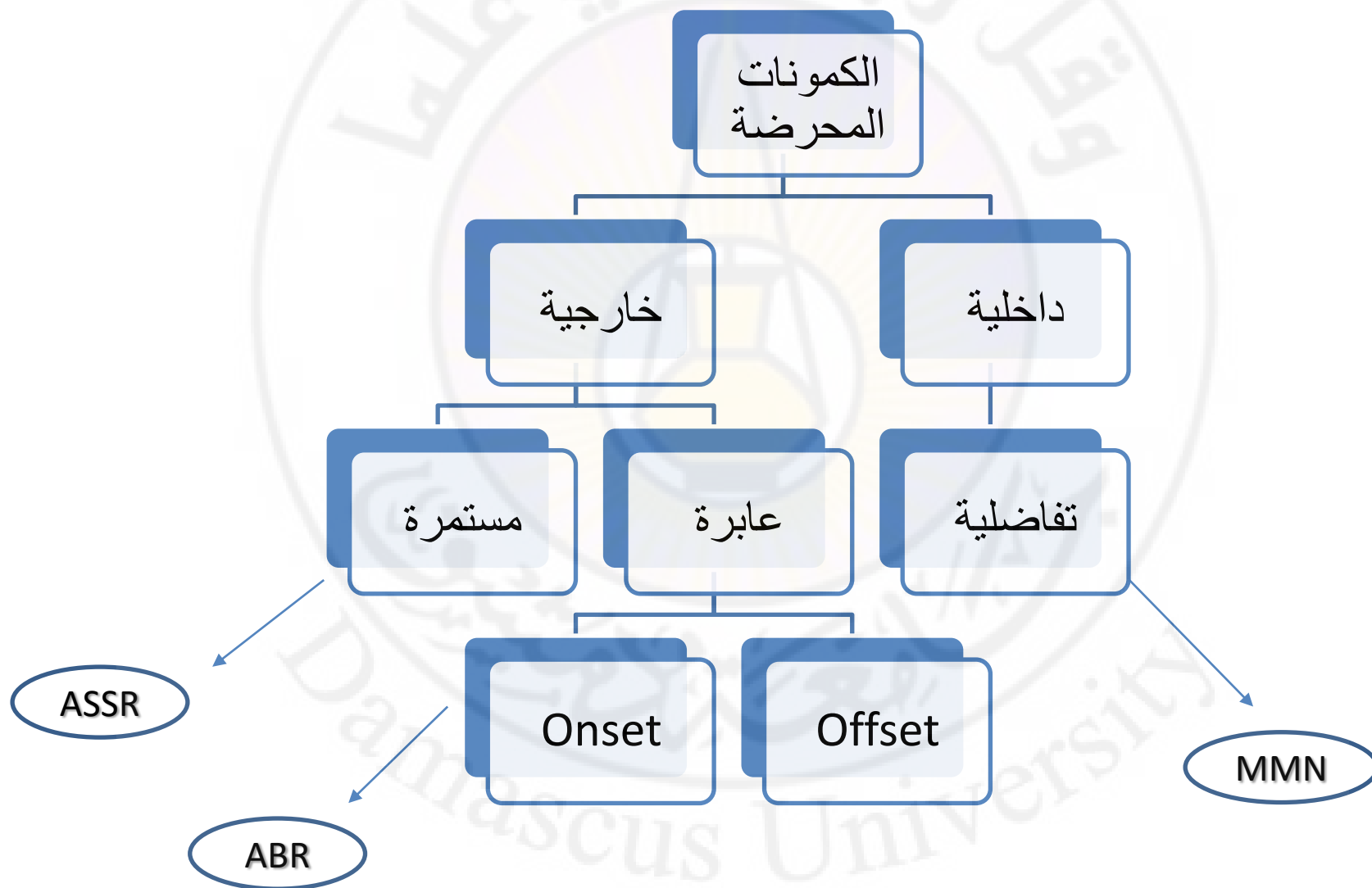
دور معدل التنبيه

- يرتبط بخصائص العصب كالتعود (التكيف) و تعب العصب.
- يرتبط بشدة بمستوى الاستجابة (محيطي - مركزي) وعوامل اخرى كالنضج العصبي - السن - الادوية المختلفة - شدة التنبيه وغيره.
- زيادة الrate تزيد من زمان الكمون وتقلل من مطال الامواج بالنسبة للاستجابات العابره (transient) - كما تؤدي للتعود Habituation بالنسبة للاستجابات المتاخرة كال LLR
- يجب تعيين معدل التنبيه لكل اختبار بحيث يكون زمن الاختبار اسرع ما يمكن دون الاضرار بنتائج الاختبار.
- لا يجوز ان نقدم تنبيه في فترة العصيان المطلق او النسبي للكمونات المحرصة الامر الذي يؤدي لحذف الاستجابة أو تاخير زمان الكمون ونقص المطال على الاقل.

تصنيف الكمونات المحرصة السمعية

- حسب زمن الكمون (قصيرة – متوسطة – طويلة الأمد).
- حسب الطيف التواتري (ASSR – FFR)
- حسب المنشأ (محيطية- حلزونية – تحت قشرية – قشرية).
- حسب آلية التوليد (خارجية Exogenous أو داخلية Endogenous)

تصنيف الكمونات المحرصة السمعية



التطبيقات السريرية للاختبارات الالكتروفزيولوجية

- تندرج التطبيقات السريرية للاختبارات الالكتروفزيولوجية ضمن تصنيفات أساسية وهي المنهج الماسح – منهج تحديد العتبة – والمنهج التشخيصي او تحديد مكان الاذية.
- اهم المجموعات المستهدفة في هذه الاختبارات هي:
 - الولدان والاطفال
 - الافراد الذين يصعب تقييمهم سلوكيا
 - المشاكل الوظيفية (غير العضوية) – الطب الشرعي وعوامل مهنية وادراية.

الولدان والاطفال

- الكشف المبكر لنقص السمع قبل عمر الـ ٦ اشهر – للبدء ببرامج التاهيل السمعي قبل حدوث عقابيله المتعلقة باضطراب التواصل اللغوي.
- خصوصا عند الاطفال متعددي الاعاقات.
- صعوبة تقييم نقص السمع الخفيف احادي الجانب بالتحديد والانتقالي احيانا.
- صعوبة اعتماد وموثوقية اختبارات المسح السمعي السلوكية وضرورة اعتماد طرق موضوعيه كالبث الصوتي الاذني وتخطيط جذع الدماغ.

الافراد الذين يصعب تقييمهم سلوكيا

- الاطفال متعددي الاعاقات – خصوصا المشاكل العصبية والسلوكية كفرط الحركية والذين يصعب تقييمهم بالاختبارات السلوكية.
 - لا يلجأ اليها الا حين فشل اجراء الاختبارات السلوكية.
- *LLR* يستخد بكثرة في هذه المجموعة بسبب امكانية اختبار كل تواتر على حدة والحصول على استجابة واضحة وموثوقة واجراءه اثناء الصحو.
- *ABR* باستخدام التخدير وسيلة مثالية لتقييم السمع عند وجود مشاكل فرط حركية ونويز بيولوجية عند المريض.

القضايا الأخرى

- عدم الحاجة لتعاون المريض.
- إمكانية إجراء تخطيط سمع تواتري مفصل للمريض على التواترات المختلفة والحصول على استجابات قريبة من العتبة السلوكية باستخدام LLR
- كشف الادعاء والحالات الوظيفية والطب الشرعي.

انتهى الفصل

Electrocochleography EcochG

Dr. Samer Mohsen

November 2022

Damascus University

Introduction

- ECochG: recording of a set of the synchronous electrical activity, in the first 5ms after acoustic stimulation, made with electrodes placed in close proximity to the cochlea (ionic currents in transduction process) or auditory nerve, including:

Endocochlear potential (EP)

Cochlear microphonic (CM)

Summating potential (SP)

[(electrical) compound] action potential (AP/ECAP)

The background features a large, faint watermark of the Damascus University logo. It is a circular emblem with Arabic calligraphy at the top and bottom, and a central design featuring a minaret and a sunburst.

ECochG COMPONENTS

EP

- ✿ A positive direct current (DC) potential in the scala media relative to surrounding tissues
- ✿ Records with electrode placed in the scala media
- ✿ Without acoustic stimulation
- ✿ Generator: stria vascularis

CM

- A alternating current (AC) potential in alternation of rarefaction and condensation traces
- With extracochlear (promontory) electrode, origins from basal turn of cochlea, primarily from outer hair cells, regardless of stimulus frequency.
- Its phase follows the polarity of click stimulus
- Continuing as rare or condensed fluctuations until stimulus is presented.
- Stimulus with single polarity generates CM the best, but stimulus with alternative phase and averaging omit CM and appear other potentials (SP and AP).

SP

- ✿ A nonlinear (distortional) DC potential
- ✿ a baseline shifting with short latency which proceeding AP
- ✿ Has an amplitude similar to CM magnitude
- ✿ Is dependent on duration of stimulus (preserved along duration of stimulus) but is independent of stimulus frequency
- ✿ Follows the envelope of stimulus

AP

- AC potential, equal with wave I in ABR, originates from activation of distal part of eighth nerve where leaving the cochlea
- Synchronous activity of numerous neurons that can be labeled CAP when far-field recording.
- Has a larger amplitude than SP and with intense stimulus a latency about 1.5ms
- When the intensity of stimulus increases, the amplitude of AP is increased and the latency is decreased.
- With lower frequencies, latency increases.
- Has the best recording with abrupt stimulus, click, or tone burst with abrupt onset (rise time < 5ms)

ECAP

- Recorded by electrode placed within cochlea in response to electrical pulses
- Relative to acoustical-evoked CAP:

there is no presynaptic potential

N1 amplitude is larger (up to 2–3mv)

N1 latency is shorter (< 0.5 ms)

no spontaneous firing rate, so more across-fiber synchronization

growth with sharper slope in response to intensity increment, thus narrower dynamic range

broad and invariant tuning along cochlea

ECochG components

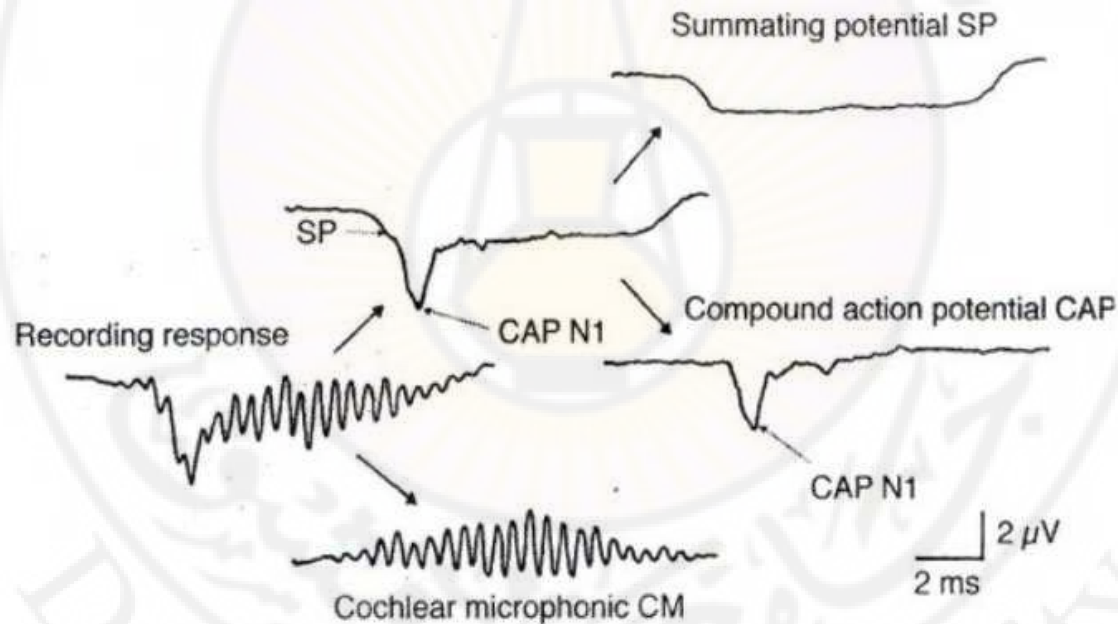
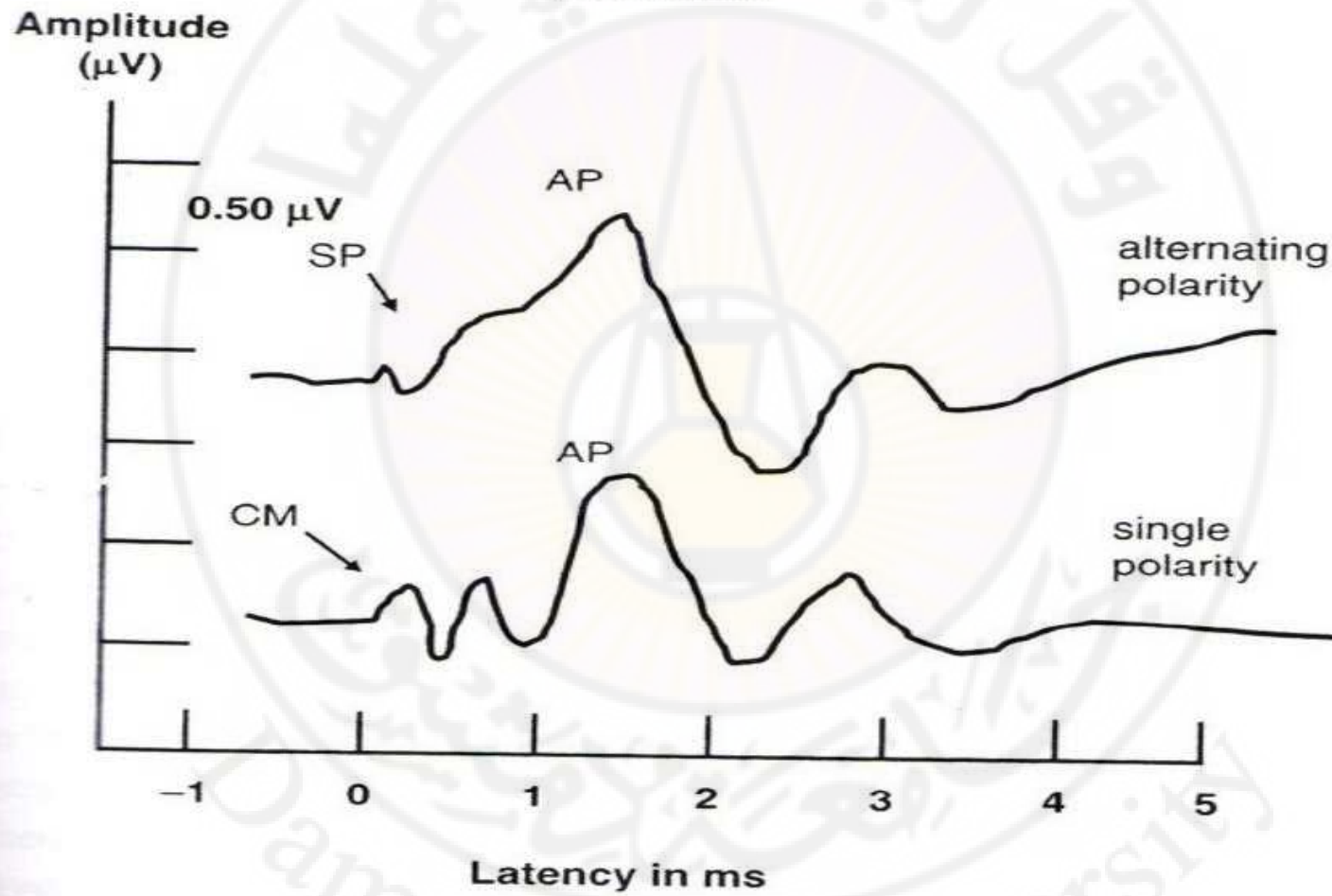


FIGURE 9.2. Transtympanic response to a brief 2000-Hz tone burst (4-ms plateau with 1 ms [= 2 periods] rise and fall time), split into its components: summing potential (SP), compound action potential (CAP), and cochlear microphonic (CM).

ECochG



The background of the slide features a large, faint watermark of the Damascus University logo. The logo is circular, with Arabic calligraphy at the top and the English text "Damascus University" at the bottom. In the center of the logo is a stylized sunburst or starburst design.

ELECTRODE TYPE AND LOCATION

ELECTRODE TYPE AND LOCATION

- The most important factor in ECoChG is the **location** of electrode.
including:
 - Extratympanic: TIPtrode (insert electrode and transducer combination with gold cover)
 - Tympanic (TM): a gel-coverage silver electrode, should continue recording regardless high intraelectrode impedance
 - Transtympanic (a sub dermal needle on promontory or everywhere on round window)

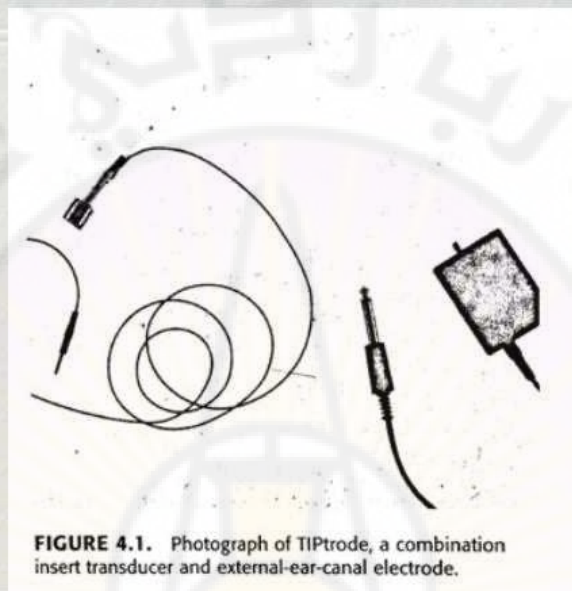


FIGURE 4.1. Photograph of TIPTrode, a combination insert transducer and external-ear-canal electrode.



FIGURE 4.2. Photograph of tympanic membrane electrode (the gel-covered silver wire at the end of the electrode that makes contact with the tympanic membrane).

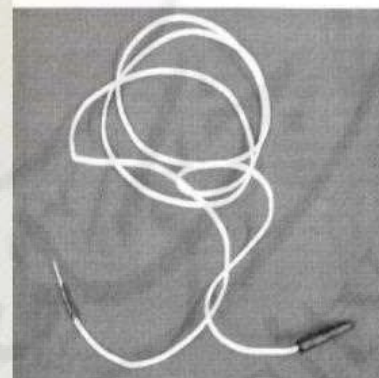


FIGURE 4.3. Photograph of subdermal needle electrode for transtympanic placement (a 14-inch noninsulated shaft is on the left and the conventional electrode pin is on the right).

COMPARISON BETWEEN ELECTRODES

- No difference between latencies
- Larger amplitude for TT electrode, 10 and 20 times relative to TM and ET, respectively.
- Fewer need to averaging for TT than ET by a ratio of 5, to reach the same SNR.
- better sensitivity and specificity to cochlear abnormalities (meniere) for TT

so

TT gives the best response detection (a near-field recording)

but

TT is invasive

ELECTRODE**LOCATION (TYPE)****PREFERRED APPLICATIONS****ADVANTAGE(S)****DISADVANTAGE(S)**

Ear canal (TIPtrode)

Enhancement of ABR wave I
Detection of CM in auditory
neuropathyNoninvasive
Patient comfortSmall amplitude
Low reliability for SP
Limited value in hearing loss

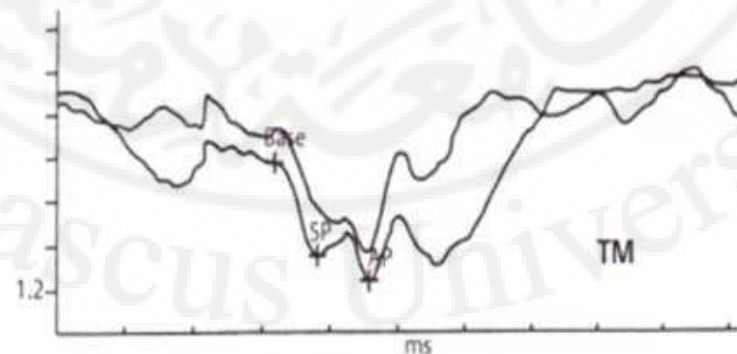
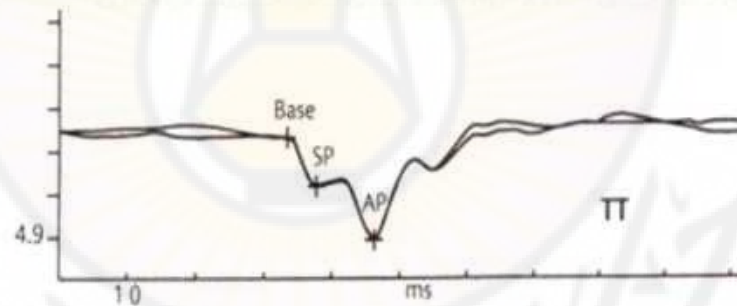
Tympanic membrane

ECochG in Ménière's disease

Noninvasive
Fair amplitudeRequires technical skill
Some patient discomfortPromontory (trans-
tympanic needle)ECochG in Ménière's disease
Intraoperative monitoringLarge amplitude
Very reliable
Stable placementInvasive technique
Requires local anesthesia
Requires medical personnel

DIFFERENTIAL EFFECT OF ELECTRODE LOCATION

- As electrode places closer to the cochlea, the growth in AP amplitude is grater than SP, thus the upper limit for the normal SP/AP decreases.



The background of the slide features a large, faint watermark of the Damascus University logo. The logo is circular, with Arabic calligraphy at the top and bottom, and the English text "Damascus University" at the bottom. In the center of the logo is a stylized sunburst or starburst design.

STIMULUS PARAMETERS

TRANSDUCER

Insert is preferred, because:

- ✿ Artifact is omitted in the first 2–3ms because of insert tube induced latency, thus CM and AP can be differed from artifact.
- ✿ With TIProde caution can secure every electrode wire while recording
- ✿ Has advantages while intraoperative monitoring because it can be sterilized and post auricular area is accessible.

TYPE

- Click (0.1ms) is the most common.
- AP is dependent on the rise time of stimulus, so the abrupt stimulus is necessary (click is the best).
- SP is better appeared with TB, but this DC potential needs wide band-pass filter, so slow shifts in the baseline activity such as low frequency noise can deteriorate SP evaluation.
- SP with click can be appeared when the stimulus rate is increased and the AP amplitude is adapted.
- ECoG with TB has applied typically for meniere diagnosis. Here, the frequency of 1000Hz is preferred, response to lower frequency TBs is larger in TM and TT recordings than ET.

DURATION

- AP is an onset response which needs an abrupt onset stimulus and is independent of subsequent duration. It won't detect with rise time $> 10\text{ms}$.
- CM and SP can preserve all over stimulus duration and can be recorded with wide range of rise times.
- SP directly reflects stimulus duration and can be differentiated from AP with extended TB duration.
- TB with long duration can be used in diagnosis of Meniere.

Tone-Burst Signal

ECochG

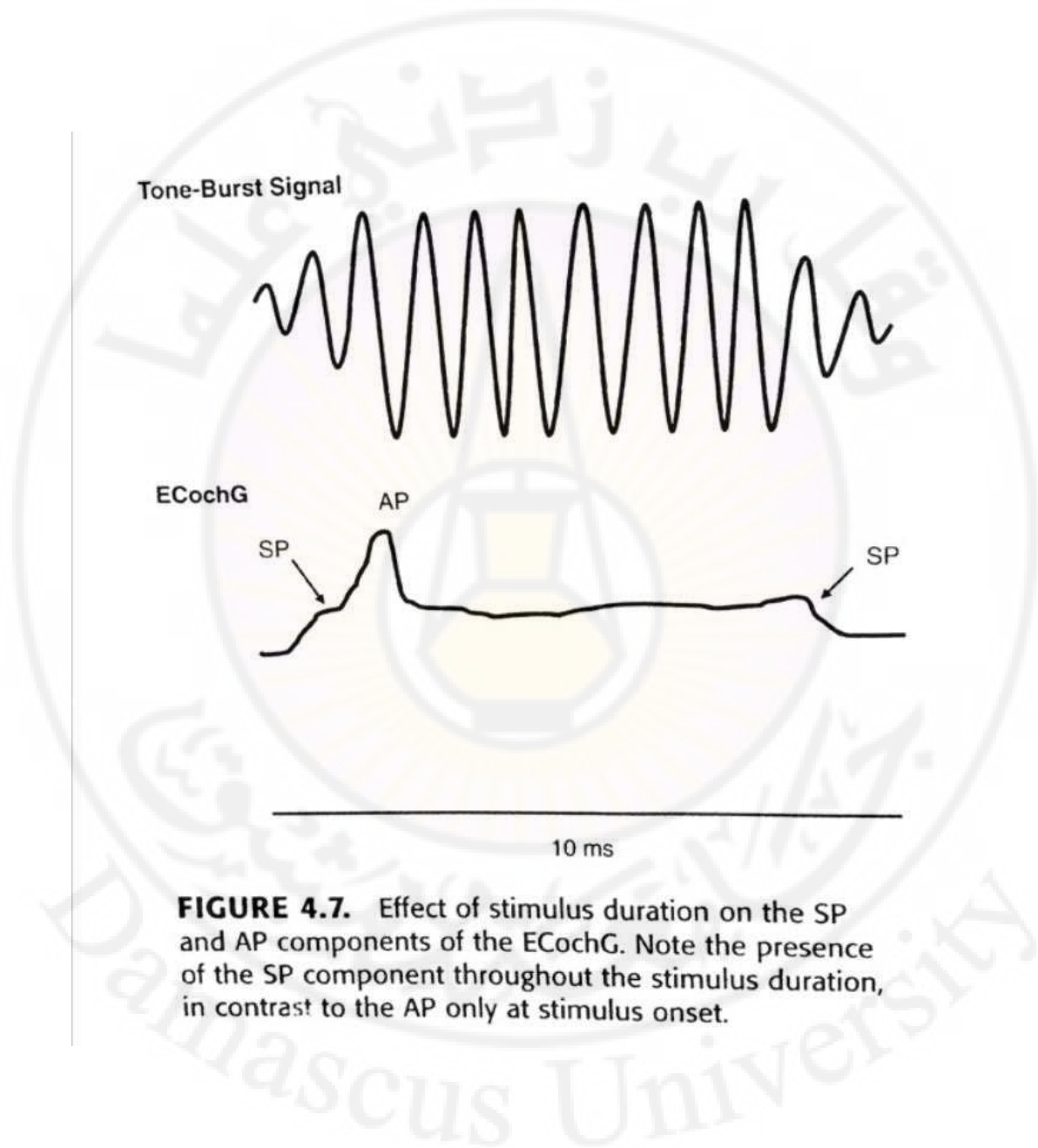
AP

SP

SP

10 ms

FIGURE 4.7. Effect of stimulus duration on the SP and AP components of the ECoChG. Note the presence of the SP component throughout the stimulus duration, in contrast to the AP only at stimulus onset.



STIMULUS OFFSET-EVOKED EcochG

- Can be used when duration is long (20 ms)
- Offset AP is the most clear for intensities under 65 dB.
- Offset ECochG threshold is 15–20 dB higher than that of onset.

INTENSITY

CM and SP

- ✿ Receptor potential, thus the latency is independent of intensity.
 - ✿ amplitude increases with intensity increment.
1. CM: omission with alternative polarity is complete just for low intensities, because of phase and amplitude distortion of CM with high intensity.
 2. The relationship between CM and intensity is applicable for threshold estimation in auditory neuropathy.
 3. SP as a DC potential appears just for high intensities ($>92\text{dB spl}$), then it's growth is gradually with intensity increment (10 times increment in SP amplitude with 20dB increment in intensity).

INTENSITY AP AMPLITUDE

- Amplitude is increased and latency is decreased with intensity increment.
- Amplitude-intensity growth function has two parts of L and H:

L: $<60\text{dB}$: amplitude growth rate is 0.5–1%

H: $>60\text{dB}$: amplitude growth rate is 1.03–3 %

INTENSITY AP LATENCY

- ✿ Latency is decreased systematically with intensity increment:

1. cochlear activity site
2. synaptic delay

synaptic delay is equivalent for all frequencies

frequency specificity is greatest for lower intensities

- ✿ latencies changes with intensity is greater for lower frequencies than higher.

RATE

- SP and CM are invariant in a large range of rates.
- AP latency is increased and amplitude is decreased with rate increment:
 1. dyssynchronizaion in cochlea
 2. adaptation in synapsis between HC and afferents



- With high rates about 100/s, AP is minimal and SP detection is enhanced.

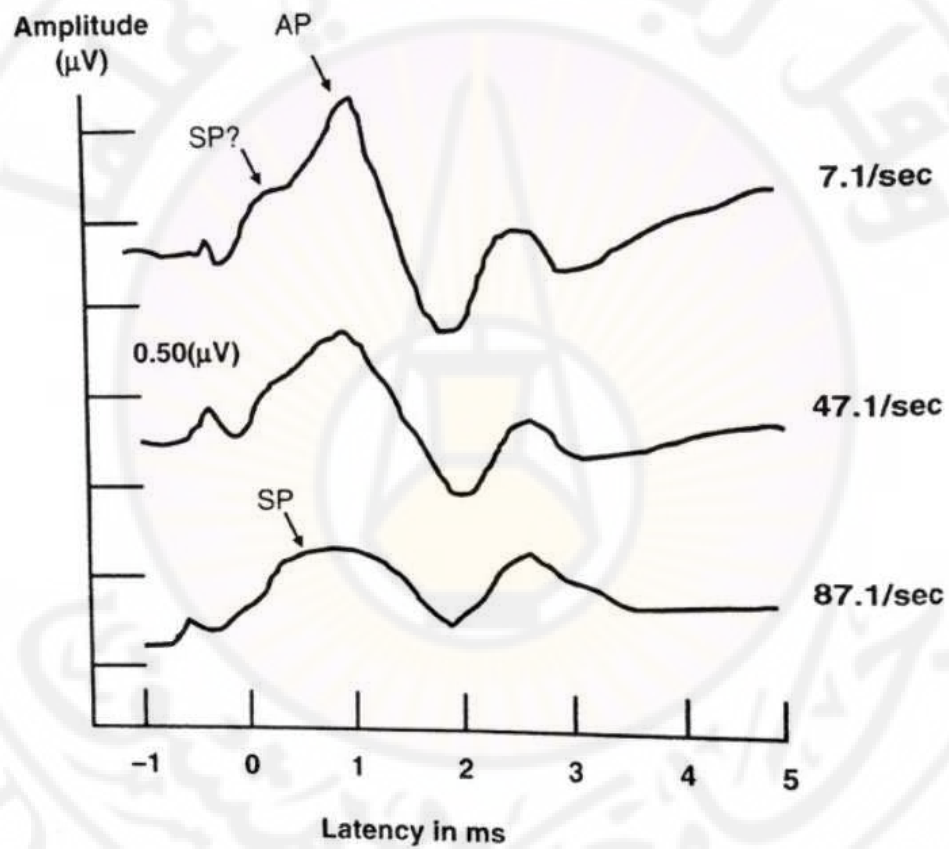


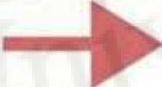
FIGURE 4.8. Effect of stimulus rate on ECoG components (CM, SP, and AP).

POLARITY

- CM: is recorded with single polarity and is 180° out-of-phase for rarefaction relative to condensation. Alternative polarity omits CM and appears SP and AP, but,

just **single polarity** signals produce actual electrophysiologic responses.

- AP: **rarefaction** polarity gives shorter latency than condensation and larger amplitude than alternating, so,

ABR wave I enhancement  rarefaction

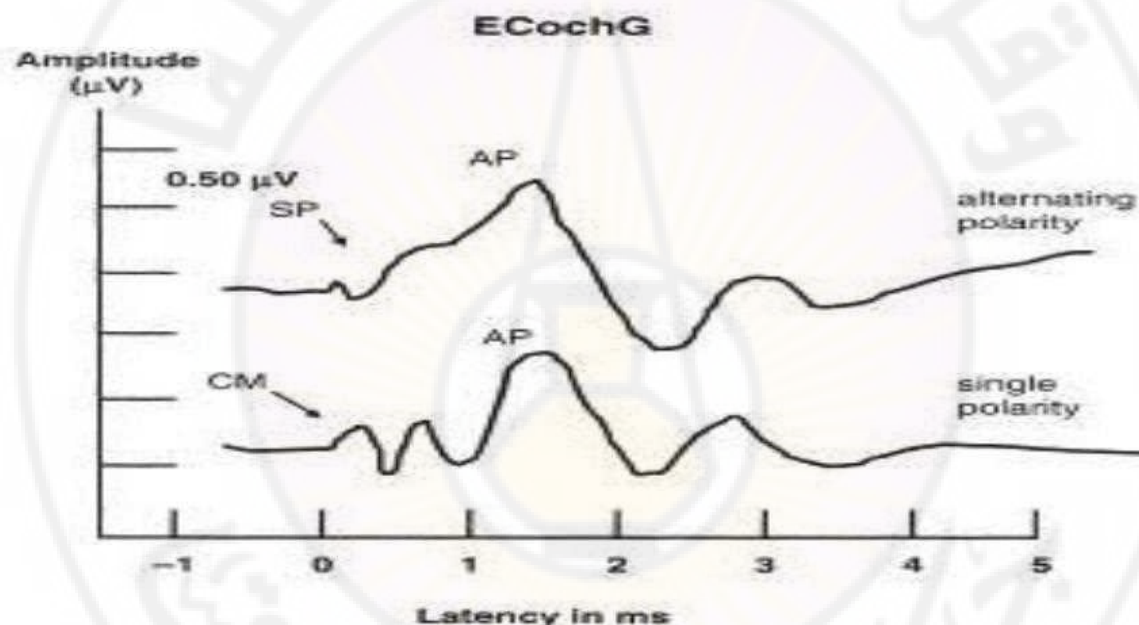


FIGURE 4.9. Differences in the effect of click stimulus polarity (single polarity, e.g., rarefaction, condensation, and alternating polarity) on the three ECoChG components (CM, SP, and AP).

POLARITY

continue...

- ✿ AP latency difference between rarefaction and condensation polarities:
 1. latency for rarefaction is **a little** shorter than condensation for normal ears.
 2. this difference for **meniere disease** is remarkably larger.
 3. this difference is absent or invert for other cochlear pathologies.
 4. this difference is considerably larger for single-slope click.

POLARITY

effective factors

- ✿ Frequency: minimal effect of polarity for high frequencies ($>4\text{KHz}$)
- ✿ Intensity:
 - $<40\text{dB}$: does not affect AP amplitude and latency (high frequency region activation for click)
 - $>40\text{dB}$: reaches the threshold of low frequency region, and effectiveness of rarefaction appears.
- ✿ Spectral distribution: polarity effects is more prominent for narrow band stimulus than wide band like click.

BC ECoG

✿ Limitations:

1. stimulus electromagnetic artifact
2. high distortion

BINAURAL STIMULATION VERSUS MONAURAL:

- Latency is similar for both paradigms.
- AP peak-to-peak amplitude is reduced for binaural by a mean of 30%, that is equivalent to 20 dB reduction in intensity:

efferent system

To Be Continued



Electrical Cochleography

Dr. Samer Mohsen

November 2022

بروتوكول إجراء EcochG

□ المبدل: يفضل Insert

□ المنبه:

يفضل استخدام منبه قصير - عالي الشدة (كليك بشدة عالية)
قطبية المنبه تختلف بحسب الهدف.

معدل التنبيه Rate: مرتفعه للحصول على CM وحذف SP – AP
ومنخفضة لتسجيل المركب SP- AP

Electrode

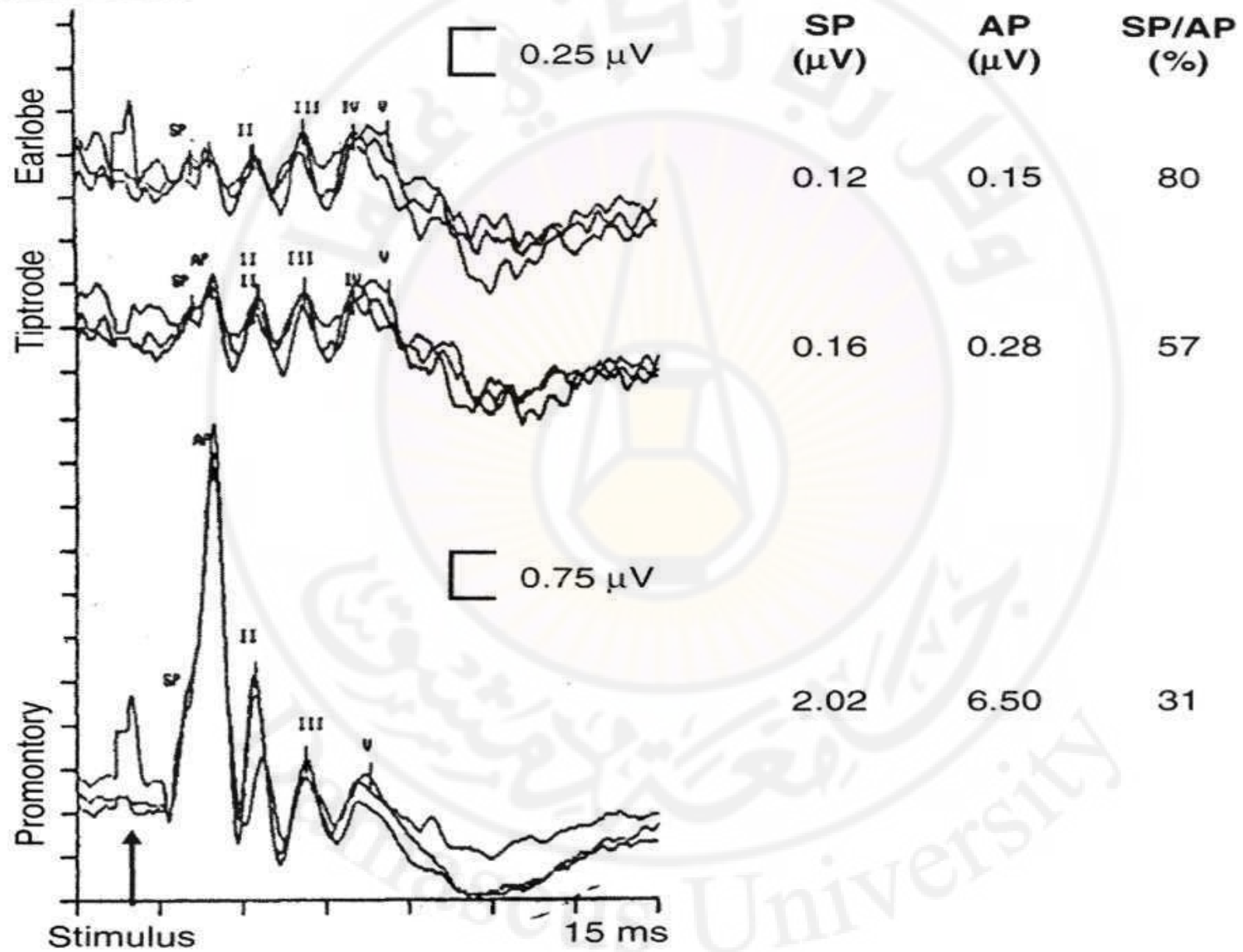


TABLE 4.6. Guidelines for Electrocochleography (ECoChG) Test Protocol

PARAMETER	SUGGESTION	RATIONALE/COMMENT
Stimulus		
Transducer	ER-3A	Permits TIPtrode usage Secures transtympanic electrode wire
Type	Click	Produces robust response Evaluates cochlear function in basal turn Tone bursts can be used
Duration	0.1 ms	Onset response Longer tone burst duration to verify SP component, e.g., 2–10–2 cycle duration
Polarity	Alternating Single polarity	For recording SP component (cancels out CM) When recording CM component (rarefaction and condensation separately)
Rate	7.1/sec	Low rate enhances the N1 (AP) component Very rapid rate is useful for SP delineation (e.g., >91/sec)
Intensity	70 to 90 dB nHL	Produces robust response (no SP for intensities below about 50 dB)
Masking	None	Never necessary Detectable response always is generated by test ear
Presentation	Ear Mode	Monaural Air conduction Bone conduction may be useful in selected patients with conductive hearing loss

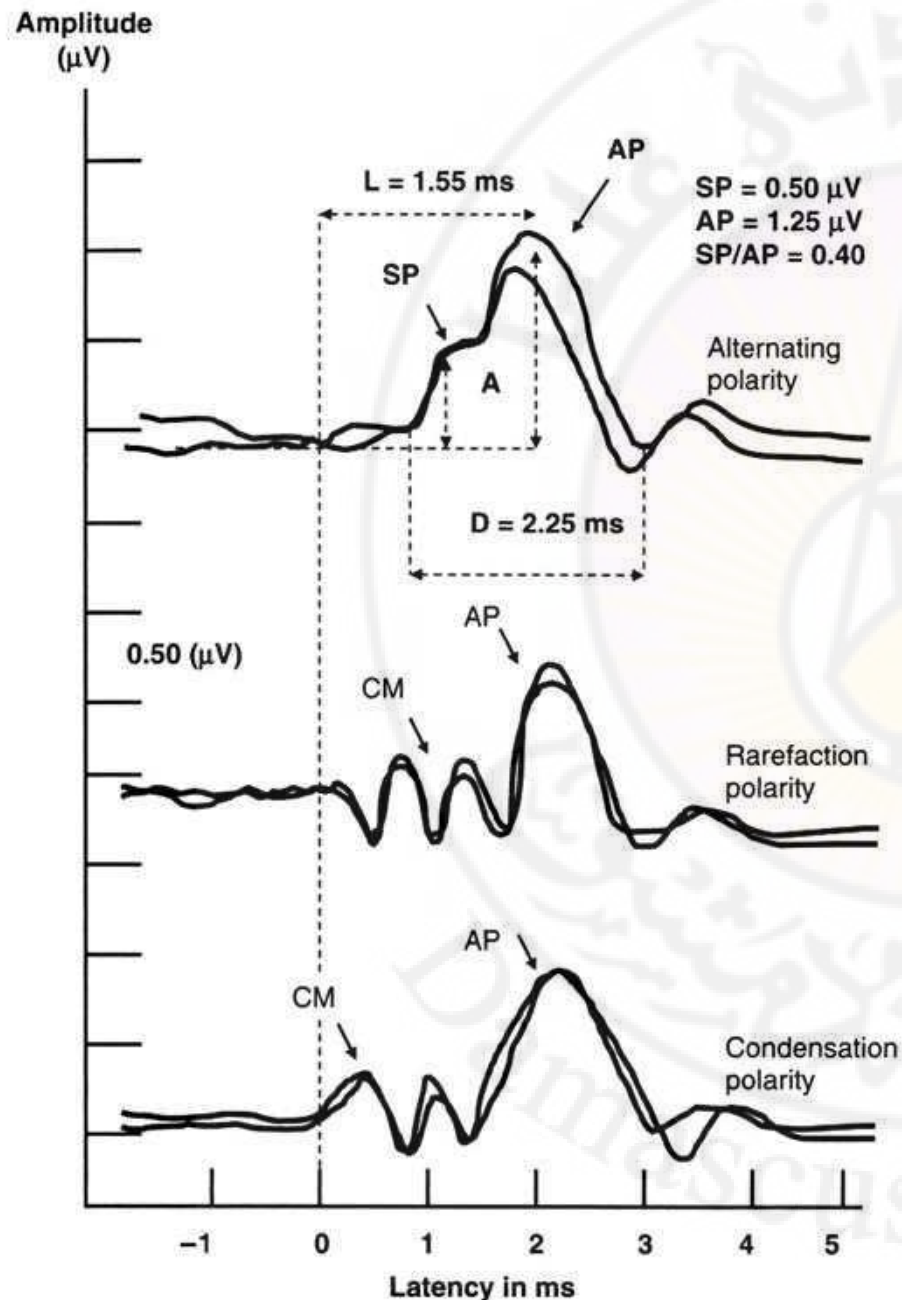
Acquisition

Electrodes (options)*	TT-Ac	Very large amplitude (4 to 20 μV) Standard stainless steel subdermal needle for promontory site
	TM-Ai	Noninvasive, but AP rarely exceeds 0.6 μV ; TIProde for EAC
	IEAC-Ac	Noninvasive and large amplitude ECoChG (normally >1.0 μV)
	Fpz ground	Convenient and used for ABR
Filter	10–1500 Hz	Encompasses response Lower high-pass filter cutoff if possible for SP definition
Amplification	$\times 75,000$	Adequate for large response
Analysis time	5 or 15 ms	Shorter time for ECoChG Longer time for ECoChG/ABR and multichannel ECoChG
Sweeps	<50 to >1500	<50 for promontory electrode >1500 for EAC electrode

تحليل وتفسير شكل الأمواج

- زمن كمون أمواج الايكوجي ثابت نسبيا.
- يتم تسجيل أمواج الايكوجي عادة خلال ٢-٣ ميلي ثانية الأولى بعد إعطاء المنبه.
- شكل الأمواج (المورفولوجيا) ومطالها يرتبط بعوامل مختلفة أهمها شدة المنبه وقرب حقل التسجيل.
- توجد أربع استراتيجيات أساسية لتحليل استجابة الايكوجي:
 - (١) حساب مطال كل موجة وقياس نسبة مطال SP/AP
 - (٢) حساب زمن كمون الموجة AP و مقارنة اختلاف زمن الكمون لل AP المولدة بمنبه انقباضي وانبساطي.
 - (٣) حساب مدة المركب SP و AP،
 - (٤) حساب المساحة تحت المنحني للمركب Area Under the Curve

ECochG Analysis



- تحديد الخط القاعدي؟
- نقطة فصل SP عن ال AP

تحليل زمن الكمون

- الاستراتيجية الأساسية هي تحليل زمن الكمون المطلق لمكونات استجابة الايكوجي.
- تقوم هذه الاستراتيجية على تحديد الأمواج أولاً أي تحديد كل من ال SP و ال AP ومن ثم تعيين ومن الكمون نسبة إلى الزمن صفر أي لحظة تقديم المنبه.
- يتم مقارنة اختلاف زمن كمون الموجة AP نسبة لاختلاف قطبية المنبه بين الانقباضي والانبساطي في تمييز الاذن الطبيعية من الاذن المصابة او في حالات داء منيير وحالات نقص السمع الحلزوني (يتقاطع هذا الاجراء مع استخدامات الموجة I في اختبار جذع الدماغ) . ويعد قليل الاستخدام عموماً من بين تطبيقات الايكوجي.

تحليل المطال Amplitude Analysis

- حساب ارتفاع ذروة كل من الأمواج SP و AP عن الخط القاعدي.
- وبالتالي من الهام جدا هنا التحديد الصحيح للخط القاعدي في استجابة الايكوجي وفي كل الأمواج التي يعتمد تحليلها على حساب المطال أكثر من حساب زمن الكمون.

□ حساب نسبة مطال SP/AP (لماذا؟)

- لان نسبة المكونين AP , SP الى بعضهما تعطي دلالات سريرية اكثر أهمية من المطال المطلق لكل منهما على حدا والذي قد يختلف كثيرا بحسب كل شخص وبحسب طريقة التسجيل .
- عادة في دراسة المطال يتم رسم مسارين على الأقل في كل مسار يتم اجراء عدد مهم من التعديلات Averaging للحصول على استجابة موثوقة ومن ثم تحليل النتائج.
- عدد تطابق المسارين بشكل يفوق ال ٩٠% يستدعي رسم سار ثالث ومقارنته بهما ويمكن ان يحدث هذا الامر كثيرا اثناء تسجيل الاختبار لان الاستجابة متبدلة والامواج التي يتم تسجيلها ذات مطال صغير نسبيا ومن حقل بعيد نسبة لمكان التسجيل (عبر المجرى). حيث تقل هذه المشكلة عند التسجيل عبر غشاء الطبل ولكنها اقل استخداما سريريا.

تحليل مدة المركب Duration

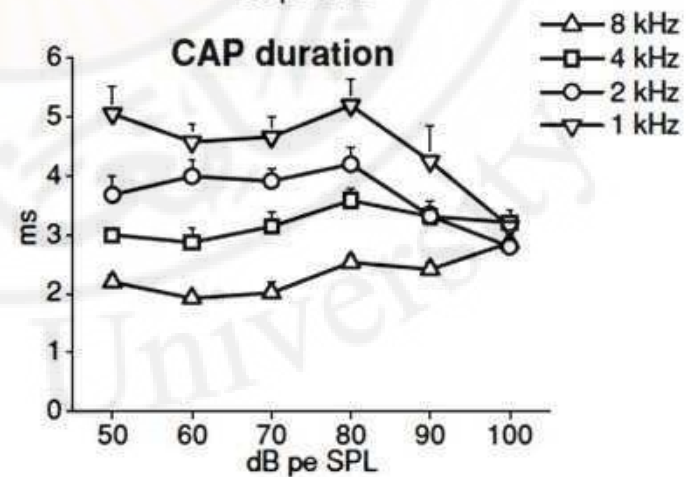
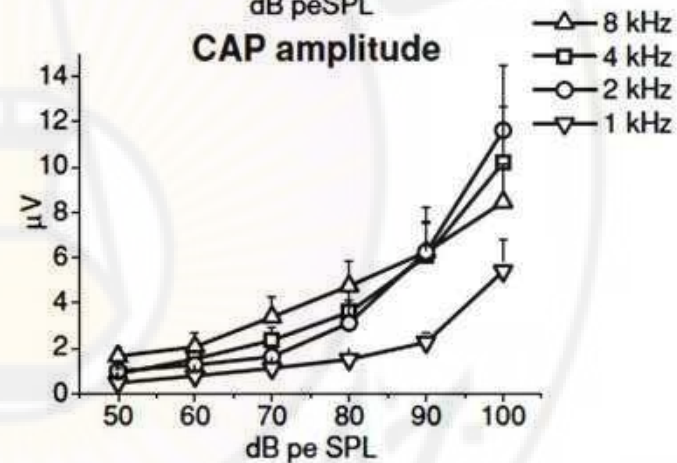
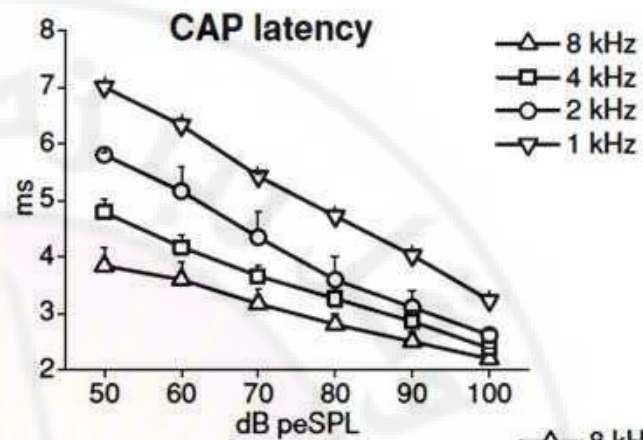
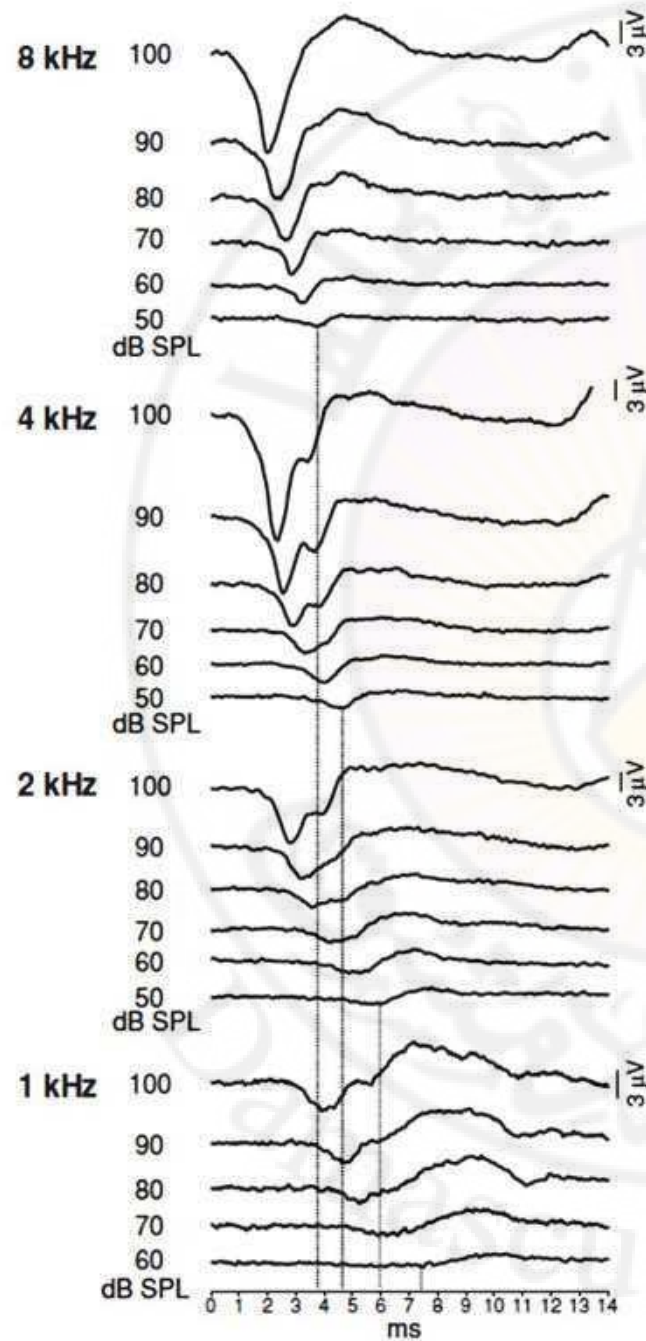
□ حساب المدة الكلية للمركب AP , SP (تشخيص داء منيير)

□ الطريقة:

• حساب مدة كل موجة منذ تشكلها وحتى إتمام شكلها (منذ انحرافها عن الخط القاعدي وحتى عودتها اليه) بالميلي ثانية (ms)

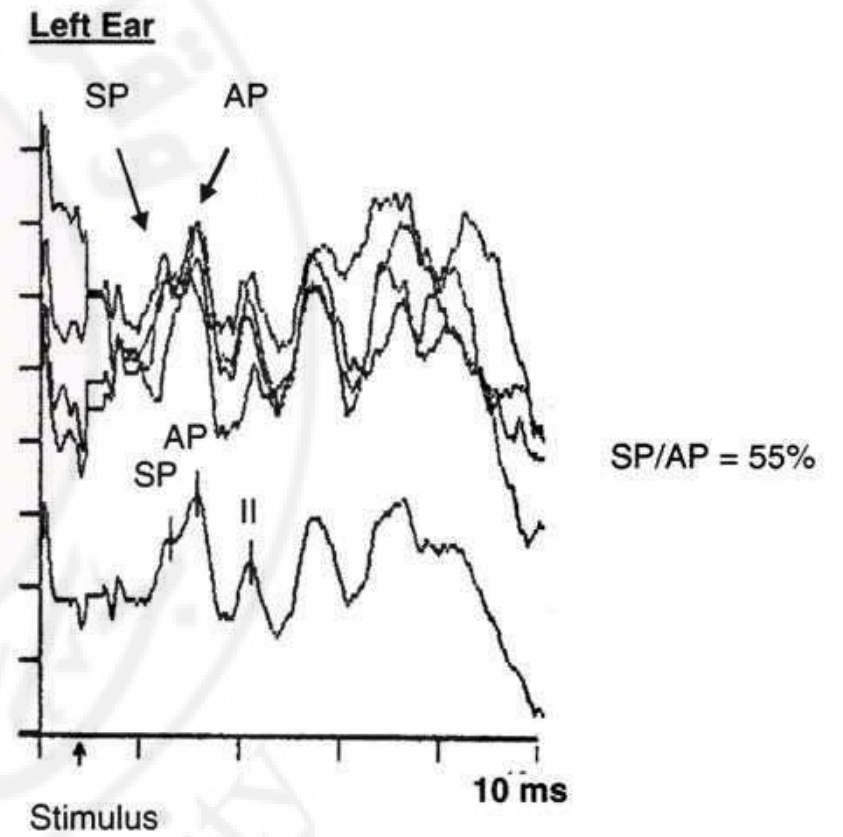
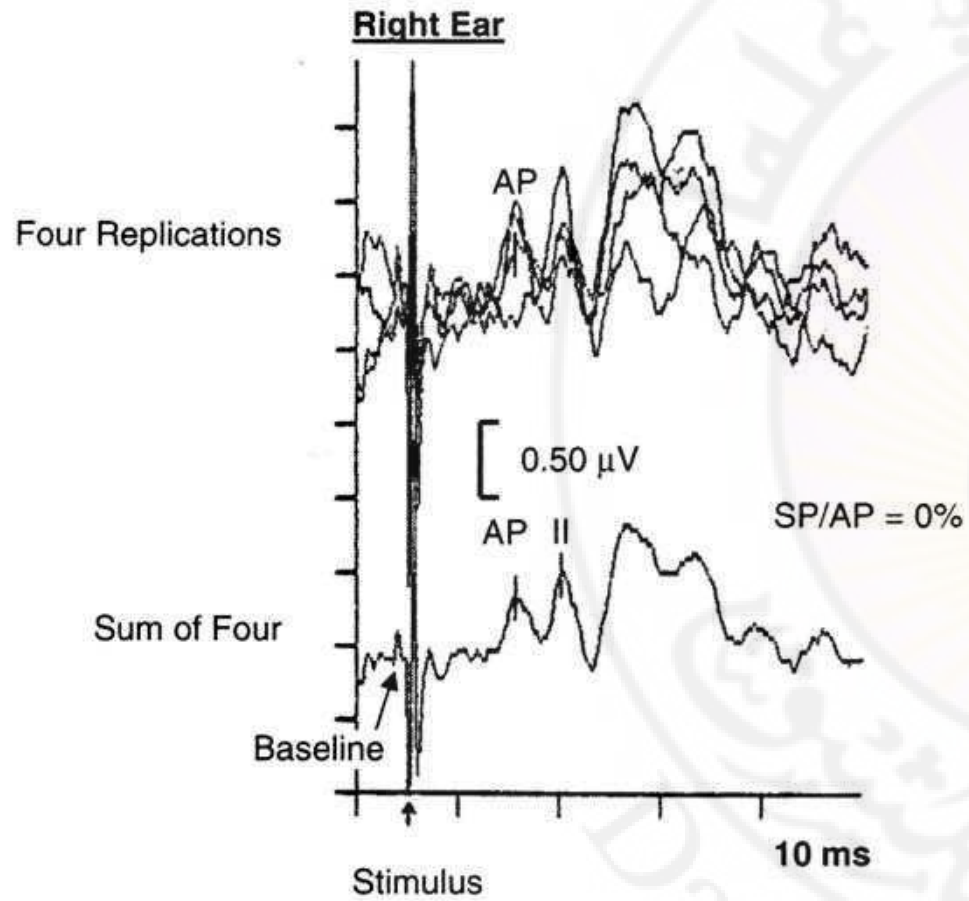
□ تطاول المدة الكلية للاستجابة او للمركب SP/AP يمكن مشاهدتها في داء منيير حيث يحدث بفعل الية الاستسقاء داخل اللف الباطن تحدد في حركة الغشاء القاعدي استجابة للتنبيه السمعي (نقص في سرعة الموج المسافرين) وبالتالي بطء في الاستجابة وتطاول في مدة الاستجابة.

□ هذا المشعر قليل او حتى نادر الاستخدام سريريا.



حساب المساحة تحت المنحني AUC

- ❑ يعتبر حساب المساحة تحت المنحني تركيب مابين استخدام المطال مع المدة في تحليل الاستجابة.
- ❑ يفيد هذا النوع من تحليل الاستجابة في زيادة حساسية الايكوجي لتشخيص داء منيير.
- ❑ يتم عادة تحديد الخط القاعدي – زمن بدء وانتهاء كل مكون من مكونات المركب وبطريقة رياضية يتم حساب المساحة تحت المنحني لكل مكون وحساب نسبة المساحة للمكونين الى بعضها AUC SP/AP



العوامل غير المرضية في تحليل ال ECoG

❑ العوامل المتعلقة بالمنبه وأهمها غياب الاستجابة وخصوصا ال SP في الشدات المنخفضة أقل من ٦٠ ديسبل SPL

❑ التباين الملحوظ في تغيير شكل الأمواج في ECoG بحسب نوع المنبه كليك و تونبرست وبحسب تواتر التونبرست واحيانا عند نفس المنبه بين القياسات المختلفة.



العوامل غير المرضية في تحليل ال ECoG

□ الأنماط غير الطبيعية لشكل استجابة ECoG

- (١) AP ذات مطال منخفض وشكل موجة ضعيف + SP تقريبا غير محدد او مرئي بوضوح
- (٢) المركب SP و AP واضح + مطال SP اكبر بشكل غير طبيعي من AP

العوامل غير المرضية في تحليل ال ECoG

□ العوامل المتعلقة بالعمر (الوليد والطفولة المبكرة)

- الموجة AP أو N1 عند الأسبوع ٢٧ تكون ذات مطال اقل وزمن كمون اكبر من الشكل البالغ وهذا الامر منطقي ويتعلق بالنضج.
- يمكن تسجيل الأمواج SP و CM حتى في الوليد الخديج.
- يمكن اعتماد استجابة الايكوجي للتمييز بين الحالات الطبيعية (وجود الأمواج من غيابها كما في CM) وفي التشخيص العصبي (اعتلال عصبي سمعي) وفي تشخيص نقص السمع الحلزوني عند الأطفال.
- الدراسات عند الشيوخ قليلة جدا وذلك يعود لقلة الحاجة السريرية لهذا الاختبار عند المسنين وأيضا لتأثر نتائجه بشده بوجود نقص السمع الشيخي (التواترات الحادة) وبالتالي قلة موثوقيته وصعوبة الحصول على أمواج دقيقة لمكونات المركب.

العوامل غير المرضية في تحليل ال ECoG

□ درجة حرارة الجسم

- انخفاض درجة حرارة الجسم يسبب انخفاضا قابلا للتراجع في استجابة الحزون وبالتالي نقص في مطال الأمواج وتطول في زمن الكمون.
- قد لا يتأثر مركب ال CM بتغير درجة الحرارة.
- اما مركب SP/AP فتكون تغييراته اكثر وضوحا وتتعلق بتغير زمان الانتقال المشبكي ونقص سرعة النقل في المحاور العصبية وبالتالي اهم التأثيرات تظهر على الكمون

العوامل غير المرضية في تحليل ال ECoG

□ الانتباه والصحو والتخدير:

- يفضل اجراء الاختبار اثناء النوم العميق الهادئ لما لذلك من داور هام في تخفيف الضجيج الناجم عن اليقظة وخصوصا ان الاستجابة التي نقوم بتسجيلها ضعيفة ومن حقب بعيد وتتأثر بشدة بالضجيج.
- لم تظهر الدراسات أي اختلافات بين استجابات الايكوجي المسجلة في درجات النوم المختلفة بشرط عدم وجود النوبز وهذا الامر بديهي كون الاستجابة محيطية وتحت مستوى تاثير مراكز النوم.
- لا يؤثر التخدير على استجابة الايكوجي وبالتالي يمكن اللجوء اليه عندما يكون ذلك ضروريا.

Muscular/movement Artifact

□ تتأثر مكونات الايكوجي بالحد الأدنى بالارتيفكت العضلي ومع ذلك يبقى من الضروري الحفاظ على هدوء المريض وتقليل الحركة والاسترخاء الكامل او النوم اثناء تسجيل الاستجابة لما تتركه من اثر كلي على الاستجابة كتحديد الخط القاعدي ومستوى الفعالية الكهربائية الكلية والذي قد يظهر جليا في تحديد الموج SP.

العوامل غير المرضية في تحليل ال ECoG

□ الجنس

➤ لم تظهر الدراسات أي اختلافات بين تسجيل الـ ECoG من حيث زمن الكمون والمطال بين الذكور والنساء ضمن نفس المجموعة العمرية ولكل الأعمار (هل الأمر نفسه بالنسبة للـ ABR؟)

العوامل غير المرضية في تحليل ال ECochG

□ الأدوية والمسكنات والمنومات (كلورال هيدرات) والمورفين ليس لها اثر مهم على الايكوجي وبالتالي يمكن استخدامها لتنويم المريض و اجراء الاختبار.



التطبيقات السريرية ل ECoG

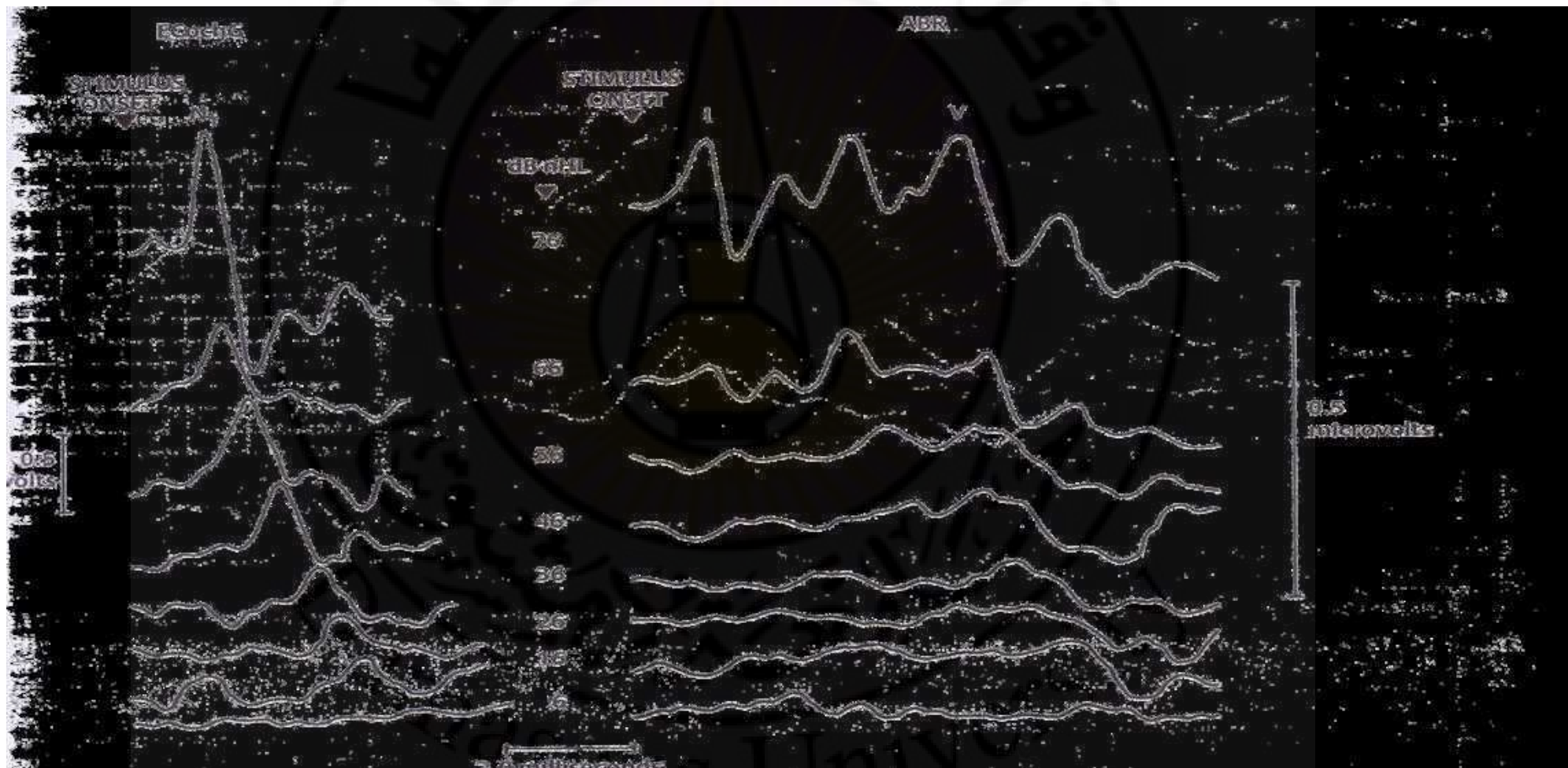
- ❑ تشخيص الاعتلال العصبي السمعي (يدرس منفصلا في محاضرة لاحقة)
- ❑ تحسين الموجة I في ABR
- ❑ تحري سلامة وظيفة الحلقون
- ❑ تشخيص داء منيير
- ❑ ECoG في الاضطرابات العصبية
- ❑ تحديد العتبة السمعية
- ❑ المنترة خلال العمل الجراحي على العصب السمعي

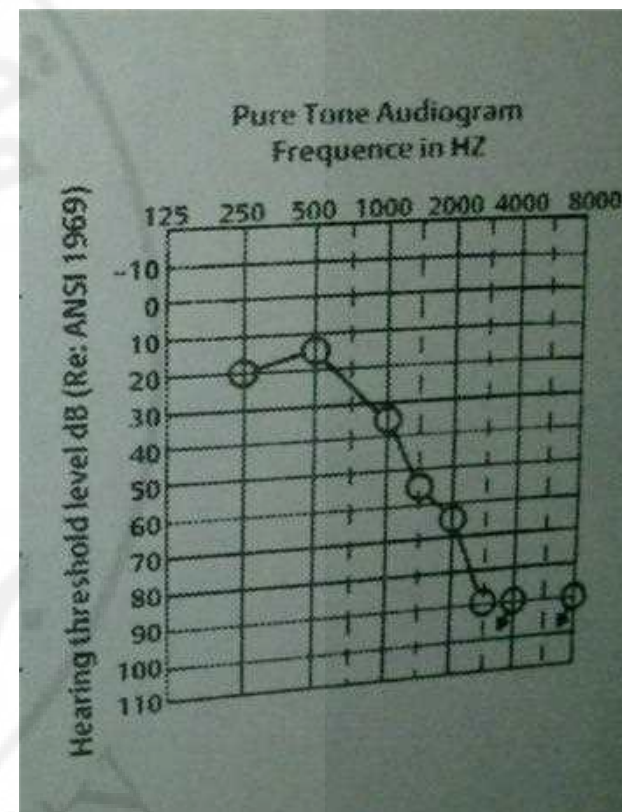
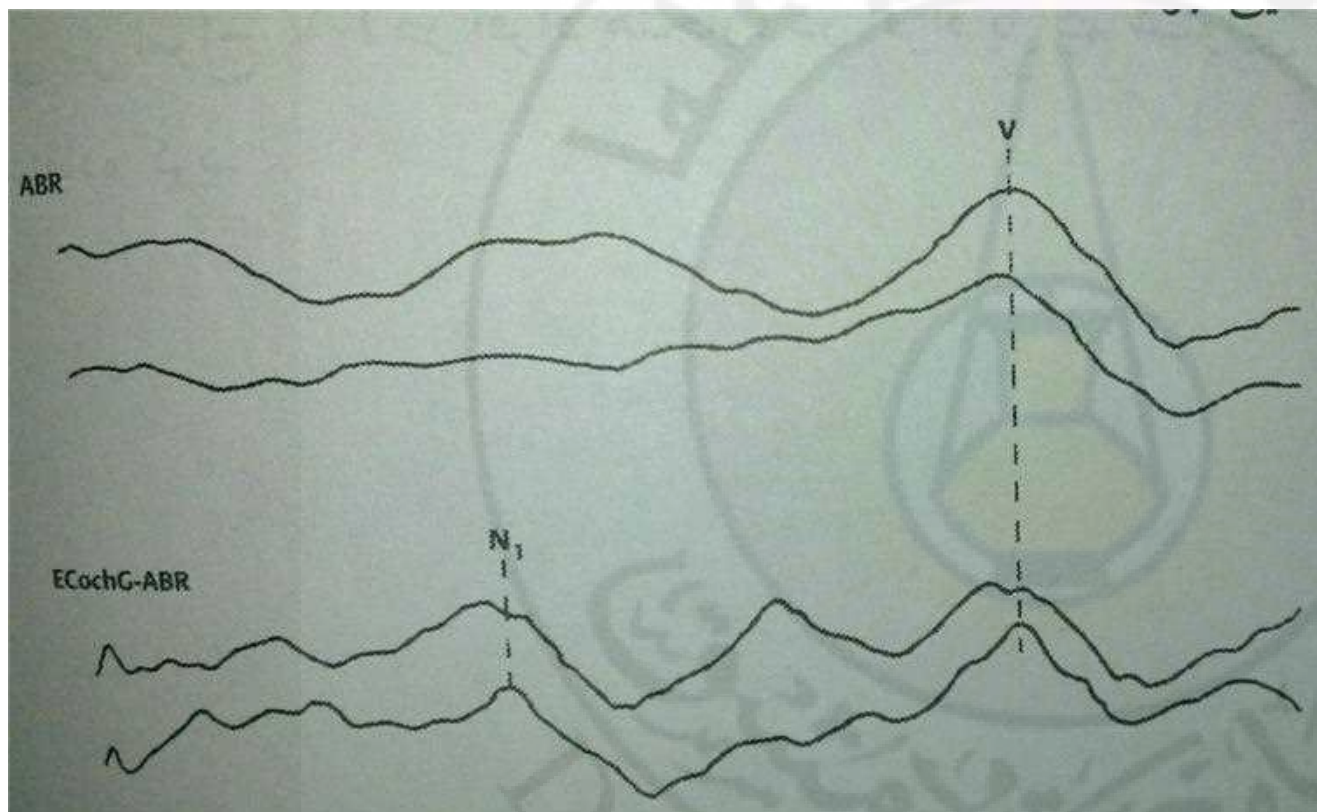
APPLICATION	RATIONALE
Enhancement of ABR Wave I	ECochG maximizes the AP amplitude. A clear wave I is very important in neurodiagnostic ABR recordings. Wave I permits calculation of interwave latency values (minimal influence by peripheral hearing status).
Diagnosis of Auditory Neuropathy	Detection of cochlear microphonic (CM) confirms outer hair cell function. CM may be present in patients without OAEs. Detection of summing potential provides evidence of inner hair cell function. Detection of ECochG AP provides evidence of integrity of inner hair cells (IHCs) and synapse communication between IHCs and afferent auditory fibers (spiral ganglion).
Diagnosis of Ménière's disease	Ménière's disease is characterized by abnormally large EcochG SP component. Repeatable SP and AP are recorded; AP amplitudes are calculated from a common baseline. The SP/AP ratio is calculated. Patient's SP/AP ratio is compared for the ear suspected of Ménière's involvement vs. the opposite ear. A patient's SP/AP ratio is compared for the ear suspected of Ménière's involvement vs. normative data.
Intraoperative Monitoring	ECochG parameters maximize the AP (wave I) amplitude. A clear wave I is very important in intraoperative ABR recordings. The AP (wave I) component is a measure of peripheral (cochlear) status. A large wave I (e.g., $> 5 \mu\text{V}$) can be recorded quickly (< 1 minute) in patients with serious hearing loss. Wave I permits calculation of interwave latency values. Interwave latencies are not seriously influenced by peripheral hearing status. Transtympanic technique (Schwaber & Hall, 1990) is optimal for the intraoperative application of ECochG.

تحسين الموجة A في ABR

- ❑ يساعد تسجيل ECoG في تحسين مطال AP وذلك كونه يتم تسجيل الاستجابة من حقل اقرب نسبيا من ذلك المستخدم في جذع الدماغ.
- ❑ يستخدم الايكوجي للتمييز بين الآفات الحلزونية والما وراء حلزونية وخصوصا في حالات نقص السمع الحسي العصبي الشديد.
- ❑ أهم استخداماته السريرية والتي نقصت حاليا كانت تعزيز الموجة الأولى اثناء ال ABR العصبي لتشخيص ورم العصب السمعي.

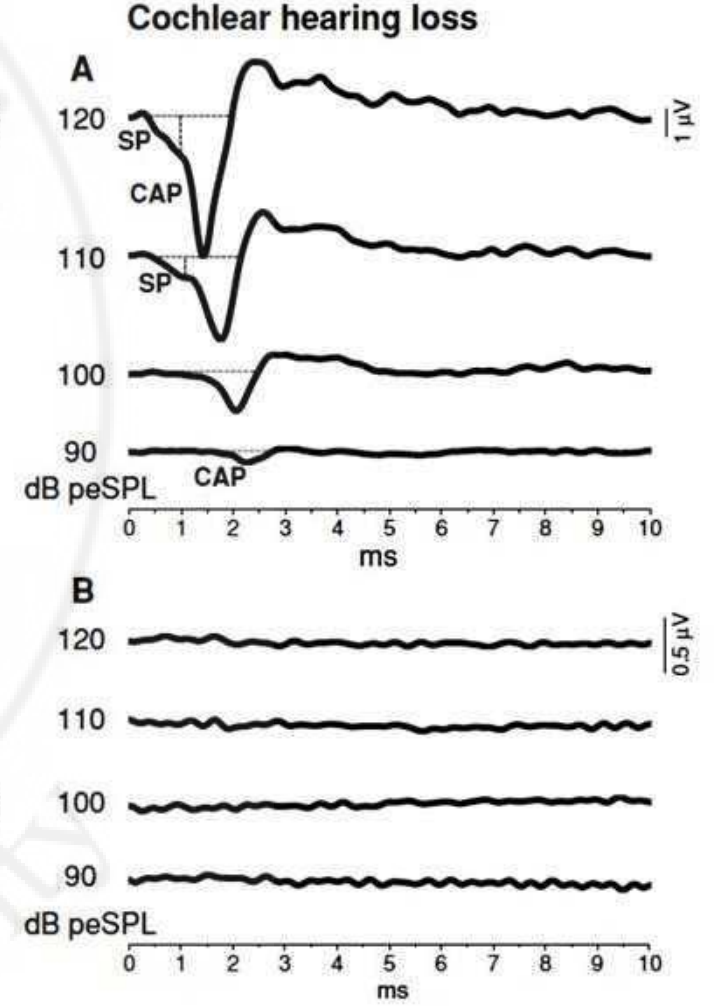
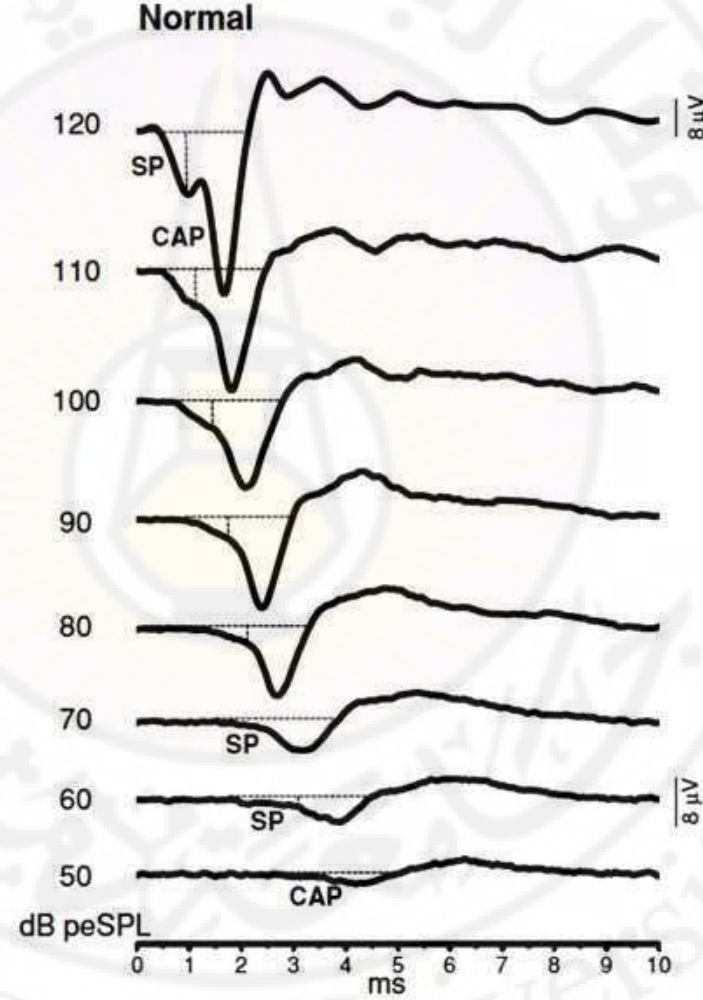
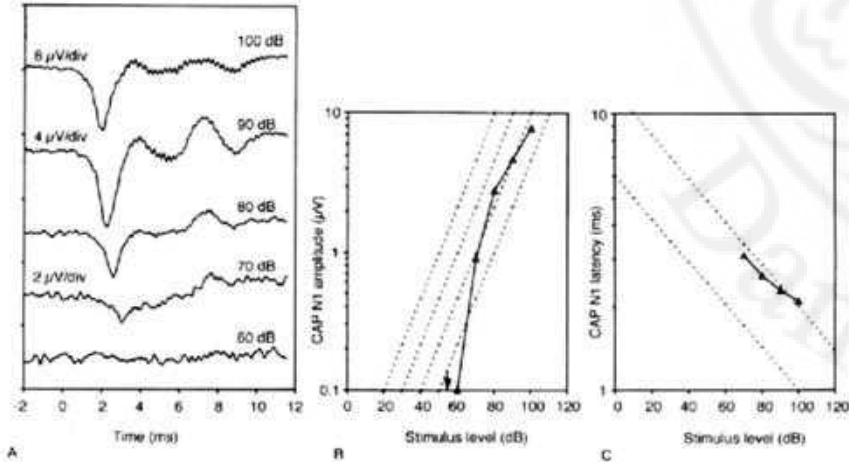
مقارنة مطال AP-N1 بين ECoG و ABR بواسطة مبدل TM عند شخص طبيعي

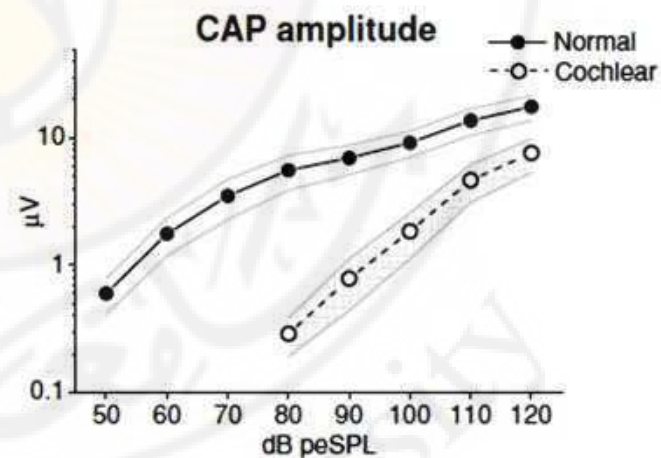
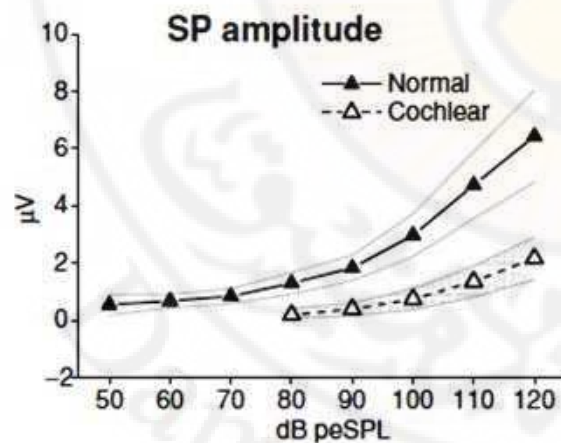
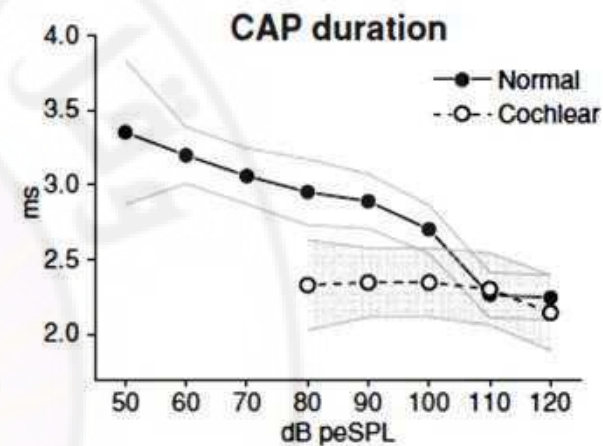
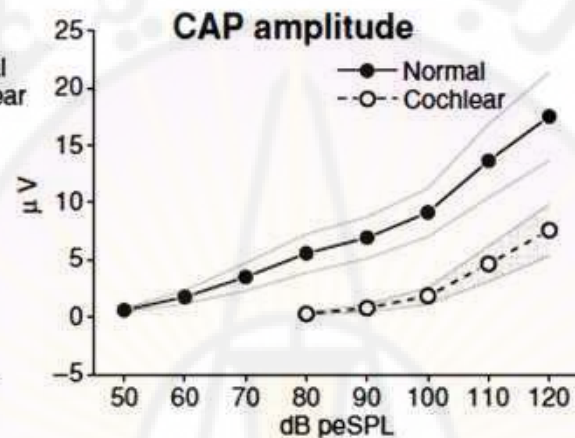
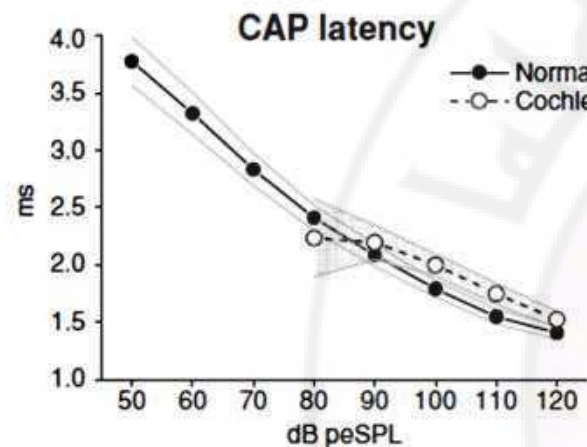


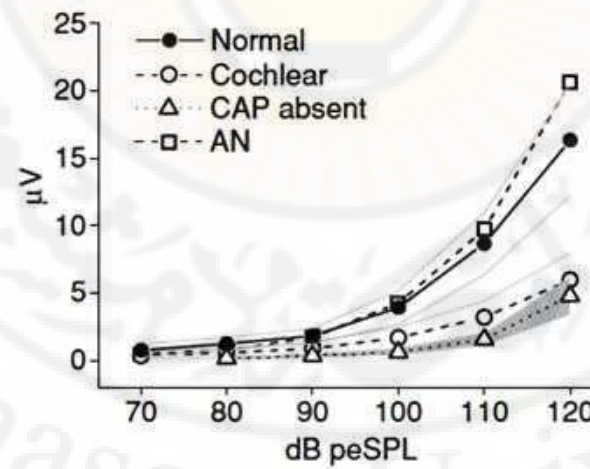
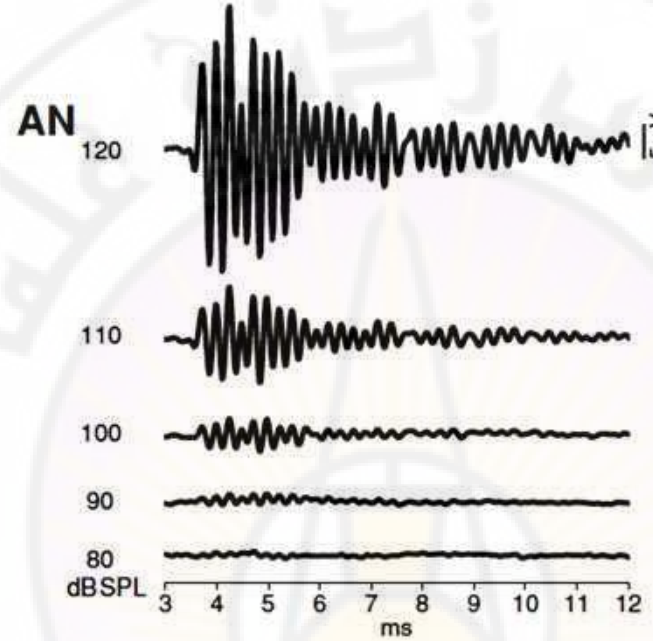
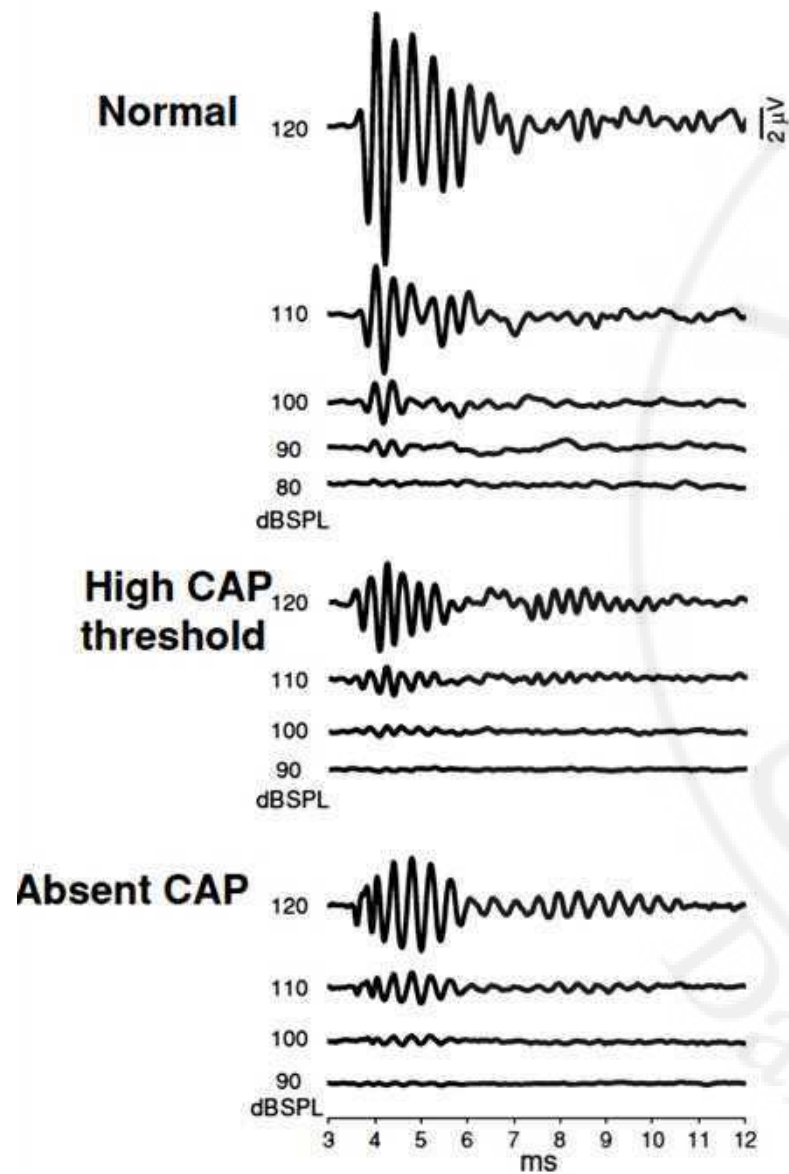


علامات نقص السمع الخلزوني على الايكوجي

- نقص مطال الكمون المركب.
- لا يتأثر زمن الكمون بشكل مهم.
- يغيب الكمون المركب عند عتبة اعلى بحدود ١٠ ديسبل من عتبة السمع السلوكية.
- تابع المطال شدة يكون خطي ومنحدر بشدة كدلالة على تخرّب الية المضخم الخلزوني.







CM في الأذيات الحلزونية وما وراء الحلزونية:

- غياب الاستجابة او نقص المطال
بشكل ملحوظ حتى على الشدات
العالية مقارنة بالاستجابة الطبيعية في
حين يتم حفظ الاستجابة في الاعتلال
العصبي السمعي.

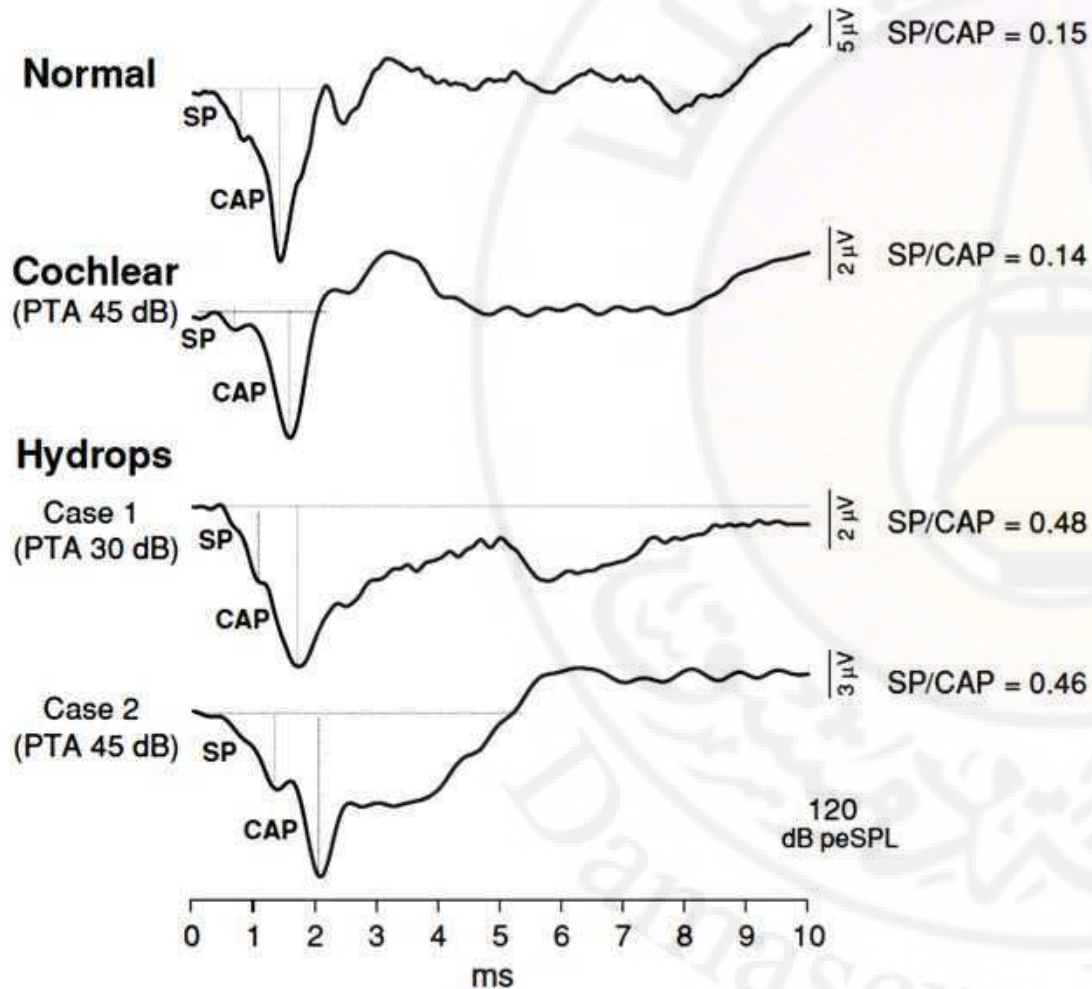
داء منيير



داء منير

- ❑ الحد الأعلى لحساسية ال SP في التشخيص: ٣٠% (لماذا؟)
- ✓ التبدل الكبير لمطال SP عند الأشخاص الطبيعيين والافراد المصابين بنقص سمع
- ✓ نقص استجابة SP في نقص السمع الحلزوني (تداخل الازدياد والنقص).
- ❑ وبالتالي يفضل استخدام نسبة مطال المركب SP/CAP مما يحسن من حساسية الاختبار حتى ٦٠%.

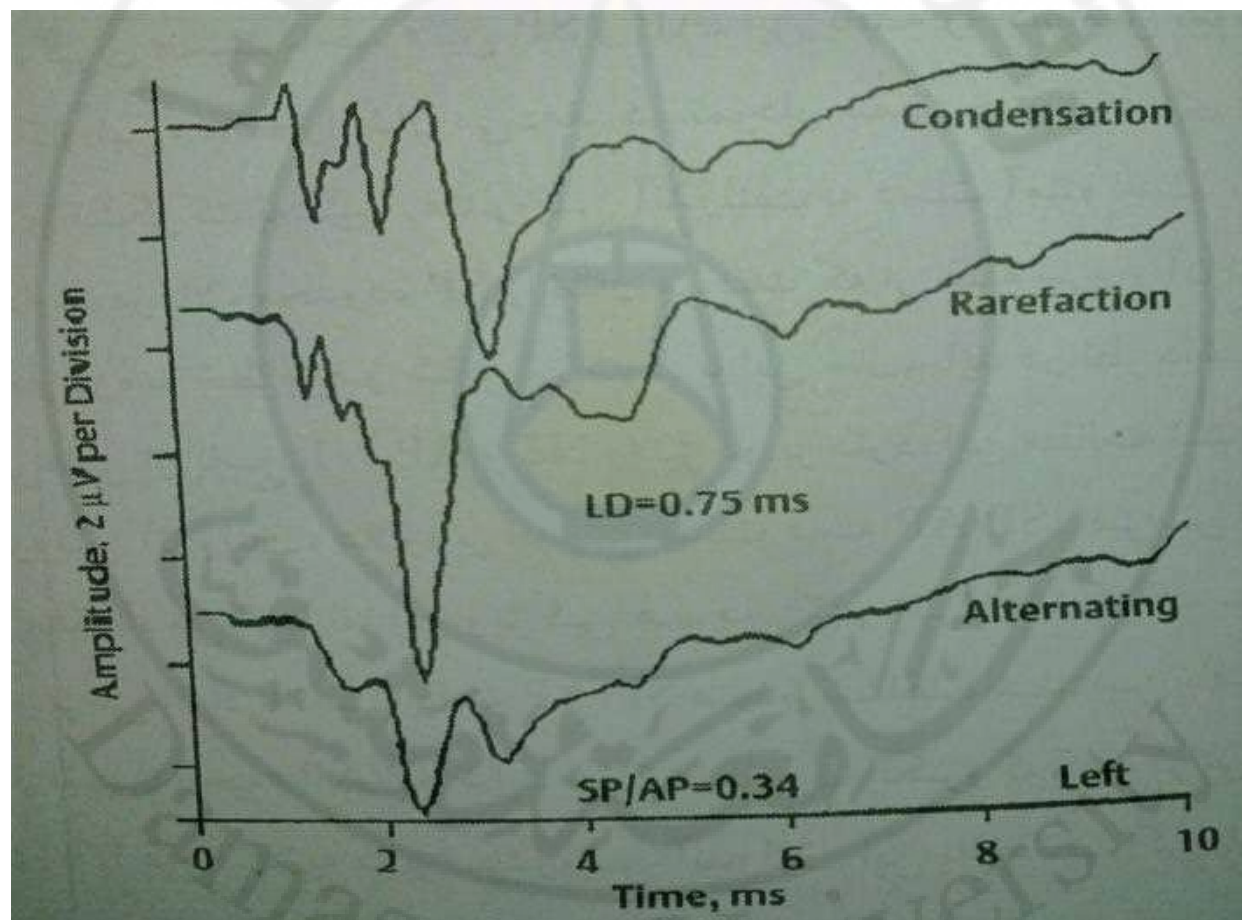
داء منيير



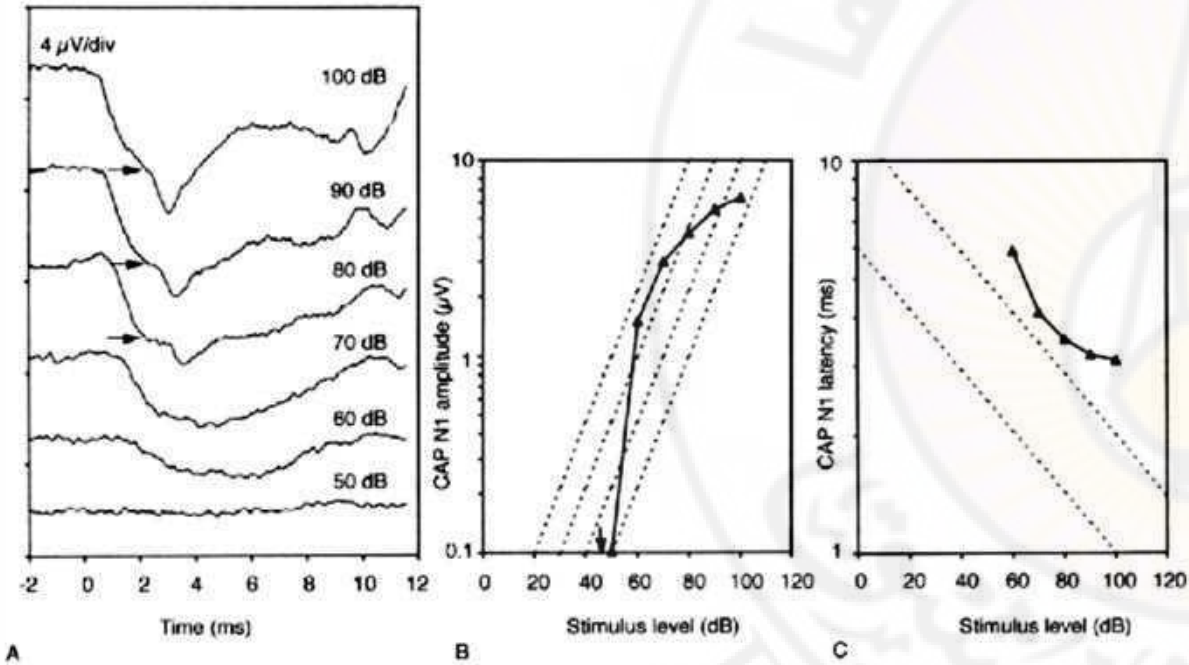
To improve the sensitivity of ECoG recordings in detecting endolymphatic hydrops, further measures have been suggested in addition to the SP/CAP ratio. Ferraro and Tibbils (1999) proposed that when using tone-burst stimulation, **response duration could be taken into account** by calculating an index resulting from the ratio of the area subtended by the total ECoG waveform to the area subtended by the CAP component below the SP. However, it is unclear whether the inclusion of this measure in the clinical protocol of the diagnosis of Ménière disease provides a substantial advantage compared to the evaluation of the SP/CAP index alone.

Another interesting measure suggested in addition to SP/CAP ratio is the **latency difference between the CAP responses evoked by stimuli of opposite polarity** (Orchik et al., 1998; Sass et al., 1998). This difference is significantly increased in patients with endolymphatic hydrops possibly as a result of the asymmetry in dynamics of the basilar membrane motion because of increased endolymph volume. It **has been estimated that measuring this index in combination with the SP/CAP ratio results in an increase of sensitivity of up to 87%**. In this regard, the above-mentioned procedure of optimal filtering could prove very useful for performing the cancellation of CM while preserving the shape of both SP and CAP components for a given stimulus polarity.

اثر القطبية على زمن الكمون يظهر جليا في داء منيير



داء منير



✓ عتبة CAP قريبة من عتبة السمع السلوكية

✓ منحنى تابع المطال شديد الانحدار

✓ زمن الكمون أطول من زمن الكمون الطبيعي

داء منيير

□ نوع و مكان الاكترود

• الكترود ET

✓المطال اقل لجميع الامواج

✓قيمته التشخيصية وحساسيته ضعيفة

• الكترود TT

✓الأفضل في تشخيص منيير

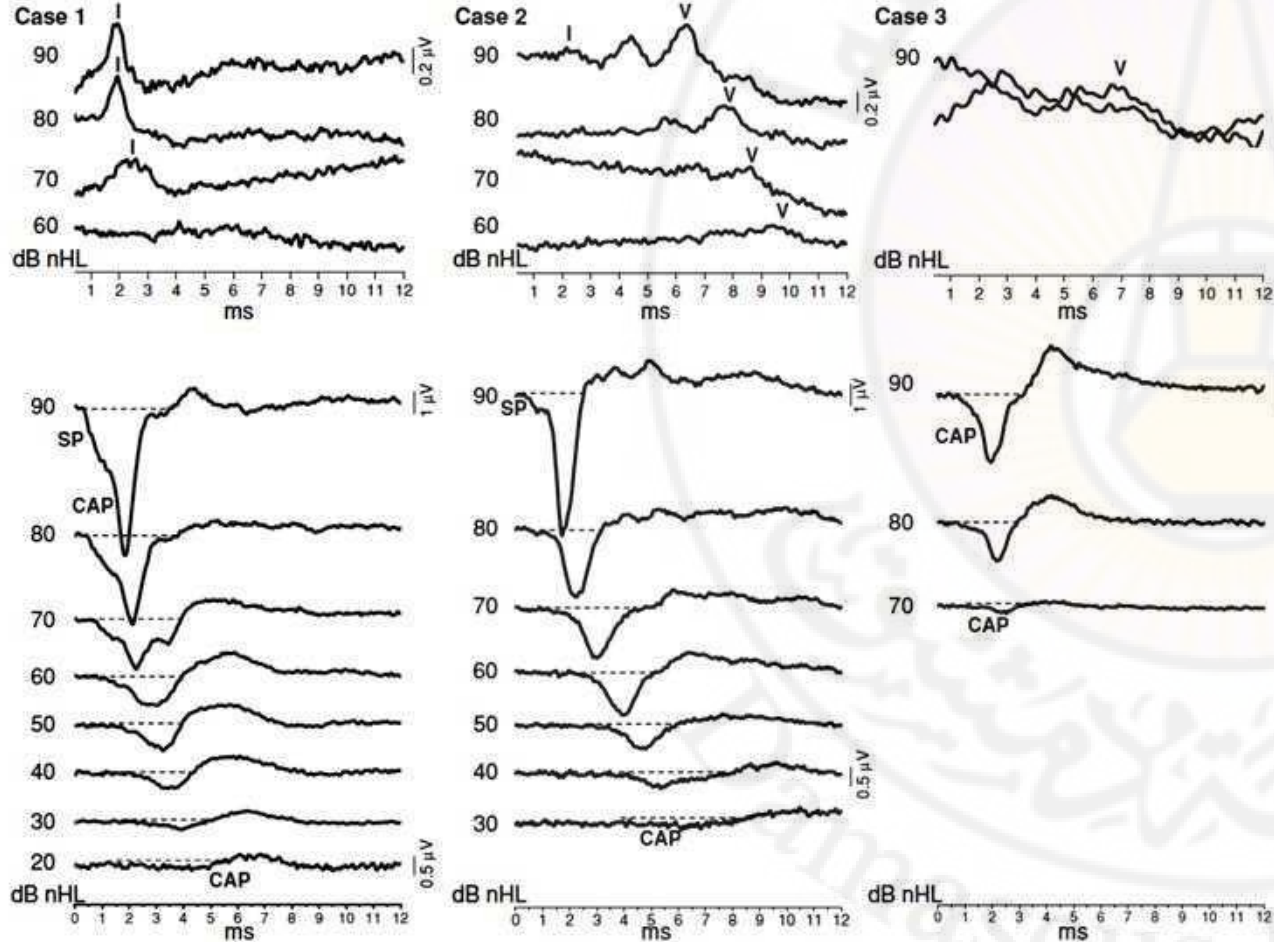
✓توليد أمواج ECochG واضحة حتى في حال درجات نقص السمع المتوسط.

✓زيادة دقة التشخيص

TABLE 9.1 SENSITIVITY AND SPECIFICITY OF THE SP/CAP RATIO AS A DIAGNOSTIC PARAMETER IN MENIERE'S DISEASE

AUTHOR	RECORDING METHOD	STIMULUS	CRITERION	SENSITIVITY (%)	SPECIFICITY (%)
Coats ³⁸	ET	85 dB click	0.34	63.6	95.8
			nonlin regr	68.2	97.9
Goin et al. ³⁹	ET	85 dB click	lin regr	62.0	96.0
Kumagami et al. ⁸⁶	TT	90 dB click	0.30	62.0	100.0
Mori et al. ⁴⁶	ET	80 dB click	0.36	80.0	100.0
Orchik et al. ⁴⁸	TT	90 dB click	0.40	80.0	92.0
		90 dB TB	0.40	57.0	92.0
Pou et al. ⁴⁹	ET	90 dB click	0.35	57.0	94.0
Sass ¹³³	TT	90 dB click	Not documented	62.0	95.0
Pappas et al. ¹⁴⁹	ET	90 dB click	0.40	77.0	100.0
			0.50	70.0	77.0
Ge and Shea ⁵¹	TT	90 dB click	0.40	76.0	Not documented
		90 dB TB	0.40	64.8	
Chung et al. ¹⁵⁰	ET	90 dB click	0.34	71.0	96.0

ECochG في الاضطرابات العصبية



□ في بعض الحالات العصبية يكون اختبار جذع الدماغ غير مفيد في تشخيص نقص السمع أو التنبؤ بالعتبة السمعية و عند الأطفال وذلك بسبب تاثره بتشكل غمد النخاعين وسرعة النقل العصبي والكمونات مابعد المشبكية وغيرها.

□ يمكن في هذه الحالة الاستفادة من تخطيط القوقعة في تحري نقص السمع

In addition to these findings, several studies have found discrepancies between CAP and ABR thresholds in children showing CNS pathology possibly associated with depression of brainstem electrical activity (Arslan et al., 1997; Ryerson

تحديد العتبة السمعية باستخدام ECochG

- هناك توافق جيد بين العتبات السلوكية للأطفال وعتبات الايكوجي.
- ضرورة ان يكون الطفل نائما او مخدرا.
- نفس استطبابات ال (ABR)

□ مقارنة ABR و ECochG:

- ✓ النتائج متوافقة عادة
- ✓ عتبات ال ABR ادق عادة من عتبات ال ECochG
- ✓ كخلاصة: لا ستخدم الايكوجي سريريا في تحديد العتبة السمعية حتى ولو كان ذلك ممكنا.

المنطرة خلال العمل الجراحي Intraoperative Monitoring

- ❑ يعتبر احد اهم استخدامات تخطيط القوقعة ECoG
- ❑ يستخدم لتحري سلامة وظيفة السمع المحيطية اثناء العمل الجراحي كالجراحة العصبية (اورام الدماغ) وجراحة العصب السمعي ويستخدم الايكوجي لعدم تأثره بالتخدير.
- ❑ يتم الاعتماد عادة على تسجيل الموج CAP ومراقبة مطاله وزمن كمونه اثناء العمل الجراحي.

أي سؤال؟؟



الاعتلال العصبي السمعي

د. سامر محمد محسن

MD;ENT;PhD of Audiology

December 2022

Damascus University

الاعتلال العصبي السمعي

- خلايا مشعرة خارجية سليمة وظيفيا مع وجود خلل وظيفي في السبيل العصبي السمعي/ العصب الثامن/
- استجابة جذع الدماغ ABR غائبة او مشوهة بشدة على شدات المنبه العالية مع وجود OAE و/او CM
- هذا يقترح سلامة الخلايا المشعرة الخارجية مع وجود تشتت في نقل الإشارة في بعض النقاط بدءا من الخلايا المشعرة الداخلية على طول السبيل السمعي وصولا الى جذع الدماغ

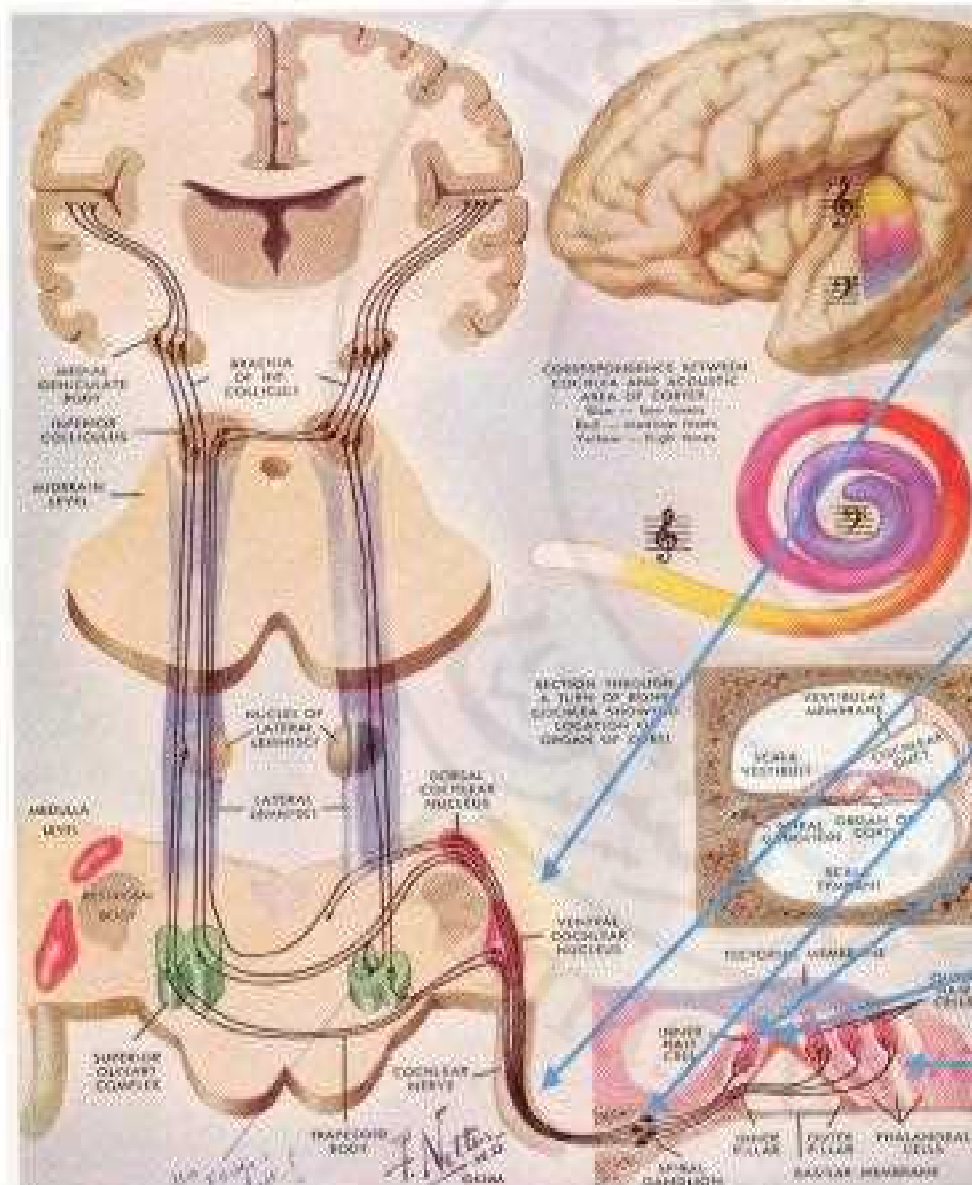
اضطرابات الجهاز العصبي السمعي تتضمن:

مشابك العصب السمعي - الخلايا العصبية السمعية في العقدة
الحلزونية - محاور العصب السمعي بين الحلزون وجسر
جذع الدماغ

اضطرابات الحلزون:

الغشاء اللامس - الخلايا المشعرة الداخلية والمشابك - الياف
العصب السمعي الواردة

Auditory Neuropathy Spectrum Disorder (ANSD)



Cerebello-pontine angle (CPA)

Internal Auditory Canal
(Auditory Nerve)

Spiral ganglion cells

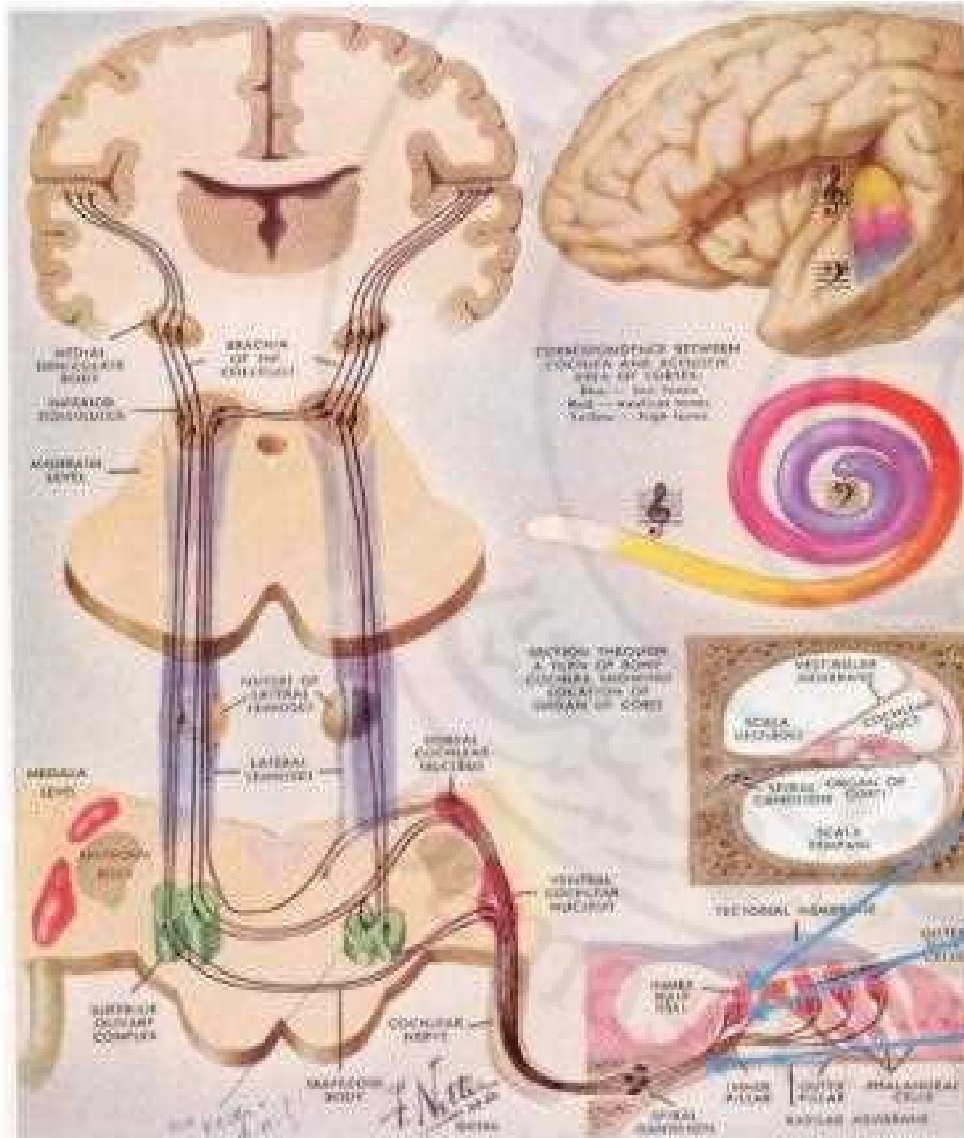
IHC - 8th CN Synapse
(glutamate)

Inner hair cells

Outer hair cells

- 2001 تمت اضافة مصطلح -auditory dys-synchrony / auditory neuropathy /
- ٢٠٠٤ اقترح starr ان الاعتلال لموجود في الخلايا العقدية والمحاور والتفرعات القريبة هو AN (auditory neuropathy) type 1
- ٢٠٠٨ :تم تسمية طيف الاعتلال العصبي السمعي Auditory Neuropathy Spectrum Disorder (ANSO)

Anatomic sites of dysfunction



Inner hair cells

**IHC - 8th CN Synapse
(glutamate)**

Distal end of nerve VIII

Prevalence / انتشاره

- العتلال العصبي السمعي AN وجوده نادر بين حديثي الولادة الاصحاء والاطفال الاكبر
- يشكل 15% - 11 من الاطفال المصابين بنقص السمع
- قدر sininger ان ANSD يحدث حوالي 1 في كل 10 اطفال مصابين بنقص سمع دائم

عوامل الخطورة والعوامل المؤهبة

• امراض ماحول الولادة: **perinatal disease**

-اليرقان / ارتفاع بيلوروبين الدم Hyperbilirubinemia

-نقص الاكسجة Hypoxic insults

-نقص التروية Ischemia insults

-الخدّج Prematurity

• الأمراض العصبية : neurological disorder

-الامراض المزيلة لغمد النخاعين Demyelinating disorder

-الاستسقاء الدماغى Hydrocephalus

-اضطرابات المناعة immune disorder مثل : متلازمة-Guillain Barre

-اعتلالات لاعصاب الالتهابية inflammatory neuropathy

• الأمراض العصبية الاستقلابية neuro-metabolic disease

• المسببات الجينية والوراثية:

-تاريخ العائلة

-الجينOtoferlin (OTOF)

-متلازمةCharcot-Marie-Tooth

-متلازمةWardenburg

-امراض عصبية مثلFriedreich`s ataxia :

• امراض الميتاكوندريا مثل: خلل انظيم الميتاكوندريا

• اسباب اخرى غير معروفة

الموجودات السمعية

- تعتمد على مكان و امداد الخلل السمعي
- العتبة لسمعية تتراوح بين سمع طبيعي ونص سمع عميق
- تمييز الكلام سيء خصوصا عند وجود ضجيج حتى اذا كانت الحساسية السمعية جيدة
- المنعكسات السمعية غائبة
- ١ (OAE) موجود
- ١ (CM) مسجل بوضوح
- ١ (SP) موجود او غائب
- ١ (ABR) غائب او مشوه بشدة
- ١ (EABR) / (ECAP) طبيعي

الموجودات الشعاعية

- عادة طبيعية
- يوصى بإجراء MRI مائل لمجرى السمع الباطن لتشخيص الاعتلال العصبي السمعي احادي الجانب الناتج عن ضمور العصب السمعي

الاستجابات السمعية المحرّضة في ANSD

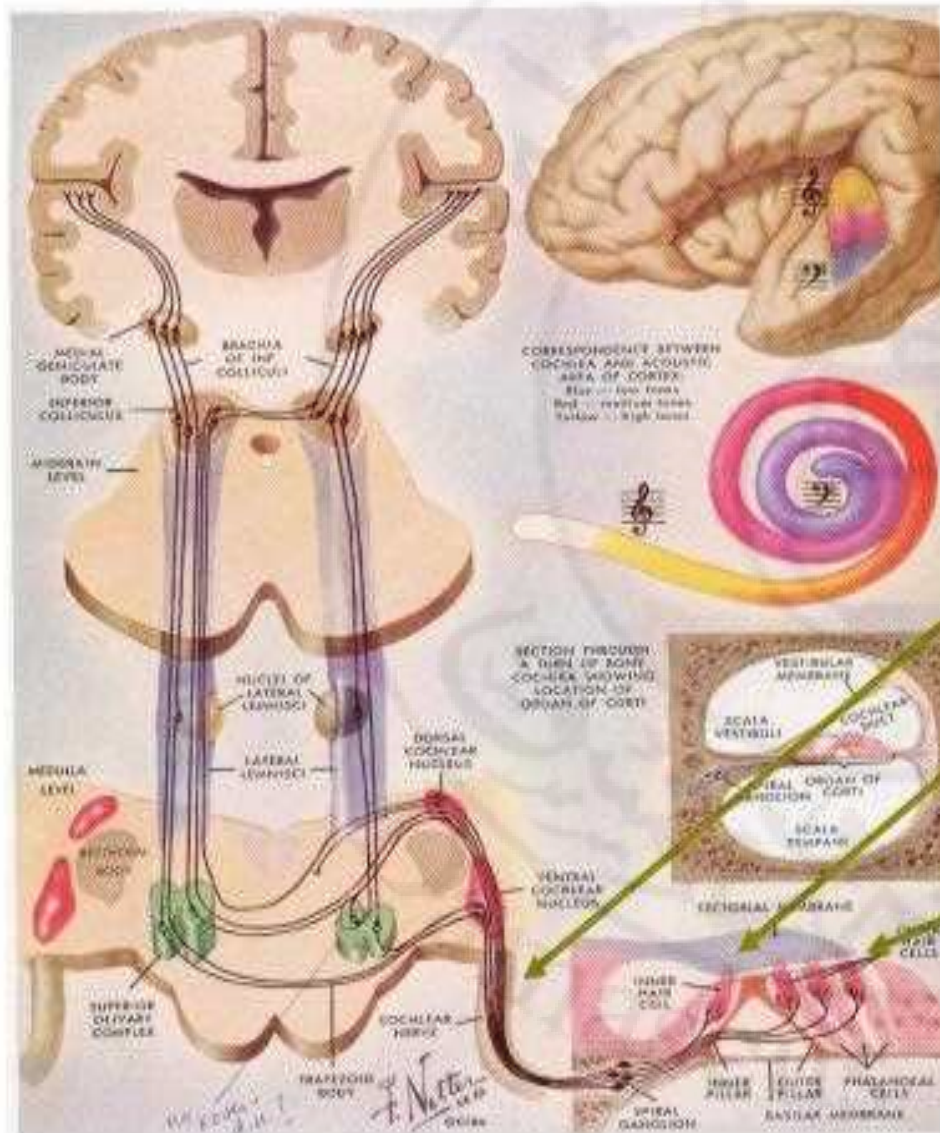
• الاستجابات الحلزونية :

-ان OAE قد لا يظهر مع مرور الوقت حتى عند الاشخاص الطبيعيين
-في حالة نقص السمع التوصيلي مثل SOM يغيب كل من CM و OAE

• موجودات: ECochG

- يظهر CM واضح عند استخدام منبه وحيد القطب مع غياب AP وغياب ABR
- عند الاشخاص الطبيعيين CM مدته محدودة وقد يتداخل مع الموجة الاولى في ABR
- عند مرضى الاعتلال العصبي السمعي يكون تسجيل CM قوي وواضح ويستمر عدة اجزاء من الثانية
- وضوح CM وقابلية تكرارها هو علامة مميزة لتشخيص الاعتلال العصبي السمعي

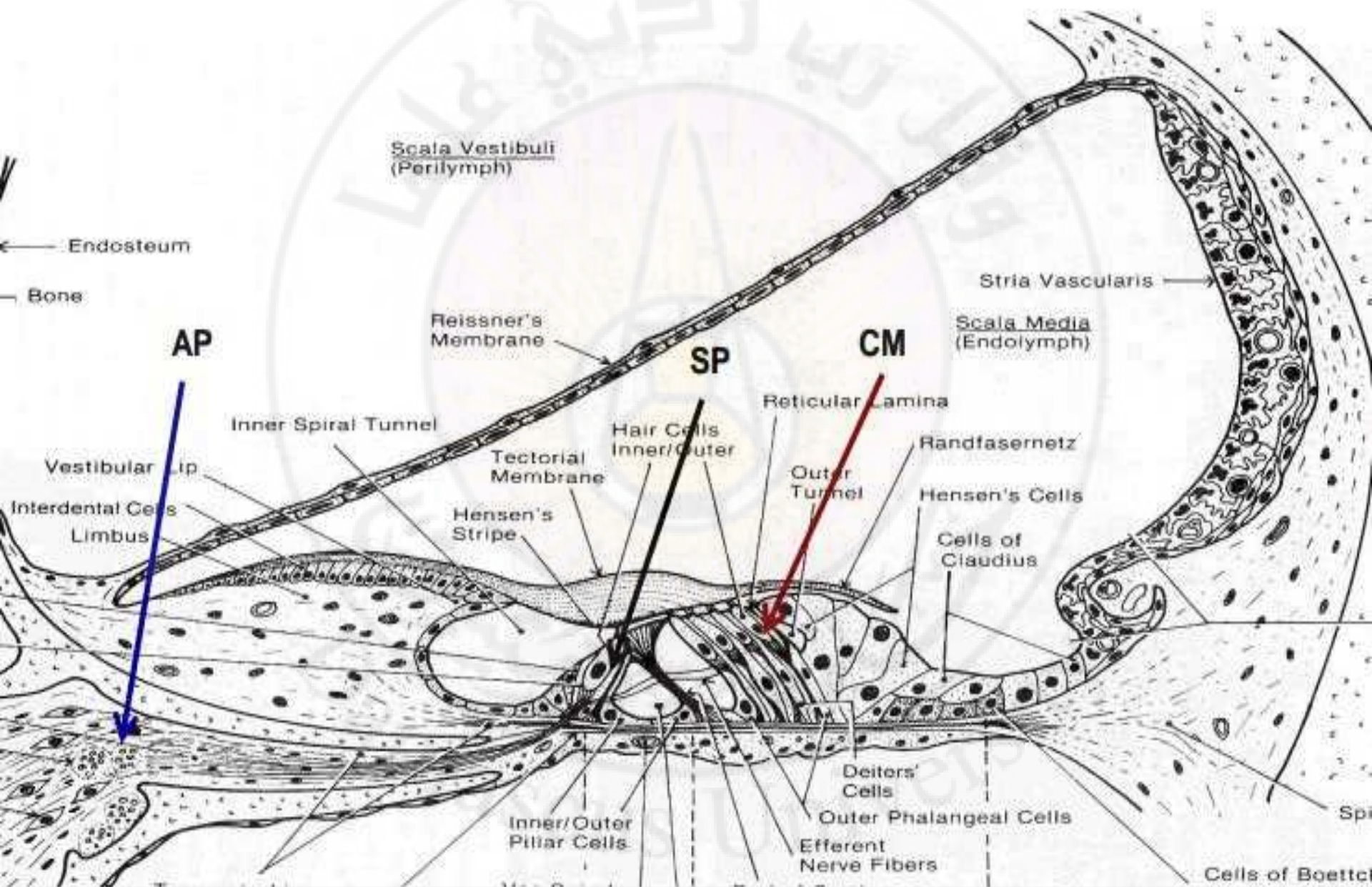
Cochlear Response



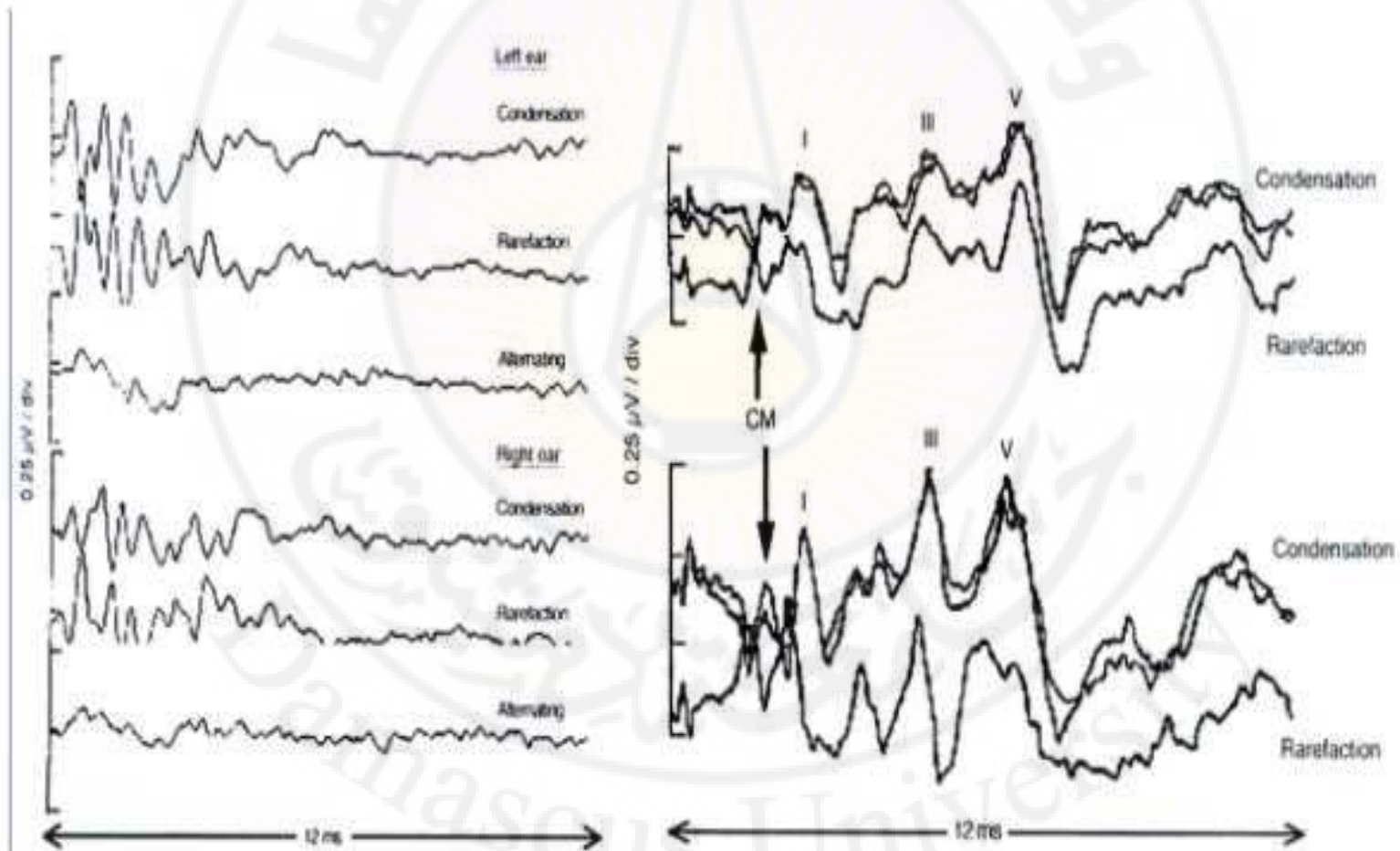
**Action potential
(AP)**

Summating
potential (SP)

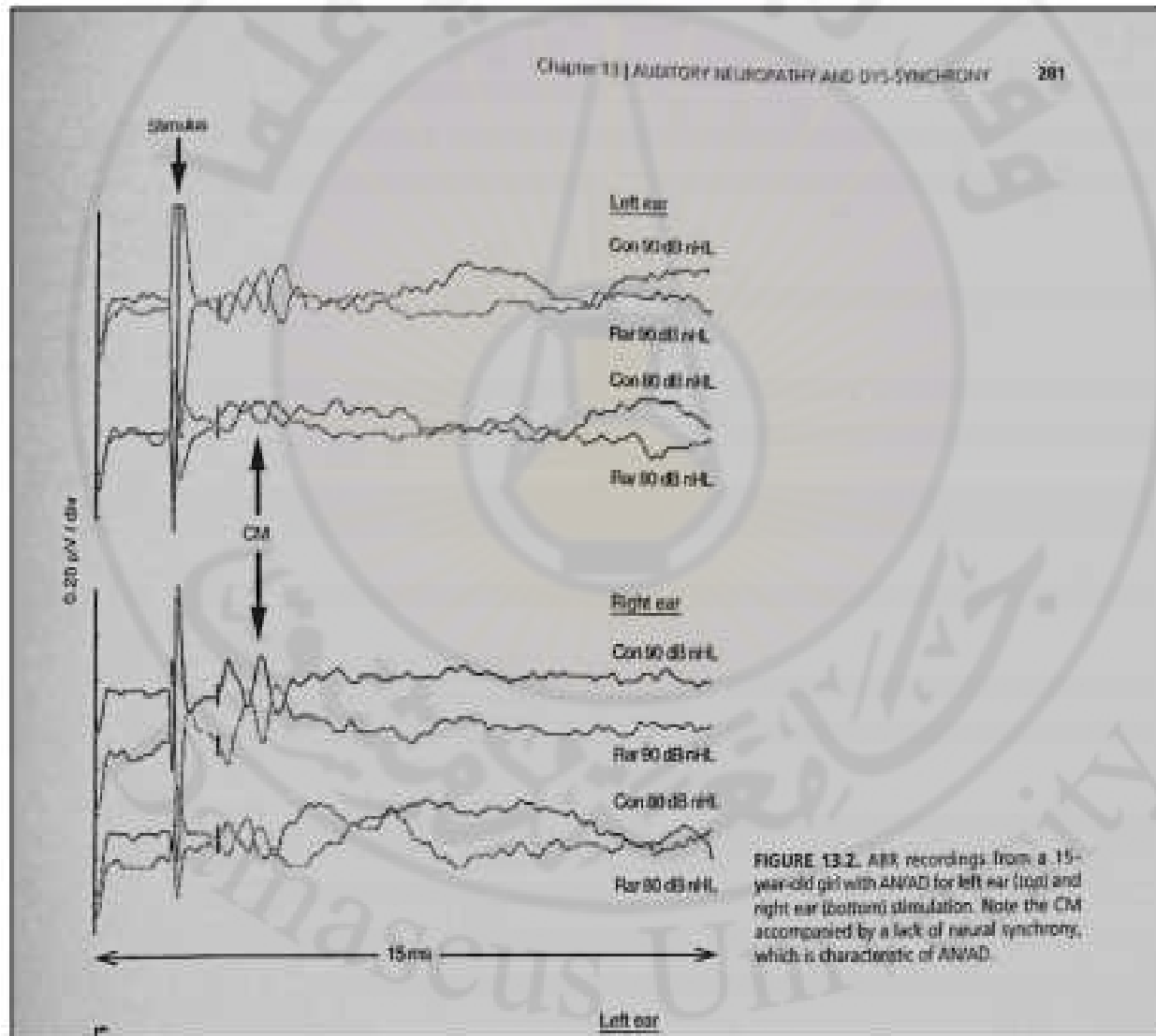
Cochlear
microphonic (CM)



Auditory Evoked Responses in ANSD

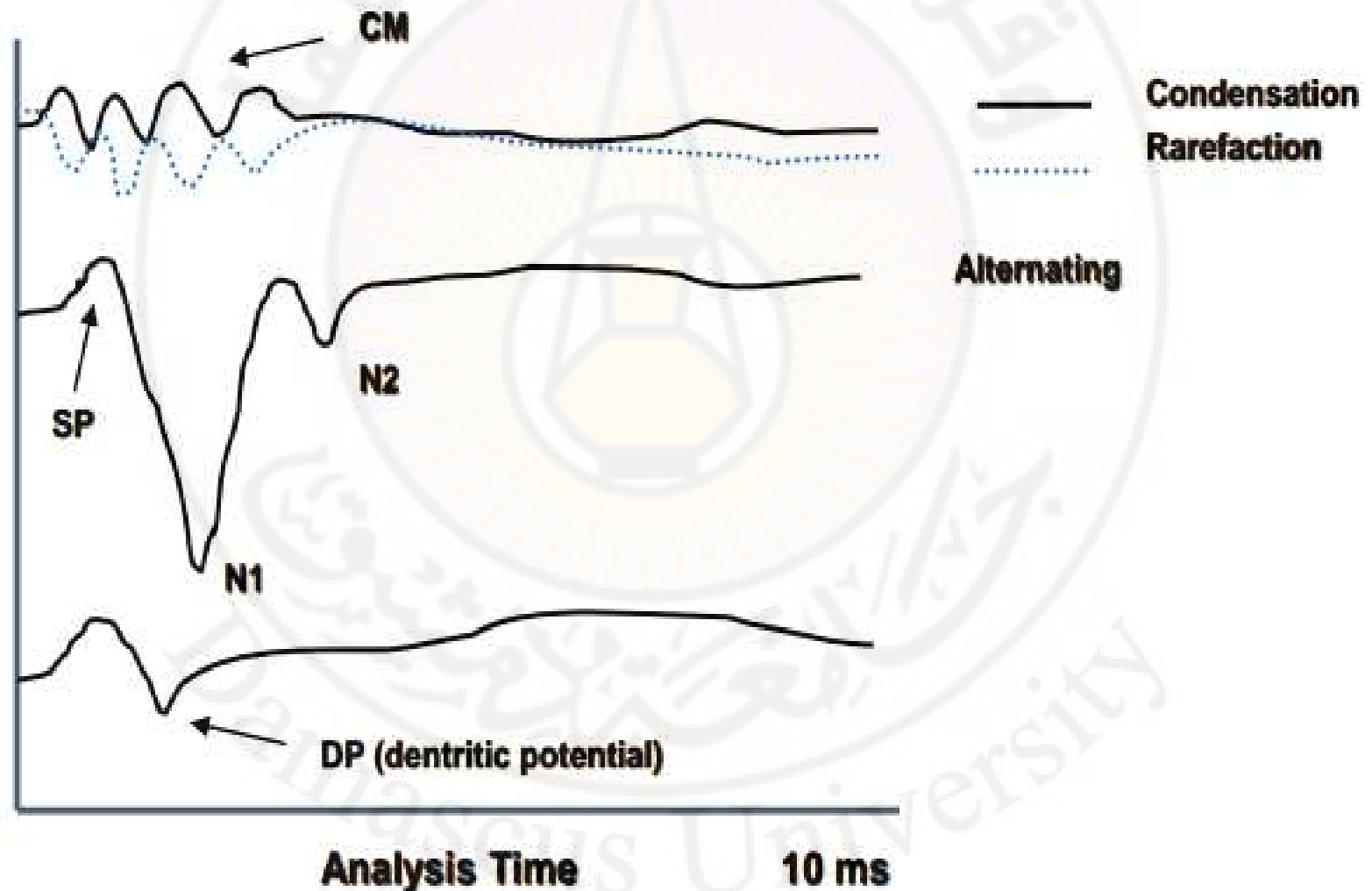


Auditory Evoked Responses in ANSD



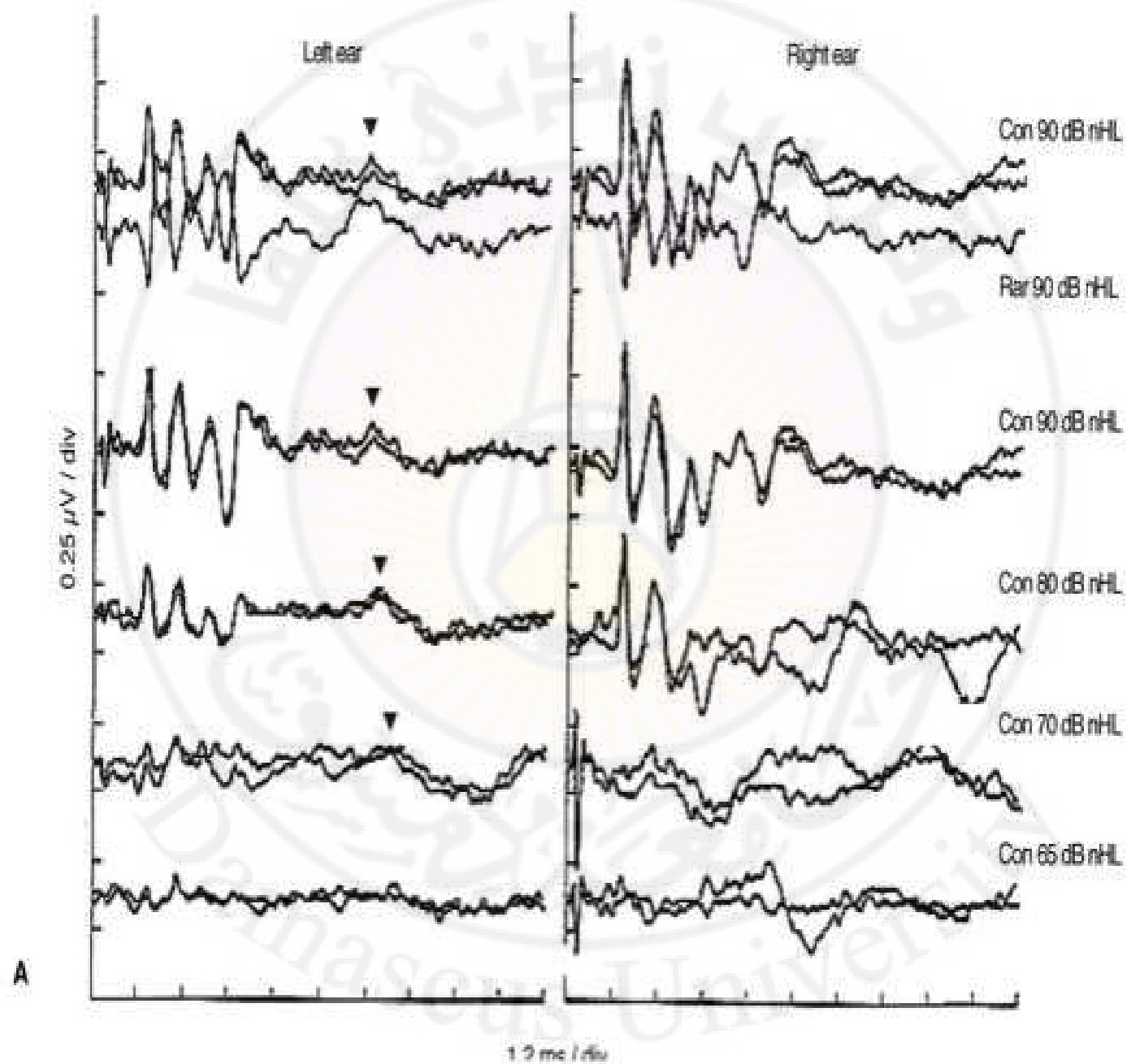
ECochG in ANSD: Examples of ECochG Components

(McMahon et al, 2008)



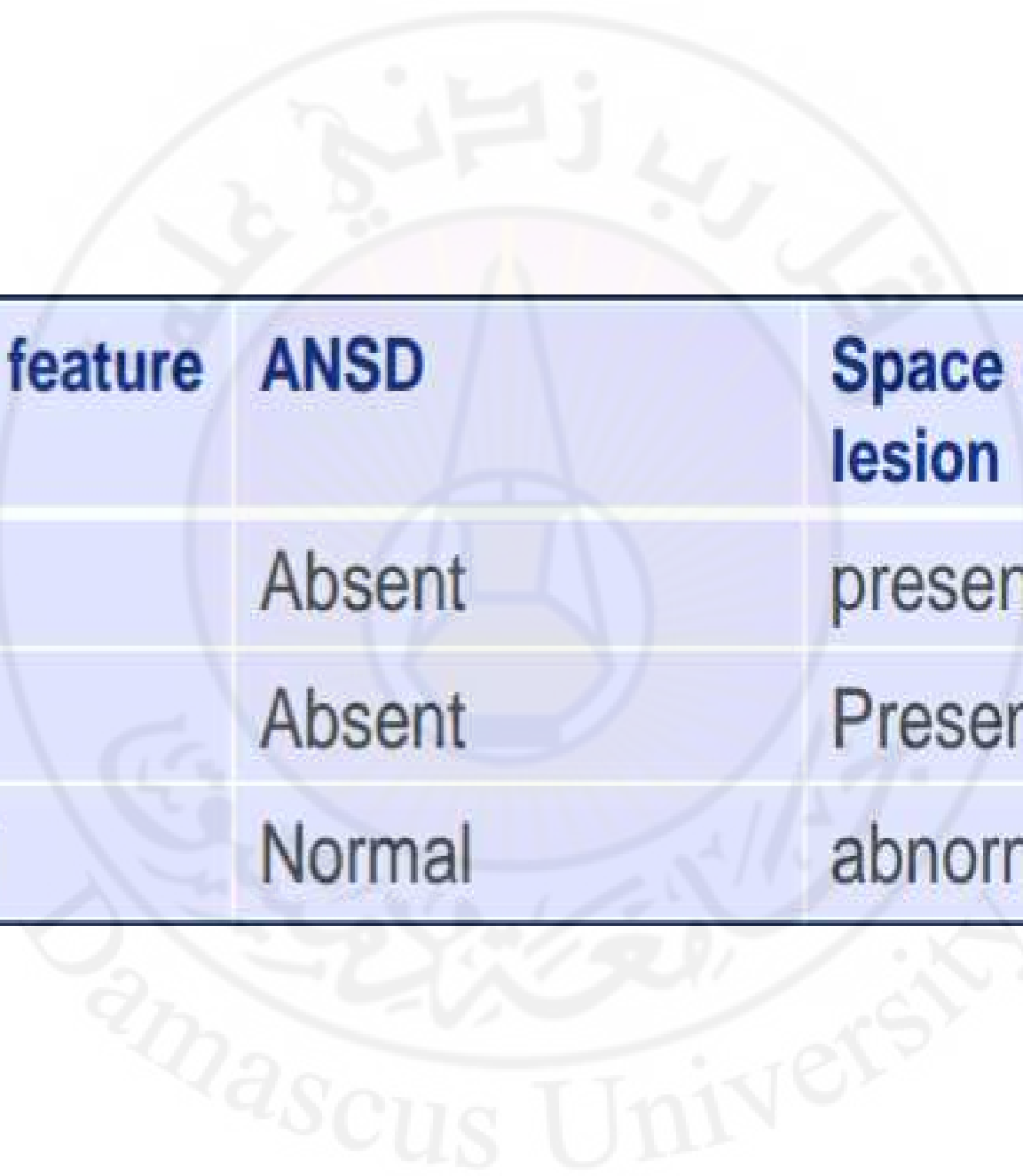
ECochG in ANSD:

- McMahon, Patuzzi, Gibson & Sanli. (2008) Frequency-specific electrocochleography indicates that presynaptic and postsynaptic mechanisms of auditory neuropathy exist. Ear & Hearing, 29, 314-325.
- Purpose of study was to better define physiology mechanisms of AN to guide management including cochlear implantation
- ECochG in AN consistent with:
 - Pre-synaptic mechanism (abnormal SP) = good EABR and CI benefit
 - Post-synaptic mechanism (normal SP + dendritic potential) but no AP = poor or absent EABR and poor CI benefit



استجابة جذع الدماغ

- غالباً ABR غائب عند مرضى الاعتلال العصبي السمعي
- في بعض الحالات قد تزرهر موجة خامسة ذات مطال منخفض فقط على منبه عالي الشدة
- وفقاً Starr و Burkard هذه الحالة تظهر في 26-27% من الحالات
- غياب او تشوه جميع مكونات ABR بما فيها الموجة الاولى تقترح خلل في الجزء القاصي من العصب السمعي

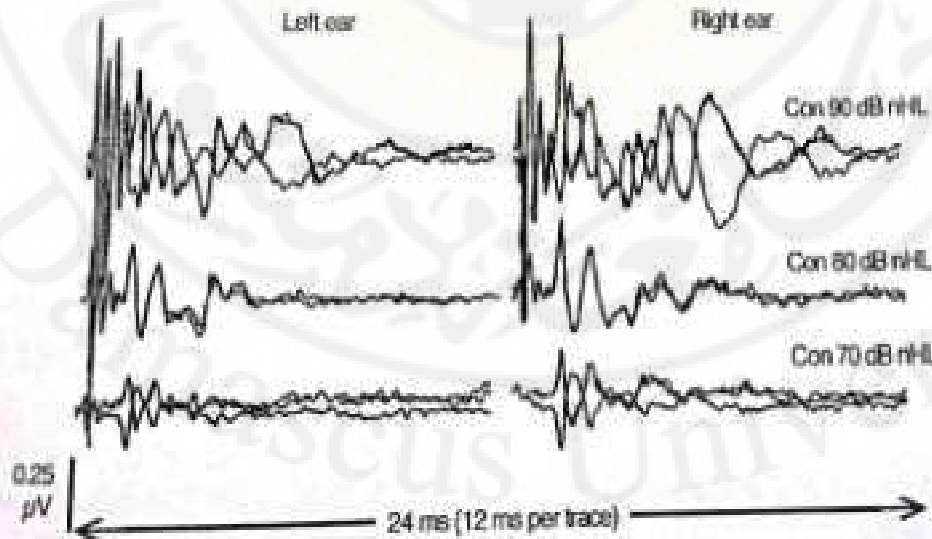
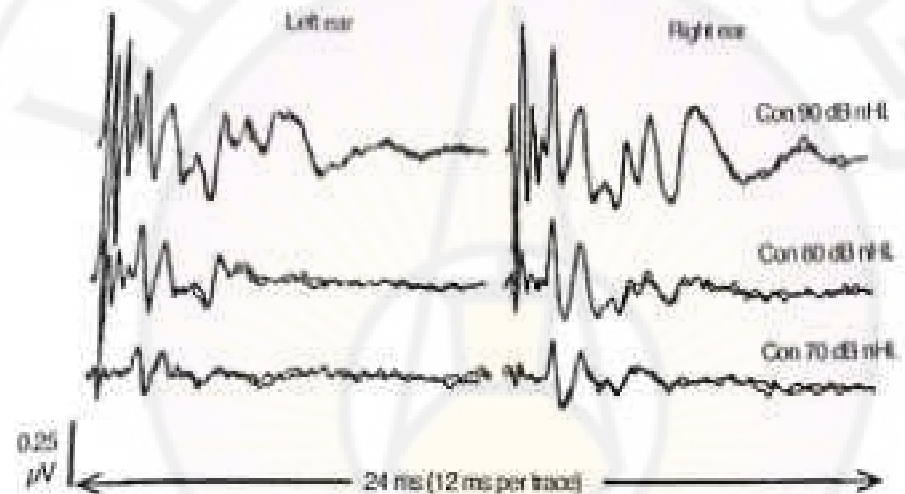


Diagnostic feature	ANSD	Space occupying lesion
ABR	Absent	present
CAP	Absent	Present
MRI or CT	Normal	abnormal

• اعتبارات هامة :

- استمرار نضج ABR بعد الولادة
- العديد من العوامل يمكن ان تسبب تاخر تطور الاستجابات العصبية المتزامنة(الخدج ، الرض)
- ان ABR قد ينضج ويتحسن ، وفي هذه الحالة تكون المشكلة مشكلة نضج ، اما في حال لم يتحسن ABR قد يكون ANSD
- يجب مراقبة هؤلاء الاطفال باستخدام ABR وطرق اخرى

Rerfaction / condensation stimulus (usually clicks).



ABR waves opposite to CM increase in latency and decrease in amplitude as stimulus level falls.

AN/AD RESEARCH AND CLINICAL APPLICATIONS 9

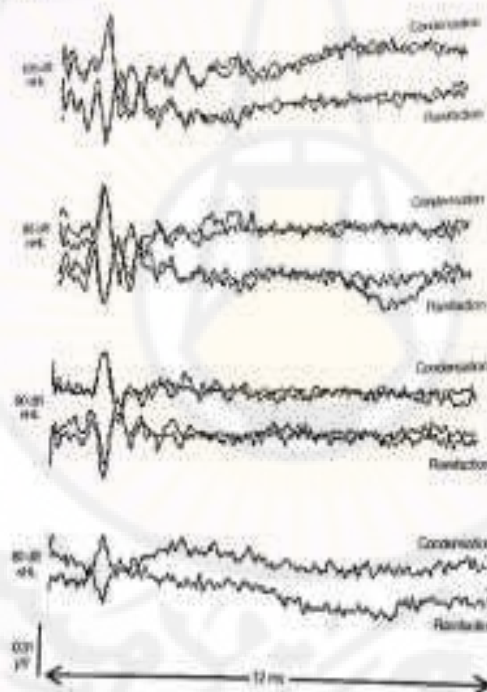


FIGURE 12.7. CM as a function of stimulus intensity in a person with AN/AD. The lack of latency shift with decreasing intensity distinguishes the CM from a neural response.

risk, as has been reported in many of with severe to profound peripheral. The percentages of ABR and de are with present CM is higher than the latencies of the responses of 4 to 1.5 ms.

anecdotal reports of ASSRs in AN/AD patients demonstrate no synchronous ASSRs. There is no explanation for the presence of ASSRs in these patients. Possible explanations may relate to influence of the

CM مقابل ABR

- عند تقديم تشويش broadband noise في نفس الأذن المفحوصة لا يتأثر زمن كمون CM في حين ينقص المطال ويزداد زمن الكمون في كل من ABR و CAP

- **: Auditory steady state response**

-ان ASSR مع rate 80-100Hz غائب غالبا
-في القليل من الحالات قد يكون ABR غائب و ASSR موجود
-يؤثر النشاط القشري على ASSR في التعديل العالي (rate
عالي)

● الاستجابات القشرية السمعية:

-قد يلاحظ وجود استجابات قشرية سمعية محروضة عند مرضى
الاعتلال العصبي السمعي AN / AD

-يتعارض مع غياب ABR

-يتوافق مع سوء تمييز الكلام

-وجود استجابات قشرية عند المريض مع سوء تمييز كلام

١- MLR / Click / حوالى 1-14 مريض

١- LLR / long duration tonals / حوالى 8-10 مريض

١- ان الأمواج MNN , P300 ضرورية للقدرة على معالجة وفهم
الكلام في مرضى AN / AD

2013 ANSD Guidelines

• اختبار وظيفة الخلايا المشعرة في الحزون:

OAE

ABR و ECoG

• اختبار وظيفة العصب السمعي:

اجراء ABR باستخدام منبه Click بشدة عالية (80-90 dbnHL) مع اجراء تسجيلين منفصلين ، نستخدم في تسجيل منبه قطبيته rearfuction وفي التسجيل الاخر منبه قطبيته condensation

• اختبارات اضافية:

- اختبار المعكسات السمعية) تغيب غالبا)

-اختبار (OAE suppression غير طبيعي او يغيب التثبيط في مرضى ANSD)

Cortical Auditory Evoked Potentials

Dr. Samer Mohsen

December 2022

Damascus University

الكمونات السمعية – علاقة المنبه – استجابة

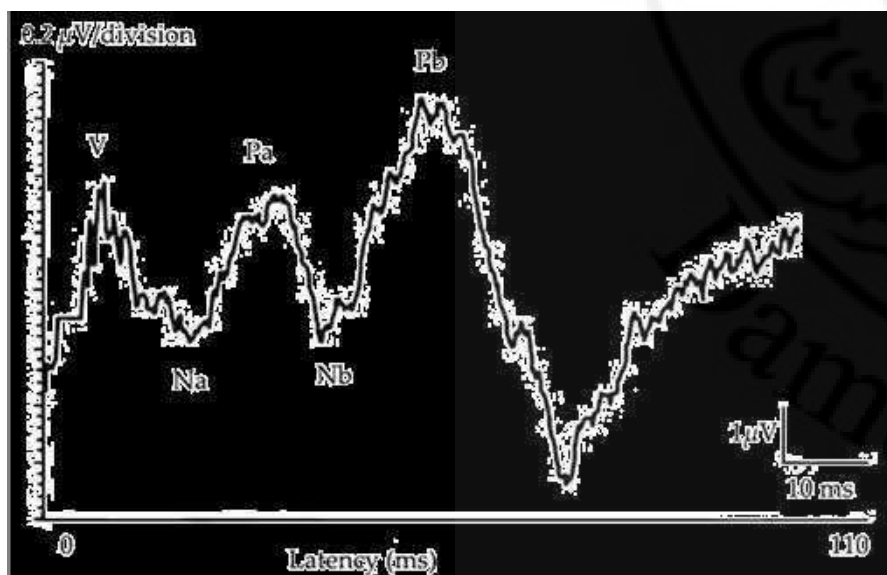
الوظيفة	المقطع التشريحي	زمن الكمون	الاستجابة العابرة	المستمرة (steady state)	sustained
حسية Exogenous	الحلزون العصب الثامن	Onset (٥-٠ ميلي ثانيه)	عصب ثامن، CAP، ABR، امواج I و II	CM	SP
	جذع الدماغ	Fast (٢٠-٠ ميلي ثانيه)	ABR (امواج V، IV، III)	FFR, >80Hz ASSR	Pedestal of FFR
	بداية القشر	Middle (١٠-١٠٠ ميلي ثانيه)	MLR (امواج Nb، Pa، Na) كمون قشري	40 Hz ASSR	
	القشر السمعي	Slow (٥٠-٣٠٠ ميلي ثانيه)	بطيء (N2، P2، N1، P1)	<20 Hz ASSR	Cortical sustained potential
استجابة مرتبطة بالمعالجة Endogenous	القشر الدماغى	Late (١٥٠٠-١٠٠ ميلي ثانيه)	MMN Nd N2b P3b، P3a P600، N400		CNV

Auditory Middle Latency Response

☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ و تسمی ☐

❑ في بداية اكتشافها لقيت اهتمام كبير كونها تثبت نظرية أننا نسمع في الدماغ وليس في الأذن.

❑ مفيدة جدا في تحديد العتبة السمعية ولكن تأثرها بالنوم واليقظة والأدوية المنومة والمركبات أنقص من الحماس لاستخدامها وخصوصا عند الأطفال.



مكونات استجابة ال

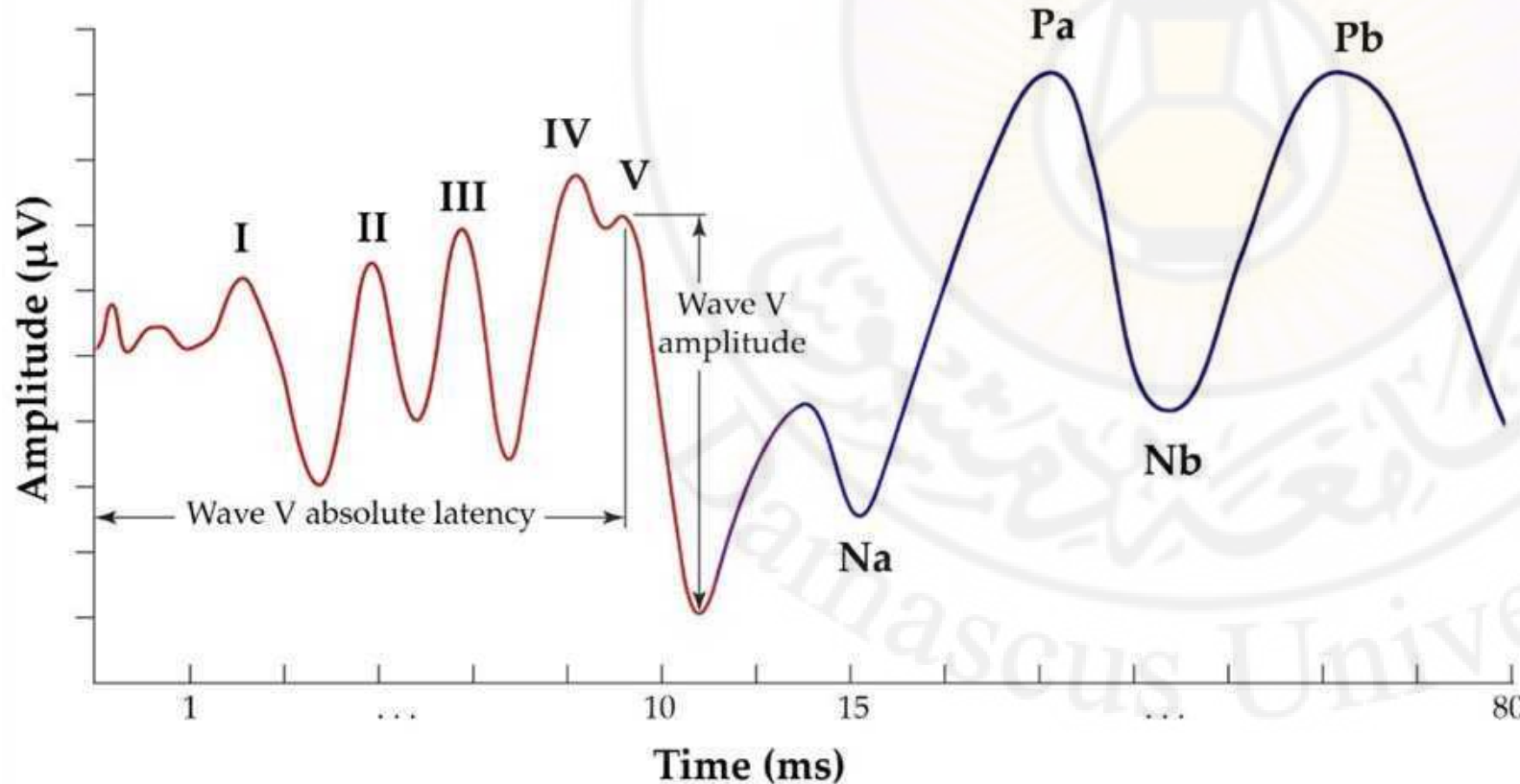
□ امواج AMLR

Na ✓ (١٨-٢٥ ميلي ثانيه)

Pa ✓ (٢٤-٣٦ ميلي ثانيه)

Nb ✓ (٣٤-٤٧ ميلي ثانيه)

Pb ✓ (٥٥-٨٠ ميلي ثانيه)



?

5



✓ عادة من المناطق السمعية تحت القشرية (خصوصا [?] [?] [?] ، [?])

✓ القشر السمعي الأولي ضمن الفص الصدغي (شق هيشل)



✓ من المناطق القشرية وتحت القشرية السمعية

✓ هذه الموجة وحسب مكان تشكلها تتأثر كثيرا بالنوم والتخدير والأدوية المهدئة كونها

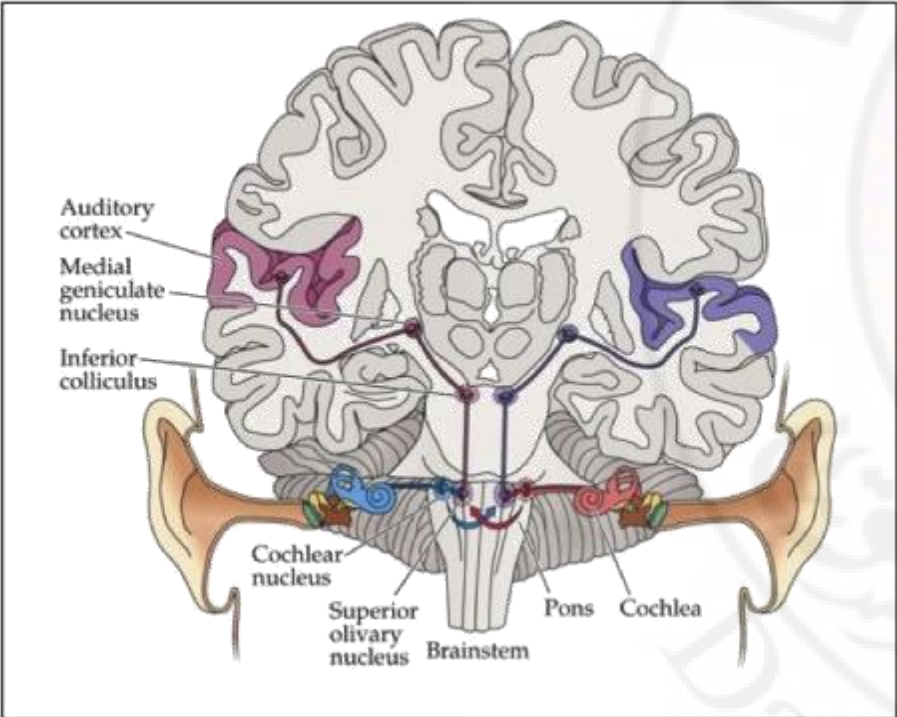
قريبة من التشكلات الشبكية الدماغية التي تنظم هذه الوظائف.

2

✓ من النواحي القشرية السمعية الخلفية (???)، التشكلات المشبكية والهيبوكامب

✓ وتسمى أيضا [??] حسب زمن الكمون وهي قريبة من الموجة الأولى في ال [??]

✓ تشارك أيضا القشر السمعي الثانوي في توليدها وتستخدم لدراسة وظيفة بوابة الحس إلى الدماغ

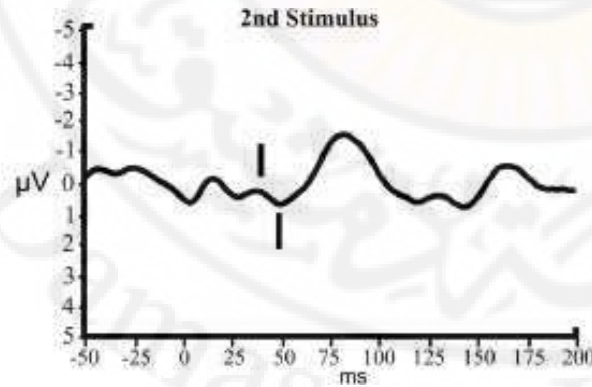
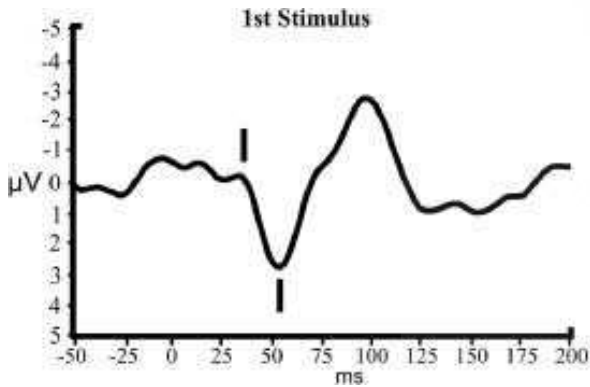


Sensory Gating

□ هي قدرة الدماغ على تعديل استجابته تجاه المنبهات (البيانات) الواردة بحسب أولويتها من ناحية التكرار ويتم بشكل أساسي من خلال الارتباطات المهادية القشرية.

□ زيادة استجابة الدماغ نسبة للمنبهات الواردة الجديدة أو تغيير في المنبه المستمر: ؟؟؟؟؟؟؟؟؟

□ استجابة أقل نسبة للمنبهات التكرارية: ؟؟؟؟؟؟؟؟؟



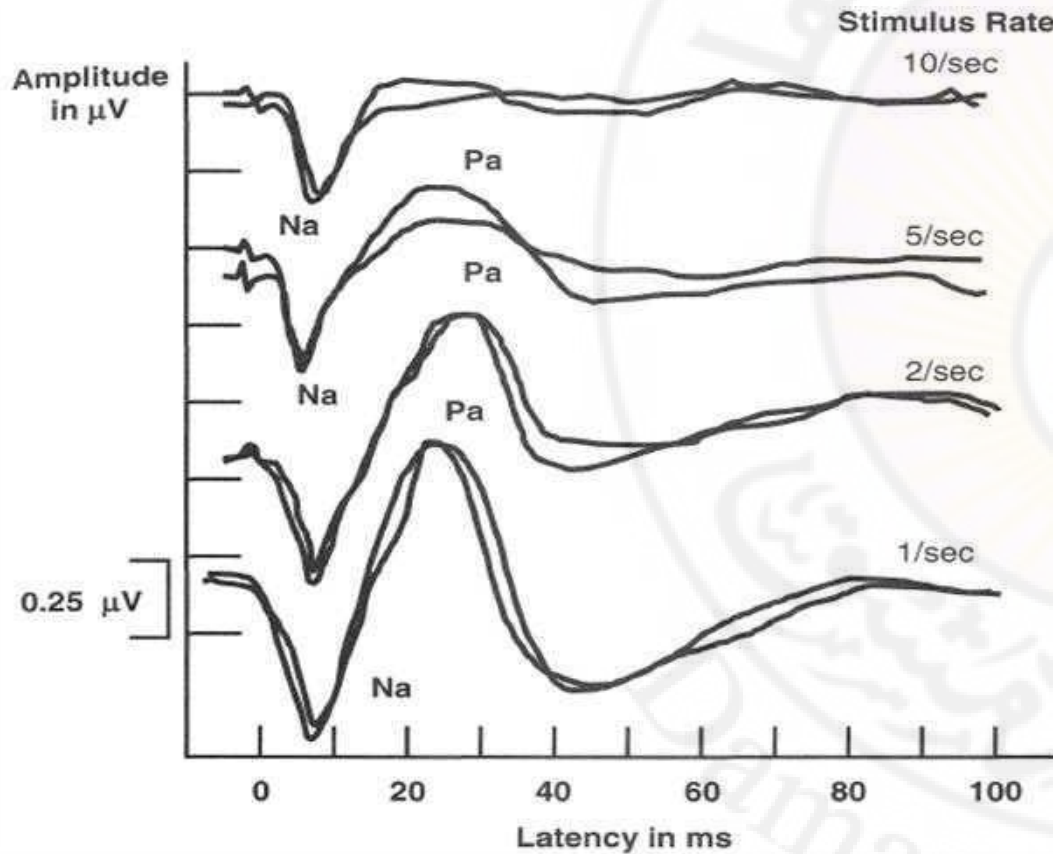
Test Parameters & Protocol

PARAMETER	SUGGESTION	RATIONALE/COMMENT
Stimulus Parameters		
Transducer	ER-3A	Supra-aural earphones are acceptable for AMLR, but insert earphones are more comfortable and, because the insert cushions are disposable, contribute to infection control.
Type	click	For neurodiagnosis only. However, a more robust AMLR is usually recorded with longer duration tone-burst signals.
	tone burst	For neurodiagnosis or frequency-specific estimation of auditory sensitivity. Detection of the Pb component of the AMLR is enhanced for lower frequency tone-burst signals.
Duration		
click signal	0.1 ms	Click signals are less effective than tone bursts in evoking the AMLR.
tone-burst signal		
rise/fall	2 cycles	Rather abrupt tone-burst onset is important for AMLR as it is for the ABR.
plateau	multiple cycles	Plateau durations of 10 ms or longer are appropriate for evoking the AMLR, especially the Pb component.

Test Parameters & Protocol

Rate	$\leq 7.1/\text{second}$	A slower rate of signal presentation is indicated for younger children, or for patients with cortical pathology. Signal presentation rates as low as 1 per second, or 0.5/second (one signal every two seconds) are required to consistently record the Pb component.
Polarity	rarefaction	An AMLR can also be recorded for condensation or alternating polarity signals.
Intensity	$\leq 70 \text{ dB nHL}$	For neurodiagnosis, a moderate signal intensity level is appropriate. Signal intensity is decreased, of course, for estimation of thresholds. High signal intensity levels should be avoided. Tone-burst signals should be biologically calibrated to dB nHL in the space where clinical AMLRs are recorded.
Number	≤ 1000	Signal repetitions vary depending on size of response and background noise. Remember the signal-to-noise ratio is the key. Averaging may require as few as 50 to 100 signals at high intensity levels for a very quiet and normal hearing patient.
Presentation ear	monaural	For estimation of auditory sensitivity and neurodiagnosis. There is no apparent clinical indication for binaural AMLR measurement.
Masking	50 dB	Rarely required with insert earphones and not needed for stimulus intensity levels of $\leq 70 \text{ dB HL}$.

معدل التنبيه Rate



- ☐ يغلب في الاستخدام السريري اعتماد معدل تنبيهه من 8-11 /ثانية
- ☐ زيادة معدل التنبيه فوق ال 15 تؤدي إلى زيادة زمن الكمون ونقص سعة الاستجابة.
- ☐ هناك علاقة عكسية بين معدل التنبيه والفصل بين منبهين [2][2].
- ☐ يعتبر معدل تنبيهه 10/ثا مع فاصل [2][2] معادل 100 مناسب لثبات زمن الكمون وسعة الاستجابة، ولكنه غير مناسب للأجزاء المتأخرة من المركب وبالتالي الغالب اعتماد معدل تنبيهه 7/ثا.
- ☐ عندما يكون الهدف تسجيل [2][2] من الأفضل استخدام معدل تنبيهه 1/ثا.
- ☐ عند الولدان حديثا يستخدم معدل تنبيهه 1-2 /ثا.

???? ? ?? ???? ???? ???? ????.....?? ? ? ???? ?

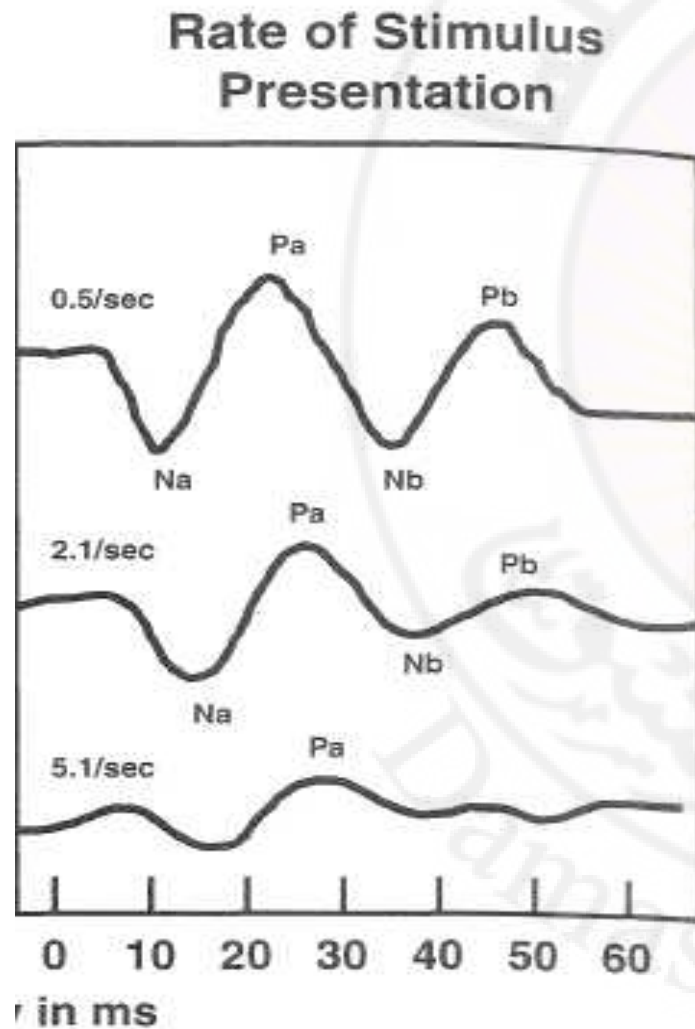
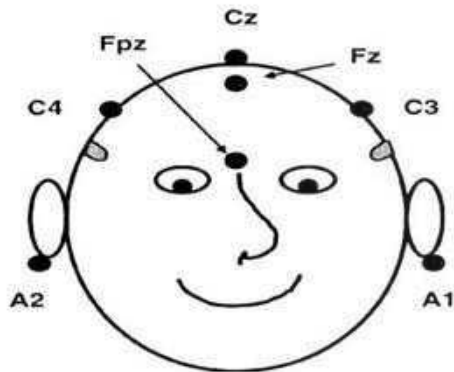
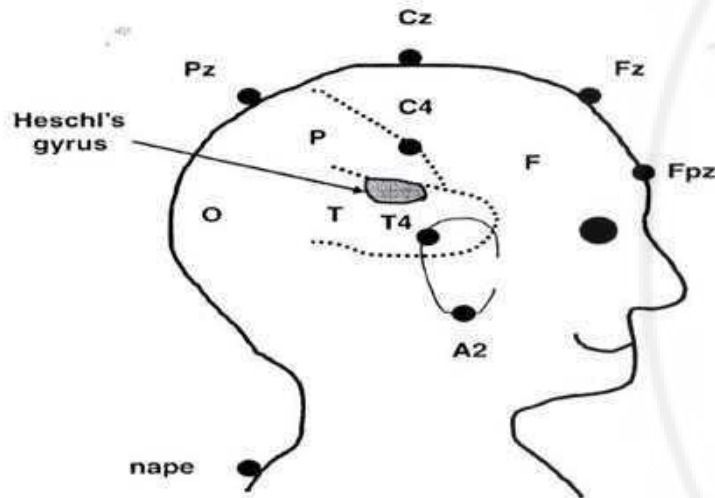


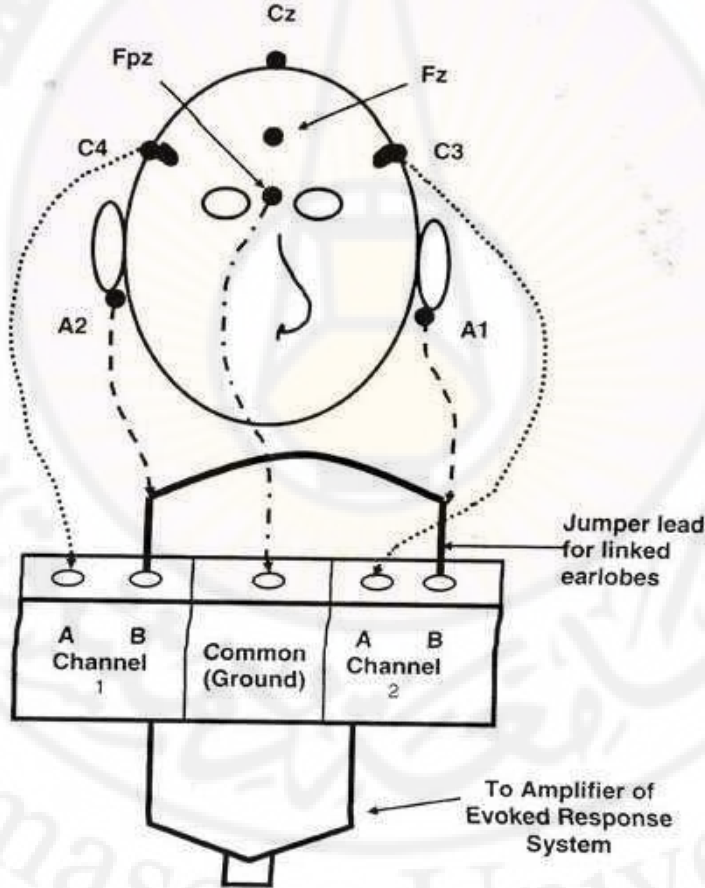
FIGURE 11.2. An example of the effect of the rate of stimulus presentation from 5.1/sec to 0.5/sec (right panel) and stimulus frequency, i.e., click, 4000 Hz, 500 Hz (left panel) on the AMLR. Recordings were made with a young adult, normal-hearing, female subject. Note the enhancement of a consistently recorded Pb component for slower signal rates and lower signal frequencies.

Electrode Arrays

Auditory Middle-Latency Response Electrode Sites



**AMLR:
Electrode Sites and Preamplifier Inputs**



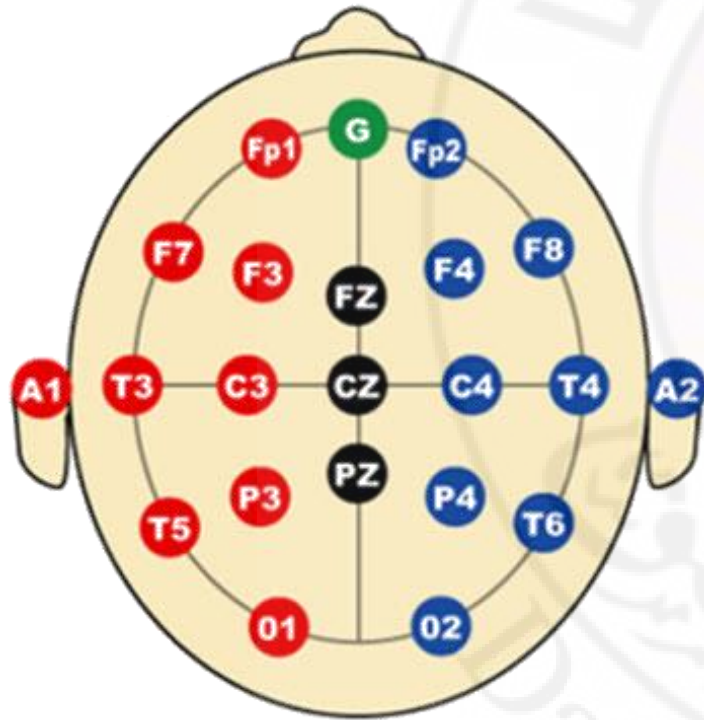
A = Noninverting electrodes
B = Inverting electrodes

❑ الأفضل للالكترود غير العاكس هو الخط الناصف.

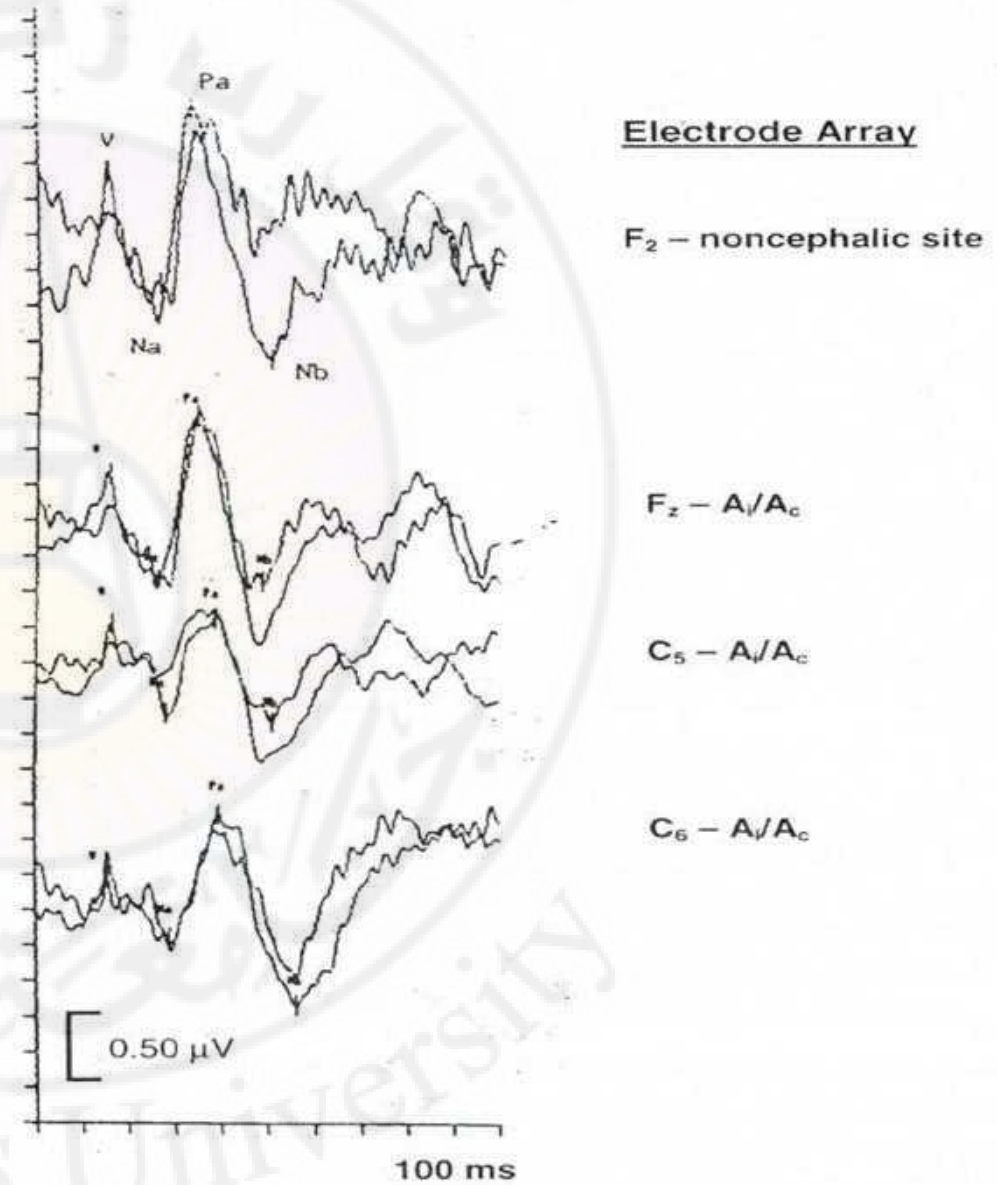
❑ الالكترود العاكس على الخشائين أو فصيص الأذن والأفضل هو المنطقة القشرية الصدغية
????? إن كان التسجيل يتم بواسطة قبعة ال
????.

❑ الالكترود الأرضي على مفترق الحاجبين أو بأي مكان آخر صامت حركيا وكهربائيا.

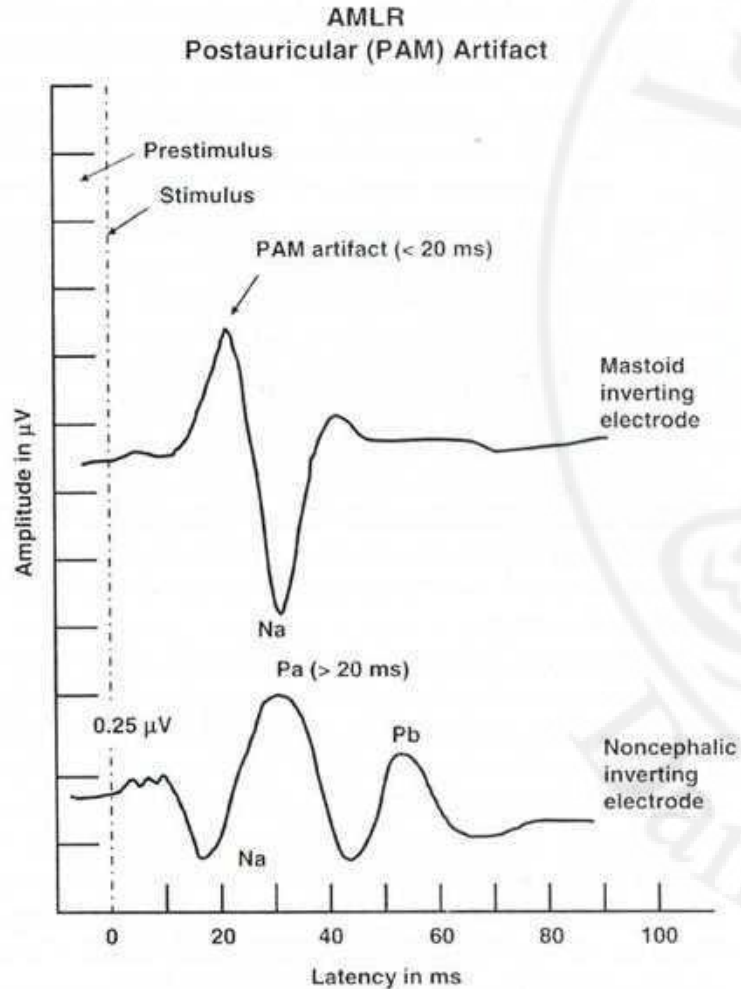
Electrode Arrays



Auditory Middle-Latency Response (AMLR)



آرتيفكت PAM



ينتج عن تشنج عضلات العنق الخلفية عند استخدام منبه بشدة عالية تفوق ال 70

ديسبل.

يظهر على زمن كمون يتداخل مع زمن ظهور مركب ال $??$ $??$.

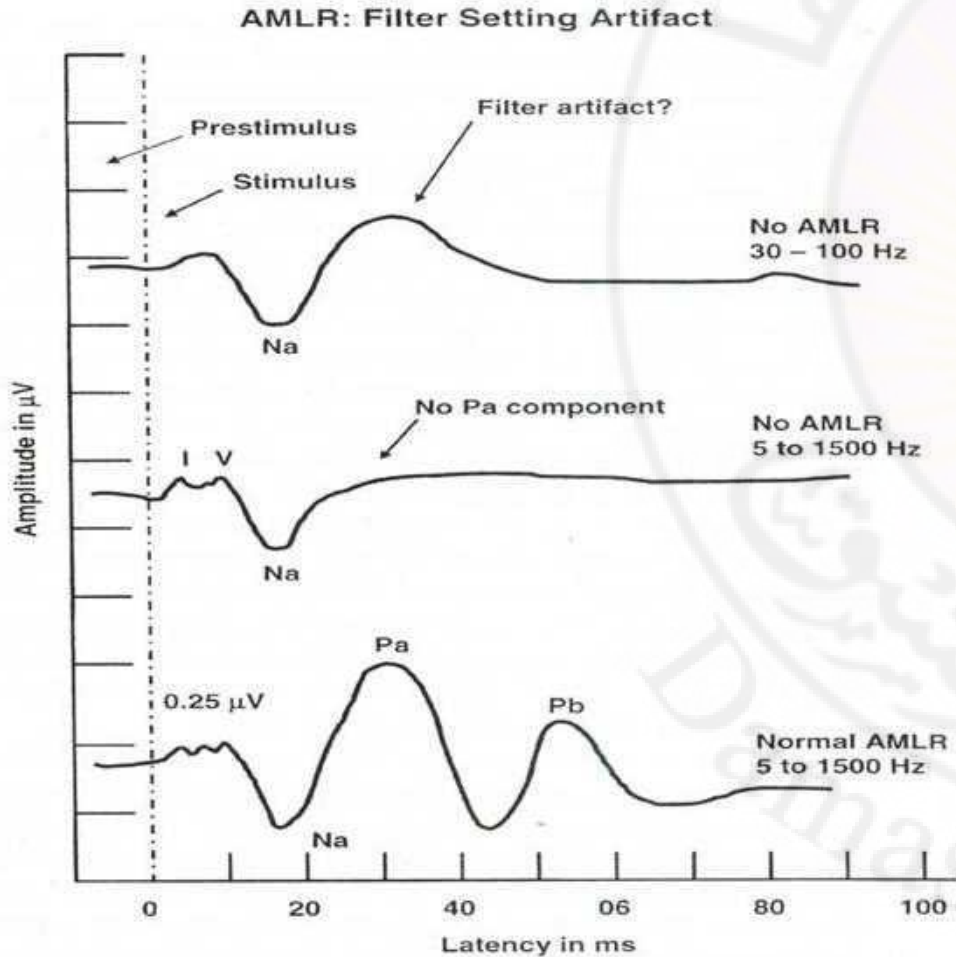
يعتبر من محدوديات استخدام ال $??$ $??$ في تحري العتبة السمعية لعدم التمكن من

استخدام شدات عالية للمنبه.

يمكن تجنبه بعدم رفع شدة المنبه فوق ال 70 ديسبل والابتعاد قدر الإمكان عن

التموضع الخشائي للالكترود غير العاكس.

Filtering



□ الطيف التواتري لمركب $\alpha \alpha$ هو تقريبا بين 30-50 هرتز.

□ من المهم جدا تحديد حدود فلتر القطع وخصوصا ال $\alpha \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha \alpha$ لتجنب

التداخل غير المطلوب من أمواج تخطيط الدماغ $\alpha \alpha \alpha$

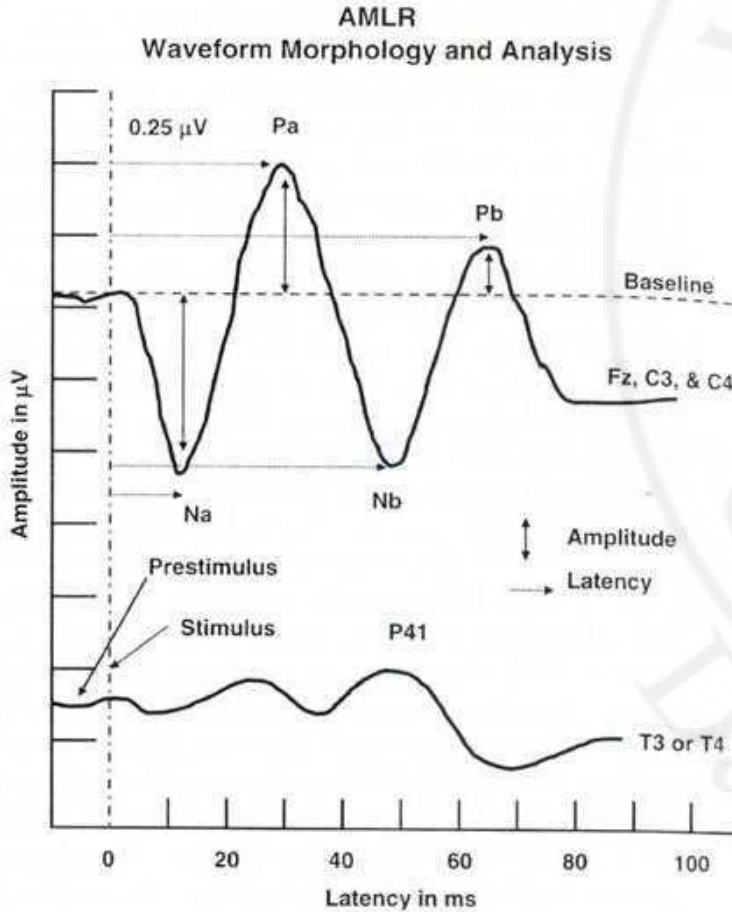
□ عادة يستخدم حد ال 30 هرتز ويعتبر مناسب للحصول على الأمواج المتأخرة في المركب.

□ استخدام حد القطع المرتفع نسبيا يسبب ارتيفكت واضح في الاستجابة وحذف

جزء من المركب ودخول أجزاء من ال $\alpha \alpha \alpha$ بطريقة غير مرغوبة بديلا عنه.

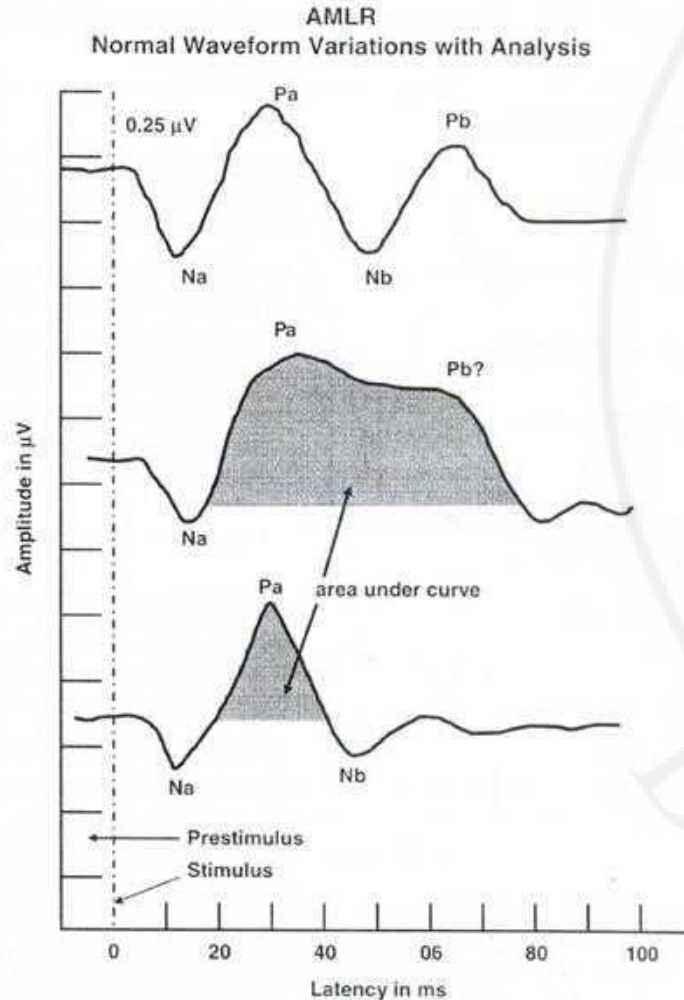
□ لذلك ينصح بتوسيع حدود الفلتر لتصبح من 10 - 15 هرتز إلى 1500 هرتز.

تحليل وتفسير الأمواج



- ☐ الأهم هو تأكيد أن المركب المسجل هو حقيقة Na Pb .
- ☐ يتم تحليل مطال الاستجابة Na Pb وليس زمن الكمون.
- ☐ من الضروري استخدام الفلتر المناسب لتجنب حذف جزء من الأمواج.
- ☐ كما يعد معدل التنبيه أساسيا لتأثيره الكبير على الجزء المتأخر من المركب.
- ☐ تجنب الشدات العالية لعدم تسجيل آرטיפكت ال Na Pb .
- ☐ استخدام مدة منبه طويل نسبيا لتسجيل الموجة Na .
- ☐ يتم عادة قياس مطال الموجة بين قعر Na Pb ولكن موجة Na قد تكون غير موثوقة أو تتداخل مع الارتيفكت من العضلات وجذع الدماغ.
- ☐ يمكن اللجوء لمطال الجزء Na Pb ولكن الموجة Na كثيرا ما تحذف أو تكون صعبة التسجيل بفعل عوامل كثيرة.
- ☐ يضاف إلى مشكلات تحليل السعة صعوبة تحديد الخط القاعدي.

تحليل وتفسير الأمواج



❑ مورفولوجيا ال [?] متبدلة بشكل واضح بفعل عوامل متعددة.

❑ شكل الأمواج المقبب وعدم وضوح ذروة حادة وعدم أهمية الاختلاف بعدة ثواني يجعل من الصعب الاعتماد على زمن الكمون في تحليل الأمواج.

❑ كما أن أغلب الاضطرابات العصبية تؤثر على سعة الاستجابة (المطال) أكثر من تأثيرها على زمن الكمون.

❑ يعتبر الجزء [?] من أبرز مكونات المركب ومع ذلك يتبدل شكله بطريقة واضحة.

❑ عند استخدام الفلتر الواسع [?] و نافذة تسجيل بحدود 50 ميلي ثانية يشارك ال [?] في المركب حيث تظهر أمواجه ويليهما انخفاض واضح يعبر عن [?] ولكن تكون بزمن كمون باكر نسبيا 12-15 ميلي ثانية.

❑ لتسجيل الموجة [?] يجب توسيع نافذة التسجيل إلى 100 ميلي ثانية على الأقل.

التطبيقات السريرية

☐ التنبؤ بالعتبة السمعية

☐ لها دور تشخيصي في اضطراب المعالجة السمعية المركزية – الاعتلال العصبي السمعي – والفصام

☐ .

☐ قياس وظيفة تكامل وظيفة المسير العصبي السمعي للأفراد الذين يستخدمون زرع الحلزون (قيد الدراسة).

☐ قياس عمق التخدير في غرفة العمليات.

☐ تقييم وظيفة بوابة الحس

دور ال [?] [?] في تحديد العتبة السمعية

□ يعتبر مركب [?] [?] مناسباً لتحديد العتبة السمعية للأسباب التالية:

[?] وضوح موج [?] وكبر مطاله (خمس أضعاف الموجة الخامسة لجذع الدماغ).

[?] إمكان تسجيله بمنبه طويل نسبياً (تونبرست طويل) وبالتالي ذو انتقائية تواترية.

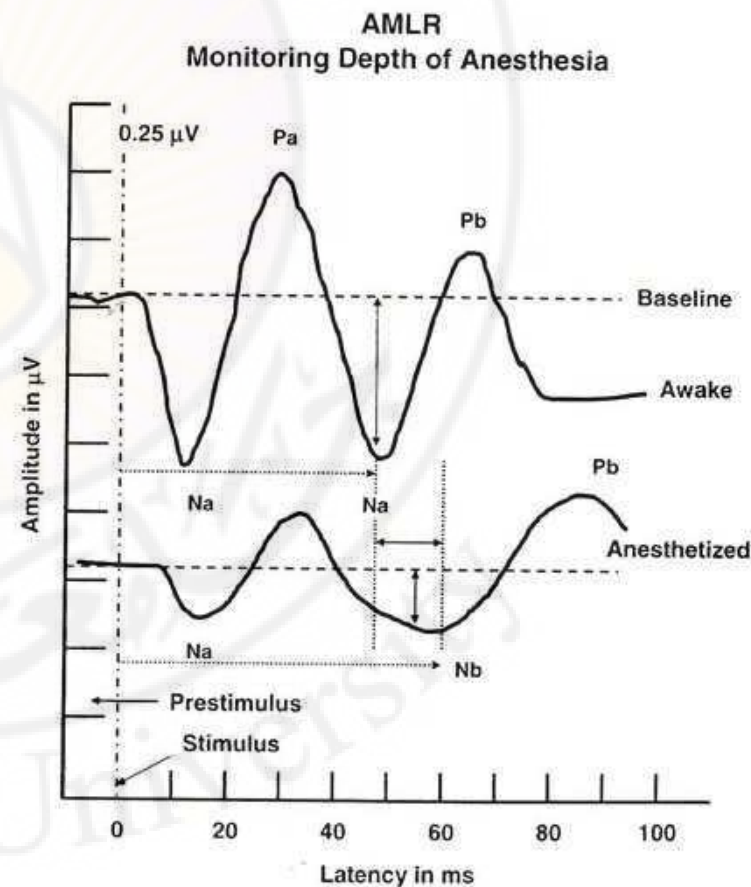
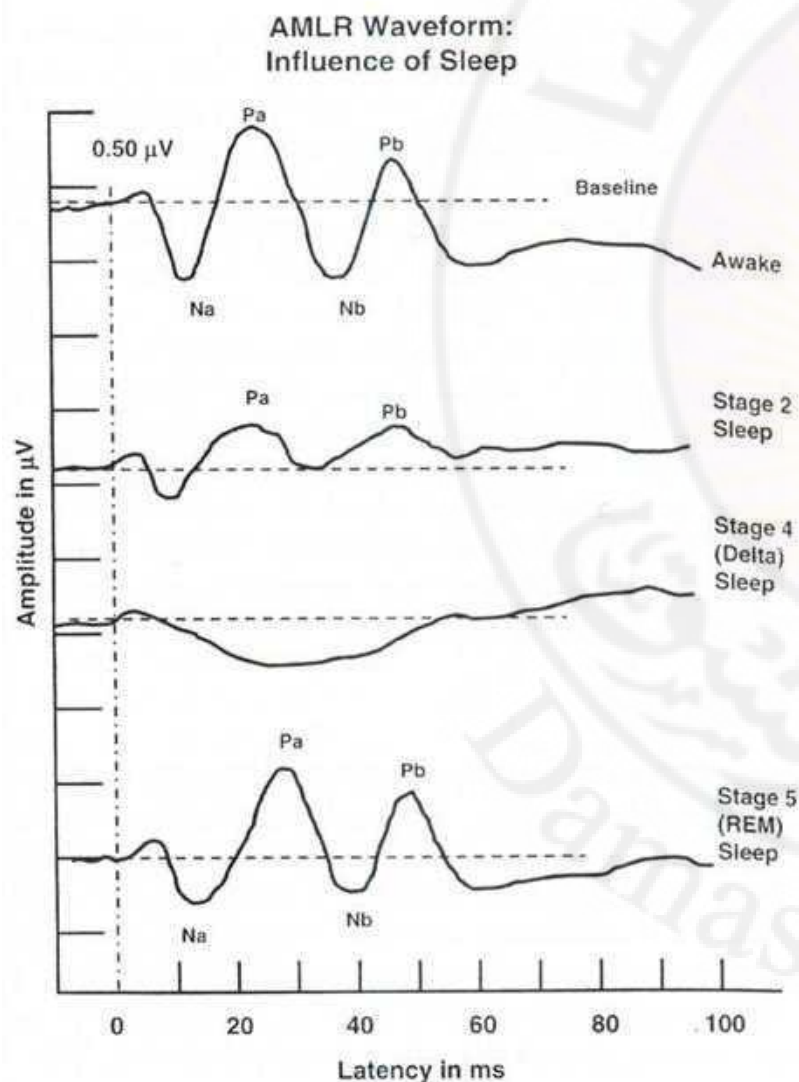
[?] بروتوكول التسجيل الالكترودات هي نفسها لل [?] [?] [?].

□ سلبيات استخدامها في تحري العتبة هي عدم التمكن من استخدام الشدات العالية وتأثرها بالنوم

والمركنات والتخدير.

دور ال [?] [?] في دراسة مراحل النوم وعمق التخدير

□ ماهي مراحل النوم الخمسة؟؟



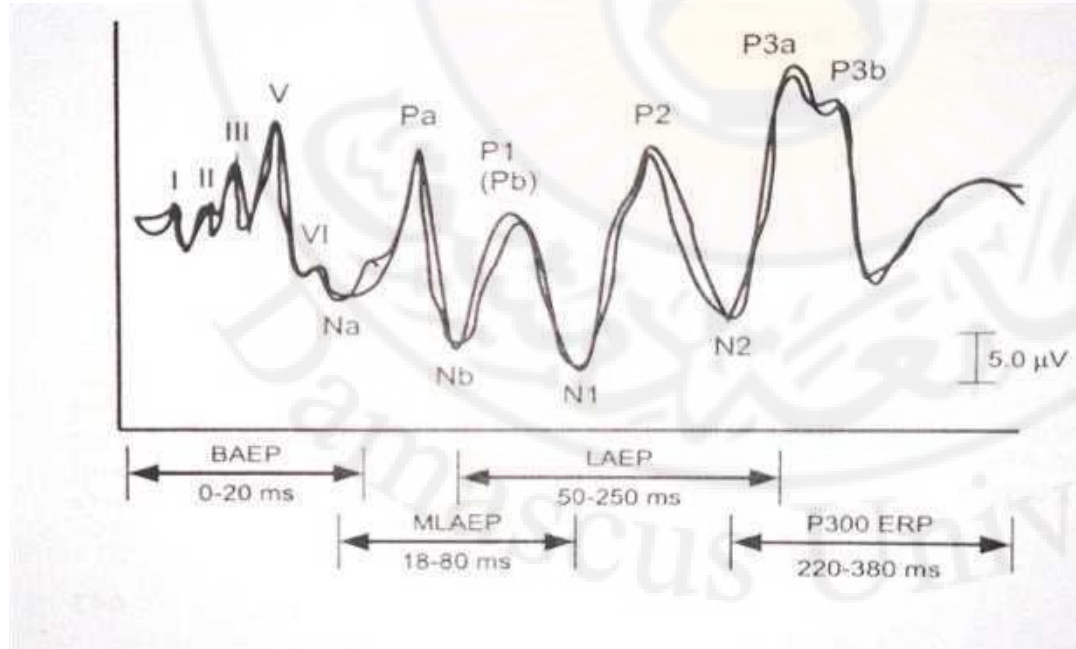
Auditory Late Latency Response

□ وتسمى أيضا مركب P3 أو P300.

□ وهي الاستجابة السمعية المحرصة التي تظهر بين المسافة 50-200 ميلي ثانية من تقديم المنبه.

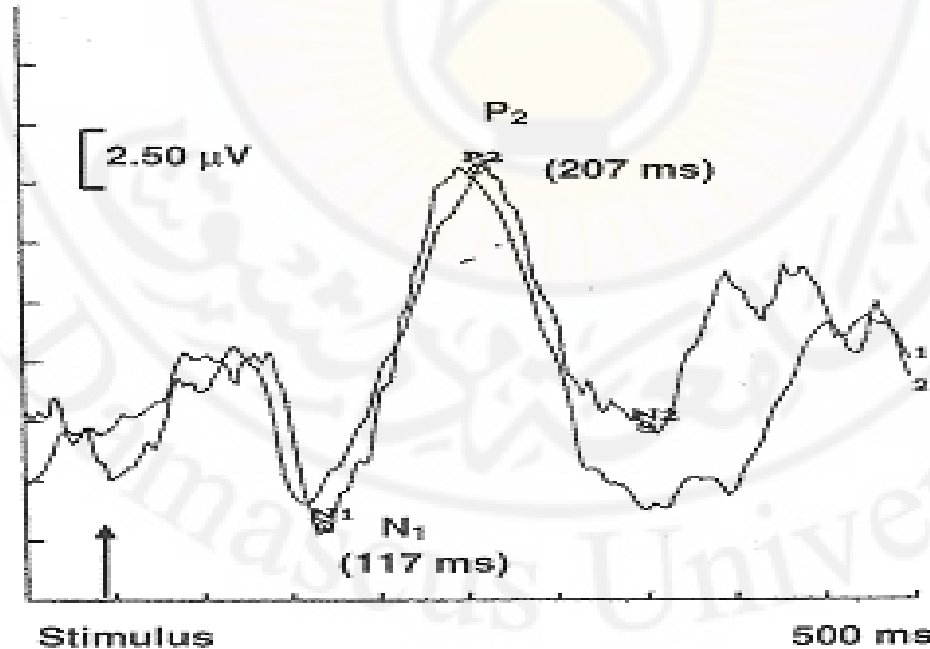
□ في هذا المستوى التشريحي تبدأ مجموعة من الاستجابات بالظهور والتي ترتبط بمعالجة المنبه المقدمة وليس استجابة حسية مباشرة تعبر فقط عن

وصول المنبه إلى المحطة المذكورة.

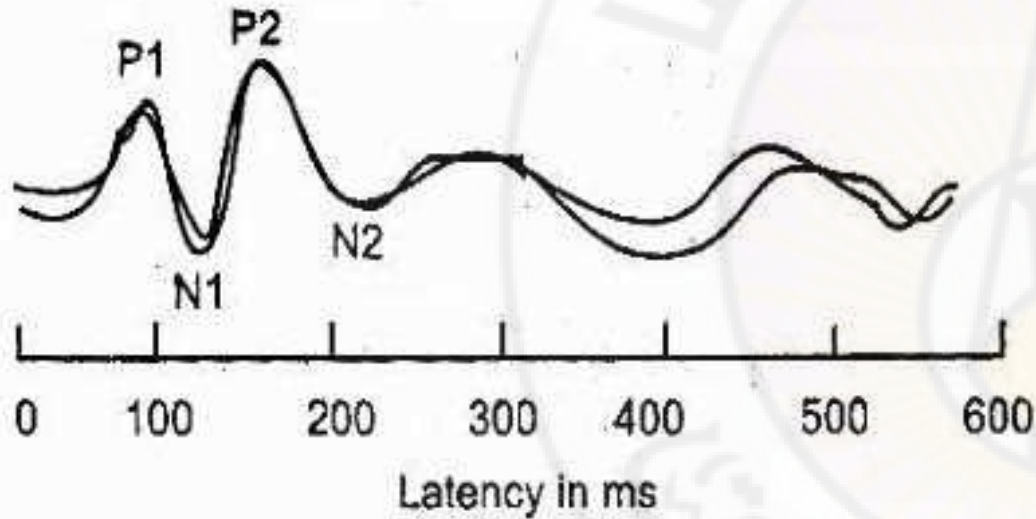


LLR

- وهي الاستجابة القشرية السمعية للمنبه السمعي.
- تم تسجيلها لأول مرة في أواسط القرن التاسع عشر حيث استخدمت حينها في التنبؤ بالعتبة السمعية ثم تراجع استخدامها لهذا الهدف بعد اكتشاف ال [??].
- تمتاز بذرى مدورة واسعة نسبيا وانحدارات أقل وضوحا كما في الاستجابة الباكرة.



LLR Component



□ الموجة P1: من 50 – 80 ميلي ثانية.

□ الموجة P2: من 90 – 150 ميلي ثانية.

□ الموجة N1: من 160 - 200 ميلي ثانية.

□ الموجة N2: من 180 – 275 ميلي ثانية.

SUMMARY OF RECOMMENDED PARAMETERS FOR P1-N1-P2 TO ESTIMATE AUDIOMETRIC THRESHOLD

Subjects	State Eyes Condition	Awake and quiet adults, children, infants Eyes open Attend or ignore conditions
Stimuli	Frequency Rise/fall times Plateau time Interonset interval Intensity	250–4000 Hz tone bursts 20 ms 20 ms or more 1–2 seconds 10–80 dB peSPL (use clinical judgment)
Recordings	Save Electrodes Noninverting Inverting Additional Artifact rejection EEG filters Amplification (gain) Analysis time Number of trials/average Replications	Save averaged waveforms 1–2 channels Vertex Ipsilateral or contralateral mastoid or tip of nose Consider vertical eye channel $\pm 100 \mu V$ 1–30 Hz 10,000–30,000x Prestimulus – 100 ms Poststimulus 700 ms 50–100 At least 2
Measurements	Adults Children Infants Measures	N1-P2 P1, N _{200–250} Reliable components Peak-to-peak amplitude required; peak latency recommended
Response presence	Determined by	Replicable components Response 2–3x larger than amplitude in prestimulus interval

SUMMARY OF RECOMMENDED PARAMETERS FOR P₁-N₁-P₂ FOR SUPRATHRESHOLD APPLICATIONS

Subjects	State Eyes Condition	Awake and quiet adults, children, infants Eyes open Attend or ignore conditions
Stimuli	Types of stimuli Interonset interval Intensity	Tone bursts, speech (vowels or consonant-vowel combinations), other complex stimuli 1–2 seconds 60–80 dB peSPL
Recordings	Save Electrodes Reference electrode Artifact rejection EEG filters Amplification (gain) Analysis time Number of trials/average Replications	Ongoing, continuous EEG for later post hoc analysis 16–32-channels or more Tip of nose or averaged reference ±100 µV on all channels, or first use eyeblink algorithm 0.15–100 Hz (acquisition) 1–30 Hz (post hoc, digital filtering, ~12 dB/octave filter slope) 10,000–30,000x Prestimulus –100 ms Poststimulus 700 ms or more 50–300 At least 2
Measurements	Adults Children Infants Measures	P ₁ , N ₁ , P ₂ P ₁ , N _{200–250} Reliable components Baseline-to-peak amplitude, peak latency Use latency window established using grand mean data
Response presence	Determined by	Statistical means Replicable components Response 2–3x larger than amplitude in prestimulus interval Appropriate scalp distribution

Test Parameters & Eyes blinking denoising

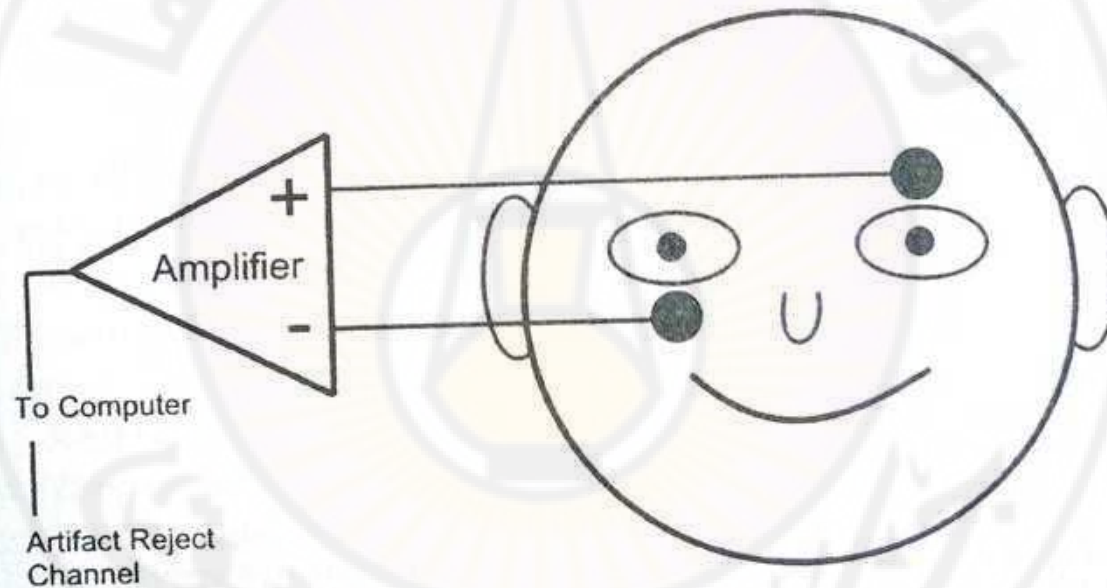


Figure 21-2 Placement of eye monitoring electrodes for eye muscle artifact. One electrode is placed above the orbit, and the second is placed below the orbit of the opposite eye. This permits both eye blinks and eye movement to be monitored and rejected from the recordings.

أمواج ال ALR

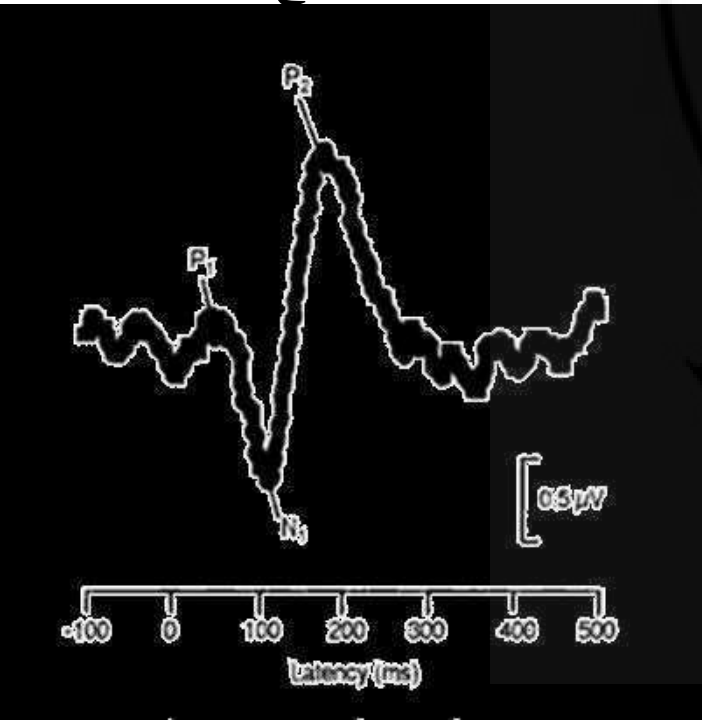
○ الموجة P₁ P₂: سعة حوالي 2 ميكرو فولت عند البالغين وسعة أكبر عند الأطفال، لديها أعلى سعة في الأقطاب الكهربائية المركزية.

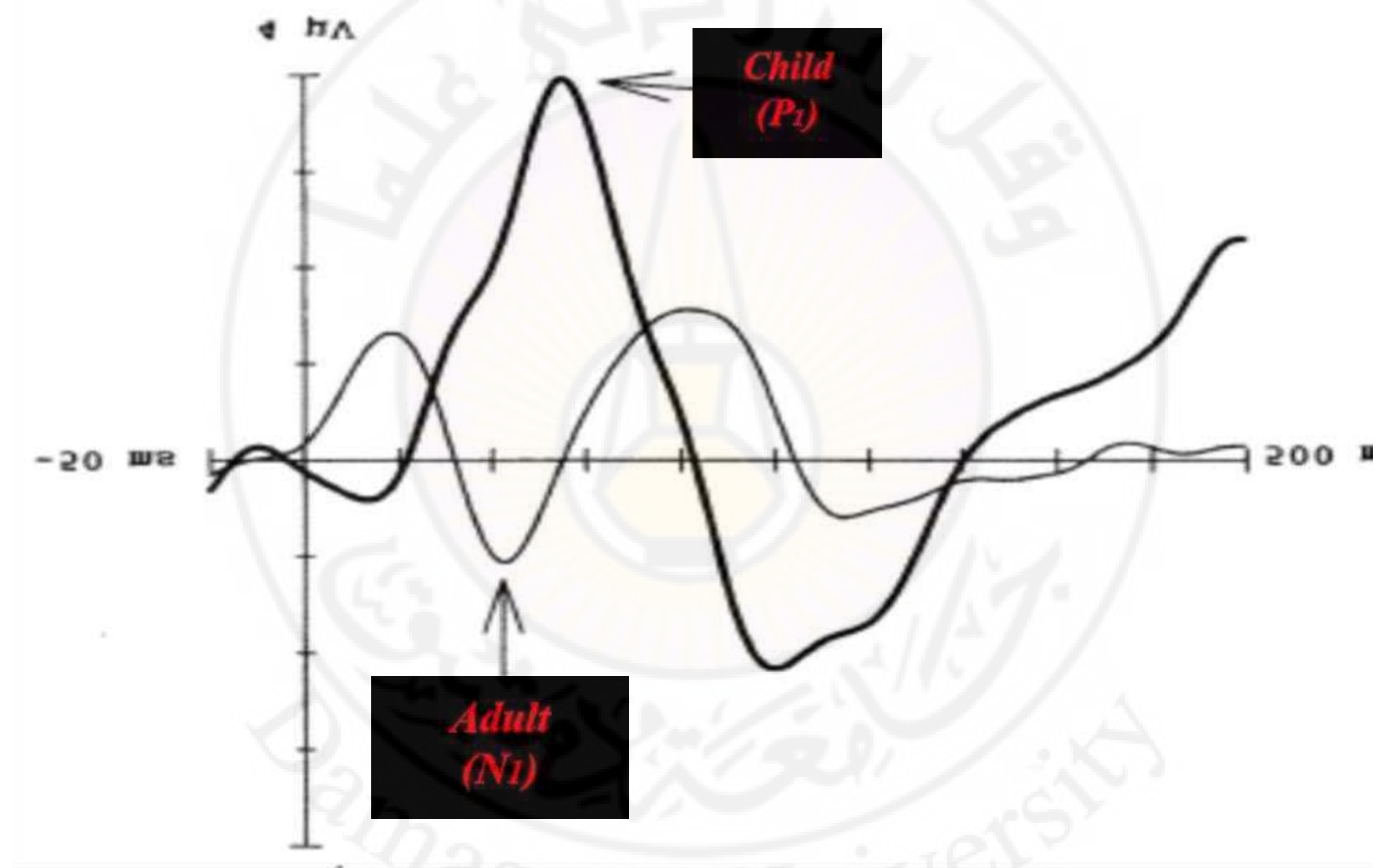
○ الموجة P₁ P₂: سعة أكبر من P₁ P₂، يزداد الكمون مع تعقيد المنبه، إمكانية عدم التسجيل عند الأطفال الصغار، خاصة مع المحفزات السريعة (ربما بسبب الخداج في الأصل)، سعة أكبر مع زيادة الانتباه

○ الموجة P₁ P₂: هناك عدة أماكن في تكوينها، إمكانية عدم تسجيلها عند الأطفال، زمن الكمون يزداد مع تقدم العمر، أفضل مكان للتسجيل هو الخط الناصف للرأس.

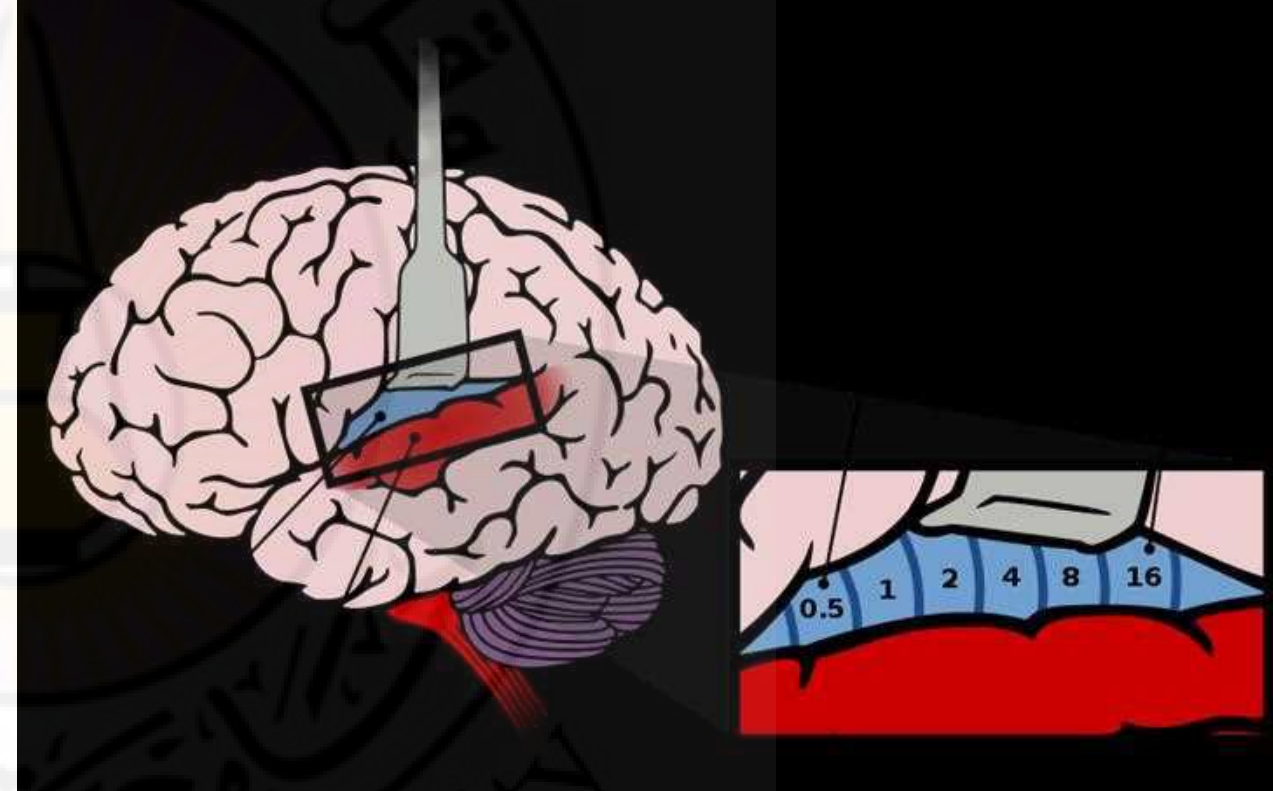
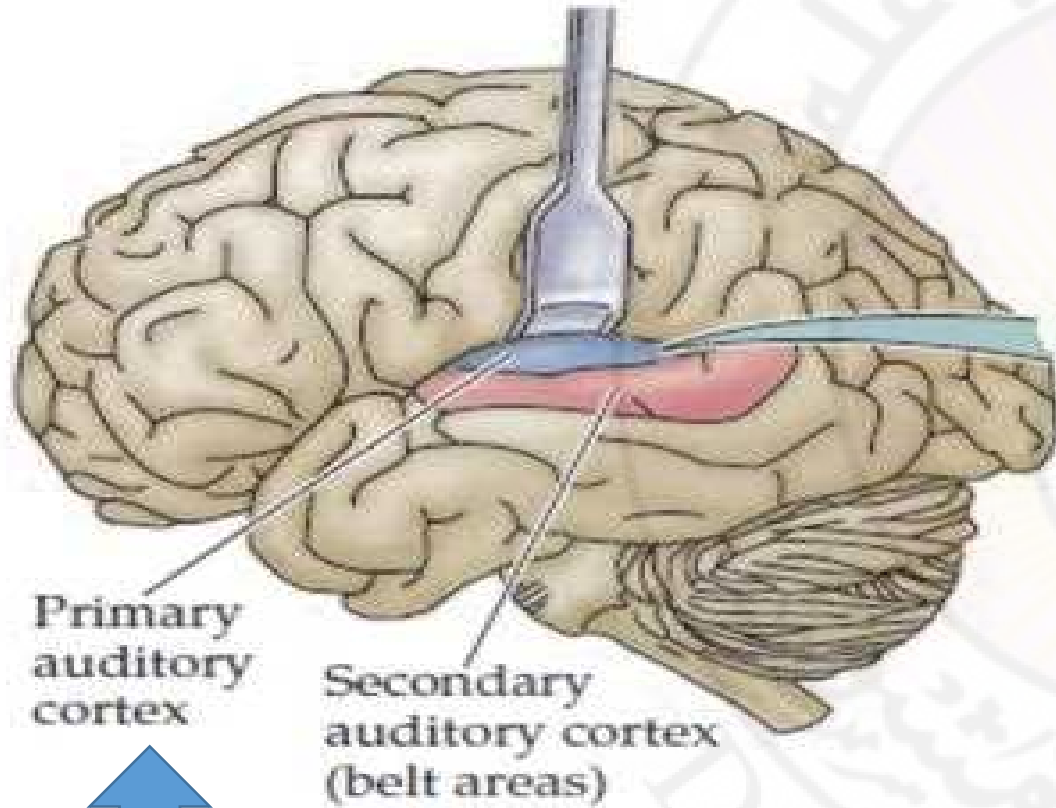
○ الموجة P₁ P₂: يتم تسجيل الموجة السلبية بعد P₁ P₂ في نطاق 275 مللي ثانية،

ولكنها متغيرة وقد لا يتم تسجيلها في الأشخاص العاديين. تتأثر بشدة وتغير المنبه وصعوبة تحديد الفرق بين اثنين من المنبهات وانتباه الفرد.

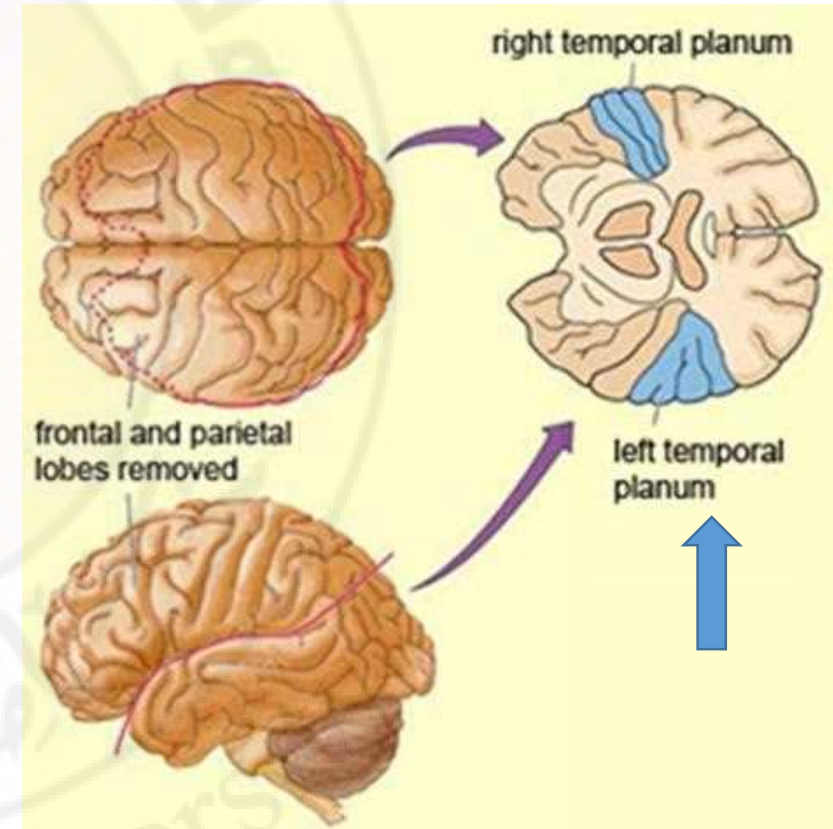
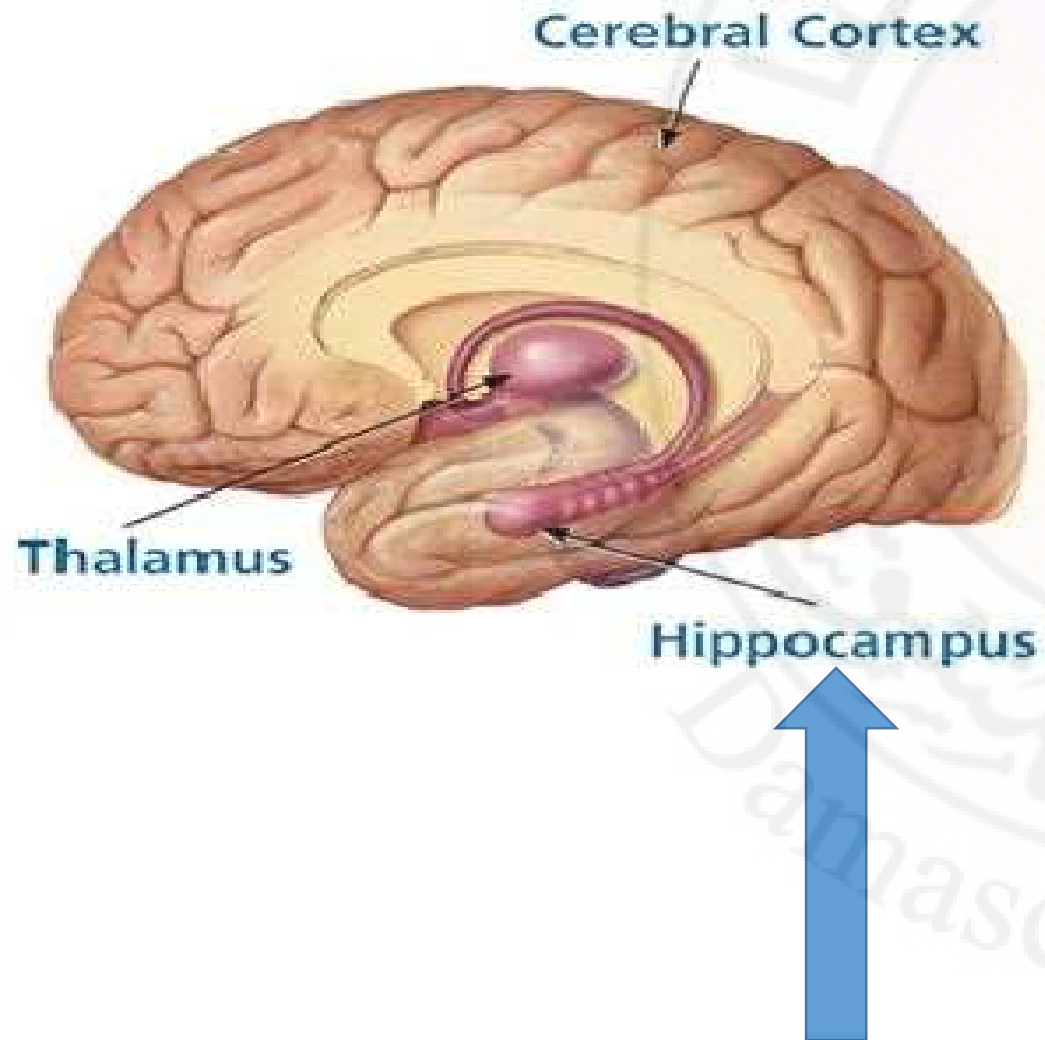




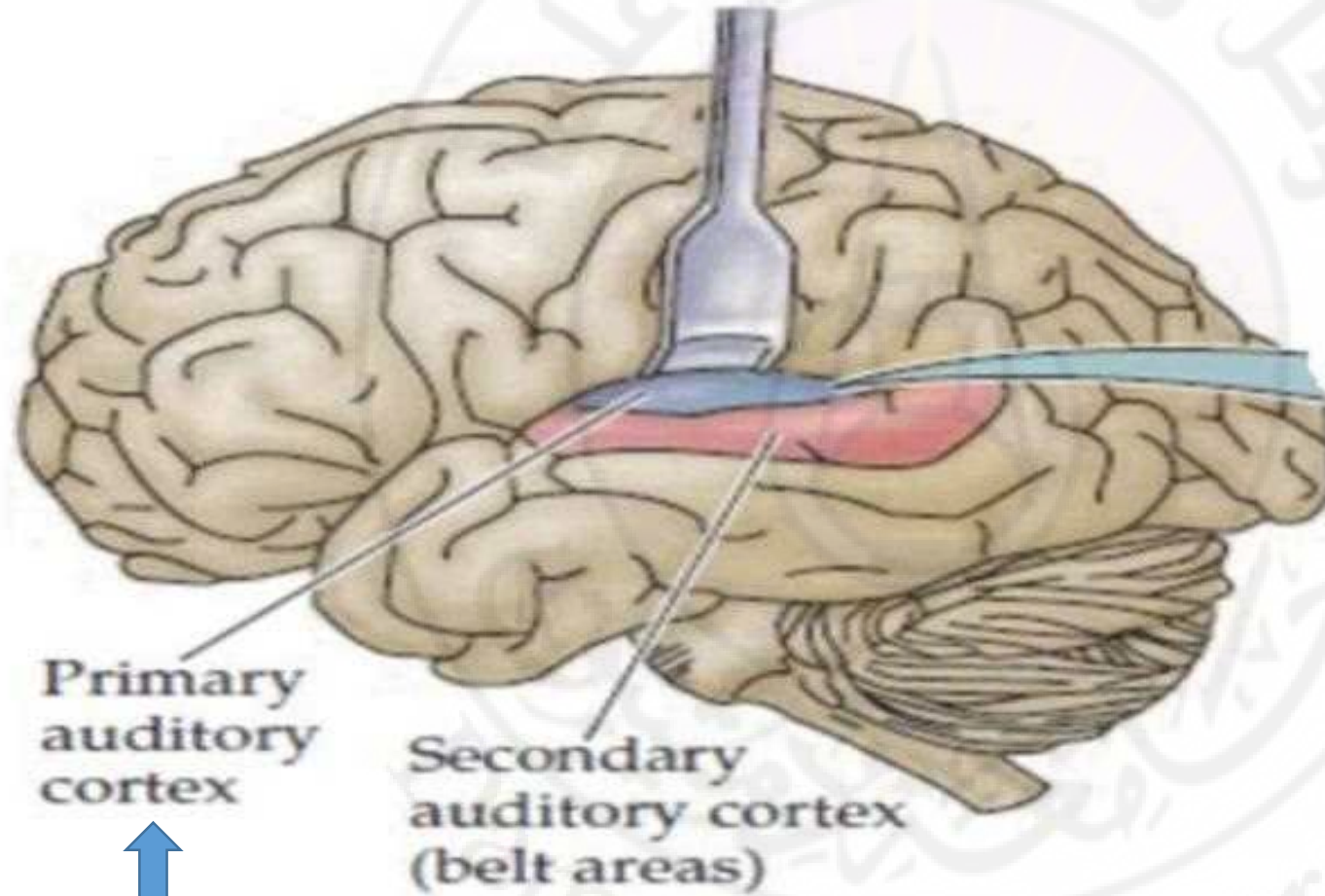
مولدات الموجة P1



مولدات الموجة P1

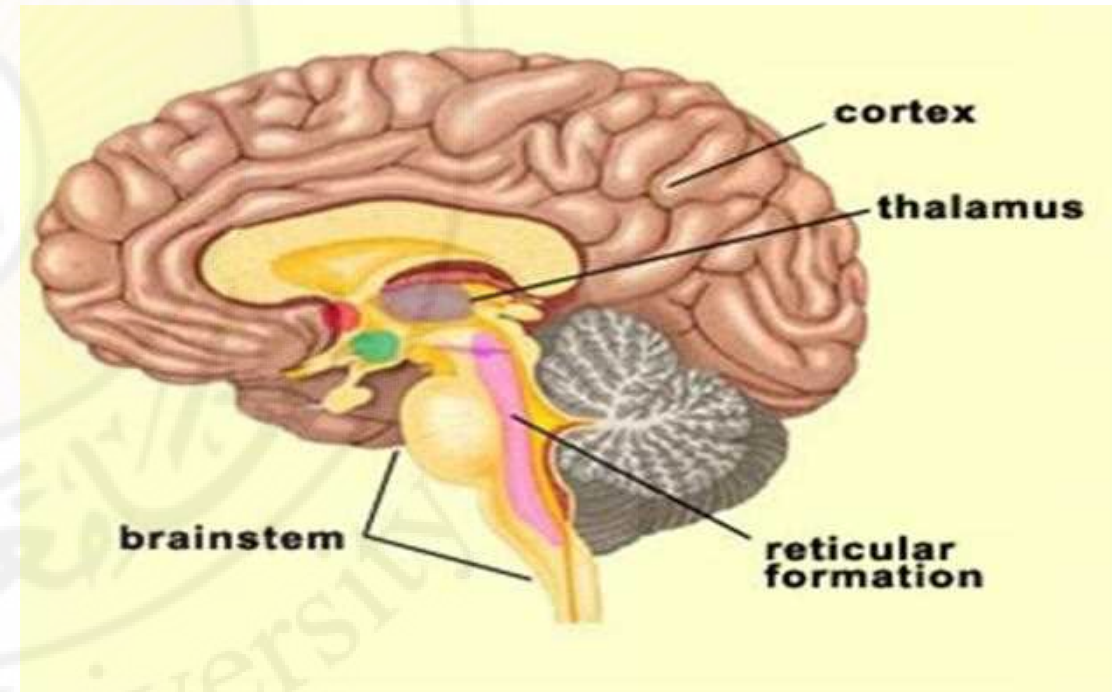
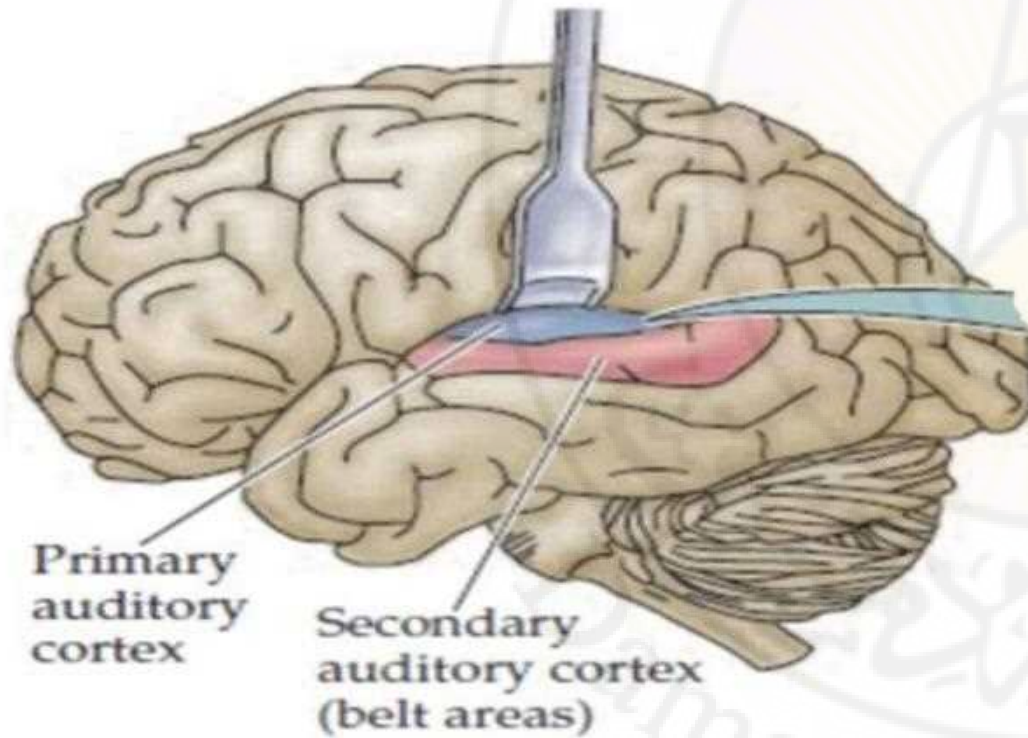


مولدات الموجة N1



مولدات الموجة P2

Reticular activating system



مولدات الموجة N2

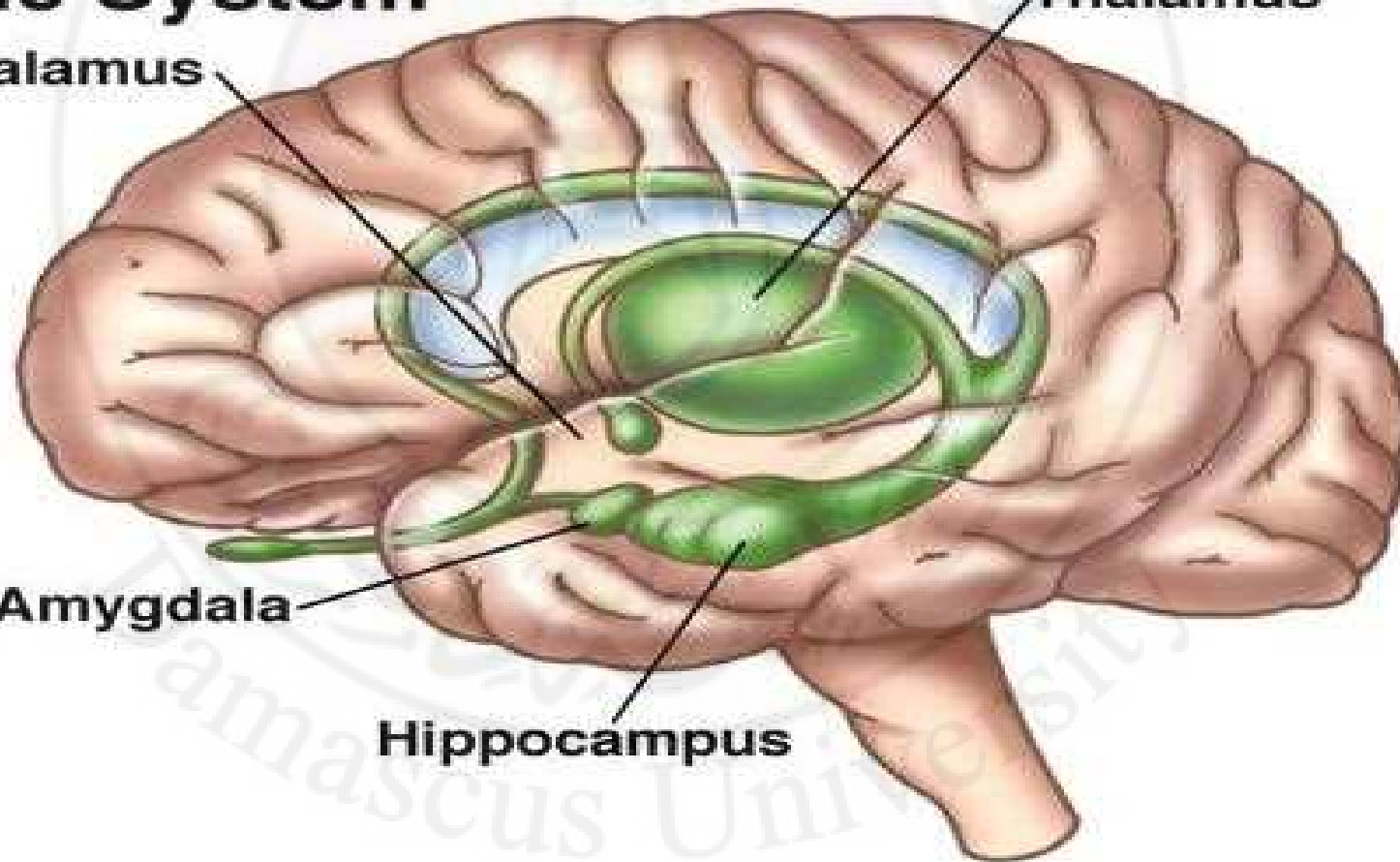
Limbic System

Hypothalamus

Thalamus

Amygdala

Hippocampus



أنواع المنبهات المستخدمة في تسجيل ALR

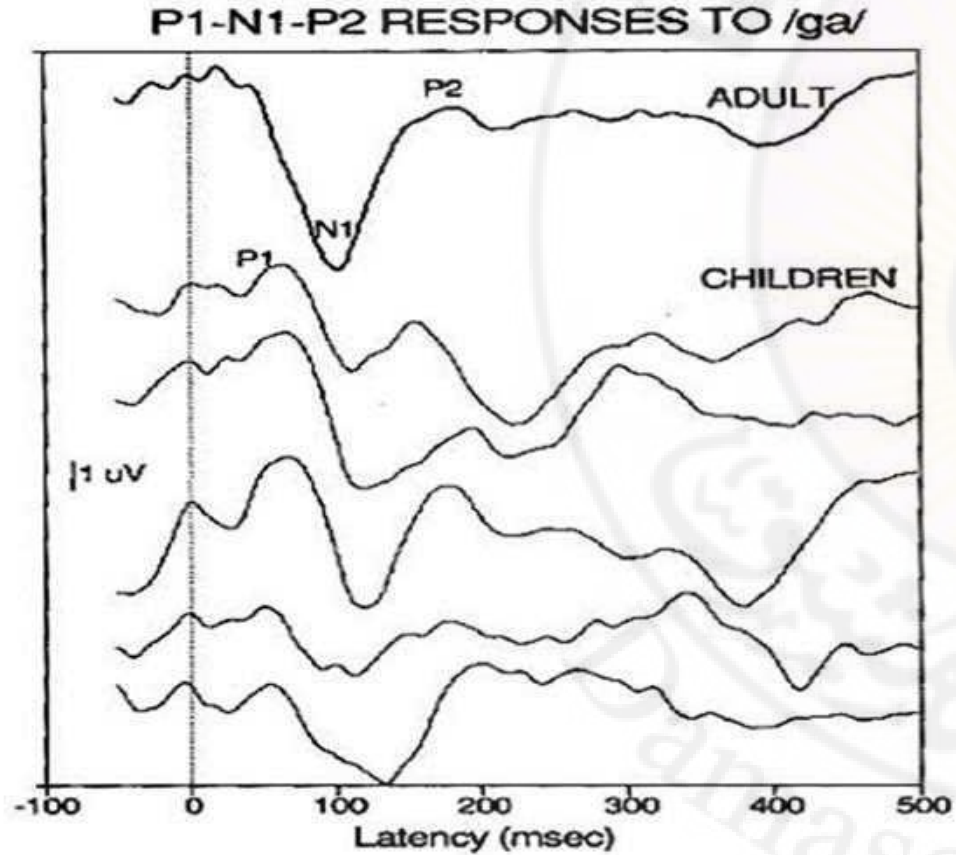
✓نغمة صافية أو مركبة أو تونبرست حيث يمكن تسجيل استجابة باستخدام منبهات طويلة.

✓كليك

✓كلمة أو مقطع

✓منبه مركب (نمط)

استجابة ALR في المنبه الكلامي



✓ يمكن أن يمثل [ga] ترميز الكلام في الجهاز العصبي المركزي

✓ تقييم السمع في مجموعات مختلفة.

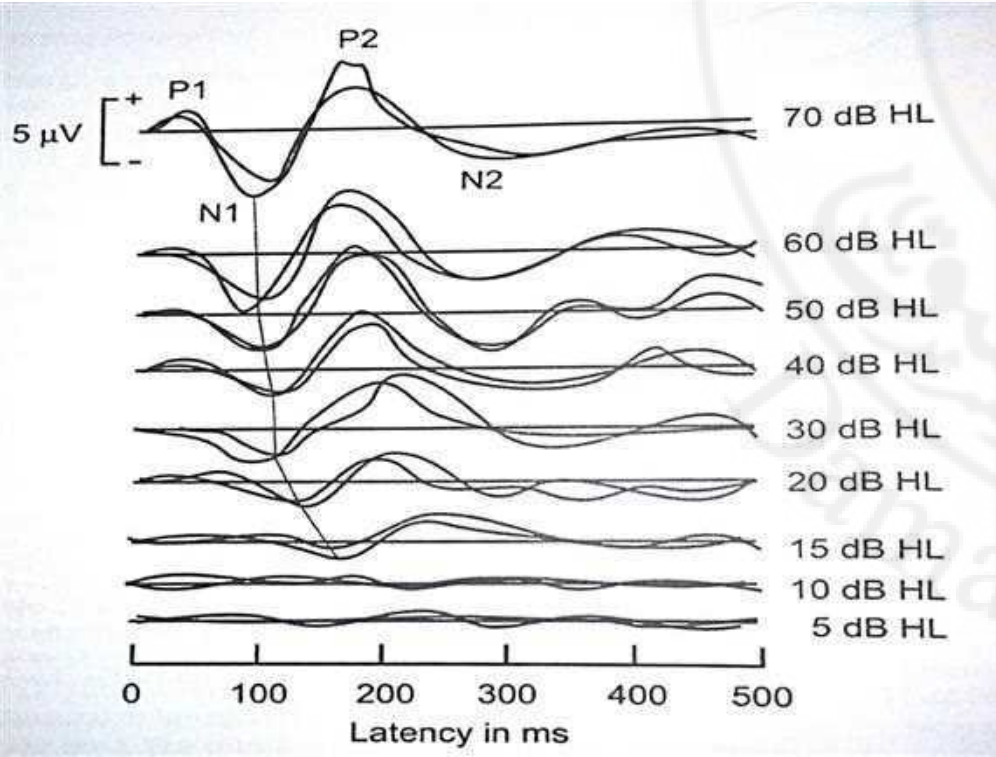
أثر الشدة

✓ عند مستويات الشدة المنخفضة إلى المعتدلة ، تزداد سعة N1 و P2 بشكل متوازي ومباشر.

✓ عند مستويات الشدة الأعلى (70-90 ديسيبل) يستمر اتساع P2 في الزيادة بينما تقل سعة N1.

✓ مع اقتراب مستوى العتبة السلوكية ، يتم زوال P2 أولاً ، متبوعاً بـ N1 أيضاً

✓ عند مستويات شدة التنبيه المنخفضة ، يزيد زمن كمن P2 أكثر من N1



أثر معدل التنبيه

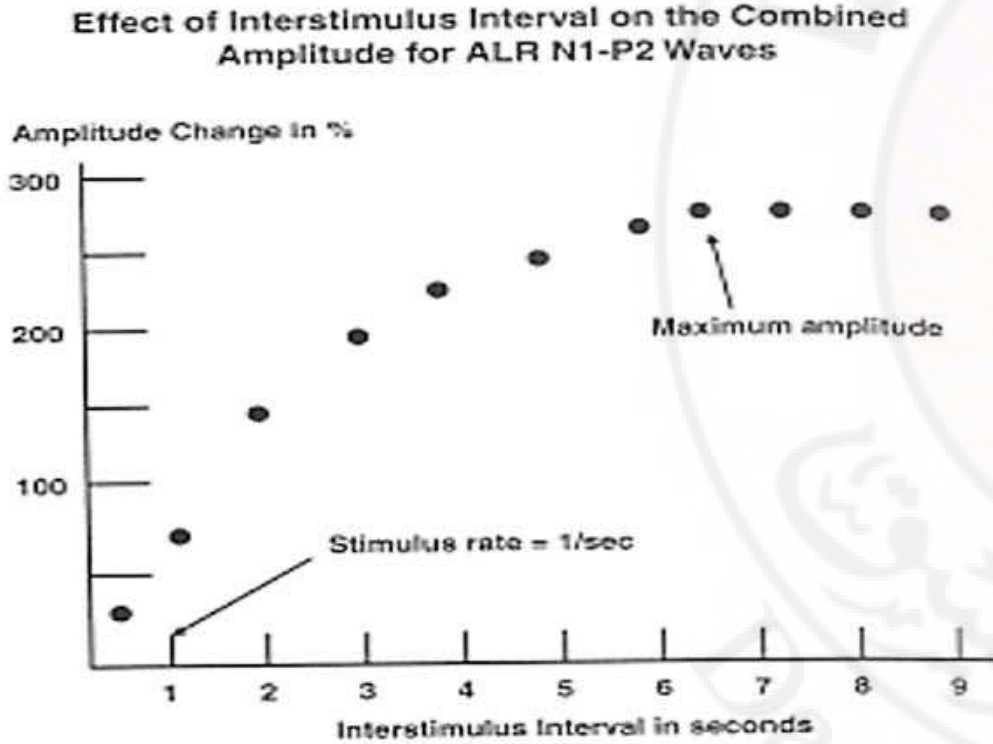


FIGURE 12.3. An illustration of the effect of interstimulus interval (ISI) on the auditory latency response (ALR) N1 and P2 component.

✓ يجب استخدام معدل تنبيه منخفض ليتوافق مع زمن عصيان الأعصاب القشرية.

✓ نظرا لاستخدام منبهات طويلة يجب أيضا استخدام فواصل بين منبهين كبيرة نسبيا.

✓ عند زيادة معدل التنبيه ينقص مطال الاستجابة في حين يكون تأثير زمن الكمون أقل أهمية.

✓ تزداد أهمية معدل التنبيه عند الأطفال ويؤثر بشكل أساسي على الموجة [?] [?].

✓ عادة لا يؤثر معدل التنبيه على الموجة [?] [?].

باقي شروط التسجيل

✓ قطبية المنبه: ليس لها دور في تسجيل [?][?][?].

✓ نافذة المعالجة: 600 ميلي ثانية مع احتساب أول 100 ميلي ثانية لمعايرة ضجيج الخلفية

[?][?][?][?][?][?][?][?][?][?][?] وتعيين الخط القاعدي.

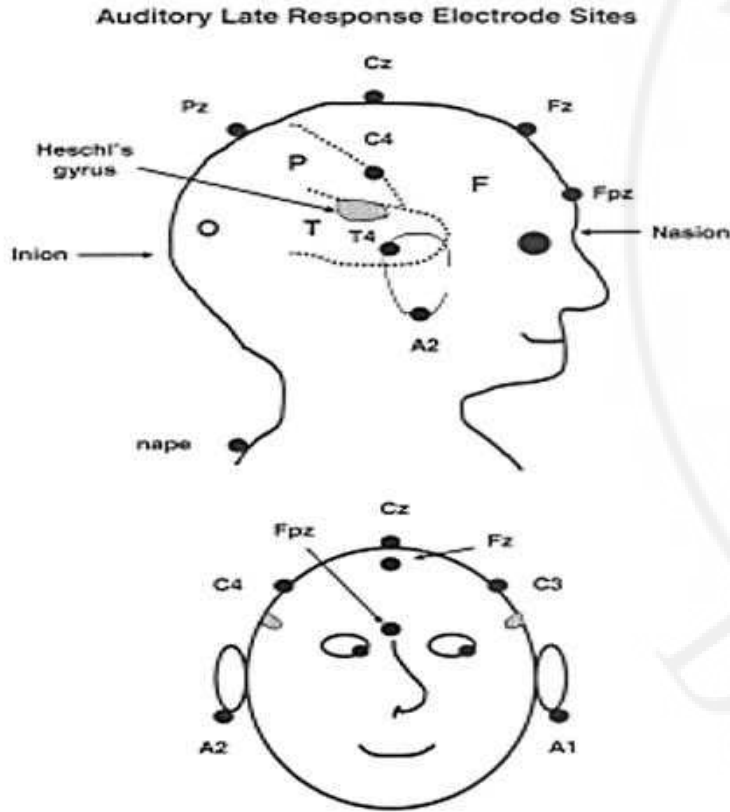
✓ الالكترودات: تشابه ال [?][?] حيث يوضع الالكترود غير العاكس على المناطق المركزية

الجهية والجدارية والالكترود العاكس على الخشائين أو الصدغين في حين يوضع الأرضى

أسفل الجبهة ويجب استخدام الكترودين لتسجيل وحذف حركات العينين والأجفان.

✓ في الدراسات العصبية والبحثية يتم تسجيل [?][?][?] باستخدام قبعة تخطيط الدماغ ب

32 الكترود.



معالجة الضجيج عند تسجيل ALR

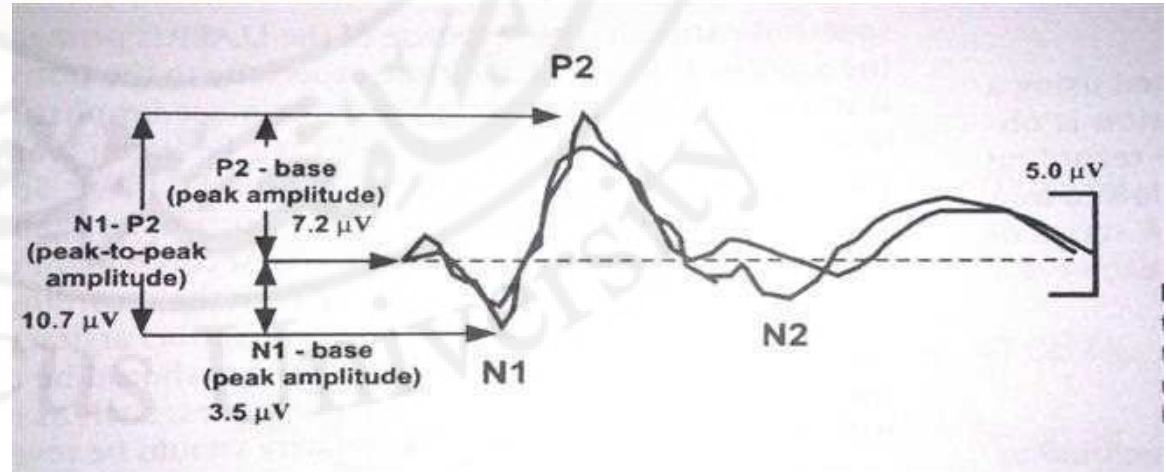
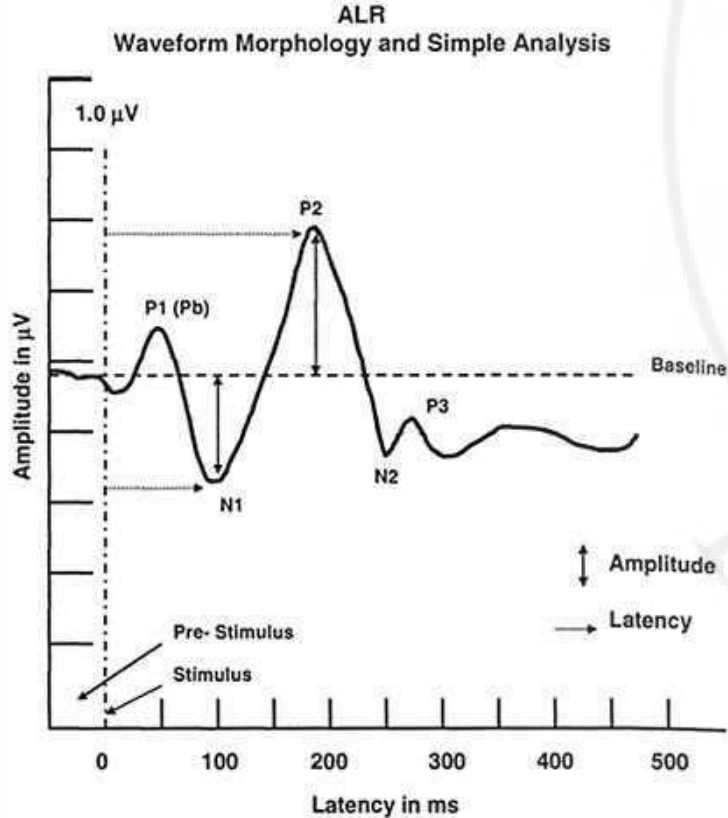
- أهم مصادر الضجيج هي: كهرباء المدينة – كهرباء الدماغ – و كهرباء حركات الأجنان عند الرمش.
- لا اهمية تذكر لكهرباء العضلات نظرا لأن زمن كمونها أقصر من زمن كمون الاستجابة القشرية.
- يتم معالجة الضجيج باستخدام الطرق المعتادة كالفلترية والتكرار وحذف الارتيفكت وتمتاز الاستجابة ب $???$ جيدة نسبيا.

تحليل وتفسير الأمواج

○ يتم دراسة كل من زمن الكمون والمطال وتبدل القطبية.

○ يعتبر المطال العنصر الأكثر موثوقية في دراسة الأمواج ولكنه يعتمد بشكل أساسي على التعيين الصحيح للخط القاعدي.

○ أكثر ما يستخدم مطال الشدة $P2 - N1$ لدراسة تبدلات ال $???$.



التطبيقات السريرية

○ تعيين العتبة السمعية: قل استخدامه في ظل وجود اختبارات أكثر سهولة.

○ دراسة تبدلات المعالجة السمعية المركزية وتشخيص اضطراب [?] [?] [?] [?].

○ دراسة الطنين وحدة السمع [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?].

○ متابعة التطور في برامج التدريب السمعي.

○ تقييم الاستفادة من استخدام المعينات السمعية وزرع الحلزون.

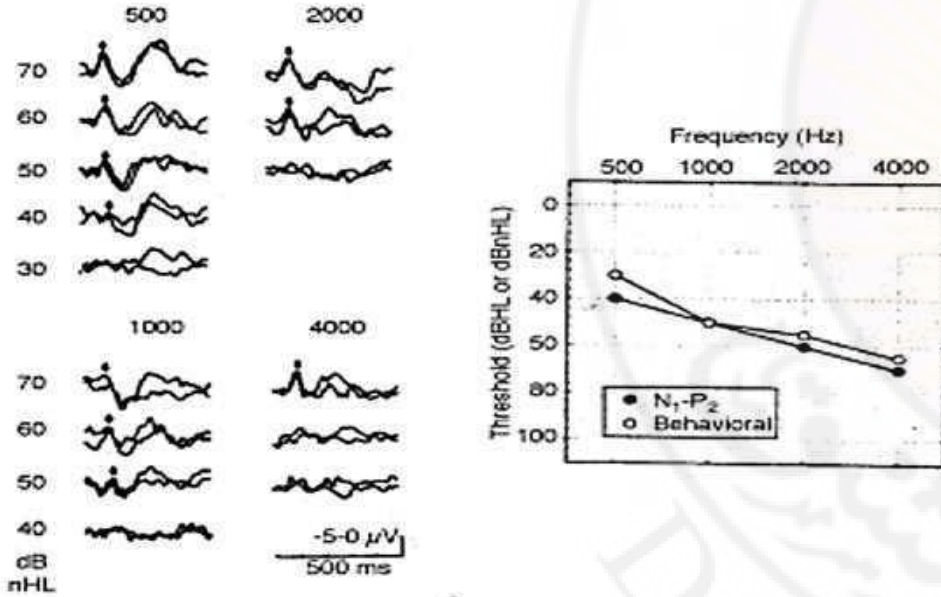


FIGURE 23.5. Slow cortical responses from a 12-year-old with sensorineural hearing loss. CAEPs to tone bursts are shown on the left. Behavioral and electrophysiological thresholds are shown on the right.

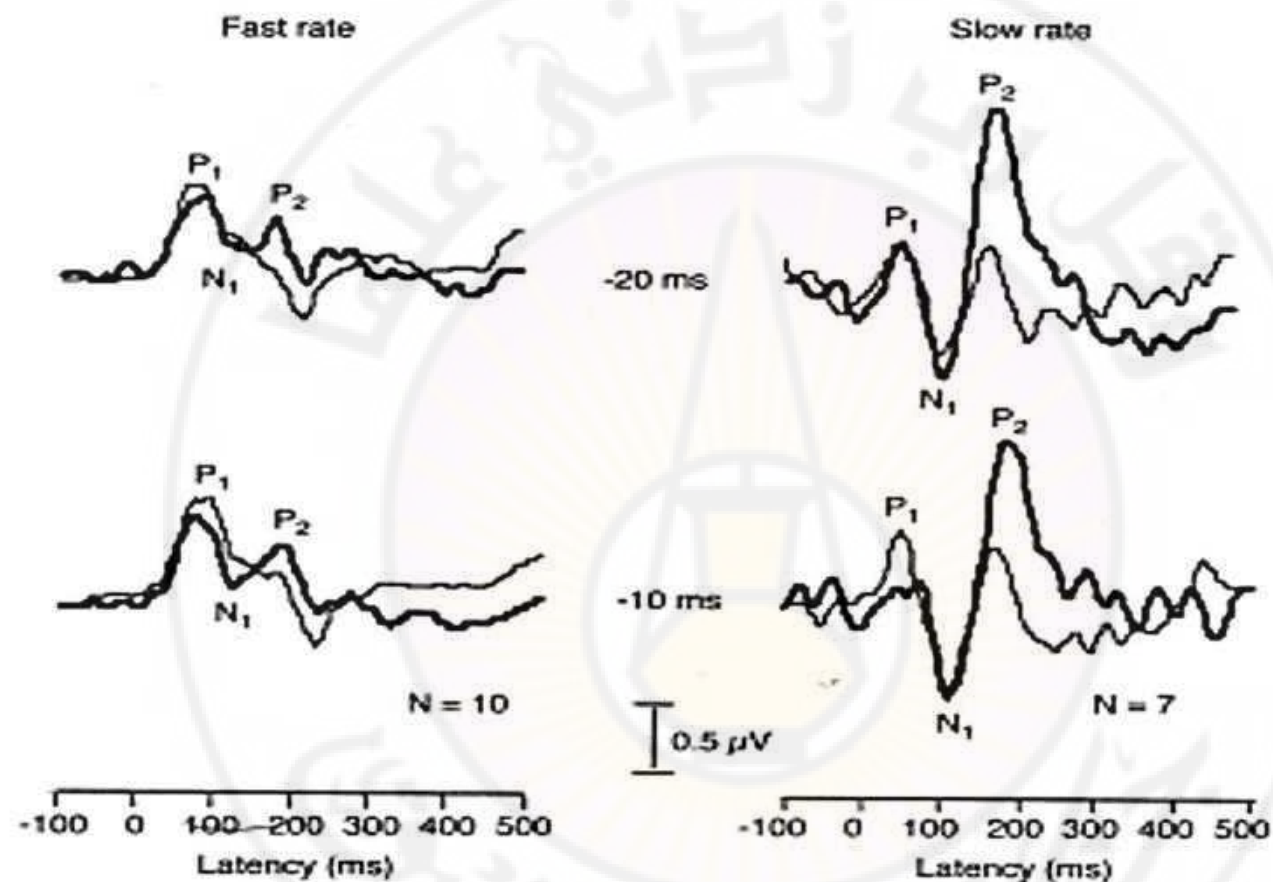


FIGURE 23.8. Prior to training, when perception of two prevoiced /ba/ stimuli (–10 and –20 ms VOT) was poor, N₁ and P₂ amplitudes are small (thin line). Following training (thick line) increases in N₁ and P₂ amplitude coincided with improved voice onset perception. Training-related amplitude changes are most evident when N₁–P₂ responses are collected at a slow interstimulus interval (910 ms). (Reprinted with permission from Tremblay K, Kraus N, McGee T, et al. Central auditory plasticity: Changes in the N₁–P₂ complex after speech-sound training. *Ear Hear* 2001;22:79–90.)

أي سؤال؟؟



Endogenous Evoked Potentials

Dr. Samer Mohsen

December 2022

Damascus University

مقدمة

□ كلما ارتفعنا بمستوى الكمونات السمعية المحرّضة باتجاه المهاد والقشر تحصل العديد من التبدلات الهامة:

- في كل مرحلة جديدة تتدخل مناطق مختلفة في توليد الكمونات.
- يمكن لهذه المناطق أن تتنبه بفعل منبهات مختلفة ومتنوعة (سمعية، بصرية، ولمسية).
- الأمواج ذات أزمنة الكلمون الطويلة تمتاز بانها لاتتعلق إلى حد كبير بنوع المنبه وخصائصه.

الكمونات المرتبطة بالحدث: ?? ?? ?? ?? ?? ?? ?? ?? ?? ?? ?? ?? ?? ?? ?? ??

❑ هي مجموعة من الاستجابات التي تنشأ من تدخل فاعل للفرد المفحوص في تعامله مع المنبه وليس من خصائص المنبه ذاته.

❑ التدخل الفاعل قد يكون: الانتباه للمنبه، تنفيذ مهمة معينه تزامنا مع المنبه، أو الانتباه للتغيرات التي تطرأ على المنبه.

❑ الاستجابات داخلية التوليد: هي الاستجابات التي تنشأ عادة من العمليات المعرفية والانتباه أثناء تسجيل الكمونات المحرصة.

مقدمة

تتشكل مجموعة من الاستجابات كنتيجة للتغيير في المنبه وللحصول على هذه الاستجابات نقوم بتقديم منبه متشابه بشكل سلسلة منبهات تسمى المنبه النموذجي (العادي) ويقدّم كذلك منبه يختلف عنها بشكل عشوائي وقليل الحدوث وغير متوقع يسمى المنبه المنحرف أو النادر ويسمى هذا البروتوكول في تقديم المنبهات بال

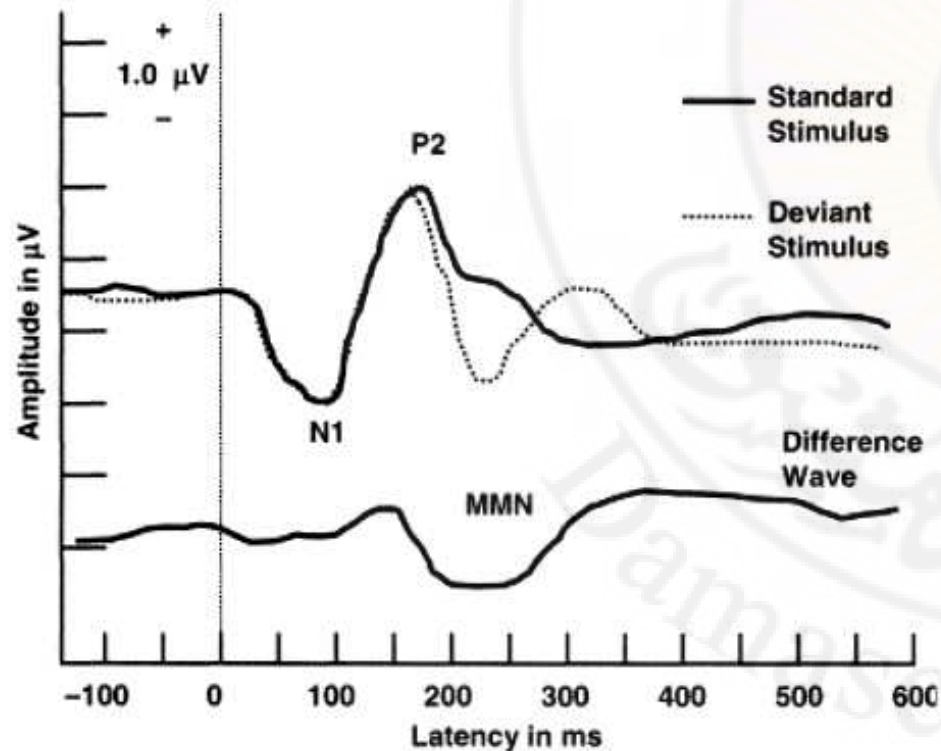
❑ تستطيع الجملة العصبية إضافة للاستجابة للمنبه النموذجي أن تستجيب أيضا للمنبه النادر أو المنحرف.



Mismatch Negativity (MMN)

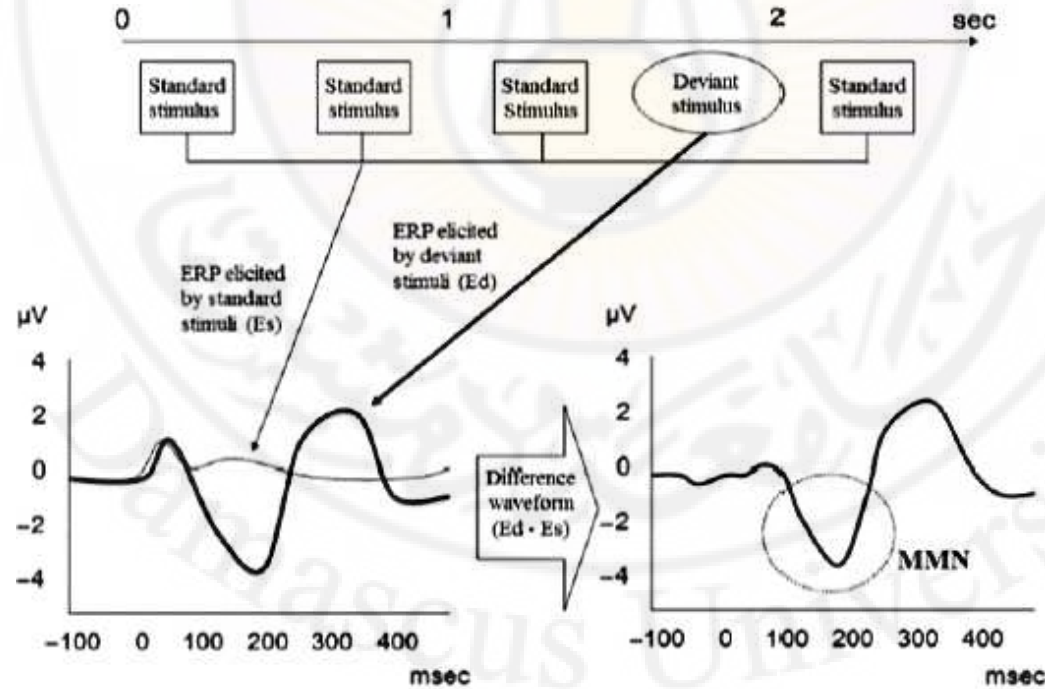
تم تسجيل ووصف هذه الاستجابة لأول مرة من قبل [\[1\]](#) و [\[2\]](#)، [\[3\]](#)، [\[4\]](#)، [\[5\]](#)، [\[6\]](#)، [\[7\]](#)، [\[8\]](#)، [\[9\]](#)، [\[10\]](#)، [\[11\]](#)، [\[12\]](#)، [\[13\]](#)، [\[14\]](#)، [\[15\]](#)، [\[16\]](#)، [\[17\]](#)، [\[18\]](#)، [\[19\]](#)، [\[20\]](#)، [\[21\]](#)، [\[22\]](#)، [\[23\]](#)، [\[24\]](#)، [\[25\]](#)، [\[26\]](#)، [\[27\]](#)، [\[28\]](#)، [\[29\]](#)، [\[30\]](#)، [\[31\]](#)، [\[32\]](#)، [\[33\]](#)، [\[34\]](#)، [\[35\]](#)، [\[36\]](#)، [\[37\]](#)، [\[38\]](#)، [\[39\]](#)، [\[40\]](#)، [\[41\]](#)، [\[42\]](#)، [\[43\]](#)، [\[44\]](#)، [\[45\]](#)، [\[46\]](#)، [\[47\]](#)، [\[48\]](#)، [\[49\]](#)، [\[50\]](#)، [\[51\]](#)، [\[52\]](#)، [\[53\]](#)، [\[54\]](#)، [\[55\]](#)، [\[56\]](#)، [\[57\]](#)، [\[58\]](#)، [\[59\]](#)، [\[60\]](#)، [\[61\]](#)، [\[62\]](#)، [\[63\]](#)، [\[64\]](#)، [\[65\]](#)، [\[66\]](#)، [\[67\]](#)، [\[68\]](#)، [\[69\]](#)، [\[70\]](#)، [\[71\]](#)، [\[72\]](#)، [\[73\]](#)، [\[74\]](#)، [\[75\]](#)، [\[76\]](#)، [\[77\]](#)، [\[78\]](#)، [\[79\]](#)، [\[80\]](#)، [\[81\]](#)، [\[82\]](#)، [\[83\]](#)، [\[84\]](#)، [\[85\]](#)، [\[86\]](#)، [\[87\]](#)، [\[88\]](#)، [\[89\]](#)، [\[90\]](#)، [\[91\]](#)، [\[92\]](#)، [\[93\]](#)، [\[94\]](#)، [\[95\]](#)، [\[96\]](#)، [\[97\]](#)، [\[98\]](#)، [\[99\]](#)، [\[100\]](#)، [\[101\]](#)، [\[102\]](#)، [\[103\]](#)، [\[104\]](#)، [\[105\]](#)، [\[106\]](#)، [\[107\]](#)، [\[108\]](#)، [\[109\]](#)، [\[110\]](#)، [\[111\]](#)، [\[112\]](#)، [\[113\]](#)، [\[114\]](#)، [\[115\]](#)، [\[116\]](#)، [\[117\]](#)، [\[118\]](#)، [\[119\]](#)، [\[120\]](#)، [\[121\]](#)، [\[122\]](#)، [\[123\]](#)، [\[124\]](#)، [\[125\]](#)، [\[126\]](#)، [\[127\]](#)، [\[128\]](#)، [\[129\]](#)، [\[130\]](#)، [\[131\]](#)، [\[132\]](#)، [\[133\]](#)، [\[134\]](#)، [\[135\]](#)، [\[136\]](#)، [\[137\]](#)، [\[138\]](#)، [\[139\]](#)، [\[140\]](#)، [\[141\]](#)، [\[142\]](#)، [\[143\]](#)، [\[144\]](#)، [\[145\]](#)، [\[146\]](#)، [\[147\]](#)، [\[148\]](#)، [\[149\]](#)، [\[150\]](#)، [\[151\]](#)، [\[152\]](#)، [\[153\]](#)، [\[154\]](#)، [\[155\]](#)، [\[156\]](#)، [\[157\]](#)، [\[158\]](#)، [\[159\]](#)، [\[160\]](#)، [\[161\]](#)، [\[162\]](#)، [\[163\]](#)، [\[164\]](#)، [\[165\]](#)، [\[166\]](#)، [\[167\]](#)، [\[168\]](#)، [\[169\]](#)، [\[170\]](#)، [\[171\]](#)، [\[172\]](#)، [\[173\]](#)، [\[174\]](#)، [\[175\]](#)، [\[176\]](#)، [\[177\]](#)، [\[178\]](#)، [\[179\]](#)، [\[180\]](#)، [\[181\]](#)، [\[182\]](#)، [\[183\]](#)، [\[184\]](#)، [\[185\]](#)، [\[186\]](#)، [\[187\]](#)، [\[188\]](#)، [\[189\]](#)، [\[190\]](#)، [\[191\]](#)، [\[192\]](#)، [\[193\]](#)، [\[194\]](#)، [\[195\]](#)، [\[196\]](#)، [\[197\]](#)، [\[198\]](#)، [\[199\]](#)، [\[200\]](#)، [\[201\]](#)، [\[202\]](#)، [\[203\]](#)، [\[204\]](#)، [\[205\]](#)، [\[206\]](#)، [\[207\]](#)، [\[208\]](#)، [\[209\]](#)، [\[210\]](#)، [\[211\]](#)، [\[212\]](#)، [\[213\]](#)، [\[214\]](#)، [\[215\]](#)، [\[216\]](#)، [\[217\]](#)، [\[218\]](#)، [\[219\]](#)، [\[220\]](#)، [\[221\]](#)، [\[222\]](#)، [\[223\]](#)، [\[224\]](#)، [\[225\]](#)، [\[226\]](#)، [\[227\]](#)، [\[228\]](#)، [\[229\]](#)، [\[230\]](#)، [\[231\]](#)، [\[232\]](#)، [\[233\]](#)، [\[234\]](#)، [\[235\]](#)، [\[236\]](#)، [\[237\]](#)، [\[238\]](#)، [\[239\]](#)، [\[240\]](#)، [\[241\]](#)، [\[242\]](#)، [\[243\]](#)، [\[244\]](#)، [\[245\]](#)، [\[246\]](#)، [\[247\]](#)، [\[248\]](#)، [\[249\]](#)، [\[250\]](#)، [\[251\]](#)، [\[252\]](#)، [\[253\]](#)، [\[254\]](#)، [\[255\]](#)، [\[256\]](#)، [\[257\]](#)، [\[258\]](#)، [\[259\]](#)، [\[260\]](#)، [\[261\]](#)، [\[262\]](#)، [\[263\]](#)، [\[264\]](#)، [\[265\]](#)، [\[266\]](#)، [\[267\]](#)، [\[268\]](#)، [\[269\]](#)، [\[270\]](#)، [\[271\]](#)، [\[272\]](#)، [\[273\]](#)، [\[274\]](#)، [\[275\]](#)، [\[276\]](#)، [\[277\]](#)، [\[278\]](#)، [\[279\]](#)، [\[280\]](#)، [\[281\]](#)، [\[282\]](#)، [\[283\]](#)، [\[284\]](#)، [\[285\]](#)، [\[286\]](#)، [\[287\]](#)، [\[288\]](#)، [\[289\]](#)، [\[290\]](#)، [\[291\]](#)، [\[292\]](#)، [\[293\]](#)، [\[294\]](#)، [\[295\]](#)، [\[296\]](#)، [\[297\]](#)، [\[298\]](#)، [\[299\]](#)، [\[300\]](#)، [\[301\]](#)، [\[302\]](#)، [\[303\]](#)، [\[304\]](#)، [\[305\]](#)، [\[306\]](#)، [\[307\]](#)، [\[308\]](#)، [\[309\]](#)، [\[310\]](#)، [\[311\]](#)، [\[312\]](#)، [\[313\]](#)، [\[314\]](#)، [\[315\]](#)، [\[316\]](#)، [\[317\]](#)، [\[318\]](#)، [\[319\]](#)، [\[320\]](#)، [\[321\]](#)، [\[322\]](#)، [\[323\]](#)، [\[324\]](#)، [\[325\]](#)، [\[326\]](#)، [\[327\]](#)، [\[328\]](#)، [\[329\]](#)، [\[330\]](#)، [\[331\]](#)، [\[332\]](#)، [\[333\]](#)، [\[334\]](#)، [\[335\]](#)، [\[336\]](#)، [\[337\]](#)، [\[338\]](#)، [\[339\]](#)، [\[340\]](#)، [\[341\]](#)، [\[342\]](#)، [\[343\]](#)، [\[344\]](#)، [\[345\]](#)، [\[346\]](#)، [\[347\]](#)، [\[348\]](#)، [\[349\]](#)،

❑ ثم تابع طلابه وزملاءه الدراسات حول ال [?] [?] [?] [?]



تعريف

□ استجابة MMN هي عبارة عن موجة سلبية واسعة ضمن مجال زمن الكمون من 300-100 μ V وبمطال يقدر بحدود 1 μ V تنتج هذه الموجة عن التفاضل ما بين الاستجابة الناجمة عن المنبه الستاندارد والاستجابة الناجمة عن المنبه النادر.



آليات توليد استجابة ال MMN

□ التحليل ماقبل الانتباهي لخصائص المنبه المقدم (تواتر – شدة – المدة – وخصائص الكلام).

□ استخراج أو كشف التغير في المنبه النموذجي مع تكرار المنبه.

□ المقارنة اللحظية بين المنبه الاستاندارد والمنبه النادر من خلال الذاكرة الحسية السمعية.

□ تشكيل الموجة التفاضلية السلبية:

خلال تسجيل ال[?]؟؟؟؛ يستطيع الكمبيوتر أن يشغل الاستجابة الناجمة عن المنبه العادي والآخرى الناجمة عن المنبه النادر ويقوم بطرحهما من بعض بطريقة رياضية ومن ثم رسم الموجة الناشئة عن هذه العملية والتي تمثل ال[?] [?] [?] [?]

□ يمكن توليد هذه الاستجابة بمنبهات سمعية – بصرية – ولمسية وتعتبر اداة لكشف التغير في الوارد الحسي إلى الدماغ بطريقة لحظية سريعة سابقة للانتباه.

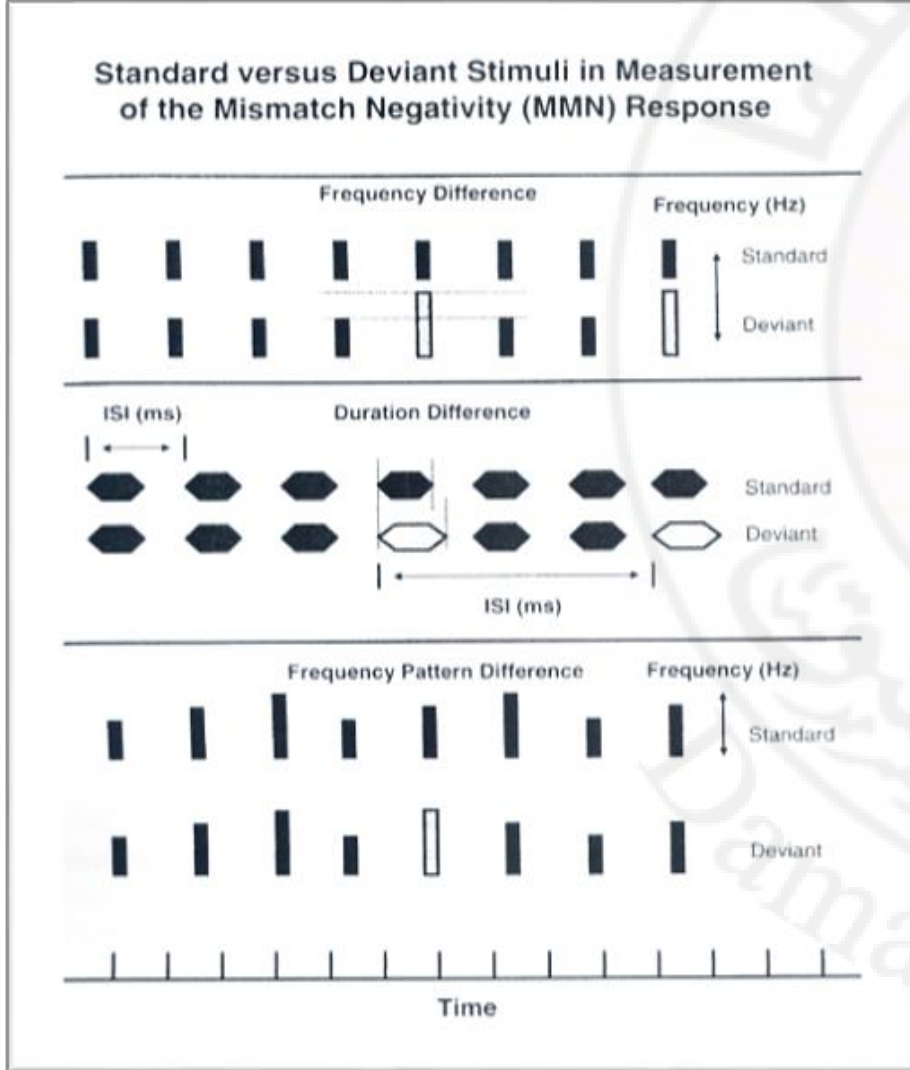
آليات توليد استجابة ال MMN

- لا يتم تداخل عناصر عصبية جديدة لتوليد استجابة ال MMN وإنما هي وظيفة نفس العناصر العصبية التي تستجيب في مستوى القشر للاستجابات المتأخرة.
- يشترط لتوليد الاستجابة وجود ذاكرة حسية وظيفية تقوم بتسجيل المنبه العادي النموذجي والاحتفاظ به لمقارنته بالمنبه النادر أو المنحرف.
- تكرار المنبه النموذجي يتم تسجيله في الذاكرة الحسية ضمن ما يسمى تعقب الذاكرة MMN (MMN) الخصائص المنبه أو لاحدى خاصياته. ومن ثم يتم كشف التغير من خلال المنبه المنحرف وفق آلية تسمى آلية كشف التغير الذاتي MMN (MMN) الاساسي لل MMN (MMN)

مزايا ونقاط قوة استجابة ال MMN

- ٢٢ استجابة معرفية باكرة نسبيا أول استجابة معرفية تظهر عند حديثي الولادة
- ٢٢ الموقع التشريحي ذات منشأ قشري صدغي وجبهي
- ٢٢ لا ترتبط بالانتباه استجابة ما قبل الانتباه [٢٢] [٢٢] [٢٢] [٢٢] [٢٢] [٢٢]
- ٢٢ لا ترتبط بحالة الشخص لا تحتاج لتعاون الفرد ويمكن تسجيلها في النوم واليقظة وفقد الوعي.
- ٢٢ تفيد في تخمين الاختلافات في منبه الكلام تشخيص الحد الأدنى من الاختلاف في المنبه الكلامي [٢٢] [٢٢].
- ٢٢ تستجيب لتنوع واسع من المنبهات الصوتية من النغمة الصافية وصولاً إلى الكلمات والجمل.
- ٢٢ اختبار الكترولوفيزيولوجي موضوعي يفيد في تشخيص اضطراب المعالجة السمعية المركزية، اضطراب الذاكرة الحسية واضطراب الذاكرة العاملة، الضمور الدماغي – التراجع المعرفي وغيرها.

مقدار الاختلاف عن المنبه النموذجي اللازم حدوثه لتوليد MMN



❑ تفاوت التواتر في النغمة الصافية (استاندارد : 1000 هرتز ، منحرف : 1100 هرتز)

❑ تفاوت الشدة بين المنبهين

❑ تفاوت المدة بين المنبهين

❑ وجود فجوة صامتة في منبه نغمة صافية او ضجيج

❑ اختلاف جهة أو منبع الصوت

❑ حذف احد المنبهات المتتالية (نمط ناقص)

❑ اختلاف النمط في تقديم المنبهات التكرارية (متصاعد أو نازل)

❑ ? ? ? ? ? ? ? ?

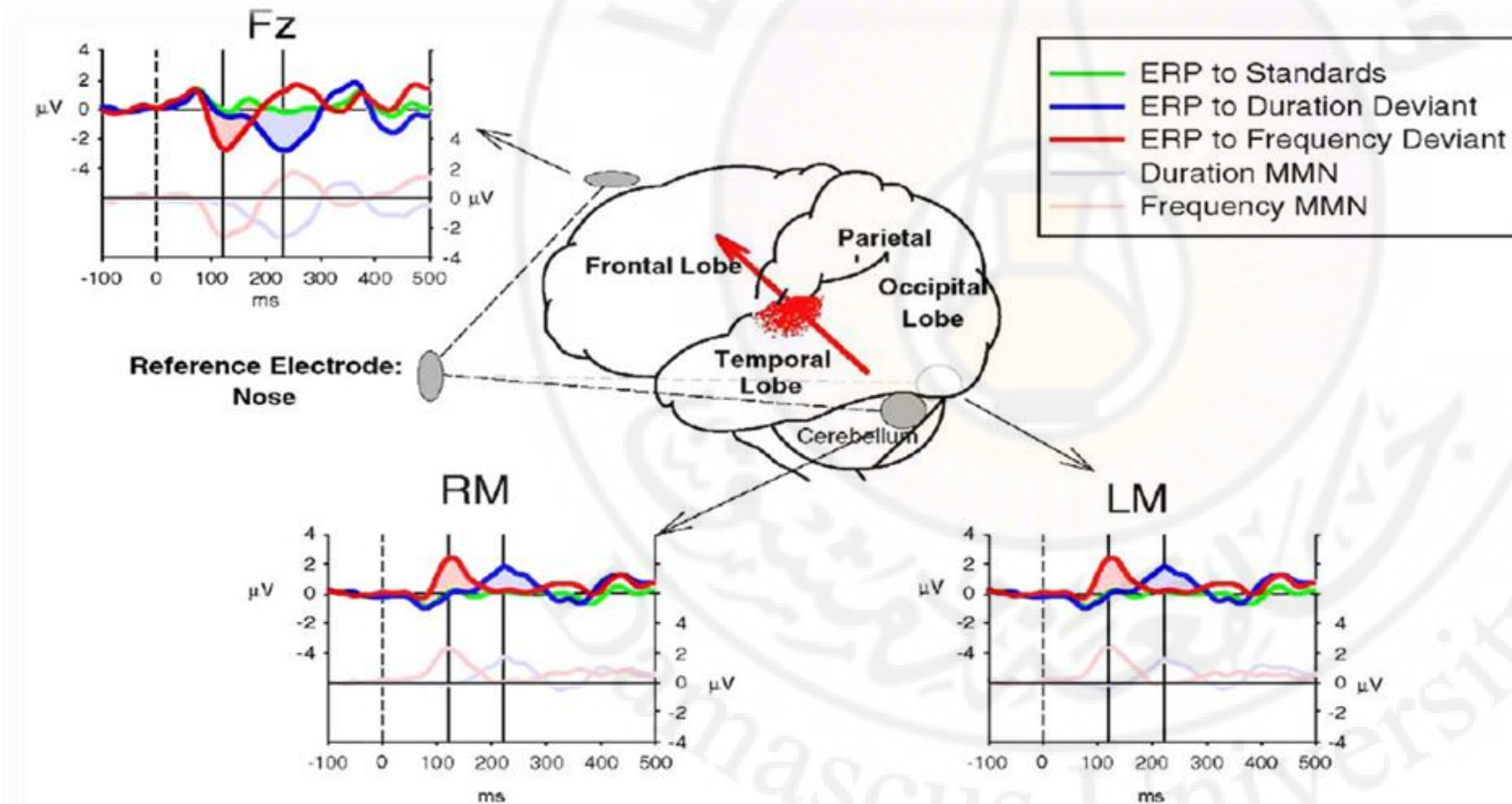
❑ تبدل الريتم

❑ تبدلات كلامية صغيرة مثل تبدل زمن بدء التصويت

❑ تبدل في المقاطع والكلمات غير ذات المعنى

المنشأ التشريحي

□ صدغي جبهي



تسجيل ال MMN

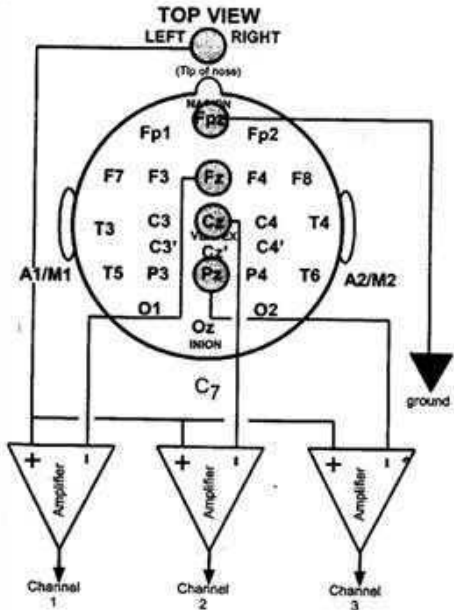
- المنبه: نغمة صافية - نغمة مركبة - ضجيج - مقطع كلامي - موسيقى.
- النقطة الأهم هي طريقة توليد النمط من المنبه النموذجي بالتكرار مثلا تتالي زمني -تواتري - نغمة - او نمط يعطي للمنبه النموذجي تكراره ثم تقديم المنبه النادر أو المنحرف.
- نافذة التسجيل حتى 700 ميلي ثانية وسطيا (150-400).

□ توزيع الالكترودات: يعتمد على بروتوكول تسجيل تخطيط الدماغ ب 32 الكترود.

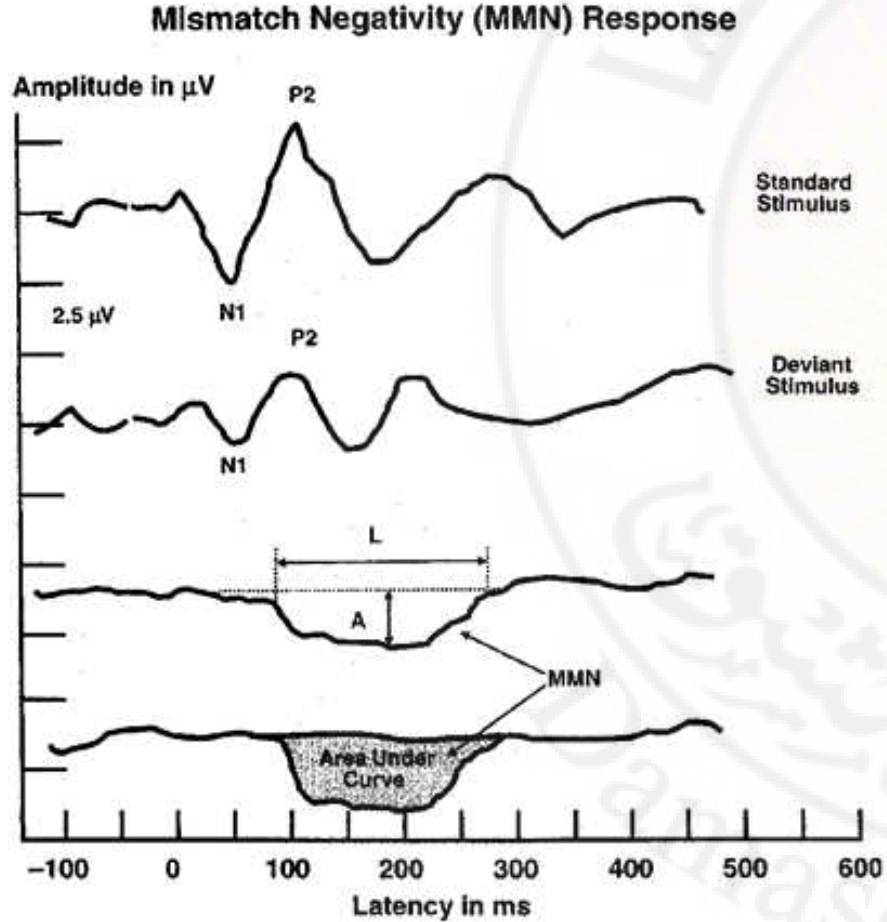
□ الفلتر بين 0.1 إلى 30 هرتز لان الطيف التواتري للاستجابة يتراوح بين 2-3 هرتز

□ يمكن استخدام فلتر أضيق لرفع ال MMN وتمييز ال MMN عن ال MMN.

□ وجود نويز كهربائية يتطلب معدل دفعات كبير نسبيا ويمكن زيادة المنبه النموذجي ولكن يجب الحذر عند زيادة المنبه النادر كي لا يتم التعود عليه وتقل ال MMN.



تحليل وتفسير الاستجابة



□ زمن الكمون: قليل الموثوقية ومتبدل بشدة

كون الموج عريض وغير واضح الذروة.

□ المطال: ويعتمد بشكل أساسي على تعيين الخط

القاعدي.

□ تسجيل المساحة تحت المنحني وقد يعتبر الحل

الأكثر إنصافاً لدراسة موثوقة لل ؟ ؟ ؟

التطبيقات السريرية

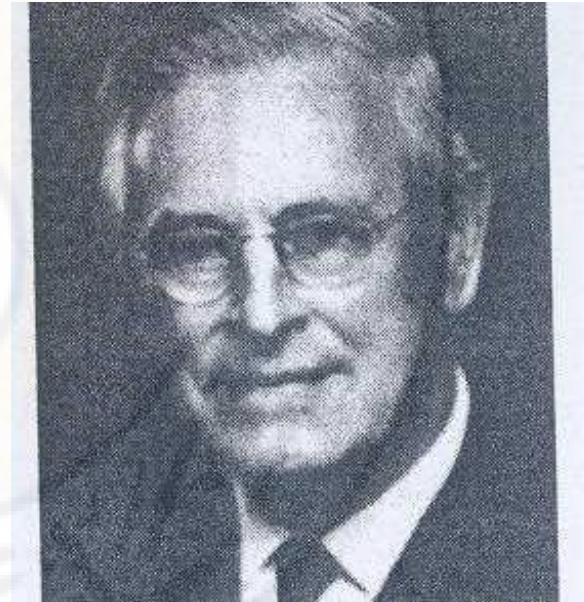
- ☐ قليل الاستخدام سريريا ولازال اداة بحثية لتحري وظيفة القشر السمعي والذاكرة الحسية السمعية.
- ☐ يمكن استخدامه لتحري الفائدة على التدريب السمعي بعد استخدام السماعاة أو زرع الحلزون.
- ☐ في نقص السمع تنقص السعة ويزداد زمن الكمون.
- ☐ يمكن استخدامه في دراسة اضطراب المعالجة السمعية المركزية.
- ☐ يمكن أن يستخدم لدراسة تأثير بعض الأدوية على القشر السمعي وبعض الاضطرابات القشرية كالأزهايمر وغيرها.
- ☐ يمكن استخدامه كدليل على وجود المرونة العصبية ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?.
- ☐ والأهم هو استخدامه لتشخيص اضطرابات كشف التغير الذاتي في بعض الاضطرابات السمعية كاضطراب المعالجة والطنين وغيرها



P300 RESPONSE

History

- First identified by Davis, Sutton et al. 1965
- Primarily described the effects of stimulus alteration in normal subjects



P300 response

- Extended ALR time
 - Within 300 ms region
 - Third positive peak
- Oddball paradigm
 - Frequent (standard)
 - Rare (oddball, target)
 - A cognitive response

Generators

- Subcortical structures
 - Hypocampus
 - Lymbic system
 - Thalamus
- Cortical structures
 - Auditory regions
 - Frontal and Parietal lobe
- Visual and somatosensory stimulation

Oddball paradigm

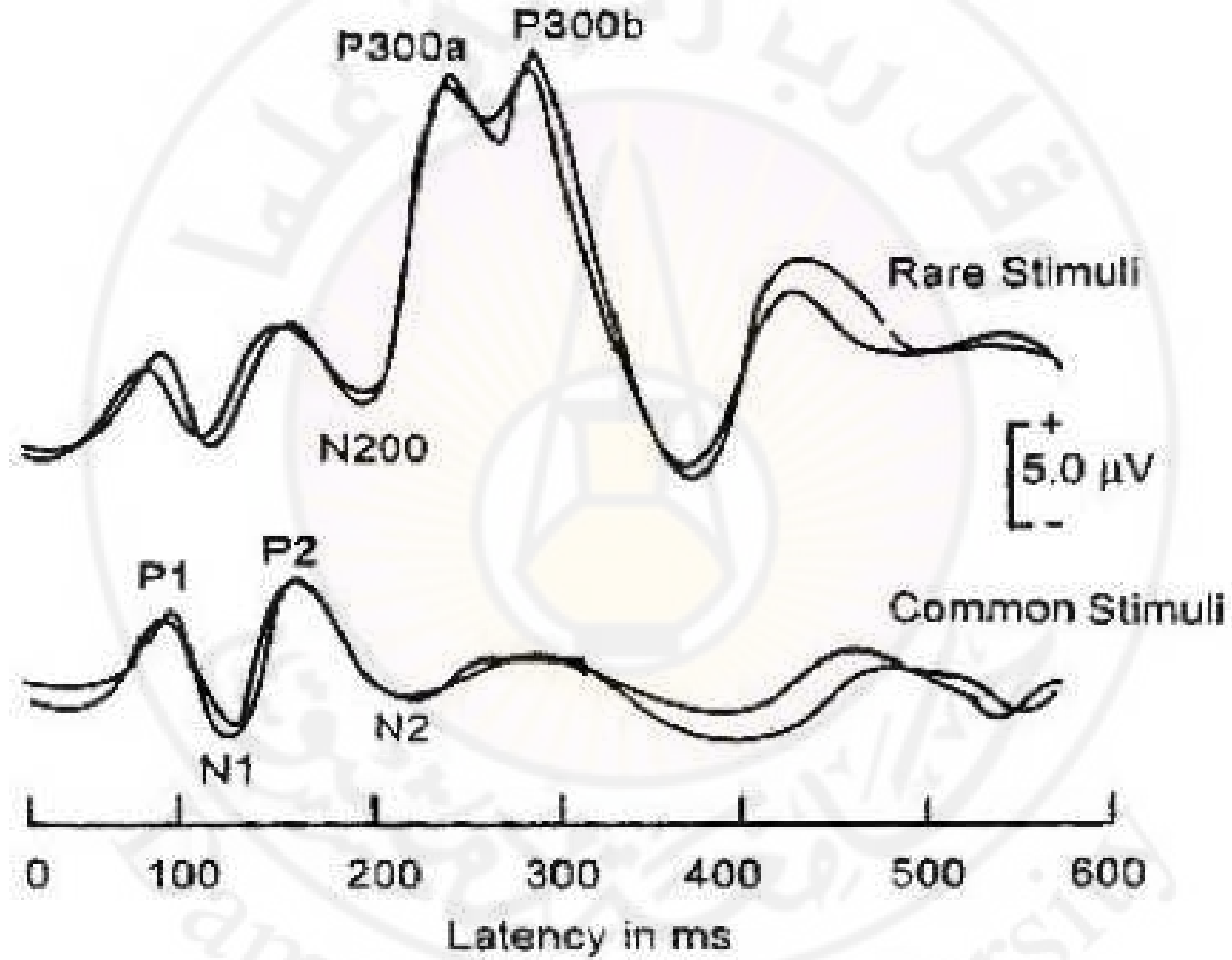
- 1- **passive** (large deviance or distractor/ novel stimulus)
 - An automatic P3a
 - Smaller amplitude, shorter latency, faster habituation
 - Fronto- central location
 - An initial alerting response
 - دليل تحويل الانتباه للتغيير المنتظر حدوثه

Oddball paradigm

- 2- **active**: P3b

- P3b

- An conscious processing
- Memory and more attention cooperation
- Max amplitude in parietal region
- Post decision evaluation
- يطلب من المريض تنفيذ تاسك معين كعد منبه الهدف او كبس زر عند سماعه وغيرها
- تدل على حدوث الانتباه والاستجابة الصحيحة للمنبه المطلوب



ش. ۱۰/۹ اجزاء موج P_{300}

Analysis time

- Similar to ALR
- 450 to 500 ms
- Low F energy ($< 30\text{-}40\text{ Hz}$)

Electrode location

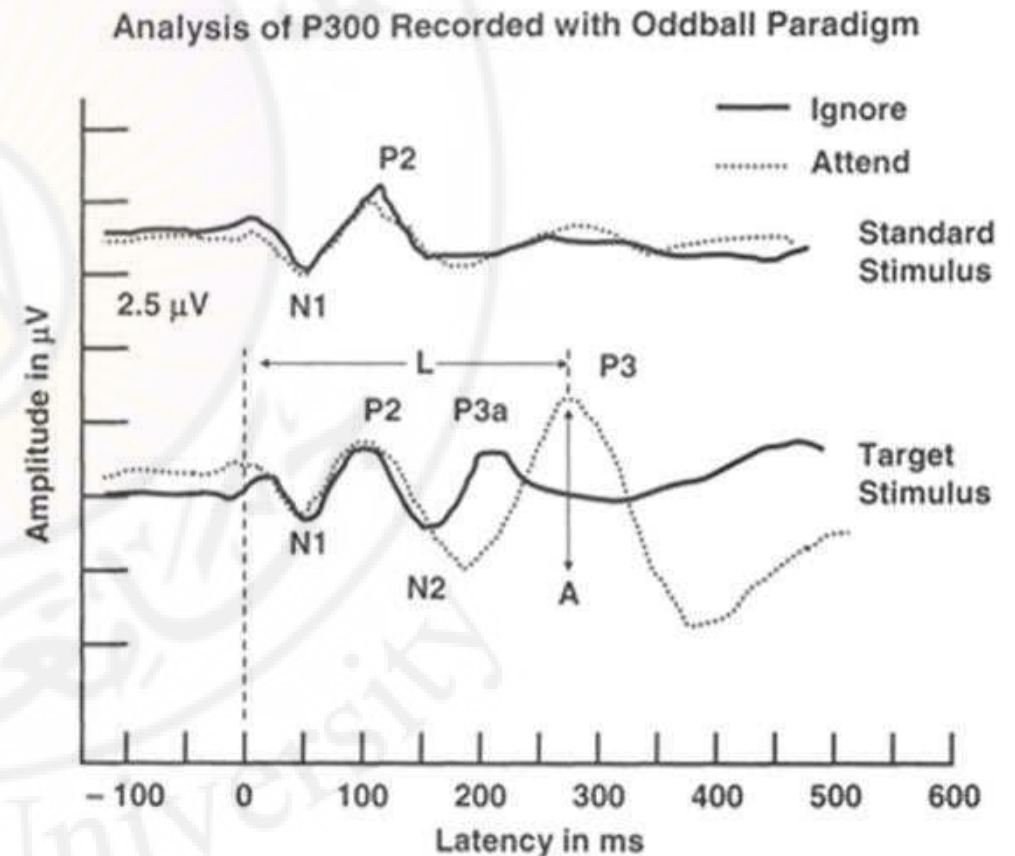
- Noninverting
 - Midline frontal; Fz, Cz, Pz
- Inverting
 - Linked or ipsilateral lobule or mastoid
- Ground
 - Frontal
- Electrodes for ocular activity detection
 - Vertical: Sub- and supra-orbital
 - Horizontal: outer canthus
 - Activities larger than 100-200mv will be rejected.

Filter setting

- 0.01-0.25 to 30-50 Hz
- Spectral power of late responses: 1-15Hz, mainly under 8Hz, max at 5Hz.

Wave Analysis

- Latency:
 - From stimulus onset to peak
 - 250-400; or 800 for special patients
 - Latency interpretation: Processing speed (difficulty, short-term memory demands)
- Amplitude:
 - The highest point: 10-20 μv
 - Reference: Previous trough (N2), baseline



Abnormal patterns considerations

- Sudden loss of attention
- Age
- CNS abnormalities, such as, Dementia

Later Language-related Waves



الكمونات القشرية اللغوية

الكمونات اللغوية	زمن الكمون	قطبية الموجة	نمط المعالجة
ELAN	100 - 300 ميلي ثانيه	سلبية	نحوي
LAN	300 - 500 ميلي ثانيه	سلبية	نحوي
N400	400 ميلي ثانيه	سلبية	معنى وفونولوجيا
P600	600 ميلي ثانيه	إيجابية	نحوي

Early Left Anterior Negativity ELAN

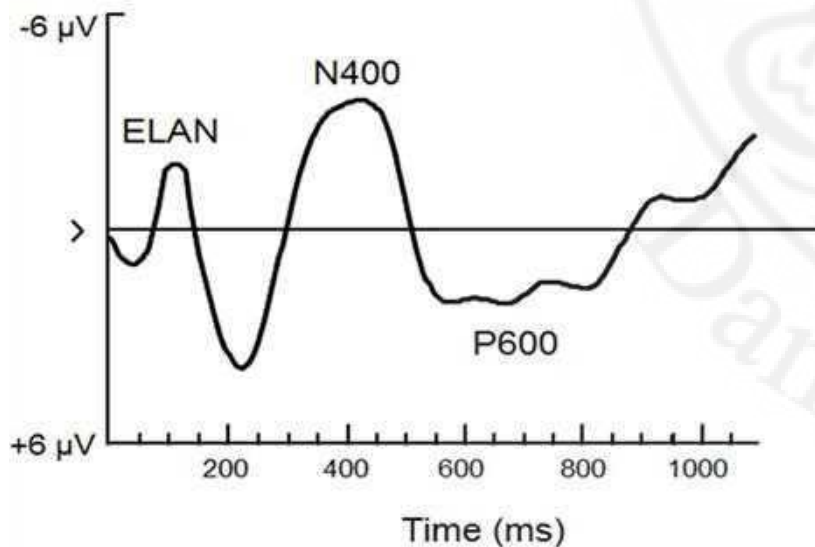
❏ له علاقة بمعرفة محل الكلمة من الإعراب: اسم، فعل، حر جر وغيرها.

□ يظهر عند زمن كمون بين 120 و 200 ميلي ثانيه بعد تقديم المنبه (الكلمة)

☐ يتم توليده في القشر الجبهي الأمامي.

☐ حساس لتغيرات ☐ و ☐

□ مثال:



? ? ?? ? ? ?? ?? ? ? ?? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?

Left Anterior Negativity LAN

عن موجة سلبية تختص بمعالجة النحو عند زمن كمون الأولى لمعالجة النحو في المراكز الدماغية.

لتطابق بين النماذج الشكلية للنحو

من

معينة بالدرجة الأولى.

هو عبارة عن موجة سلبية تختص بمعالجة النحو عند زمن كمون 300-500 ميلي ثانيه.

□ يمثل المراحل الأولى لمعالجة النحوي في المراكز الدماغية.

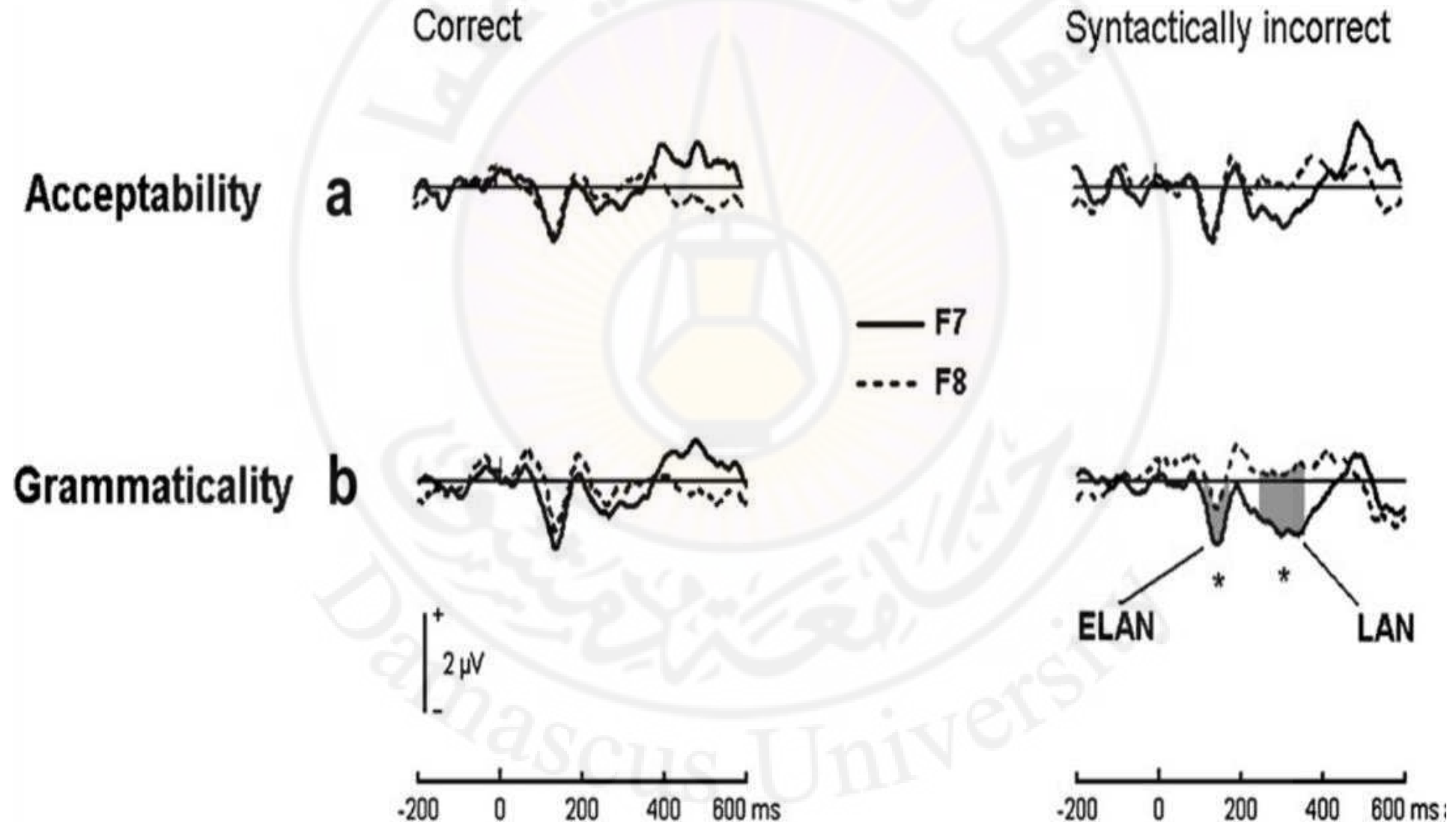
☐ ينجم عن عدم التطابق بين النماذج الشكلية للنحو ؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟ مثل:

☐ ? ☐ ? ☐ ? ☒ ? ☒ ? ☒ ? ☒ ? ☐ ? ☒ ? ☐ ? ☒ ? ☒ ? ☒ ?

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☒ ☒ ☒ ☐ ☒ ☒ ☐ ☐ ☒ ☒ ☐ ☒ ☐ ☐

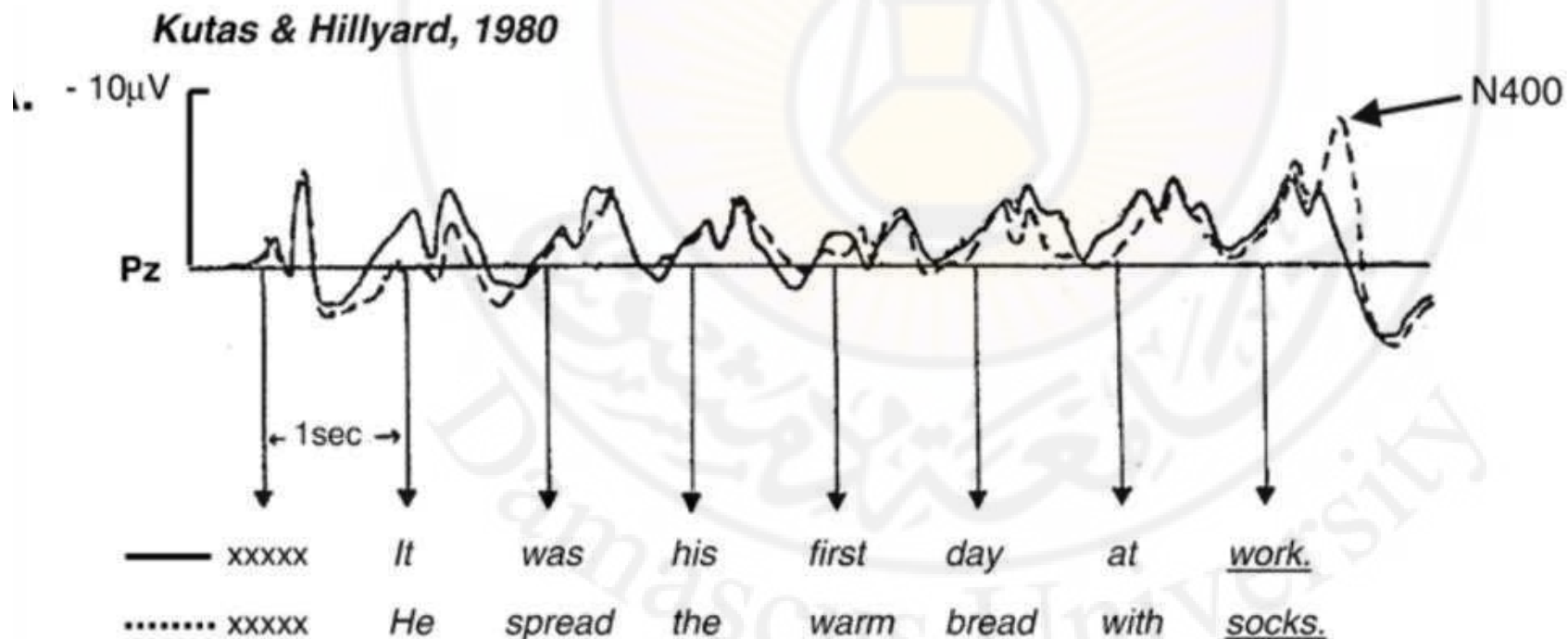
□ هو استجابة سمعية بالدرجة الأولى.

Late Language Related Waves



Lexico-semantic integration:N400

- كل كلمة في الجملة المحكية تولد موجة N400 كدليل على إدراك المعنى ولكن عندما يحدث خلل في المعنى أو عدم تطابق بين المعنى المنتظر والكلمة المسموعة يحدث ازدياد ملحوظ في مطال الموجة N400.
- المولد الأساسي لها هو الفص الصدغي الأيسر.



N400

ن موجة سلبية لها ذروة تقع في زمن كمون حوالي 400 ؟ ؟
من المسافة 250-500 ميلي ثانية.

عن تعبير للنشاط الدماغى الطبيعى فيما يخص معانى الكلمات
يستخدم لتوليدها العديد من المنبهات كالكلمات المنطوقة
ور حتى ايماءات بالوجه كالابتسامة وغيرها.

ة يصل حتى (ميلي فولط ويتم قياسه بشكل نسبى عادة ل

?? ?? ?? ?? ??

Jenny put the sweet in

Pz

2µV

0 300 600 900 1200 1500 1800

mouth

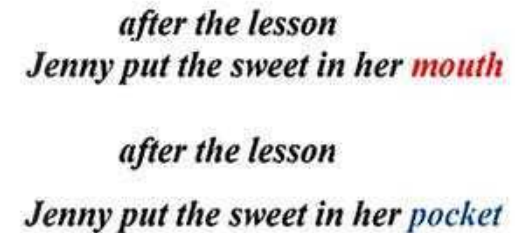
N400

Low cloze

High cloze

هي عبارة عن تعبير للنشاط الدماغى الطبيعى فيما يخص معانى الكلام والمنبهات المختلفة.

□ مطال هذه الموجة يصل حتى (ميلي فولط ويتم قياسه بشكل نسبي عادة لاستجابة طبيعية.



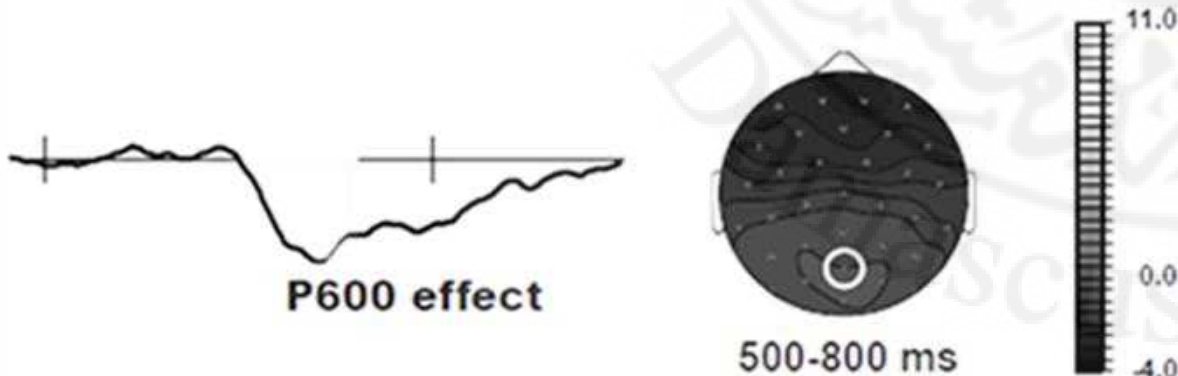
Syntactic positive shift: P600

□ هي عبارة عن انزياح بشكل موجة موجبة تنتج عن عدم التطابق النحوي سواء بالكلام اللفظي أو المرئي.

□ يبدأ تشكلها عند حدود 500 ؟ بعد تقديم المنبه لتبلغ ذروتها عند ال 600 ؟ ومنها اشتقت تسميتها.

□ تعتبر المراكز الجبهية مسؤولة عن توليدها ولذا أفضل توضع الكترودي هو الالكترودات المركزية.

□ جميع الاخطاء النحوية تساهم في توليد الموجة كعدم التطابق بين العدد والمعدود والصفة والموصوف وزمن الفعل مع الظرف وغيرها ولكنها تعتمد على مطابقة الفعل والفاعل المنبه الأفضل لتوليد أكبر مطال للموجة.



أي سؤال؟؟

