جامعة بنها

كلية التربية الفرقة الثانية شعبة الفيزياء

المادة : تيار متردد وفيزياء حيوية مايو2013 الزمن : ساعتين

اجب عن الأسئلة التالية

1- a) Derive an expression the admittance in a parallel combination of R and L circuit?

(b) In a series circuit of R=20 ohm and L=0.06 henry, the current lags the voltage by 80. Determine ω?

2-a) In series RLC circuit at resonance , calculate the average power and the quality factor of the circuit .

(b)Aeries RC circuit has R=10 ohm ,C=5 mf and an applied voltage .V - 150 cos 1000t . Find the complex impedance Z of this circuit

3- تكلم باستفاضة عن(مستعينا بالرسم) :

أ- المثير الكهربى وخواصه

ب-بقاء الاستقرار وضبط البيئة الداخلية وخواصه

ت-الاكترودات وأنواعها

ث-انتقال المواد بالانتشار البسيط

4- اشرح بالتفصيل مستعينا بالرسم ما تعرفه عن:

أ- التخطيط الكهربى للقلب ECG

ب-النشاط الكهربى والتخطيط الكهربى للمخ EEG

الاجابة

3- أ- المثير الكهربى وخواصه

10-2 : المثير الكهربى وخواصه:

Characteristics of an electric stimulus

المثـــير أيـــاً كـــان نوعـــه يستخدم لاثارة الخلايا والانسجة الحية. وخصـائصـــه تعتمد على خاصية الاثارة Excitability لهذه الانسجة والتى تعـــرف بانها القدرة على الاثارة. ولهذا فان بعض الانسجة يكون لها قدرة كبـــيرة علـــى الاثارة وهذا يعنى انه يمكن إثارتها بقدر قليل من شدة المثير المناســـب اما اذا كانت خاصية الاثارة قليلة فان النسيج يلزمه قدر كبير من شـــدة المثير . ولهذا فإن شدة وخواص المثير يمكن اخذها كمقياس لخاصية الاثارة.

10-2-1 خواص المثير الكهربى :

المثير الكهربى له عدة اشكال بعضها كما هو موضح بشكل (1-10).

شكل (1-10) بعض اشكال المثير الكهربى

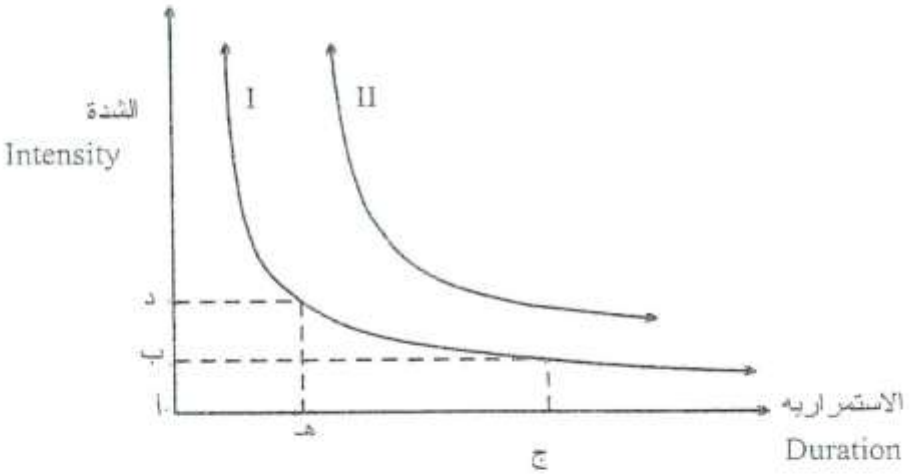
من هذه الاشكال نرى ان المثير الكهربى يتميز بثلاث خصائص هى :

أ- الشدة أو السعة Intenstity or amplitude

ب- الإستمرارية Duration

ج- الانحـــدار Stepness والذى يعرف بانه زمن وصول نبضة المثير الى نهايتها العظمى.

وقـــد وجـــد أن أنسب شكل للنبضة الكهربية هو الموجه أو النبضة المربعة Square pulse والـــتى يمكـــن عن طريقها دراسة تأثير الشدة والاستمرارية على خاصية الاثارة للخلايا الحية وذلك لأن انحدارها كبير جدًا و يصل الى نهايته العظمى.الشكل (2-10) يمثل العلاقة بين الشدة والاستمرارية .



شكل (2-10) العلاقة بين شدة المثير الكهربى واستمراريته لعضلة : I طبيعية وأخرى II مريضة .

3- ب- بقاء الاستقرار وضبط البيئة الداخلية وخواصه

1-5 بقاء الاستقرار وضبط البيئة الداخلية

:ostasis and control in internal environment)

بقاء الاستقرار (Homeostasis) هو حالة فسيولوجية تعنى الحفاظ على الحالة الاستا واستقرار البيئة الداخلية ومكوناتها اللازمة للعمليات الحيوية فى الجسم .

* ويتضح الدور الفسيولوجى لعملية بقاء الاستقرار فى النقاط التالية :

1- توجد بالجسم عدة ميكنات دائمة تعمل فى جميع الأوقات للحفاظ على استقرار وثبات الداخلية ، من حيث : الحجم ، درجة الحرارة ، درجة الحموضة (pH) الخاصية الأز مقدار الغازات والأيونات والجلوكوز ، و.... إلخ .

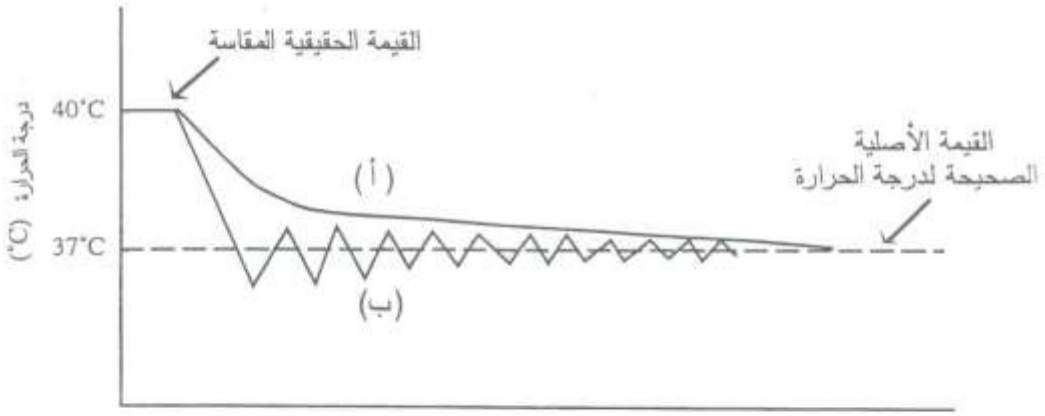
2- لا تستطيع خاصية أو ميكانيكية بقاء الاستقرار أن تمنع أى تغير فى البيئة الداخلية ، تستطيع أن تقلل من مقدار هذا التغير . فعلى سبيل المثال ، إذا حدث تغير فى درجة .

الجسم فى شكل قيم مختلفة حول القيمة الأصلية الطبيعية (37°C) .. فإن وجود هذه الخاصية يعمل على التقليل من مقدار التغير ؛ ليصبح فى أضيق مدى ممكن (شكل 4 - 1) .

3- للحفاظ على بقاء استقرار وثبات البيئة الداخلية يعتمد الجسم على طريقتين أساسيتين ، هما :

أ- عمل امتزاج للمائع الخارجى للخلية ببعضه البعض فى الجسم كله ، ثم يعيد توزيعه من جديد على الجسم مما يقلل من مقدار التغير الحادث .

ب- الاستعانة بأجهزة الجسم المختلفة لاستخدام ميكانات خاصة ؛ للإبقاء على الاستقرار بالبيئة الداخلية .



شكل (4 - 1) :

تغير درجة حرارة الجسم ودور عمليات بقاء الاستقرار فى ضبط درجة الحرارة حتى تعود إلى القيمة الصحيحة (أ) ، (ب) يمثلان الصورة المحتملة لشكل التغير فى درجة الحرارة، أثناء عمليات بقاء الاستقرار.

دور أجهزة الجسم في الحفاظ على بقاء استقرار البيئة الداخلية:

يتطلب الحفاظ على بقاء الاستقرار بالبيئة الداخلية وجود :

- **أجهزة تنظيمية** (Regulatory System) : ويمثلها الجهاز العصبى NS بالجسم ، وهى تشمل:
  - أ- الجهاز العصبى المركزى (CNS) ويشمل المخ والحبل الشوكى .
  - ب- الجهاز الحسى (Sensory System) وأجهزة إفراز الهرمونات والأجهزة المسئولة عن التكاثر.
  - جـ- الجهاز الذاتى Autonomic System والذى يعمل ذاتيا ، ويتحكم فى بعض الوظائف المهمة فى جسم مثل حركة القلب والقناة الهضمية .
- **أجهزة ضبط** (Control System) وهى تشمل الأعضاء ، مثل : الكبد والكلى والرئتين وغيرها من الأجهزة والعشرات ، بل مئات الآلاف من أنظمة الضبط على المستوى الخلوى (النظام الجينى فى كل خلية) ، والذى يعمل على ضبط العمل بها .

1-7 خواص ضبط النظام البيوفيزيائي للبيئة الداخلية:

جميع أجهزة ضبط البيئة الداخلية للجسم التى سبق ذكرها ما هى إلا عدد قليل من مئات أو آلاف من أجهزة النظام البيوفيزيائى للجسم، وهذه الأجهزة جميعها تتميز بخواص عامة، تتحكم فى عملها للحفاظ وضبط الاستقرار الداخلى بالجسم .

فعلى سبيل المثال ، لكى تعمل أجهزة الضبط بالجسم ، لابد أن تتبع الخطوات التالية (كما فى شكل (1-7)) على الترتيب :

1- حدوث تغير فى البيئة الداخلية عن طريق مؤثر خارجى أو داخلى بالجسم.

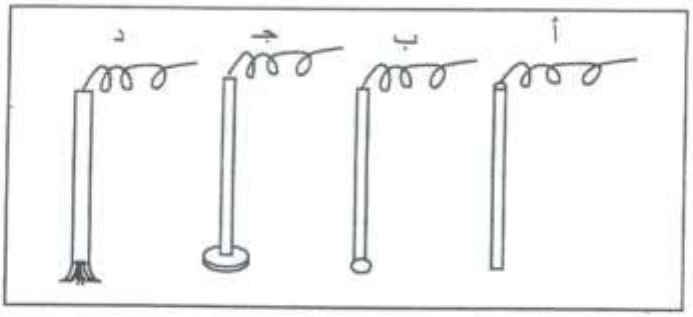
2- مستقبلات تشعر بهذا التغير ، وهى وسائل الحس المختلفة بالجسم .

3- مراكز تنظيمية توجه وتصدر التعليمات لأعضاء الضبط بالجسم لمواجهة التغير الحادث .

4- أجهزة ضبط تقوم بتعديل وتصحيح المتغير ومحاولة الوصول به إلى قيمة تقترب من قيمته الطبيعية الصحيحة بالجسم، ثم تقوم بإرسال المتغير بعد التصحيح إلى المستقبلات من جديد؛ لكى تقوم بمضاهاته بالقيمة الطبيعية الصحيحة ؛ أى إن أجهزة الضبط بالجسم تقوم أيضاً بعمل عملية تغذية رجعية (Feedback) (شكل 7 - اب) ، بالاستعانة بالبيئة الداخلية واختبار المتغير بعد التصحيح.

والتغذية الرجعية إذاً تعنى إعادة اختبار نتيجة تصحيح المتغير ، مع مضاهاته بالقيمة الصحيحة ، عن طريق إدخاله لأجهزة الإحساس والتنظيم والضبط بالجسم وتتصف أجهزة الضبط (Control System) بخواص مشتركة ، من أهمها: التغذية البيولوجية الرجعية (Biofeedback) ويوجد بالجسم نوعان من التغذية الرجعية : تغذية رجعية سالبة ، وتغذية رجعية موجبة .

3-ت الاكترودات وأنواعها



شكل (4 - 3) : الأشكال الرئيسية للإلكترودات المستخدمة لأغراض مختلفة فى القياسات الكهروفسيولوجية .

أ- الشكل الأسطوانى أو الإبرى Cylinderical or needle electrode

ب- ذو الرأس الكرية Tip-balled electrode

جـ- ذو رأس على شكل قرص Disc electrode

د- ذو الطرف اللين من شعيرات ناعمة Wick - electrode

3- ث- انتقال المواد بالانتشار البسيط

3 - 1 **انتقال المواد بالانتشار البسيط** Transfer by simple diffusion

لو تخلينا وجود سائلين مفصولين عن بعضهما بخط وهمي داخل وعاء ما ، وأن أحد هذين السائلين هو الماء والآخر يحتوى على تركيز معين وليكن C من جزيئات مادة ما ، بعد مرور فترة من الوقت فإن بعض هذه الجزيئات يأخذ فى الانتشار باتجاه السائل الآخر (الماء) .

بفرض أن كتلة الجزيئات المارة ∂m فى زمن قدره ∂t من خلال مساحة A وأن انحدار التركيز مع المسافة $\frac{\partial C}{\partial X}$ فإن :

$$\frac{\partial m}{\partial t} = - DA \frac{\partial C}{\partial X} \qquad (3-1)$$

وتسمى بمعادلة الانتشار أو معادلة فك Fick's Law of Diffusion حيث D هو ثابت الانتشار ويعتمد على طبيعة المذاب وطبيعة المذيب ، ودرجة الحرارة .

وعلى سبيل المثال : نجد أن ثابت الانتشار لمادة الحبر فى الماء يختلف عنه فى سائل آخر كالبنزين.

وفى حالة وجود نوع وحيد من الجزيئات متساوية الكتلة فإن معادلة الانتشار ، يمكن التعبير عنها بدلالة عدد الجزيئات n لتصبح :

$$\frac{\partial n}{\partial t} = - DA \frac{\partial C}{\partial X} \qquad (3-2)$$

ويمكن وضع معادلة الانتشار فى صورة أخرى :

4- أ - التخطيط الكهربى للقلب ECG

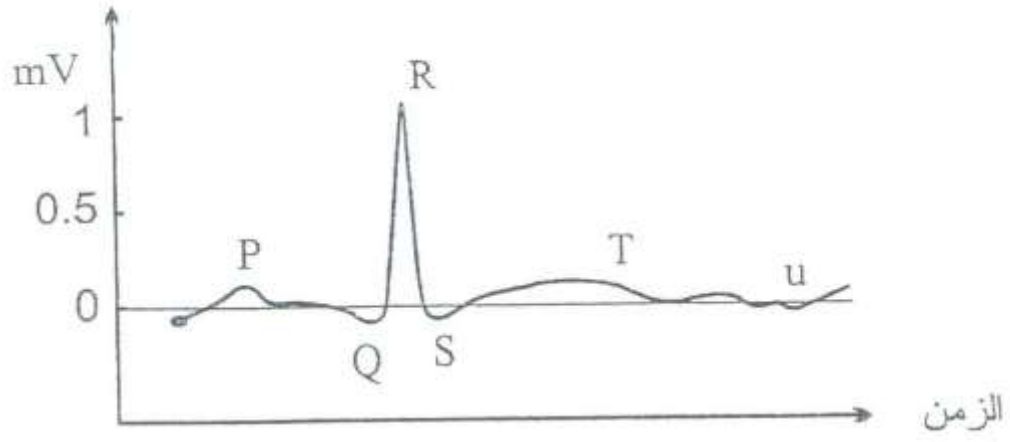
10-5-2-4 التخطيط الكهربى للقلب: Electrocardiogram

عـــند كل دقة من دقات القلب يحدث تغير في الجهد الكهربى داخله وينتشـــر بعد ذلك على سطح الجسم. وتسجيل التغير في هذا الجهد عند نقط محـــددة يســـمى الرسم الكهربى للقلب Electrocardiogram و يرمز له دائما بالرمز ECG.

الجدير بالذكر ان التغير في الجهد على سطح القلب تم إكتشافه عام (1856) ولكـــن أول تســـجيل حقـــيقى له تم بعد تطبيق استخدام الجلفانومتر السلكى String galvanometer عام 1953 على يد العالم انثوفين Einthoven. ومنذ ذلك الحين فان الرسم الكهربى للقلب يعتبر احد الأدوات المهمة في تشخيص أمراض القلب.

وجهـــود ECG يمكـــن تســـجيلها بين أى نقطتين على سطح الجسم البشرى عندما تكون هاتان النقطتان بعيدتان عن بعضهما بعداً كبيراً وفى هذه الحالة فـــإن اقصى فرق جهد يمكـــن تسجيله يكون في حدود 1 ملى فولـــت (mV).

هــذه الطــريقة فــي تسجيل الجهد كان اول من أقترحها هو العالم الهولندى وليم انتهوفن وتسمى بالوصلات القياسية للأطراف Standard Limb leads . الفــرق فــي الجهــد بين أى وصلتين يعطى السعة النسبية والاتجاه لثــنائى القطب الكهربى في المستوى الامامى Frontal plane . أي أن رسم ECG يعطى مسقط ثنائى الجهد الكهربى للنشاط الكهــربى للقلــب خــلال دورتــه . شــكل (10-26) يمثل الخرج من نقطة التوصيل II والذى يعطى الاحــداث الكهربــية للقلــب السليم خلال دورة كاملة وتتكون من الموجة P وتظهــر تمامــاً قبل إنقباض الأذين (أى يحدث به حالة عكس الاستقطاب depolarization) ، الموجــه المركــبة QRS مرتبطة وتواكب بداية إنقباض البطيــن اما موجة T فانها تحدث عند نهاية انقباض البطين. بالاضافة لذلك توجــد الموجــة U، والــتى تتــبع موجــة T، وتظهر بعــد راحة البطين Ventricular relaxation . والجــدول (10-2) يعطى سعة الجهد بالملى فولت واستمــرارية الموجات المكونة ECG.



شكل (10-26) مخطط ECG مسجل من الوصلة II

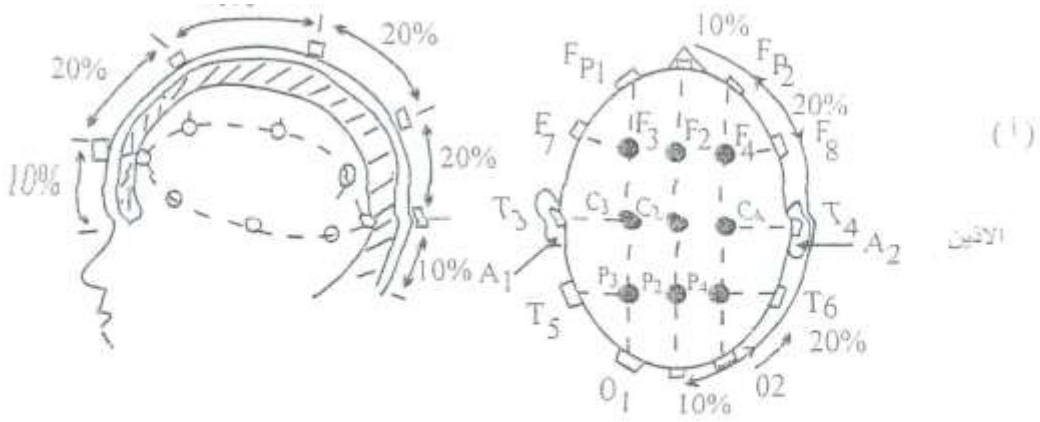
10-5-3 النشاط الكهربى والتخطيط الكهربى للمخ :

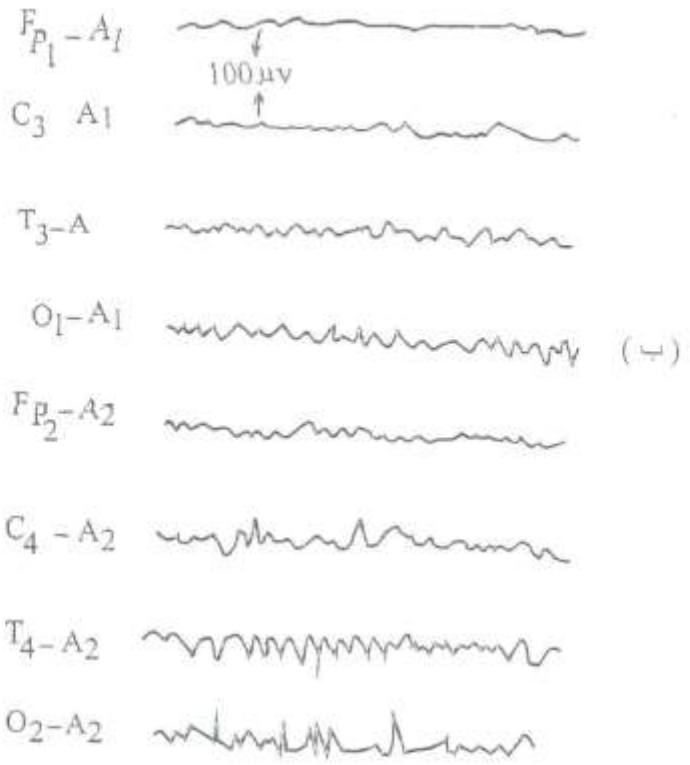
Electroencephalogram EEG

نظـــراً لاحـــتواء المـــخ علـــى عدد كبير جداً من الخلايا العصبية. وتشـــابكها ببعضـــها البعض بعدد هائل من الوصلات ولأن هذه الخلايا في نشـــاط كهـــربى دائم . لذا فإن هذا النشاط يظهر على القشرة المخية ومن ثم يمكـــن تسجيله من على سطح الجمجمة. أول من لاحظ هذا النشاط هو العالم هانز برجر عام (1929) ومنذ ذلك الحين أجريت ابحاث كثيرة لاستخدام هذا النشـــاط الكهربى في التشخيص والعلاج في المجالات الطبية المختلفة وفي مجالات أخرى عديدة.

و تسجيل النشاط الكهربى للمخ عن طريق أقطاب توضع على سطح الجمجمـــة بنظام محدد كما هو مبين بشكل (10-31 أ ، ب) يسمى (EEG) Electroencephalogram ويســـتخدم لذلـــك جهاز له عادة من 8-16 قناة تقوم بتسجيل EEG من المناطق المختارة في نفس الوقت.

وسعة EEG تكون صغيرة جداً (في حدود 50 ميكروفولت) في حين ترددها يعـــتمد علـــى حالة الشخص المسجل منه هذا النشاط . فمثلا الشخص اثناء الـــراحة تكـــون تـــرددات EEG معظمها في حدود 8 الى 13هرتز وتسمى موجـــات الفا (α) alpha waves. وعندما يكون هذا الشخص في حالة نشاط تظهـــر موجات ذات ترددات اكبر من 13 هرتز وتكون هى السائدة وتسمى موجات بيتا (β) beta waves. بالاضافة لهذه الموجات هناك موجات اخرى ذات تـــرددات منخفضة نسبياً مثل موجات ثيتا (θ) theta وتكون في حدود 4 الى 7 هرتز وتظهر مثلا اثنـــاء النوم في بدايته في حين أن موجات دلتا (δ) delta wave ذات التردد من 0.5 الى 3 هرتز تظهر اثناء النوم العميق.

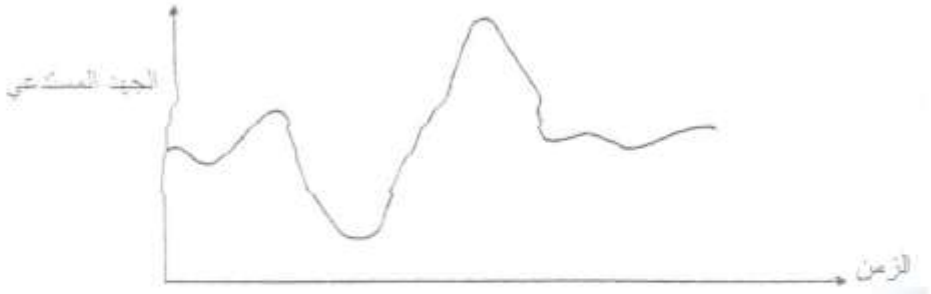




شكل (31-10) أ- الأماكن العالمية لنظام وضع الأقطاب المستخدمة في تسجيل رسم ذبذبات المخ EEG ب- تخطيط ذبذبات المخ المسجلة باستخدام أقطاب موضوع على مسافات معينة . القطب المرجعي موجود على الأذنين A1 ، A2

الجديـــر بالذكر ان ظهور هذه الموجات اثناء حالة النشاط تكون ذات اسباب مرضـــية. ولـــذا يســـتخدم تسجيل النشاط الكهربى للمخ EEG في تشخيص حـــالات مرضـــية كثـــيرة منها حالات الصرع epilepsy وغيرها. كما ان تســـجيل EEG يســـاعد في التأكد من وجود أورام في المخ حيث أن النشاط الكهـــربى يـــنخفض فـــي منطقة الورم.و يستخدم تسجيل EEG ايضا لتقنين اســـتخدام المخـــدر وخاصة لمرضى القلب اثناء العمليات الجراحية بحيث تكون كمية المخدر قليلة جداً والتى تقابل اقل نشاط كهربى . ويعتبر تسجيل EEG للمرضـــى المنومين في الرعاية المركزة ،ICU، هام جداً وخاصة عند إثـــبات وفـــاة المخ والتى تعنى إختفاء النشاط الكهربى لخلاياه ومن ثم وفاة المريض.

بجانـــب تسجيل النشاط الكهربى للمخ يمكن تسجيل موجات من المخ تسمى الجهد المُستدعى Evoked potential يحدث ذلك اذا تعرضت الاعضاء المخـــتلفة الى اثارة خارجية . فمثلا يمكن تسجيل هذا الجهد لمنطقة الابصار فـــي المـــخ من على سطح الجمجمة وذلك عند تعرض العين لومضات من الضـــوء ذو شـــدة مناسبة كما هو مبين بشكل (32-10) . ولهذا فان تسجيل الجهـــد المستدعى يستخدم في تشخيص عمل المناطق الحسيّة والحركية في المخ وبالتالى دراسة عمل هذه الحواس والأعضاء.



شكل (32-10) الجهد المستدعى نتيجة المثير الضوئى