

Electroencephalogram (EEG)



1

Introduction:

- An Electroencephalogram, or EEG, is a test designed to detect and record the electrical activity of the brain.
- The procedure uses small, flat metal discs called electrodes, which are attached to the scalp to pick up the weak electrical signals produced by brain cells.
- The resulting recording of these brain waves, visualized as a series of lines, is the electroencephalogram itself.
- This technology provides a direct look into the real-time activity of the brain.

Input: Non-invasive detection of electrical activity through the skull.

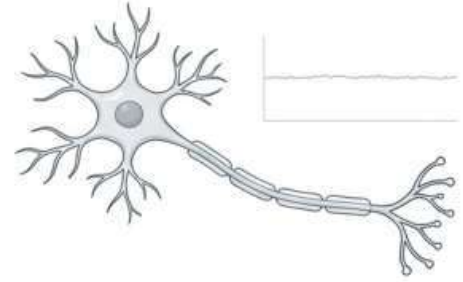


هو فحص يُستخدم للكشف عن النشاط الكهربائي في الدماغ وتسجيله. يتم ذلك باستخدام أقطاب معدنية صغيرة تُثبت على فروة الرأس لالتقاط الإشارات الكهربائية الضعيفة التي تنتجها خلايا الدماغ. تُسجّل هذه الإشارات على شكل خطوط تمثل موجات الدماغ، مما يسمح بمراقبة نشاط الدماغ بشكل مباشر وفي الوقت الحقيقي.

2

The Source of the Signal

- Normal brain function relies on the continuous generation of electrical potentials, or nerve impulses.
- These impulses are created by millions of brain cells communicating with each other.
- This process is active all the time, even when you are asleep.
- A crucial insight into EEG is that it does not detect the electrical activity of a single neuron; the signal from one cell is far too small to be measured from the scalp.



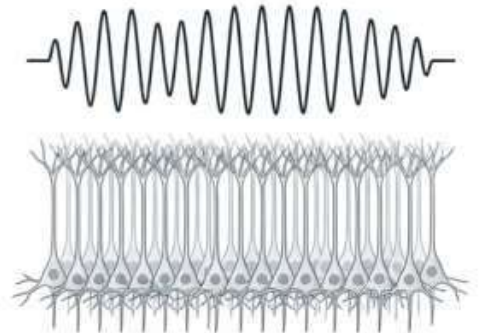
Single Neuron Potential. Too small to be detected through the skull.

يعتمد عمل الدماغ الطبيعي على التوليد المستمر للجهود الكهربائية أو النبضات العصبية. تنتج هذه النبضات عن تواصل ملايين الخلايا العصبية مع بعضها البعض، ويستمر هذا النشاط بشكل دائم حتى أثناء النوم. ومن المهم معرفة أن جهاز القياس لا يقيس نشاط خلية عصبية واحدة، لأن الإشارة الصادرة من خلية واحدة تكون ضعيفة جدًا ولا يمكن قياسها من فروة الرأس.

3

The Source of the Signal

- Instead, an EEG measures the **summation of the synchronous activity** of thousands or millions of neurons firing together in similar orientations.
- These collective, detectable electrical signals are called **brain waves**.
- They specifically indicate the **activity of the cerebral cortex** and are strong enough to pass through the skull easily, which allows them to be recorded non-invasively from the outside.
- Understanding the source of these waves is the first step in appreciating how we can capture and analyze them.



Summation. The synchronous activity of millions of neurons creates a signal strong enough to bridge the skull.

بدلاً من ذلك، يقيس تخطيط الدماغ الكهربائي مجموع النشاط المتزامن لآلاف أو ملايين الخلايا العصبية التي تنشط معاً وباتجاهات متشابهة. تُعرف هذه الإشارات الكهربائية الجماعية باسم موجات الدماغ. وهي تعكس بشكل خاص نشاط القشرة المخية، وتكون قوية بما يكفي للمرور عبر الجمجمة، مما يسمح بتسجيلها من خارج الرأس بطريقة غير جراحية. ويُعد فهم مصدر هذه الموجات الخطوة الأولى لفهم كيفية التقاطها وتحليلها.

4

The Step-by-Step EEG Procedure

The process of recording brain waves is a standardized procedure designed to ensure an accurate and reliable measurement.

It involves several key steps from preparation to recording.

- 1. Scalp Preparation** To get a clear signal, the scalp area is first prepared with a light abrasion. This helps reduce electrical impedance caused by dead skin cells, ensuring a clean and strong connection between the scalp and the electrode.
- 2. Electrode Placement** Next, electrodes are carefully placed on the scalp using a conductive gel or paste. In most clinical applications, a total of 21 electrodes are used: 19 for recording brain activity, one to act as a ground, and one to serve as a common system reference.

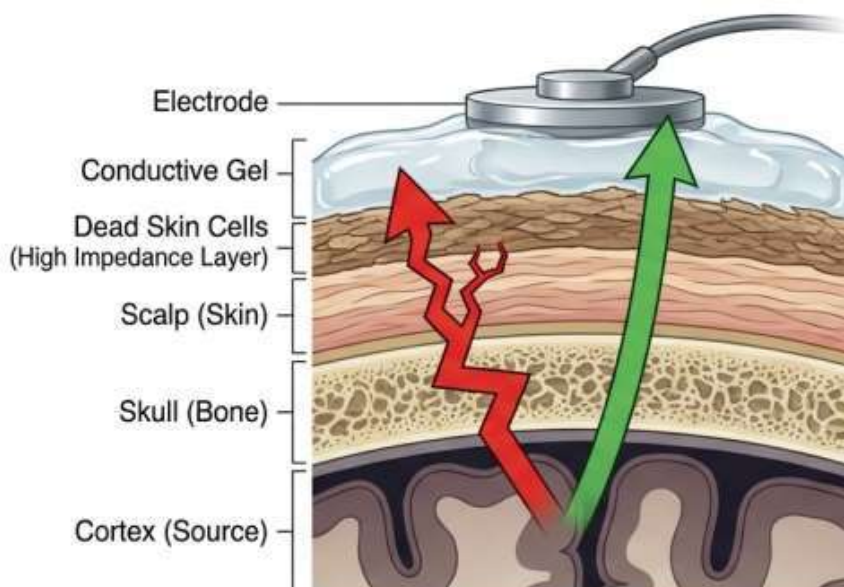
تسجيل موجات الدماغ هو إجراء معياري يهدف إلى ضمان قياس دقيق وموثوق. ويتضمن عدة خطوات أساسية تبدأ بالتحضير ثم عملية التسجيل.

تحضير فروة الرأس: يتم أولاً تحضير فروة الرأس من خلال كشط خفيف للجلد، وذلك لتقليل المقاومة الكهربائية الناتجة عن خلايا الجلد الميتة، مما يساعد على الحصول على اتصال جيد وقوي بين فروة الرأس والقطب الكهربائي. وضع الأقطاب الكهربائية: بعد ذلك توضع الأقطاب الكهربائية بعناية على فروة الرأس باستخدام جل أو معجون موصل. وفي معظم التطبيقات السريرية يُستخدم عادةً 21 قطبًا كهربائيًا:

19 قطبًا لتسجيل نشاط الدماغ،
قطب واحد للتأريض،
قطب واحد ليكون مرجعًا للنظام.

5

The Step-by-Step EEG Procedure



1. Abrasion: The scalp is lightly abraded to remove dead skin cells that create resistance.

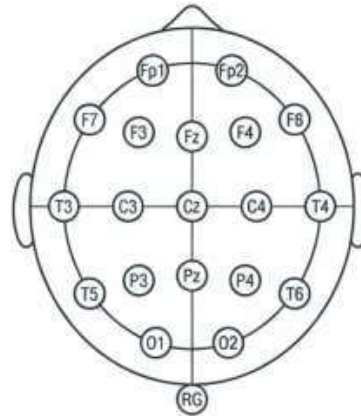
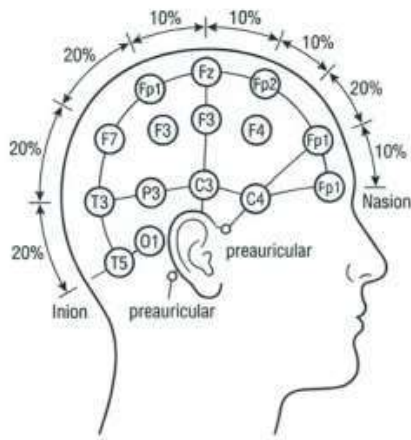
2. Conduction: Electrodes are applied using a thick conductive paste to bridge the gap between scalp and sensor.

6

The Step-by-Step EEG Procedure

Configuration:
21 Total Electrodes

Breakdown:
19 Recording,
1 Ground,
1 Common
Reference



Logic:
Standardized
placement to
measure potential
differences
between specific
cortical areas.

7

The Step-by-Step EEG Procedure

3. Amplification Each electrode is connected to an input of a differential amplifier. The brain's electrical signals are incredibly weak by the time they reach the scalp. This device magnifies the tiny voltage differences between the electrodes by about 100 to 100,000 times, making them strong enough to be recorded.

4. Recording The amplified voltage fluctuations are sent to an apparatus that records them as a series of wavy lines. A typical recording session for the brain's spontaneous electrical activity lasts for 20 to 40 minutes.

التضخيم يتم توصيل كل قطب كهربائي بمدخل في مضخم تفاضلي. وبما أن الإشارات الكهربائية الصادرة من الدماغ تكون ضعيفة جدًا عند وصولها إلى فروة الرأس، يقوم هذا الجهاز بتكبير فروق الجهد الصغيرة بين الأقطاب بحوالي 100 إلى 100,000 مرة، مما يجعلها قوية بما يكفي لتسجيلها.

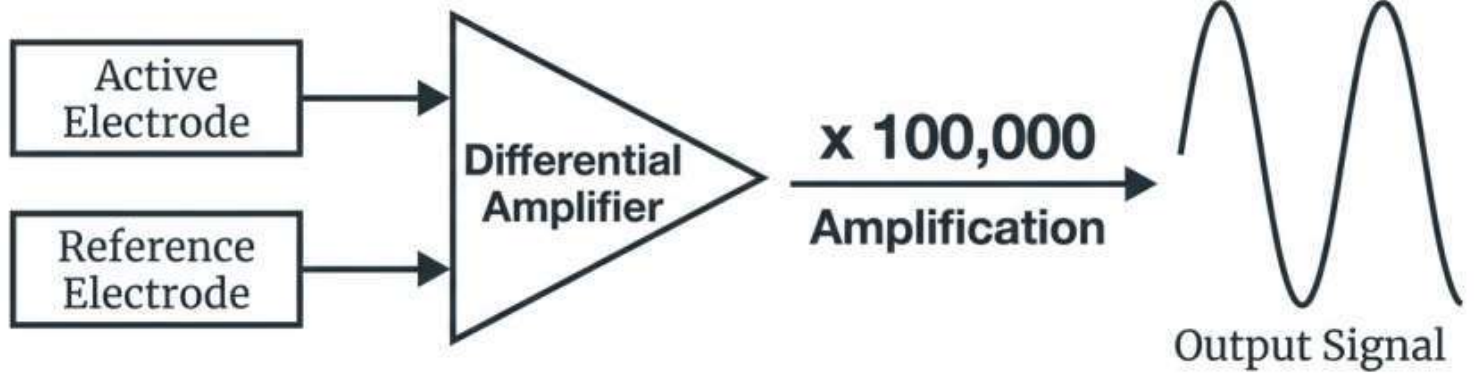
التسجيل بعد التضخيم، تُرسل التغيرات في الجهد الكهربائي إلى جهاز يقوم بتسجيلها على شكل خطوط متموجة. وعادةً تستغرق جلسة تسجيل النشاط الكهربائي التلقائي للدماغ حوالي 20 إلى 40 دقيقة.

Once the recording is complete, the data can be analyzed. The next step is to decode these complex squiggles into meaningful information about the brain's state.

بعد اكتمال التسجيل، يمكن تحليل البيانات، حيث تكون الخطوة التالية هي تفسير هذه الخطوط المعقدة لاستخلاص معلومات مفيدة عن حالة الدماغ.

8

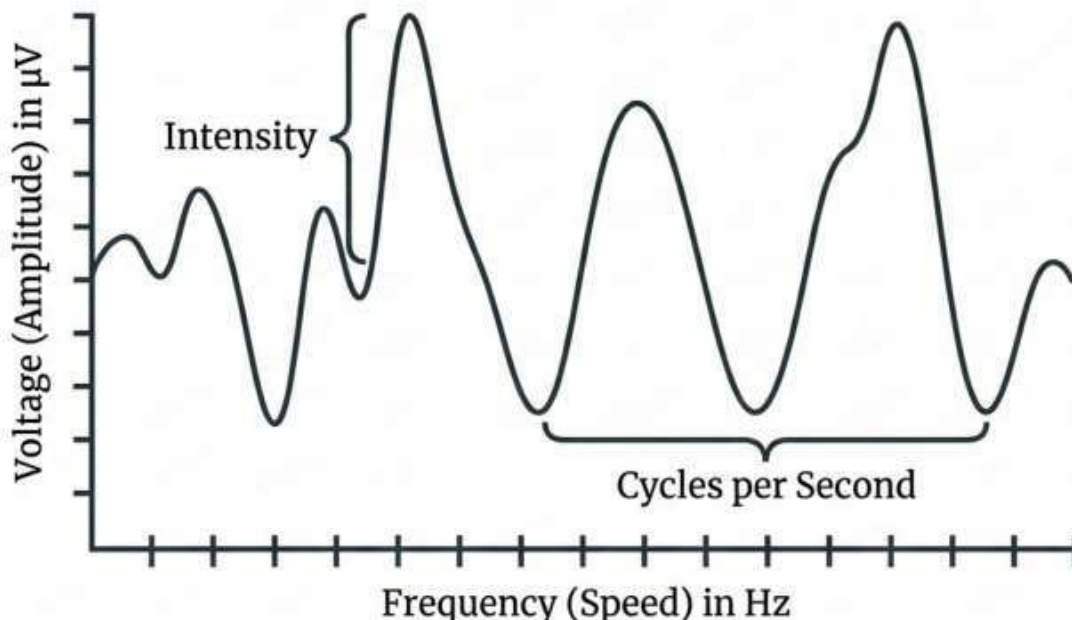
The Step-by-Step EEG Procedure



The amplifier measures the voltage difference between the active and reference electrodes, multiplying the micro-volt biological whisper into a readable data signal.

9

The Step-by-Step EEG Procedure



The Inverse Rule:
Active Brain = Low Amplitude, High Frequency (Alert).
Inactive Brain = High Amplitude, Low Frequency (Sleep).

Amplitude reflects the number of neurons firing in sync.

10

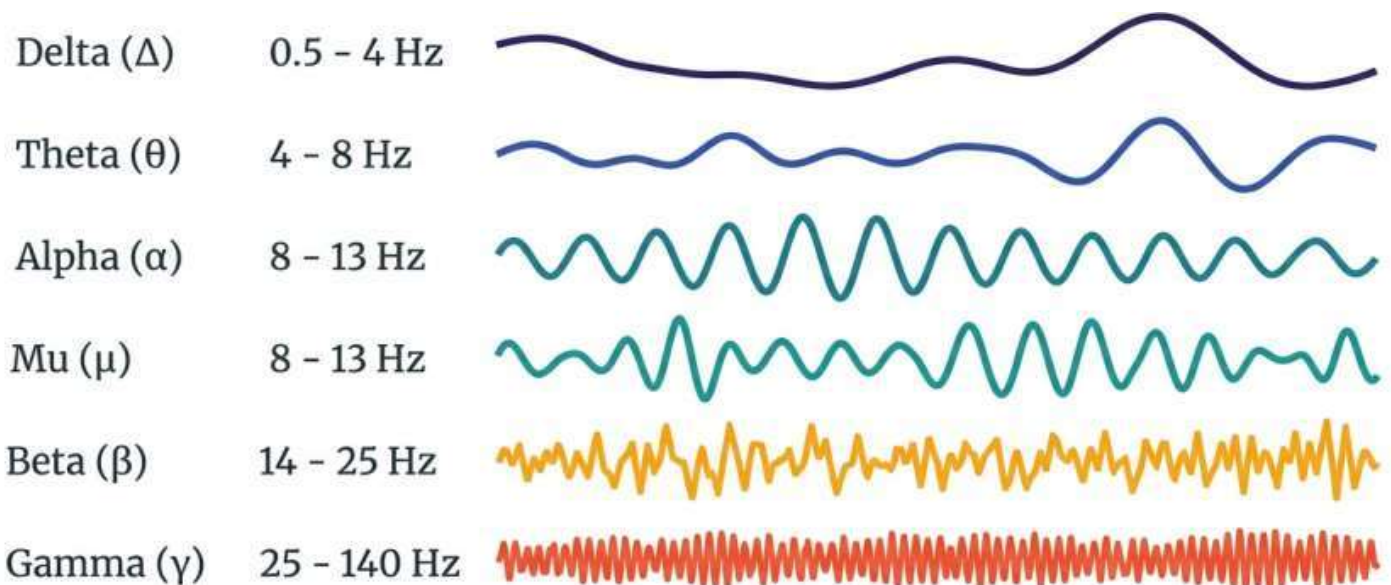
Decoding the Signals:

- Brain waves are patterns of electrical activity defined by their frequency and amplitude.
- While a person's brain produces waves at all frequencies simultaneously, the dominant pattern changes depending on their mental state.
- Each of us has a pattern of brain waves that is unique as our fingerprints.
- These patterns are classified into distinct types, each associated with different states of consciousness and cognitive functions.

موجات الدماغ هي أنماط من النشاط الكهربائي تُعرَّف من خلال التردد والسعة. وعلى الرغم من أن الدماغ ينتج موجات بترددات مختلفة في الوقت نفسه، فإن النمط السائد يتغير تبعًا للحالة الذهنية للشخص. ولكل إنسان نمط خاص من موجات الدماغ يميّزه، تمامًا مثل بصمات الأصابع. وتُصنّف هذه الأنماط إلى أنواع مختلفة، يرتبط كل منها بحالات معينة من الوعي والوظائف الإدراكية.





11

Decoding the Signals:



12

Decoding Delta (Δ) Signals:

-  **Frequency:** 0.5 - 4 Hz
-  **State:** Deep dreamless sleep, unconsciousness.
-  **Mechanism:** Generated when the Reticular Activating System (RAS) is dampened.
-  **Function:** Stimulates immune system and healing. Acts as a 'filter,' allowing the brain to ignore sensory input (like a ringing phone) unless critical.





التردد
من 0.5 إلى 4 هرتز

الحالة
تظهر أثناء النوم العميق دون أحلام أو في حالات فقدان الوعي.

الآلية
تتولد عندما ينخفض نشاط نظام التنشيط الشبكي في الدماغ.

الوظيفة
تساعد في تحفيز الجهاز المناعي وعمليات الشفاء، كما تعمل كمرشح للمعلومات الحسية بحيث يسمح الدماغ بتجاهل المثيرات غير المهمة (مثل صوت الهاتف) ما لم تكن ضرورية.

Decoding Theta (θ) Signals:

-  **Frequency:** 4 - 8 Hz
-  **State:** Dreaming (REM), deep meditation, and 'Autopilot' mode.
-  **Characteristics:** More irregular than Alpha. Governs the layer between conscious and unconscious.
-  **Context:** Associated with memory, deep emotions, and trance states (e.g., highway hypnosis or children immersed in play).

التردد
من 4 إلى 8 هرتز
الحالة تظهر أثناء مرحلة الأحلام (نوم وكذلك خلال التأمل العميق أو حالة العمل التلقائي
الخصائص تكون أكثر عدم انتظامًا من موجات ألفا، وتتحكم في المرحلة الانتقالية بين الوعي واللاوعي.

السياق ترتبط بالذاكرة والمشاعر العميقة وحالات الغيبوبة أو الاستغراق الذهني، مثل حالة التنويم أثناء القيادة لمسافات طويلة أو انغماس الأطفال في اللعب.

Decoding Alpha (α) Signals:



Frequency: 8 - 13 Hz



State: Wakeful relaxation with closed eyes.



Also Known As: Berger's Wave (after Hans Berger, 1929).



Reactivity: Prominent when eyes are closed and mind is resting. Vanishes immediately upon opening eyes or engaging in mental tasks.

التردد

من 8 إلى 13 هرتز
الحالة

تظهر في حالة الاسترخاء أثناء اليقظة مع إغلاق العينين.

نسبة إلى العالم هانس بيرغر **Berger's Wave** تُعرف أيضاً باسم موجة بيرغر الذي وصفها عام 1929.

الإشارة تكون واضحة عندما تكون العينان مغلقتين والعقل في حالة راحة، وتختفي بسرعة عند فتح العينين أو عند الانخراط في نشاط ذهني.

15

Decoding Mu (μ) Signals:



Frequency: 8 - 13 Hz (Same as Alpha)



Location: Sensorimotor Cortex (band across the top of the head), distinct from Alpha's Visual Cortex origin.



Key Distinction: Does NOT react to opening eyes. Reacts to physical movement or the intent to move.



Function: Associated with motor neurons at rest and social mirroring.

التردد: يتراوح بين 8 - 13 هرتز (وهو نفس نطاق تردد موجات ألفا).

الموقع: تنشأ في القشرة الحسية الحركية (منطقة تمتد عبر الجزء العلوي من الرأس)، وهذا ما يميزها عن موجات "ألفا" التي تنشأ في القشرة البصرية.

الفرق الجوهرية: على عكس موجات ألفا، لا تتأثر موجة "ميو" بفتح أو إغلاق العينين، بل تستجيب للحركة الجسدية أو حتى مجرد النية أو التفكير في الحركة.

الوظيفة: ترتبط بالخلايا العصبية الحركية في حالة الراحة، وتلعب دوراً هاماً في عملية المحاكاة الاجتماعية (فهم وتقليد حركات الآخرين).

16

Decoding Beta (β) Signals:



Frequency: 14 - 25 Hz



State: Conscious alertness, active thinking, anxiety.



Activity: Problem-solving, logic, critical reasoning.



Context: The dominant wave of modern life. High Beta levels are associated with stress, stress, tension, and "busyness." Minimal during relaxation.

تُعد موجات بيتا مؤشراً رئيسياً على نشاط العقل الواعي، وتتميز بالآتي:

التردد: يتراوح ترددها بين 14 - 25 هرتز. الحالة الذهنية: ترتبط باليقظة الواعية، والتفكير النشط، وحالات القلق.

النشاط: تظهر بوضوح أثناء حل المشكلات، واستخدام المنطق، والتفكير النقدي.

السياق العام: تعتبر الموجة السائدة في نمط الحياة الحديثة ترتبط المستويات العالية منها بالإجهاد، والتوتر، والشعور بـ "الانشغال" الدائم.

تكون في أدنى مستوياتها أثناء حالة الاسترخاء.

Decoding Gamma (γ) Signals:



Frequency: 25 - 140 Hz



State: Hyper-focus, peak performance, spiritual emergence.



Mechanism: The 'Binding' wave—connects information from different brain areas simultaneously.



The 40 Hz Mystery: A specific frequency associated with a significant increase in brain power, altruism, and higher virtues.

تمثل هذه الموجات أعلى مستويات النشاط الدماغي وتلعب دوراً محورياً في ربط المعلومات.

التردد: تمتد من 25 - 140 هرتز. الحالة الذهنية: ترتبط بالتركيز الفائق وذروة الأداء الجسدي والذهني، والسمو الروحي.

الآلية (الموجة الرابطة): تعمل كمحرك يربط المعلومات القادمة من مناطق الدماغ المختلفة في وقت واحد.

لغز الـ 40 هرتز: يعتبر هذا التردد تحديداً مرتبطاً بزيادة ملحوظة في قوة الدماغ، والميل إلى الإيثار، والفضائل العليا.

Decoding Signals:

- As a general principle, when the brain is active, the brain waves are complex, and it has a low amplitude and high frequency, which indicates a state of alert. But when the brain is inactive, the brain waves have high amplitudes and low frequencies, which indicates that the brain is inattentive, with less responsive behavior, such as in a sleep state.

تتبع موجات الدماغ قاعدة عامة تتعلق بمستوى النشاط: عندما يكون الدماغ نشطاً: تكون الموجات معقدة، وتتميز بتردد عالٍ وسعة منخفضة، مما يشير إلى حالة من اليقظة. عندما يكون الدماغ غير نشط: تكون الموجات ذات تردد منخفض وسعة عالية، مما يشير إلى عدم الانتباه أو النوم.

19

Clinical Uses of EEG

- Understanding these normal brainwave patterns is the key to identifying when something is wrong.
- A primary and powerful use of EEG is to detect abnormal brain wave patterns. These irregularities can help in the diagnosis and localization of various diseases and conditions affecting the nervous system.

يعد استيعاب هذه الأنماط الطبيعية أمراً حيوياً للأسباب التالية:
تحديد الخلل: معرفة الأنماط الطبيعية هي المفتاح لاكتشاف أي اضطراب في وظائف الدماغ.
التشخيص الطبي: يُستخدم تخطيط أمواج الدماغ للكشف عن الأنماط غير الطبيعية، مما يساعد في تشخيص وتحديد موقع الأمراض والحالات التي تصيب الجهاز العصبي.

20

Clinical Uses of EEG

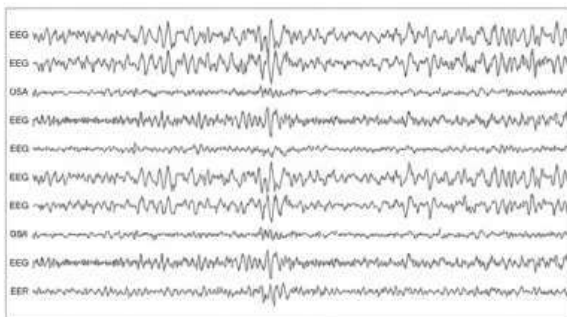
- An EEG can help detect and monitor a wide range of conditions, including:
 - Tumors
 - Seizures and epilepsy
 - Infarctions (tissue death due to lack of blood supply)
 - Blood clots and hemorrhage
 - Regions of dead tissues
 - High or low blood sugar
 - The absence of brain waves, a condition known as a "flat EEG," is considered clinical evidence of brain death.

يعد فهم الأنماط الطبيعية للموجات هو المفتاح لتحديد الخلل الصحي. يساعد تخطيط أمواج الدماغ في تشخيص وتحديد موقع الحالات التالية:
الأورام والجلطات الدموية أو النزيف. النوبات والصرع. الاحتشاء (موت الأنسجة بسبب نقص تروية الدم) ومناطق الأنسجة الميتة. ارتفاع أو انخفاض سكر الدم. موت الدماغ: يُعتبر غياب موجات الدماغ تماماً دليلاً إكلينيكياً على وفاة الدماغ.

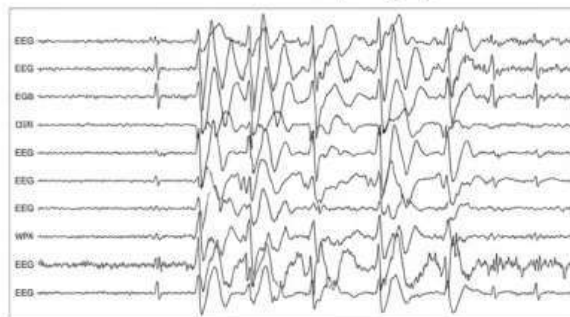
21

Clinical Uses of EEG

Normal EEG Awake



Abnormal: Epilepsy



- Epilepsy and Seizures (Spike and Wave patterns)
- Tumors and Lesions (Focal slowing)
- Brain Death (Flat EEG / Absence of signal)
- Sleep Disorders

22