



پردازش سیگنال‌های

الکتروانسفالوگرام

(مسائل ویژه در مهندسی پزشکی)



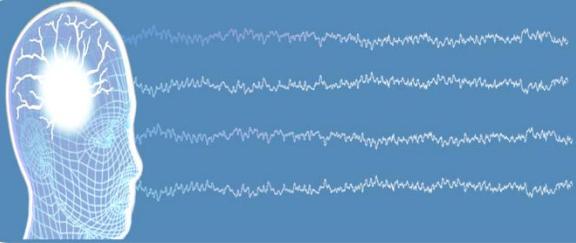
EEG SIGNAL PROCESSING

شماره درس: ۲۵۶۳۰

یکشنبه و سه‌شنبه ۱۵:۳۰-۱۳:۳۰

نیم‌سال اول ۱۴۰۱-۱۴۰۰

سیگنال



○ به هرچه که در بردارنده پیام و یا اطلاعات باشد، **سیگنال** گفته می‌شود.

✓ عامل انتقال اطلاعات

○ در مهندسی برق: هر کمیت متغیر نسبت به زمان **سیگنال** می‌باشد.

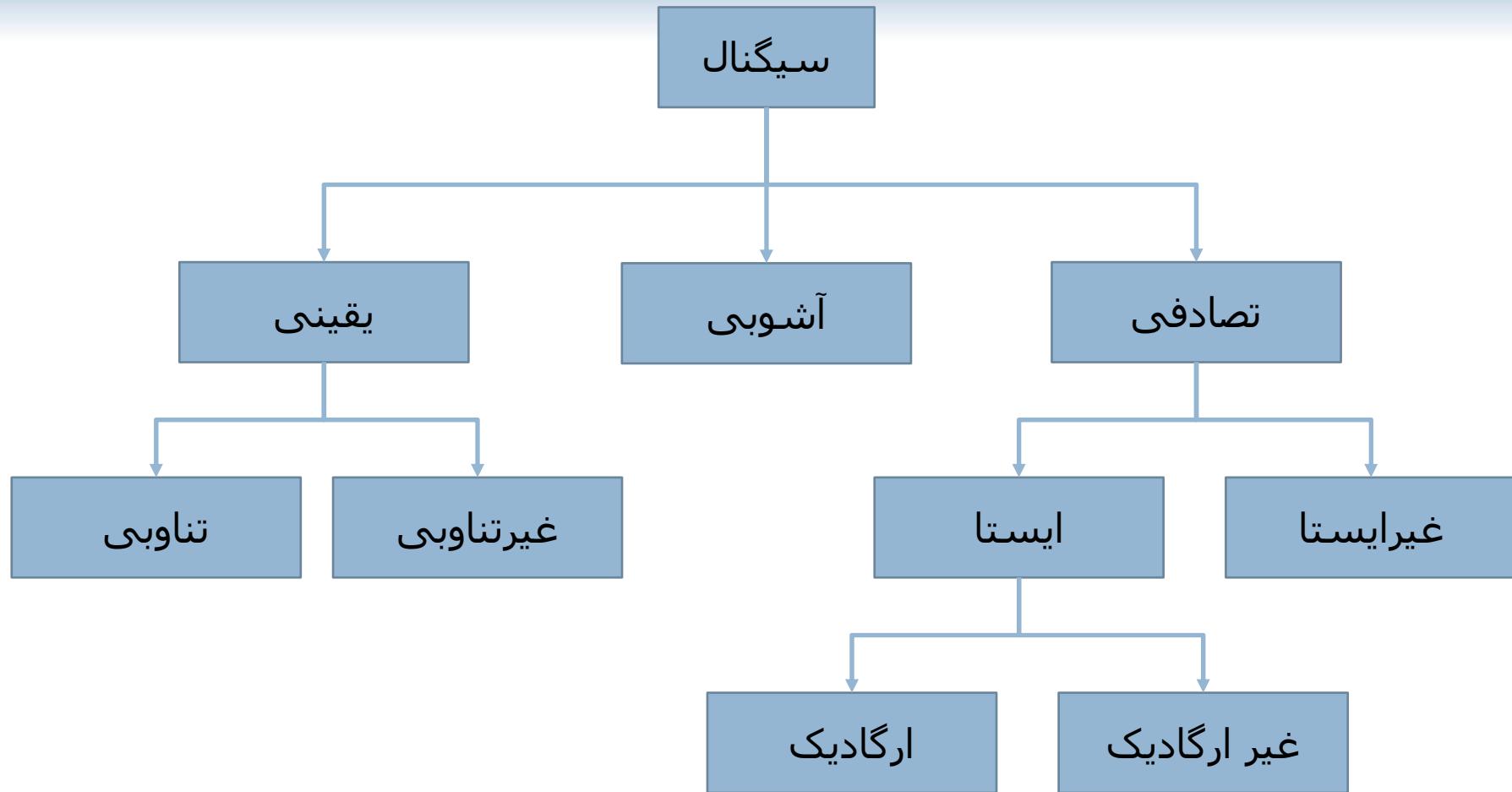
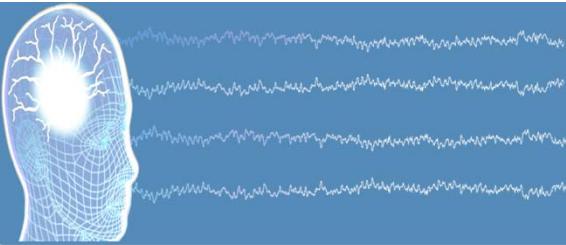
○ **سیگنال**: هر کمیت فیزیکی که به عنوان تابعی از یک متغیر مستقل تغییر یابد. متغیر مستقل اغلب زمان است. اما می‌تواند مکان، فاصله و ... نیز باشد.

○ اگر تغییرات یک کمیت فیزیکی را بتوانیم به وسیله یک حسگر یا سنسور ثبت کنیم، خروجی **سیگنال** نامیده می‌شود.

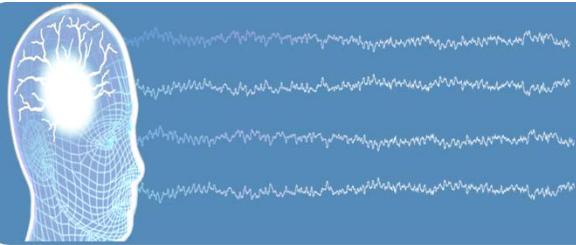
○ معمولاً سیگنال را معادل با «سری زمانی» و «داده» در نظر می‌گیرند:

Signal \equiv Time Series \equiv Data

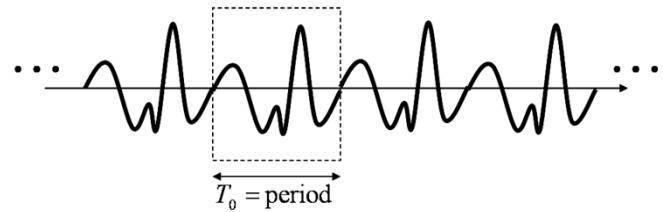
انواع سیگنال از نظر آماری

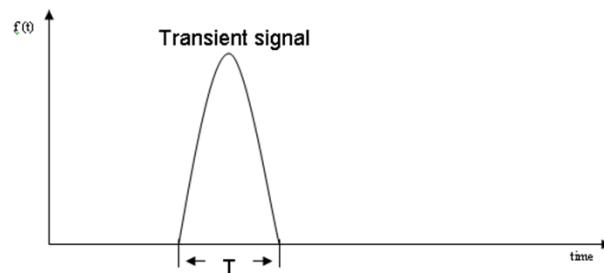


انواع سیگنال از نظر آماری

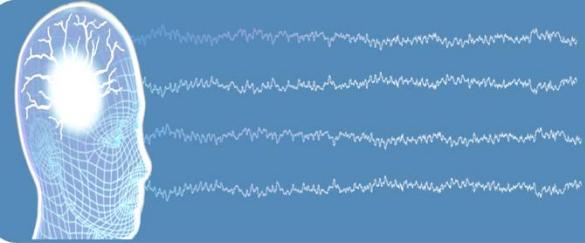


○ سیگنال یقینی (Deterministic)

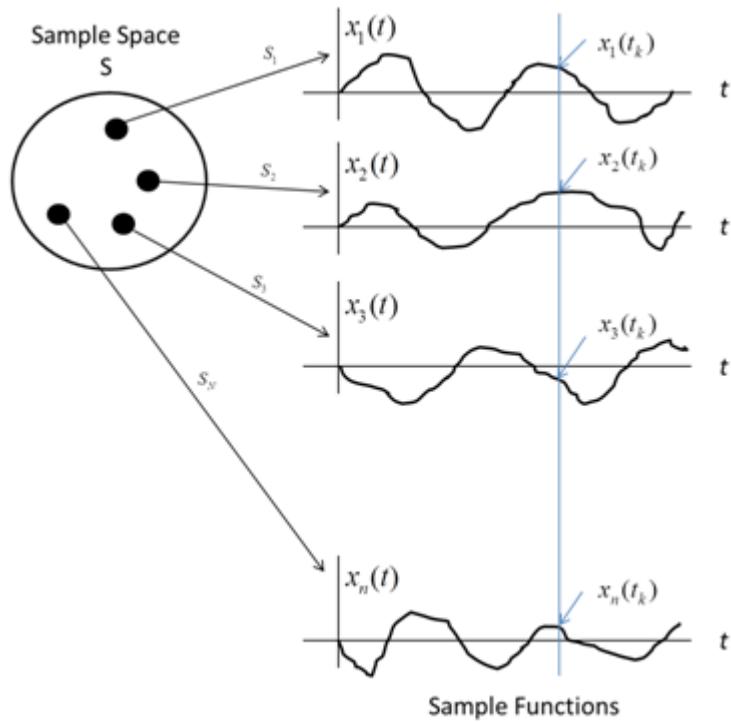
- طبق یک قاعده کاملاً مشخص تولید می‌شود و قبل از وقوع می‌توان مقدارش را دقیقاً تعیین کرد.
- هر سیگنالی که یک تابع ریاضی مشخص بدون متغیر تصادفی داشته باشد.
- انواع سیگنال‌های یقینی:
 - تناوبی: معمولاً مجموعه‌ای از مولفه‌های سینوسی است و شکل پایه‌ای با دوره تناوب T دارد:
$$x(t) = x(t + aT)$$

 - گذرا: سیگنال‌هایی که در دوره محدودی غیر صفر هستند و سپس در مقدار خاصی ثابت می‌مانند.



انواع سیگنال از نظر آماری

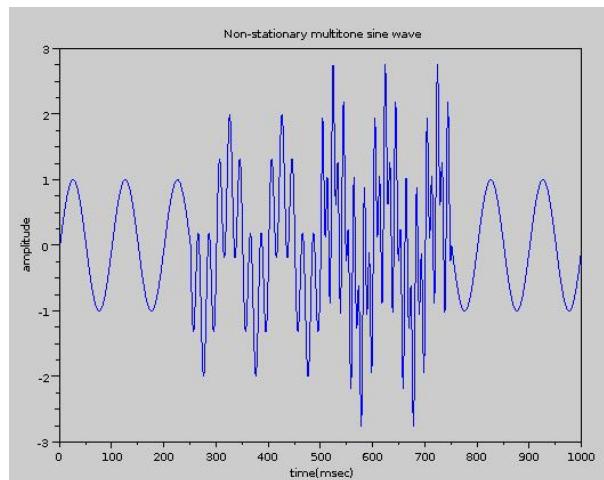
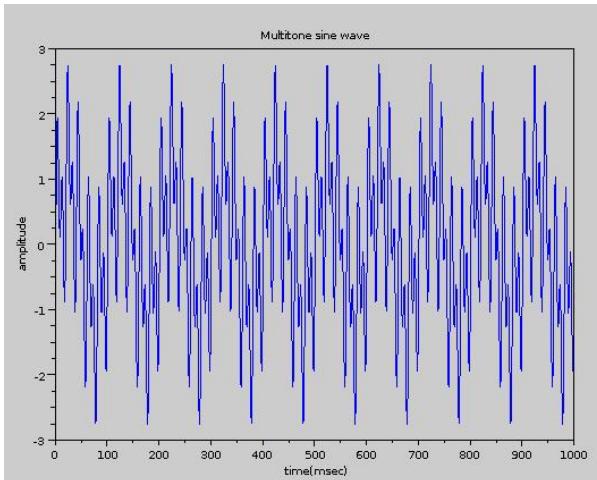
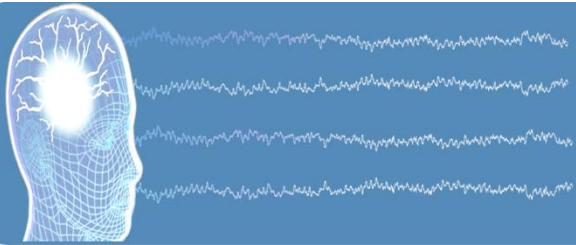


○ سیگنال تصادفی (Random)



- یک تابع نمونه از یک فرآیند تصادفی است. این نمونه‌ها از نظر توصیف زمانی مشابه نیستند اما دارای خواص آماری یکسانی هستند.
- با توابع ریاضی قابل بیان نیست و معمولاً از روش‌های آماری برای تجزیه و تحلیل این سیگنال‌ها استفاده می‌شود.
- مقدارش در یک نقطه مهم نیست، اطلاعات دیگرش مهم است. می‌توان به هر لحظه زمانی از آن یک تابع چگالی احتمال نسبت داد.

انواع سیگنال از نظر آماری



○ تقسیم‌بندی سیگنال‌های تصادفی

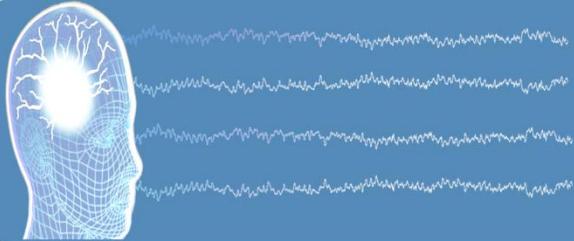
○ ایستا (Stationary)

سیگنال‌هایی که ویژگی‌های آماری و طیف فرکانسی در طول زمان ثابت بماند.

○ غیر ایستا (Non-stationary)

سیگنال‌هایی که ویژگی‌های آماری و طیف فرکانسی با زمان تغییر می‌کند.

انواع سیگنال از نظر آماری



○ سیگنال آشوبی یا آشوب‌گونه (Chaotic)

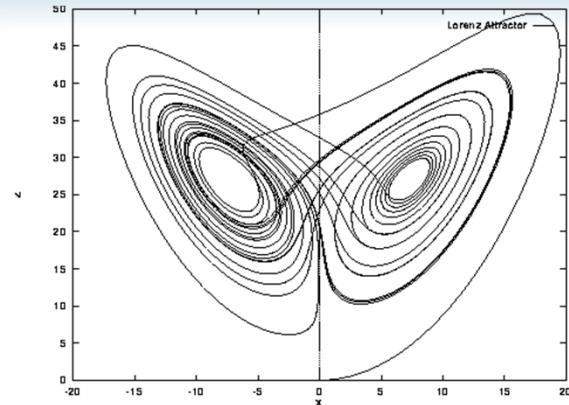
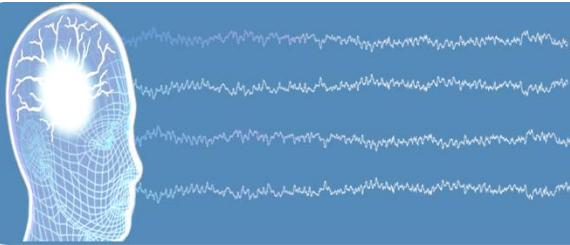
- سیگنالی که توسط یک سیستم آشوبی تولید می‌شود.
- سیستم آشوبی: یک سیستم یقینی که به شرایط اولیه بسیار حساس است. یعنی با تغییر کوچک در شرایط اولیه، مسیر حالت قابل پیش‌بینی نیست (البته از روی معادلات حالت می‌توان آن را تعیین کرد).

The Lorenz equation

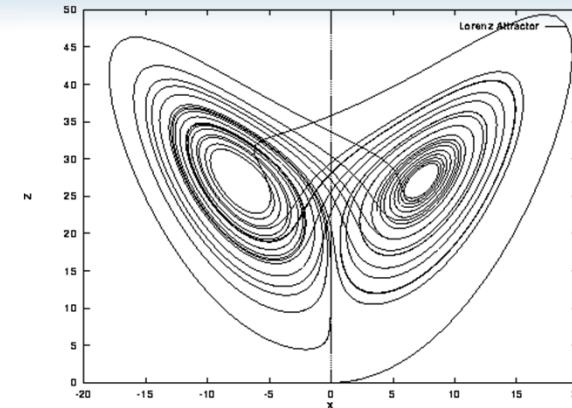
$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= \sigma(y - x) \\ \frac{dy}{dt} &= rx - y - xz \\ \frac{dz}{dt} &= xy - bz\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -10(x - y) \\ \frac{dy}{dt} &= -xz + 28x - y \\ \frac{dz}{dt} &= xy - 8z/3\end{aligned}$$

انواع سیگنال از نظر آماری

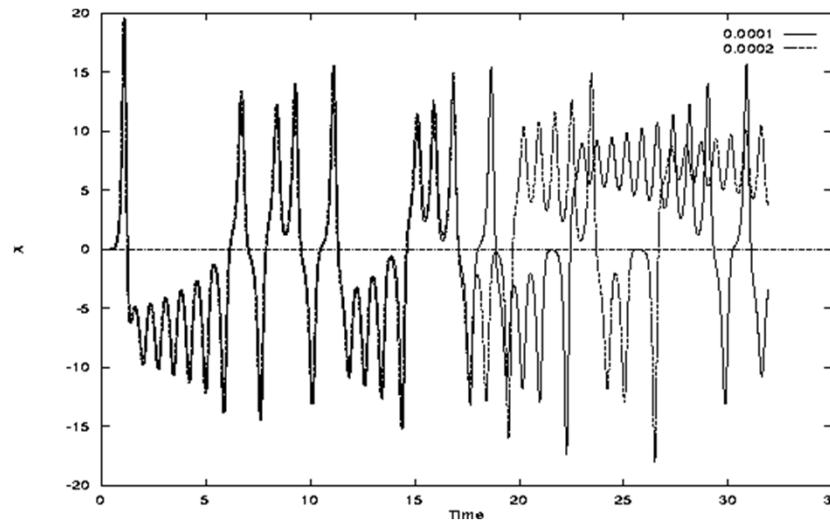


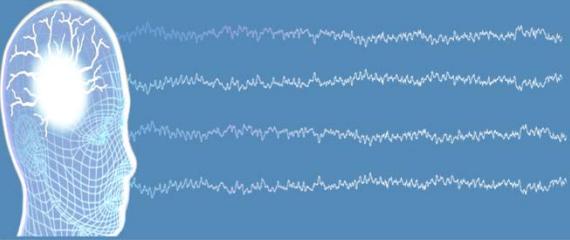
The Lorenz Attractor from the X-Z plane



The Lorenz Attractor with slightly different initial conditions

Lorenz Attractor X vs.
Time comparison



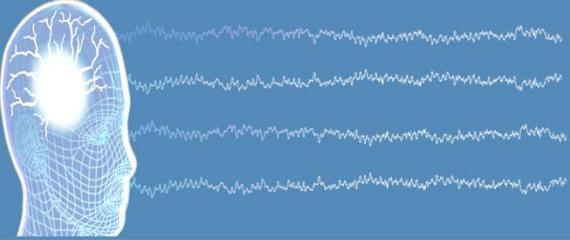


سیگنال حیاتی

○ سیگنال‌های ثبت شده زمانی، مکانی و یا زمانی-مکانی از یک فرآیند بیولوژیکی را **سیگنال حیاتی** می‌نامند.

- ✓ تپش قلب
- ✓ فعالیت‌های الکتریکی مغز
- ✓ انقباض ماهیچه‌ای
-
- ✓

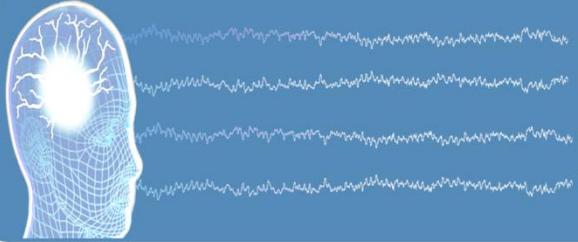
○ فعالیت‌های الکتریکی، شیمیایی و مکانیکی که در یک فرآیند بیولوژیکی روی می‌دهد، سیگنالی تولید می‌کند که معمولاً قابل اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل است. بنابراین سیگنال‌های حیاتی برای توجیه مکانیسم فیزیولوژیکی یک فرآیند بیولوژیکی اطلاعات مفیدی در اختیار ما قرار می‌دهند.



سیگنال حیاتی

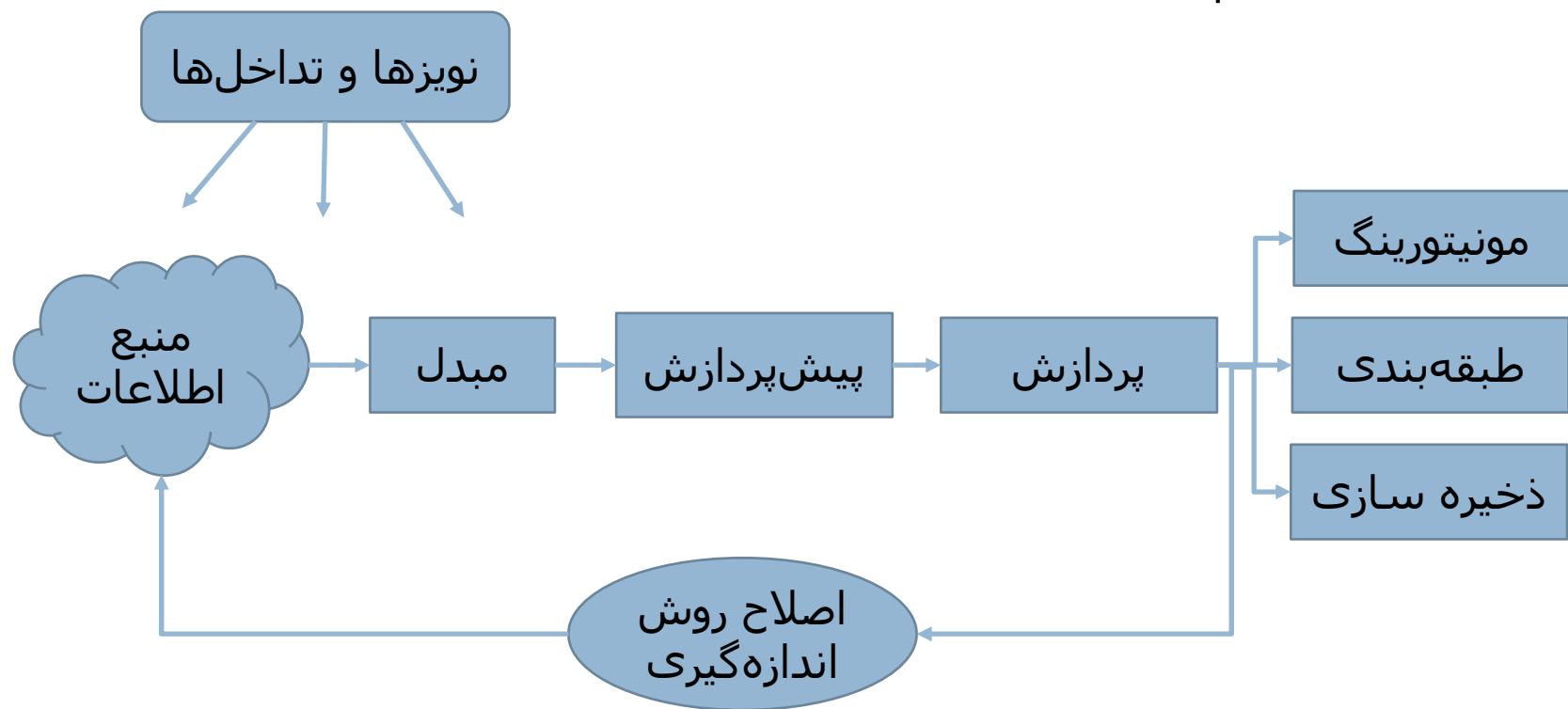
- سیگنال حیاتی، سیگنال یقینی نیست:
- حتی برای یک انسان سالم و در حالت استراحت هم، دو پالس متوالی از سیگنال قلبی کاملاً شبیه هم نیستند. سیگنال قلبی کاملاً پریودیک نیز نیست.
- سیگنال EEG برآیندی از فرآیندهای الکتروشیمیایی تعداد زیادی نورون است. به هیچ وجه به صورت یک سیگنال یقینی نیست.
- سیگنال‌های حیاتی را تصادفی یا آشوبی در نظر می‌گیرند.
- سیگنال الکتروانسفالوگرام (EEG) را نیز تصادفی یا آشوبی در نظر می‌گیرند.

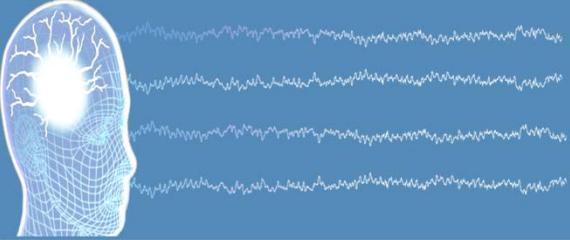
پردازش سیگنال



○ هدف پردازش سیگنال، استخراج اطلاعاتی از سیگنال است. در واقع اطلاعات راجع به سیستمی که آن سیگنال را به وجود آورده است.

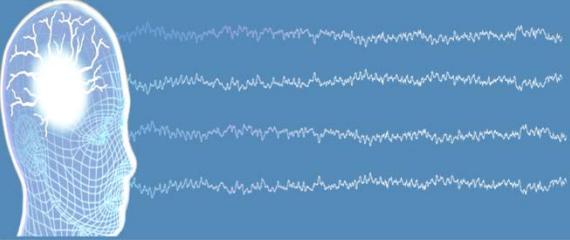
○ نمای کلی یک سیستم اندازه‌گیری و تشخیص





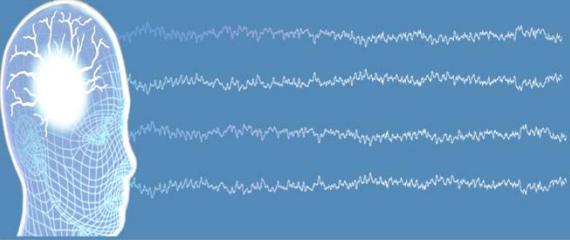
پردازش سیگنال

- اهداف کلی پردازش سیگنال:
- حذف مولفه‌های ناخواسته و نویزها از سیگنال
- استخراج اطلاعات با ارائه آنها به یک فرم روشن و قابل استفاده
- پیشگویی مقادیر آینده سیگنال
- طبقه‌بندی سیگنال‌ها
- تعیین تا亨جاري‌ها



پردازش سیگنال‌های حیاتی

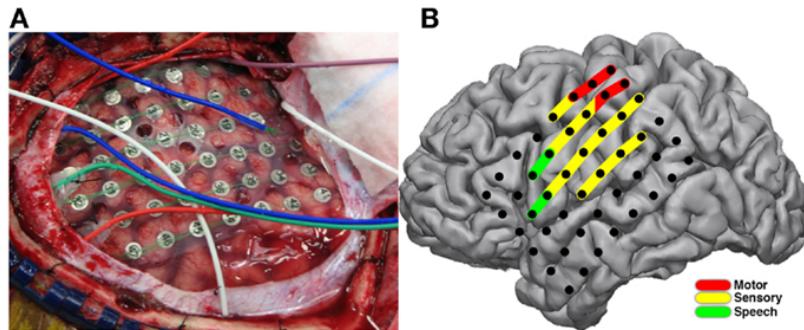
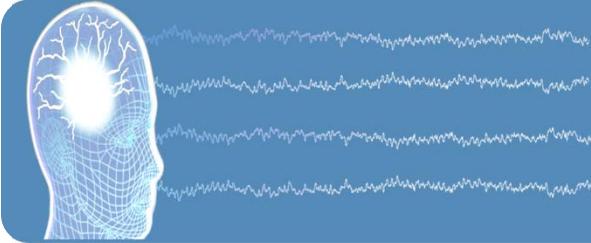
- مشکلات کار با سیگنال‌های حیاتی:
- یک سیستم زنده بیولوژیکی یک سیستم بسیار پیچیده است که از قوانینی (بیوشیمی، فیزیک و شیمی) پیروی می‌کند که به طور کامل شناخته شده نیستند.
- بر خلاف سیستم‌های فیزیکی، معمولاً سیستم‌های بیولوژیکی را نمی‌توان تجزیه کرد به گونه‌ای که زیر سیستم‌ها را بتوان به‌طور جداگانه مانیتور و بررسی کرد.
- سیگنال‌های حیاتی اغلب سیگنال‌هایی با دامنه کوچک هستند و ذاتاً به نویز تولید شده توسط سیستم‌های مجاور آغشته شده‌اند.
- معمولاً به طور دقیق نمی‌دانیم سیگنال‌های حیاتی در چه شرایطی ثبت شده‌اند.
- سیستم‌های ثبت سیگنال‌های حیاتی باید به گونه‌ای باشند که تا حد ممکن در سیستم تحریبی ایجاد نکنند و یا دردی تولید نکنند (غیر تهاجمی).
- در پردازش سیگنال‌های حیاتی باید اطلاعات اصلی سیگنال حفظ شود. چون این سیگنال‌ها اغلب برای تشخیص ناهنجاری‌های پاتوبیولوژیکی استفاده می‌شوند، بنابراین نباید تقویت، فیلتر کردن و تبدیل آنالوگ به دیجیتال باعث تغییر و حذف اطلاعات شود.
- عدم وجود استاندارد طلایی



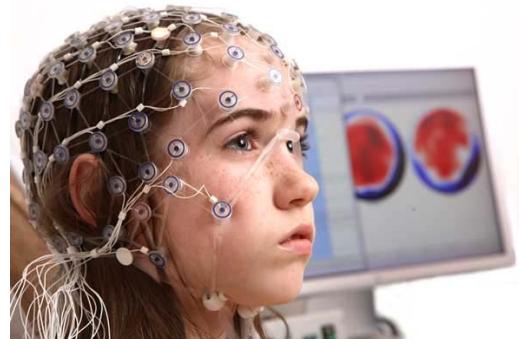
پردازش سیگنال‌های حیاتی

- مراحل پردازش سیگنال‌های حیاتی:
 - جدا کردن سیگنال مطلوب از ترکیب سیگنال‌ها و نویز
 - استخراج پارامترهای مفید (ویژگی‌های) سیگنال
 - استفاده از پارامترهای استخراج شده برای تفسیر، طبقه‌بندی و تشخیص‌های پزشکی
- پردازش در چه حوزه‌ای انجام می‌شود?
 - حوزه زمان
 - حوزه تبدیل: مانند تبدیل فرکانسی، تبدیل زمان-فرکانس، تبدیل کپستروم
 - حوزه ویژگی

ادواع سیگنال‌های حیاتی



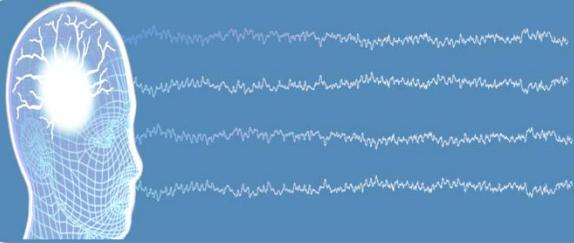
- از نظر روش ثبت سیگنال:
Invasive



- ثبت غیرتھاجمی یا **Non-invasive**

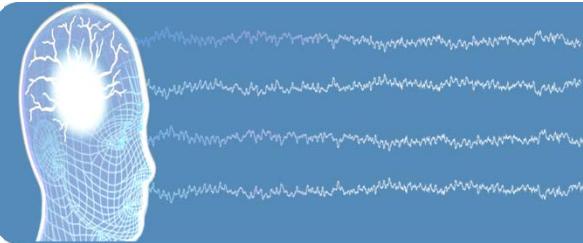
↖ هنر این است که به صورت غیرتھاجمی بتوان اطلاعات را به دست آورد.

ادواع سیگنال‌های حیاتی



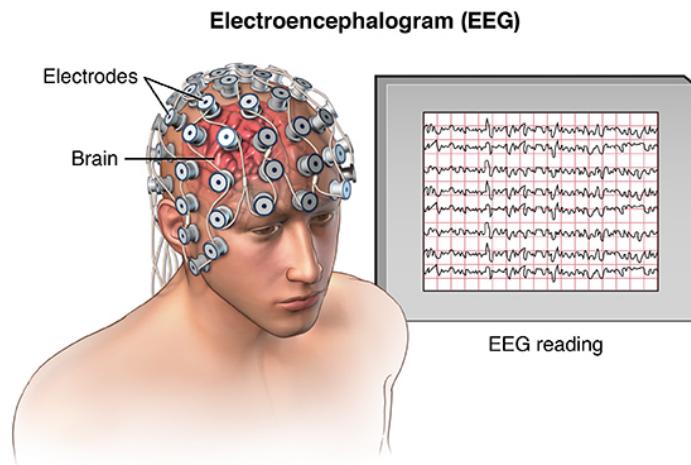
- از نظر ارگان مولد سیگنال:
 - سیگنال با منشأ الکتریکی
 - سیگنال با منشأ مغناطیسی
 - سیگنال با منشأ امپدانس
 - سیگنال صوتی
 - سیگنال با منشأ مکانیکی
 - سیگنال با منشأ شیمیایی
 - سیگنال با منشأ نور
- مغز
- قلب
- ماهیچه
- معده
- چشم
- سیستم تنفسی
- زانو
- سیگنال الکتروانسفالوگرام: سیگنال ثبت شده از **مغز** به صورت **غیرتهراجمی** با منشأ الکتریکی

الکتروانسفالوگرام



◦ الکتروانسفالوگرافی (EEG)

- ثبت فعالیت‌های الکتریکی مغز به صورت غیرت‌باجمی با استفاده از الکترودهای سطحی



- سیگنال‌های مغزی ثبت شده:

◦ الکتروانسفالوگرام (EEG)

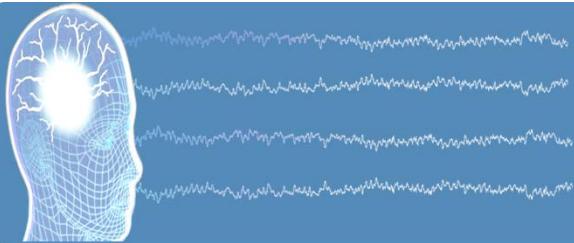
◦ Electroencephalographic signals

- نوار مغزی

الكتروэнسفالوغرام

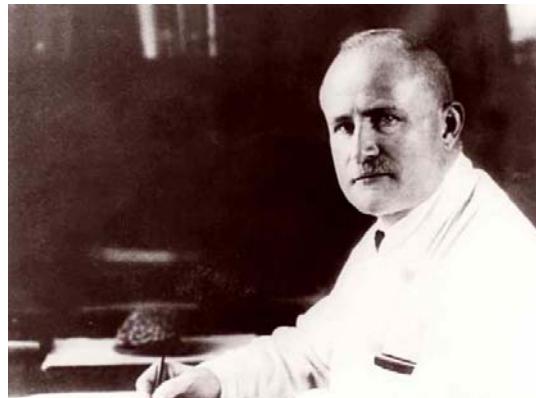
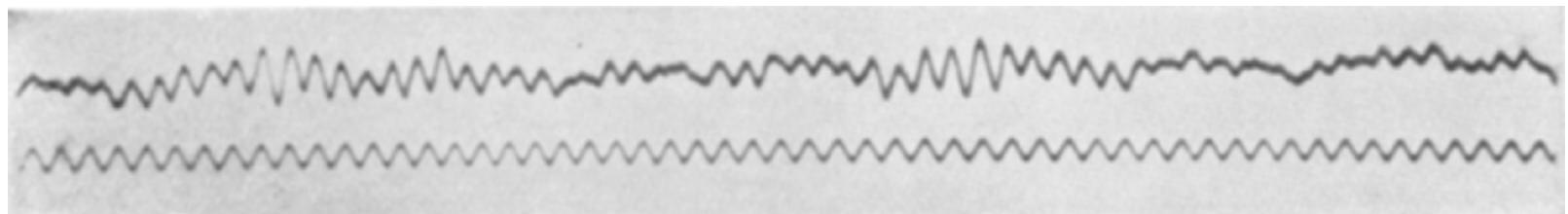


تاریخچه



۱۸۷۵: مشاهده فعالیت الکتریکی مغزی خرگوش و میمون

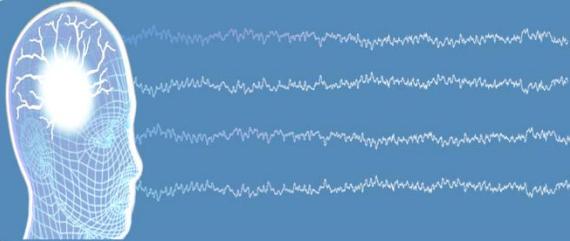
۱۹۲۴: ثبت اولین سیگنال مغزی از انسان



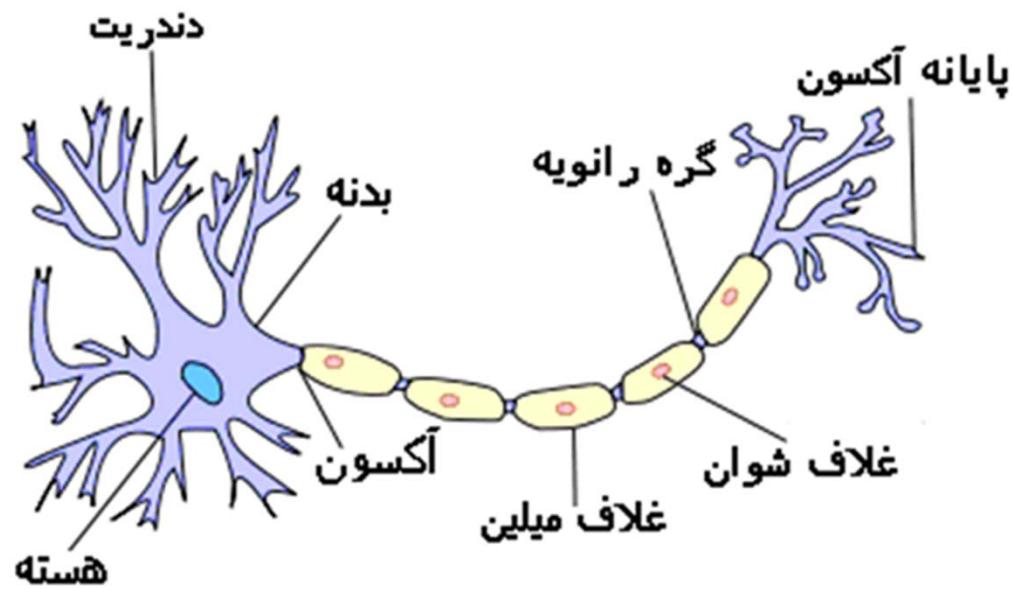
۱۹۳۴: ثبت سیگنال‌های صرعی

۱۹۵۳: سیگنال‌های مغزی در زمان خواب

نورون



○ یک سلول عصبی (نورون):

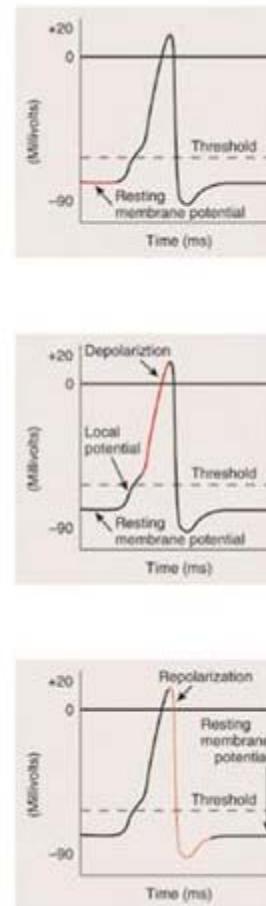
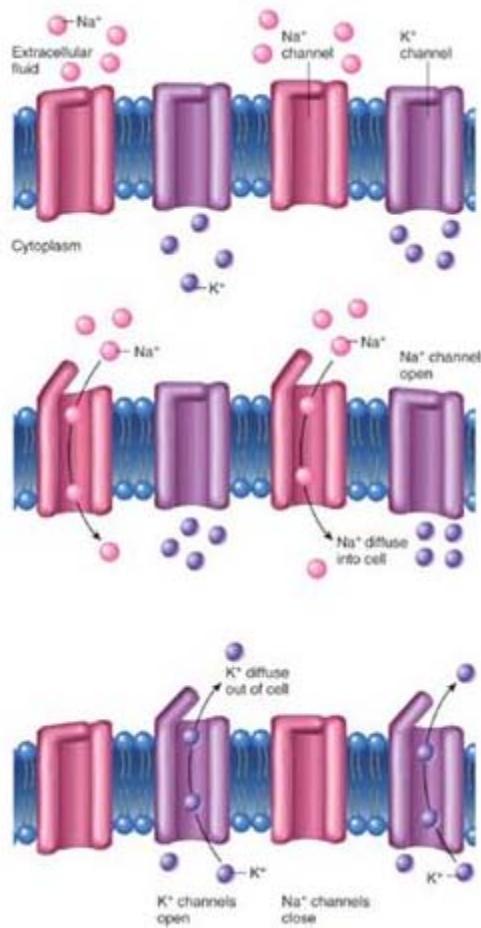


○ پیام‌های عصبی به وسیله پتانسیل عمل (Action Potential)، یعنی تغییر سریع پتانسیل غشاء که به سرعت در طول غشای فیبر عصبی گسترش می‌یابد، منتقل می‌شوند.

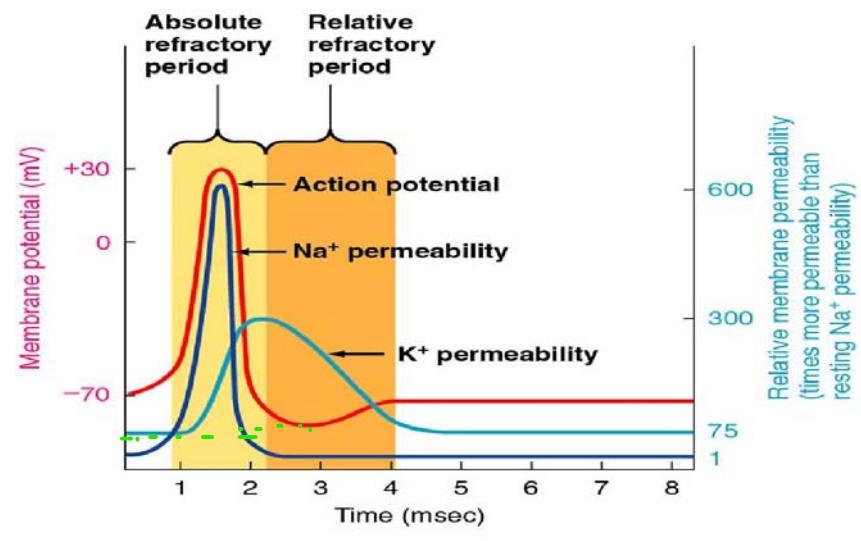


پتانسیل عمل (Action Potential)

- تحریک سلول سبب تغییرات برگشت‌پذیری در پتانسیل غشا می‌شود که پتانسیل عمل نامیده می‌شود.



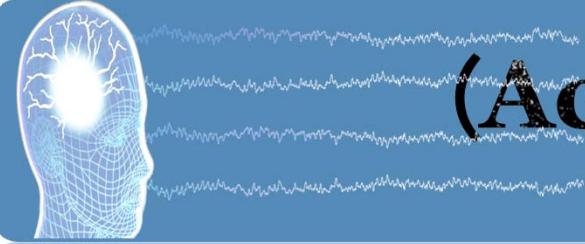
لواین بازه‌های شد دوباره تحریک نمی‌شوند





پتانسیل عمل (Action Potential)

- هنگامی که یک پتانسیل عمل تولید می‌شود، میدان الکتریکی داخلی تولید شده به قدر کافی قوی است تا غشا سلول‌های همسایه را تحریک کند. پتانسیل عمل در یک جهت منتشر می‌شود و نمی‌تواند برگردد. چون حد آستانه غشایی که اخیراً تحریک شده است، آنقدر زیاد است که نمی‌تواند مجدداً تحریک شود.
- پتانسیل عمل تولید شده توسط یک سلول را می‌توان با یک میکروالکترود که در سلول داخل شده و یک الکترود مرجع که در مایع بین سلولی قرار گرفته، اندازه‌گیری کرد.
- میکروالکترود باید امپدانس ورودی بالایی داشته باشد و از یک تقویت‌کننده با نویز بسیار کم استفاده شود.
- محدوده پتانسیل عمل معمولاً 100 میلی ولت و پهنای باند آن 2 کیلوهرتز است.



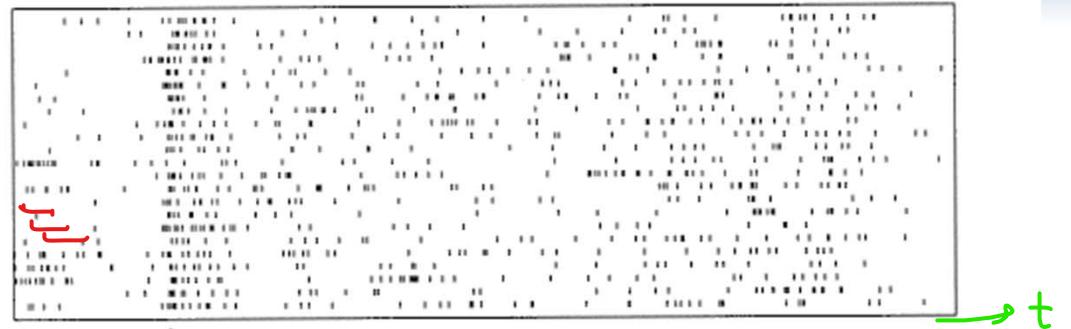
پتانسیل عمل (Action Potential)

- معمولاً شکل پتانسیل عمل مهم نیست، بلکه اطلاعات در فاصله زمانی بین اسپایک‌ها است (Interspike interval).
- در واقع نورون به صورت یک مبدل تحریک به فرکانس (Stimulus-frequency) عمل می‌کند.
Firing rate ⇔
- اگر پتانسیل‌های عمل از بیشتر از یک سلول توسط الکترود ثبت شده باشند (ثبت خارج سلولی):
Multispike train analysis ⇔
- در ثبت خارج سلولی پتانسیل‌های عمل تولید شده توسط نورون‌های مختلف را با داشتن شکل موج آنها دسته‌بندی می‌کنیم: Spike sorting

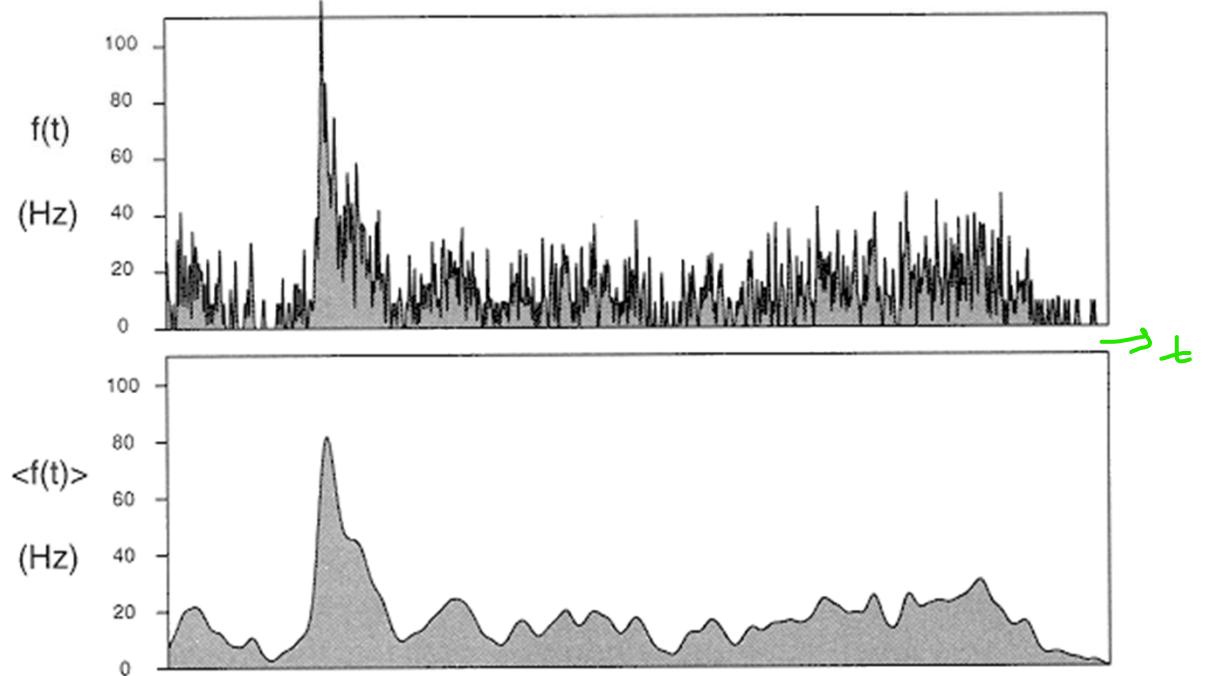


دتا نسیل عمل (Action Potential)

- Raster plot



- Firing Rate

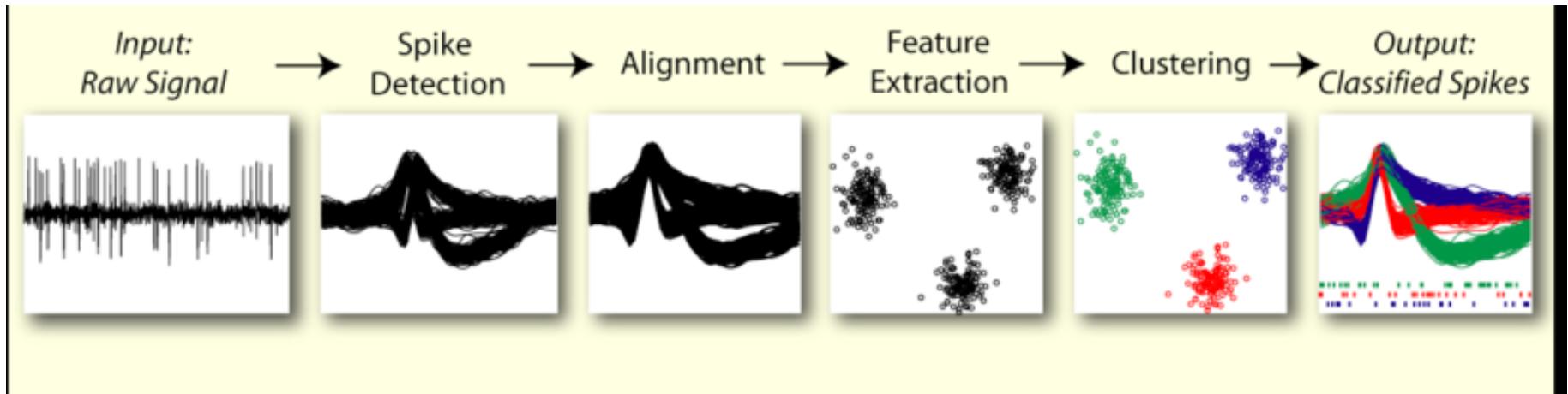


رایت نورون



دتا نسیل عمل (Action Potential)

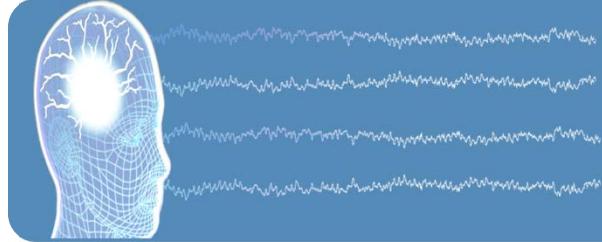
- Spike Sorting



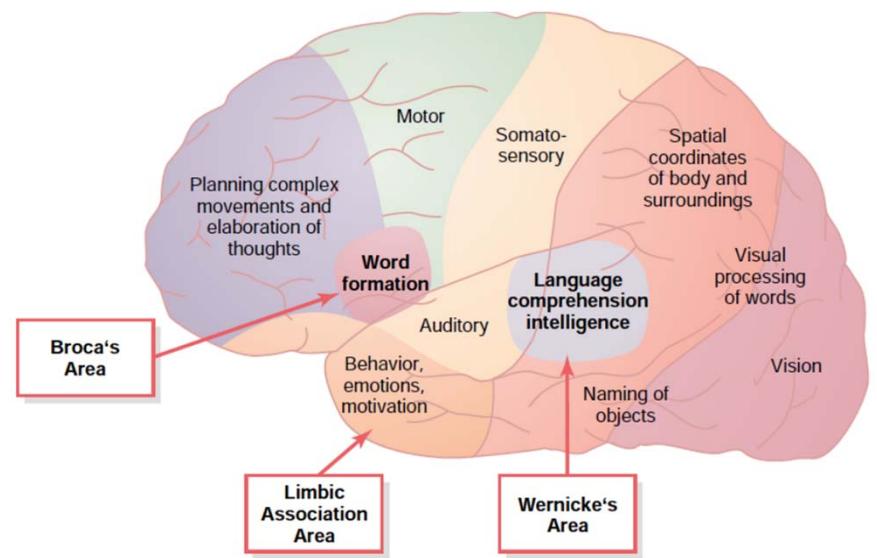
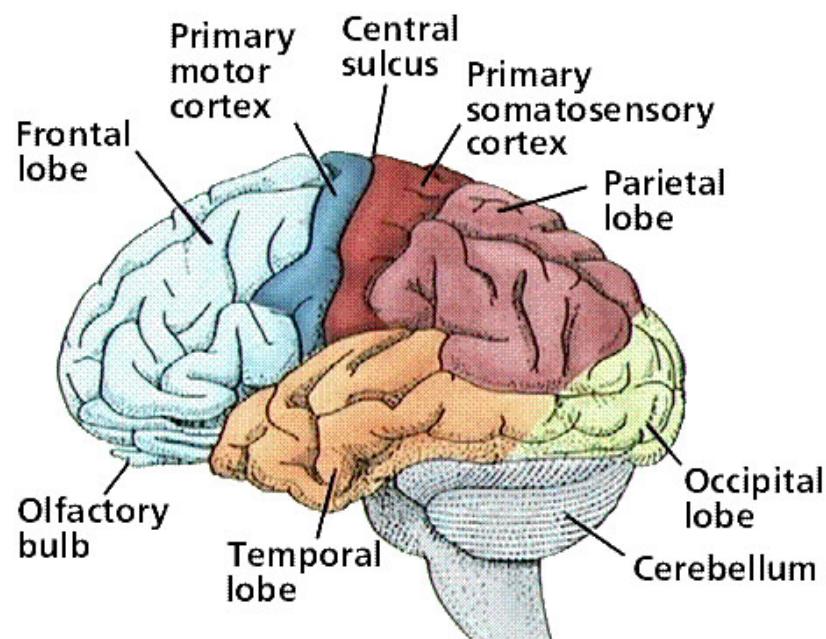
تشخیص (detection)

استخراج ویژگی و خوشبندی

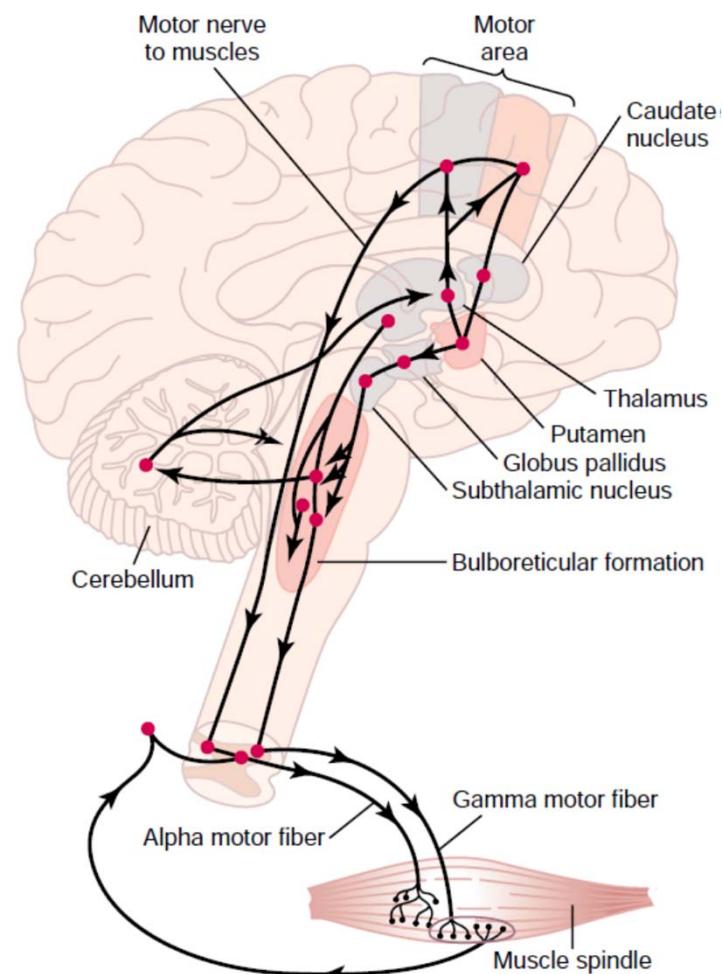
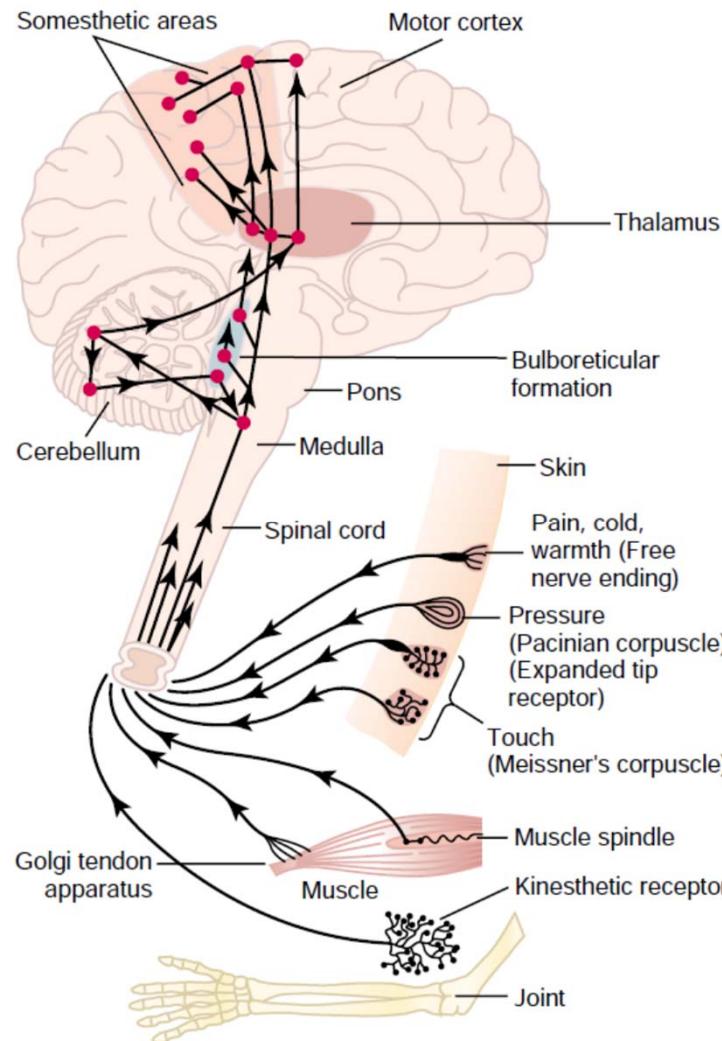
محاسبه firing rate

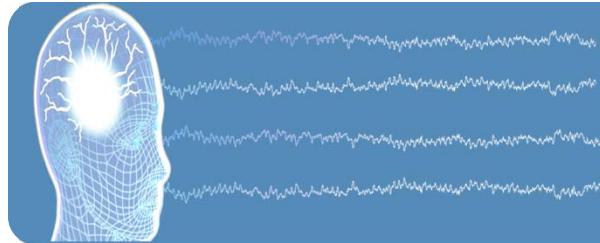


ج

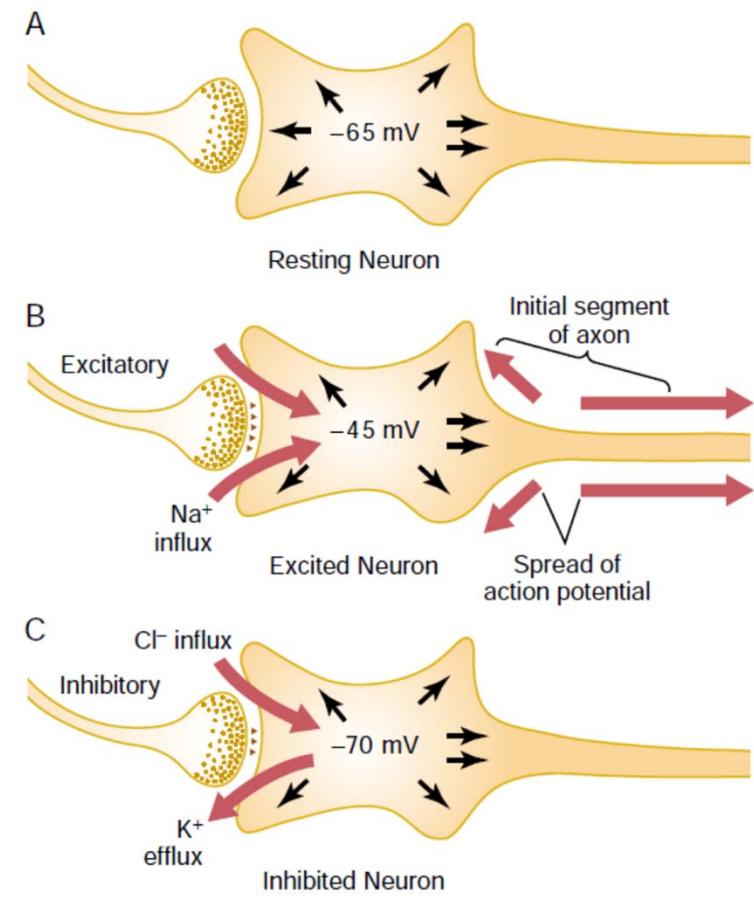
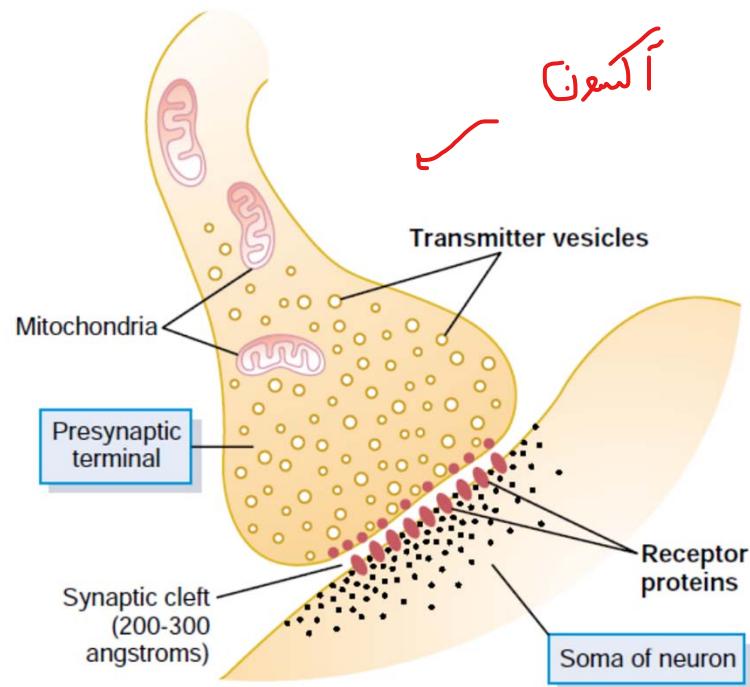


معز



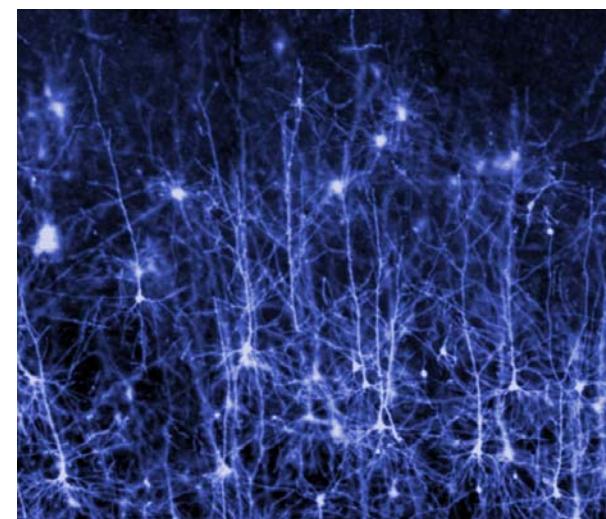
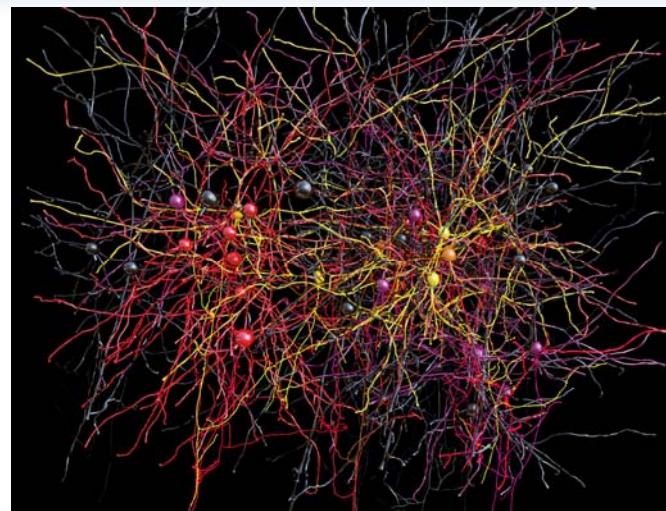
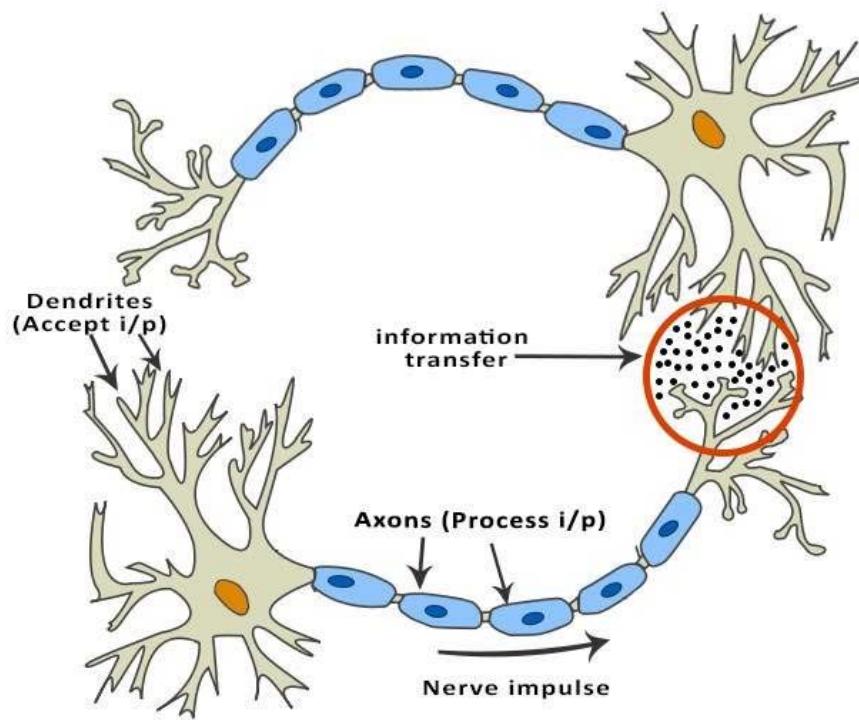


معز

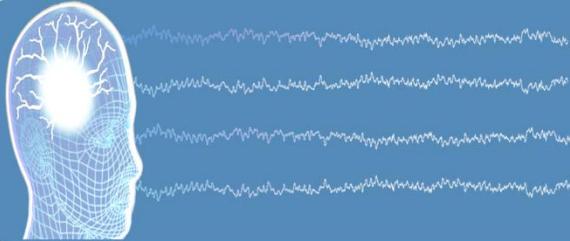




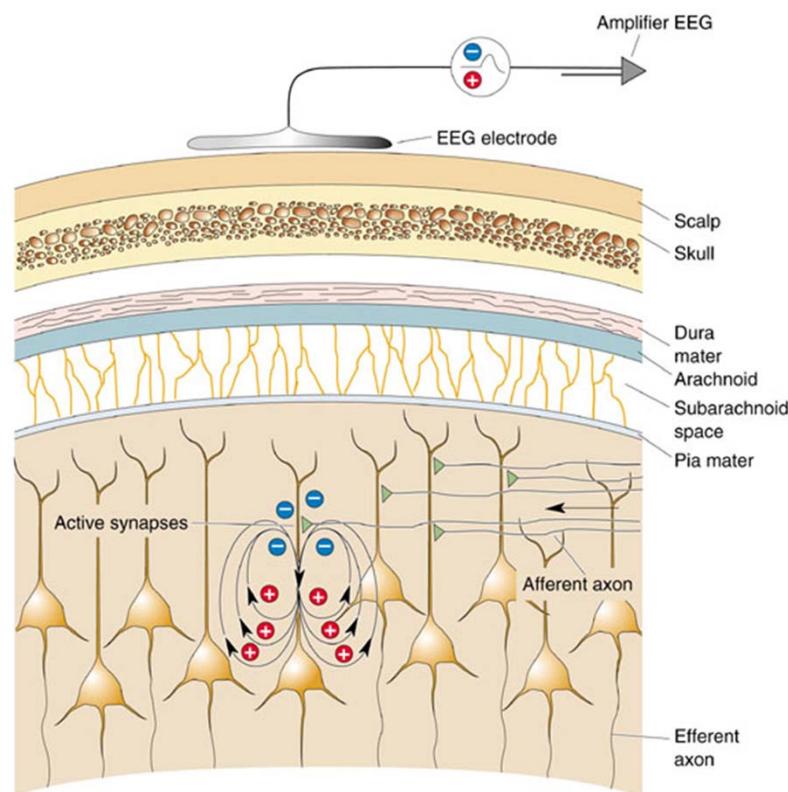
معز



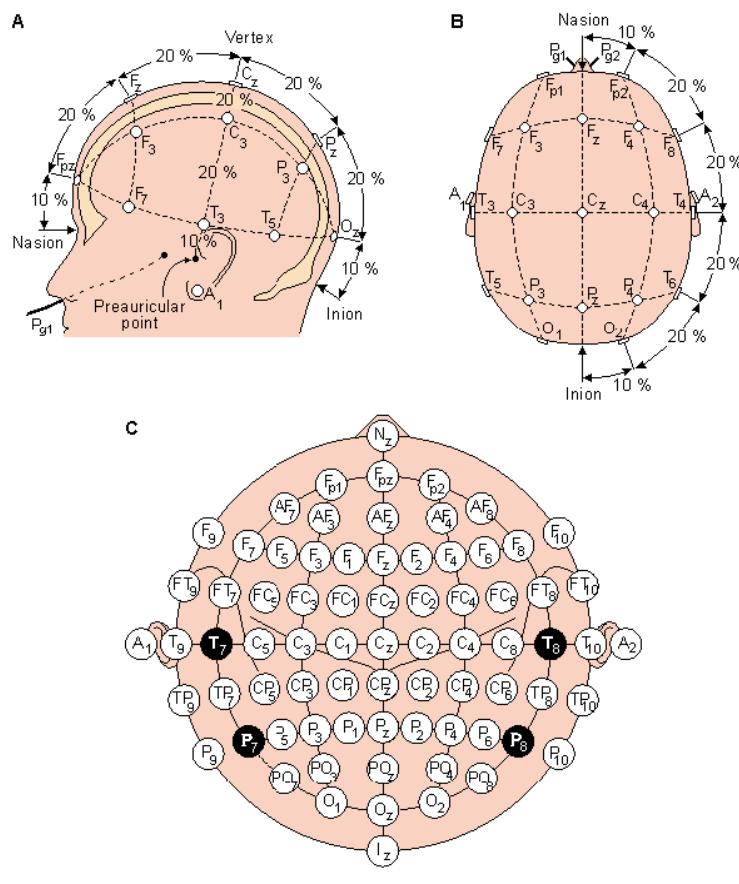
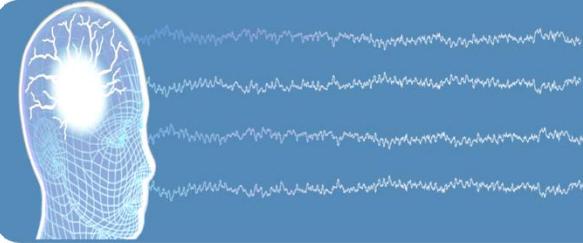
الکتروانسفالوگرام



- الکتروانسفالوگرام (Electroencephalogram)
- ثبت فعالیت‌های الکتریکی مغز به صورت غیرتهابی با استفاده از الکترودهای سطحی



ثبت EEG



○ سیستم‌های بین‌المللی ثبت EEG

○ سیستم ۱۰-۲۰

○ سیستم ۱۰-۱۰

○ سیستم ۱۰-۵

○ مکان الکترودها:

: پیشانی یا (F) ○

: مرکزی یا (C) ○

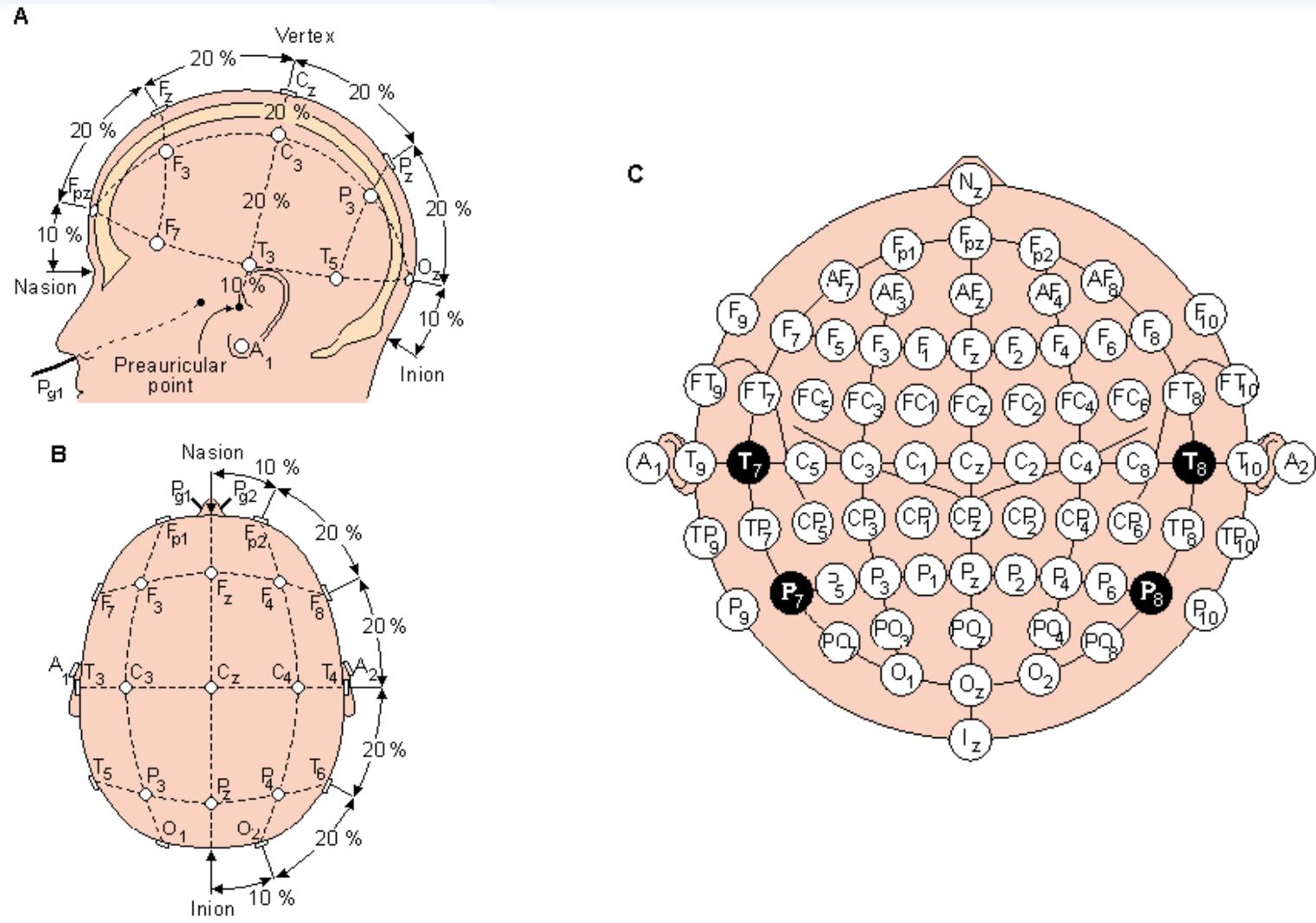
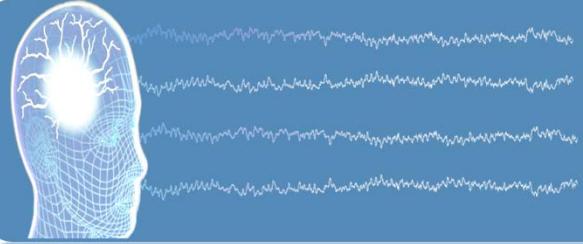
: گیجگاهی یا (T) ○

: آهیانهای یا (P) ○

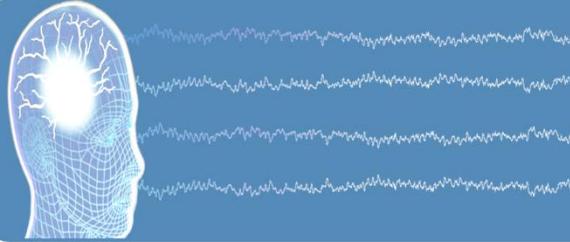
: پس سری یا (O) ○

○ سمت راست، چپ و مرکز سر به ترتیب اعداد زوج، فرد و Z

EEG ثبت



ثبت EEG



○ تعداد الکترودها:

۳۲-۶۰

۲۵۶، ۱۲۸، ۶۴۰

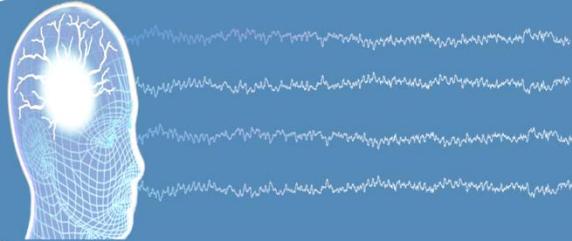
○ مدهای ثبت:

○ تکقطبی (Unipolar)

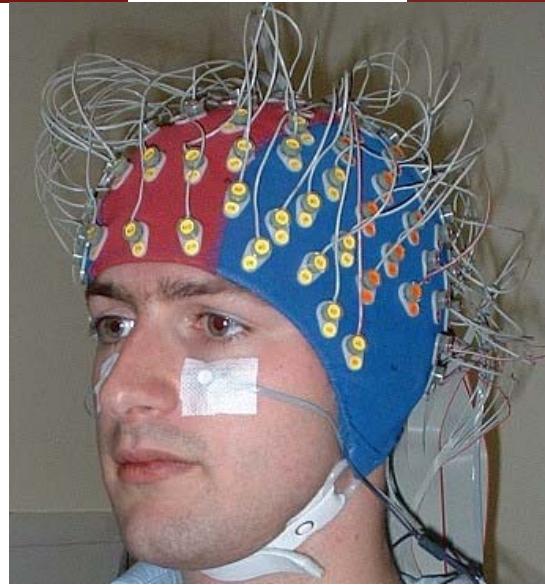
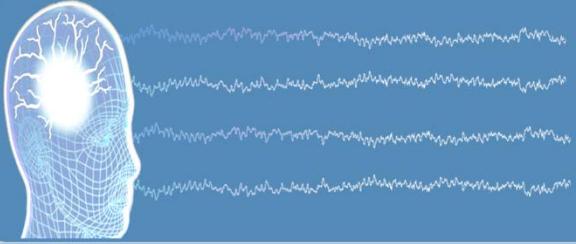
○ میانگین به عنوان مرجع (Averaging reference)

○ دوقطبی (Bipolar)

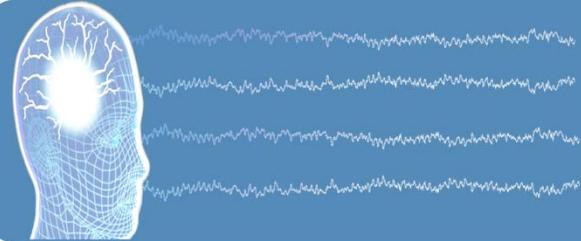
EEG ثبت



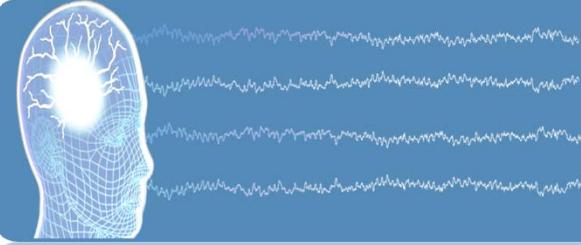
EEG ثبت



الکتروانسفالوگرام



- ثبت فعالیت خودبهخودی مغز که نتیجه میدان الکتریکی تولید شده توسط مغز است بدون اختصاص دادن وظیفه خاصی به فرد
- پتانسیل‌های برانگیخته (Evoked Potentials): ثبت پتانسیل‌های تولید شده توسط مغز در اثر یک تحریک خاص (مانند فلاش نور)



کاربردهای EEG

◦ بیماری‌ها و ضایعات مغزی مانند:

◦ صرع، پارکینسون، افسردگی، بیماری‌های روانی، اسکلروز چندگانه (MS)

◦ EEG در خواب:

◦ بررسی پدیده خواب و رویا و اختلالات خواب

◦ تشخیص فعالیت‌های شناختی مغز، مانند:

◦ میزان توجه و تمرکز

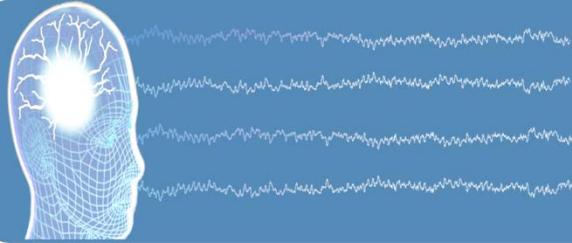
◦ رابط مغز-رایانه (BCI)

◦ تشخیص حرکات و تصورات حرکتی

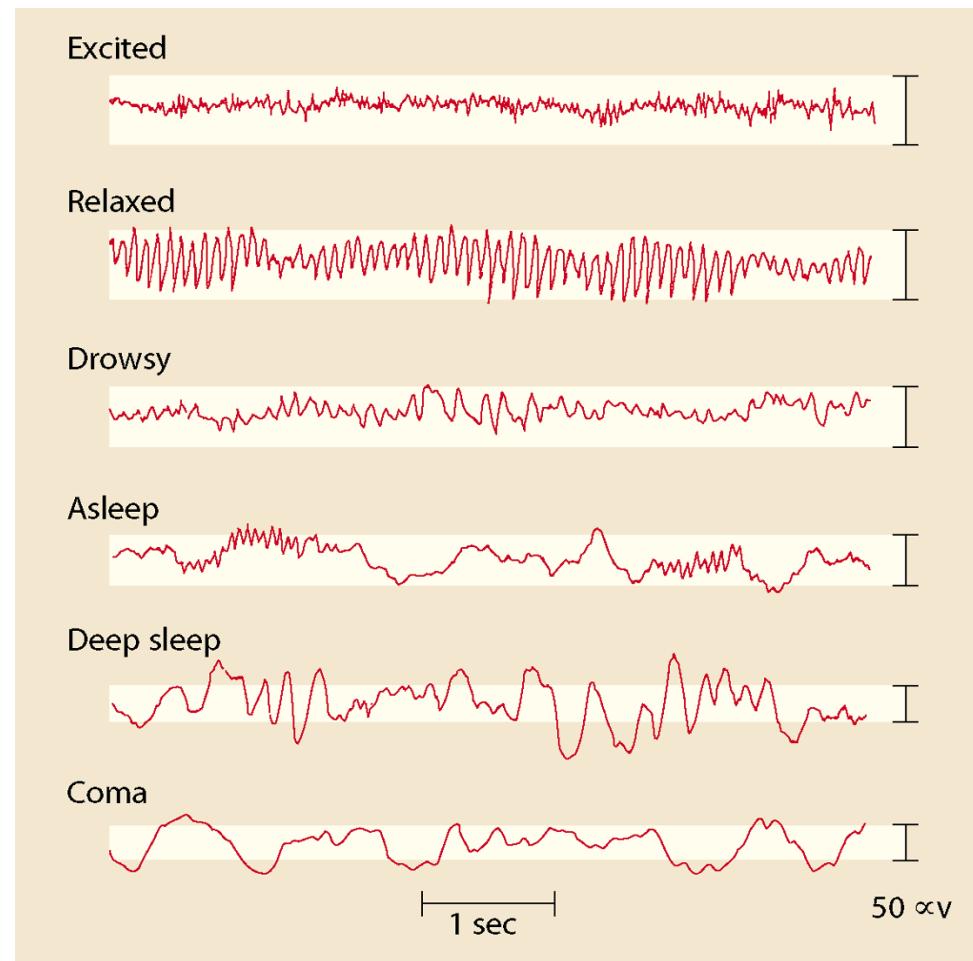
◦ تعیین عمق بیهوشی

◦ نوروفیدبک

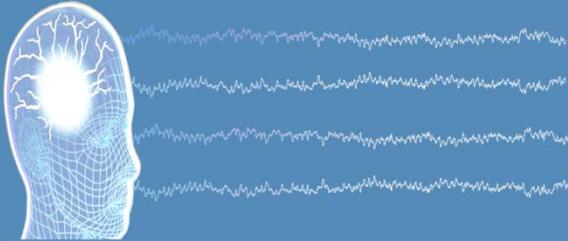
سیگنال EEG



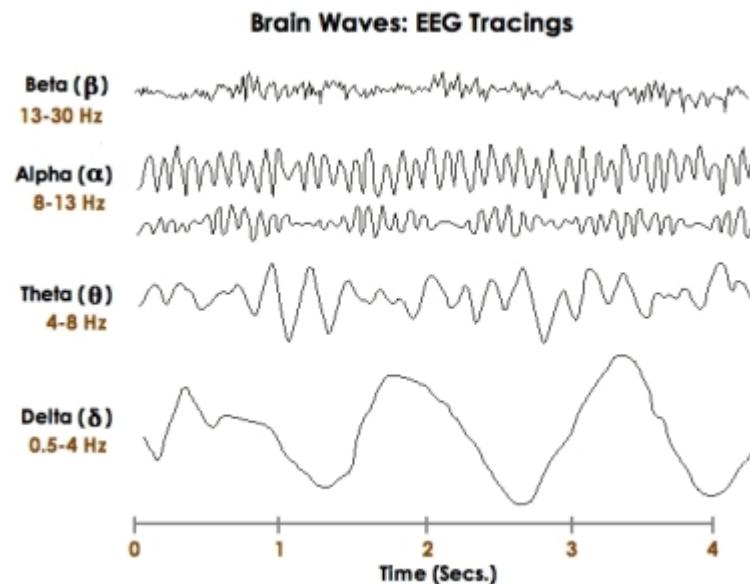
○ پتانسیل‌های EEG شاخص‌های خوبی از حالت کلی فعالیت مغزی هستند.



باندهای فرکانسی



- پهنای باند سیگنال EEG از DC تا ۱۰۰ هرتز است. بیشترین توان در محدوده ۵/۰ تا ۶ هرتز است.
- دامنه سیگنال EEG از ۲ تا ۱۰۰ میکروولت است.



- باندهای فرکانسی معروف سیگنال EEG :

- باند دلتا (Delta)

$$\delta : 0.5 - 4 \text{ Hz}$$

- باند تتا (Theta)

$$\theta : 4 - 8 \text{ Hz}$$

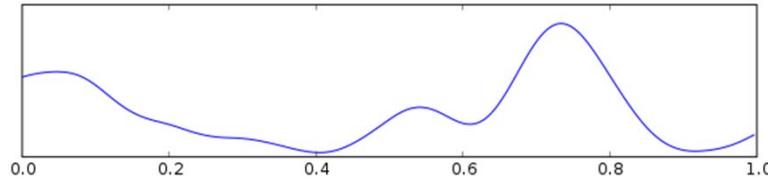
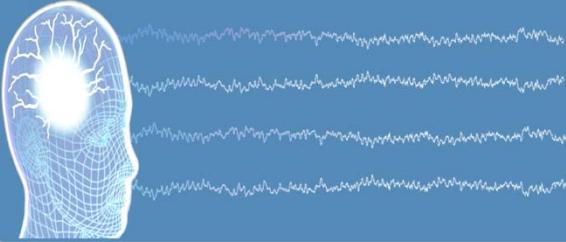
- باند آلفا (Alpha)

$$\alpha : 8 - 13 \text{ Hz}$$

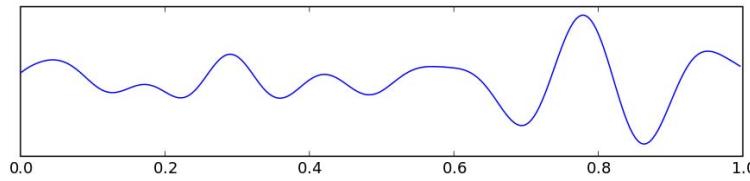
- باند بتا (Beta)

$$\beta : > 13 \text{ Hz}$$

باندهای فرکانسی

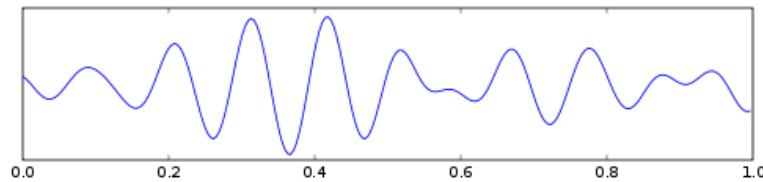
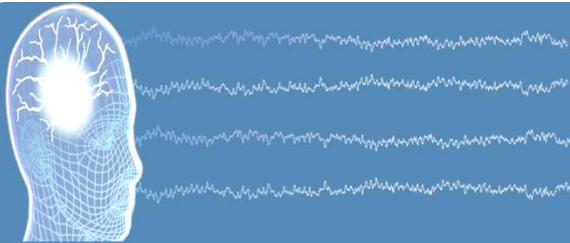


- $\delta : 0.5 - 4 \text{Hz}$ (Delta)
- نوزادان و شیرخواران
- خواب عمیق یا Slow-wave sleep
- برخی بیماری‌های وخیم مغزی، مانند: صرع لوب گیجگاهی، پارکینسون، شیزوفرنی، دیابت
- در شخص بالغ هوشیار وجود فعالیت دلتا نشان گر ناhtجاری است.



- $\theta : 4 - 8 \text{Hz}$ (Theta)
- کودکان
- افراد بالغ نرمال در حالت مراقبه، خستگی و نیمه هوشیاری
- بیشتر در ناحیه گیجگاهی و مرکزی
- ممکن است در طی پریشانی و ناامیدی نیز در افراد بالغ ایجاد شود.

باندهای فرکانسی



$\alpha : 8 - 13 \text{Hz}$

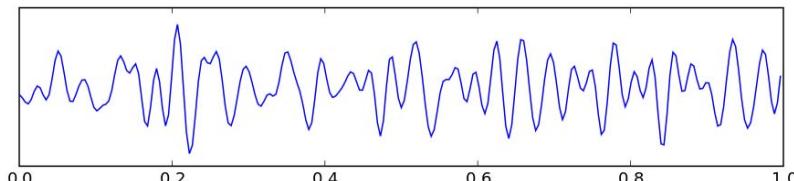
○ باند آلفا (Alpha)

○ افراد بالغ نرمال در زمان بیداری کامل، با چشمان بسته و در حالت آرامش

○ بیشتر در ناحیه پس سری

○ می‌توان آنها را از نواحی آهیانه‌ای و پیشانی نیز ثبت کرد.

○ در طی خواب عمیق امواج آلفا ناپدید می‌شوند.



$\beta : > 13 \text{Hz}$

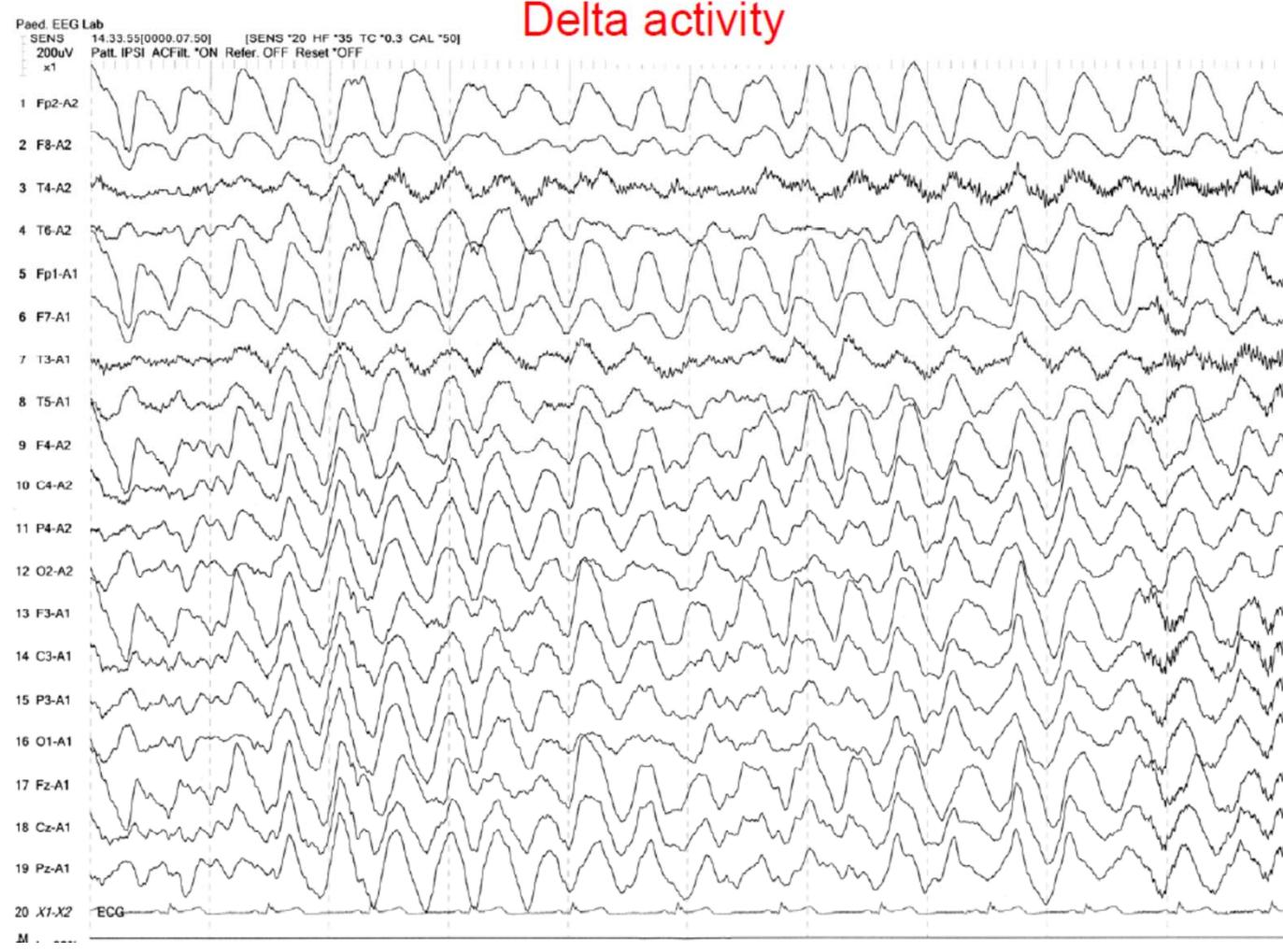
○ باند بتا (Beta)

○ افراد بالغ نرمال در طی فعالیت زیاد سیستم عصبی یا در تنفس‌های عصبی

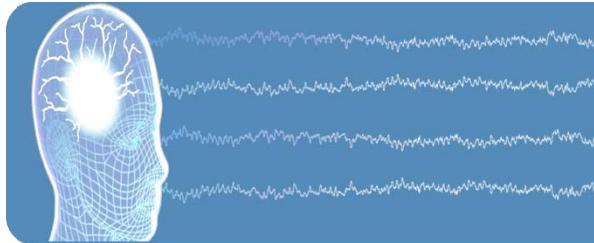
○ بیشتر در نواحی آهیانه‌ای و پیشانی

○ در زمان توجه فرد به سمت برخی از فعالیت‌های مغزی

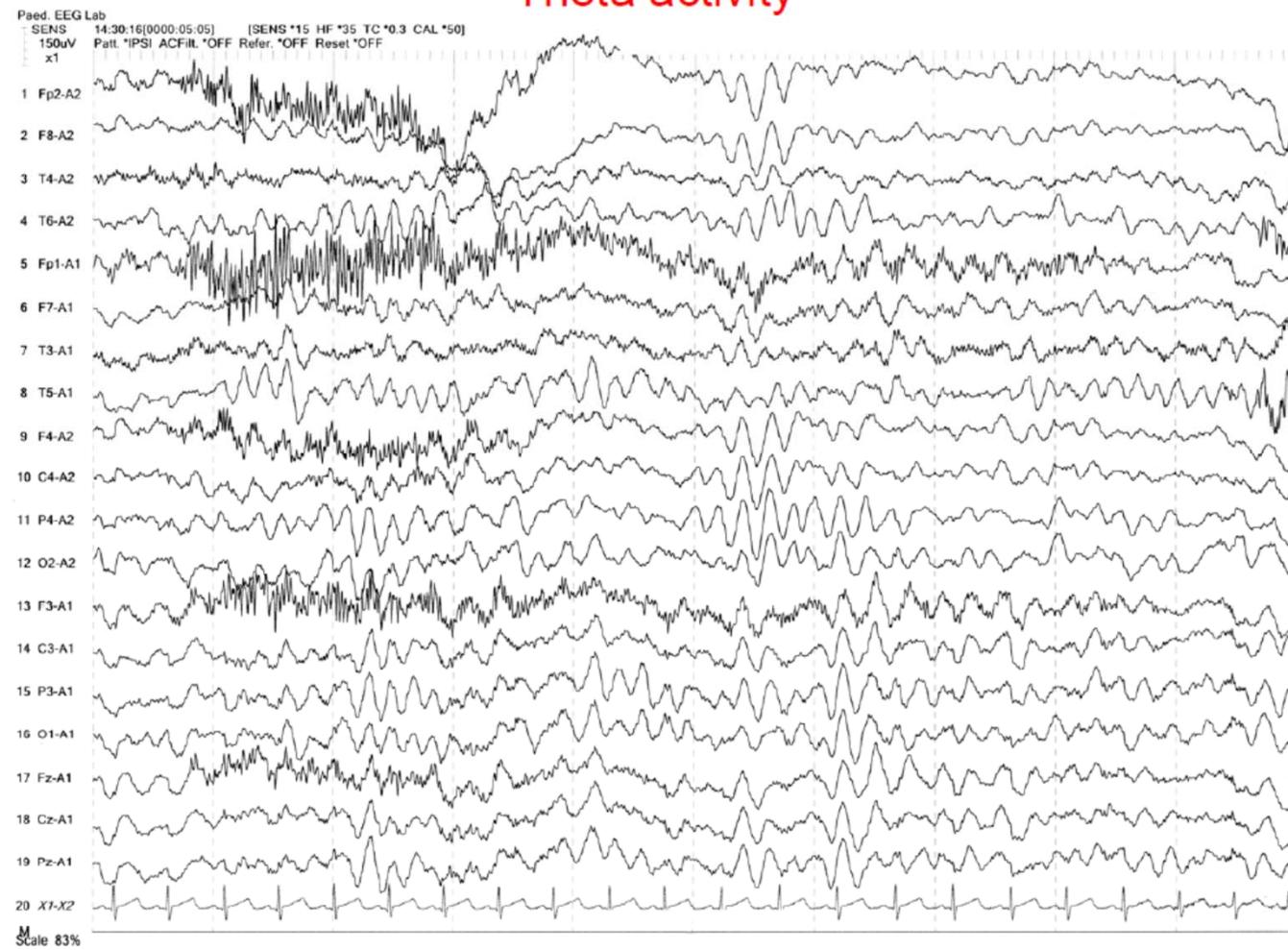
باندهای فرکانسی



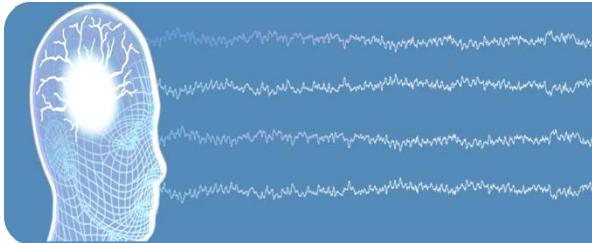
باندهای فرکانسی



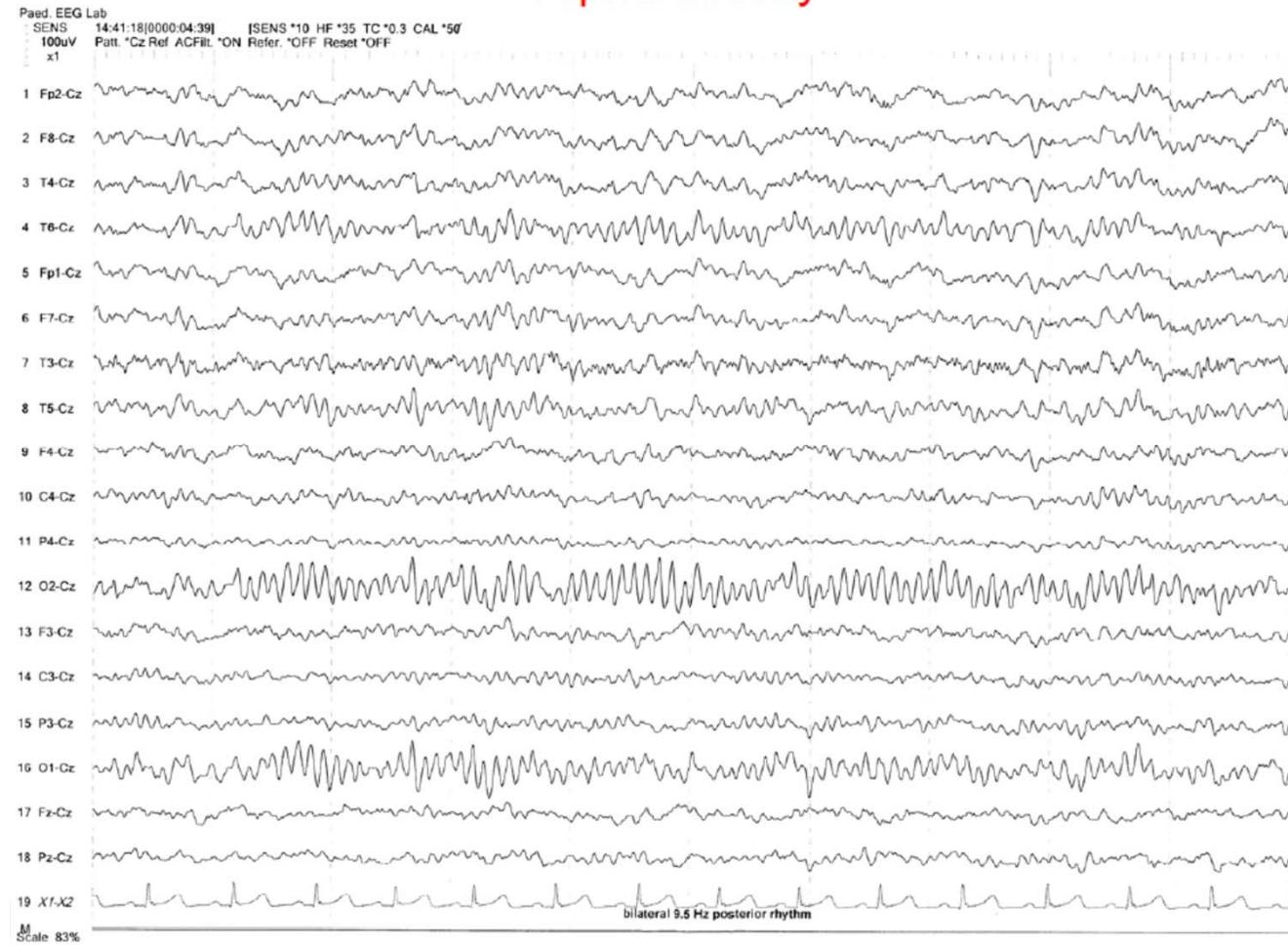
Theta activity



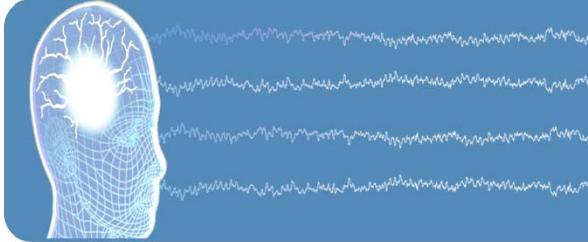
باندهای فرکانسی



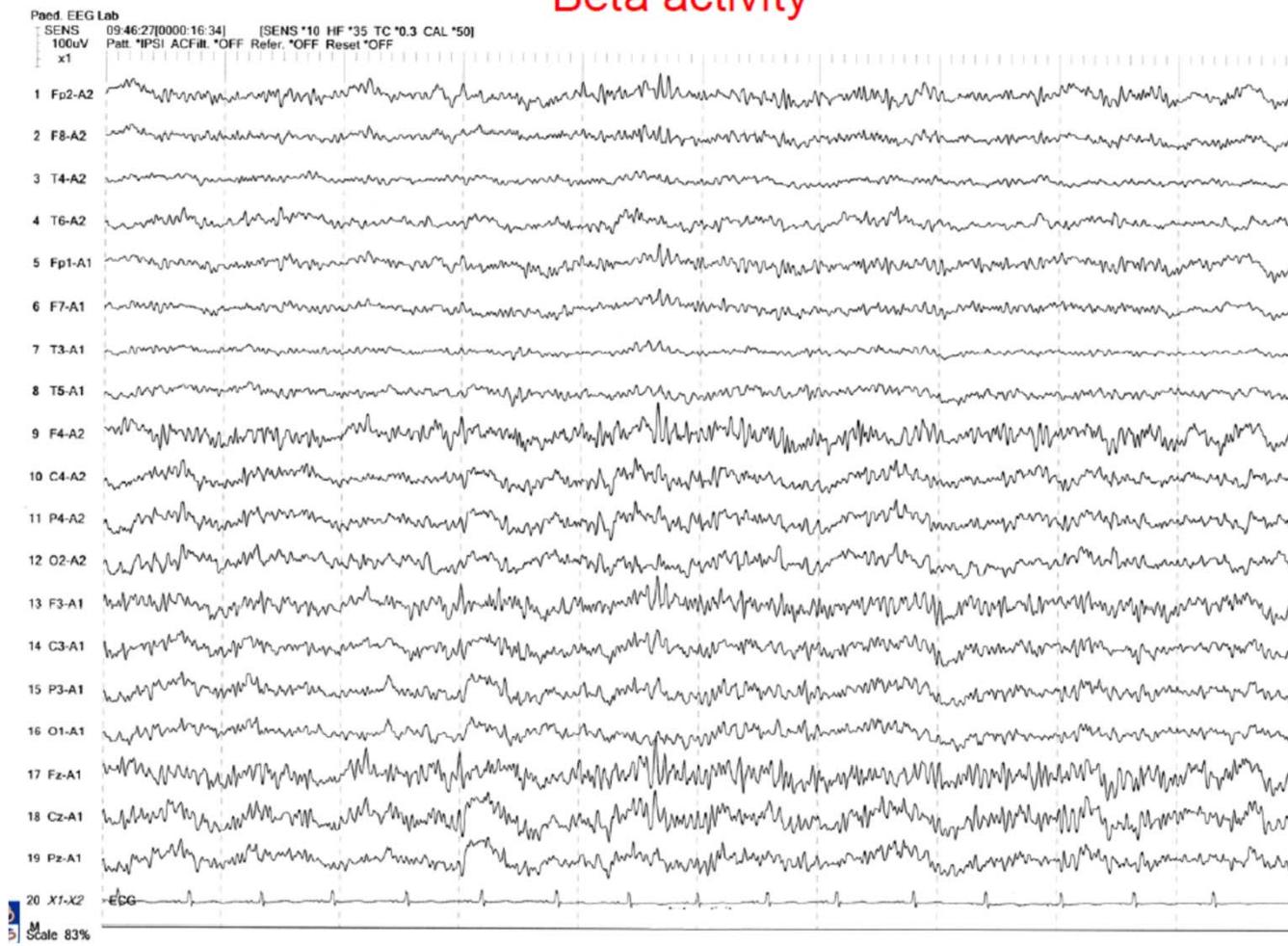
Alpha activity



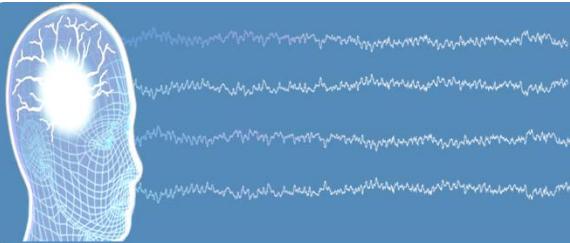
باندهای فرکانسی



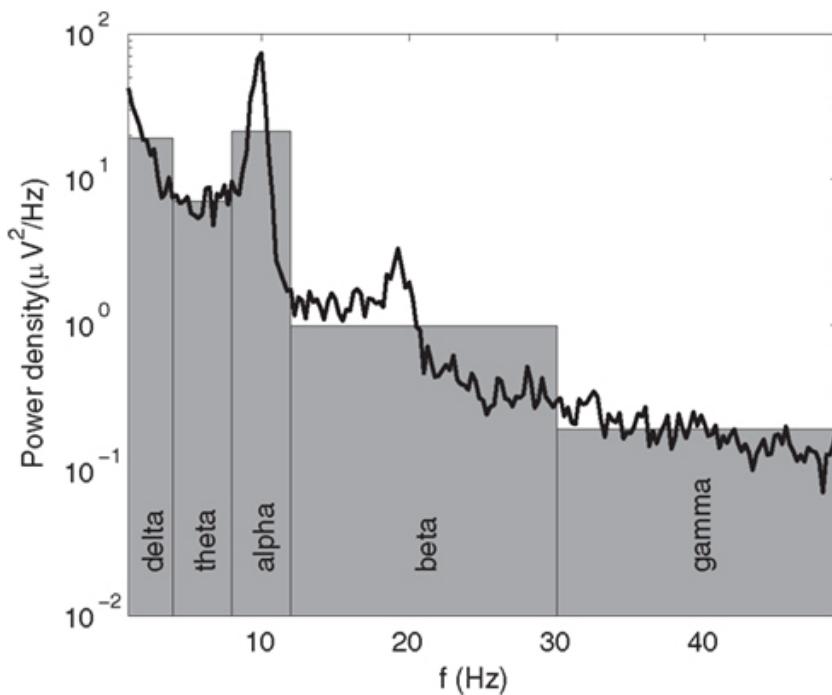
Beta activity



باندهای فرکانسی



- چگالی طیف توان سیگنال EEG به شدت با حالت‌های فیزیکی و رفتاری فرد تغییر می‌کند.
- آنالیز فرکانسی EEG یک ابزار پردازشی مهم در تشخیص ناهنجاری‌های نورولوژیکی است، مانند:



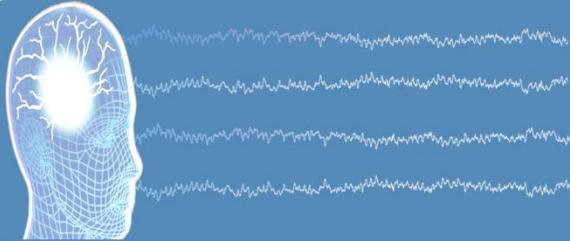
- صرع
- آسیب‌های سر
- اختلالات روانی
- اختلالات خواب

پردازش حوزه فرکانس

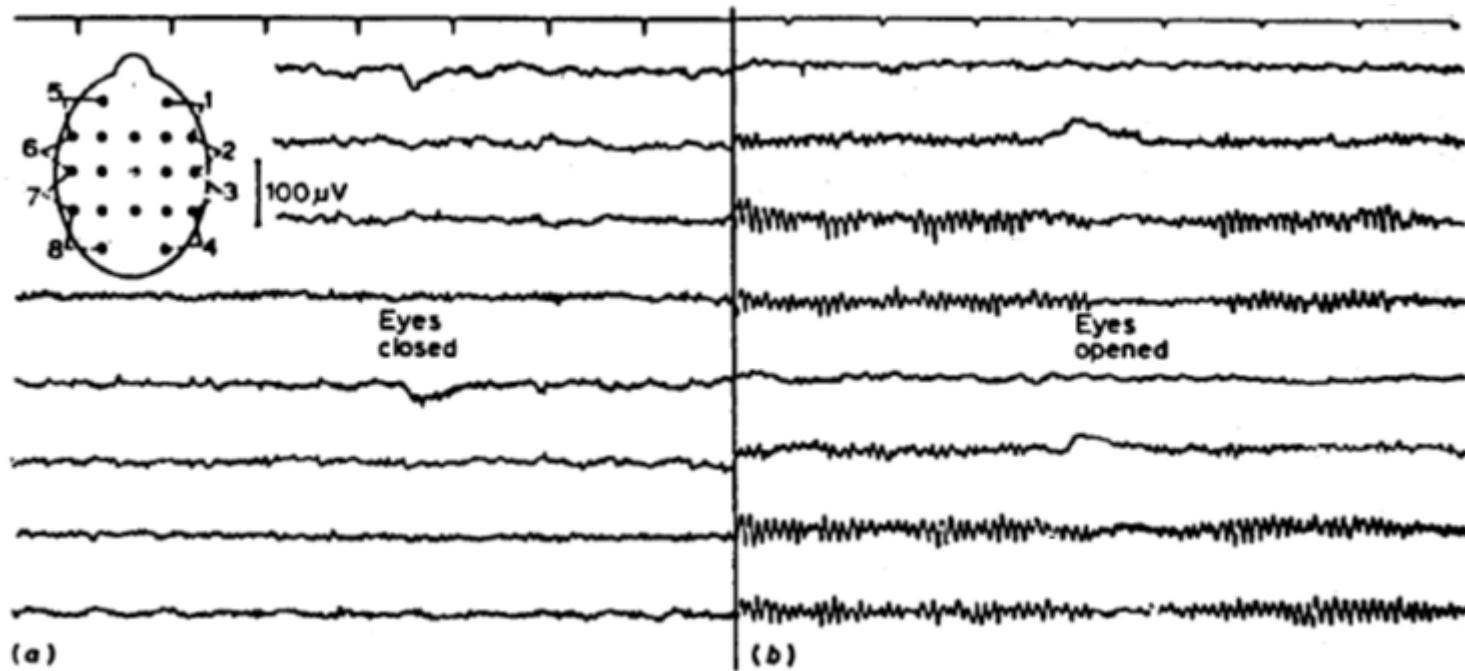
پردازش حوزه زمان-فرکانس

محاسبه چگالی طیف توان

پاندهای فرکانسی



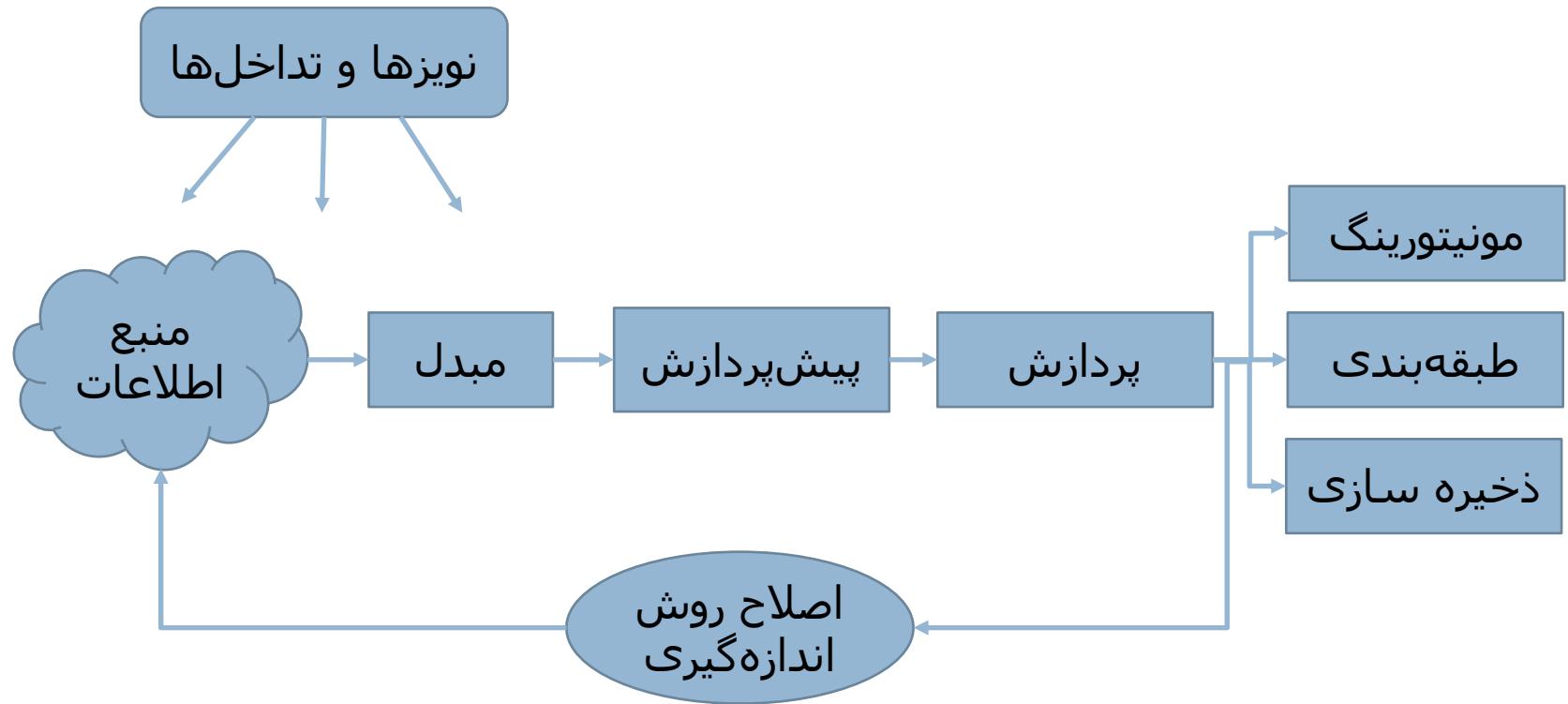
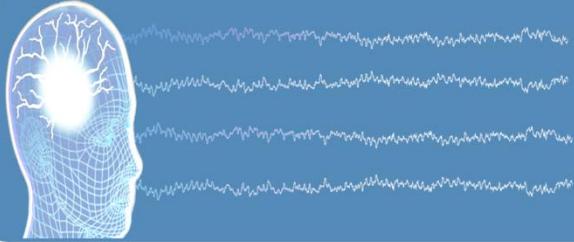
○ مثالی از فعالیت آلفا



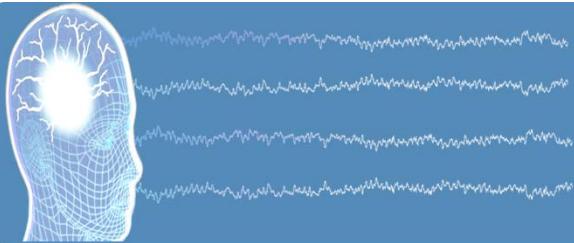
شخص بدون امواج آلفا

شخص با امواج آلفا

پردازش سیگنال (یادآوری)



آرتیفکت‌های EEG



حذف نویز و آرتیفکت
استخراج سیگنال مطلوب

○ فیزیولوژیک

○ نویز ماهیچه (EMG)

○ ECG

○ حرکات چشم

○ پلک زدن

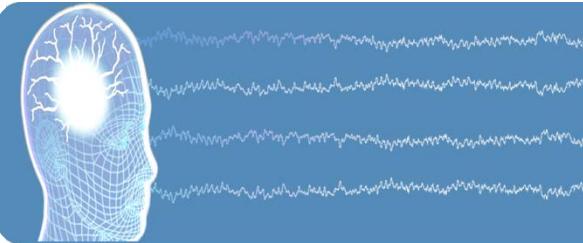
○ عرق پوست سر

○ غیرفیزیولوژیک

○ برق شهر

○ حرکت الکترودها و رسانایی ضعیف آنها

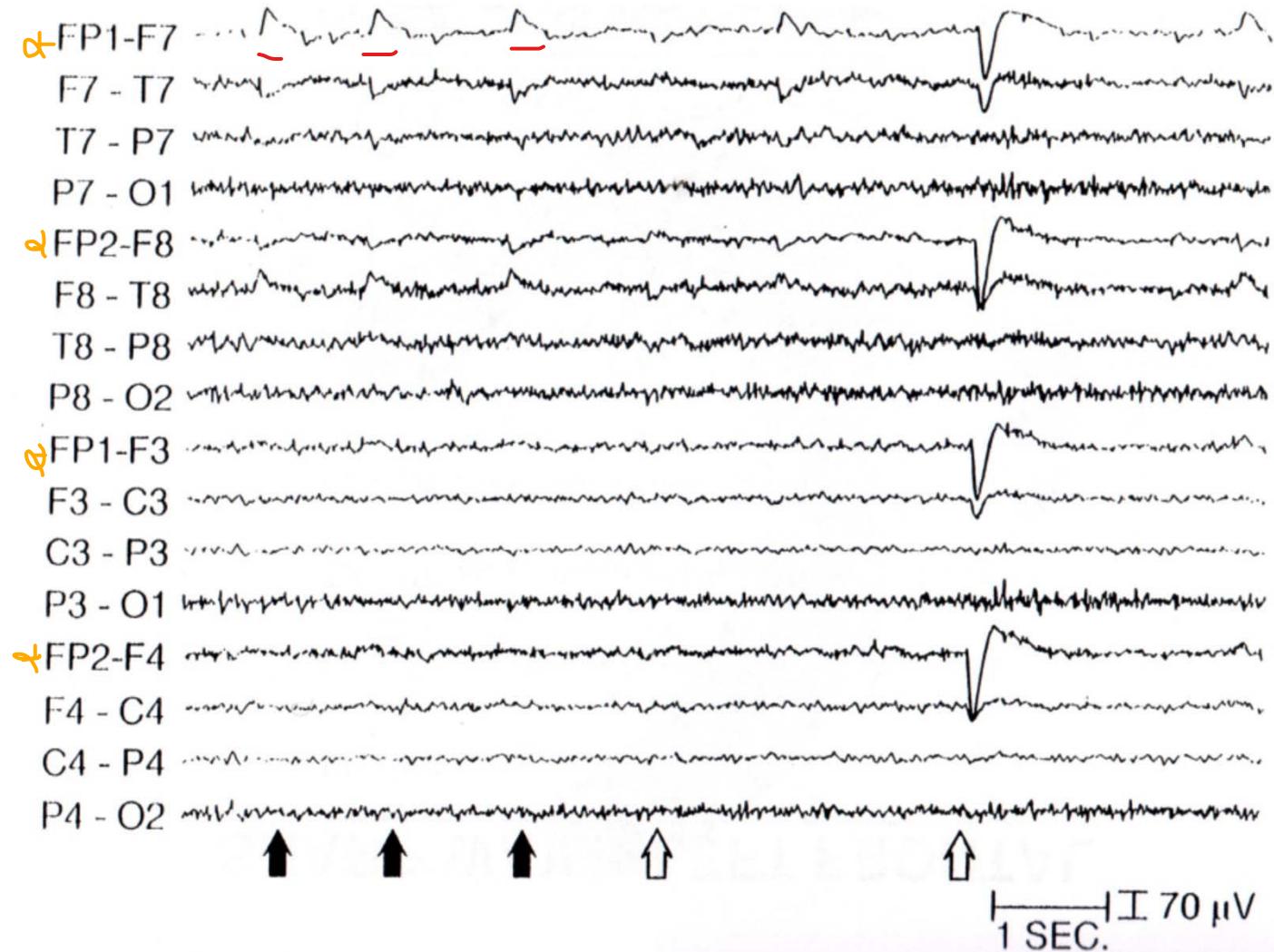
آرتیفکت‌های EEG



حرکات چشم

فرانزی یا پین

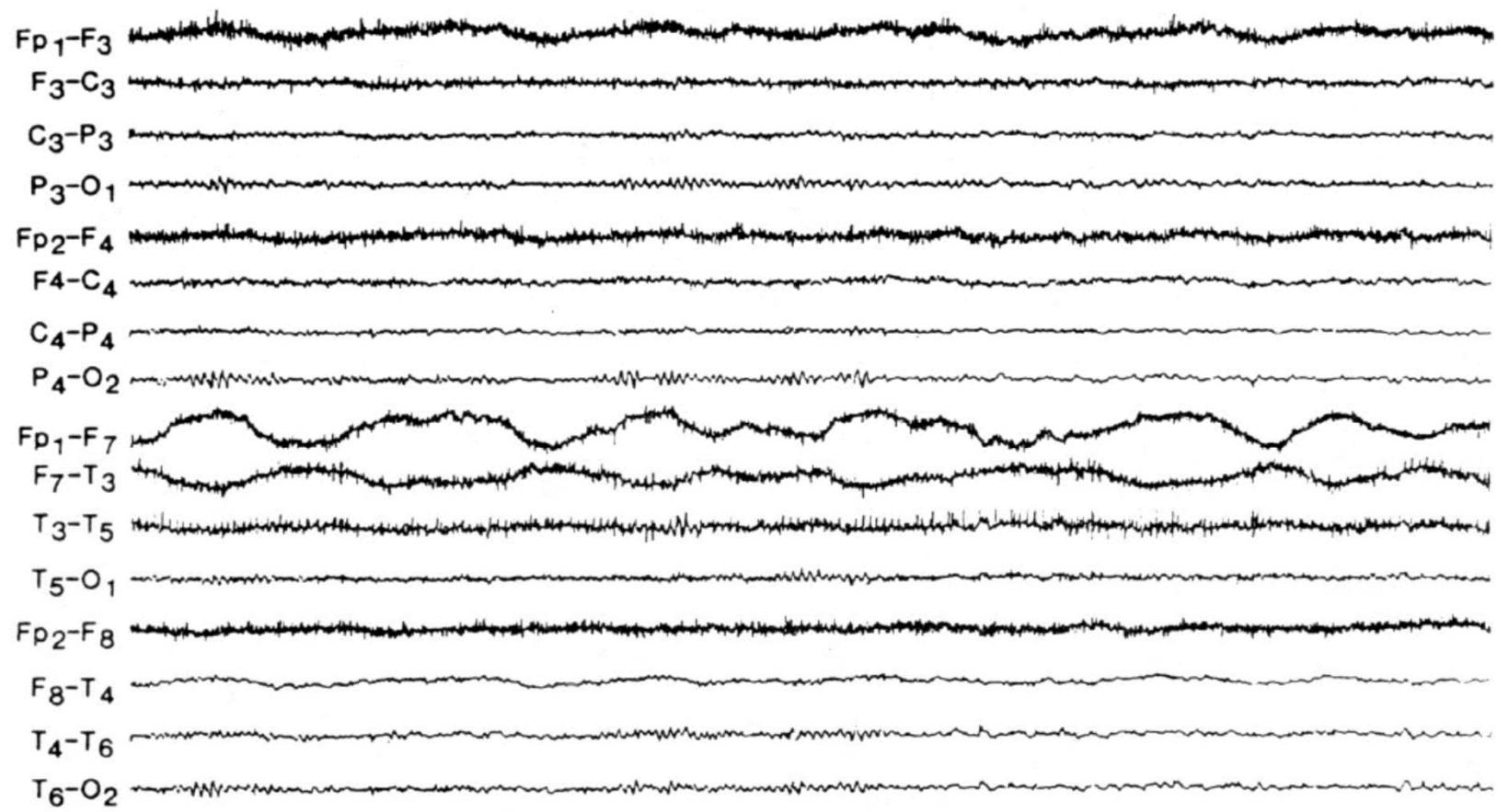
bipolar



آرتیفکت‌های EEG



حرکات چشم

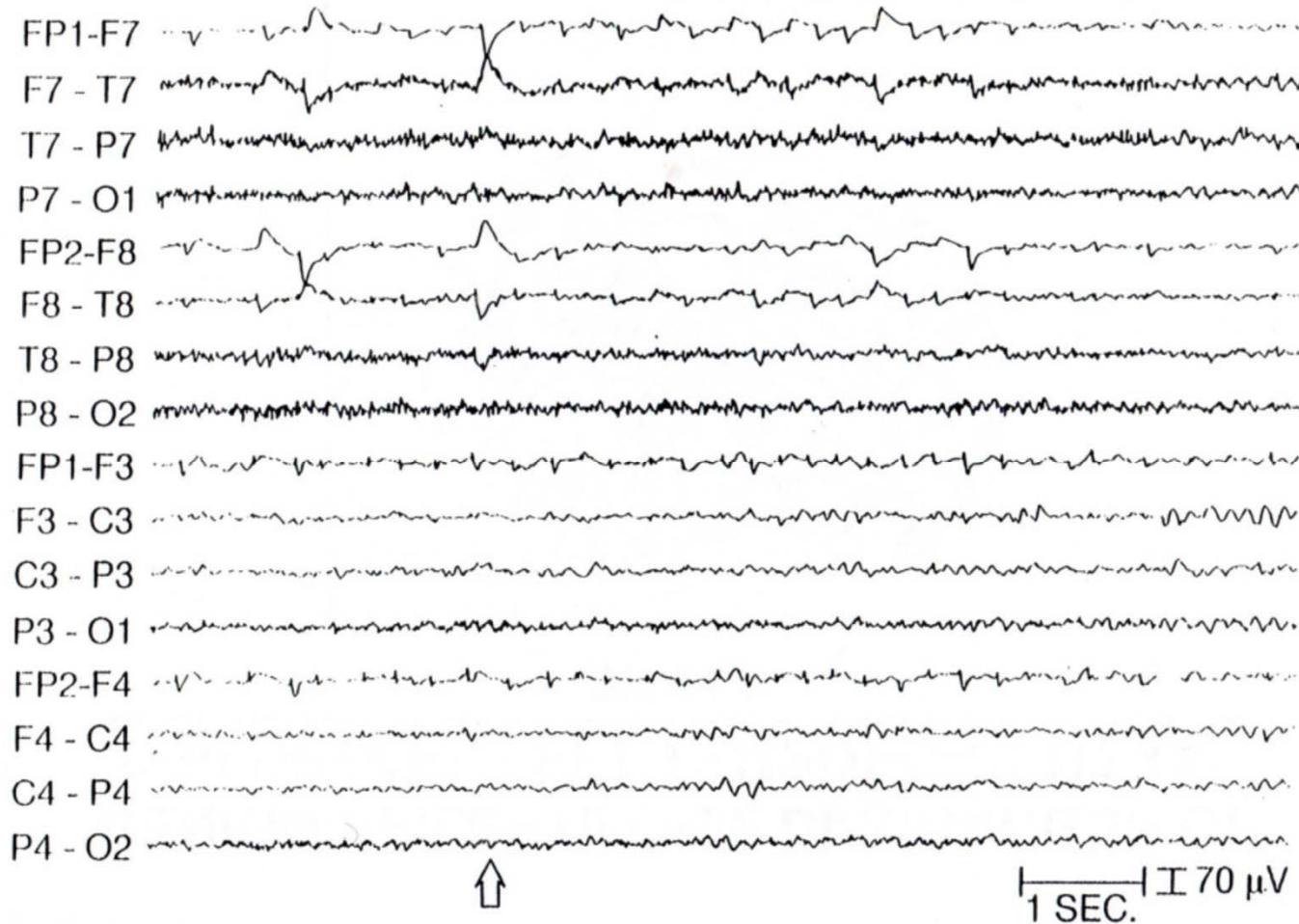


50 μ V
1 sec

آرتیفکت‌های EEG



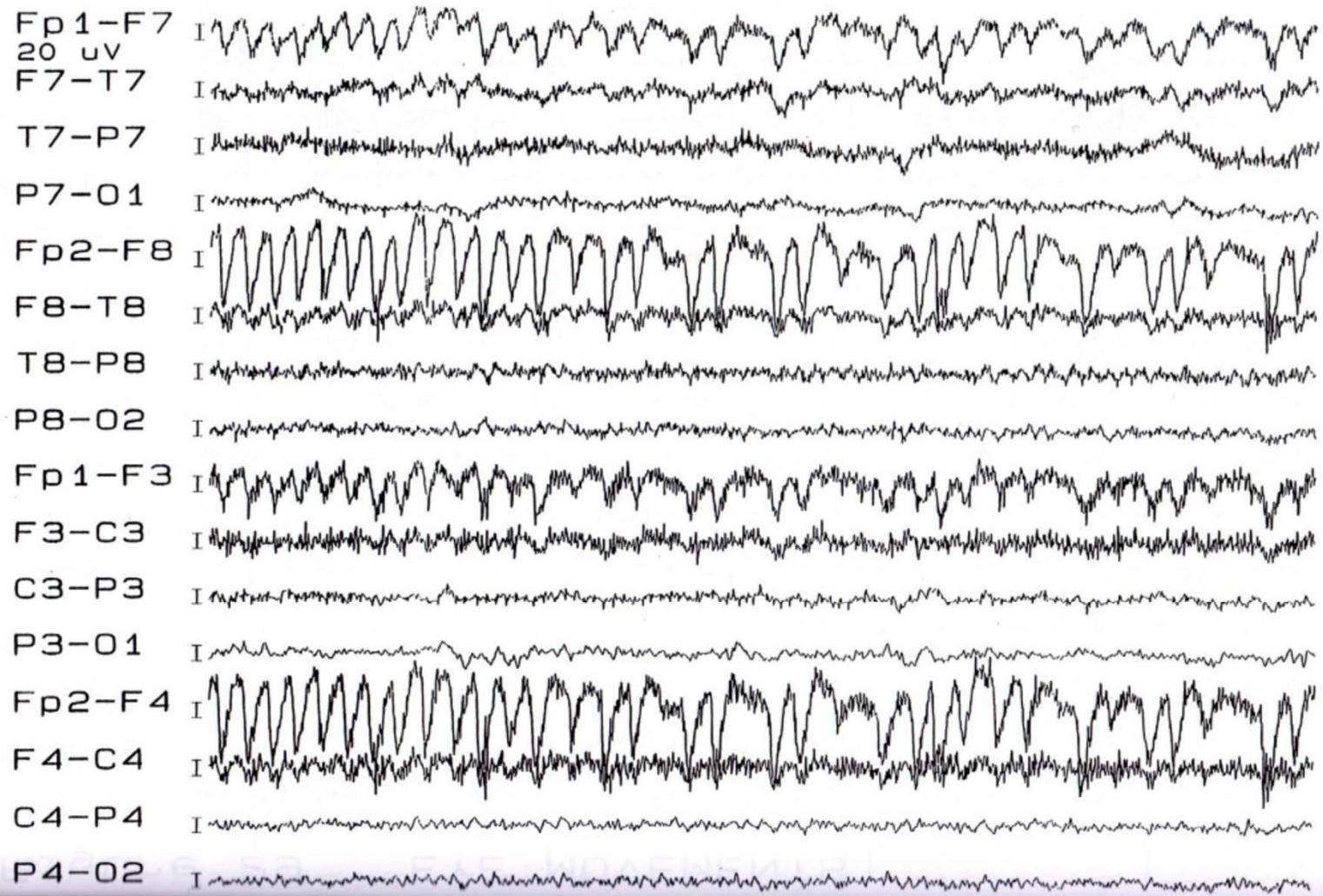
حرکات چشم



آرتیفکت‌های EEG



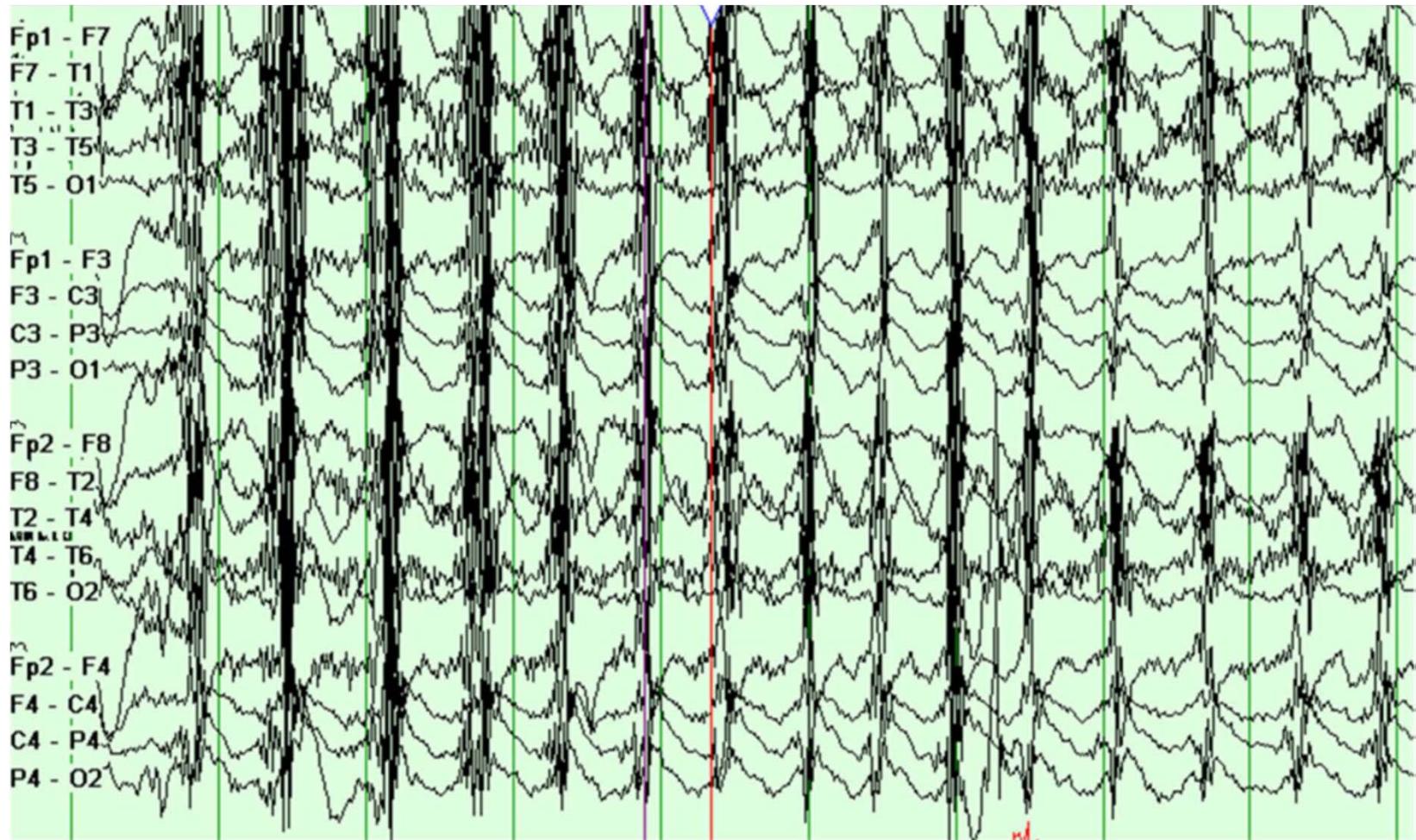
پرش پلک



آرتیفکت‌های EEG

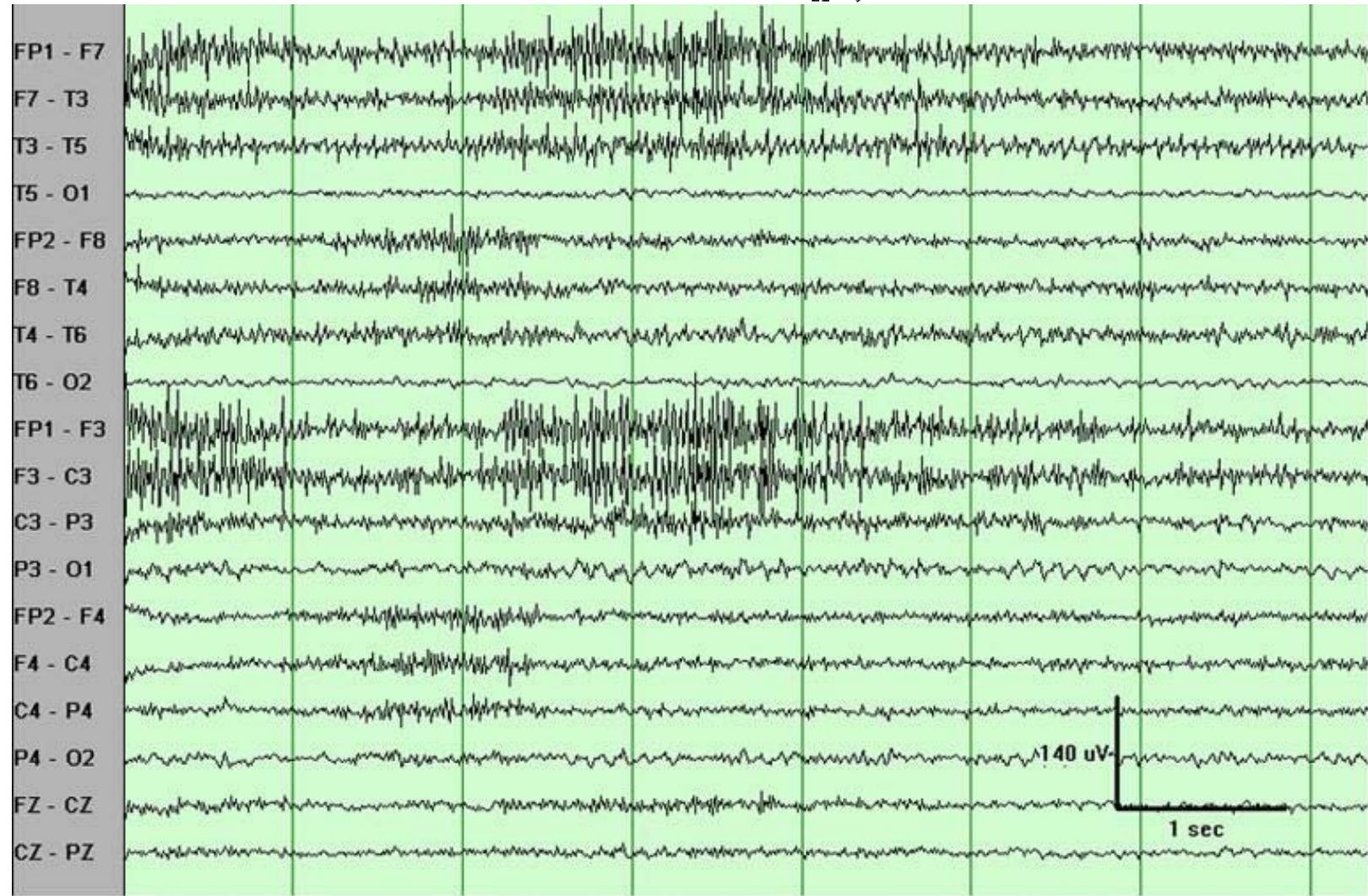


جویدن



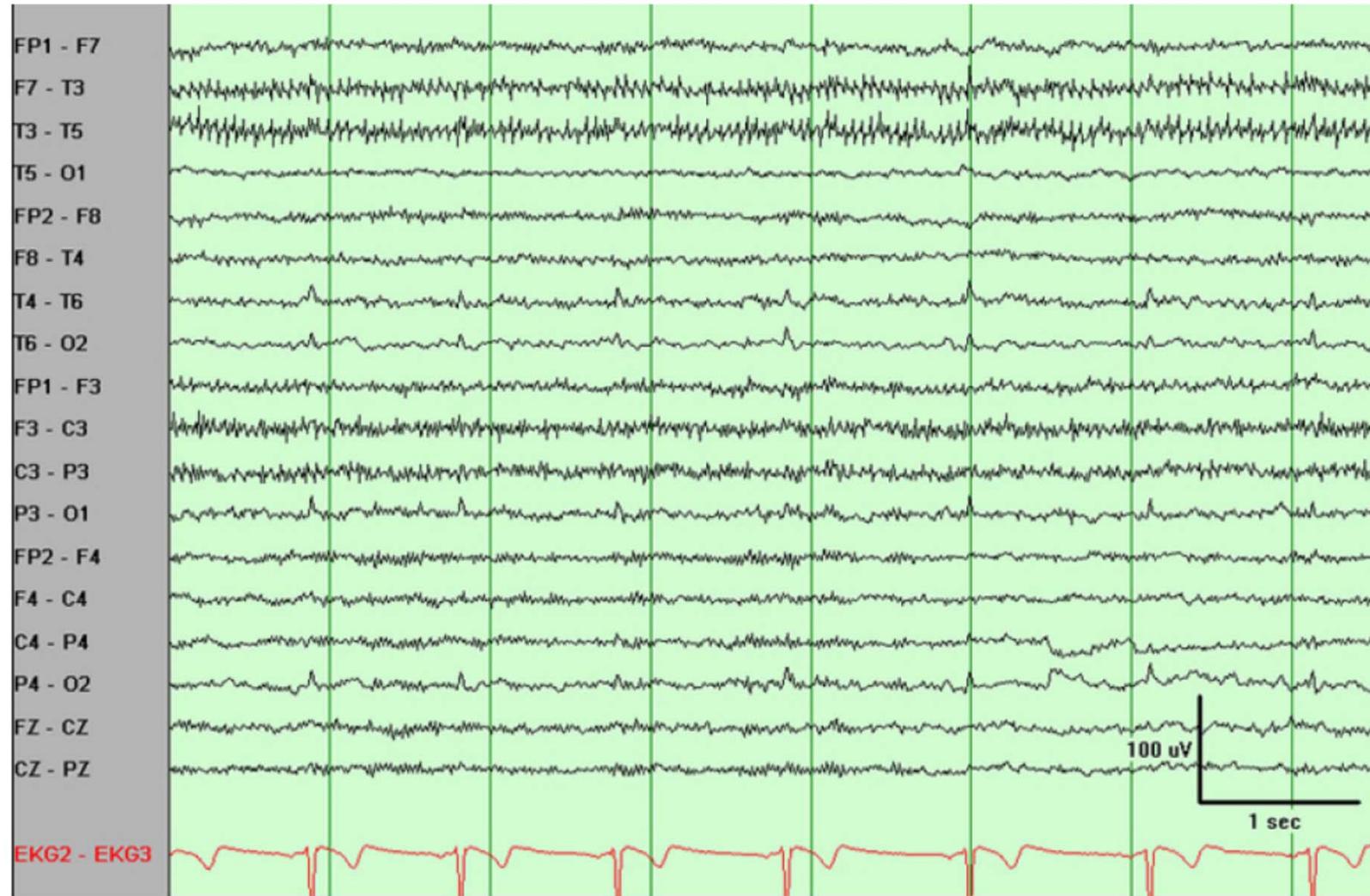
آرتیفکت‌های EEG

آرتیفکت EMG



آرتیفکت‌های EEG

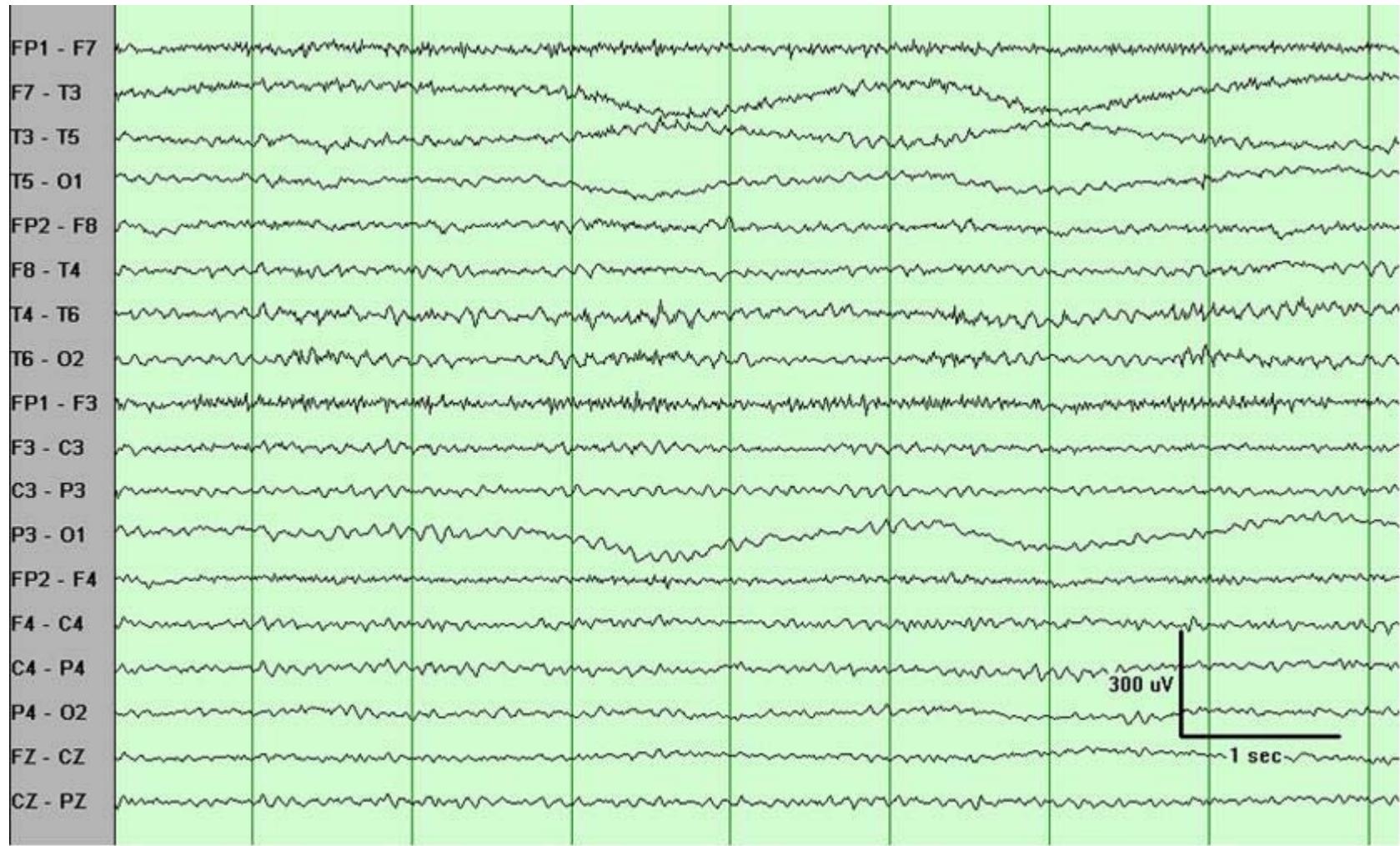
آرتیفکت EMG



آرتیفکت‌های EEG



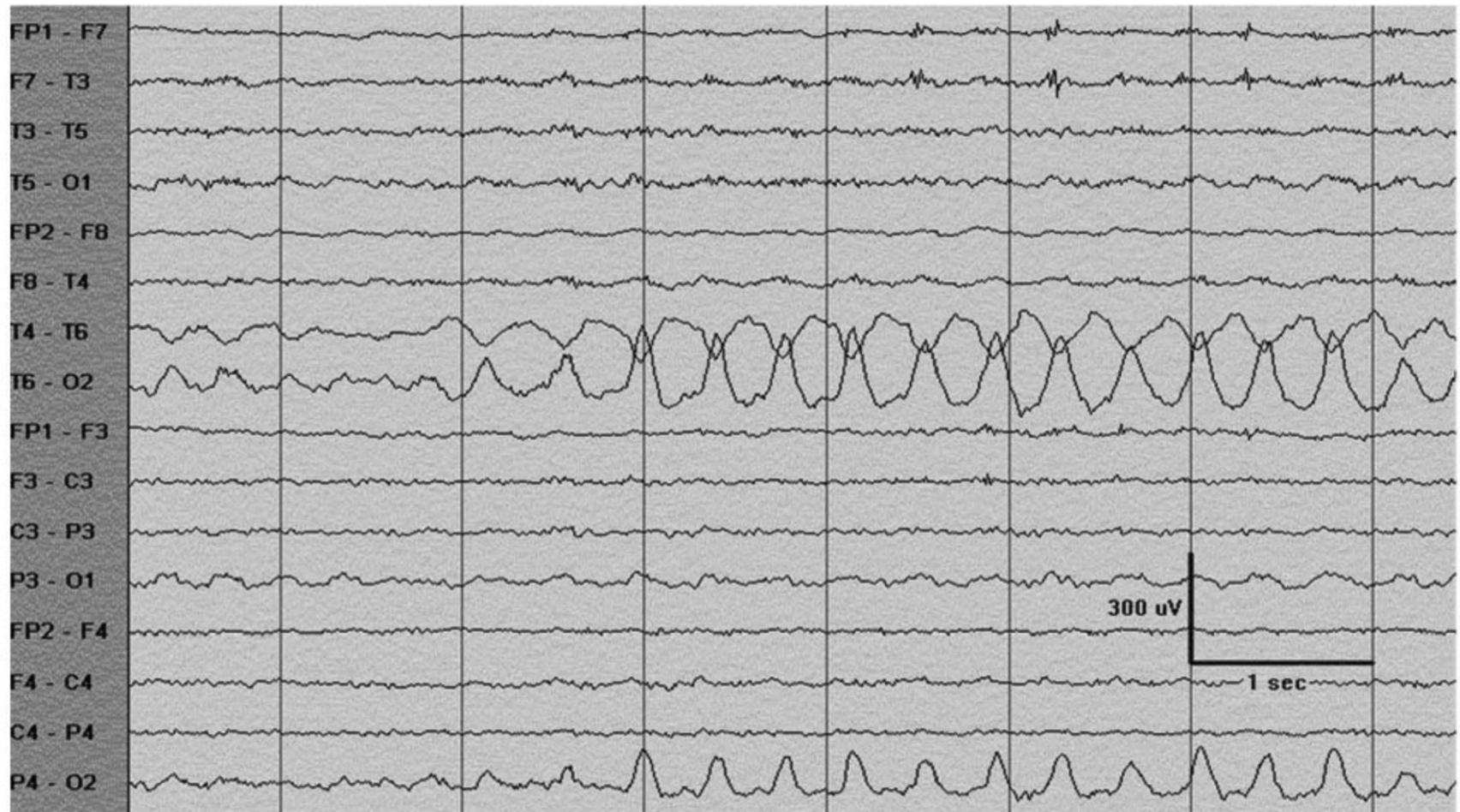
عرق پوست سر



آرتیفکت‌های EEG



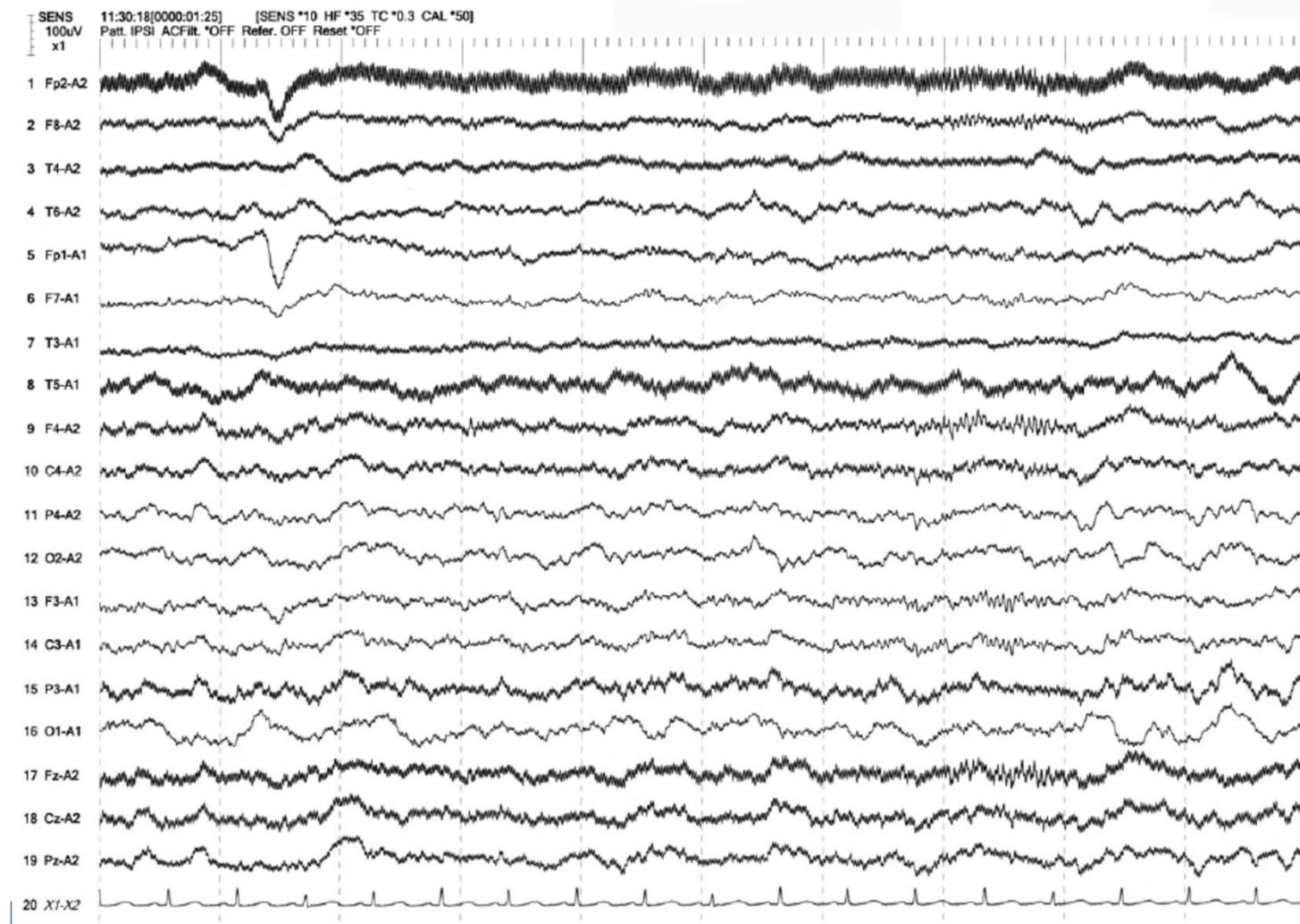
حرکت سر



آرتیفکت‌های EEG



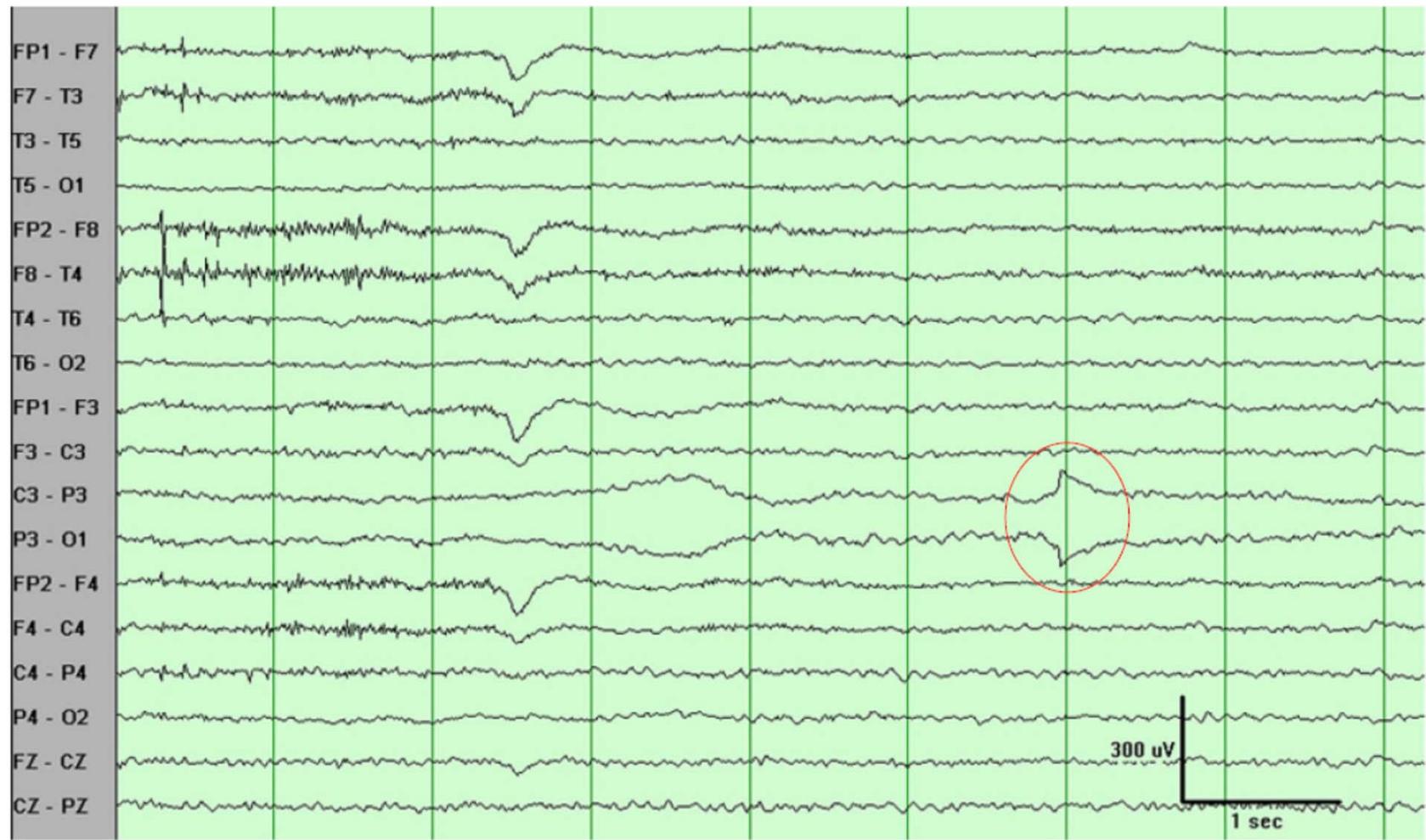
برق شهر



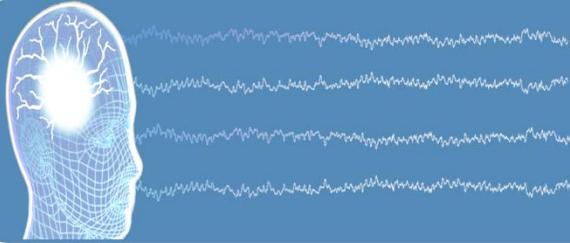
آرٹیفیکت‌های EEG



حدکت الکترود

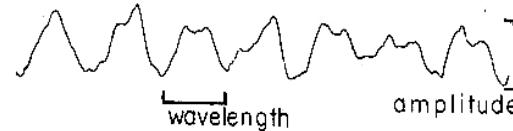


الگوهای زمانی



- پردازش‌های حوزه زمان نیز بر روی سیگنال‌های EEG برای تشخیص موجک‌ها (short wavelets) انجام می‌شود.

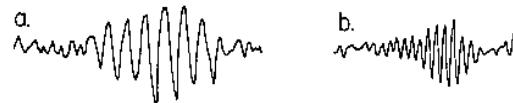
1. REGULAR,
RHYTHMICAL WAVES



2. SINUSOIDAL WAVES



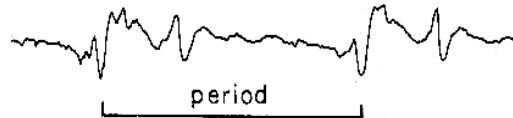
3. SPINDLES
(ALPHA, BETA)



4. IRREGULAR,
ARRHYTHMICAL WAVES



5. COMPLEXES



6. SHARP WAVES



7. SPIKES



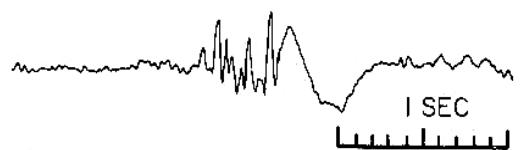
8. SPIKE - AND - WAVE



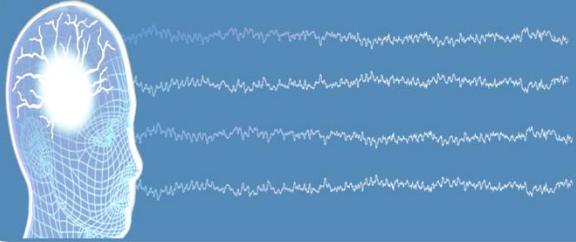
9. POLYSPIKES



10. POLYSPIKE-
AND - WAVE



الگوهای زمانی: آنالیز خواب



پردازش حوزه زمان

الگوهای سیگنال‌های مغزی و
تشخیص آنها

○ مثالی از پردازش‌های حوزه زمان: آنالیز خواب

○ مراحل مختلف خواب:

○ خواب آسودگی (drowsiness)

⇨ فعالیت گسترده آلفا

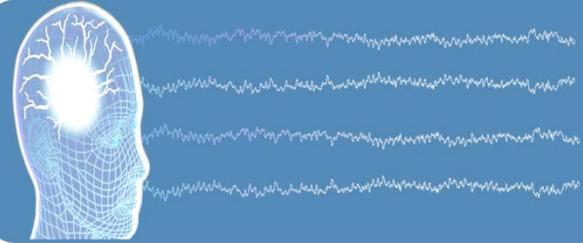
○ خواب سبک-مرحله ۱ (Light sleep, stage 1)

⇨ ولتاژ‌های کم شامل مخلوطی از فرکانس‌ها

⇨ امواج تتا: مشخصه بارز طیف در مرحله ۱ خواب

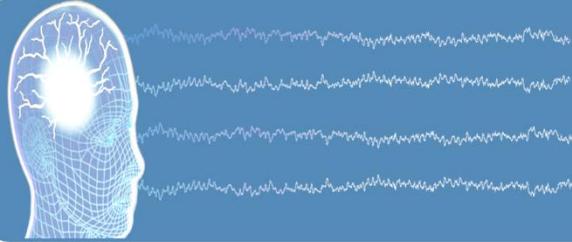
⇨ امواج تیز، در پاسخ به تحریک V-wave

الگوهای زمانی: آنالیز خواب

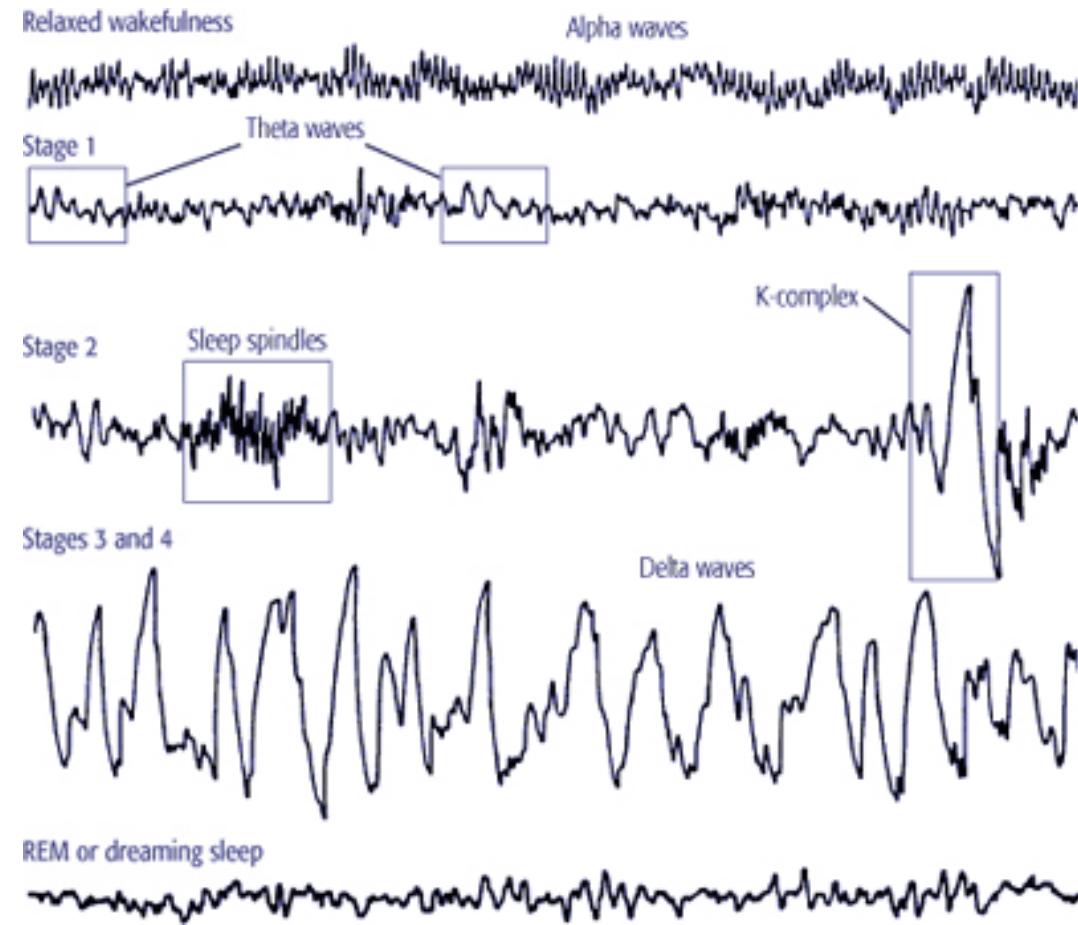


- مرحله ۲ (stage 2)
 - ⇨ فعالیت کند بیشتر می‌شود
 - ⇨ Sleep spindles: انفجارهایی از فعالیت باند آلفا (۳-۵ سیکل) با دامنه ۵ تا ۱۰ میکرو ولت
- مرحله ۳ (deep sleep) و مرحله ۴ (moderate sleep)
 - ⇨ افزایش فعالیتهای نامنظم دلتا
 - ⇨ K-complex: انفجاری با یک یا دو ولتاژ بالا (۱۰۰ تا ۲۰۰ میکرو ولت) که معمولاً با تحریک شنوایی ایجاد می‌شود.
- مرحله حرکات سریع چشم (rapid eye movements: REM)
 - ⇨ شبیه به خواب مرحله ۱ و اوایل مرحله ۲
 - ⇨ مرحله خواب متناقض (paradoxical)

الگوهای زمانی: آنالیز خواب



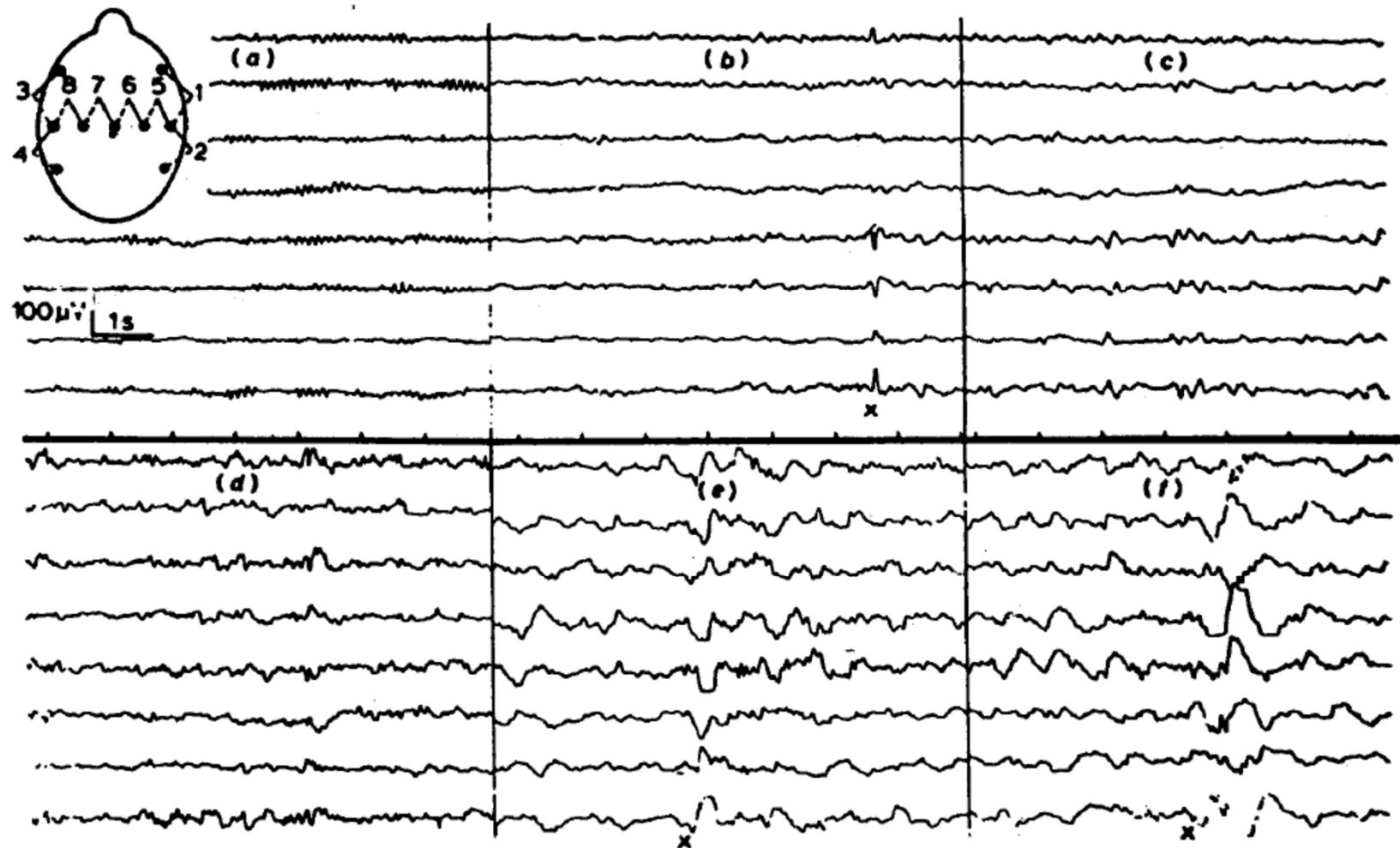
○ مراحل مختلف خواب:

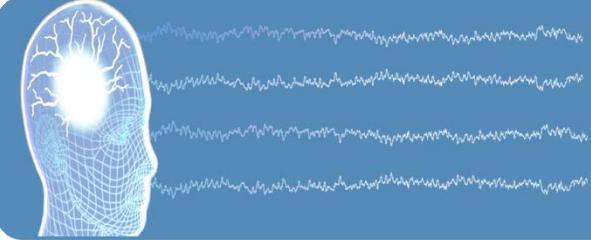


الگوهای زمانی: آنالیز خواب



○ مراحل مختلف خواب، از خواب آلودگی تا مرحله ۴:





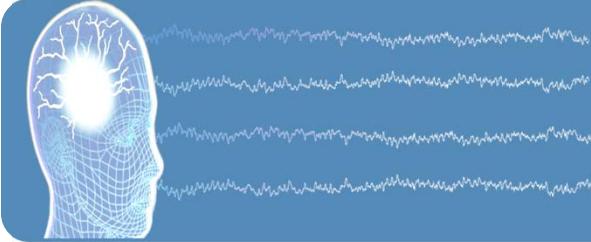
صرع

○ صرع یا Epilepsy

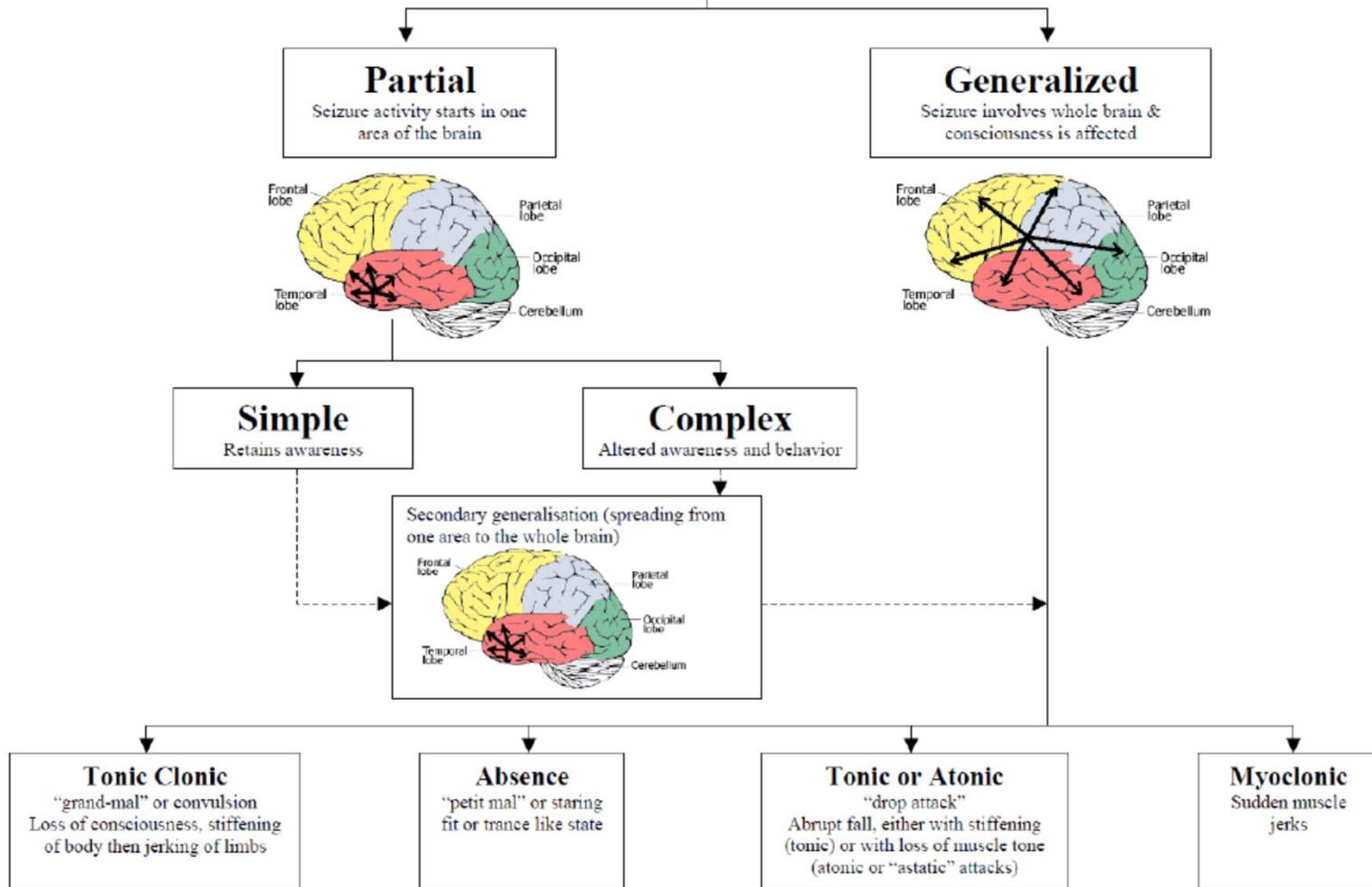
- یک بیماری ناتوان‌کننده سیستم عصبی است که مسئول بروز حملات کوتاه و تکرار‌شونده تشنجی است.
- ممکن است شامل تظاهرات غیرقابل کنترل حسی، حرکتی یا روانی باشد.
- ممکن است با اختلالات آگاهی جزئی یا کلی همراه باشد.
- شایع‌ترین اختلال عصبی پس از میگرن
- انواع صرع: ژنرالیزه، جزئی

- استفاده از EEG در تشخیص و درمان صرع
- تشخیص صرع و نوع آن
- تعیین یا پیشگویی زمان شروع تشنج
- مکان‌یابی منابع مغزی تولید‌کننده صرع

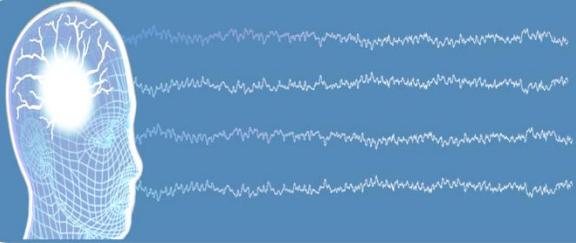
Exo



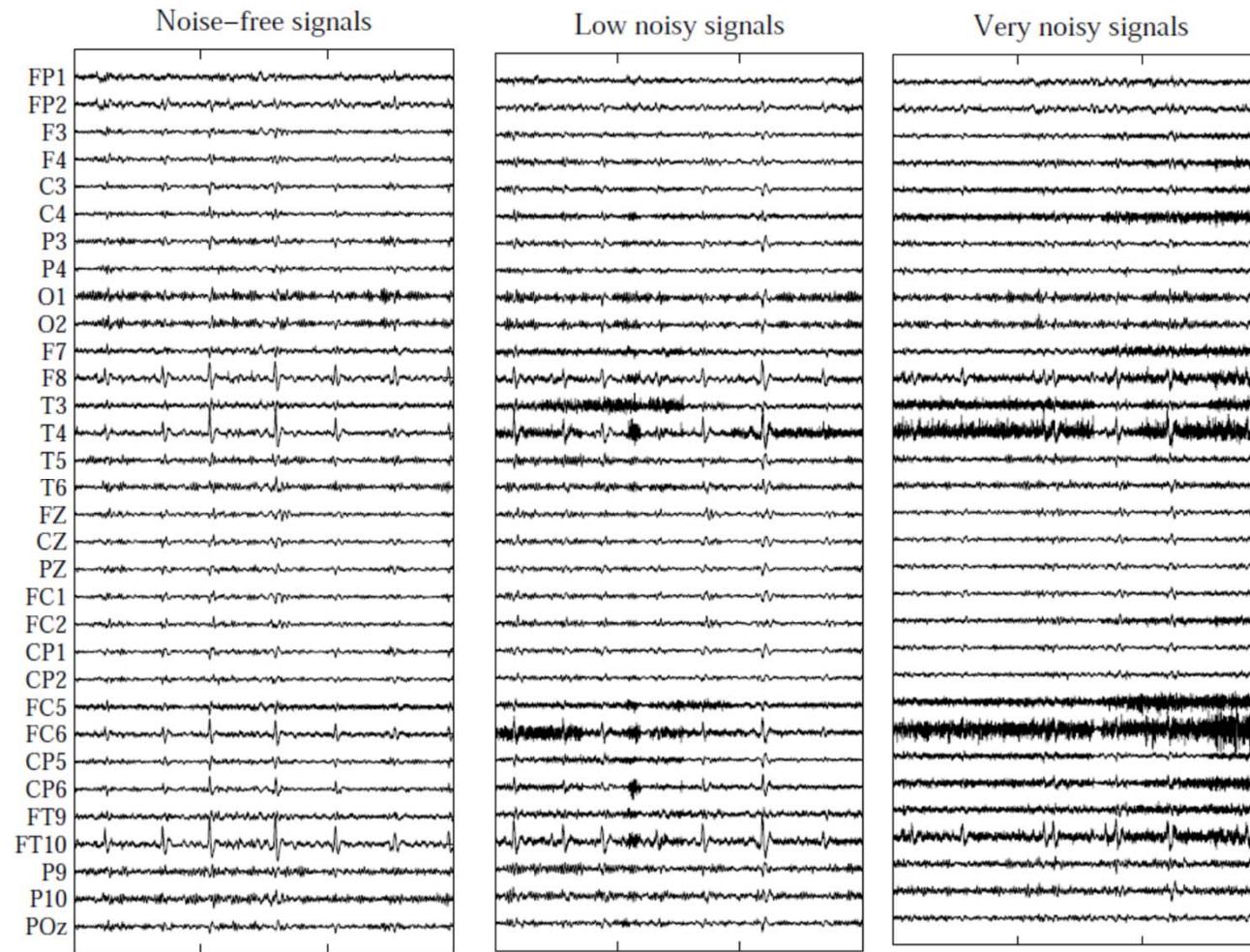
Seizure Classification



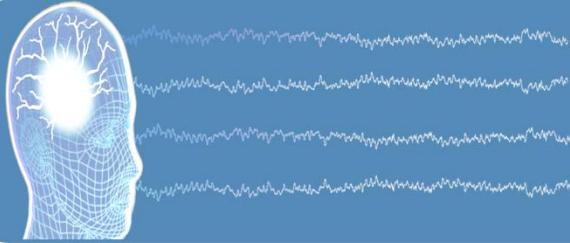
صرع



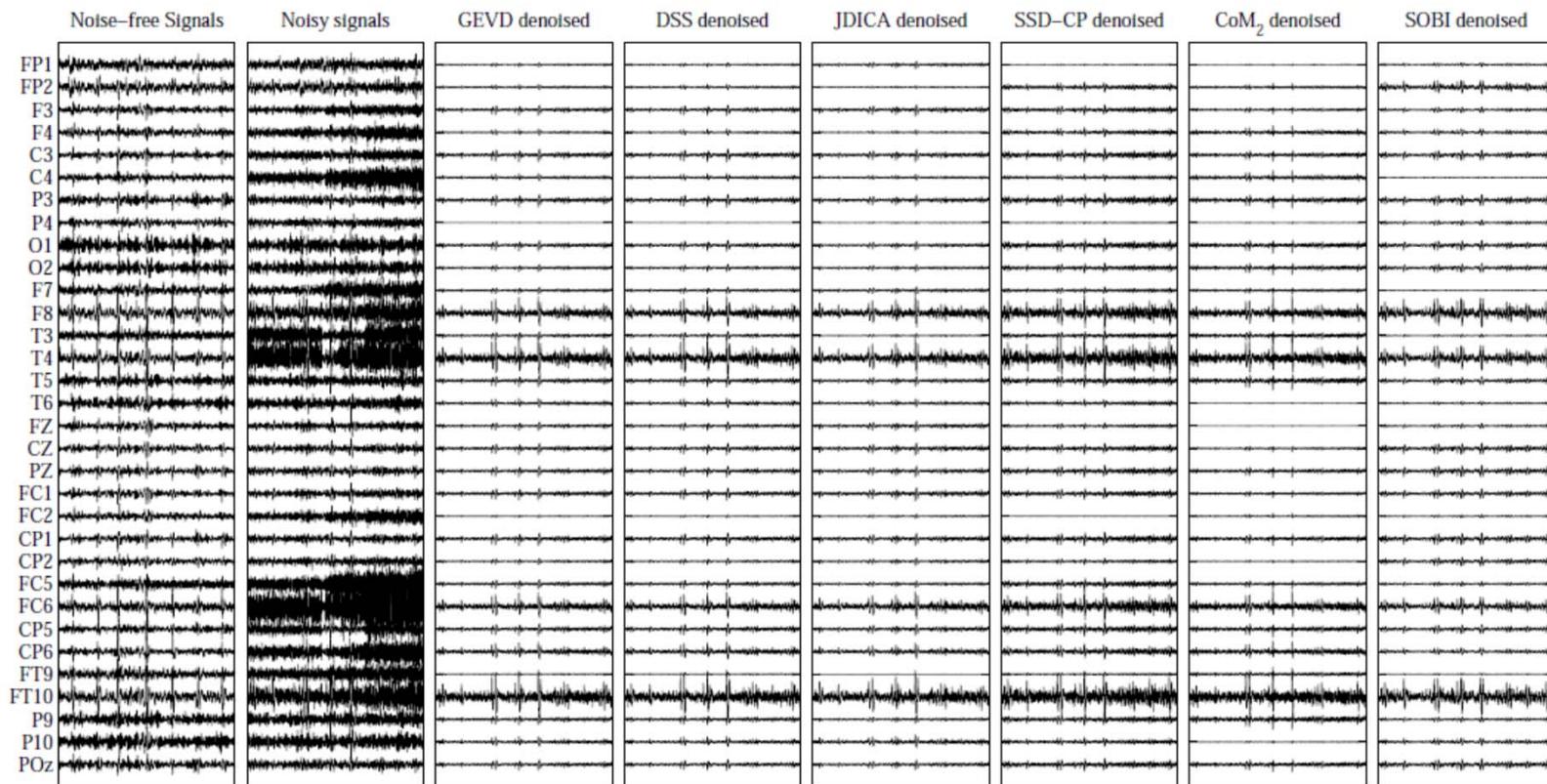
○ سیگنال EEG در بازه‌های غیرتشنجی از صرع جزئی:



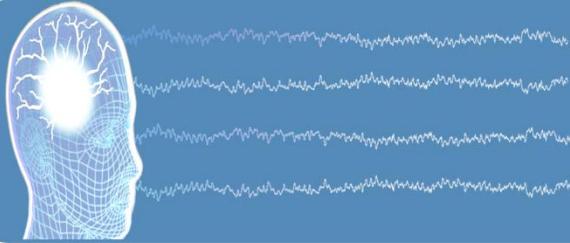
صرع



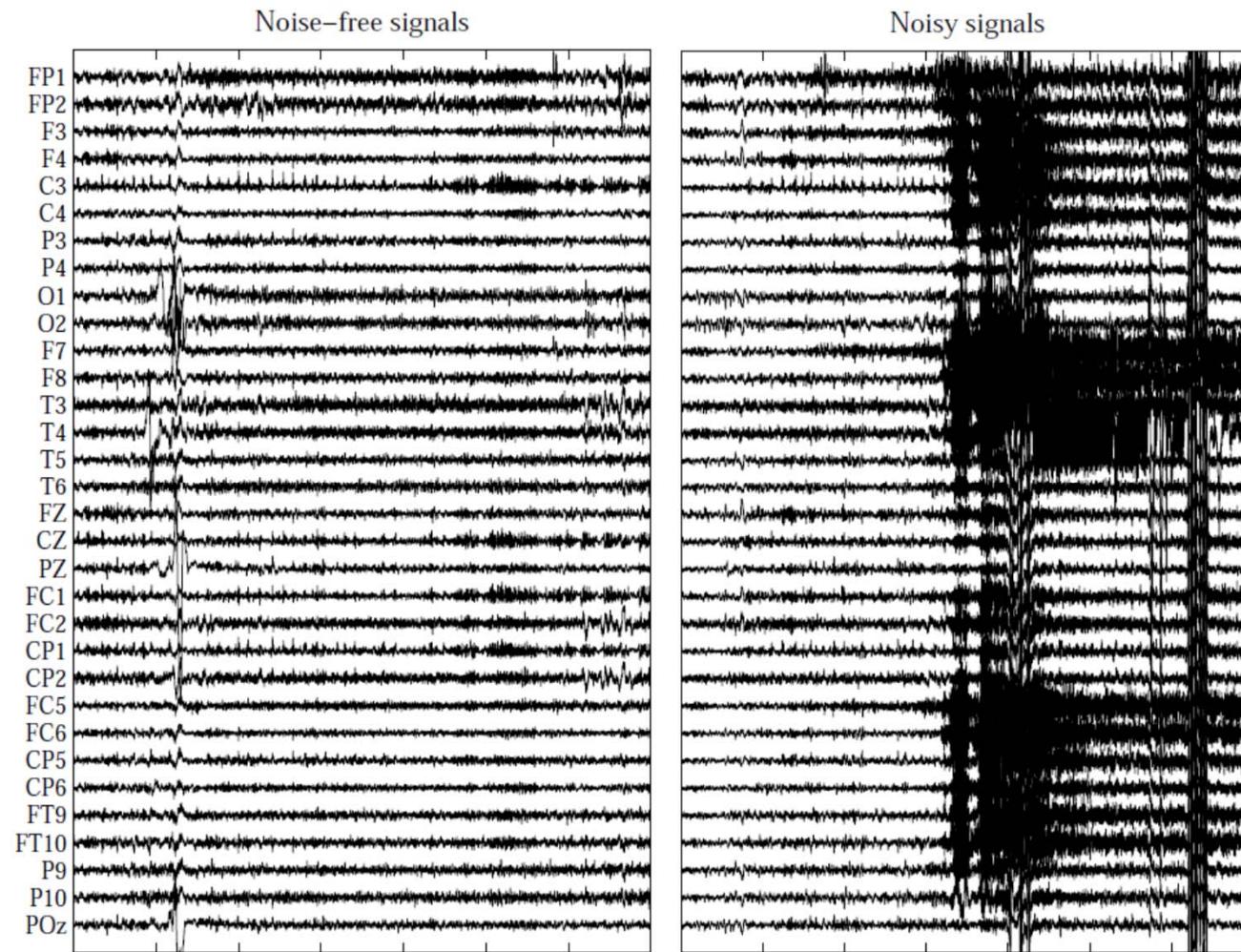
○ سیگنال EEG در بازه‌های غیرتشنجی از صرع جزئی:



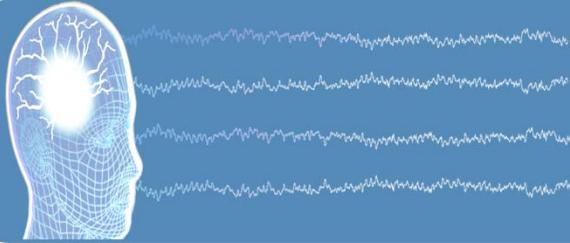
صرع



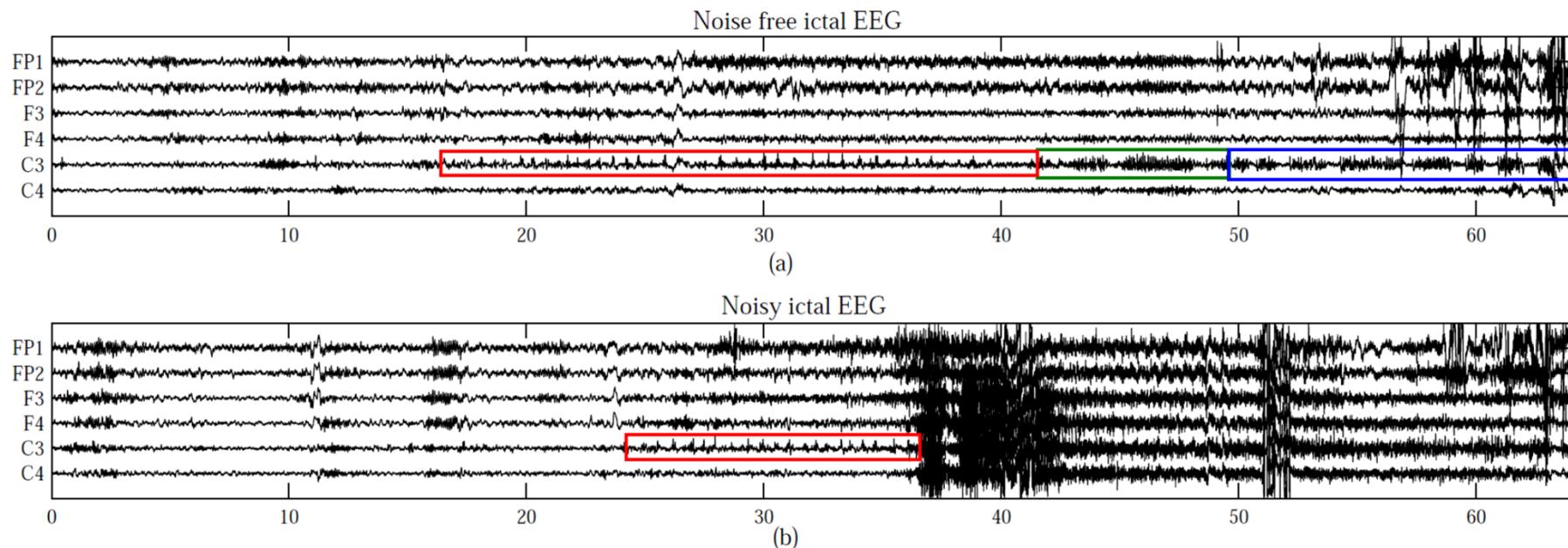
○ سیگنال EEG در بازه‌های تشنجی از صرع جزئی:



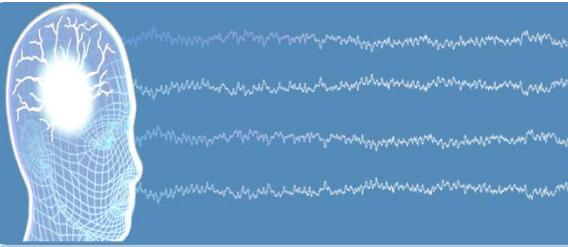
صرع



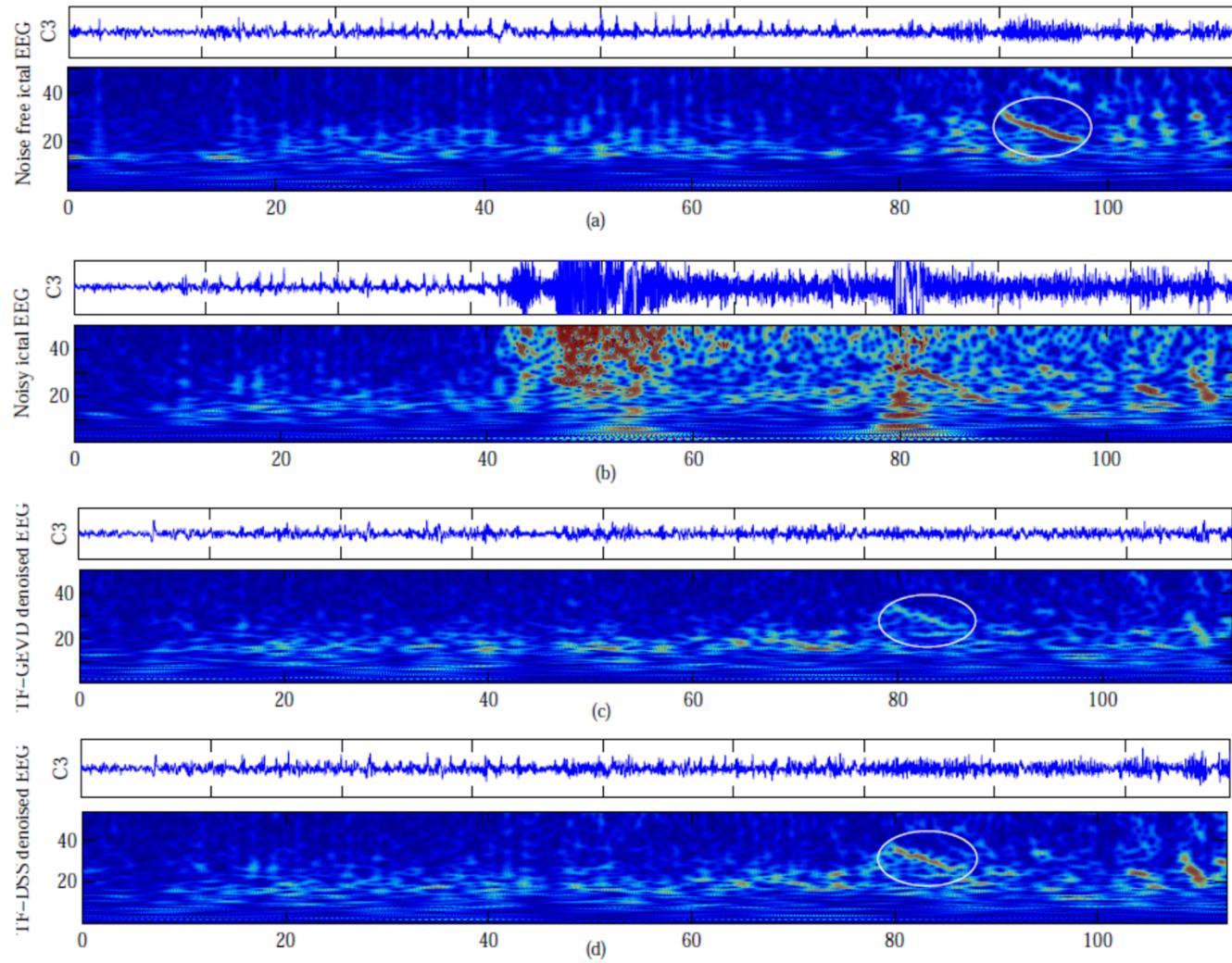
○ سیگنال EEG در بازه‌های تشنجی از صرع جزئی:



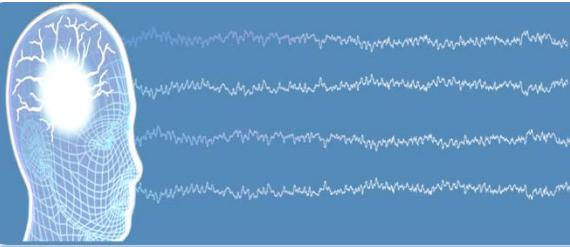
صرع



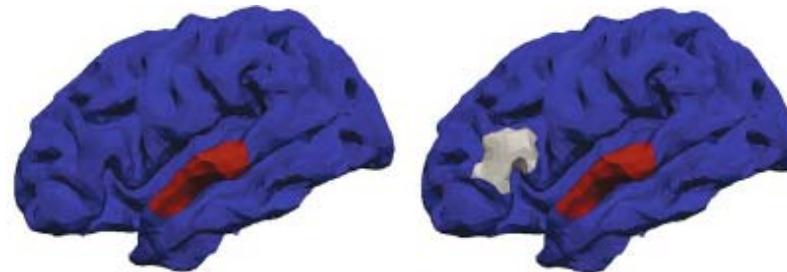
○ سیگنال EEG در بازه‌های تشنجی از صرع جزئی:



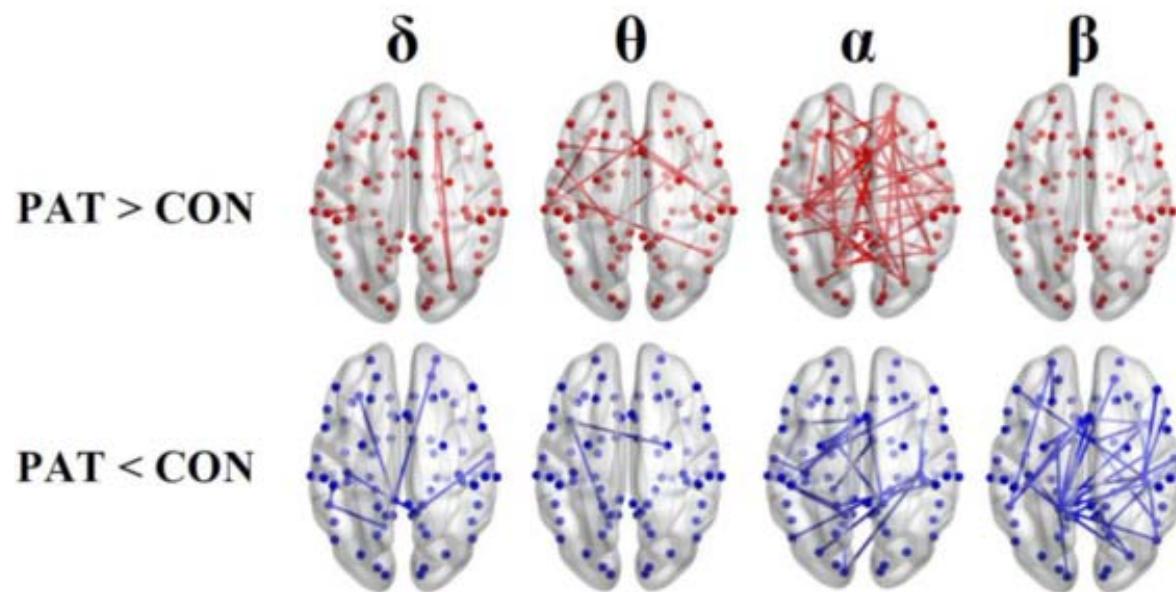
صرع

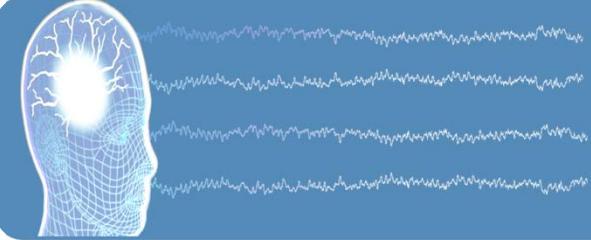


○ مکانیابی منابع صرعی:



○ بررسی ارتباطات کارکردی در سیگنال EEG صرعی:





صرع

- استفاده از EEG در تشخیص و درمان صرع
- تشخیص صرع و نوع آن
- تعیین یا پیشگویی زمان شروع تشنج
- مکانیابی منابع مغزی تولیدکننده صرع

حذف نویز و آرتیفیکت و استخراج سیگنال مطلوب

پردازش حوزه زمان: الگوهای صرعی

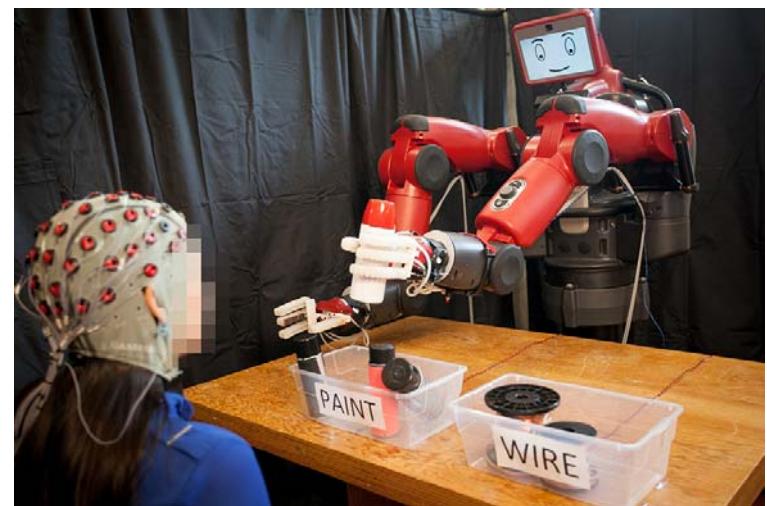
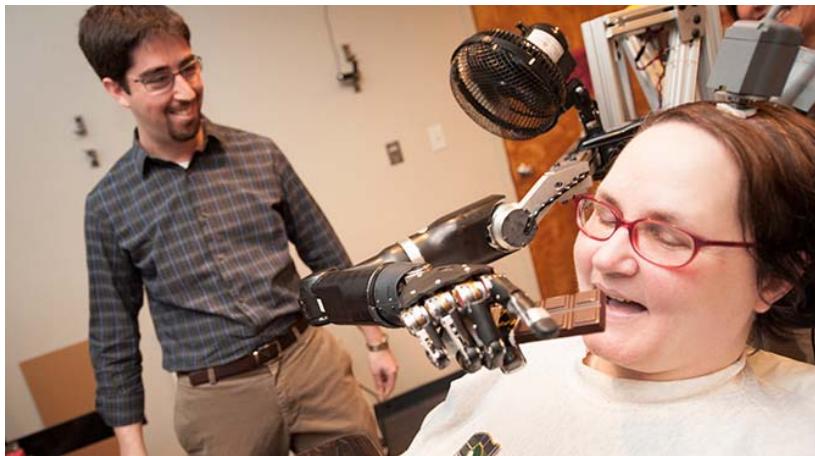
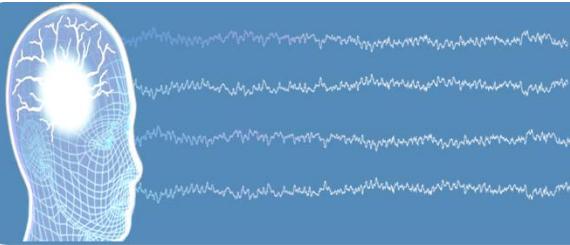
پردازش حوزه زمان-فرکانس

مکانیابی منابع مغزی

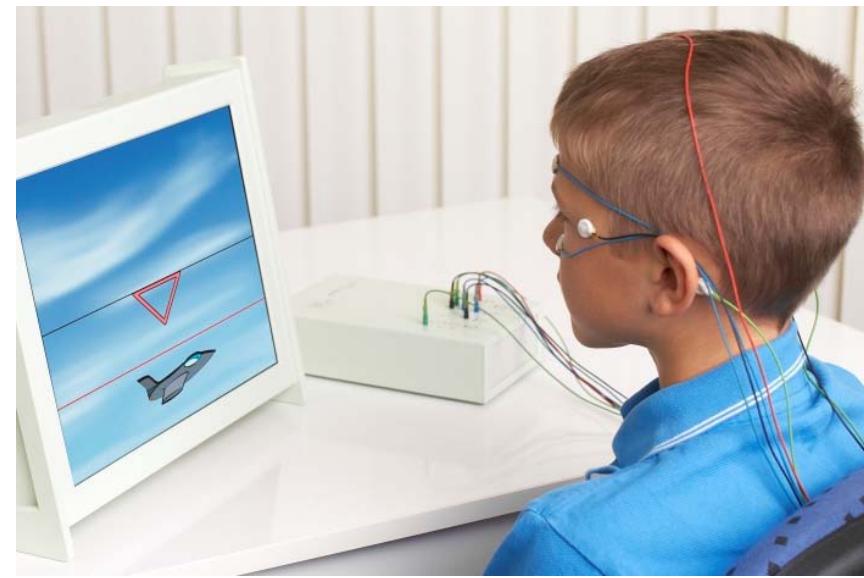
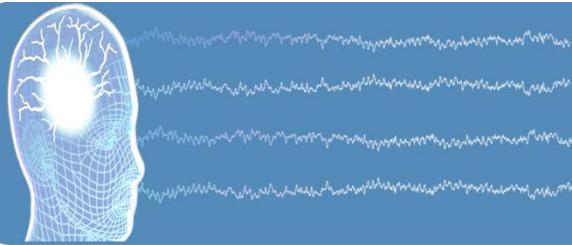
بررسی ارتباطات مغزی

استخراج ویژگی و طبقه‌بندی

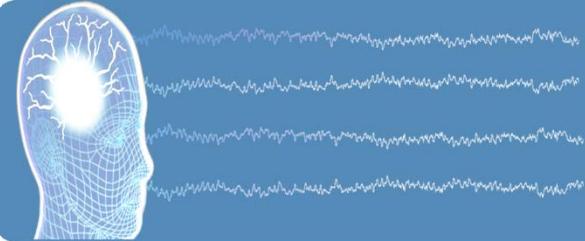
رابط مغز-رایانه



نوروفیدبک



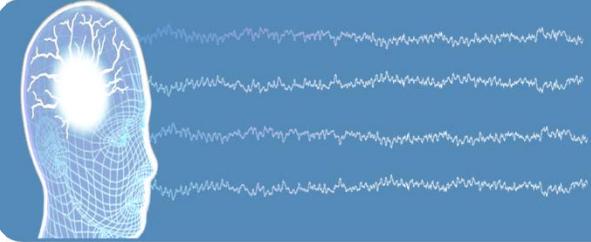
الکتروانسفالوگرام



۰ دو رویکرد برای ثبت فعالیت‌های الکتریکی مغز

۰ ثبت فعالیت خودبه‌خودی مغز که نتیجه میدان الکتریکی تولید شده توسط
مغز است بدون اختصاص دادن وظیفه خاصی به فرد

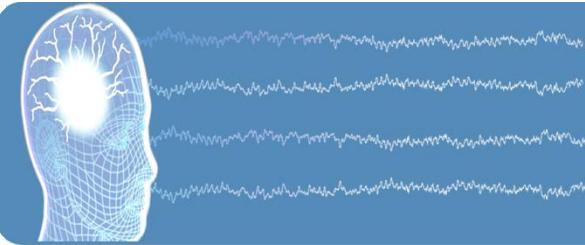
۰ پتانسیل‌های برانگیخته (Evoked Potentials): ثبت پتانسیل‌های تولید شده
توسط مغز در اثر یک تحریک خاص (مانند فلاش نور)



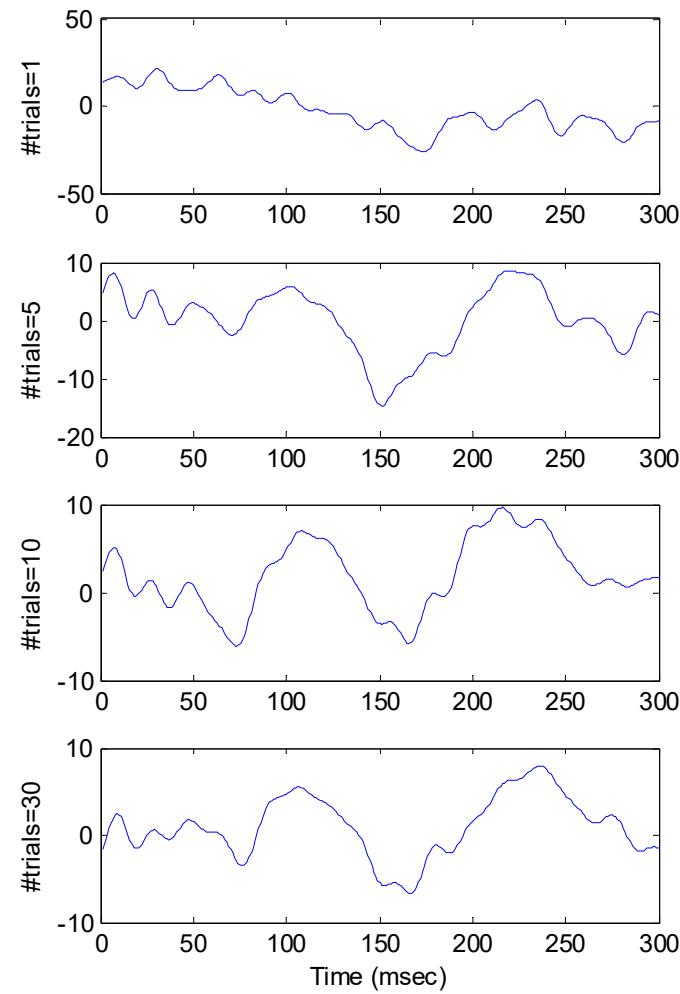
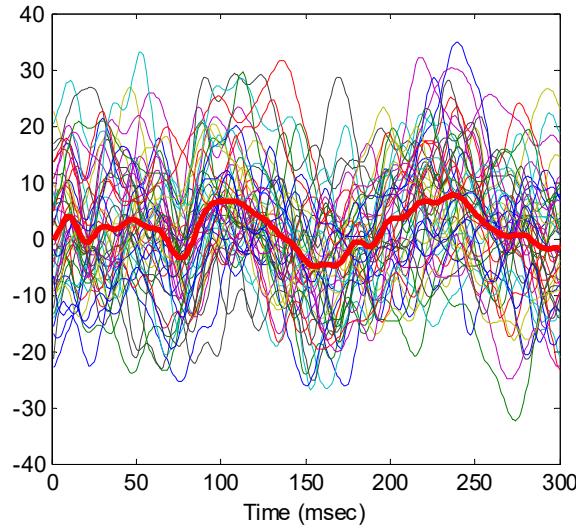
پتانسیل برانگیخته

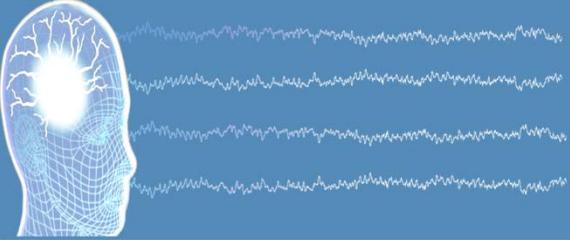
- پتانسیل برانگیخته (EP) (Evoked Potential)
- پاسخ برانگیخته (ER) (Evoked Response)
- پتانسیل‌های برانگیخته پاسخ‌های الکتریکی سیستم عصبی هستند که توسط تحریک‌های خارجی مختلف مانند تحریک‌های دیداری، شنیداری یا حسی ایجاد می‌شوند.
- EP‌ها بخشی از پتانسیل‌های وابسته به رخداد (Event Related Potentials) یا ERP‌ها هستند که توسط یک تحریک حسی خارجی ایجاد می‌شوند.
- دامنه EP‌ها نسبت به EEG زمینه بسیار کم است. تغییرات آن در محدوده ۱ / ۰ تا ۱۰ میکروولت است، در حالی که EEG زمینه چند برابر آن است.
- روش متداول برای استخراج EP ثبت تعداد زیادی پاسخ و میانگین‌گیری سنکرون

پتانسیل برانگیخته



○ پتانسیل برانگیخته میانگین (Average Evoked Potential)

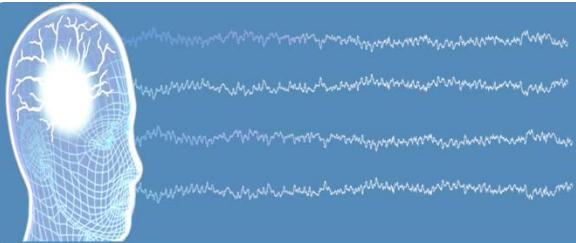




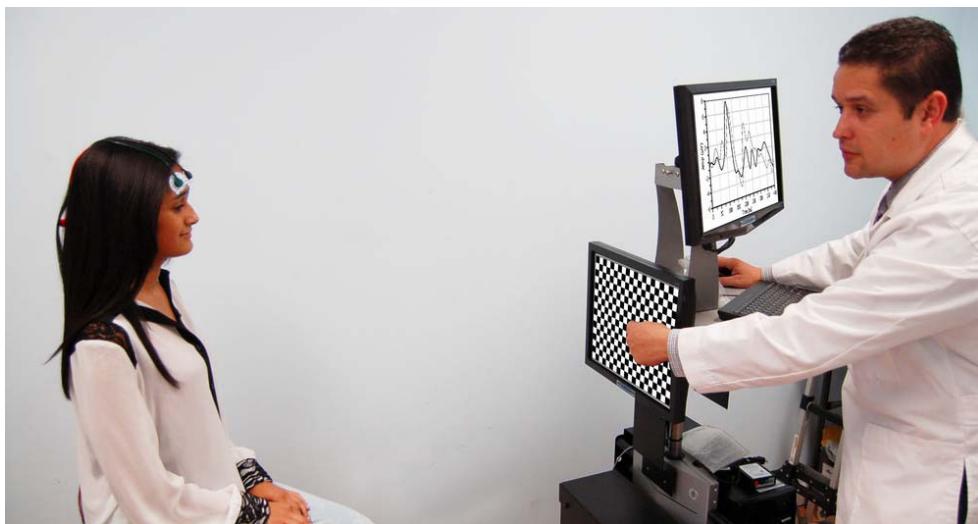
انواع پتانسیل برانگیخته

- پتانسیل برانگیخته بینایی یا (VEP)
- پتانسیل برانگیخته شنوایی یا (AEP)
- پتانسیل برانگیخته حسی حرکتی یا (SEP,SSEP)
- پتانسیل‌های برانگیخته با تحریک درد (مثال: یک پالس گرمایی شدید از یک پرتو لیزر IR)
- پتانسیل‌های برانگیخته بویایی (Olfactory Evoked Potential)

پتانسیل برانگیخته بینایی



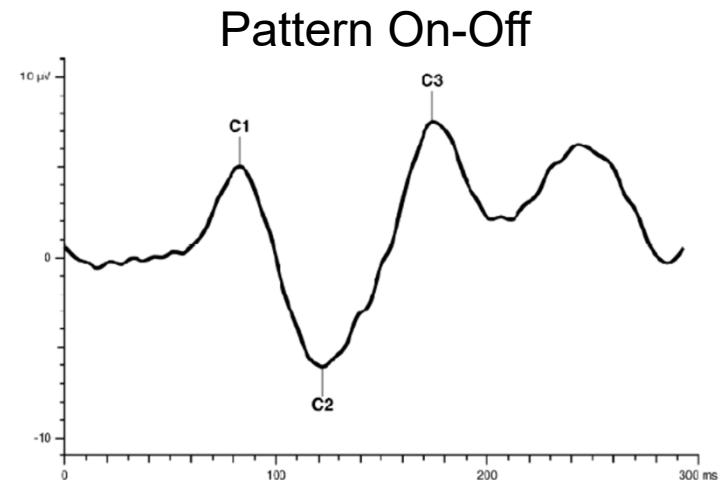
- پتانسیل برانگیخته بینایی یا (VEP) Visual Evoked Potential (VEP) است.
- تحریک‌ها به صورت فلاش‌های نور یا الگوهای بینایی هستند.
- از لوب پس سری ثبت می‌شود.
- دامنه VEP از ۱ تا ۲۰ میکروولت بوده و پهنای باند آن ۱ تا ۳۰۰ هرتز است.
- بازه زمانی VEP، ۲۰۰ میلیثانیه است.



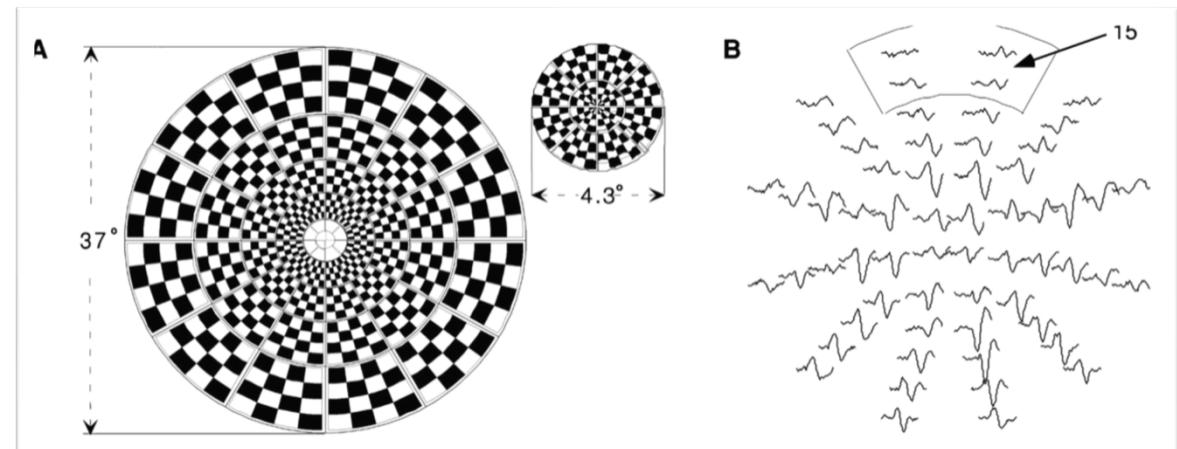
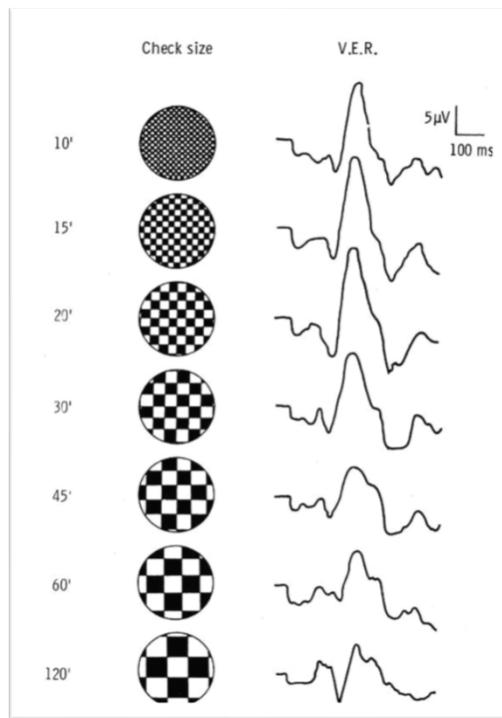
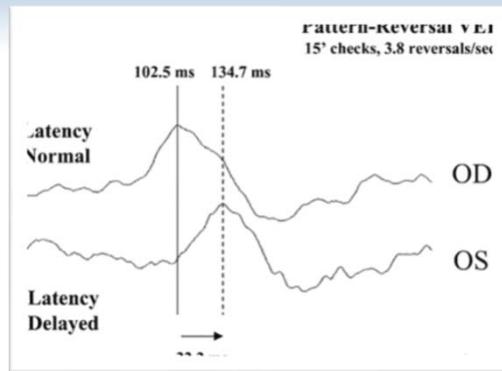
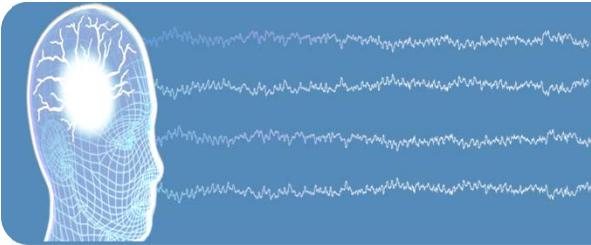
دېتازسیل پړانګېخته ښنایي



	Time 1	Time 2
Luminance On-Off (flash)		
Pattern On-Off		
Pattern Reversal		



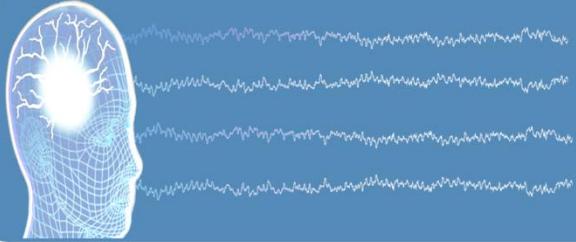
پتازیل پرائگیخته بینایی



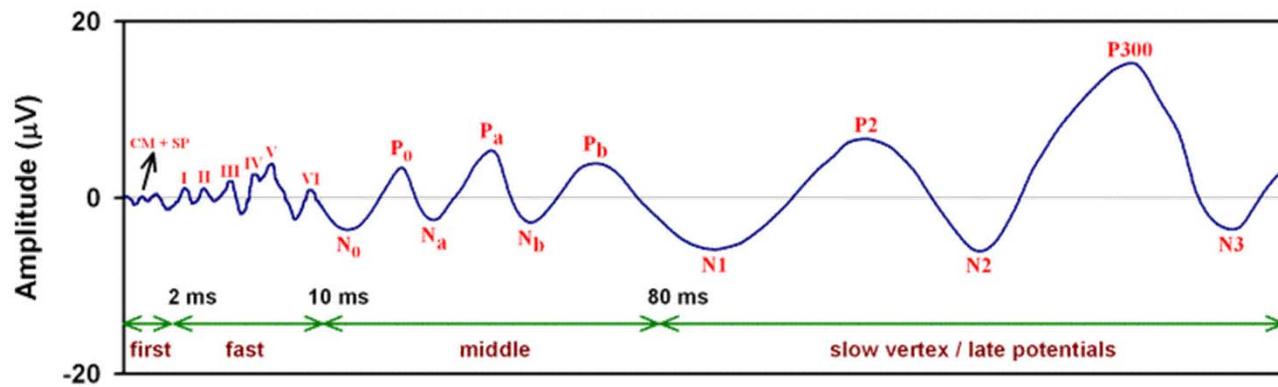
○ کاربردها:

- تشخیص اسکلروز چندگانه یا MS
- کورونگی
- نقصان میدان دید (Visual Field)
- بررسی قدرت دید (Visual Acuity)

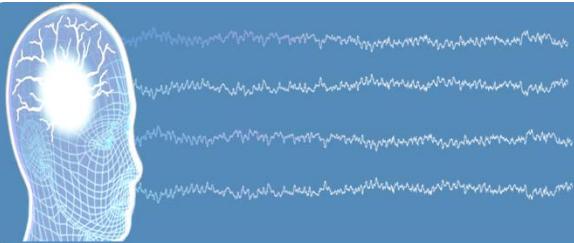
پتانسیل برانگیخته شنوایی



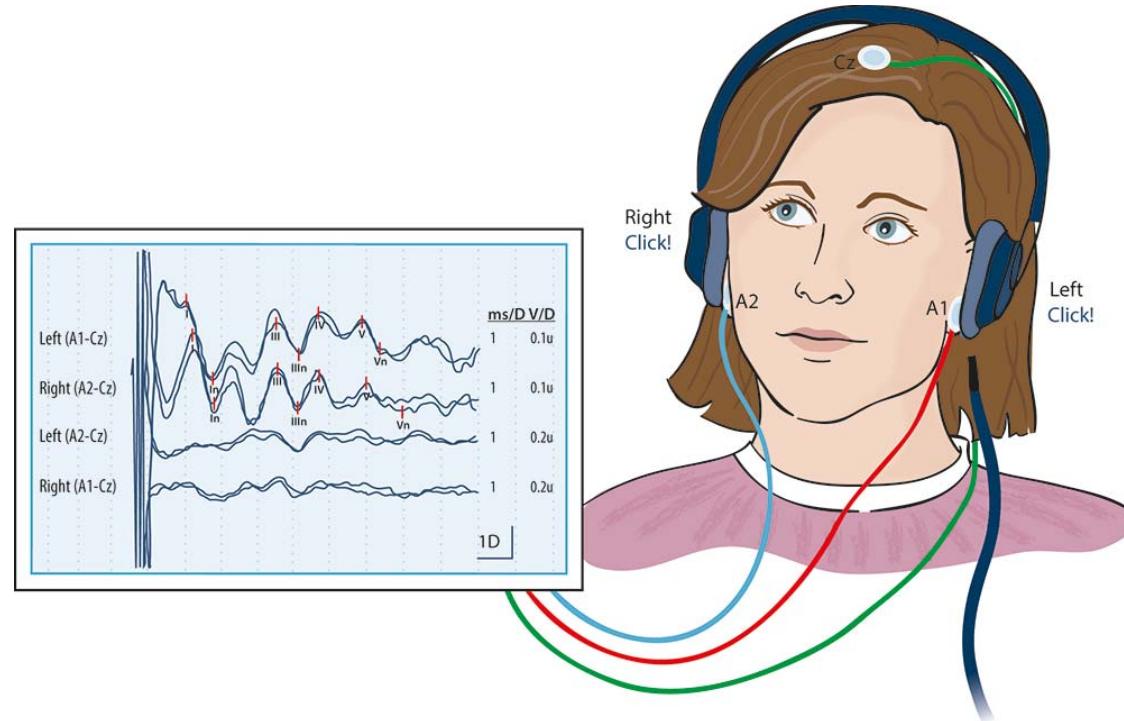
- پتانسیل برانگیخته شنوایی یا (AEP) ○
- توسط الکترودهای قرار داده شده بر روی فرق سر ثبت می‌شود.
- تحریک شنوایی می‌تواند یک کلیک، یک تن خاص یا نویز سفید باشد.
- AEP شامل چهار بخش است:
 - پتانسیل اول با تأخیر حدود یک میلیثانیه
 - پتانسیل زود با تأخیر حدود ۸ میلیثانیه
 - پتانسیل میانی با تأخیر ۸ تا ۵ میلیثانیه
 - پتانسیل دیر با تأخیر ۵۰۰ تا ۵۰ میلیثانیه



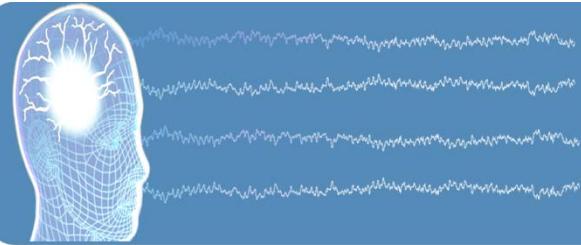
پتانسیل پردازگیخته شنوایی



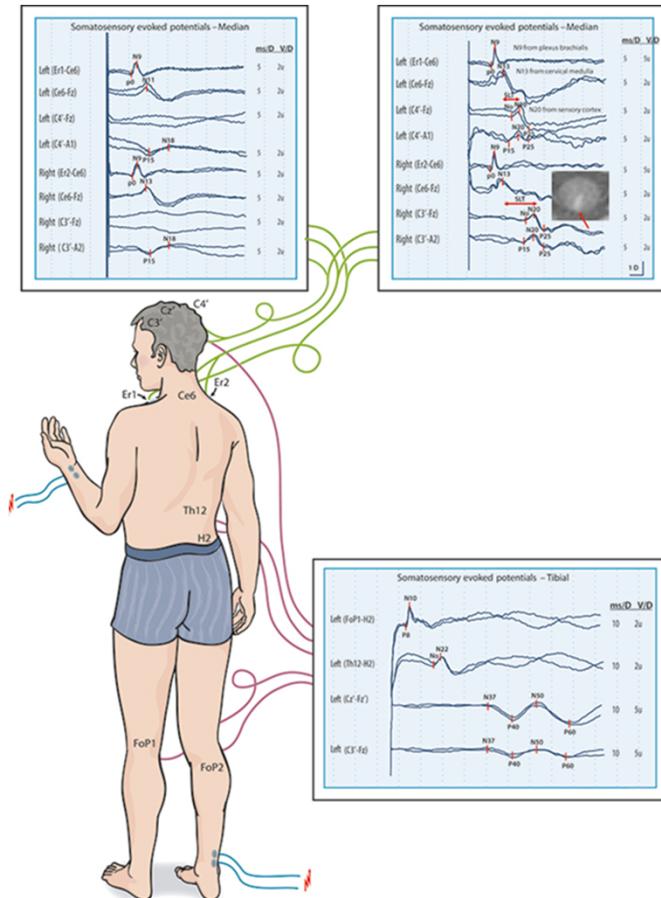
- پهنای باند AEP ۱۰۰ تا ۳۰۰ هرتز است.
- برای بررسی مشکلات شنوایی استفاده می‌شود.



پتانسیل برانگیخته حسی حرکتی



Somatosensory Evoked Potential



○ پتانسیل برانگیخته حسی حرکتی یا (SEP,SSEP)

○ از بخش سنسوری کورتکس ثبت می‌شود.

○ تحریک‌ها می‌توانند الکتریکی یا مکانیکی باشند.

○ در تحریک الکتریکی، محرک مورد استفاده یک جریان الکتریکی است که به مدت کوتاهی توسط الکترودها اعمال می‌شود.

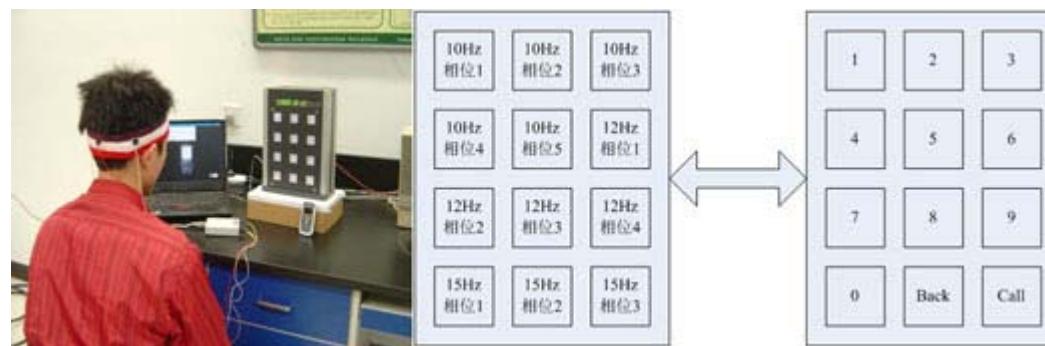
○ محل ثبت بستگی به این دارد که نیمه بالایی یا پایینی بدن مورد آزمایش قرار گیرد.



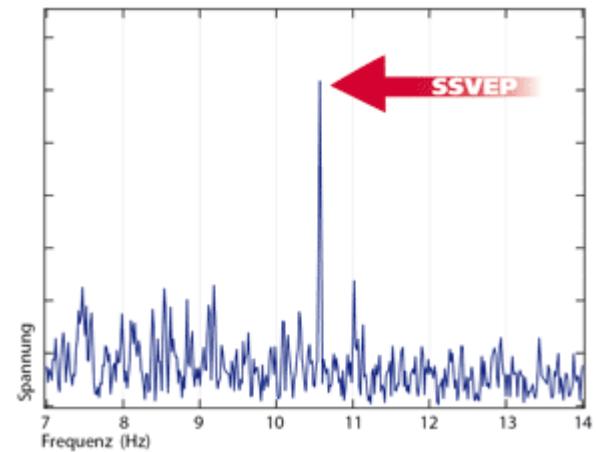
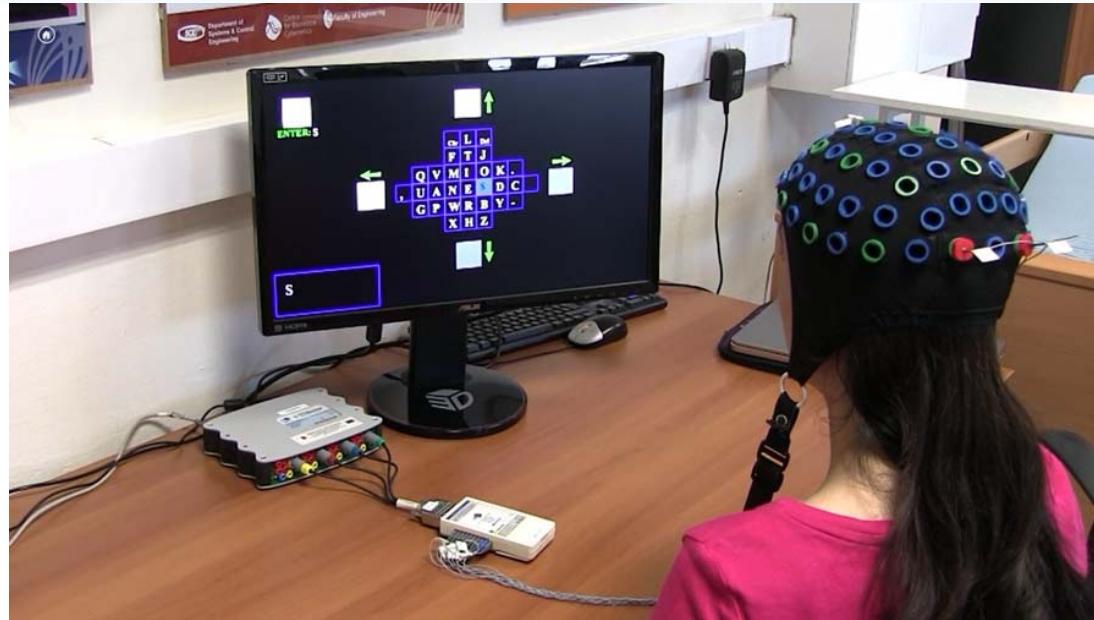
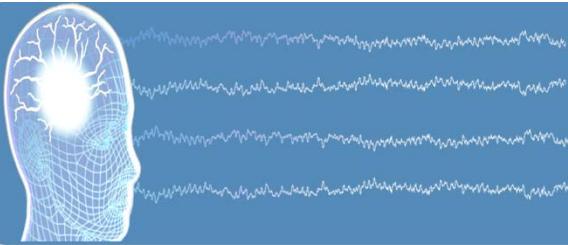
پتانسیل پرانتگیخته حالت دائم

SSVEP یا Steady State Visually Evoked Potentials °

- ° پاسخ طبیعی مغز به تحریک‌های بینایی با فرکانس خاص
- ° زمانی که شبکیه چشم با تحریک‌های بینایی متنابض تحریک می‌شود، در مغز فعالیت الکتریکی با فرکانس مشابه تحریک بینایی یا ضربی از آن ایجاد می‌شود.
- ° نسبت سیگنال به نویز SSVEP‌ها زیاد است: مناسب برای پژوهش‌های مغزی



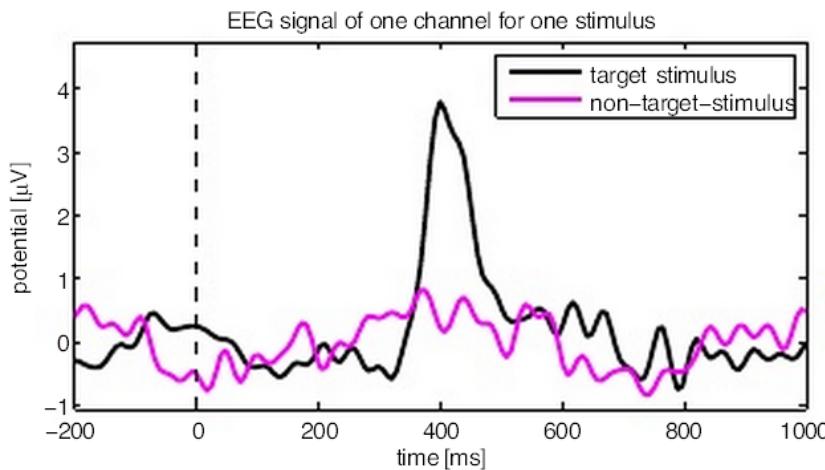
پتانسیل برانگیخته حالت دائم



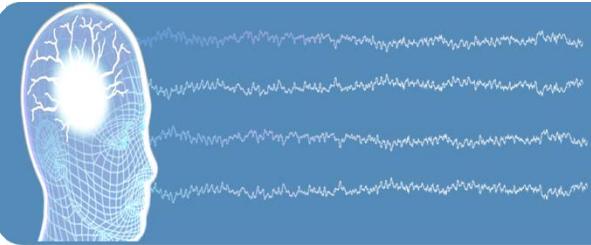


پتانسیل وابسته به رخداد P300

- یک پتانسیل وابسته به رخداد شناختی است که در فرآیند تصمیم‌گیری ایجاد می‌شود.
- یک پتانسیل درونزا است که به ویژگی‌های فیزیکی تحریک بستگی ندارد، بلکه به واکنش شخص به تحریک مربوط است.
- منعکس‌کننده فرآیندهای درگیر در ارزیابی محرک یا طبقه‌بندی آن است.
- توسط الگوهای oddball ایجاد می‌شود، یعنی موارد هدف با احتمال وقوع کم با موارد غیر هدف (با احتمال وقوع زیاد) ترکیب شده‌اند.
- یک ولتاژ مثبت با زمان تأخیر ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌ثانیه است.
- بیشتر در لوب آهیانه‌ای



P300



- کاربردهای P300:
- کاربردهای کلینیکی (مثال: اختلال نقص توجه بیش فعالی)
- رابط مغز-رایانه (BCI) (مثال: P300-speller)
- پژوهش‌های شناختی
- دروغ‌سنجدی

حذف نویز و آرتیفیکت و
استخراج سیگنال مطلوب

تشخیص و طبقه‌بندی

استخراج ویژگی

پردازش‌های حوزه زمان،
فرکانس و زمان-فرکانس

