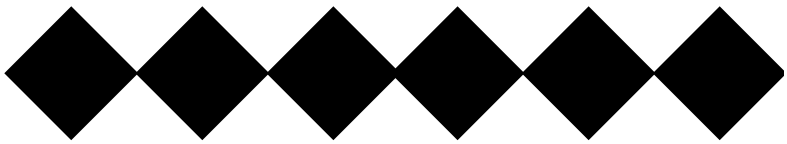


مبانی (Basics)

فصل ۱

معرفی:

الکتروانسفالوگرام‌ها در نورولوژی بالینی، فراگیر هستند بطوریکه برای ارزیابی علایم نورولوژیکی گذرا مانند اختلالات هوشیاری، تغییر حواس یا حرکات ابنرمال استفاده می‌شوند و بخشی از فرایند ارزیابی بیماری‌های شایع نورولوژیکی مانند اپی لپسی، سکته مغزی، تومورها، دمانس،آنسفالوپاتی و آنسفالیتیس (التهاب مغز) را تشکیل می‌دهند (هستند). بنابراین، نقش آن‌ها در مراقبت‌های ویژه‌ی پزشکی به صورت فزاینده‌ای در حال گسترش و شناسایی است. مطمئنا دانشجویان پزشکی و کارآموزان علوم اعصاب در مطب متخصص، اتاق اورژانس یا کنار تخت بیمار و یا حتی در طول معاینات مختلف گواهینامه این دستگاه را مشاهده می‌کنند. بصورت کلی، اعتماد به نفس کارآموزان در ترجمه و تفسیر نوار مغزی متفاوت است. در ابتدا، اکثر کارآموزان از اینکه نوار مغزی‌ها و گزارش‌های مرتبط را تفسیر کنند، بشکلی غریزی می‌ترسند و خودشان را محدود می‌کنند. تفسیر نادرست از شکل موج‌های الکتروگرافیک نیز رایج است و می‌تواند منجر به رنج بی‌مورد از تشخیص تا داروهای اشتباه بشود(۱). بهترین راه برای جلوگیری از چنین موقعیت‌هایی، این است که خودتان EEG را تفسیر کنید و جزئیات آن را متوجه شوید. این کتاب شما را قادر می‌سازد تا این کار را به سادگی انجام دهید.

هدف از این فصل، آشنایی خواننده با EEG در قالب قسمت‌های زیر است؛

۱. مبانی
۲. نشانه‌ها
۳. محدودیت‌ها
۴. الکترودها
۵. قرار دادن الکترودها
۶. ابزار
۷. نمایش
۸. پارامترها
۹. کالیبراسیون و تنظیم دستگاه
۱۰. ایمنی

مبانی:

تاریخچه:

در سال ۱۸۷۵ یک فیزیولوژیست بریتانیایی، به نام ریچارد کاتن، برای اولین بار "جریان‌های ضعیف با جهت‌های متفاوت" را از طریق الکترودهایی که روی سطوح کورتیکال مغز کار گذاشته بودند، ثبت کرد. کارِ وی، زمینه را برای انجام الکتروانسفالوگرافی فراهم کرد. بعدا در سال ۱۹۲۹، هانس برگر، روانپزشک آلمانی، اولین ریتم آلفا (امواج برگر) را ثبت کرد، که موجب اختراع الکتروانسفالوگرام مدرن شد. او همچنین اولین نفری بود که از این امواج برای مطالعه بیماری‌های نورولوژیک استفاده کرد (۲). در سال ۱۹۳۵، گیبس، دیویس و لنوکس برای اولین بار موج ۳ هرتزی و موج صرع عمومی ایدیوپاتیک[1] را نشان دادند. سال بعد گیبس و جاسپر برای اولین بار تخلیه اِنتریکتال[2] (نوعی الگوی تشنجی شکل) را در صرع کانونی گزارش کردند (۳،۴). اولین آزمایشگاه نوار مغزی در بیمارستان جنرال ماساچوست بوستون در سال ۱۹۳۶ افتتاح شد (۵). از آن زمان به بعد این تست به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفت.

بیولوژی:

مولدهای عمده‌ی فعالیت الکتروگرافیک، مجموعه‌ای از پتانسیل‌های پس سیناپسی تحریکی و مهاری سلول‌های هرمی در لایه‌های سطحی قشر مغز هستند. فعالیت سیناپسی برخلاف پتانسیل‌های عمل (کنش) به صورت مرتب رخ می‌دهد نه به ازای هر پاسخی یا هیچ کدام از آنها. بنابراین، فعالیت مغزی بصورت مرتب و پیوسته رخ می‌دهد. نورون‌ها به صورت شعاعی در قشر مغز جهت گرفته‌اند و دو قطبی‌های شعاعی (با بارهای مخالف یا قطبی) تولید می‌کنند. انتهای سطحی (بیرونی) این دو قطبی‌ها منجر به ایجاد میدان‌های ولتاژی کوچک روی جمجمه (پتانسیل) می‌شود. EEG، این پتانسیل‌ها و تغییرات آن‌ها با زمان را نیز ثبت و نمایش می‌دهد (۶). ورودی‌های اضافی از ساختارهای ساب کورتیکال مانند تالاموس و سیستم‌های فعال‌کننده شبکه[3]، فعالیت‌های عصبی را هماهنگ می‌کند و باعث ایجاد ریتم الکتروگرافی می‌شود. اعتقاد بر این است که حداقل ۶ الی ۱۰ سانتیمتر مربع از قشر مغزی، برای تشکیل یک شکل موج روی جمجمه مورد نیاز است. بنابراین پتانسیل‌های کوچکتر یا کانونی ریز ممکن است روی رکوردهای جمجمه‌ای تشخیص داده نشوند (۸).

1. Idiopathic Generalized Epilepsy (IGE)
2. Interictal Discharge
3. Reticular Activating System (RAS)

حرکات:

فعالیت عصبیِ قشر مغز، پتانسیل پوست سر را تولید می‌کند. این پتانسیل‌ها را می‌توان شبیه به قله‌های کوه تصور کرد. وقتی این پتانسیل‌ها (نسبت به منبع) در مرکز باشند، بیشترین قدرت را دارند و با افزایش فاصله از منبع، قدرت خود را از دست می‌دهند. به تفاوت قدرت بین دو پتانسیل، ولتاژ (V) می‌گوییم و جریان (mA)، عبارت است از جریان بار (الکترون) بین آن‌ها. همانند یک رودخانه، جریان از ناحیه‌ای با پتانسیل بالاتر (قله‌ی بالاتر) به یک سطح با پتانسیل پایین‌تر (قله‌ی پایین‌تر) در حرکت است. مقاومت (Ω) مانعی است که جریان در طول حرکت با آن مواجه می‌شود. ارتباط بین ولتاژ (V)، جریان (I) و مقاومت (R) معادله‌ی V=IR محاسبه می‌شود و این مسئله، مبنای فیزیکی اولیه‌ی ثبت نوار مغز را تشکیل می‌دهد. دستگاه EEG، قدرت و جهت جریان را بین دو الکترود (در دو پتانسیل مختلف) اندازه‌گیری و تقویت می‌کند و آن‌ها را به شکل امواج، نشان می‌دهد. متخصص (خواننده) می‌تواند این امواج را تفسیر کند تا مکان و اهمیت آن‌ها را وقتی جریانات ثبت شده‌ی جفت الکترودها (کانال‌ها) روی صفحه نمایشی استاندارد (مونتاژ) مشاهده می‌شود، تعیین کند (۹).

شاخص‌ها:

نوار مغزی، ارزان، قابل دسترس، بدون درد و غیرتهاجمی است. ازینرو در طیف گسترده‌ای از خدمات بالینی استفاده می‌شود. علاوه بر این، وضوح زمانی فوق‌العاده‌ای دارد، بدین معنا که تغییرات فعالیت مغزی، تقریباً بلافاصله (میلی ثانیه) و به صورت پیوسته ثبت می‌شود که این مزیتی فوق‌العاده نسبت به حتی بهترین اسکن‌هایی است که احتمالا (حداقل) چند دقیقه طول می‌کشد تا تغییرات فیزیولوژیک را نشان دهد. به جهت مزایایی که برای خواننده در نظر گرفته شده است، چند شاخصه‌ی رایج در زیر لیست شده است:

۱. کلینیک

- حمله‌های عصبی گذرا یا علایم تشنج احتمالی را ارزیابی کنید.
- میزان خطر عود (تشنج) بعد از اولین تشنج را تعیین کنید.
- نوع صرع یا سندروم را تعریف کنید.
- زوال شناختی را بررسی کنید.

۲. بخش‌ها (واحد نظارت بر صرع)

- ثبت و توصیف وقایع نورولوژیکال.
- ایجاد و یا عدم ایجاد تشنج بالقوه را تعیین کنید.
- کمیت و محل‌های (لوکیشن) تشنج را مشخص کنید.
- درمان صرع از جمله تنظیم دارو و جراحی را بیاموزید.
- وقایع خواب_بیداری (مطالعات خواب) را ثبت کنید.

۳. اتاق اورژانس و ICU

- تشخیص و مدیریت وضعیت‌های صرع.
- تشخیص و تمییز حالات آنسفالوپاتیک.
- هدایت تیتروار بیهوشی و آرامبخشی.

۴. اتاق عمل

- راهنمایی حین عمل در قالب راهکارهای عروقی و نورو سرجیکال مانند اندارترکتومی شریان کاروتید (۱۰).

محدودیت‌ها:

نوار مغزی در کنار تمامی مزایایش، محدودیت‌های اجرایی و فنی مهمی نیز دارد.

فنی

علیرغم بهترین تکنیک‌ها، ثبت فعالیت مغزی از پوست سر، وضوح فضایی محدودی دارد. هر الکترود قسمت وسیعی از کورتکس مغز را نمونه برداری می‌کند، بنابراین منشاء امواج مغزی بطور دقیق تعیین نمی‌شود، بلکه فقط آن منطقه کلی مربوط به هر الکترود را می‌توان تخمین زد. علاوه بر این، اثر مرطوب کنندگی استخوان‌های ضخیم جمجمه، پتانسیل پوست را بسیار کوچک می‌کند (در حد میکروولت) بهمین دلیل، برای نمایش بایستی چند صد بار تقویت شوند. از طرفی، تقویت های بزرگ ممکن است سبب آلودگی شدید ناشی از نویزهای الکتریکی محیط و انواع دیگر مصنوعات شود. مسئله‌ی دیگر این است که نوار مغزی، سطح مغز را به عنوان یک کره‌ی صاف در نظر می‌گیرد در حالی که قشر مغز شیارهای عمیقی دارد. فقط یک سوم قشر مغز (شکنج

سطحی) برای ضبط از پوست سر در دسترس هستند. پتانسیل‌های قشری که عمیق (سولکال)، تحتانی (پایه‌ای)، یا پنهان هستند، سیگنال‌های ضعیفی به ما می‌دهند (۱۱).

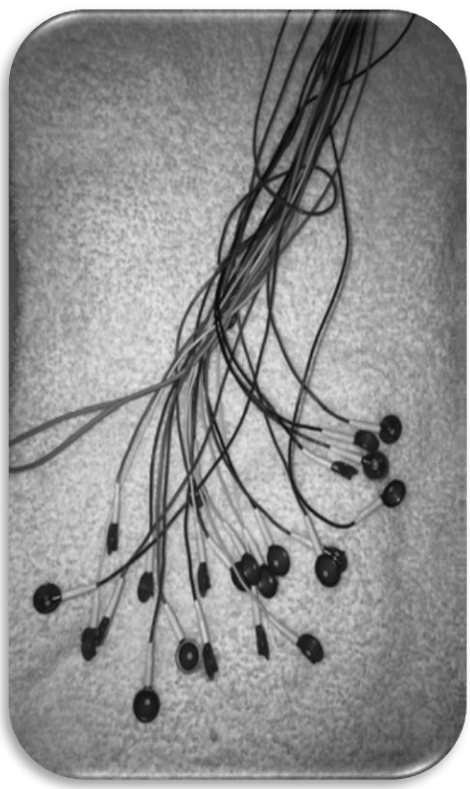
اجرایی

متخصص(خواننده) باید درک کند که نوار مغزی مانند یک عکس فوری در لحظه است. مانند تصویر یک اقیانوس که موج دریا را فقط در آن نقطه از زمان، بازتاب می‌کند و نمی‌تواند دریای طوفانی یا آرام را پیش بینی کند. هنگامی که ناهنجاری‌های صرعی[1] (تخلیه‌های الکتریکی) مشاهده شد، ممکن است همراه با صرع باشد، اما (این ناهنجاری‌ها) ممکن است (وجود صرع را) تشخیص ندهند. با این حال، ناهنجاری‌های صرعی نسبت به صرع، اختصاصی‌تر (حدود ۹۵ درصد) هستند تا اینکه حساس‌تر باشند (حدود ۳۰ درصد). درصد کمی از بزرگسالان سالم (کمتر از ۱٪) و درصد کمی بالاتری از کودکان سالم (کمتر از ۴٪) نیز ناهنجاری‌های صرعی دارند (۱۲). کمتر از یک سوم افرادی که ضایعات مغزی فوکال یا کانونی دارند، با وجود عدم تشنج بالینی، دچار ناهنجاری‌های صرعی می‌شوند (۱۳). حال آنکه برعکس، کمتر از نیمی از آن‌هایی که صرع دارند ناهنجاریهای صرعی در نوار مغزی‌شان دیده می‌شود. این یافته در ۲۴ ساعت اول بعد از تشنج به حداکثر می‌رسد و بعد از آن کاهش می‌یابد (این یافته در مطالعات مختلف تایید شده است اما هرگز مطلق نیست). همچنین تعداد تخلیه‌های الکتریکی موجود در نوار، ارتباط ضعیفی با شدت صرع یا کانون تشنج دارد (۱۴). مسئله‌ی بعدی مربوط به تجربه و مهارت خود خوانندگان است که جایگزینی برای آن وجود ندارد. اکثر آنها پیشینه‌ای از دانش نورولوژیک را با خود یدک می‌کشند که این نیز متغیر است. خواب (چه طبیعی و چه خواب مصنوعی)، یافته‌های نوار مغزی را دقیق‌تر می‌کند، پس باید تمام تلاش خود را برای خوابیدن حین نوار مغزی انجام داد. بنابراین روش‌های فعال‌سازی فرایند خواب مانند تحریکات نوری و هایپرونتیلاسیون را انجام بدهید. افزایش مدت زمان ضبط نوار مغزی سرپایی یا نظارت طولانی مدت (که نیاز به بستری در بیمارستان دارد)، حساسیت و اختصاصی بودن نوار مغزی را بیشتر بهبود می‌بخشد. ثبت تشنج بیمار در نوع طولانی مدتِ ثبت نوار مغزی، استانداردی طلایی برای تایید صرع در نظر گرفته می‌شود (۱۵،۱۶).

1 Epileptiform Abnormalities

الکترودها

الکترودهای پوست سر، دیسک‌های فنجانی کوچکی از جنس طلا، نقره یا پلاستیک‌اند. سطح آن‌ها با کلرید نقره کاور شده است و دارای یک لبه‌ی صاف با قطر ۱ سانتیمتر و سوراخ کوچکی در گنبد مرکزی برای ژل الکترو–رسانا است. این طراحی به الکترودها اجازه می‌دهد که بر روی پوست سر ثابت بمانند و بدون زحمت سیگنال‌های الکتریکی را به دستگاه نوار مغزی هدایت کنند. امپدانس[1] الکترود (مقاومت در برابر ریزش جریان متناوب) باید کمتر از ۵ کوم[2] باشد. امپدانس بالاتر منجر به خطای ضبط می‌شود. بعد از تمیز کردن دقیق پوست سر، الکترودها با کمک نوارهای کوچکِ گازِ آغشته به کلودیون یا با استفاده از خمیر الکترو–رسانا، چسبانده می‌شوند. در صورت استفاده، کلودیون در هوا خشک می‌شود تا اتصالات ایمنی ایجاد شود. چربی پوست سر، باعث امپدانس بالاتر می‌شود و شکل موج‌های مغزی را مخدوش می‌کند در حالیکه ارتباطاتی از جنس ژل یا عرق بین الکترودها، منجر به امپدانس کمتر (اتصال کوتاه) و در نهایت آرتیفکت می‌شود (۱۷). شکل ۱–۱ الکترودهای پوست سر را نشان می‌دهد.



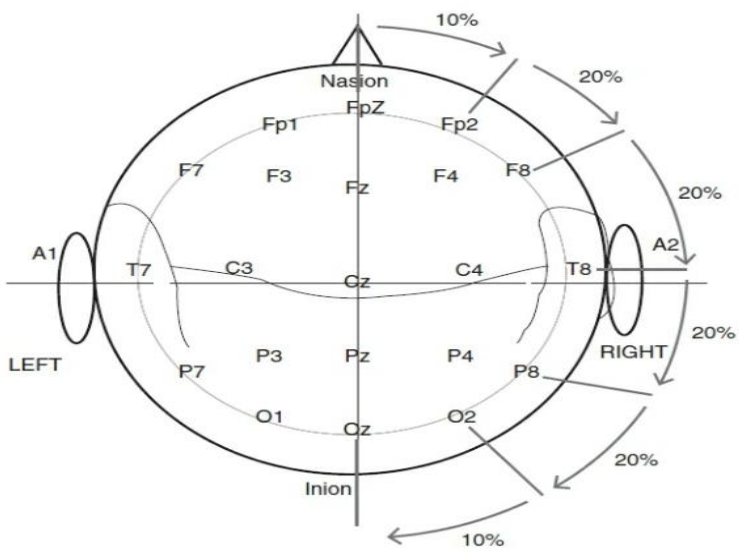
شکل ۱–۱؛ الکترودهای پوست سر

1 Impedance
2 Kohm

نحوه قرار دادن الکترودها (سیستم ۱۰-۲۰)

به منظور عدم اختلاف ضبط نوار مغزی در بین آزمایشگاه‌ها، الکترودها باید به صورت استانداردی روی پوست سر جاگذاری شوند. به همین دلیل "سیستم بین‌المللی جاگذاری الکترود ۱۰-۲۰" توسط دکتر هربرت جاسپر، در موسسه‌ی نورولوژیکال مونترال در دهه ۱۹۵۰ توسعه یافت و با تغییراتی در سراسر جهان پذیرفته شد (۱۸). مطابق این سیستم، الکترودها، براساس افزایش ۱۰ یا ۲۰ درصدی اندازه‌ی دور سر و با استفاده از لندمارک‌های قابل تشخیص و آسان روی جمجمه، روی پوست سر قرار می‌گیرند. این لندمارک‌ها شامل نازیون (قسمت بالای بینی)، اینیون (اکسیپیتال)، تراگوس و ماستوئید هستند. موقعیت هر الکترود با حرف و عددی مشخص توصیف می‌شود. این حروف، ناحیه‌ی زیرین الکترودی را که روی آن قرار دارد و آن را ضبط می‌کند، نشان می‌دهد (و نه دقیقاً لوب مربوط را). مانند: پری فرونتال (Fp)، فرونتال (F)، پریتال (P)، تمپورال (T)، اکسیپیتال (O) و مرکزی (C). اعداد نیز فاصله و پوزیشن الکترود (راست یا چپ) را، از خط وسط (Z) مشخص می‌کنند. اعداد فرد روی نیمکره چپ و اعداد زوج روی نیمکره راست قرار دارند. A1 و A2 بترتیب به لوب گوشی چپ و راست (ماستوئید) اختصاص دارد. شکل ۲-۱، آرایش سیستم معمولی ۱۰-۲۰ را نشان می‌دهد.

۱. تکنسین ابتدا محیط طولی سر را در صفحه ساژیتال از نازیون و در ادامه راس سر (بالاترین قسمت سر) تا اینیون اندازه‌گیری می‌کند و این فاصله ۱۰۰ درصد در نظر گرفته می‌شود. همانطور که در شکل ۲-۱ نشان داده شده‌است، پنج نقطه در امتداد این خط به شرح زیر علامت‌گذاری شده است؛ Fpz (۱۰ درصد از نازیون)، Fz (۲۰ درصد از Fp)، Cz (۲۰ درصد از Fz)، Pz (۲۰درصد از Cz)، Oz (۲۰ درصد از Pz و ۱۰ درصد از اینیون).

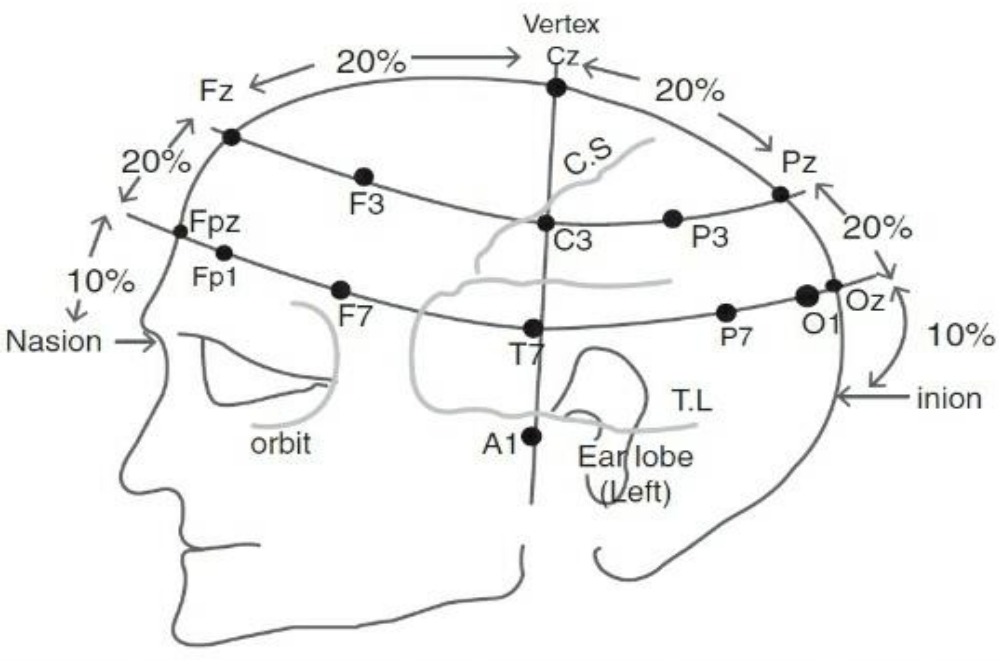


شکل ۲-۱؛ موقعیت هر الکترود بر اساس سیستم ۱۰- ۲۰ (زاویه‌ی دید از بالا)

۲. در مرحله‌ی بعد، محیط عرضی نسبت به صفحه کرونال (فرونتال) از چپ به راست و از نقاط پیش گوشی (از ریشه زایگوما) و در امتداد راس سر اندازه گیری می‌شود و این فاصله ۱۰۰ درصد در نظر گرفته می‌شود. هفت نقطه در امتداد این خط به شرح زیر تعیین شده‌اند؛ A1 (نقطه‌ی پیش گوشی چپ)، T7 (۱۰درصد از نقطه‌ی پیش گوشی چپ)، C3 (۲۰ درصد از T7)، Cz (۲۰ درصد از C3)، C4 (۲۰ درصد از Cz)، T8 (۲۰ درصد از C4)، A2 (۱۰ درصد از T8 در نقطه‌ی پیش گوشی راست).

۳. سپس، یک محیط جانبی (طرفین) از ناحیه‌ی Fpz (قدامی) تا Oz (خلفی) اندازه‌گیری می‌شود. این مسیر از نقطه T7 در سمت چپ و T8 در سمت راست عبور می‌کند؛ نقاط این مسیر به دو طرف (چپ و راست) حرکت می‌کند و از Fpz شروع می‌شود (داخل پرانتز بترتیب چپ/راست): Fp1/2 (۱۰ درصد از Fpz)، F7/8 (۲۰ درصد از Fp1/2)، T7/8 (۲۰ درصد از F7/8)، P7/8 (۲۰ درصد از T7/8) و O1/2 (۲۰ درصد از P7/8 و درصد به Oz).

۴. در نهایت، محیط دیگری به موازات صفحه‌ی ساژیتال (پاراساژیتال) از Fp1 تا O1 (در امتداد C3، از چپ) و Fp2 تا O2 (در امتداد C4، از راست) اندازه‌گیری و ۸۰ درصد از فاصله Fpz تا Oz در نظر گرفته می‌شود. سه نقطه در امتداد این خطوط ۲۵ درصدی به شرح زیر مشخص شده‌اند؛ F3/4، C3/4، P3/4 .



شکل۳-۱؛ موقعیت هر الکترود بر اساس سیستم ۱۰-۲۰ (زاویه‌ی دید از لترال سمت چپ)

سیستم مذکور (نامگذاری ترکیبی اصلاح شده[1])، اقتباسی از سیستم ۱۰-۲۰ اصلی است؛ چرا که چهار الکترود را تغییر نام می‌دهد: (T3 به T7، T4 به T8، T5 به P7 و T6 به P8 تغییر داده شده است) (۱۹). این تغییرات با دستورالعمل‌های انجمن نوروفیزیولوژی بالینی آمریکا[2] مطابقت دارد و اکثر نمونه‌های نوار مغزی در این کتاب، از این روش استفاده کرده است (۲۰).

علاوه بر نقاط ذکر شده، یکسری محل‌ها برای جای گذاری الکترود نیز وجود دارند که البته کمتر استفاده می‌شوند و شامل الکترودهای اسفنوئیدی و نازوفارنژیآل می‌شوند. الکترودهای اسفنوئیدی سیم‌های نازکی هستند که از طریق سوزنی که بین زیگوما و شکاف مندیبولار قرار می‌گیرد وارد می‌شود. این الکترودها تا عمق ۳ سانتی‌متری نفوذ می‌کنند تا وضوح بهتری از ساختارهای قدامی و مزیال[3] ناحیه‌ی تمپورال ارائه دهند (۲۱). الکترودهای نازوفارنژیآل از طریق سوراخ بینی وارد و در بخش خلفی حلق قرار گرفته می‌شوند (۲۲). البته این محل‌ها، به دلیل تهاجمی بودن، ایجاد ناراحتی و مزایای قابل بحث و نامطمئن، معمولاً مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

ابزار

سیستم EEG، سیگنال‌های الکتریکی ثبت شده توسط جفت الکترودهای پوست سر را تقویت و پردازش می‌کند و آن‌ها را به شکل موج روی صفحه‌ای دیجیتالی نمایش می‌دهد. در هسته این دستگاه، ترکیبی از تقویت کننده‌ها به نام تقویت کننده‌های دیفرانسیلی وجود دارد. همچنین، این تقویت کننده‌ها، به کاهش نویز بین جفت الکترودها از طریق رد حالت مشترک کمک می‌کنند، که طی آن پتانسیل مصنوعی مشابهی که در هر دو الکترود یک جفت الکترود، ایجاد می‌شود، لغو می‌گردد. با این حال، برای اینکه رد حالت مشترک عمل کند، هر دو الکترود یک جفت الکترود باید کاملا مثل هم جاگذاری و تطبیق داده شوند. اگر یکی از آنها بصورت ضعیفی ثابت شده باشد (امپدانس بالا)، باعث تشکیل کانال پتانسیل مصنوعی (نویز) خواهد شد. برای اینکه ریزش جریان در سیستم EEG تشکیل شود، امپدانس‌های الکترود پوست سر باید پایین باشد (نهایتا ۵ کوم)، بررسی امپدانس، قبل از ضبط نوار مغزی بایستی انجام شود. بهره[4] به عاملی اشاره دارد که در آن سیگنال تقویت می‌شود و بر حسب دسی بل (dB) اندازه‌گیری می‌شود. به طور معمول، هر سیگنال پوست سر بایستی به اندازه ۱۰۰۰ تا صد هزار برابر (۶۰ تا ۱۰۰ دسی بل افزایش ولتاژ) تقویت شود. سیستم‌های نمایش دیجیتال، سیگنال تقویت شده را برای ذخیره سازی و نمایش، نمونه برداری می‌کنند. نمونه برداری از فرکانس، به تعداد و تراکم نقاط داده‌ی نمونه برداری شده در زمان اشاره دارد. شکل امواج مغزی معمولاً

1 Modified Combinatorial Nomenclature
2 American Clinical Neurophysiology Society (ACNS)
3 Mesial
4 Gain

در محدوده‌ی فرکانس نیم تا ۳۰ هرتزی رخ می‌دهد، بنابراین اکثر نمایشگرهای دیجیتالی از نمونه برداری از فرکانس ۱۰۰ تا ۵۰۰ هرتزی برای نمایش امواج ایجاد شده (نماینده) استفاده می‌کنند (۲۳). ستآپ (مجموعه‌ی) معمولی EEG شامل الکترودهایی است که باید روی پوست سر بیمار اعمال شود. هر الکترود دارای یک سیم است که آن را به هدباکس متصل می‌کند. هدباکس نیز با یک کابل ضخیم به یک کامپیوتر با صفحه نمایش دیجیتال متصل می‌شود. شکل ۴-۱، بخش‌هایی از ستآپ معمولی EEG را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۱؛ ستاپ معمولی EEG، هدباکس،کامپیوتر و صفحه نمایش

نمایش

سیستم های نوار مغزی با نام های تجاری مختلف در دسترس هستند. خوانندگان باید خود را با تفاوت‌های جزئی سیستم مورد استفاده در آزمایشگاه آشنا کنند. اکثر نمایشگرها، در نوار بالایی پارامترهای ضبط، مونتاژ و سایر تنظیماتی که به آسانی و بر اساس ترجیح مفسر قابل تغییر است را قرار داده‌اند. هر گزارش تکنسین در سمت راست صفحه نمایش ترسیم می‌شود. اکثر سیستم‌ها ۱۰ تا ۱۵ ثانیه از این گزارش را در هر صفحه نشان می‌دهند. بخش اصلی هر صفحه (خطوط ضخیم‌تر)، یک ثانیه است که در آن پنج بخش فرعی (خط نازک‌تر)، هرکدام ۲۰۰ میلی ثانیه، وجود دارد. رکوردهای نوار مغزی که در این کتاب به نمایش در آمده است، با ۱۵ ثانیه در هر صفحه اجرا می‌شود.

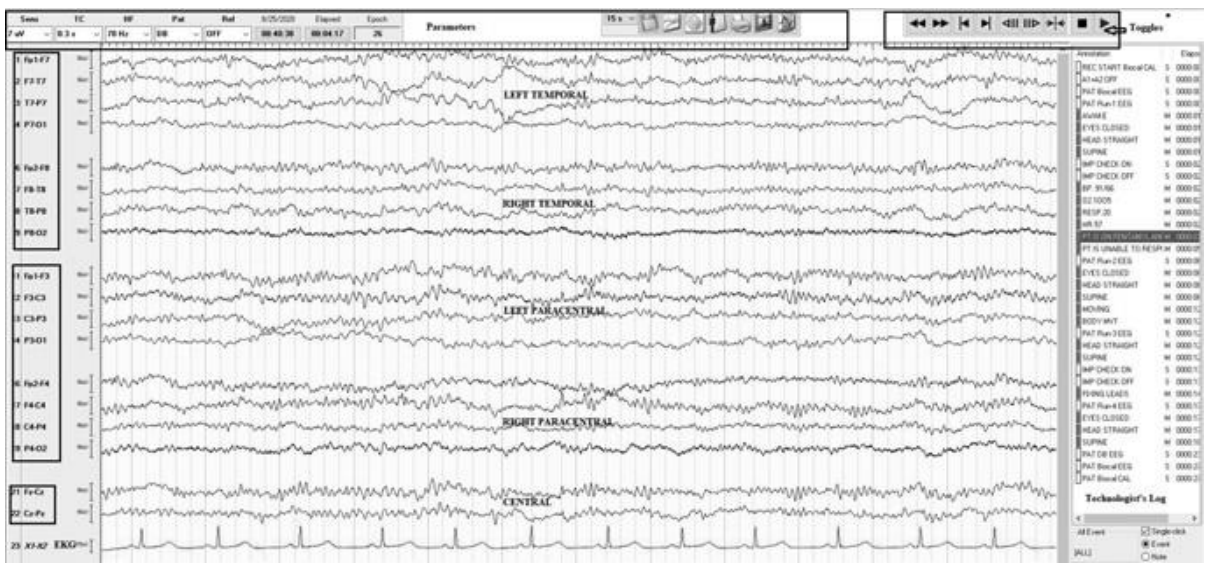
شکل نوار مغزی به مونتاژ آن بستگی دارد. اکثر تفسیرکنندگان، برای شروع بررسی خود، مونتاژ دو قطبی طولی (الگوی موز دوتایی[1]) را به صورت پیش فرض انجام می‌دهند (همان طور که در اکثر نمونه‌های این کتاب به نمایش در آمده‌است). شکل ۵-۱، تصویر معمولی نوار مغزی را در مونتاژ دو قطبی طولی نشان می‌دهد.

چهار کانال اصلی (هر کدام، یک جفت الکترود)؛ P7-O1، T7-P7، F7-T7، Fp1-F7 هستند. این کانال‌ها ناحیه تمپورال سمت چپ بیمار را در مسیر قدامی به خلفی ضبط می‌کنند (بدین معنا که Fp1، بیشترین الکترود قدامی و O1، بیشترین الکترود خلفی در این زنجیره است).

چهار کانال بعدی عبارتند از P8-O2، T8-P8، F8-T8، Fp2-F8. این کانال‌ها نیز ناحیه سمت راست تمپورال بیمار را در مسیر قدامی به خلفی ضبط می‌کنند. قرار دادن این دو مجموعه به صورت پلکانی، به تفسیر کننده این امکان را می‌دهد تا به راحتی فعالیت هر دو طرف تمپورال را با همدیگر مقایسه کند.

بطور مشابه، دو مجموعه‌ی زیر نیز نواحی پاراسنترال چپ و راست را با همدیگر مقایسه می‌کند: P3-O1، C3-P3، F3-C3، Fp1-F3 سمت چپ و P4-O2، C4-P4، F4-C4، Fp2-F4 مربوط به سمت راست هستند.

دو کانال آخر بعدی، Cz-Pz و Fz-Cz- نوار بخش مرکزی مغز را ثبت می‌کنند. کانال نهایی نیز نشان‌دهنده‌ی الکتروکاردیوگرام است (EKG). دیگر مونتاژها در فصل ۳ توضیح داده خواهد شد.



شکل ۵-۱؛ تصویر معمولی یک نمایشگر EEG در مونتاژ طولی دوقطبی (DB). آزمایشگاه ما از نسخه‌ای از میز کار Nihon Koden استفاده می‌کند. نمایشگرها بسته به نرم افزارهای تجاری موجود در حال استفاده، متفاوت خواهند بود.

1 Double Banana