نشریه مطالعات مهندسی پزشکی آپادانا
دوره ۱، شماره ۱، زمستان ۱۴۰۲، ۶-۲۲
ajeb.apadana.ac.ir

الکترونیستاگموگرافی: تأثیر، تشخیص و مقایسه

آتوسا کشتکار * | دانشجوی کارشناسی مهندسی پزشکی، مؤسسه آموزش عالی آپادانا، شیراز، ایران.

زهرا میرزایی | دانشجوی کارشناسی مهندسی پزشکی، مؤسسه آموزش عالی آپادانا، شیراز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۳۰

چکیده

نیستاگموس پدیده‌ای است که معنی فیزیولوژی قابل توجهی دارد و یکی از مهم‌ترین علائم آسیب‌شناسی وستیبولار است. الکترونیستاگموگرافی (ENG)، یک آزمایش تشخیصی برای ثبت حرکات غیرارادی چشم ناشی از بیماری نیستاگموس است. همچنین از آن می‌توان برای تشخیص علل سرگیجه یا اختلال در تعادل با آزمایش سیستم دهلیزی استفاده کرد. یعنی در اصل؛ آزمونی است که برای بررسی عملکرد دستگاه دهلیزی گوش درونی استفاده می‌شود که در آن، با قراردادن الکترودهایی در اطراف چشم، نیستاگموس را ثبت می‌کند. الکترونیستاگموگرافی برای ارزیابی حرکات ارادی و غیرارادی چشم استفاده می‌شود. این روش، عصب حلزونی و عصب چشمی را ارزیابی می‌کند و می‌تواند برای تعیین منشأ اختلالات مختلف چشم و گوش استفاده شود.

هدف از این مقاله، مرور و بررسی روش تشخیص سرگیجه با استفاده از الکترونیستاگموگرافی و مقایسه آن با سایر دستگاه‌ها است.

کلیدواژه‌ها: نیستاگموس، الکترونیستاگموگرافی، سرگیجه

* نویسندهٔ مسئول: a.keshtkar@stu.apadana.ac.ir

مقدمه

فناوری کامپیوتری باعث شده است که قدرت تشخیص الکترونیستاگموگرافی (ENG) افزایش یابد. الکترونیستاگموگرافی (ENG) برای ذخیره، بازیابی و تجزیه‌وتحلیل داده‌های حرکت چشم کامپیوتری شده است.

برای اهداف خود از AC دو کاناله Schwarzer Physioscript استفاده می‌کنیم.

ضبط با قلم ضبط انتقال کربن در ثابت زمانی (هرچه زمان طولانی‌تر باشد، قلم با وفاداری بیشتری حرکات کره چشم را دنبال می‌کند)، یک ثانیه است. ما سرعت کاغذ ۱۰ میلی‌متر در ثانیه را انتخاب کرده‌ایم. پس از انجام معاینه بالینی اولیه و تست‌های ساده تعادل، بررسی نیستاگموگرافی با آزمایش وجود نیستاگموس خودبه‌خود یا موضعی روی جدول وضعیت بدن آغاز می‌شود. به دنبال آن، تست کالری انجام می‌شود. کالیبراسیون حرکات چشم، ابتدا برای به‌دست آوردن اندازه‌ای از حرکات چشم انجام می‌شود که برحسب درجه چرخش چشم بیان می‌شود و به میلی‌متر ترجمه می‌شود. انحراف ردیابی یک بیمار که از فاصله معینی به دو نقطه روی دیوار، به‌طور متناوب نگاه می‌کند و نگاه خود را در صفحه افقی تغییر می‌دهد. فاصله بین این دو نقطه، به‌گونه‌ای انتخاب می‌شود که چشم‌ها از یک نقطه در حدود ۲۰ درجه از یکی به دیگری حرکت می‌کنند. کالیبراسیون در صفحه عمودی، به‌طور مشابه در محور عمودی انجام می‌شود.

سپس ردیابی روی میز وضعیت در پنج موقعیت مختلفِ سر، به‌دست می‌آید، بیمار در هر وضعیت به مدت ۶۰ ثانیه باقی می‌ماند. تست‌های کالری در ادامه (روش فیتزجرالد هالپایک) انجام می‌شود. هر گوش به مدت ۳۰ ثانیه سرنگ می‌شود. بین پایان یک عمل مجدد و شروع دوش بعدی، فاصله پنج دقیقه‌ای وجود دارد. AU این بررسی‌ها در یک اتاق روشن با چشمان بسته بیمار در طول آزمایش انجام می‌شود. تست چرخش، به‌طور معمول انجام نمی‌شود. آنها به‌ندرت اطلاعاتی را تولید می‌کنند که با تست پوسچر کامل و کالری به‌دست نمی‌آید.

برای اندازه‌گیری مقدار پاسخ نیستاگمیک، محققان اولیه تقریباً به‌طور انحصاری از مدت زمان واکنش استفاده کردند. این، اگرچه باعث ایجاد خطا در معاینه می‌شود، اما معمولاً با مشاهده بصری نیستاگموس قابل شناسایی است. بعدها، تحقیقات بالینی گسترده نشان داد که سایر پارامترهای واکنش به تغییرات تحریک‌پذیری حساس‌تر از مدت زمان هستند. اینها را نمی‌توان با مشاهده بصری ایجاد کرد، اما به‌راحتی از ردیابی ENG محاسبه شد. این ویژگی‌ها که تحت‌عنوان "شدت" گروه‌بندی می‌شوند، شامل فرکانس، دامنه ضربان‌ها و سرعت (سرعت زاویه‌ای) جزء کند نیستاگموس است. آنها به‌طور مشابه تحت‌تأثیر تغییرات در تحریک‌پذیری لابیرنت قرار می‌گیرند.

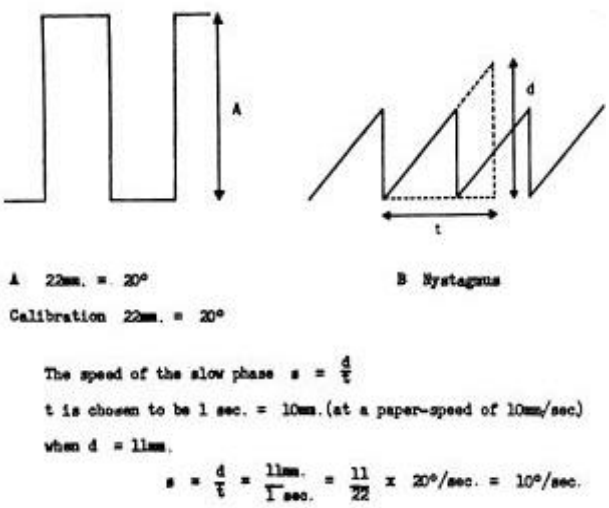
بنابراین برای بیان شدت واکنش، کافی است فقط یکی از آنها را محاسبه کنیم. سرعت جزء کند یا سرعت چشم دهلیزی (VES)، نشان داده شده است که VES به‌طور مستقیم با محرک (چرخشی یا حرارتی) اعمال شده به هزارتو متناسب است. تغییرات در تحریک‌پذیری هزارتو، دو برابر زمانی که VES، به جای مدت، به‌عنوان معیاری برای تشخیص چنین تغییراتی استفاده می‌شود، مشاهده می‌شود. همان‌طور که جانکیز و فیلیپزون[1] به‌درستی بیان کردند، "فاز آهسته بیان رویدادها در سیستم دهلیزی است."

محاسبه سرعت آهسته از ردیابی، ساده است (شکل ۱). در واکنش کالری حداکثر ،VES معمولاً ۶۰-۹۰ ثانیه پس از شروع سرنگ رخ می‌دهد. بنابراین، برای ارزیابی سرعت، بخش‌هایی از ردیابی‌ها که حداکثر شدت را نشان می‌دهند، انتخاب می‌شوند (شکل ۲).

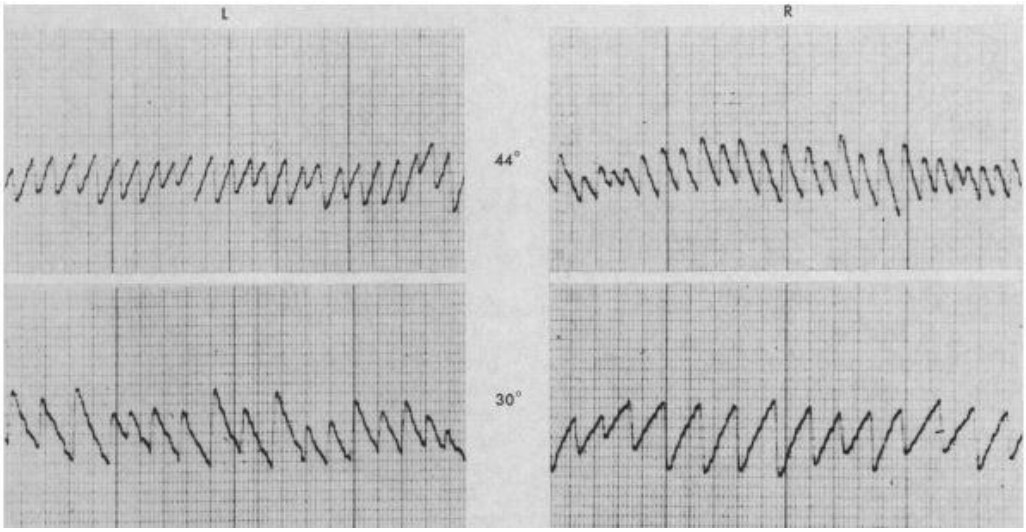
ارقام مربوط به مدت زمان و VES برای هر تست کالری، خلاصه شده است. مقادیر، مطلق به تنهایی معنی‌دار نیستند، زیرا تغییرات فردی زیادی که در تعداد زیادی از افراد عادی مشاهده می‌شود. فقط تفاوت بین دو طرف در

1. Jongkees & Philipszoon

یک فرد دارای اهمیت تشخیصی است. با مقایسه پاسخ‌های دو هزارتوی، می‌توان میزان تحریک‌پذیری را اندازه‌گیری کرد. این با استفاده از فرمول جانکیز به‌صورت درصد انحراف از نرمال با غلبه یک طرف بر طرف دیگر بیان می‌شود. برتری جهتی، به روشی مشابه تخمین زده می‌شود و تفاوت بین پاسخ‌های نیستاگموس ضربان راست و ضربان چپ را محاسبه می‌کند. نتایج اگر براساس نرمال‌های جانکیز از دو برابر انحراف استاندارد از میانگین تجاوز کنند، غیرطبیعی در نظر گرفته می‌شوند.



شکل ۱. محاسبه سرعت فاز (Farkashidy, 1966)



شکل ۲. ردیابی ENG در طول آزمایش کالری یک فرد عادی با سرنگ آب گرم: (ردیابی فوقانی) یک گوش باعث ایجاد نیستاگموس به سمت همان طرف و سرنگ آب سرد (ردیابی پایین) به طرف مقابل می‌شود. جهت نیستاگموس با جهت جزء سریع آن تعیین می‌شود. (Farkashidy, 1966)

الکترونیستاگموگرافی (ENG) آزمایشی است که حرکات غیرارادی چشم (نیستاگموس) را ارزیابی می‌کند. این آزمایش در صورت داشتن موارد زیر، در فرد بیمار توصیه می‌شود:

- ✓ سرگیجه
- ✓ استفراغ
- ✓ از دست دادن تعادل

- ✓ وزوز گوش (شنیدن صداهای کاذب)
- ✓ کاهش شنوایی بدون دلیل

ENG ممکن است به پزشک در یافتن علت دقیق علائم شما کمک کند. برخی از شایع‌ترین علل این علائم عبارت‌اند از:

- ✓ نوروم آکوستیک (تومور عصبی که صدا و تعادل را کنترل می‌کند)
- ✓ لابیرنتیت (التهاب گوش داخلی)
- ✓ سندرم آشر (یک اختلال مادرزادی که منجر به کاهش شنوایی می‌شود)
- ✓ بیماری منیر (شرایطی که مایع بیش‌ازحد در گوش داخلی بر شنوایی و تعادل تأثیر می‌گذارد)
- ✓ سرگیجه موضعی پاروکسیسمال (احساس چرخش ناگهانی همراه با سرگیجه و همراه با حرکات سر)
- ✓ نورونیت دهلیزی (حمله شدید ناگهانی سرگیجه)
- ✓ فیستول پری لنف (پارگی یکی از غشاها که گوش‌میانی و داخلی شما را جدا می‌کند)

ENG همچنین به تعیین محل واقعی ضایعه کمک می‌کند.

نیستاگموس

حرکات منظم، نوسانی و مکرر چشم در یک یا چند منطقه بینایی که به‌طور غیرارادی رخ می‌دهد و به‌صورت فیزیولوژیک یا پاتولوژیک می‌تواند رخ دهد را، دودوئک یا نیستاگموس[1] گویند. حرکات غیرارادی و ضرب‌آهنگی و سریع چشم‌ها بر اثر دودوئک، ممکن است افقی یا عمودی یا چرخشی یا ترکیبی از آنها باشد. گاه بررسی نیستاگموس در مواردی مانند تشخیص علت سرگیجه یا محل ضایعه مغزی مفید است. نیستاگموس ممکن است باعث مشکلات بینایی نیز شود.

نیستاگموس را به دو روش دسته‌بندی می‌نمایند:

روش اول: براساس جهت دودوئک که می‌تواند عرضی، عمودی، چرخشی یا آونگی باشد. دودوئک‌های آونگی از لحاظ سرعت و ارتفاع یکسان هستند؛ بنابراین جزء کند و تند ندارند. ولی دودوئک‌های ضربانی که به‌طور شایع‌تر دیده می‌شوند، دارای دو حرکت کند و تند هستند. پس علاوه‌بر دسته‌بندی فوق، نیستاگموس‌ها را می‌توان به دو نوع کلی آونگی و ضربانی تقسیم نمود.

روش دوم: براساس عاملی که باعث بروز نیستاگموس می‌شود که بر این اساس دو دسته دودوئک به‌وجود می‌آید:

۱. دودوئک فیزیولوژیک: می‌توان این نوع نیستاگموس را با تحریکات خاصی ایجاد نمود که نمونه آن در تست اپتوکینتیک است و نمونه عملی آن فردی است که در قطار نشسته است و حرکات آرام چشم او، اشیاء را دنبال کرده و سپس با یک حرکت تند، چشم به وضعیت اولیه برمی‌گردد. در این تست، واکنش فوق را در آزمایشگاه به‌وجود می‌آورند. یعنی معادل تست اپتوکینتیک، فرد نشسته در قطار است.

۲. نیستاگموس پاتولوژیک: به دلیل اختلالات دستگاه تعادلی لابیرنتی (محیطی) یا دستگاه تعادلی مرکزی (دستگاه عصبی مرکزی)، به‌وجود می‌آیند. مصرف الکل، برخی داروها مانند باربیتوراتها و استیل‌سالیسیلیک اسید (آسپرین)، آسیب به رگ‌های مغزی و مشکلات مادرزادی (مانند آلبینیسم)؛ از علل این نوع نیستاگموس هستند.

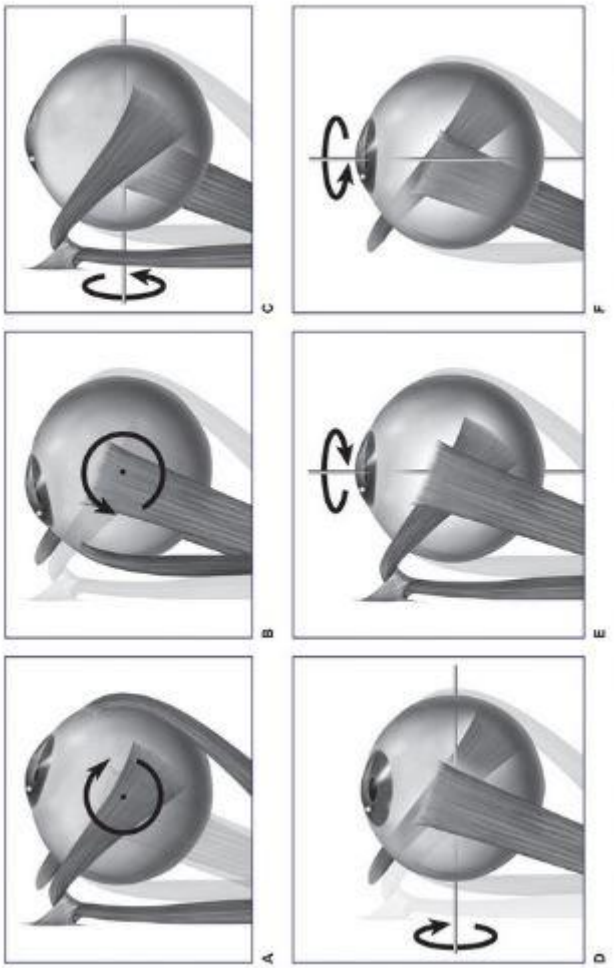
انواع حرکات چشم

علاوه بر نیستاگموس، حرکات دیگری نیز در چشم وجود دارند که عبارت‌اند از:

1. nystagmus

۱. حرکات ارادی سریع: حرکاتی با سرعت تند که باعث جابه‌جایی سریع کره چشم می‌شوند. نمونه‌ی آن موقعی است که در یک اتاق تاریک، به‌طور نامنظم و مکرر و در جهات مختلف، چراغی روشن شود. حرکات سریع چشم در راستای دیدن چراغ (به‌عبارت دیگر، آوردن تصویر نور بر روی جسم زرد شبکیه) حرکات ارادی سریع[1] هستند که با تأخیری کوتاه نسبت به محرک وارده، چشم را به طرف محرک، حرکت می‌دهند.

۲. حرکات تعقیبی: برخلاف مورد فوق، حرکات تعقیبی نرم[2] حرکاتی ظریف هستند که در راستای حفظ تصویر یک شیء متحرک بر روی شبکیه انجام می‌شوند. نمونه آن در موقعی است که خودرویی در مسیر دید ما از چپ به راست، در حال حرکت است. چشم در تعقیب این شیء (و بالطبع جهت بهتر دیدن آن) بایستی تصویر را بر روی جسم زرد شبکیه نگه دارد. ازاین‌رو، حرکاتی ظریف در راستای حرکت شیء مورد نظر رخ می‌دهد که به آنها تعقیب گویند. در واقع حرکات تعقیبی در تعقیب اشیا در چشم ایجاد می‌شود.



شکل ۳. الف- ربایش حرکات چشم که چشم را در محور z می‌چرخاند. ب- اضافه کردن حرکات چشم که چشم را در محور z می‌چرخاند. ج- حرکات چشم را کاهش می‌دهد که چشم را در محور y می‌چرخاند. د- حرکات چشم آسانسوری که چشم را در محور y می‌چرخاند. ز- حرکات آیا چرخشی جانبی که چشم را در محور x می‌چرخاند. ر- حرکات چرخشی چشمی میانی که چشم را در محور x می‌چرخاند. (McCaslin, 2020)

1. saccadic
2. smooth pursuit

اهمیت

در پاسخ به این پرسش نیستاگموس چه سودی وجود دارد؟

به‌طور ساده می‌توان گفت که با کمک سازوکارهای پیچیده‌ای که در رابطه تنگاتنگ دستگاه تعادلی و مغز و بینایی وجود دارد، انسان قادر است تصویر شیئی را که می‌خواهد ببیند، بر روی جسم زرد شبکیه نگه دارد تا حداکثر بینایی حاصل شود و حرکات شیء یا حرکات بدن و سر، تغییری در تصویر ایجاد نکند. زیرا اگر حرکتی در سر انسان رخ دهد و سازوکارهای جبرانی نتوانند با ایجاد حرکات اصلاحی چشم، تصویر را بر روی شبکیه نگه دارند، فرد دید واضحی از شیء مورد نظر نخواهد داشت.

برای ساده‌ترشدن مطلب، می‌توان نمونه‌های زیر را یادآوری کرد:

- ✓ اگر حرکات تعقیبی چشم وجود نداشتند، نمی‌توانستیم تصویر کاملاً واضحی از یک شیء در حال حرکت به‌طور مداوم داشته باشیم.
- ✓ اگر حرکات نیستاگموسی وجود نداشتند، درون قطار قادر نبودیم محیط بیرون را لحظه‌به‌لحظه تماشا کنیم و تصاویر مانند یک نوار فیلم مبهم و تار از معرض دید ما رد می‌شدند. در این نمونه، تصویر اشیاء بیرون را با یک حرکت آرام، در خلاف جهت حرکت قطار دنبال می‌کنیم و پس از آنکه شیء از حوزه دید ما خارج شد، با یک حرکت ارادی سریع، چشم به نقطه اولیه برگردانده می‌شود.

توجه شود که دودوئک؛ یک علامت است و یک تشخیص نیست. بررسی آن از لحاظ سبب‌شناسی و مطالعه ویژگی‌های آن، باعث دستیابی به تشخیص عاملی که آن را ایجاد می‌کند می‌شود و تأکید می‌شود که:

- ✓ سرگیجه‌ای که حقیقی باشد، بایستی نیستاگموس داشته باشد.
- ✓ هر نیستاگموسی از نوع پاتولوژیک نیست.

ساختار

در سطح پوست صورت، الکترودهایی کوچک در دو طرف هر چشم وصل می‌شود، که قبل از آن پوست با آب و پد پنبه‌ای اشباع‌شده از الکل تمیز می‌شود و اجازه داده می‌شود در هوا خشک شود. یک الکترود در مرکز پیشانی و الکترودهای دیگر در بالای ابرو و زیر چشم، به‌وسیله‌ی خمیر وصل می‌شود. این الکترودها طوری قرار می‌گیرند که به فرد، امکان بستن چشمانش را می‌دهند.

شکل ۴ . نحوه اتصال الکترودها در ENG (Gupta, 2015)

ENG روشی برای ثبت حرکات چشم است که در آن، چشم مانند باتری عمل می‌کند: قرنیه، قطب مثبت و شبکیه، قطب منفی است. تغییرات پتانسیل الکتریکی قرنیه-شبکیه ناشی از حرکت چشم توسط الکترودها در نقاط خاصی در ناحیه دور چشم گرفته شده، تقویت‌شده و به تجهیزات ضبط ارسال می‌شود. تجهیزات ENG معمولاً دارای دو یا چند

کانال ضبط هستند. در تجهیزات دوکاناله، امکان ثبت هم‌زمان حرکات افقی چشم در یکی از کانال‌ها و حرکات عمودی چشم در کانال دیگر با چشم باز و بسته وجود دارد. قرار دادن الکترودها را می‌توان به روش‌های مختلفی انجام داد، بسته به آنچه می‌خواهید تحقیق کنید و تعداد کانال‌های موجود. یک الکترود مرجع (زمین) روی خط وسط فرونتال قرار می‌گیرد. حرکات افقی دو چشم را می‌توان در یکی از کانال‌ها (کانال افقی) با استفاده از الکترود فعال متصل به پوست گوشه راست و چپ بیرونی اطراف چشم، تشخیص داد. کانال دیگر (کانال عمودی)، برای تشخیص حرکات عمودیِ یکی از چشم‌ها با استفاده از جفت دوم الکترود، یکی در بالا و دیگری در زیر یکی از چشم‌ها در نظر گرفته شده است. همچنین می‌توان هر چشم را جداگانه تجزیه‌وتحلیل کرد و یک کانال ضبط برای تشخیص حرکات افقی چشم راست و کانال دیگر برای چشم چپ رزرو کرد. برای پیکربندی هریک از این کانال‌ها، یک الکترود فعال در گوشه بیرونی و دیگری در گوشه داخلی چشم قرار می‌گیرد. چهار کانال امکان ثبت حرکات افقی و عمودی هر چشم را به‌صورت جداگانه فراهم می‌کند. الکترودها به‌طور معمول، به‌گونه‌ای قرار می‌گیرند که در کانال افقی، حرکت نگاه به سمت راست مطابق با رکورد حرکت چشم به سمت بالا است و هنگامی‌که حرکت نگاه به سمت چپ است، حرکت به سمت پایین ثبت می‌شود. برای کانال عمودی، قرارگیری معمولی الکترودها این امکان را فراهم می‌کند که حرکت نگاه به سمت بالا مطابق با رکورد حرکت چشم به سمت بالا باشد و هنگامی‌که حرکت نگاه به سمت پایین است، حرکت به سمت پایین ثبت می‌شود. برای تفسیر صحیح رکوردها، باید حرکات چشم را کالیبره کرد تا زاویه انحراف چشم با دامنه مشخصی از نوشته حرکت در ردیابی نمایش داده شود. کالیبراسیون این امکان را فراهم می‌کند که امتحانات تحت‌شرایط مشابه، انجام و تفسیر شوند. کالیبراسیون مجدد در طول آزمایش توصیه می‌شود.

ضبط‌کننده AC می‌تواند، تک‌کاناله یا چند کاناله باشد. این ضبط‌کننده، تغییرات جزئی در پتانسیل قرنیه-شبکیه که توسط الکترودهای مناسب گرفته شده را پس از تقویت شدن سیگنال، به شکل نمودار ثبت می‌کند.

باید اطمینان داشته باشیم که تجهیزات ضبط به حرکات بسیار جزئی و دقیق پاسخ می‌دهند، به‌گونه‌ای که در تمام ضبط‌کننده‌ها، اتصالات ورودی به تقویت‌کننده باید جوری باشد که حرکت کره‌ی چشم به سمت راست، باعث بالا رفتن قلم و حرکت کره‌ی چشم به سمت چپ، باعث پایین رفتن قلم شود و همین‌طور، حرکت نگاه به سمت بالا مطابق است با ضبط حرکت به سمت بالا و هنگامی‌که حرکت نگاه به سمت پایین است، حرکت به سمت پایین ثبت می‌شود. در ضبط، جهت حرکات چشم و انحرافات قلم به صورت هم‌زمان است. باید دانست که حرکات پیچشی چشم با ENG ثبت یا اندازه‌گیری نمی‌شود (Farkashidy, 1966).

انواع مختلف تست ENG

ENG در واقع مجموعه‌ای از آزمایشات است که ممکن است شامل یک یا چند مورد از اندازه‌گیری‌های زیر باشد:

- ✓ تست کالیبراسیون؛ این تست شامل دنبال کردن نوری در فاصله ۶ تا ۱۰ فوتی با چشم است. این آزمایش دیسمتری چشمی (شرایطی که در آن حرکات مردمک چشم از هدف خود فراتر می‌رود) را اندازه‌گیری می‌کند.
- ✓ تست نیستاگموس چشم یا تست نگاه؛ این تست شامل خیره‌شدن به یک نور ثابت است که در مرکز یا کناری که نشسته‌اید یا دراز کشیده‌اید، قرار می‌گیرد. این آزمایش اندازه‌گیری می‌کند که چگونه می‌توانید نگاه خود و چشمان خود را به یک جسم بدون حرکت غیرارادی، ثابت کنید. تست نگاه، طراحی‌شده برای تشخیص نیستاگموس ناشی از نگاه غیرعادی است.

- ✓ تست ردیابی آونگ؛ همان‌طور که از نامش پیداست، این آزمایش اندازه‌گیری می‌کند که چگونه می‌توانید نور را با چشمان خود، درحالی‌که مانند آونگ ساعت حرکت می‌کند، دنبال کنید.
- ✓ تست اپتوکینتیک؛ این تست توانایی شما را برای دنبال کردن نور در حین حرکت سریع و خارج از میدان دید شما و درحالی‌که سر خود را ثابت نگه دارید، می‌سنجد.
- ✓ تست موقعیت؛ این تست شامل حرکت دادن سر و شاید کل بدن شما برخلاف چشمان‌تان است. این تست طراحی شده برای تعیین اینکه آیا موقعیت‌های مختلف سر باعث القا یا تغییر نیستاگموس می‌شود. به‌عنوان مثال، ممکن است به شما دستور داده شود سر خود را سریع به یک طرف بچرخانید، یا ممکن است از شما خواسته شود که پس از درازکشیدن، سریع بنشینید. میزان حرکت چشم که از این فعالیت حاصل می‌شود ثبت می‌شود.
- ✓ تست کالری آب؛ این شامل وارد کردن آب گرم یا خنک به داخل مجرای گوش با یک سرنگ است تا غشای تمپان را لمس کند. اگر مشکلی وجود نداشته باشد، چشمان شما به‌طور غیرارادی به سمت این محرک حرکت می‌کند. هوا به جای آب ممکن است به‌عنوان محرک برای این آزمایش استفاده شود، به‌ویژه در کسانی که غشای تمپانِ آسیب‌دیده دارند.

سرگیجه

کلمه "سرگیجه" از کلمه لاتین "VERTIGO" گرفته شده است، پسوند "- IGO-" اغلب با حالت تهوع و استفراغ همراه است. این سرگیجه‌ها به‌طور معمول بروز می‌یابند.

سرگیجه به‌عنوان احساس حرکت خود یا محیط تعریف می‌شو. سرگیجه یک بیماری منفرد نیست، بلکه علامت اصلی بیماری‌های مختلف است. اما سرگیجه همیشه به دلیل مشکلی در سیستم تعادل گوش داخلی نیست. اینها ممکن است از گوش داخلی، ساقه مغز یا مخچه ناشی شوند یا ممکن است منشأ روانی داشته باشند. سرگیجه واقعی به‌طور متفاوت توصیف شده است، اما بهترین توصیف آن به‌عنوان توهم حرکت با توجه به فضای اطراف فرد است. اکثر موارد دارای یک جزء روتاتو هستند. شرح مختصری از شرایط مهم تولید سرگیجه‌ی دهلیزی واقعی، در ادامه آمده است. تمایز بین ناهنجاری‌های محیطی (لابیرنتی) و ناهنجاری‌های مربوط به اتصال دهلیزی مرکزی بسیار مهم است. کلید این تمایز، شواهد عصبی موافق با مخالف درگیری ساختارهای ساقه‌ی مغزِ مجاور است (Somani, 2016).

با تعریف بالا ما انواع مختلفی از سرگیجه را داریم:

- ✓ احساس سبکی سر:

احتمالاً دشوارترین توصیف احساس سرگیجه است. غالباً ناشی از اضطراب است.

- ✓ سنکوپ یا پریسکوپ:

از دست دادن هوشیاری یا احساس اینکه انگار می‌خواهید غش کنید. می‌تواند با یک مشکل اساسی قلب یا گردش خون همراه باشد.

- ✓ دو بینی:

بینایی در حین حرکت سر مختل می‌شود و حالت تاری دید پیدا می‌کنید. این می‌تواند به دلیل اختلالات گوش داخلی، شرایط عصبی، میگرن یا برخی داروها باشد.

- ✓ سرگیجه چرخشی:

سرگیجه چرخشی اغلب با حالت تهوع و استفراغ همراه است. این سرگیجه‌ها به‌طور معمول بروز می‌یابند، اما همیشه به دلیل مشکلی در سیستم تعادل گوش داخلی نیست.

بحث

✓ هنگام سرگیجه چه اتفاقی می‌افتد؟

هنگامی‌که سر را می‌چرخانیم یا حرکت می‌دهیم، یک عمل رفلکسی وجود دارد که باعث می‌شود چشم با همان سرعت در جهت مخالف حرکت کند. به این عمل، رفلکس دهلیزی-چشمی گفته می‌شود. شنوایی‌شناسان، از این عکس‌العمل برای کمک به ارزیابی عملکرد تعادل استفاده می‌کنند. اگر مشکلی در مسیرهای عصبی یا عملکرد مغز وجود داشته باشد، افراد اغلب عدم تعادل یا سرگیجه را تجربه می‌کنند. در این حالت، ممکن است اطلاعات مربوط به بقیه بدن، به‌درستی پردازش و هماهنگ نشود. عوامل مختلفی بر گوش داخلی تأثیر می‌گذارد که باعث سرگیجه می‌شود. ازآنجاکه گوش داخلی درگیر است، کاهش شنوایی و وزوز گوش[1] اغلب با سرگیجه همراه است.

✓ آزمون تعادل و سرگیجه چیست؟

سرگیجه، از رایج‌ترین مشکلات سلامتی است که افراد در هر سنی تجربه می‌کنند. این شرایط می‌تواند تأثیر بسزایی در کیفیت زندگی فرد داشته باشد. خوشبختانه در حال حاضر درمان‌های چشمگیری در این زمینه وجود دارد. ارزیابی کامل تعادل کمک می‌کند تا ریشه‌های سرگیجه و عدم تعادل در فرد بیمار مشخص شود و روش درمانی مناسبی برای آن توصیه شود. تست‌های جامع تعادل از تعدادی آزمایش تشکیل شده است و توسط متخصص شنوایی‌شناس انجام می‌شود.

✓ چرا آزمایش تعادل و سرگیجه لازم است؟

دلایل زیادی برای سرگیجه یا عدم تعادل وجود دارد و یافتن علت اصلی آن دشوار است. لازم به یادآوری است که سیستم تعادل؛ شامل گوش‌ها، چشم‌ها و گیرنده‌های حسی است که همه با هم توسط مغز و سیستم عصبی هماهنگ‌شده و کار می‌کنند. مصرف برخی از داروها، اضطراب و کم‌آبی بدن، می‌توانند بر این تعادل تأثیر بگذارند. در بسیاری از موارد، وجود بیماری زمینه‌ای نیز می‌تواند منجر به سرگیجه و عدم تعادل شود.

برای تشخیص صحیح برخی از شرایط، باید آزمایش و تست‌های تعادل و سرگیجه انجام شود. بنابراین، برای ارائه پاسخ‌های مفید و تعیین روش‌های درمانی مناسب، یک‌سری تحقیقات لازم است.

وستیبولار

اندام‌های وستیبولار گوش داخلی، اعصاب همراه و مراکز آن در مغز از یک سیستم پیچیده تشکیل شده است که بسیاری از فعالیت‌ها را انجام می‌دهد و توسط سیستم‌های خارج از سیستم وستیبولار می‌تواند تحت‌تأثیر قرار بگیرد.

بنابراین برای ارزیابی گوش داخلی، ممکن است به آزمون‌های متعددی نیاز باشد.

پزشکان از اطلاعات پزشکی شخصی افراد و معاینات فیزیکی، به‌عنوان پایه‌ای برای درخواست ارزیابی‌های تشخیص سیستم وستیبولار و همچنین رد کردن علائم مشابه استفاده می‌کنند.

اغلب افراد، این آزمون‌ها را به راحتی تحمل می‌کنند ولی در مورد برخی، این آزمون‌ها خسته‌کننده است و می‌تواند منجر به بی‌ثباتی و گیجی موقتی شود.

1. tinnitus

بررسی نقص عملکرد سیستم وستیبولار

سیستم وستیبولار و بینایی و همچنین ماهیچه‌های چشم و گردن به یکدیگر متصل هستند و به هم برای حفظ تعادل کمک می‌کنند.

حرکت‌های سر و دیگر تمرینات گوش داخلی، سیگنال‌هایی را از طریق سیستم عصبی برای کنترل حرکات عضلات چشم می‌فرستند. این مسیر، یک رفلکس را به نام رفلکس دهلیزی-چشمی یا به‌اختصار VOR به‌وجود می‌آورد. این رفلکس، باعث ثبات دید از طریق کنترل حرکات چشم در هنگام حرکات سر می‌شود. بسیاری از آزمون‌های وستیبولار، از ابزارهایی برای بررسی حرکات طبیعی و غیرطبیعی چشم‌ها به هنگام تحریک سیستم وستیبولار استفاده می‌کنند.

الکترو ویدئو نیستاگموگراف (ENG OR VNG)

الکترو ویدئو نیستاگموگراف (ENG)، مجموعه‌ای از زیرآزمون‌ها است که در آن الکترودهای کوچکی که بر روی پوست اطراف چشم‌ها قرار داده می‌شود.

ویدئو نیستاگموگرافی (VNG)

از همان زیرآزمون‌ها تشکیل شده است که به جای الکترود، از یک عینک مجهز به دوربین برای ثبت و ردیابی حرکات چشم استفاده می‌شود.

هم دوربین عینک در VNG و هم الکترودها در ENG با اندازه‌گیری حرکات چشم، می‌توانند نقص عملکرد سیستم وستیبولار یا نورولوژیکال را مشخص نمایند.

به‌طور معمول، این آزمون‌ها در اتاقی تاریک یا با نور کم انجام می‌شود.

در طول آزمون، فعالیت‌های ذهنی مختلفی به بیمار داده می‌شود تا بیمار تمام حواس خود را معطوف آزمون نماید درحالی‌که نتواند حرکت چشمان خود را آگاهانه کنترل نماید.

آزمون VNG| ENG معتبرترین، جامع‌ترین و معمول‌ترین آزمونی‌ست که برای افرادی با علائم سرگیجه، منگی و عدم تعادل وجود دارد.

قسمتی از آزمون VNG | ENG، جابه‌جایی چشم‌ها را به هنگام دنبال کردن اهداف بینایی مختلف، ارزیابی می‌کند. قسمتی دیگر از این آزمون‌ها، جابه‌جایی چشم‌ها هنگام قرار گرفتن سر در حالت‌های مختلف را بررسی می‌کند و قسمت سوم از زیرآزمون‌های VNG | ENG به نام آزمون کالریک، با اعمال دمای مختلف به کانال گوش، سیستم وستیبولار را تحریک می‌کند.

آب‌وهوا، برای ایجاد دمای مختلف در کانال گوش استفاده می‌شود که ممکن است گرم‌تر یا سردتر از دمای بدن انسان باشد. این آزمون می‌بایست برای مدت کوتاهی حرکات سریع چشم که نیستاگموس نامیده می‌شود را به‌وجود آورد.

شکل ۵. در طی آزمایش VNG، شما در یک اتاق تاریک می‌نشینید و یک عینک مخصوص به چشم می‌زنید. عینک‌ها دوربینی دارند که حرکات چشم را ثبت می‌کند

آزمون‌های چرخشی[1]

آزمون‌های چرخشی شیوه‌ی دیگری برای ارزیابی ارتباط عملکرد مابین چشم‌ها و گوش داخلی می‌باشد. در این آزمون‌ها همانند آزمون های VNG یا ENG از الکترودها یا عینک برای ثبت حرکات چشم استفاده می‌کنند. سر به طرفین با سرعت متوسط و آهسته چرخانده می‌شود و همراه آن، حرکات چشم‌ها آنالیز می‌شود. همانند آزمون VNG| ENG ، آزمون‌های چرخشی می‌بایست در اتاق تاریک یا با نور کم انجام شود که فرد آزمایش‌کننده، سؤال‌هایی برای معطوف‌ساختن حواس بیمار و جلوگیری از کنترل خودآگاهانه چشم‌ها می‌پرسد.

آزمون‌های چرخشی، اطلاعاتی فراتر از آزمون VNG | ENG درباره‌ی صحت عملکرد ارگان تعادلی به ما می‌دهد ولی تنها بخشی از افراد، نه همگی در بخش تشخیصی، به این آزمون‌ها نیاز خواهند داشت.

آزمون‌های چرخشی مختلفی وجود دارد؛ ازجمله آزمون چرخش اتوماتیک[2]، صندلی چرخان کامپیوتری[3] و آزمون غربالگری.

در آزمون چرخش اتوماتیک، از شخص آزمایش‌شونده خواسته می‌شود تا به یک هدف ثابت خیره شود و سرش را در جهات عقب و جلو، بالا و پایین در بازه‌ی زمانی کوتاه چرخانده می‌شود.

در آزمون صندلی چرخان کامپیوتری، بیمار بر روی یک صندلی هوشمند نشسته و با سرعتِ کنترل‌شده، به طرفین می‌چرخد.

در آزمون غربالگری، فرد آزمایش‌کننده به حرکات چشم بیمار هنگامی‌که فرد بر روی صندلی چرخان از طرفی به طرف دیگر حرکت می‌کند؛ نگاه می‌کند و آنها را آنالیز می‌نماید.

1. rotation test
2. auto head rotation
3. computerized rotation chair

آزمون ویدئویی تکانش سریع سر[1]

آزمون vhit نیز، به ارزیابی چگونگی عملکرد چشم‌ها و گوش داخلی می‌پردازد. از یک عینک کوچک مجهز به دوربین، جهت مانیتورکردن حرکات چشم استفاده می‌شود. آزمون vhit به‌لحاظ ایجاد حرکت سر برای ارزیابی رفلکس دهلیز چشمی VOR مشابه با آزمون‌های چرخشی است، ولی در آزمون‌های چرخشی، تکانش‌های سر با سرعت آهسته یا متوسط ایجاد می‌شود، درصورتی‌که در آزمون vhit تکانش‌های بسیار کوچک و سریع ایجاد می‌شود.

آزمون‌های پتانسیل‌های عضلانی برانگیخته‌ی دهلیزی (vemp)

از آزمون vemp جهت بررسی عملکرد و صحت ارگان‌های وستیبولی مهم و عصب‌های مرتبط با آن استفاده می‌شود. پاسخ‌های این آزمون از سطح ماهیچه‌های گردن و ماهیچه‌های اطراف چشم اندازه‌گیری می‌شود. در آزمون vemp از الکترودهایی که به سطح تمیز پوست چسبیده می‌شود (همانند آزمون VNG و برخی از آزمون‌های چرخشی) و گوشی (همانند گوشی‌هایی که در آزمون‌های شنوایی کاربرد دارند) استفاده می‌شود. صدا از طریق گوشی برای چند ثانیه به گوش ارائه می‌شود و نتایج تجربیات ارگان‌های وستیبولی و پاسخ‌های ماهیچه‌های فعال‌شده توسط الکترودها ثبت می‌شود.

ارزیابی کامپیوتری وضعیت‌نگاری بدن (CDP)

آزمون‌هایCDP: آزمون بررسی ثبات وضعیت بدنی یا توانایی برقراری وضعیت قائم بدن، در شرایط مختلف محیطی می‌باشد. برقراری ثبات پوسچر به گردآوری اطلاعاتی حسی از ماهیچه‌ها و مفاصل بدن، چشم‌ها و گوش داخلی وابسته است. این آزمون، به جستجوی ارتباط بین این سه سیستم حسی و ثبت تعادل و وضعیت بدن به هنگام چالش‌های مختلف به‌وجود آمده می‌پردازد. همچنین این آزمون می‌تواند در فاز توان‌بخشی پس از فاز تشخیص نیز مورد استفاده قرار بگیرد و برای تمامی بیماران در فاز تشخیصی انجام نمی‌شوند.

آزمون‌های CDP، به هنگام ایستادن ثابت فرد به روی صفحه‌ای انجام می‌گیرد. این صفحه می‌تواند ثابت یا متحرک باشد. همچنین اهداف بینایی پیشِ رو در طول آزمون، می‌تواند ثابت یا متحرک باشد. فشارسنج‌های کارگزاری‌شده زیر صفحه، تغییرات وزن بدن فرد آزمایش‌شونده در حالت‌های مختلف تعادلی را ثبت می‌کنند. یک جلیقه‌ی محافظتی با بندهایی متصل به طرفین توسط فرد آزمایش‌شونده، به منظور جلوگیری از افتادن و از دست رفتن تعادل پوشیده می‌شود.

شنوایی‌سنجی (آزمون‌های شنوایی)

سنجش شنوایی، عملکرد سیستم شنوایی را ارزیابی می‌کند. به دلیل اینکه گوش داخلی هم از ارگان‌های شنوایی و هم از ارگان‌های تعادلی تشکیل شده است؛ ارزیابی شنوایی یکی از مهم‌ترین بخش‌های تشخیصی بیماری‌های وستیبولار به‌شمار می‌آید. وقتی فرد مشکوک به بیماری وستیبولار می‌باشد، ممکن است بیش از یک آزمون شنوایی برای ایشان درخواست شود؛ به‌خصوص هنگامی‌که کاهش شنوایی، احساس پری و یا وزوز در یکی یا هر دو گوش داشته باشد.

جهت انجام مجموعه آزمون‌های شنوایی‌سنجی از اتاقک اکوستیک استفاده می‌شود، همچنین از هدفون برای انتقال تون یا گفتار در سطوح شدتی و زیر و بمی مختلف، استفاده می‌شود.

از فرد آزمایش‌شونده خواسته می‌شود، هنگامی‌که اصوات را شنید پاسخ دهد.

1. video head impulse testiy

در مورد آزمون‌های گفتاری نیز، از فرد خواسته می‌شود که کلمات را در حضور نویز یا عدم حضور نویز تکرار کند.

یکی دیگر از قسمت‌های آزمون‌شنوایی استاندارد، آزمون تمپانومتری[1] است.

این آزمون، به کشف و تشخیص مشکلات بین پرده گوش و گوش‌میانی کمک می‌کند. در آزمون تمپانومتری، از یک گوشی کوچک که هم فشار ایجاد می‌کند و هم تولید صدا می‌کند، جهت جمع‌آوری اطلاعات داخل کانال گوش‌خارجی استفاده می‌شود.

شبیه به همین تجهیزات برای انجام آزمون رفلکس اکوستیک که در آن رفلکس عضله‌های گوش‌میانی به فشار و صدای بلند اندازه‌گیری می‌شود.

گسیل‌های صوتی گوش (OAE)

آزمون گسیل‌های صوتی گوش؛ اطلاعاتی راجع‌به چگونگی عملکرد سلول‌های مویی حلزون، با اندازه‌گیری پاسخ این سلول‌ها به صداهای تولیدشده توسط میکروفون باریک جایگذاری‌شده در کانال گوش، به‌دست می‌آورد.

کاربرد رایج این آزمون، برای ارزیابی شنوایی افرادی‌ست که قادر به پاسخ‌گویی در آزمون‌های رایج شنیداری نیستند. (مانند نوزادان)

الکتروکوکلئوگرافی (ECOG)

آزمون الکتروکوکلئوگرافی، پاسخ‌های سیستم عصبی به صدا را اندازه‌گیری می‌کند. در این آزمون، از هدفون و الکترودها برای شخصی که درازکشیده و بسیار آرام است، استفاده می‌شود.

تمام بیماران در فاز تشخیص، نیاز به این آزمون ندارند و بسته به شرح‌حال بیمار، این آزمون تجویز می‌شود. از هدفون، صداها به حلزون گوش ارائه و از طریق الکترودها پاسخ جمع‌آوری می‌شود. از الکترودهای مختلفی در این آزمون استفاده می‌شود، ازجمله الکترودهایی که به سطح پوست می‌چسبند، الکترودهایی که شبیه به هدفون در داخل کانال گوش قرا می‌گیرند و یا الکترودهایی که به‌آرامی بر روی پرده‌ی گوش قرار می‌گیرند. چهارمین گروه از الکترودها، الکترودهای سوزنی شکل است که با گذشتن از پرده‌ی گوش، بر روی گوش داخلی قرار می‌گیرد. در اغلب تکنیک‌ها از سه دسته الکترود اول برای جمع‌آوری سیگنال‌های الکتریکی استفاده می‌شود.

پاسخ‌های شنیداری ساقه مغز (ABR OR BER BSER OR BAER)

آزمونABR ، چگونگی پاسخ سیستم عصبی به صدا را اندازه‌گیری می‌کند. الکترودها و روش انجام آزمون، مشابه با آزمون الکتروکوکلئوگرافی می‌باشد. اغلب از آزمون ABR برای افرادی‌که قادر به پاسخ‌گویی در آزمون ادیومتری نیستند، استفاده می‌شود (مانند نوزادان) و همچنین به‌طور خاص برای افرادی که به علت وجود صفحه فلزی در بدن یا مغزشان، امکان انجام تصویربرداری ندارند.

از آزمون ABR با در نظر گرفتن شرایط خاص، برای کشف اکوستیک نوروما (تومور خوش‌خیم عصب هشت) و همچنین برای بررسی اثرات بیماری مالتیپل اسکلروزیس (MS) بر روی راه‌های اعصاب شنیداری تا مغز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

1. tympanometry

تصویرسازی شدید مغناطیسی (MRI)

MRI، از یک میدان مغناطیسی و امواج رادیویی برای ایجاد تصاویر مقطع عرضی از بافت‌های بدن انسان استفاده می‌کند. MRI از مغز، می‌تواند وجود تومورها، آسیب‌های ناشی از سکته و مواد غیرطبیعی بافت نرم، که می‌تواند موجب سرگیجه و منگی شود را کشف نماید. MRI از ساختارهای داخل و اطراف گوش‌داخلی، می‌تواند در کشف بیماری‌های سیستم وستیبولار کمک کند.

توموگرافی کامپیوتری محوری (CT-SCAN)

سی‌تی‌اسکن، یک تکنیک اشعه ایکس و بهترین انتخاب برای مطالعه‌ی قسمت‌های استخوانی بدن انسان می‌باشد. گوش‌داخلی، درون استخوان تمپورال در دو سمت جمجمه قرار گرفته است. از سی‌تی‌اسکن، معمولاً جهت یافتن شکستگی‌ها یا نازک‌شدگی استخوان در اطراف گوش‌داخلی استفاده می‌شود.

مقایسه‌ی VNG | ENG

قدرت تشخیصی ENG با استفاده از فناوری کامپیوتری افزایش یافت. ENG یک روش ساده و غیرتهاجمی با دقت معقول برای ارزیابی روتین دهلیزی است. با این حال، دارای معایبی است: تداخل فعالیت الکتریکی ماهیچه‌ها و نویز الکتریکی محیطی، پتانسیل قرنیه–شبکیه، که برای اندازه‌گیری غیرمستقیم موقعیت چشم‌ها در امتداد تقریباً ۴۰ درجه در سطح افقی و عمودی ثبت می‌شود، از فردی به فرد دیگر متفاوت است و ممکن است وجود نداشته باشد، با شرایط نور و در طول نور، تغییر می‌کند. عملکرد تست، حتی بدون تغییر در شرایط نور، نیاز به کالیبراسیون‌های متعدد دارد. ENG در معرض انحراف از خط پایه ثبت حرکات چشم در ردیابی است و وضوح پایینی دارد (حدود ۱ درجه) و حرکات چشم، کوچک‌تر از ۲ تا ۳ درجه را متمایز نمی‌کند. کیفیت ردیابی‌ها، به شدت پتانسیل قرنیه–شبکیه بستگی دارد. ضبط حرکات عمودی چشم معمولاً با پلک‌زدن یا تداخل الکترومیوگرافی آلوده می‌شود و حرکات پیچشی چشم با ENGثبت یا اندازه‌گیری نمی‌شود. استفاده مطمئن از ENG در حرکات چشم با دامنه کمتر از 5^{o} امکان‌پذیر نیست. با عدم ثبت جزء پیچشی نیستاگموس موقعیتی–موقعیتی و ثبت جزء عمودی در معرض مصنوعات و آلوده بودن با پلک زدن، ENG تفسیر کافی از یافته‌های تست Hallpike-Dix را در موارد سرگیجه موضعی حمله‌ای خوش‌خیم BPPV اجازه نمی‌دهد. ENG در شناسایی اختلال عملکرد دهلیزی محیطی در ۱/۴۵٪ موارد یا مرکزی در ۹/۶٪ موارد کمک کرد، درحالی‌که تصویربرداری رزونانس مغناطیسی، تشخیص توپوگرافی را تنها در ۹/۳٪ موارد، در ۱۰۲ بیمار مبتلا به سرگیجه و ناپایداری محل ضایعه ایجاد کرد، تشخیص تعریف‌نشده به شرح‌حال و ارزیابی بالینی، هنگامی‌که تشخیص در تاریخچه و در آزمایشات شنوایی‌شناسی، عصبی و آزمایشگاهی مشهود نبود،ENG درصد تشخیص نامشخص را از ۳۴/۲ به ۱۳/۸ درصد کاهش داد. اگر ENG فقط برای بیمارانی که سرگیجه را گزارش می‌کنند اختصاص داده می‌شد، پزشک در ۰/۶۶٪ مواقع در شناسایی یک بیماری لابیرنتی شکست می‌خورد. از نظر پزشکی و حقوقی، این خطا می‌تواند خطر قانونی قابل توجهی برای پزشک ایجاد کند VENG (Vectoelectronystagmography) نوعی از ENG است که از سه کانال ضبط برای ثبت حرکات چشم استفاده می‌کند. VENG همچنین براساس ثبت تغییرات پتانسیل الکتریکی قرنیه–شبکیه در هنگام حرکت چشم است. یک الکترود فعال در گوشه بیرونی هر چشم و سومی در خط میانی جلویی قرار می‌گیرد. به‌طوری که سه کانال ضبط در پیکربندی مثلث متساوی‌الساقین قرار دارند. از الکترودهای فعال، سه لید دوقطبی تولید می‌شود که امکان شناسایی حرکات چشم افقی، عمودی و مورب را فراهم می‌کند. اندازه‌گیری سرعت جزئی آهسته نیستاگموس، تأثیر جهتی

پاسخ‌ها را با توجه به طرح‌برداری حرکات چشم در نظر می‌گیرد. کانال افقی VENG مشابه کانال افقی ENG است. VENG امکان مطالعه نیستاگموس مورب حاصل از تحریک کانال‌های نیم‌دایره‌ای عمودی را در یک تست چرخشی فراهم می‌کند و سر بیمار را ۶۰ درجه به پشت و ۴۵ درجه به پهلو قرار می‌دهد. ردیابی حرکت چشم مبتنی‌بر فناوری ویدئو، به دلیل پیشرفت سریع پردازش داده‌های الکترونیکی، تجهیزات مقرون‌به‌صرفه، الگوریتم‌ها قوی‌تر و دامنه کاربردها گسترش یافته، محبوب شده است. VNG یک روش کامپیوتری است که از الکترودها استفاده نمی‌کند. از یک منبع نور مادون‌قرمز نامرئی برای چشم انسان استفاده می‌کند و توانایی ثبت حرکات چشم را در هر شرایط نوری محیطی، ازجمله تاریکی کامل دارد. دوربین‌های فیلم‌برداری نصب‌شده در لنزهای دوچشمی ضد نور امکان مشاهده و ضبط مستقیم حرکات افقی، عمودی و پیچشی چشم را با چشمان باز و در تاریکی فراهم می‌کنند. VNG از پردازش تصویر دیجیتال برای اندازه‌گیری حرکات مرکز مردمک استفاده می‌کند و اندازه‌گیری سرعت جزئیِ کند نیستاگموس افقی و عمودی را ممکن می‌سازد. ضروری است که عینک VNG به‌طور ایمن به ناحیه سفالیک بیمار متصل شود، زیرا حرکات دوربین نسبت به سر، باعث ایجاد اثری در ضبط حرکات چشم می‌شود. ترجمه یک میلی‌متری، منجر به خطای تقریباً ۵ درجه می‌شود. VNG موقعیت چشم‌ها را تا حدود ۳۰ درجه افقی و تقریباً ۲۰ درجه عمودی با وضوح تقریباً ۱/۰ درجه ارزیابی می‌کند و می‌تواند حرکات چشم ۵/۰ درجه را در شرایط آزمایشگاهی تشخیص دهد. کانال عمودی و کانال افقی VNG وضوح یکسانی دارند. هم‌زمان با ردیابی، می‌توان تصاویر چشم را به‌صورت دیجیتالی روی رایانه ضبط کرد. کیفیت ردیابی، به کیفیت تصویر بستگی دارد. کالیبراسیون به فاصله بین چشم و دوربین بستگی دارد. پس از کالیبراسیون اولیه، کالیبراسیون مجدد تنها در صورتی ضروری است که عینک یا دوربین تغییر موقعیت دهد .VNG امکان تجسم حرکات پیچشی چشم را فراهم می‌کند، اما اندازه‌گیری آنها را نمی‌دهد. تجسم و ثبت جهت دقیق پدیده‌های چشمی یکی از مزایای بزرگ VNG است. VNG در ارزیابی نیستاگموس موضعی و نیستاگموس موضعی، به ویژه در تشخیص BPPV، یکی از شایع‌ترین اختلالات دهلیزی مفید است. نیستاگموس تست Hallpike-Dix می‌تواند دامنه کمی داشته باشد، مدت کوتاهی داشته باشد و همیشه با مشاهده ساده بصری شناسایی یا مشخص نمی‌شود. کنترل VNG در تشخیص و ثبت حرکات چشم در طول مانورهای درمانی BPPV مفید است. VNGیک آزمون مورد علاقه در تشخیص عملکردی و افتراقی و در کنترل تکاملی شرایط با علل مختلف است. ردیابی‌های VNG تمیز هستند و کتیبه از خط اصلی کتیبه حرکت چشم منحرف نمی‌شود و تجزیه‌وتحلیل و تفسیر را دقیق‌تر می‌کند. این روش آسان‌تر و سریع‌تر از استفاده از الکترودها انجام می‌شود و تنها به یک کالیبراسیون در ابتدای ارزیابی نیاز دارد. هزینه تجهیزات بالاتر است و برخی از بیماران کلاستروفوبیک، ممکن است احساس حبس را تحمل نکنند. ارزیابی بیماران مبتلا به پتوز پلک یا مژه‌هایی که مردمک چشم را مبهم می‌کند، ممکن است با VNG دشوار باشد. لوازم آرایشی که در اطراف چشم استفاده می‌شود، می‌تواند با نور مادون‌قرمز تداخل داشته باشد و ارزیابی را مختل کند. عملکرد VNG ممکن است در کودکان زیر پنج سال که نمی‌توانند استفاده از ماسک تجهیزات را به دلیل کاهش ابعاد صورت تحمل کنند، بیماران مبتلا به بیماری‌هایی که بر شکل مردمک چشم تأثیر می‌گذارد و بیمارانی که به دلایل مختلف نمی‌توانند چشمان خود را باز نگه دارند؛ بزرگی پتانسیل قرنیه-شبکیه تحت‌تأثیر رتینوپاتی‌های دژنراتیو، دیابتی یا پرفشاری خون و رتینیت پیگمانتوزا است.

ENG و VNG روش‌های آزمایشگاهی غیرتهاجمی و با تحمل خوبی برای ثبت و اندازه‌گیری حرکات چشم هستند. ENG در بیماران نابینا، با پتانسیل قرنیه-شبکیه ضعیف، و قادر به تشخیص حرکات بسیار کوچک چشم نیست، نشان داده نمی‌شود. این محدودیت‌ها با مشاهده مستقیم چشمی یا ویدیو برطرف می‌شوند. VNG از طریق یک یا دو دوربین فیلم‌برداری (ضبط تک‌چشمی یا دوچشمی) از چشم فیلم می‌گیرد و ضبط فقط با چشمان کاملاً باز امکان‌پذیر

است. تجزیه‌وتحلیل کامپیوتری برای نمایش حرکات چشم، در دو بعد انجام می‌شود. VNG با نمایش سه‌بعدی حرکات چشم برای اندازه‌گیری بیشتر حرکت پیچشی چشم، نیازمند تجزیه‌وتحلیل تصویری گسترده از ساختارهای عنبیه یا دو نقطه نشانگر روی صلبیه است، اما هنوز یک روش پیچیده و گران است. VNG چندین مزیت نسبت به ENG معمولی دارد: سهولت و سرعت کار، دقت بیشتر در محاسبه سرعت ساکاد با استفاده از ۲۴۰ هرتز به‌عنوان نرخ اسکن، عدم تداخل از مصنوعات با منشأ عضلانی، توانایی ضبط بدون فیلترکردن فرکانس‌های پایین، حذف تداخل الکتریکی، ثبت ثبات در طول زمان، توانایی ارزیابی حرکات چشم در هر نوری (عینک تضمین می‌کند که ضبط در تاریکی انجام می‌شود)، مشاهده مستقیم حرکات پیچشی چشم، ارتباط بین حرکات چشم تجسم شده و ردیابی هزینه تجهیزات ENG را می‌توان کم در نظر گرفت، درحالی‌که هزینه VNG گران‌تر است.ENG در مواردی که نیاز به اندازه‌گیری حرکات چشم با چشم بسته است، ضروری است زیرا تنها روشی است که این امکان را دارد.

تفاوت بین ENG و VNG مربوط به کالیبراسیون، وضوح زمانی-مکانی و ویژگی‌های صفحه‌ای است که چشم‌ها در آن حرکت می‌کنند.

اگرچه ENG دارای معایبی مانند مصنوعات الکتریکی، مدت زمان طولانی‌تر و تنوع کالیبراسیون است، اما هنوز روشی کم هزینه، قابل اعتماد و دقیق برای اندازه‌گیری مؤلفه آهسته حرکات چشم است. مزیت VNG این است که امکان بررسی بصری حرکات چشم را در موقعیت‌هایی که شک و تردید ایجاد می‌کند را می‌دهد. با این حال، در برخی موارد، کلاستروفوبیا می‌تواند پوشیدن ماسک را برای بیمار غیرقابل تحمل کند و باید از ENG استفاده شود. به‌طور کلی هر دو روش مفید هستند و راحتی مطالعه برای بیمار و معاینه‌کننده بسیار بالاست.

نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر ENG با VNG جایگزین شده است. با این حال، هر دو روش ارزش بالینی بیشتری نسبت به هر آزمایش آزمایشگاهی دیگری برای ارزیابی سیستم دهلیزی، تشخیص ضایعات، تمایز بین ضایعات محیطی و مرکزی و تعیین محل ضایعه دارند. ENG و VNG یک یا چند ناهنجاری را در حدود ۵۰٪ از بیماران مبتلابه سرگیجه تشخیص می‌دهند و تقریباً ۷۵٪ از این ناهنجاری‌ها محل آسیب را مشخص می‌کنند. سایر آزمایشات آزمایشگاهی، تعداد کمی از این ناهنجاری‌ها را شناسایی می‌کنند. یک پزشک باتجربه می‌تواند، اکثر این ناهنجاری‌ها را در طی ارزیابی فیزیکی تشخیص دهد. با این حال، این اجازه یک تجزیه‌وتحلیل کمی یا یک رکورد دائمی را نمی‌دهد. ENG و VNG در طراحی استراتژی‌های درمانی، نظارت بر پیشرفت درمان و برنامه‌ریزی جراحی برای شوانوم دهلیزی، فرسایش دهلیزی و کاشت حلزون کمک می‌کنند.

هر دو ENG و VNG روش‌های ارزشمندی در ارزیابی بیماران مبتلا به سرگیجه هستند. مفهوم عملی این است که هر دو روش مفید هستند و نشان دادن ENG یا VNG به محدودیت‌های استفاده از آنها در هر مورد بستگی دارد. در حدود ۱٪ مواردی که VNG امکان‌پذیر نیست، ENG آزمون انتخابی است، بنابراین انجام هردو تست توصیه می‌شود. سودمندی ثبت حرکات چشم به شدت به سطح دانش و آموزش فنی فردی که آزمایش را انجام می‌دهد و تفسیر می‌کند، بستگی دارد. که این دانش به تنوع گسترده نتایج از آزمایشگاهی به آزمایشگاه دیگر، کمک می‌کند. فرم تحویل مرسوم به‌وسیله‌ای عالی برای دارورسانی تبدیل شوند که از معایب و محدودیت‌های فعلی فراتررفته و نتایج امیدوارکننده‌ای را برای درمان چندین بیماری ارائه دهند.

منابع

کلینیک گوش تهران. (۲۰۲۱). *آزمایشات سرگیجه و تعادل*. https://tehranearclinic.com/blog/balance-and-dizziness-test

Farkashidy, J. (1966). Electronystagmography: Its clinical application. *Canadian Medical Association Journal*, *94*(8), 368.

Ganança, M. M., Caovilla, H. H., & Ganança, F. F. (2010). Electronystagmography versus videonystagmography. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, *76*, 399-403.

Girardi, M., Konrad, H. R., Amin, M., & Hughes, L. F. (2001). Predicting fall risks in an elderly population: computer dynamic posturography versus electronystagmography test results. *The Laryngoscope*, *111*(9), 1528-1532.

Johns Hopkins Medicine. (2021). *Electronystagmography (ENG).* https://www.hopkinsmedicine.org/health/treatment-tests-and-therapies/electronystagmography-eng

Kartini, J. (2021). *What is a Balance Test? I Balance & Dizziness. Attune*. https://www.attune.com.au/2020/08/26/what-is-a-balance-test-i-balance-dizziness/

McCaslin, D. L. (2020). *Electronystagmography and Videonystagmography (Eng/Vng)*. Plural Publishing.

WebMD. (2016). *What Is Electronystagmography?* https://www.webmd.com/brain/what-is-electronystagmography

استناد به این مقاله: کشتکار، آتوسا، و میرزایی، زهرا. (۱۴۰۲). الکترونیستاگموگرافی: تأثیر، تشخیص و مقایسه. *نشریه مطالعات مهندسی پزشکی آپادانا*، ۱(۱)، ۶-۲۲.