

Vestibular Impairment in Patients with Vertigo and Oscillopsia

Rajati Haghi M^{1,2}, Jafarzadeh S^{1,3}

Abstracts

Purpose: Some patients with vertigo also experience oscillopsia. Oscillopsia is an important factor in falling and imbalance of patients with vestibular vertigo due to decrease in visual acuity during movements. The presence of Oscillopsia can increase patients' problems. The objectives of this study were evaluation of Oscillopsia in patients with vertigo with interview, Dizziness Handicap Inventory (DHI) and evaluations of vestibular ocular reflexes.

Methods: First, we identified 50 patients with vertigo and Oscillopsia with interviews. Then, patients were evaluated by Dizziness Handicap Inventory, dynamic visual acuity (DVA) and video head impulse test (vHIT). These results and other characteristics such as age, sex and duration of vertigo were evaluated.

Results: The mean age was 50.8 (± 16.9) years old. 68% were female and 54% had chronic vertigo. All of the study population were diagnosed with Oscillopsia at the interview. Some of patients were unable to perform DVAT and fill DHI. vHIT was performed in all patients. It showed bilateral, unilateral deficits and normal results in 31 (62%), 13 (26%) and 6 (12%), respectively. Although, the deficits were observed in some canals and not all of them.

Conclusion: These results show that different factors have a role in Oscillopsia. Also, the severity of Oscillopsia is different in many patients.

Keywords: Dizziness handicap inventory, Vertigo and oscillopsia

Received: 2022.03.08 Accepted: 2022.08.13

آسیب وستیبولار در بیماران دارای سرگیجه و اسیلوپسی

محسن رجعتی حقی^{۱,۲}، صادق جعفرزاده^{۱,۳}

هدف: برخی از بیماران سرگیجه، دارای اسیلوپسی نیز می باشند. اسیلوپسی به عنوان کاهش حدت بینایی در طول حرکت عامل مهمی در زمین خوردن و مشکلات تعادلی ناشی از سیستم وستیبولار گوش می باشد. وجود اسیلوپسی می تواند باعث افزایش مشکلات بیماران گردد. هدف این مطالعه مقطعی، بررسی اسیلوپسی در بیماران دارای سرگیجه بوسیله مصاحبه، پرسشنامه معلولیت سرگیجه و بررسی های رفلکس دهلیزی چشمی می باشد.

روش بررسی: ابتدا ۵۰ بیمار دارای سرگیجه و اسیلوپسی با مصاحبه مورد شناسایی قرار گرفتند. سپس بیماران به وسیله پرسشنامه DHI (Dizziness Handicap Inventory) و آزمون های DVAT (Dynamic Visual Acuity Test) و vHIT (Video Head Impulse Test) تحت ارزیابی قرار گرفتند. این نتایج به همراه خصوصیات دیگر آن ها مانند سن، جنسیت و طول مدت سرگیجه مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: میانگین سن افراد 50.8 ± 16.9 سال بود. ۶۸ درصد افراد مونث بودند و در حدود ۵۴ درصد دارای سرگیجه مزمن بودند. تمامی بیماران در مصاحبه اولیه، وجود اسیلوپسی را بیان می کردند. برخی از افراد به خاطر وجود اسیلوپسی و سرگیجه شدید قادر به انجام DVAT و پر کردن پرسشنامه DHI نبودند. آزمون vHIT در تمامی افراد انجام شد که به ترتیب در ۳۱ نفر (۶۲ درصد)، ۱۳ نفر (۲۶ درصد) و ۶ نفر (۱۲ درصد) نشان دهنده نتایج آسیب دو طرفه، یک طرفه و طبیعی بود. البته آسیب در بسیاری از بیماران در برخی کانال ها و نه در تمام آن ها مشاهده شد.

نتیجه گیری: نتایج بدست آمده نشان دهنده این موضوع است که فاکتورهای متعددی در ایجاد اسیلوپسی نقش دارد. همچنین شدت اسیلوپسی در بیماران مختلف متفاوت است.

کلمات کلیدی: پرسشنامه معلولیت سرگیجه، سرگیجه و اسیلوپسی

نویسنده مسئول:، صادق جعفرزاده، jafarzadehs@mums.ac.ir، ORCID: 0000-0001-8887-7509

آدرس: مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه، دانشکده علوم پیراپزشکی، گروه شنوایی شناسی

۱- مرکز تحقیقات سینوس و جراحی آندوسکوپی، بیمارستان قائم، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۲- دانشیار گروه گوش، حلق و بینی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۳- استادیار گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

مقدمه

نیست و درجات پایین تری از آسیب نیز می تواند ایجاد کننده این مشکل باشند. وجود این مشکلات و ناهنجاری-ها باعث کاهش کیفیت زندگی بیمار می گردد (۷-۹، ۴) اما در این فرایند نقش اسیلوپسی کاملا مشخص نیست و به خوبی مشخص نشده است که وجود اسیلوپسی در چه حیطه هایی از وضعیت فیزیکی و عملکردی، باعث بدتر شدن وضعیت بیماران می گردند. همچنین عدم شناخت دقیق ضایعه سیستم وستیبولار در موارد اسیلوپسی مانع درمان موثر برخی از این بیماران شده است و در مورد راهکار مدل درمانی و توانبخشی وستیبولار این بیماران اختلاف نظر وجود دارد. هدف این مطالعه مشاهده ای و مقطعی، بررسی اسیلوپسی در بیماران دارای سرگیجه به وسیله مصاحبه، پرسشنامه معلولیت سرگیجه و بررسی های رفلکس دهلیزی چشمی می باشد.

روش بررسی

در این مطالعه بیماران مراجعه کننده به مرکز تخصصی سرگیجه در فروردین ۱۳۹۶ تا بهمن ۱۳۹۷ مورد بررسی قرار گرفتند. این بیماران همگی با توجه به نتایج ارزیابی-های وستیبولار انجام شده به وسیله شنوایی شناس و معاینات پزشک گوش حلق و بینی، مبتلا به سرگیجه به علت آسیب سیستم وستیبولار بودند و در هیچکدام از این افراد (با پرسیدن از خود بیمار) هیچ گونه مشکل چشمی وجود نداشت. مشارکت بیماران در این تحقیق کاملا آگاهانه و داوطلبانه بود و اطلاعات بیمار با حفظ اصول رازداری مورد استفاده قرار گرفت.

این یک بررسی مقطعی است که در آن ابتدا ۵۰ بیمار دارای سرگیجه و اسیلوپسی با مصاحبه مورد شناسایی قرار گرفتند. سپس بیماران به وسیله پرسشنامه DHI (Dizziness Handicap Inventory) و آزمون های DVAT (Dynamic Visual Acuity Test) و vHIT (Video Head Impulse Test) تحت ارزیابی قرار گرفتند. این نتایج به همراه خصوصیات دیگر آن ها

سرگیجه های مرتبط با ناهنجاری های وستیبولی بسیار شایع هستند و دارای شیوع ۷/۸ درصدی در طول زندگی (۱) هستند. شیوع سرگیجه در جمعیت آمریکایی های بالای ۴۰ سال به ۳۵٪ می رسد (۲) و شیوع سرگیجه و مشکلات جانبی آن با افزایش سن همچنان افزایش می یابد (۳). اسیلوپسی یکی از مشکلاتی است که در برخی از موارد سرگیجه وجود دارد. عملکرد صحیح سیستم وستیبولار باعث و ثبات تصویر بر روی شبکیه چشم در طی حرکت می شود. افت کامل عملکرد وستیبولار باعث ایجاد این احساس کاذب می شود که اشیاء در طول حرکت ثابت نیستند که به این وضعیت اسیلوپسی می گویند. اسیلوپسی به عنوان کاهش حدت بینایی در طول حرکت عامل مهمی در زمین خوردن، مشکلات تعادلی ناشی از سیستم وستیبولار گوش می باشد. در بسیاری از موارد آسیب سیستم وستیبولار قابل مشاهده است. بیماری های متعدد اتولوژیکی مانند اتوتوکسیسیته (Oototoxicity)، منیر (Meniere's disease)، مننژیت (Meningitis)، لابیرنتیت (Labyrinthitis) و بیماری اتوایمیون (Autoimmune disease) می تواند باعث آسیب سیستم وستیبولار، ایجاد سرگیجه و اسیلوپسی شود (۴، ۵).

اسیلوپسی در تحقیقات قبلی در بسیاری از ضایعات وستیبولار و مخصوصا ضایعات دو طرفه مشاهده شده است. ضایعات دو طرفه می تواند به علت آسیب ها و بیماری های مختلفی مانند اتوتوکسیسیته بوجود بیاید. بیماری های سیستم وستیبولار باعث ایجاد مشکلات متعددی برای بیماران

می گردند که می توان به سرگیجه، عدم تعادل (۴)، افزایش ریسک افتادن (۶)، فعالیت فیزیکی محدود شده (۷) اشاره کرد. افت کامل عملکرد وستیبولار در دو گوش باعث ایجاد اسیلوپسی در طی حرکت سر می شود اما لزوما برای ایجاد اسیلوپسی به افت تمامی عملکرد سیستم وستیبولار نیاز

دو گروه افراد دارای ضعف یک طرفه و دو طرفه سیستم وستیبولار با توجه به توزیع غیر طبیعی مشخص شده در آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-) (Smirnov) با آزمون من-ویتنی (Mann Whitney) مقایسه گردید.

یافته ها

در این پژوهش تنها افرادی به مرحله ارزیابی راه یافتند که در مصاحبه انجام شده وجود اسیلپوسی در آن ها تایید شد. این افراد نسبت به افرادی که از طرح خارج شدند عموماً دارای سرگیجه های شدیدتر و عوارض بیشتری بودند. سن افراد شرکت کننده در پژوهش $50/8 \pm 16/9$ سال بود که این موضوع نشان دهنده سن بالای اکثر افراد دارای اسیلپوسی بود. ۶۸ درصد افراد مونث بودند و در حدود ۵۴ درصد دارای سرگیجه مزمن بودند. وجود اسیلپوسی در تمامی ۵۰ بیمار در مصاحبه اولیه تایید شد اما برخی از افراد به خاطر وجود اسیلپوسی و سرگیجه شدید قادر به انجام DVAT و پر کردن پرسشنامه معلولیت سرگیجه نبودند. نتایج DVAT در ۱۶ نفر از ۲۳ نفری که قادر به انجام تست بودند (۶۹ درصد)، غیر طبیعی بود. نتایج غیر طبیعی خود را به صورت کاهش چشمگیر عملکرد بینایی (بدتر شدن حدت بینایی بیش از سه خط) در حالت بینایی حین حرکت با حالت سکون نشان داد. پرسشنامه معلولیت سرگیجه تنها در ۱۹ نفر قابل انجام بود که میانگین امتیازات این افراد $50/1 \pm 16/2$ بود. نتایج پرسشنامه در دو گروه افراد دارای ضعف دو طرفه سیستم وستیبولار با ضایعات یک طرفه مقایسه شد و نتایج تست معنی دار نبود ($P=0/682$). این موضوع نشان دهنده وجود علائم شدید سرگیجه و عدم تعادل حتی در ضایعات یک طرفه بود.

آزمون vHIT در تمامی افراد انجام شد. آزمون vHIT به ترتیب در ۳۱ نفر (۶۲ درصد)، ۱۳ نفر (۲۶ درصد) و ۶ نفر (۱۲ درصد) نشان دهنده نتایج آسیب دو طرفه، یک طرفه و طبیعی بود. البته آسیب در بسیاری از بیماران در برخی کانال های نیم دایره افقی، خلفی و فوقانی و نه در تمام آن ها مشاهده شد و لزوماً برای ایجاد اسیلپوسی نیازی به آسیب تمامی کانال های نیم دایره یا اندام های وستیبولار نمی باشد. ۲۸ بیمار از مجموع بیماران این پژوهش قبل از ورود به این پژوهش، در طی پروسه ارزیابی بیماری خود با آزمون کالریک مورد بررسی قرار گرفته بودند که نتیجه

مانند سن، جنسیت و طول مدت سرگیجه مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه از گروه کنترل استفاده نشد و نتایج با نرم های موجود کلینیکی مقایسه شد که صورت معمول در کار بالینی مورد استفاده قرار می گیرد و نشان دهنده وضعیت طبیعی افراد است.

در مصاحبه انجام شده بر مواردی مانند بررسی علل سرگیجه و تایید اسیلپوسی تاکید شد. اسیلپوسی به عنوان تاری دید حین حرکت تعریف شد و مخصوصاً از بیمار در مورد حدت بینایی در حین راه رفتن به صورت شفاهی سوال شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل این موارد بود: وجود آسیب سیستم وستیبولار، سن بیشتر از ۱۸ سال، وجود اسیلپوسی و تاری دید در حال حرکت. معیارهای خروج از مطالعه شامل عدم همکاری فرد در انجام آزمون-ها و وجود تاری دید در هر دو حالت سکون و حین حرکت به علت احتمال درگیری دیگر سیستم های حسی و عصبی به جز سیستم وستیبولار بود.

برای ارزیابی درک بیمار از سرگیجه از پرسشنامه DHI استفاده شد. نسخه مورد استفاده، نسخه استاندارد شده فارسی بود که دارای روایی و پایایی بالایی می باشد. همچنین بر امتیاز بیشتر از ۱۲ به عنوان مرز عدم ابراز معلولیت با معلولیت ابراز شده در نظر گرفته شد (۱۱، ۱۰). آزمون DVAT توانایی بینایی در طول حرکت را ارزیابی می کند. این توانایی علاوه بر صحت عملکرد های بینایی به عملکرد صحیح اندام های وستیبولار بستگی دارد. این آزمون ابتدا با استفاده از چارت بینایی در حالت سکون مورد ارزیابی قرار می گیرد. سپس، ارزیابی در طول حرکت سر تکرار می شود. اگر تفاوت مهم بالینی بین حدت بینایی در دو حالت وجود داشته باشد، تایید کننده وجود آسیب وستیبولار و اسیلپوسی است. آزمون vHIT با استفاده از دستگاه ICS، (Otometrics, Denmark) انجام شد و در این آزمون، میزان بهره رفلکس دهلیزی چشمی در کانال های نیم دایره افقی، خلفی و فوقانی مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمون، از بیماران درخواست گردید که به یک نقطه در روبروی خود نگاه کنند. سپس سر بیماران را بصورت ایمپالسی در سه محور فضایی معین حرکت دادیم. نتایج آزمون های DVAT و vHIT با توجه به ملاک-های بالینی به صورت طبیعی و غیر طبیعی تفسیر شد. نتایج سن و پرسشنامه DHI به صورت کمی و با میانگین و انحراف معیار آنالیز گردید. همچنین نتایج پرسشنامه در

بیشتر موارد (۱۹ نفر) نیز نشان دهنده آسیب دو طرفه سیستم وستیبولار بود.

بحث و نتیجه گیری

هدف این مطالعه بررسی اسیلوپسی در بیماران دارای سرگیجه بود و برای شناسایی موارد اسیلوپسی از مصاحبه استفاده شد و بیماران با پرسشنامه DHI و آزمون های DVAT و vHIT مورد بررسی قرار گرفتند. اسیلوپسی به عنوان کاهش حدت بینایی در طول حرکت عامل مهمی در زمین خوردن، مشکلات تعادلی ناشی از سیستم وستیبولار گوش می باشد. بسیاری از بیماران سرگیجه دارای اسیلوپسی نیز هستند. به علت اهمیت رفلکس های وسییلواکولار در حفظ تعادل، این موضوع باعث بوجود آمدن مشکلات متعددی در حیطه تعادلی این بیماران می شود. بسیاری از این بیماران در ایستادن، راه رفتن و هر گونه حرکت دچار مشکلات تعادلی می شوند که معمولاً شدت این مشکلات از حد متوسط تا شدید می باشد. این نتایج نشان دهنده این موضوع می باشد که شدت اسیلوپسی در بسیاری از بیماران متفاوت است و بیشتر افراد دارای اسیلوپسی دارای ضایعات دو طرفه هستند. نتایج بدست آمده با نتایج دیگر تحقیقات (۱۹-۱۲) توافق دارد.

بررسی اسیلوپسی با آزمون DVAT روشی مرسوم می باشد و در تحقیقات مختلف استفاده شده است (۲۲-۱۹). این آزمون حالت ساجکتیو دارد و در مواردی قابل انجام است که دارای مشکلات گردنی و سرگیجه های شدید نباشند. در این پژوهش تمامی افرادی که در مصاحبه وجود اسیلوپسی در آن ها تایید شد در تست DVAT عملکرد غیر طبیعی نداشتند. این موضوع می تواند نشان دهنده این مورد باشد که لزوماً بیان مشکل اسیلوپسی در بیماران به معنی وجود قطعی آن نیست. همچنین این موضوع می تواند نشان دهنده این باشد که نتیجه مثبت در آزمون DVAT به درجات بالاتری از اسیلوپسی نیازمند است و این تست DVAT به موارد ملایم حساس نیست. همچنین در پرسشنامه معلولیت سرگیجه تنها در ۱۹ نفر از ۵۰ نفر قادر به پر کردن پرسشنامه بودند. این موضوع با توجه به اینکه این بیماران دارای اسیلوپسی بودند، قابل پیش بینی بود. زیرا علاوه بر مشکلات تاری دید در حین حرکت، بسیاری از بیماران دارای اسیلوپسی در خواندن مشکل دارند و نمی توانند فرم پرسشنامه را پر کنند. با این وجود افرادی

که توانستند پرسشنامه را پر کنند امتیازات بالایی بدست آورند. از طرف دیگر استفاده از افراد دیگر مانند خویشاوندان و همراهان بیمار برای پر کردن پرسشنامه نمی توانست خوبی وجود نتایج صحیح را تضمین کند. زیرا تحقیقات گذشته نشان داده اند که استفاده از نزدیکان بیمار برای بررسی مشکلات بیمار دارای همبستگی بالایی با نتایج خود بیمار نیست و حتی در برخی موارد هیچ ارتباط معنی داری بین نتایج این افراد با بیماران وجود ندارد (۱۰).

نتایج زیادی در مورد بیماران دارای اسیلوپسی با آزمون vHIT وجود ندارد و بیشتر این آزمون در مورد بیماری های مختلف و یا ضعف های دو طرفه سیستم وستیبولار مورد بررسی قرار گرفته است. به طور کلی در آزمون vHIT با بررسی میزان بهره می توان مشخص کرد که کدامیک از کانال های نیم دایره بیشترین نقش را در ایجاد اسیلوپسی دارند و شکایات بیماران با کاهش چه میزان بهره رفلکس وستیبولو اکولار مرتبط است (۲۳).

برخی از بیماران سرگیجه، دارای اسیلوپسی نیز می باشند. اسیلوپسی به عنوان کاهش حدت بینایی در طول حرکت عامل مهمی در زمین خوردن و مشکلات تعادلی ناشی از سیستم وستیبولار گوش می باشد. بسیاری از موارد اسیلوپسی به ضعف های دو طرفه سیستم وستیبولار ارتباط دارد. از نظر بالینی می توان وجود اسیلوپسی را بیشتر به وجود آسیب های دوطرفه سیستم وستیبولار مرتبط دانست و در تشخیص بیماران این مورد را در نظر داشت. در تحقیقات آینده می توان بر روی شدت ضایعات دو طرفه ایجاد کننده اسیلوپسی بررسی های بیشتری را انجام داد.

سپاسگزاری

انجام این تحقیق بوسیله معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد (کد طرح: ۹۵۱۵۷۷) و کد اخلاق IR.MUMS.REC.1396.19 مورد حمایت قرار گرفته است.

منابع

1. Neuhauser HK, von Brevern M, Radtke A, Lezius F, et al. Epidemiology of vestibular vertigo: a neurologic survey of the general population. *Neurology* 2005; 65(6): 898-904.

2. Agrawal Y, Carey JP, Della Santina CC, Schubert MC, Minor LB. Disorders of balance and vestibular function in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2004. *Archives of internal medicine* 2009; 169(10): 938-44.
3. Furman JM, Raz Y, Whitney SL. Geriatric vestibulopathy assessment and management. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2010; 18(5): 386-391.
4. Zingler VC, Weintz E, Jahn K, Huppert D, et al. Causative factors, epidemiology, and follow-up of bilateral vestibulopathy. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2009; 1164: 505-508.
5. Rinne T, Bronstein AM, Rudge P, Gresty MA, Luxon LM. Bilateral loss of vestibular function: clinical findings in 53 patients. *Journal of neurology* 1998; 245(6-7): 314-321.
6. Herdman SJ, Blatt P, Schubert MC, Tusa RJ. Falls in patients with vestibular deficits. *Am J Otol* 2000; 21(6): 847-851.
7. Jacobson GP, Calder JH. Self-perceived balance disability/handicap in the presence of bilateral peripheral vestibular system impairment. *J Am Acad Audiol* 2000; 11(2): 76-83.
8. Guinand N, Boselie F, Guyot JP, Kingma H. Quality of life of patients with bilateral vestibulopathy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2012; 121(7): 471-477.
9. Sun DQ, Ward BK, Semenov YR, Carey JP, Della Santina CC. Bilateral Vestibular Deficiency: Quality of Life and Economic Implications. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2014; 140(6): 527-534.
10. Jafarzadeh S, Maharati F, Jamali J. The perception of family members regarding patient's vertigo and imbalance. *Acta otorrinolaringologica espanola*. 2022; 73(2): 89-95.
11. Jafarzadeh S, Bahrami E, Pourbakht A, Jalaie S. Clinical Applications and Psychometric Properties of Dizziness Handicap Inventory in English, Persian and other Languages. *JPSR* 2017; 6(2): 99-109. [Persian]
12. Ward BK, Agrawal Y, Hoffman HJ, Carey JP, Della Santina CC. Prevalence and impact of bilateral vestibular hypofunction: results from the 2008 US National Health Interview Survey. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2013; 139(8): 803-810.
13. Hain TC, Cherchi M, Yacovino DA. Bilateral vestibular loss. *Semin Neurol*. 2013; 33(3): 195-203.
14. Guinand N, Pijenburg M, Janssen M, Kingma H. Visual acuity while walking and oscillopsia severity in healthy subjects and patients with unilateral and bilateral vestibular function loss. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2012; 138(3): 301-306.
15. Funabashi M, Santos-Pontelli TE, Colafemina JF, Pavan TZ, et al. A new method to analyze the subjective visual vertical in patients with bilateral vestibular dysfunction. *Clinics (Sao Paulo)* 2012; 67(10): 1127-1131.
16. Frese KA, Reker U, Maune S. Bilateral vestibular loss. Diagnosis and follow-up. *HNO* 2003; 51(3): 221-225.
17. Sargent EW, Goebel JA, Hanson JM, Beck DL. Idiopathic bilateral vestibular loss. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 116(2): 157-162.
18. Chambers BR, Mai M, Barber HO. Bilateral vestibular loss, oscillopsia, and the cervico-ocular reflex. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1985; 93(3): 403-407.
19. Herdman SJ, Hall CD, Schubert MC, Das VE, Tusa RJ. Recovery of dynamic visual acuity in bilateral vestibular hypofunction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2007; 133(4): 383-389.
20. Badaracco C, Labini FS, Meli A, Tufarelli D. Oscillopsia in labyrinthine defective patients: comparison of objective and subjective measures. *Am J Otolaryngol* 2010; 31(6): 399-403.
21. Herdman SJ, Schubert MC, Das VE, Tusa RJ. Recovery of dynamic visual acuity in unilateral vestibular hypofunction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129(8): 819-824.

22. Rine RM, Braswell J. A clinical test of dynamic visual acuity for children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2003; 67(11): 1195-1201.

23. McGarvie LA, MacDougall HG, Halmagyi GM, Burgess AM, et al. The Video Head Impulse Test (vHIT) of Semicircular Canal Function - Age-Dependent Normative Values of VOR Gain in Healthy Subjects. *Front Neurol*. 2015; 6(8): 154.