Archive of SID

Saccular Abnormalities in Patients with Head Trauma (Review Article)

Jafarzadeh S[1], Bahrami E[2], Pourbakht A[3], Jalaie Sh[4]

Abstract

Purpose: Vertigo and imbalance are common symptoms in patients with head trauma. In these patients, the vestibular system and especially saccule may damage. The saccular abnormalities cause more imbalance, especially in standing situations.

The aim of this study was to evaluate the saccular system in patients with head trauma. For this aim, we focused on studies that used cVEMP and posturography.

Methods: In this study, related articles were searched in different databases including PubMed, Web of Science, Scopus, Magiran and SID from January 1980 to December 2018. The searched keywords were saccule, head trauma, vertigo and imbalance and finally after applying inclusion and exclusion criteria, 77 articles were evaluated.

Results: There are vestibular and saccular abnormalities in many patients with head trauma. Results of cVEMP and posturography showed high frequency of these impairments.

Conclusion: Saccular abnormalities could greatly affect balance, especially in standing position. Other factors such as unilateral or bilateral or amount of abnormality, central compensation, and other supportive systems could affect these results.

Keywords: Vertigo, Imbalance, Head trauma, Vestibular system, Saccule, Otolith

Received: 2019.11.19 Accepted: 2020.05.13

بررسی ناهنجاری های ساکول در بیماران مبتلا به ضربه به سر (مطالعه مروری)

صادق جعفرزاده[۱]، اسحاق بهرامی[۲]، اکرم پوربخت[۳]، شهره جلالی[۴]

هدف: سرگیجه و عدم تعادل یکی از علایم شایع در افراد ضربه به سر می باشد. در این بیماران، سیستم وستیبولار (Vestibular) و مخصوصا ساکول نیز ممکن است آسیب ببیند که آسیب به ساکول باعث بروز مشکلات بیشتری در تعادل بیمار در حالت ایستاده می گردد. هدف از این مقاله، بررسی وضعیت سیستم ساکول در افراد دچار ضربه به سر می باشد. برای این موضوع بر مقالاتی تاکید شد که از آزمون های cVEMP و پوسچروگرافی استفاده کرده اند.

روش بررسی: در این تحقیق، مقالات مرتبط در پایگاه های اطلاعاتی PubMed، Web of science، Scopus، Magiran و SID در بازه زمانی ژانویه ۱۹۸۰ تا دسامبر ۲۰۱۸ با کلید واژه های ساکول، ضربه به سر، سرگیجه و عدم تعادل مورد جستجو قرار گرفت و با رعایت ملاک های ورود و خروج، در نهایت ۷۷ مقاله مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: در بسیاری از بیماران دارای ضربه به سر آسیب سیستم وستیبولار و آسیب ساکول مشاهده می گردد. نتایج آزمون های cVEMP و پوسچروگرافی در بیماران مختلف نشان دهنده فراوانی بالای این آسیب ها می باشد.

نتیجه گیری: آسیب ساکول می توان تاثیر زیادی بر حفظ تعادل فرد مخصوصا در وضعیت ایستاده داشته باشد. البته دیگر عوامل مانند یک طرفه بودن یا دو طرفه بودن ضایعه میزان آسیب، میزان جبران مرکزی و تاثیر سیستم های حمایتی دیگر بر این نتایج تاثیرگذار می باشد.

کلمات کلیدی: سرگیجه، عدم تعادل، ضربه به سر، سیستم وستیبولار، ساکول، اتولیت

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

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

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

www.SID.ir

Archive of SID

۲- استادیار گروه جراحی اعصاب، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۳- دانشیار گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۴- دانشیار گروه آمار زیستی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

مقدمه

ضربه به سر یک عارضه بسیار شایع می باشد و تخمین زده می شود که در دنیا در حدود ۱۰ میلیون نفر در سال به علت ضربه به سر به مشکلاتی مانند آسیب های مغزی مبتلا می شوند (۱). ضربه به سر می تواند باعث ایجاد آسیب های متفاوتی در سیستم های بینایی، شنوایی، سیستم عصبی مرکزی و ... شود. اما یکی از عوارض معمول ضربه به سر، ایجاد سرگیجه و عدم تعادل می باشد (۲،۳) که می تواند به علت آسیب سیستم وستیبولار باشد (۸-۴). این علایم می تواند تا سال ها برای برخی از بیماران باقی بماند (۹-۱۱) و مکانیسم ضربه تاثیر چندانی در نوع علایم ایجاد شده ندارد (۱۲). حتی در ضربه های ملایم و خفیف به سر، نزدیک به ۸۱ درصد از بیماران دارای سرگیجه هستند (۱۳). که اغلب علت دقیق این سرگیجه ها معلوم نیست (۷،۱۴) اما در برخی موارد آسیب سیستم وستیبولار در این بیماران مشاهده شده است (۷). در حقیقت، با بررسی دقیق تر سیستم وستیبولار در بسیاری از افراد ضربه به سر می توان نتایج غیر طبیعی در آزمون های وستیبولار مشاهده نمود (۱۵). در این افراد، بیماری های وستیبولار متعددی مانند فیستول پری لنف (Perilymph Fistula) (۱۶)، آسیب اندام اتولیت (۱۹-۴،۱۷)، آسیب های لابیرنتی (۴، ۱۸)، سرگیجه خوش خیم وضعیتی (Benign Paroxysmal Positional Vertigo; BPPV) (۴،۲۰)، هیدروپس آندولنف (Endolymphatic Hydrops) (۱۶،۱۸) و پارگی پرده دریچه گرد (۱۸) مشاهده می گردد.

افراد دچار ضربه به سر ممکن است در حفظ تعادل خود مشکل داشته باشند (۲۱). عدم تعادل در بیماران با ساکول آسیب دیده می تواند بروز بیشتری داشته باشند. زیرا بخشی از عملکرد ساکول به صورت یک گیرنده تعادلی جاذبه است (۲۲) و ممکن است آسیب به ساکول باید باعث بروز مشکلات بیشتری در تعادل بیمار در حالت ایستاده نسبت به دیگر افراد دارای ضایعه وستیبولار بشود. این موضوع نشان دهنده اهمیت آسیب ساکول در افراد دچار ضربه به سر می باشد که می تواند بر روی تعادل افراد تاثیر جدی داشته باشد. برای درمان و توانبخشی، ابتدا بیماران باید مورد بررسی های مختلف از جمله پرسشنامه ها و آزمون های آبجکتیو قرار بگیرند تا بهترین درمان بر اساس آسیب نواحی مختلف سیستم وستیبولار مورد استفاده قرار بگیرد. این ارزیابی ها می تواند ضعف های عملکردی بیماران را بصورت کمی بیان کند (۱۴) و از این رو ارزیابی های آبجکتیو تعادلی برای بررسی مشکلات تعادلی افراد ضربه به سر توصیه می گردد (۱۴،۲۳). پرسشنامه ها و آزمون های مختلفی برای بررسی سیستم وستیبولار وجود دارد. از معمول ترین پرسشنامه ها می توان به پرسشنامه معلولیت سرگیجه (Dizziness Handicap Inventory; DHI) اشاره نمود. که تاثیرات فیزیکی، عملکردی و احساسی سرگیجه را بررسی می کند. این پرسشنامه همچنین می تواند درمان بیماری و سرگیجه را بررسی کند. این پرسشنامه دارای روایی و پایایی بالایی است. میزان ضریب ICC (Intraclass Correlation Coefficient) برای این پرسشنامه ۰/۹۶ می باشد (۲۴،۲۵).

برای بررسی سرگیجه خوش خیم وضعیتی می توان ارزیابی هایی چون مانور دیکس هالپایک (Dix-Hallpike) ، ساید لایینگ (Side-lying) و رول استفاده نمود. آزمون کالریک به بررسی مجرای نیم دایره افقی می پردازد و نحوه اجرای آن با ارائه محرک های دمایی و بررسی حرکات نیستاگموس چشمی می باشد. آزمون cVEMP (Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential) آزمونی آبجکتیو و کلنیکی برای بررسی عملکرد ساکول می باشد که بر رفلکس وستیبولو کولیک بین ساکول و عضله استرنو کلایدوماستوئید استوار است. cVEMP یک ثبت الکتروفیزیولوژیک از فعالیت ماهیچه ای عضله استرنو کلایدوماستوئید است که پاسخ- های P13 و N23 را ایجاد می‌کند (۲۲).

آزمون پوسچروگرافی دینامیک، توانایی بیمار در حفظ تعادل، را مورد بررسی قرار می دهد و مشکلات کلی تعادلی بیمار را مشخص می کند. گرچه آزمون های تعادلی دیگر نیز بر ارزیابی سیستم وستیبولار تاکید دارند اما پوسچروگرافی، توانایی افراد در استفاده از اطلاعات رسیده از سیستم های وستیبولار، سوماتوسنسوری و بینایی را به صورت جداگانه و مشترک ارزیابی می کند تا پاسخ های

www.SID.ir

Archive of SID

حرکتی با این ورودی ها هماهنگ شود و مرکز ثقل بدن در موقعیت صحیح قرار بگیرد و تعادل حفظ شود (۲۲). پوسچروگرافی ابزار تشخیصی مناسبی برای آسیب های اندام وستیبولار است و می تواند در تعیین استراتژی توانبخشی کمک کند (۲۶). هدف از این مقاله، بررسی وضعیت عملکرد سیستم ساکول در افراد دچار ضربه به سر می باشد. برای این موضوع بر نتایج آزمون های cVEMP و پوسچروگرافی تاکید می شود تا مشخص گردد که آسیب ساکول، چه تاثیری بر ایستادن و بر روی وضعیت ایستاده در پوسچروگرافی دارد.

روش بررسی

در این تحقیق، مقالات آسیب سیستم وستیبولار در بیماران ضربه به سر در پایگاه های اطلاعاتی Scopus، Web of science، PubMed، SID و Magiran در بازه زمانی ژانویه ۱۹۸۰ تا دسامبر ۲۰۱۸ با کلید واژه های ساکول، ضربه به سر، سرگیجه و عدم تعادل مورد جستجو قرار گرفت.

معیار های ورود شامل مقالاتی بود که به ارزیابی سیستم وستیبولار در افراد ضربه به سر پرداخته بودند و در ارزیابی های خود از آزمون های پوسچروگرافی و cVEMP استفاده کرده بودند. این مقالات باید شرح درستی را از نحوه انجام آزمون ها بیان می کردند. همچنین نتایج این آزمون-ها باید بطور صحیح و کامل گزارش شده باشد معیار های خروج شامل مواردی بود که آزمون به درستی انجام نشده بود و یا اطلاعات ارائه شده مبهم و غیر قابل تفسیر بود. با رعایت ملاک های ورود و خروج مقالات، در نهایت ۷۷ مقاله مورد بررسی قرار گرفت.که از این تعداد به ترتیب تعداد ۵۲، ۲۱، ۴۹، ۰ و ۱ مقاله از پایگاه های اطلاعاتی Scopus، Web of science، PubMed، SID و Magiran استخراج شد. برخی از مقالات در پایگاه های اطلاعاتی مختلفی وجود داشتند.

یافته ها

ضربه به سر جزء شایع ترین مشکلات پزشکی می باشد که حجم بالایی از مراجعات اورژانس را به خود اختصاص می دهد. ضربه به سر می تواند باعث آسیب نواحی مختلف سیستم عصبی و سیستم وستیبولار شود که باعث ایجاد سرگیجه و عدم تعادل در تعداد بسیار بالایی از بیماران شود. به طوری که تا ۹۰ درصد از بیماران ضربه به سر دارای شکایت از سرگیجه هستند (۲۷). سرگیجه همچنین یکی از شایع ترین شکایات پس از ویپلش (Whiplash) و ضربه به گردن می باشد (۲۸) و در حقیقت ممکن است مواردی از سرگیجه که به ضربه گردن ارتباط داده می شوند، مربوط به ضایعات سیستم اتولیت باشند (۲۹). از این رو ارزیابی cVEMP می تواند کمک چشمگیری به افتراق ضایعات ضربه به سر بکند. این موضوع از آن رو حائز اهمیت است که درمان سرگیجه در این دو مورد بسیار با هم متفاوت است. برخی از بیماران ضربه به سر دارای مشکلات عصبی – چشمی هستند که در عدم تعادل آن ها تاثیرگذار است. اما با بررسی و آنالیز مناسب می توان این مشکلات را تشخیص داد و نقش آن را جدا نمود (۳۰). با این حال کاملا مشخص است که تعداد زیادی از افراد دارای ضربه به سر دارای مشکلات وستیبولار می باشند. در یک بررسی در افراد دارای ضربه به سر که هیچگونه شکایت نورولوژیکی نداشتند و هیچ گونه شواهد نورولوژیکی مبنی بر وجود ضایعه در آن ها بدست نیامد و نتایج آزمون پوسچروگرافی غیر طبیعی و مرتبط با ناهنجاری اندام های وستیبولار بود و مشخص گردید پوسچروگرافی می تواند به درک صحیح تر از مشکلات تعادلی در افراد ضربه به سر کمک کند (۶). از طرف دیگر در افراد ضربه به سر، ناهنجاری های حرکتی دارای شیوع پایینی نسبت به ناهنجاری های حسی هستند (۱۳).

ارزیابی دقیق تر بیماران دارای ضربه به سر می تواند در بهبود درمان افراد جامعه تاثیر داشته باشد. همچنین در موارد پزشکی قانونی (تصادفات، نزاع های خیابانی و ...)، ضربه به سر را می توان سرگیجه را با cVEMP و پوسچروگرافی مورد بررسی قرار داد (۴، ۲۶، ۳۱). این اطلاعات می تواند به جامعه پزشکی برای بررسی دقیق تر بیماری کمک کند. به صورت کلی، حفظ تعادل در حالت ایستاده و ساکن به تطابق حواس بینایی و سوماتوسنسوری نیازمند است. در صورت عدم تطابق بین این دو، وستیبول نقش عمده و بسیار مهمی را در حفظ تعادل بازی می کند و آسیب های مربوط به آن می تواند بر روی تعادل فرد اثر بگذارد. در تحقیقی با بررسی ۴۲۸ فردی که سابقه افتادن داشتند و هیچ گونه علت مشخصی برای افتادن آن ها پیدا نشده بود مشخص گردید که ۸۰ درصد دارای ضایعه اندام وستیبولار هستند (۳۲). در افراد ضربه به سر، با آسیب این

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم ها در کنار مشکلاتی مانند سردرد و سرگیجه، مشکلاتی در حفظ تعادل بوجود می آید. تاثیر مشکلات وستیبولار در عدم تعادل زمانی بارزتر است که دیگر سیستم های حسی (بینایی و سوماتوسنسوری) و عصبی آسیب دیده باشند این موارد دارای اثر تجمعی می باشند (۳۳) که این موضوع در بیماران ضربه به سر بسیار شایع است. از این رو باید علاوه بر ارزیابی های معمول نورولوژیک و وستیبولار، به ارزیابی وضعیت کلی تعادلی فرد پرداخت تا نیاز ها و مشکلات فرد مورد بررسی قرار گیرد.

آسیب ساکول برای تعادل در افراد ضربه به سر

بخش عمده ای از ساکول توسط عصب وستیبولار تحتانی عصب دهی می شود که پاسخ های آن به هسته های وستیبولار منتقل می گردد و آن مسیر بر عضلات گردنی و وضعیتی اثر می گذارد (۲۲) هسته های وستیبولار علاوه بر فیبرهای عصب وستیبولار، از چندین منبع دیگر شامل سیستم بینایی، مخچه، تشکیلات شبکیه ای ساقه مغز و طناب نخاعی ورودی دریافت می‌کند. بنابراین آن ها نقشی بیش از ایستگاه های انتقال ساده برای ورودی محیطی ایفا می‌کنند. این هسته ها نقش مهمی در تقابل پیچیده بین سیستم وستیبولار و مراکز اصلی دیگر سیستم عصبی مرکزی ایفا می کنند. هسته های وستیبولار، به طور مرتب برای نورون های حرکتی نگهدارنده وضعیت بدن ورودی فراهم می کنند. رفلکس های وستیبولو اسپاینال تاثیر زیادی بر ایجاد مهارت های صاف ایستادن و فعالیت های حرکتی دارند. از این رو وجود مشکلات وستیبولی می تواند بر روی عملکرد حرکتی فرد تاثیر بگذارد (۳۴). به طور کلی بیماران ضربه به سر نمی توانند بخوبی از این ورودی های حسی برای حفظ تعادل استفاده کنند (۳۵) و آسیب سیستم وستیبولار می تواند نقش مهمی را در این بین داشته باشد.

در موارد آسیب ساکول، ضایعات سرگیجه و عدم تعادل مشاهده می شود. این موضوع حتی در سنین پایین که دارای توانایی تطابق و جبران بیشتری هستند نیز دیده می گردد برای مثال در کودکانی که ضعف دو طرفه سیستم وستیبولار دارند، عدم تعادل بیشتری دیده می شود و رشد حرکات کلی دارای تاخیر می باشد (۳۶). در کل قابلیت ایستادن بر روی یک پا به عملکرد اندام اتولیت بستگی دارد که می تواند در افراد دارای ضایعات اندام اتولیت آسیب زیادی ببیند (۳۷). البته نقش آسیب ساکول در عدم تعادل و یا نقش آن در مشکل سرگیجه افراد ضربه به سر به طور دقیق مشخص نیست و این سوال وجود دارد که آسیب به ساکول چه نقشی در سرگیجه و تعادل کلی فرد در موقعیت ایستاده دارد. تنها مشاهده شده است که ناهنجاری اندام اتولیت باعث بر هم خوردن تعادل بخصوص در برخی موقعیت های خاص سر می گردد (۲۹) امکان آسیب اندام اتولیت در موارد ضربه به سر بسیار زیاد است و حتی در نمونه های حیوانی ضربه به سر، آسیب اندام اتولیت دیده می شود (۳۸).

مشکلات تعادلی در موارد آسیب سیستم وستیبولار

فرد دارای مشکلات تعادلی به علت ضربه به سر ممکن است به زمین بخورد و مشکلات تعادلی بیشتری برای آن بوجود بیاید برای حفظ تعادل در حالت ایستاده، نقش ساکول حائز اهمیت است. زیرا این ارگان، اطلاعات مربوط به جاذبه را دریافت می کند و در حفظ پوزیشن عضلات ضد جاذبه که باعث ایستادن فرد می شوند نقش دارد. به نظر می رسد که آسیب ساکول باید باعث عدم تعادل فرد گردد. اما نتایج تحقیقات در افراد مسن نشان دهنده وجود برخی اطلاعات متناقض می باشند. برای مثال در تحقیقی بر روی موارد آسیب کلی سیستم وستیبولار، تفاوت چشمگیری در شیوع زمین خوردن در ضایعات یک طرفه و دو طرفه وجود داشت و شیوع موارد دو طرفه بیشتر بود. اما هنگامی که نتایج با توجه به سن و با مقایسه با گروه شاهد آنالیز گردید، مشاهده شد که میزان شیوع زمین خوردن این افراد بیشتر از افراد هم سن با سیستم وستیبولار طبیعی نمی باشد (۳۹). از طرف دیگر شاید منطقی به نظر برسد که میزان عدم تعادل و ریسک افتادن تنها در ضایعات دو طرفه افزایش پیدا کند اما این مورد برای ضایعات یک طرفه نیز دیده شده است (۴۰) در این بین ممکن است عدم بررسی اختصاصی سیستم ساکول و یا عواملی همچون احتیاط بیشتر بیماران و استفاده از وسایل کمکی، دلیل بدست آوردن این نتایج باشد (۳۹).

آسیب اندام اتولیت می تواند باعث عدم تعادل و احساس افتادن شود (۴۱). برای ارزیابی عدم تعادل افراد می توان از پوسچروگرافی استفاده کرد. نتایج پوسچروگرافی در بیماران ضربه به سر غیر طبیعی است (۴۲) و مشاهده شده است که نمرات زیر شاخه SOT (Sensory Organization

www.SID.ir

Archive of SID

Test) در پوسچروگرافی و ریسک زمین خوردن در افراد مبتلا به ضایعات وستیبولار با هم دارای ارتباط می باشد (۴۳). بسیاری از افراد دارای ضایعات سیستم وستیبولار، در معرض خطر ضایعه مجدد در اثر افتادن قرار دارند که با شناسایی افراد در معرض خطر افتادن می توان در نهایت یک برنامه توانبخشی خاص برای آنها پیشنهاد نمود و در کل دیده شده است که توانبخشی وستیبولار می تواند خطر افتادن را کاهش دهد (۴۴). این کاهش خطر حتی در موارد توانبخشی وستیبولار آسیب وستیبولار یک طرفه نیز شود (۴۰). توانبخشی وستیبولار راه درمانی مناسبی برای بیماران دارای سرگیجه و عدم تعادل است (۴۵،۴۶) و این درمان نتایج خوبی را در بیماران ضربه به سر نشان داده است (۴۹-۴۷).

در تحقیقات مختلفی از آزمون پوسچروگرافی برای بررسی موارد ضربه به سر استفاده شده است اما تناقض های زیادی بین نتایج این تحقیقات مشاهده می گردد. برای مثال، در تحقیقی عنوان می گردد که پوسچروگرافی آزمون مناسبی در جهت ارزیابی تعادل کلی و استراتژی های تعادلی بیمار می باشد که برای بررسی مشکلات تعادلی بیماران بسیار کمک کننده است (۵۰) و یا ذکر می شود که در بیماران ضربه به سر نیز ارتباط مشخص و قوی بین نتایج پوسچروگرافی و علایم بیمار مشاهده شده است (۱۳، ۵۱) و پوسچروگرافی ارزیابی مناسبی برای بررسی وضعیت سیستم اتولیت (ساکول و اتریکول) می باشد و می تواند بیماری هایی را مشخص کند که آزمون های وستیبولواسپاینال توانایی تشخیص آن را ندارند (۵۲) و این ارزیابی حتی در شرایط آسیب سیستم بینایی و سوماتوسنسوری این قابلیت تشخیصی را دارد (۵۲). در مقابل مقالاتی نیز وجود دارد که ارزیابی پوسچروگرافی را در بررسی بیماران ضربه به سر دارای مشکل تعادلی مفید نمی دانند. همچنین عنوان می گردد که کارایی پوسچروگرافی در بررسی اثر مشکلات وستیبولار بر تعادل افراد بحث برانگیز است (۲۳) و یا شک هایی در مورد کارایی پوسچروگرافی بعنوان ارزیابی تعادلی ابراز می گردد و نتیجه گیری می شود که این آزمون نمی تواند اطلاعات اضافه تری نسبت به آزمون های کلنیکی به ما بدهد (۱۴). همچنین در برخی تحقیقات، هیچ گونه رابطه ای بین نتایج آزمون های الکترونیستاگموگرافی و پوسچروگرافی و وجود عدم تطابق بینایی – وستیبول یافت نشد (۵۳).

به طور کلی به نظر می رسد که اطلاعات منتشر شده در مورد ارزیابی پوسچروگرافی در افراد ضربه به سر بسیار محدود است (۵۴) و تاکنون هیچ گونه جمع بندی در این مورد وجود ندارد. اما مشخص است که این آزمون می تواند عدم تعادل وضعیتی را در افراد ضربه به سر شناسایی و کمی سازی کند (۶،۵۱،۵۴) و به نظر می رسد که پوسچروگرافی راه امید بخشی برای بررسی دقیق تر این بیماران می باشد (۵۴).

نکته مهم آن که قابلیت های این آزمون در جهت ارزیابی بیماران دارای آسیب اندام اتولیت ناشناخته باقی مانده است (۵۰) و تنها به نظر می رسد که آسیب اندام اتولیت در بیماران ضربه به سر می تواند بر روی شاخص های پوسچروگرافی تاثیر بگذارد (۵۰). بدی عملکرد اندام وستیبولار پس از ضربه به سر از علل ایجاد کننده سرگیجه است ولی نقش آن بدرستی مشخص نیست (۵۵). از این رو باید به ارزیابی وستیبولار و از جمله ارزیابی عملکردی اندام اتولیت توجه و تلاش بیشتری را معطوف داشت (۵۵).

بحث و نتیجه گیری

آسیب سیستم وستیبولار در افراد ضربه به سر

ضربه به سر جزء حوادث بسیار رایج در کشورهای در حال توسعه و حتی کشور های پیشرفته است. ضربه به سر می تواند در بسیاری از شرایط و موقعیت ها بوجود بیاید. در کشور ما در بسیاری از موارد ضربه به سر مرتبط به تصادف اتوموبیل، موتور سیکلت، حوادث هنگام کار و افتادن از روی پلکان و داربست مرتبط می باشد. نزاع ها و دعواهای خیابانی و حتی صدمات ورزشی نیز می تواند باعث صدمات زیادی به سر شود (۵۶). به دلیل گستردگی علل ایجاد کننده ضربه به سر، عدم ثبت تمامی موارد و وجود موارد ضربه به سر خفیف، آمار دقیقی در مورد تعداد و شیوع تمامی موارد ضربه به سر وجود ندارد و تنها در بیشتر موارد، ضربات شدید به سر مورد توجه قرار می گیرد. ضربه به سر شدید در هر ۱۰۰۰۰۰ نفر دارای شیوع سالانه ۱۰ تا ۱۵ مورد در جزایر اقیانوس آرام (۵۷) ۴ تا ۵ مورد در نروژ (۵۸) و ۱۷ مورد در فرانسه (۵۹) می باشد که عمده ترین علل آن، تصادفات جاده ای، افتادن و نزاع ها می باشد (۶۰-۵۷). ضربه به سر می تواند باعث آسیب سیستم های شنوایی، عصبی مرکزی، بینایی، بویایی، شناختی، حرکتی و... شود. وجود سرگیجه و عدم تعادل در افراد ضربه به سر بسیار

www.SID.ir

Archive of SID

شایع است. برخی از این بیماران دارای کم شنوایی و وزوز هستند (۶۴-۴۸،۶۱). به طور کلی تعداد کثیری از افرادی که به اورژانس ها مراجعه می کنند دارا ی مشکلات سرگیجه و عدم تعادل هستند که این موضوع سالانه هزینه-های فراوانی را به سیستم های درمانی وارد می کند (۶۵) بسیاری از این افراد به علت ضربه به سر مراجعه کرده اند و یا سابقه ضربه به سر دارند.

وجود سرگیجه و عدم تعادل در بیماران ضربه به سر بسیار شایع است (۴،۵،۶۶) و این موضوع یکی از شکایات معمول این بیماران است تا جایی که تا نزدیک به ۹۰ درصد بیماران ضربه به سر وجود این علایم را گزارش می کنند (۲۷). سرگیجه و عدم تعادل می تواند به دلایل مختلفی از جمله آسیب سیستم عصبی مرکزی در بیماران ضربه سر وجود داشته باشد. این آسیب ها می تواند به علت ضربه، به صورت مستقیم یا غیر مستقیم بوجود بیاید و یا به علت آسیب های بیوشیمیایی بوجود آمده باشد. اما بررسی بیماران ضربه به سر علی رغم وجود دیگر ضایعات نشان دهنده میزان بالای ضایعات سیستم وستیبولار می باشد (۱۵،۶۷،۶۸) که این ضایعات مخصوصا در قسمت های محیطی سیستم وستیبولار و ارگان های انتهایی اندام وستیبولار (۵) مشاهده می گردد که این موضوع می تواند به علت وضعیت آناتومیک اندام های محیطی و محافظت بیشتر اندام های مرکزی باشد.

آسیب سیستم وستیبولار می تواند بر روی تعادل فرد هم در کوتاه مدت و هم در طولانی مدت تاثیرات زیادی بگذارد. تاثیرات کوتاه مدت می تواند شامل سرگیجه های شدید و موقتی باشد که معمولا بیشترین توجه را به خود جلب می کند اما تاثیرات طولانی مدت آسیب سیستم وستیبولار به همان اندازه دارای اهمیت هستند زیرا باعث تغییرات زیادی در زندگی بیمار می گردند. به طور کلی در حالت طبیعی سیستم های بینایی، وستیبولار و حس عمقی مسئول حفظ تعادل هستند اما اطلاعات دهلیزی تا ۶۵ درصد در ثبات پویای بدن تاثیر دارند و نقش سیستم های بینایی و حس عمقی بسیار کمتر است (۶۹). در شرایط مختلف نیز نقش اطلاعات وستیبولار برای حفظ تعادل افزایش می یابد که می توان به شرایط مختلفی مانند نبود اطلاعات بینایی مانند محیط های تاریک، اطلاعات متعدد و ناهمخوان بینایی مانند یک پیاده روی شلوغ، اطلاعات کاهش یافته حس عمقی مانند ایستادن بر روی یک سطح نرم اشاره کرد. حفظ تعادل در بیماری که دارای مشکلاتی در سیستم وستیبولار خود می باشد بسیار مشکل می باشد و در بسیاری از موارد به افتادن منجر خواهد شد. از این رو ارزیابی کامل سیستم وستیبولار در مواردی مانند ضربه به سر که آسیب این سیستم محتمل می باشد، ضروری است. سرگیجه خوش خیم وضعیتی از عوارض معمول ضربه به سر می باشد (۴،۲۰). با ضربه به سر اتوکونیای اندام اتریکول از این اندام کنده می شود و بدلیل نزدیکی و مجاورت کانال نیم دایره خلفی، بیشتر به داخل این کانال وارد می شوند اما می تواند کانال های دیگر را نیز درگیر کند. این موضوع عملکرد این عضو را به عنوان گیرنده شتاب زاویه ای دچار اختلال می کنند و باعث حساسیت آن به نیروی جاذبه زمین می شود. حرکت فرد و تغییر وضعیت وی باعث حرکت اتوکونیا در طول مجرای نیم دایره و بوجود آمدن سرگیجه و نیستاگموس می شود که حتی با چشم باز مشاهده می گردد.

یکی از اختلالاتی که در موارد ضربه به سر بوجود می آید و در گذشته کمتر به آن توجه می شد، وجود ناهنجاری در سیستم اتولیت می باشد (۴،۱۷،۱۸،۱۹،۷۰). در حالی که سیستم اتولیت نقش زیادی در حفظ تعادل در حالت ایستاده و راه رفتن دارد و وجود ناهنجاری در این سیستم می تواند تاثیرات تعادلی زیادی در بر داشته باشد. سیستم وستیبولار بوسیله رفلکس های وستیبولو اسپاینال نقش مهمی در حفظ تعادل و رفع عدم تطابق های حسی بین سیستم بیتایی و سوماتوسنسوری دارد. وضعیت تعادلی و نقش سیستم وستیبولار در حفظ تعادل را می توان با آزمون پوسچروگرافی مورد بررسی قرار داد. وجود اختلالات مختلفی در این آزمون در بیماران ضربه به سر مشاهده شده است که می توان به وجود اختلال در وضعیت های ۴، ۵ و ۶ اشاره کرد (۷۱). این مشکلات تعادلی در بسیاری از بیماران ضربه به سر و حتی بیماران دارای BPPV مشاهده شده است. در نگاه اول ممکن است وجود ناهنجاری های تعادلی در بیماران دارای BPPV عجیب به نظر برسد. اغلب این بیماران دارای سرگیجه های کوتاه مدت هستند و مشکلات تعادلی خاصی از آن ها انتظار نمی رود. اما در بیش از ۵۰ درصد این بیماران مشکلات تعادلی دیده می شود (۷۲) و بیماران دارای BPPV یکی از موارد ترجیح بینایی برای حفظ تعادل هستند. این افراد گرچه دارای عملکرد طبیعی در وضعیت ۲ و ۵ پوسچروگرافی

www.SID.ir

Archive of SID

هستند، عملکرد تعادلی آنها در وضعیت ۳ و ۶ تضعیف شده است که این موضوع نشان دهنده این است که اطلاعات نادرست بینایی، استفاده از اطلاعات وستیبولار و سوماتوسنسوری را دچار مشکل می‌کند (۷۳). همچنین در این بیماران، امتیاز های پایین تر در وضعیت- های ۴، ۵ و ۶ پوسچروگرافی مشاهده شده است (۷۱). در حقیقت بسیاری از بیماران BPPV دارای مشکلات تعادلی، احساس سبک شدن سر و شناور بودن هستند و مشکلات تعادلی تا ساعت ها و حتی روزها پس از سرگیجه های اپیزودی باقی می ماند (۷۴). نادیده گرفته شدن مشکلات تعادلی این افراد می تواند به این علت باشد که سرگیجه این افراد توجه فرد را از عدم تعادل جزئی در برخی موقعیت های خاص باز می دارد و به صورت معمول در بیشتر بیماران، پس از انجام مانور های درمانی BPPV مشکلات تعادلی خاصی باقی نمی ماند (۷۴).

رابطه بین نتایج اختلال سیستم ساکول و کنترل تعادل در موارد ضربه به سر دارای سرگیجه و عدم تعادل

ساکول به عنوان گیرنده تعادلی نقش مهمی در حفظ تعادل در موقعیت های ایستاده و راه رفتن دارد و آسیب این سیستم باعث عدم تعادل بیمار می گردد. اما این رابطه یک رابطه ساده و مستقیم نیست زیرا میزان آسیب ساکول، یک طرفه یا دو طرفه بودن ضایعه، مدت زمان سپری شده از ضایعه، میزان آداپتیشن (Adaptation) یا جبران سیستم وستیبولار و تاثیر سیستم های حمایتی دیگر برای حفظ تعادل مانند سیستم بینایی و سوماتوسنسوری نقش مهمی را در حفظ تعادل بازی می کند. شاید در نگاه اول عدم همخوانی دو آزمون پوسچروگرافی و cVEMP عجیب به نظر برسد زیرا ساکول به عنوان یک ارگان گیرنده شتاب خطی بیشترین فعالیت را در برابر شتاب عمودی و تغییر وضعیت جاذبه دارد و آزمون پوسچروگرافی در حالت ایستاده انجام می شود که همان وضعیت را مورد بررسی قرار می دهد. نکته دیگری که باعث اختلاف نظر بیشتر در این باره می گردد نتایج گوناگون تحقیقات مختلف در این حیطه است. در برخی از تحقیقات پوسچروگرافی به عنوان آزمون مناسبی در جهت ارزیابی تعادل کلی بیماران معرفی می شود (۵۰) که در بیماران ضربه به سر دارای ارتباط قوی با علایم بیمار می باشد (۱۳،۵۱) و آسیب اندام اتولیت می تواند بر روی شاخص های پوسچروگرافی تاثیر بگذارد (۵۰) و این آزمون دارای توانایی بررسی وضعیت سیستم اتولیت می باشد و حتی می تواند بیماری هایی را مشخص کند که دیگر آزمون های وستیبولواسپاینال توانایی تشخیص آن را ندارند (۵۲) برخی دیگر از تحقیقات نشان دهنده عدم ارتباط و عدم کاربرد پوسچروگرافی در ارزیابی ضایعات ساکول می باشد و حتی ارزیابی پوسچروگرافی را در بررسی بیماران ضربه به سر دارای مشکل تعادلی مفید نمی دانند و کارایی آن را بحث برانگیز می دانند (۲۳). برخی تحقیقات شک هایی در مورد کارایی این آزمون وارد می دانند و عنوان می کنند که این آزمون نمی تواند اطلاعات اضافه تری نسبت به دیگر آزمون ها به ما بدهد (۱۴).

شاید تفاوت میان تحقیقات مختلف را بتوان به چند عامل مربوط دانست. در ابتدا باید گفت که در تحقیقات مختلف بیماران مختلفی مورد بررسی قرار گرفته اند که در آن ها فاکتور های متعددی از جمله مدت زمان سپری شده از ضایعه متفاوت می باشد. نکته دیگر نوع متفاوت ارزیابی پوسچروگرافی با آزمون cVEMP می باشد. آزمون cVEMP بیشتر یک بررسی فیزیکی توانایی سیستم ساکولار می باشد در حالی که ارزیابی پوسچروگرافی یک ارزیابی عملکردی از وضعیت کلی تعادلی است. از طرف دیگر شاید وجود ضایعه یک طرف یا دو طرفه ساکول و عملکرد باقیمانده ساکول آسیب دیده نیز در این میان تاثیرگذار باشد. وجود عدم تعادل در ضایعات دو طرفه و شیوع کمتر عدم تعادل در ضایعات یک طرفه امری معمول به نظر می رسد از این رو عدم شناسایی ضایعات یک طرفه بوسیله پوسچروگرافی باعث کاهش حساسیت این آزمون خواهد شد. علاوه بر این موارد، سیستم های دیگری به حفظ حالت تعادل در حالت ایستاده کمک می کنند که می توانند در موارد آسیب سیستم وستیبولار نقش کمکی داشته باشند برای مثال وضعیت کمکی حس عمقی حتی در وضعیت های ۵ و ۶ پوسچروگرافی وجود دارد.

ضربه به سر می تواند باعث آسیب سیستم وستیبولار و ساکول شود. که این موضوع می تواند تاثیر زیادی بر تعادل بیمار داشته باشد. عوامل مختلفی نیز در این میان دخیل هستند که می توان به مواردی مانند میزان ضایعه، یک طرفه بودن یا دو طرفه بودن میزان جبران مرکزی و تاثیر سیستم های حمایتی دیگر اشاره کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Chapman JC, Diaz-Arrastia R. Military traumatic brain injury: a review. Alzheimer's & dementia : the journal of the Alzheimer's Association 2014; 10(3 Suppl): 97-104.

2. Zhou G, Brodsky JR. Objective vestibular testing of children with dizziness and balance complaints following sports-related concussions. Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery 2015; 152(6): 1133-1139.

3. Register-Mihalik JK, Mihalik JP, Guskiewicz KM. Balance deficits after sports-related concussion in individuals reporting posttraumatic headache. Neurosurgery 2008; 63(1): 76-80.

4. Thomke F, Dieterich M. [Medicolegal assessment of post-traumatic vertigo]. Der Nervenarzt 2011; 82(12): 1548-1556.

5. Naguib MB, Madian Y, Refaat M, Mohsen O, et al. Characterisation and objective monitoring of balance disorders following head trauma, using videonystagmography. J Laryngol Otol 2012; 126(1): 26-33.

6. Dehail P, Petit H, Joseph PA, Vuadens P ,Mazaux JM. Assessment of postural instability in patients with traumatic brain injury upon enrolment in a vocational adjustment programme. J Rehabil Med 2007; 39(7): 531-536.

7. Mallinson AI, Longridge NS. Specific vocalized complaints in whiplash and minor head injury patients. The American journal of otology 1998; 19(6): 809-813.

8. King JE, Pape MM, Kodosky PN. Vestibular Test Patterns in the NICoE Intensive Outpatient Program Patient Population. Mil Med 2018; 183(suppl_1): 237-244.

9. Lei-Rivera L, Sutera J, Galatioto JA, Hujsak BD, Gurley JM. Special tools for the assessment of balance and dizziness in individuals with mild traumatic brain injury. NeuroRehabilitation 2013; 32(3): 463-472.

10. Alsalaheen BA, Mucha A, Morris LO, Whitney SL, et al. Vestibular rehabilitation for dizziness and balance disorders after concussion. Journal of neurologic physical therapy: JNPT 2010; 34(2): 87-93.

11. Kleffelgaard I, Roe C, Soberg HL, Bergland A. Associations among self-reported balance problems, post-concussion symptoms and performance-based tests: a longitudinal follow-up study. Disability and rehabilitation 2012; 34(9): 788-794.

12. Greer N, Sayer N, Koeller E, Velasquez T, Wilt TJ. Outcomes Associated With Blast Versus Nonblast-Related Traumatic Brain Injury in US Military Service Members and Veterans: A Systematic Review. The Journal of head trauma rehabilitation 2018; 33(2): E16-E29.

13. Kisilevski V, Podoshin L, Ben-David J, Soustiel JF, et al. Results of otovestibular tests in mild head injuries. Int Tinnitus J 2001; 7(2): 118-121.

14. Kaufman KR, Brey RH, Chou LS, Rabatin A, et al. Comparison of subjective and objective measurements of balance disorders following traumatic brain injury. Med Eng Phys 2006; 28(3): 234-239.

15. Scherer MR, Burrows H, Pinto R, Littlefield P, et al. Evidence of central and peripheral vestibular pathology in blast-related traumatic brain injury. Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology 2011; 32(4): 571-580.

16. Ylikoski J, Palva T, Sanna M. Dizziness after head trauma: clinical and morphologic findings. The American journal of otology. 1982; 3(4): 343-352.

17. Brusis T. [Sensorineural hearing loss after dull head injury or concussion trauma]. Laryngorhinootologie 2011; 90(2): 73-80.

18. Ernst A, Basta D, Seidl RO, Todt I, et al. Management of posttraumatic vertigo. Otolaryngology--head and neck surgery: official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery 2005; 132(4): 554-558.

www.SID.ir

Archive of SID

19. Akin FW, Murnane OD. Head injury and blast exposure: vestibular consequences. Otolaryngol Clin North Am 2011; 44(2): 323-334.

20. Suarez H, Alonso R, Arocena M, Suarez A, Geisinger D. Clinical characteristics of positional vertigo after mild head trauma. Acta oto-laryngologica 2011; 131(4): 377-381.

21. Akin FW, Murnane OD, Hall CD, Riska KM. Vestibular consequences of mild traumatic brain injury and blast exposure: a review. Brain injury : [BI] 2017; 31(9): 1188-94.

22. Roeser RJ vM, Hosford-Dunn H. Audiology diagnosis, second edition. Thieme. 2007, chapter 25, 540-566.

23. Basford JR, Chou LS, Kaufman KR, Brey RH, et al. An assessment of gait and balance deficits after traumatic brain injury. Arch Phys Med Rehabil 2003; 84(3): 343-349.

24. Jafarzadeh S, Bahrami E, Pourbakht A, Jalaie S, Daneshi A. Validity and reliability of the Persian version of the dizziness handicap inventory. J Res Med Sci 2014; 19(8): 769-775.

25. Jafarzadeh S, Bahrami E, Pourbakht A, Jalaie S. [Clinical Applications and Psychometric Properties of Dizziness Handicap Inventory in English, Persian and other Languages]. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation 2017; 6(2): 99-109. [Persian}

26. Mallinson AI, Longridge NS. Dizziness from whiplash and head injury: differences between whiplash and head injury. The American journal of otology 1998; 19(6): 814-818.

27. Gay RK. Neurocognitive measures in the assessment of vestibular disturbance in patients with brain injury. NeuroRehabilitation 2013; 32(3): 473-482.

28. Treleaven J. Dizziness, unsteadiness, visual disturbances, and postural control: implications for the transition to chronic symptoms after a whiplash trauma Spine 1976; 36(25 Suppl): 211-217.

29. Kogler A, Lindfors J, Odkvist LM, Ledin T. Postural stability using different neck positions in normal subjects and patients with neck trauma. Acta oto-laryngologica 2000; 120(2): 151-155.

30. Agostini V, Chiaramello E, Bredariol C, Cavallini C, Knaflitz M. Postural control after traumatic brain injury in patients with neuro-ophthalmic deficits Gait Posture 2011; 34(2): 248-253.

31. Vonk J, Horlings CG, Allum JH. Differentiating malingering balance disorder patients from healthy controls, compensated unilateral vestibular loss, and whiplash patients using stance and gait posturography. Audiology & neuro-otology 2010; 15(4): 261-272.

32. Pothula VB, Chew F, Lesser TH, Sharma AK. Falls and vestibular impairment. Clinical otolaryngology and allied sciences 2004; 29(2): 179-82.

33. Anand V, Buckley JG, Scally A, Elliott DB. Postural stability in the elderly during sensory perturbations and dual tasking: the influence of refractive blur. Invest Ophthalmol Vis Sci 2003; 44(7): 2885-2891.

34. Shall MS. The importance of saccular function to motor development in children with hearing impairments Int j otolaryngol, 2009:2009: 972565.

35. Gattu R, Akin FW, Cacace AT, Hall CD, et al. Vestibular, balance, microvascular and white matter neuroimaging characteristics of blast injuries and mild traumatic brain injury: Four case reports. Brain inj 2016; 30(12): 1501-1514.

36. Shinjo Y, Jin Y, Kaga K. Assessment of vestibular function of infants and children with congenital and acquired deafness using the ice-water caloric test, rotational chair test and vestibular-evoked myogenic potential recording. Acta oto-laryngologica 2007; 127(7): 736-747.

37. Tribukait A, Brantberg K, Bergenius J. Function of semicircular canals, utricles and saccules in deaf children. Acta oto-laryngologica 2004; 124(1): 41-48.

38. Zhou D, Xu W, He L. Histopathology of nonacoustic labyrinth following head injury in guinea pigs. Zhonghua Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi. 1994; 29(6): 350-352.

www.SID.ir

Archive of SID

39. Herdman SJ, Blatt P, Schubert MC, Tusa RJ. Falls in patients with vestibular deficits. The American journal of otology 2000; 21(6): 847-851.

40. Hall CD, Schubert MC, Herdman SJ. Prediction of fall risk reduction as measured by dynamic gait index in individuals with unilateral vestibular hypofunction. Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology 2004; 25(5): 746-751.

41. Murray KJ, Hill KD, Phillips B, Waterston J. The influence of otolith dysfunction on the clinical presentation of people with a peripheral vestibular disorder. Physical therapy 2007; 7(2): 143-152.

42. Longridge NS, Mallinson AI. Across the board" posturography abnormalities in vestibular injury. Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology 2005; 26(4): 695-698.

43. Whitney SL, Marchetti GF, Schade AI. The relationship between falls history and computerized dynamic posturography in persons with balance and vestibular disorders. Arch Phys Med Rehabil 2006; 87(3): 402-407.

44. Macias JD, Massingale S, Gerkin RD. Efficacy of vestibular rehabilitation therapy in reducing falls. Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery 2005; 133(3): 323-325.

45. Jafarzadeh S, Golrokhian-Sani MR. The challenge of vestibular rehabilitation in a patient with bilateral vestibular dysfunction following surgery: A case report. Iranian journal of otorhinolaryngology 2018; 30(3): 167-170.

46. Hoseinabadi R, Pourbakht A, Yazdani N, Kouhi A , et al. The Effects of the Vestibular Rehabilitation on the Benign Paroxysmal Positional Vertigo Recurrence Rate in Patients with Otolith Dysfunction. J audiol otol. 2018; 22(4): 204-208.

47. Jafarzadeh S, Pourbakht A, Bahrami E ,Jalaie S, Bayat A. Effect of Early Vestibular Rehabilitation on Vertigo and Unsteadiness in Patients with Acute and Sub-Acute Head Trauma. Iranian journal of otorhinolaryngology 2018; 30(97): 85-90.

48. Scherer MR, Schubert MC. Traumatic brain injury and vestibular pathology as a comorbidity after blast exposure. Physical therapy 2009; 89(9): 980-92.

49. Sessoms PH, Gottshall KR, Collins JD, Markham AE, et al. Improvements in gait speed and weight shift of persons with traumatic brain injury and vestibular dysfunction using a virtual reality computer-assisted rehabilitation environment. Military medicine 2015; 180(3 Suppl): 143-149.

50. Basta D, Clarke A, Ernst A, Todt I. Stance performance under different sensorimotor conditions in patients with post-traumatic otolith disorders. Journal of vestibular research : equilibrium & orientation 2007; 17(1): 25-31.

51. Lahat E, Barr J, Klin B, Dvir Z, et al. Postural stability by computerized posturography in minor head trauma. Pediatr Neurol 1996; 15(4): 299-301.

52. Basta D, Todt I, Scherer H, Clarke A, Ernst A. Postural control in otolith disorders. Hum Mov Sci 2005; 24(2): 268-279.

53. Longridge NS, Mallinson AI. Visual vestibular mismatch in work-related vestibular injury. Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology 2005; 26(4): 691-694.

54. Pickett TC, Radfar-Baublitz LS, McDonald SD, Walker WC, Cifu DX. Objectively assessing balance deficits after TBI: Role of computerized posturography. Journal of rehabilitation research and development 2007; 44(7): 983-990.

55. Lee JD, Park MK, Lee BD, Park JY, et al. Otolith function in patients with head trauma. Eur Arch Otorhinolaryngol 2011; 268(10): 1427-1430.

56. Aligene K, Lin E. Vestibular and balance treatment of the concussed athlete. NeuroRehabilitation 2013; 32(3): 543-53.

57. Morisse E, Favarel-Garrigues JF, Couadau E, Mikulski M, et al. Incidence of hospital-admitted severe traumatic brain injury and in-hospital fatality

www.SID.ir

Archive of SID

rates in a Pacific Island country: A 5-year retrospective study. Brain inj 2014; 28(11): 1436-1440.

58. Andelic N, Anke A, Skandsen T, Sigurdardottir S, et al. Incidence of hospital-admitted severe traumatic brain injury and in-hospital fatality in Norway: a national cohort study. Neuroepidemiology 2012; 38(4): 259-267.

59. Masson F, Thicoipe M, Aye P, Mokni T, et al. Epidemiology of severe brain injuries: a prospective population-based study. The Journal of trauma 2001; 51(3): 481-489.

60. Wu X, Hu J, Zhuo L, Fu C, et al. Epidemiology of traumatic brain injury in eastern China, 2004: a prospective large case study. The Journal of trauma 2008; 64(5): 1313-1319.

61. Johnson CM, Perez CF, Hoffer ME. The implications of physical injury on otovestibular and cognitive symptomatology following blast exposure. Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery 2014; 150(3): 437-440.

62. Lien S, Dickman JD. Vestibular Injury After Low-Intensity Blast Exposure. Front neurol 2018; 9: 297.

63. Hoffer ME, Schubert MC, Balaban CD. Early Diagnosis and Treatment of Traumatic Vestibulopathy and Postconcussive Dizziness Neurologic clinics 2015; 33(3): 661-668.

64. Hoffer ME, Balaban C, Gottshall K, Balough BJ, et al. Blast exposure: vestibular consequences and associated characteristics. Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology 2010; 31(2): 232-6.

65. Saber Tehrani AS, Coughlan D, Hsieh YH, Mantokoudis G, et al. Rising annual costs of dizziness presentations to u.s. Emergency departments. Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine 2013; 20(7): 689-696.

66. Gurley JM, Hujsak BD, Kelly JL. Vestibular rehabilitation following mild traumatic brain injury. NeuroRehabilitation 2013; 32(3): 519-528.

67. Knoll RM, Ishai R, Trakimas DR, Chen JX, et al. Peripheral Vestibular System Histopathologic Changes following Head Injury without Temporal Bone Fracture. Otolaryngol head neck surg 2019; 160(1): 122-130.

68. Hebert JR, Forster JE, Stearns-Yoder KA, Penzenik ME, Brenner LA. Persistent Symptoms and Objectively Measured Balance Performance Among OEF/OIF Veterans With Remote Mild Traumatic Brain Injury. J head trauma rehabil 2018; 33(6): 403-411.

69. Allum JH, Pfaltz CR. Visual and vestibular contributions to pitch sway stabilization in the ankle muscles of normals and patients with bilateral peripheral vestibular deficits. Experimental brain research 1985; 58(1) :82-94.

70. Chandrasekhar SS. The assessment of balance and dizziness in the TBI patient. NeuroRehabilitation 2013; 32(3): 445-454.

71. Herdman sj. vestibular rehabilitation, fourth edition: CPR; 2014, chapter 26, 504-530.

72. Sargent EW, Bankaitis AE, Hollenbeak CS, Currens JW. Mastoid oscillation in canalith repositioning for paroxysmal positional vertigo. Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology 2001; 22(2): 205-209.

73. Black FO, Nashner LM. Postural disturbance in patients with benign paroxysmal positional nystagmus. The Annals of otology, rhinology, and laryngology 1984; 93(6 Pt 1): 595-9.

74. Herdman S RT. Physical therapy mananegement of bening positional vertigo in Herdman, susan j, vestibular rehabilitation, fourth edition, CPR; 2014 chapter 20: 324-355.

www.SID.ir