رویکرد جانشینی الکتریکی-لامسه‌ای به عنوان راهکاری نوین در توان‌بخشی دهلیزی: مطالعه اولیه

علی‌اکبر نصر اصفهانی[1]، پریسا رسولی‌فرد[1]، الهام رجب‌پور[1]، محمدحسین نیلفروش[*]، مهسا سپهرنژاد[2]

چکیده

مقدمه: تاکنون بیماران مبتلا به افت دهلیزی دو طرفه ناشی از اتوتوکسیستی با آمینوگلوکوزیدها، با روش‌های مرسوم توان‌بخشی شامل تمرینات تطابقی و عادت‌سازی مورد توان‌بخشی قرار می‌گرفتند. مطالعات نشان داده است که روش توان‌بخشی دهلیزی توسط سیستم جانشینی الکتریکی- لامسه‌ای (Electrotactile vestibular substitution system یا EVSS) می‌تواند نقش مهمی در روند توان‌بخشی این بیماران داشته باشد. مطالعه حاضر یک مطالعه اولیه به منظور بررسی تأثیر این مدالیته درمانی بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، ۶ مرد و ۴ زن مبتلا به افت دهلیزی دو طرفه، مورد توان‌بخشی توسط سیستم EVSS قرار گرفتند. این توان‌بخشی طی ۱۰ جلسه درمانی ۲۰ دقیقه‌ای (روزی ۲ جلسه) انجام شد. پروتکل آزمون سازمان‌دهی حسی و پرسش‌نامه سرگیجه جهت مقایسه نتایج قبل و بعد از درمان مورد استفاده واقع شدند. آزمون‌های پس از درمان، یک روز پس از اتمام درمان EVSS انجام گرفتند. میزان اختلاف بین گروه‌های قبل و بعد از درمان، توسط آزمون Paired-t با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ با لحاظ قرار دادن شرط اختلاف معنی‌داری ($P < ۰/۰۵$) بررسی شد.

یافته‌ها: همه بیماران پس از دوره ۵ روزه درمان توسط EVSS در SOT (Sensory organization test) و پرسش‌نامه DHI (Dizziness handicap inventory) امتیازات بهتری کسب کردند ($P < ۰/۰۵$). دفعات افتادن در مرحله ۵ SOT کاهش یافت ($P < ۰/۰۵$). بیماران پس از این دوره قادر بودند وضعیت عمودی خود را در موقعیت رومبرگ با چشمان بسته و روی سطح نرم حفظ کنند. حرکات بیماران یکنواخت‌تر و راه رفتن آن‌ها پایدارتر شد ($P < ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: این نتایج نشان‌دهنده بهبود علایم بیماران به واسطه رویکرد جانشینی الکتریکی-لامسه‌ای بود که بر امکان جانشینی سیستم‌های حسی جهت بهبود نقایص دهلیزی تأکید دارد.

کلید واژه‌ها: توان‌بخشی دهلیزی، سیستم جانشینی الکتریکی- لامسه‌ای، اختلالات تعادلی

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۳۰

تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۲۶

* مربی، عضو هیأت علمی، گروه شنوایی‌شناسی، مرکز تحقیقات اسکلتی- عضلانی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
Email: mhnilforoush@rehab.mui.ac.ir

۱- کارشناس ارشد، گروه شنوایی‌شناسی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۲- کارشناس ارشد شنوایی‌شناسی، مرکز کاشت حلزون اصفهان، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

مقدمه

تعادل ایستا و پویا فرایندی پیچیده است که به طور عمده شامل فعالیت هماهنگ سیستم‌های حس عمقی، دهلیزی و بینایی می‌باشد. عملکرد سیستم دهلیزی، تبدیل شتاب حرکت سر به یک سیگنال قابل تفسیر برای مغز است (۳-۱). این اطلاعات در ترکیب با سایر ورودی‌های حسی، برای خیرگی بر روی شبکیه و کنترل وضعیت توسط سیستم عصبی مرکزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اختلالات دهلیزی می‌توانند منجر به اختلالات تعادلی مختلف در حرکت و کنترل وضعیت شوند. افت دو طرفه عملکرد دهلیزی، می‌تواند به شدت ناتوان‌کننده باشد و محدودیت‌های قابل توجهی در کارامدی بیمار در فعالیت‌های کاری یا زندگی روزمره ایجاد کند. همچنین این اختلال می‌تواند منجر به افتادن فرد (به خصوص در افراد سالمند) گردد (۴).

در صورت وجود ضایعه دهلیزی، سیستم عصبی مرکزی با مشکلات زیادی جهت تلفیق اطلاعات حاصل از راه‌های آوران دهلیزی، سیستم‌های بینایی و حس عمقی مواجه می‌شود. این اختلال عملکرد سیستم عصبی مرکزی منجر به پاره‌ای از ضایعات از جمله درگیری سیستم تعادل می‌شود. در این موارد، تمرینات توان‌بخشی فوایدی برای بیمار دارد، اما منجر به بهبود کامل وی نمی‌شود (۵).

در صورت عدم جبران ضایعه سیستم دهلیزی که در پاره‌ای از اختلالات دهلیزی محیطی و اکثر ضایعات دهلیزی مرکزی مورد انتظار است، مشکلات تعادلی طولانی مدت رخ می‌دهد. در این مطالعه، بیماران مبتلا به ضایعه دهلیزی دو طرفه حاصل از اتوتوکسیسیتی، توسط سیستم جانشینی الکتریکی-لامسه‌ای (Electrotactile vestibular substitution system یا EVSS) مورد بازتوانی قرار گرفتند. EVSS مثالی از ترکیب بسیار کارامد مهندسی الکتریکی پیشرفته، علم کامپیوتر، علم اعصاب و توان‌بخشی می‌باشد (۶).

داده‌های حاصل از تغییر جهت سر، به عنوان سیگنال ورودی برای سیستم EVSS عمل می‌کنند تا این سیستم بتواند حرکت الگوی کوچک تحریک بر روی زبان را که مرتبط با موقعیت سر است کنترل نماید. مطالعات قبلی بیان می‌کنند که برای این که مغز بتواند اطلاعات حاصل از یک دستگاه جایگزین‌کننده حسی را به درستی تفسیر کند لزومی ندارد اطلاعات، به طور دقیق به شکل سیستم حس عصبی به مغز ارایه شوند. با آموزش دادن به بیمار، مغز فرد یاد می‌گیرد که اطلاعات حاصل از دستگاه را به درستی تفسیر کند و از آن به نحوی مشابه با حالتی که داده‌ها از طریق حس طبیعی به مغز می‌رسند، استفاده نماید (۹-۷).

پاره‌ای از مطالعات در زمینه تأثیر دستگاه تعادلی EVSS بر بهبود تعادل افراد انجام شده است (۱۱، ۱۰)، اما هنوز یافته‌های قطعی در زمینه تأثیر دستگاه EVSS بر تعادل وجود ندارد. در این مطالعه سعی بر این بود که میزان کارایی درمان تعادلی توسط دستگاه تعادلی EVSS مورد بررسی قرار گیرد تا اطلاعات بیشتری در این زمینه به دست آید.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه آینده‌نگر، نحوه عملکرد EVSS با استفاده از دستگاه تعادلی بر روی ۱۰ بیمار در کلینیک تخصصی شایان تهران بررسی شد. تعداد افراد مورد مطالعه توسط فرمول محاسبه حجم نمونه به دست آمد. پاسخ ضعیف دو طرفه و یا عدم پاسخ در آزمون ENG (Electronystagmography)، امتیاز DHI (Dizziness handicap inventory) بیشتر از ۶۰ و اتیولوژی اتوتوکسیسیتی برای سرگیجه معیار ورود بیماران بود. مبتلایان به بیماری‌ها یا اختلالاتی که سبب بروز آسیب در سیستم تعادلی فرد شده بود، مانند اختلال سیستم عصبی مرکزی، بیماری منییر (Ménière)، سرگیجه وضعیتی ناگهانی خوش‌خیم (Benign proxysmal positional vertigo یا BPPV)، نقص‌های ارتوپدی، بیماری‌های سیستمیک، افت حسی و آسیب شدید سیستم بینایی، از مطالعه خارج شدند.

این پژوهش با ارزیابی ۱۳ بیمار آغاز شد، اما ۲ نفر از بیماران با ادامه مطالعه موافقت نکردند و ۱ بیمار نتوانست مطالعه را به پایان برساند. ۶ مرد و ۴ زن با روش تصادفی ساده انتخاب شدند و مطالعه را به پایان رساندند. بیماران

www.mui.ac.ir

عملکرد دهلیزی خود را به دلیل اتوتوکسیسیتی ناشی از آمینوگلایکوزید بین ۱ تا ۷ سال (۱/۱ ± ۳ سال) قبل از انجام مطالعه، از دست داده بودند. تمام این بیماران قبل از انجام مطالعه حداقل به مدت یک سال تحت درمان‌های توان‌بخشی وستیبولی (شامل تمرینات سازگاری، جانشینی و عادت‌پذیری) در برنامه‌های بیمارستانی و سپس تمرینات داخل منزل قرار گرفته بودند. نحوه بهبود این بیماران با استفاده از SOT (Sensory organization test) و DHI مورد پیگیری قرار گرفت. هر دوی این پرسش‌نامه‌ها از اعتبار و پایایی بالایی برخوردار هستند (۱۳، ۱۲). CDP (Computerized dynamic posturography) نیز ابزاری برای بررسی نقش آوران‌های بینایی، حس عمقی و لابیرنتی در تعیین وضعیت تعادلی فرد می‌باشد (۱۴).

پروتکل SOT، از ۶ مرحله تشکیل می‌شود که پاسخ به آن‌ها توسط یک Platform متحرک ثبت می‌گردد. در این پروتکل، از طریق کنترل اطلاعات ورودی بینایی و حس عمقی به عنوان مثال از طریق نحوه نوسان Platform و باز یا بسته بودن چشم‌ها، شرایط حسی دشواری ایجاد می‌شود تا بدین طریق عملکرد سیستم دهلیزی ارزیابی شود (۱۴). امتیازات SOT پایین‌تر، بیانگر احتمال بالای سقوط و افتادن بیمار است. در مرحله ۵ و ۶ آزمون SOT، عملکرد سیستم دهلیزی با کنترل کردن هر دو وضعیت بینایی و حس عمقی، ارزیابی می‌شود (۱۵).

پرسش‌نامه فارسی شده DHI جهت ارزیابی ناتوانی‌های بیمار به پروتکل آزمون اضافه شد. DHI یک پرسش‌نامه ۲۵ سؤالی معتبر است که توسط بیمار تکمیل شد. این پرسش‌نامه به منظور ارزیابی عوامل فیزیکی همراه با سرگیجه (Dizziness)، بی‌ثباتی و نیز پیامدهای عملکردی و عاطفی حاصل از اختلال سیستم دهلیزی طراحی شده است و همچون SOT از اعتبار بالایی (۰/۷۵ <) برخوردار است (۱۳). هر چه امتیاز DHI بالاتر باشد، میزان معلولیت نیز بیشتر است. مجموع امتیاز بین صفر (حداقل معلولیت) و ۱۰۰ (حداکثر معلولیت) متغیر است و معلولیت بالینی بر اساس شدت در ۳ دسته ملایم (۳۰-۰)، متوسط (۶۰-۳۱) و شدید (۱۰۰-۶۱) قرار می‌گیرد. آزمون‌های پس از درمان، در اولین روز پس از اتمام دوره درمانی توسط EVSS (در ششمین روز پس از شروع مطالعه) انجام گرفتند.

دستگاه تعادلی مورد استفاده Brainport ساخت شرکت Wicab آمریکا و شامل دو جزء بود:

۱. دستگاه داخل دهانی (Intra oral device یا IOD)

۲. کنترلگر

IOD (شکل ۱) از یک آرایش الکتریکی- لامسه‌ای و نوار رابط و یک شتاب‌سنج میکروالکتریکی- مکانیکی (Microelectromechanical systems یا MEMS) تشکیل شده است.

شکل ۱. دستگاه IOD

تحریکات الکتریکی-لامسه‌ای، از طریق آرایش الکترودی (Electrode array) به قسمت پشتی زبان منتقل می‌شود. نوار رابط، آرایش الکتریکی-لامسه‌ای و شتاب‌سنج را به کنترلگر وصل می‌کند. شتاب‌سنج MEMS که موقعیت سر را در هر دو مسیر قدامی-خلفی و داخلی-خارجی شناسایی می‌کند، در سطح فوقانی آرایش الکترودی (به دور از زبان) قرار می‌گیرد (۱۸-۱۶). در داخل کنترلگر یک محاسبه‌گر، مدارهای تحریک، مدارهای ایمنی، کنترل‌هایی برای بیمار و یک باتری قرار گرفته است. کنترلگر، سیگنال‌های حاصل از

www.mui.ac.ir

خم شدن (شتاب گرفتن) سر را که از شتاب‌سنج واقع در IOD آمده‌اند، به یک الگوی الکترودی پویای حاصل از تحریک الکترولامسه‌ای واقع در آرایش الکترودی تبدیل می‌کند. موج الکتریکی-لامسه‌ای در هر الکترود توسط کنترلگر، کنترل می‌شود.

افراد با استفاده از دستگاه تعادلی و داده‌های حاصل از جابجایی زاویه‌ای قدامی-خلفی و داخلی-خارجی به دست آمده توسط سطح قدامی-فوقانی زبان، توانستند موقعیت و حرکت تحریک هدف کوچک واقع بر روی زبان خود را درک کنند. آن‌ها پس از تفسیر این اطلاعات، وضعیت خود را اصلاح نمودند و محرک هدف را در مرکز زبان خود قرار دادند (۲۱-۱۹).

در این مطالعه، آزمون EVSS طی ۱۰ جلسه ۲۰ دقیقه‌ای (۲ جلسه در روز) انجام شد. طراحی این آزمون بدین صورت بود که از بیمار خواسته شد که به آهستگی موقعیت سر خود را تنظیم کند؛ به طوری که الگوی تحریک در مرکز زبان حفظ شود و نوسانات بدن بیمار کاهش یابد. وضعیت‌های مورد استفاده در آزمون عبارت از: ایستادن بر روی صندلی، ایستادن و راه رفتن بر روی زمین، ایستادن بر روی اسفنج ویسکوالاستیک با چگالی بالا (با ضخامت حدود ۴ سانتی‌متر)، ایستادن در وضعیت رومبرگ و ایستادن و راه رفتن بر روی سطوح ناهموار جهت حذف دخالت سیستم حس عمقی بودند.

با افزایش زمان بسته نگه داشتن چشمان جهت حذف دخالت سیستم حس بینایی و با آزاد بودن دست‌ها در هر آزمون، به بیمار آموزش داده شد که بیشتر بر سیگنال زبانی الکتریکی-لامسه‌ای تکیه کند. بدین طریق، بیماران به سرعت موقعیت و حرکت یک تحریک کوچک بر روی زبان را درک کردند و این اطلاعات را برای تنظیم و اصلاح وضعیت خود تفسیر کردند، تا محرک هدف در مرکز قرار بگیرد. میزان اختلاف بین آزمون‌های قبل و بعد از درمان، توسط آزمون Paired-t بررسی شد. سطح معنی‌داری در این مطالعه کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

محدوده سنی افراد مورد مطالعه ۳۸ تا ۷۴ ساله (به طور میانگین ۵۵/۸ ± ۲/۱ سال) بود. مشخصات افراد مورد مطالعه از نظر سن و جنس در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. مشخصات سن و جنس افراد مورد مطالعه

افراد مورد مطالعه	جنس	سن (سال)
۱	مرد	۴۶
۲	مرد	۳۸
۳	زن	۶۲
۴	زن	۶۴
۵	مرد	۶۱
۶	زن	۷۴
۷	مرد	۳۸
۸	زن	۵۵
۹	مرد	۵۶
۱۰	مرد	۶۴

اگر چه بیماران قبل از بازتوانی توسط EVSS با تمرین‌های معمول توان‌بخشی اندکی بهبود یافتند، اما همچنان احساس عدم تعادل و گیجی (Dizziness) داشتند و هنگام راه رفتن در تاریکی و به عبارتی حذف سیستم بینایی، دچار عدم تعادل می‌شدند. همچنین در آزمون ENG، پاسخ‌های کالریک در ۳ نفر از ۱۰ بیمار در هر دو گوش عملکرد ضعیفی نشان دادند و دیگر بیماران هیچ پاسخی نداشتند. امتیازات SOT و DHI هم ضعیف بود (جدول ۲).

همان طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، هر ۱۰ بیمار پس از ۵ روز درمان توسط EVSS، امتیازات بهتری در SOT به دست آوردند. در ۷ نفر از این۱۰ بیمار نیز دفعات افتادن در مرحله پنجم SOT کاهش یافت ($P < ۰/۰۵$). همچنین در ارزیابی DHI، تمام بیماران پس از ۵ روز درمان، امتیازات بهتری کسب کردند ($P < ۰/۰۵$).

بیماران، پس از این دوره قادر بودند وضعیت عمودی خود را در موقعیت رومبرگ با چشمان بسته و روی سطح نرم حفظ کنند. حرکات یکنواخت‌تر و راه رفتن (Gait)، پایدارتر شد. در نتیجه، پس از این دوره درمانی ۵ روزه، از نظر آماری بهبود معنی‌داری در میانگین SOT و DHI دیده شد ($P < ۰/۰۵$).

www.mui.ac.ir

جدول ۲. امتیازات SOT و DHI افراد مورد مطالعه و مقایسه میانگین امتیازات قبل و بعد از درمان

افراد مورد مطالعه	DHI* بعد از درمان	DHI قبل از درمان	SOT** بعد از درمان	SOT قبل از درمان
۱	۲۶	۸۲	۷۸	۴۹
۲	۳۸	۸۶	۵۳	۲۹
۳	۳۴	۶۴	۵۸	۴۷
۴	۱۸	۷۶	۶۴	۳۶
۵	۲۰	۶۸	۶۰	۴۸
۶	۱۸	۷۰	۴۵	۴۲
۷	۱۶	۶۲	۵۱	۵۰
۸	۲۲	۷۲	۶۱	۴۳
۹	۲۰	۷۴	۶۲	۴۴
۱۰	۱۴	۹۲	۸۰	۲۶
میانگین (انحراف معیار)	۲۱/۷۵ (۱۰/۲۲)	۷۳/۷۵ (۱۲/۹۴)	۶۱/۱۳ (۱۲/۴۷)	۴۳/۶۳ (۶/۸)

*DHI: Dizziness handicap inventory **SOT: Sensory organization test

بحث

در این مطالعه از EVSS به عنوان یک دستگاه بازتوانی جدید استفاده شد. بیماران مبتلا به اختلال دو طرفه سیستم دهلیزی در مقایسه با جمعیت طبیعی، کیفیت زندگی پایین‌تری دارند (۲۲). این افراد، هنگام انجام فعالیت فیزیکی، کار یا فعالیت‌های روزمره، احساس محدودیت می‌کنند. به علاوه این بیماران به دلیل مشکلات عاطفی هم چون اضطراب و افسردگی، در فعالیت‌های اجتماعی با مشکل مواجه هستند. توان‌بخشی فیزیکی و مکانیسم‌های جبرانی می‌توانند به این بیماران کمک کنند تا دوباره برخی از توانایی‌های خود را جهت حفظ تعادل و کنترل وضعیت به دست آورند (۷). با این حال، درمان این بیماران (به خصوص اگر اختلال دو طرفه باشد) کار دشواری است و در برخی افراد امکان‌پذیر نمی‌باشد (۲۲).

این افراد، اختلالات فیزیکی قابل توجهی نشان می‌دهند، احساس معلولیت قابل توجهی می‌کنند و همچنان در معرض خطر افتادن هستند (۲۳). حتی یک موقعیت اندک دشوار، همچون حرکت سریع سر می‌تواند منجر به سرگیجه یا عدم تعادل در این افراد شود و موجب گردد که این بیماران از حرکت کردن یا حتی از تنها زندگی کردن اجتناب کنند.

در این مطالعه، پس از درمان توسط EVSS، راه رفتن در تمامی بیماران بهبود یافت و حرکات یکنواخت‌تر شد. همچنین در نحوه راه رفتن این بیماران پیشرفت‌هایی هم چون ایجاد گام‌هایی با طول مناسب‌تر و یکسان‌تر دیده شد. وضعیت تعادلی این بیماران پس از درمان EVSS بهبود یافت. پیشرفت‌هایی که در این مطالعه، پس از درمان EVSS مشاهده شد تأیید کننده کارایی EVSS و جایگزینی حسی در طی ۵ روز درمان دو جلسه‌ای بود. مطالعات جایگزینی حسی، به صورت مدل‌هایی از پلاستیسیته مغزی شروع شد که قابلیت سازگاری سیستم عصبی مرکزی و توانایی آن در تغییر سازماندهی ساختاری و عملکرد خود را نشان می‌داد (۲۶-۲۴، ۱۹، ۹، ۸).

نتیجه‌گیری

اگر چه مکانیسم دقیق درمان EVSS شناخته نشده است، اما با توجه به این که اثرات بازتوانی با استفاده از این روش درمانی با تعداد جلسات کم دیده شد، می‌توان در آینده‌ای نزدیک با اعمال تغییراتی در جلسات درمانی و نیز با انجام مطالعات بیشتر، از این سیستم بهره برد.

بر اساس نتایج به دست آمده در این مطالعه، ممکن است با افزایش تعداد جلسات درمانی بتوانیم علایم بالینی پاتولوژی‌های دهلیزی را برای مدت طولانی مهار کنیم، که

www.mui.ac.ir

این امر مستلزم مطالعات بالینی بیشتری است. همچنین با پیشرفت تکنولوژی زیست- پزشکی، علم کامپیوتر و سایر موارد این امکان وجود دارد که شکل کوچک‌تر، ارزان‌تر و راحت‌تری از این دستگاه طراحی گردد (۲۷). این نتایج مقدماتی، می‌تواند نشان‌دهنده کارایی EVSS در بهبود علایم بیمار باشد و بیانگر پدیده جانشینی حسی است. در نتیجه ممکن است با استفاده از این دستگاه بتوانیم بر علایم و پیامدهای بالینی اختلالات مربوط به سرگیجه فایق آییم و به عنوان یک راهکار مکمل در توان‌بخشی اختلالات تعادلی از آن استفاده کنیم. به عقیده ما این دستگاه درخور ارزیابی‌ها و مطالعات بالینی بیشتری می‌باشد.

References

1. Gillespie MB, Minor LB. Prognosis in bilateral vestibular hypofunction. Laryngoscope 1999; 109(1): 35-41.
2. Rinne T, Bronstein AM, Rudge P, Gresty MA, Luxon LM. Bilateral loss of vestibular function. Acta Otolaryngol Suppl 1995; 520 Pt 2: 247-50.
3. Telian SA, Shepard NT, Smith-Wheelock M, Hoberg M. Bilateral vestibular paresis: diagnosis and treatment. Otolaryngol Head Neck Surg 1991; 104(1): 67-71.
4. Uneri A, Polat S. Vestibular rehabilitation with electrotactile vestibular substitution: early effects. Eur Arch Otorhinolaryngol 2009; 266(8): 1199-203.
5. Missaoui B, Thoumie P. How far do patients with sensory ataxia benefit from so-called "proprioceptive rehabilitation"? Neurophysiol Clin 2009; 39(4-5): 229-33.
6. Vuillerme N, Pinsault N, Fleury A, Chenu O, Demongeot J, Payan Y, et al. Effectiveness of an electro-tactile vestibular substitution system in improving upright postural control in unilateral vestibular-defective patients. Gait Posture 2008; 28(4): 711-5.
7. Bach-y-Rita P, Danilov Y, Tyler M, Grimm RJ. Late human brain plasticity: vestibular substitution with a tongue BrainPort human-machine interface. Intellectica 2005; 1(40): 115-22.
8. Bittar RS, Barros CG. Vestibular rehabilitation with biofeedback in patients with central imbalance. Braz J Otorhinolaryngol 2011; 77(3): 356-61.
9. Kaczmarek KA. The tongue display unit (TDU) for electrotactile spatiotemporal pattern presentation. Scientia Iranica 2011; 18(6): 1476-785
10. Tamber AL, Wilhelmsen KT, Strand LI. Measurement properties of the Dizziness Handicap Inventory by cross-sectional and longitudinal designs. Health Qual Life Outcomes 2009; 7: 101.
11. Tyler M, Danilov Y, Bach YR. Closing an open-loop control system: vestibular substitution through the tongue. J Integr Neurosci 2003; 2(2): 159-64.
12. Vereeck L, Truijen S, Wuyts FL, Van de Heyning PH. The dizziness handicap inventory and its relationship with functional balance performance. Otol Neurotol 2007; 28(1): 87-93.
13. Danilov YP, Tyler ME, Skinner KL, Rita P. Efficacy of electrotactile vestibular substitution in patients with bilateral vestibular and central balance loss. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2006; Suppl: 6605-9.
14. 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): 402-7.
15. Jacobson GP, Newman CW. The development of the Dizziness Handicap Inventory. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1990; 116(4): 424-7.
16. Danilov YP, Tyler ME, Skinner KL, Hogle RA, Rita P. Efficacy of electrotactile vestibular substitution in patients with peripheral and central vestibular loss. J Vestib Res 2007; 17(2-3): 119-30.
17. Sampaio E, Maris S, Rita P. Brain plasticity: 'visual' acuity of blind persons via the tongue. Brain Res 2001; 908(2): 204-7.
18. Goebel JA, Sinks BC, Parker BE, Jr., Richardson NT, Olowin AB, Cholewiak RW. Effectiveness of head-mounted vibrotactile stimulation in subjects with bilateral vestibular loss: a phase 1 clinical trial. Otol Neurotol 2009; 30(2): 210-6.
19. Barros CG, Bittar RS, Danilov Y. Effects of electrotactile vestibular substitution on rehabilitation of patients with bilateral vestibular loss. Neurosci Lett 2010; 476(3): 123-6.
20. Vuillerme N, Chenu O, Demongeot J, Payan Y. Controlling posture using a plantar pressure-based, tongue-placed tactile biofeedback system. Exp Brain Res 2007; 179(3): 409-14.

www.mui.ac.ir

21. Dozza M, Wall C, III, Peterka RJ, Chiari L, Horak FB. Effects of practicing tandem gait with and without vibrotactile biofeedback in subjects with unilateral vestibular loss. J Vestib Res 2007; 17(4): 195-204.
22. Brown KE, Whitney SL, Wrisley DM, Furman JM. Physical therapy outcomes for persons with bilateral vestibular loss. Laryngoscope 2001; 111(10): 1812-7.
23. Uneri A, Polat S. Vertigo, dizziness and imbalance in the elderly. J Laryngol Otol 2008; 122(5): 466-9.
24. Corless N, Bardsley B. What is the most effective rehabilitation approach for patients with bilateral vestibular hypofunction? Audiological Medicine 2011; 9(2): 52-8.
25. Vuillerme N, Cuisinier R. Sensory supplementation through tongue electrotactile stimulation to preserve head stabilization in space in the absence of vision. Invest Ophthalmol Vis Sci 2009; 50(1): 476-81.
26. Wall JT, Xu J, Wang X. Human brain plasticity: an emerging view of the multiple substrates and mechanisms that cause cortical changes and related sensory dysfunctions after injuries of sensory inputs from the body. Brain Res Brain Res Rev 2002; 39(2-3): 181-215.
27. Basta D, Rossi-Izquierdo M, Soto-Varela A, Greters ME, Bittar RS, Steinhagen-Thiessen E, et al. Efficacy of a vibrotactile neurofeedback training in stance and gait conditions for the treatment of balance deficits: a double-blind, placebo-controlled multicenter study. Otol Neurotol 2011; 32(9): 1492-9.

www.mui.ac.ir

EVSS- electrotactile vestibular substitution system as a new vestibular rehabilitation approach- A pilot study

Aliakbar Nasr-Esfahani[1], *Parisa Rasulifard*[1], *Elham Rajabpour*[1], *Mohammadhussein Nilforoush*[*], *Mahsa Sepehrnejad*[2]

Received date: 21/12/2011
Accept date: 16/09/2012

Abstract

Introduction: Using conventional methods of vestibular rehabilitation such as adaptation and habituation exercises is a management strategy for patients with bilateral vestibular loss due to aminoglycoside ototoxicity so far. Previous studies shown EVSS- electrotactile vestibular substitution system- might have an important role in the rehabilitation process for these patients. This study investigated the effect of this therapeutic modality as a pilot study.

Materials and Methods: In this study, 10 cases (6 males, 4 females) with bilateral vestibular loss were rehabilitated by EVSS. This approach was conducted in 10 sessions, 20 minutes per session(two sessions per day). Sensory organization test (SOT) and Dizziness handicap Inventory (DHI) were performed before and after treatment (at the first day of post-treatment period). Difference between the groups before and after treatment was analyzed by t-test using SPSS software (ver. 16).

Results: After 10 treatment sessions, all subjects had significant difference in score of SOT and DHI ($P < 0.05$). Less falling (5^{th} stage of SOT) was seen after treatment sessions ($P < 0.05$). Subjects could maintain their straight posture in Romberg position, with closed eyes and on a soft surface ($P < 0.05$) and their movements were also more uniform and their gait was more stable ($P < 0.05$).

Conclusion: The results show recuperation of subjects following EVSS that indicate probable sensory systems substitution in order to manage vestibular disorders.

Keywords: vestibular rehabilitation, electrotactile vestibular substitution system (EVSS), Balance disorders
Type of article: Original article

* Lecture, Academic Member, Department of Audiology, Musculoskeletal Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran Email: mhnilforoush@rehab.mui.ac.ir
1- MSc, Department of Audiology, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2- MSc of Audiology, Isfahan Cochlear Implant Center, School of Rehabilitation, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran