(مقالهٔ پژوهشی)

طراحی و ساخت دستگاه تعادل‌سنج Instrumented Wobble Board و بررسی تکرارپذیری پارامترهای خروجی آن

پیام احمدی[1]، حسین نگهبان سیوکی[2]، رضا صالحی[2]، محمد مهرآور[3*]

۱-دانشجوی کارشناسی‌ارشد فیزیوتراپی.
۲- استادیار گروه فیزیوتراپی.
۳- کارشناس‌ارشد مکانیک.

۱و۲ و۳- گروه فیزیوتراپی، مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی_اسکلتی دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.

* نویسندهٔ مسؤول:
محمد مهرآور؛ مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی_اسکلتی دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.
تلفن: ۰۰۹۸۹۱۲۵۱۱۰۶۸۳
Email: mohammad.mehravar@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: کنترل تعادل جزء مهم ارزیابی و درمان توانبخشی می‌باشد. هدف اولیه و اصلی مطالعه، ساخت دستگاه Instrumented Wobble Board (IWB) به‌عنوان یک وسیلهٔ ارزان‌قیمت برای ارزیابی کنترل تعادل دینامیک می‌باشد. هدف ثانویهٔ این مطالعه، بررسی تکرارپذیری پارامترهای خروجی آن می‌باشد.

روش بررسی: دستگاه IWB شامل یک صفحهٔ تعادل می‌باشد که روی قابی مجهز به ۸ میکروسویچ در ۸ جهت حرکتی قرار گرفته است. مدار خروجی متصل به میکروسویچ‌ها توسط یک کارت DAQ خوانده می‌شود. پارامترهای خروجی دستگاه شامل: فرکانس برخورد، زمان بازگشت در هر جهت، میانگین زمان بازگشت طی برخوردها، تعداد دفعات از دست دادن تعادل و زمان بازگشت به حالت تعادل می‌باشد. برای ارزیابی تکرارپذیری، ده فرد سالم در دو جلسه آزمون جداگانه به فاصلهٔ ۴۸ ساعت شرکت کردند. در این مطالعه از آزمون‌های مجزای پاسچرال (ایستادن روی پای غالب با زانوی صاف و خم) و همراه با تکلیف شناختی استفاده گردید. از $ICC_{2,3}$ برای گزارش تکرارپذیری استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج ICC پارامتر فرکانس برخورد خوب تا عالی و پارامتر زمان بازگشت به حالت تعادل متوسط تا خوب بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تکرارپذیری خوب و همخوانی نتایج تکرارپذیری IWB با دستگاه‌های گران‌قیمتی مانند Biodex Balance System، می‌توان گفت دستگاه IWB یک وسیلهٔ ارزان‌قیمت با دقت اندازه‌گیری مناسب برای ارزیابی کنترل تعادل دینامیک در محیط‌های تحقیقاتی و همچنین جهت استفاده در کلینیک‌های فیزیوتراپی می‌باشد.

کلید واژگان: طراحی و ساخت، کنترل پاسچرال، تکرارپذیری، تعادل‌سنج.

دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۳/۳۰ **دریافت مقاله‌ی اصلاح‌شده: ۱۳۹۲/۸/۲۱** **اعلام قبولی: ۱۳۹۲/۹/۲۳**

مقدمه

کنترل تعادل، توانایی فرد برای حفظ مرکز ثقل در قاعدهٔ اتکاء تعریف می‌شود و وابسته به حس بینایی، وستیبولار و حس عمقی می‌باشد (۱). کنترل تعادل، پایه و اساس تمام مهارت‌های حرکتی است(۳،۲). اختلال کنترل تعادل در بسیاری از بیماریهای عضلانی اسکلتی مثل پیچ-خوردگی‌های مچ پا (۴)، کمر درد(۵) و پارگی لیگامان متقاطع قدامی(۶) گزارش شده است. ارزیابی کنترل تعادل و حس عمقی، جزئی مهم در ارزیابی ضایعات مفصل، تصمیم‌گیری جهت درمان، ارزیابی بهبودی پس از جراحی بازسازی لیگامان متقاطع قدامی و توانبخشی می-باشد (۷). کنترل تعادل به دو صورت استاتیک و دینامیک ارزیابی می‌شود. ارزیابی کنترل تعادل دینامیک دارای خصوصیات مشابه کنترل تعادل در فعالیتهای روزانه می-باشد. در مواردی مثل بیماران پس از جراحی بازسازی لیگامان متقاطع قدامی که ارزیابی کنترل تعادل استاتیک نمی‌تواند اختلال کنترل تعادل را نشان دهد، ارزیابی کنترل تعادل دینامیک این اختلال را نشان می‌دهد (۸). دستگاه‌هایی مثل Biodex Balance System (BBS) با ثبت جابه‌جایی صفحهٔ تعادل و دستگاه پوسچرگرافی با ثبت مقدار جابه‌جایی مرکز ثقل فرد، کنترل تعادل دینامیک را ارزیابی می‌کنند (۹، ۱۰). نتایج مطالعات مختلفی که از این دستگاه‌ها جهت ارزیابی کنترل تعادل استفاده کرده‌اند، نشان‌دهندهٔ توانایی آنها برای تعیین تفاوت کنترل تعادل بین گروه بیماران و افراد سالم می‌باشد (۱۰–۱۳). اما این دستگاه‌ها گران‌قیمت (قیمت BBS حدود هفتاد میلیون تومان) می‌باشند و استفاده از این دستگاه‌ها نیاز به تخصص لازم دارد، بنابراین استفاده از آنها محدود به بخشهای آزمایشگاهی و کلینیکهای محدودی است (۱۴).

صفحهٔ تعادل (Wobble Board) ابزاری برای بازآموزی تعادل است و در مطالعات مختلفی برای بازآموزی تعادل، حس عمقی و جلوگیری از آسیب مجدد استفاده شده است (۱۵–۱۸). دستگاه Instrumented Wobble Board (IWB) شامل یک صفحهٔ تعادل می‌باشد و با ثبت تعداد برخوردهای صفحهٔ تعادل در هشت جهت حرکتی و زمان بازگشت به حالت تعادل، کنترل تعادل را ارزیابی می‌کند. بنابراین هدف اولیه و اصلی این تحقیق، ساخت دستگاه IWB به‌عنوان یک وسیلهٔ نسبتاً ارزان (قیمت حدود یک میلیون تومان) هم برای بازآموزی کنترل تعادل و هم ارزیابی کنترل تعادل دینامیک می‌باشد. استفاده از IWB برای درمانگر آسان است، بنابراین علاوه بر بخش‌های آزمایشگاهی در کلینیک نیز می‌توان از آن استفاده کرد. دستگاه IWB با ارزیابی کمی کنترل تعادل می‌تواند سیر پیشرفت کنترل تعادل را ارزیابی نماید.

ارزیابی کنترل تعادل مشابه تمام ارزیابی‌های دیگر تحت تأثیر خطای اندازه‌گیری است(۱۹). تکرارپذیری، خطای اندازه‌گیری را مشخص می‌کند، به طوری که هر چقدر خطای اندازه‌گیری در آزمون‌های متوالی کمتر باشد، تکرارپذیری بهتر می‌باشد(۱۹). نگرانی اصلی محقق در مورد استفاده از یک ابزار، تأثیر خطای اندازه‌گیری پارامترهای خروجی آن بر روی نتایج ارزیابی و تشخیص تفاوت بین گروه‌هاست (۱۹). از طرف دیگر تکرارپذیری یک ابزار، پیش‌نیاز اعتبارسنجی آن می‌باشد (۳). بنابراین هدف ثانویهٔ این مطالعه ارزیابی تکرارپذیری پارامترهای خروجی دستگاه IWB می‌باشد.

پارادایم تکلیف دوگانه از لحاظ عملکردی مشابه فعالیتهای روزانه و ورزشی است. ارزیابی کنترل تعادل در حالت پاسچرال مجزا از لحاظ عملکردی دارای محدودیت می‌باشد، چون در اکثر فعالیتهای روزانه، همزمان با حفظ تعادل، حداقل یک فعالیت دیگر نیز صورت می‌گیرد (۲۰). امروزه روش تکلیف دوگانه (انجام همزمان تکلیف اولیه پاسچرال و تکلیف ثانویه شناختی) برای ارزیابی کنترل تعادل مورد توجه بیشتری می‌باشد (۹). بنابراین در این مطالعه علاوه بر بررسی تکرارپذیری پارامترها در حالت‌های پاسچرال مجزا، در حالت تکلیف دوگانه نیز مورد ارزیابی قرار می‌گیرد تا تکرارپذیری

پارامترهای خروجی دستگاه IWB با استفاده از روش رایج ارزیابی کنترل تعادل بررسی شود.

روش بررسی

دستگاه IWB

صفحهٔ تعادل IWB از یک دیسک چوبی مسطح به قطر ۵۰ سانتی‌متر و ضخامت یک سانتی‌متر تشکیل شده است. در مرکز این دیسک و زیر سطح آن یک مقطع کروی آلومینیومی با قطر ۱۹ سانتی‌متر و حداکثر ضخامت ۱/۵ سانتی‌متر، قرار دارد. مقطع کروی پایینی توسط Control Computerized Numerical (CNC) سه محوره ساخته شده است تا از انحنای یکسان در تمام جهات اطمینان حاصل شود. این صفحهٔ تعادل روی قابی مجهز به ۸ عدد میکروسوئیچ قرار گرفته است (شکل۱). کل سیستم در داخل یک قاب بیرونی قرار می‌گیرد تا به راحتی قابل حمل باشد (شکل۲). محل قرارگیری میکروسویچ‌ها در ۸ جهت اصلی حرکتی طوری طراحی شده است که اولاً برخوردها در زاویهٔ نوسان ۳/۵ درجه صفحهٔ بالایی اتفاق افتاده (۲۱) و ثانیاً در صورت رسیدن به این زاویه در هر جهتی حداقل یکی از میکروسوئیچ‌ها برخورد را ثبت کند. زاویهٔ برخورد قابل تنظیم است. میکروسوئیچ‌ها به یک مدار کوچک متصل هستند که خروجی آن برای هر سوئیچ وقتی برخوردی اتفاق نیفتاده صفر و در صورت برخورد (وصل شدن سوئیچ) ۲ ولت خواهد بود. خروجی مدار توسط یک کارت DAQ، (Advantech USB4711A) خوانده می‌شود. با توجه به قیمت نسبتاً بالای کارت‌های DAQ، جهت استفاده-های کلینیکی طراحی دیگری برای خواندن داده‌ها از طریق پورت سریال یا USB نیز صورت گرفته است.

نرم‌افزار اکتساب داده‌های سیستم در محیط LabView نوشته شده است. این نرم‌افزار قابلیت تعریف شرایط مختلف آزمون و تصادفی کردن انتخاب آزمون‌ها، تعیین زمان آزمون، ثبت مشخصات فرد آزمون شونده و توضیحات دیگر، تحلیل داده‌ها، استفاده از بازخورد برای چک کردن روند آزمون حین انجام آزمون-ها و تمرینات توانبخشی را دارد. و به‌علاوه خروجی داده‌ها را می‌توان به فرمت ASCII، Excel و Mat ذخیره کرد که توسط نرم‌افزار MATLAB قابل خواندن است. در این مطالعه از پارامترهایی استفاده شده است که تعداد خارج شدن فرد از حالت تعادل و زمان بازگشت فرد به حالت تعادل را تعیین کنند و نیازی به ثبت کل حرکت نباشد، زیرا برای ثبت کل حرکت نیاز به شتاب-سنج یا حسگرهای گران‌قیمت و تا حدودی کمیاب دارد. تعداد نواسانات در ۸ جهت حرکتی و زمان بازگشت هر برخورد پارامترهای اولیه‌ای هستند که سیستم ثبت می‌کند (شکل۳). زمان بازگشت در هر برخورد مدت زمانی است که میکروسوئیچ پس از هر برخورد همچنان وصل می-ماند. نرم‌افزار، توانایی محاسبه پارامترهایی مانند فرکانس برخورد و زمان بازگشت در هر جهت یا ترکیب چند جهت، میانگین زمان بازگشت طی برخوردها (متوسط زمان بازگشت هر برخورد)، تعداد دفعات از دست دادن تعادل و زمان بازگشت به حالت تعادل پایدار را دارد. زمان بازگشت به حالت تعادل مدت زمانی معین پس از یک برخورد می‌باشد که در جهات دیگر برخوردی رخ ندهد، برای مثال اگر بعد از برخورد از جلو، بلافاصله (در کمتر از یک آستانهٔ زمانی قابل تعیین در نرم‌افزار) فرد از پشت نیز برخورد داشته باشد و پس از آن به حالت تعادل برگردد، زمان بازگشت به تعادل از لحظهٔ شروع برخورد جلویی تا لحظه پایان برخورد پشتی خواهد بود. همچنین با توجه به وجود بازخورد، امکان تعریف آزمونها و تمرین‌های توانبخشی مشخص در نرم‌افزار سیستم وجود دارد (مانند دنبال کردن برخوردهایی که روی مانیتور، با توالی از پیش تعیین شده‌ای مشخص می‌گردد). نرم‌افزار سیستم به راحتی قابل حمل بوده و با توجه به اتصال USB به سادگی در مکان‌های مختلف، قابل استفاده می-باشد. از دیگر ویژگی‌های سیستم این است که زاویه‌ای که برخورد در آن اتفاق می‌افتد در دامنهٔ محدودی قابل تغییر می‌باشد. همچنین قطعهٔ کروی پایینی متصل به

مقطع دیسکی قابل تعویض است تا بتوان آزمون‌های تعادل دینامیک یک جهته را نیز انجام داد.

افراد شرکت‌کننده

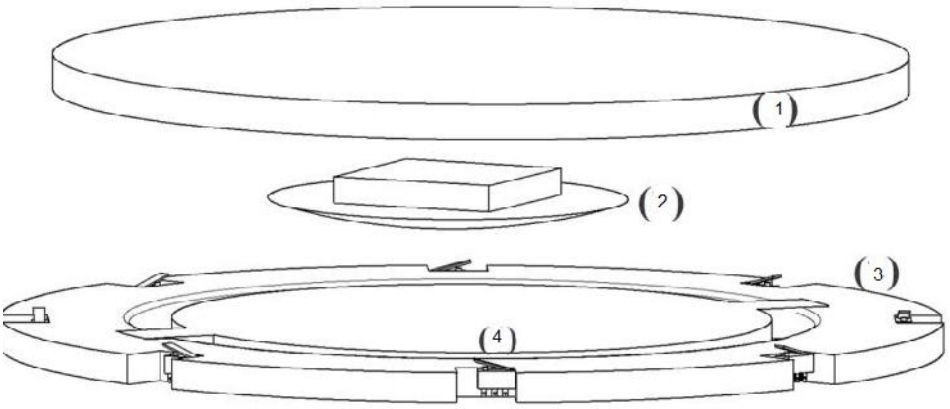
ارزیابی دقت اندازه‌گیری یک دستگاه برای اولین بار، مستلزم بررسی تکرارپذیری پارامترهای خروجی آن بر روی افراد سالم می‌باشد. بنابراین تعداد ده فرد سالم در دو نوبت جداگانه به فاصلهٔ ۴۸ ساعت در آزمون شرکت کردند که میانگین و انحراف معیار سن، قد و وزن آنها به ترتیب ۴/۰۶±۲۴/۶۰ سال، ۸/۶۳±۱۷۶/۴۴ سانتی‌متر و ۸/۱۲±۷۷/۳۰ کیلوگرم می‌باشد. افراد شرکت‌کننده در این تحقیق در جریان تمامی مراحل تحقیق قرار گرفتند و موافقت آنها جهت شرکت در تحقیق کسب شد.

در این مطالعه برای ارزیابی تکرارپذیری هم از آزمونهای مجزای تکلیف پاسچرال و هم از آزمونهای همزمان تکلیف پاسچرال و شناختی (تکلیف دوگانه) استفاده شد. تکلیف پاسچرال شامل حفظ تعادل در حالت ایستادن روی پای غالب با زانوی صاف و زانوی خم (تقریباً ۲۰ درجه) بود در حالی که زانو و هیپ سمت مقابل در حالت ۹۰ درجه خم بود و دستها در کنار بدن آویزان بود. در این وضعیت، از افراد درخواست می‌شد که تعادل خود را حفظ کنند، به‌طوری‌که از برخورد صفحهٔ تعادل با حسگرها جلوگیری شود. پارامترهای فرکانس برخورد و زمان برگشت به حالت تعادل توسط دستگاه ثبت می‌شد. تکلیف شمارش معکوس رشتهٔ عددی در دو سطح دشوار (ماکزیمم حافظهٔ عددی فرد) و آسان (نصف ماکزیمم حافظهٔ عددی فرد) به‌عنوان تکلیف شناختی استفاده شد(۲۲). ماکزیمم حافظهٔ عددی افراد هم با استفاده از جدول هوش Wechsler تعیین می‌شد (۲۳). در حالت بدون تکلیف شناختی، از افراد درخواست می‌شد که به مدت ۳۰ ثانیه با پای برهنه بر روی IWB بایستند. برای تکلیف دوگانه، از افراد درخواست می‌شد به رشتهٔ اعداد تصادفی که دوبار قبل از جمع‌آوری اطلاعات تکرار می‌شد به دقت گوش دهند. در طول ۳۰ ثانیه جمع‌آوری اطلاعات، از افراد درخواست می‌شد، در حالی که تعادل خود را حفظ می‌کنند، این رشته اعداد را به‌صورت ذهنی در الگوی معکوس و به صورت صحیح در ذهن خود بسپارند. بلافاصله پس از جمع‌آوری اطلاعات، افراد شمارش معکوس اعداد را بازگو می‌کردند و سه نوع از خطاهای رایج تکلیف شناختی شامل اعداد اشتباه یا اضافی، خطا در ترتیب و حذف اعداد ثبت می‌شد (۲۲).

در مجموع هر فرد با ۲ حالت آزمون پاسچرال روبه‌رو می‌شد: ۱) ایستادن روی پای غالب با زانوی صاف ۲) ایستادن روی پای غالب با زانوی خم. این ۲ حالت آزمون پاسچرال به صورت مجزا و همراه با تکلیف شناختی آسان و دشوار بررسی شد، به طوری که هر آزمون‌شونده در معرض ۶ آزمون تعادلی مجزا و همراه با تکلیف شناختی قرار می‌گرفت. برای به حداقل رساندن اثرات یادگیری و خستگی، از تصادفی بودن ترتیب آزمون‌ها استفاده شد (۲۴). در هر وضعیت، سه‌بار آزمایش صورت گرفت و بین هر آزمایش یک دقیقه استراحت داده می‌شد. چون مطالعه بر روی افراد سالم صورت گرفت و تفاوتی از نظر سلامتی دو اندام وجود نداشت، آزمونها فقط بر روی اندام غالب انجام شد.

تجزیه وتحلیل داده‌ها

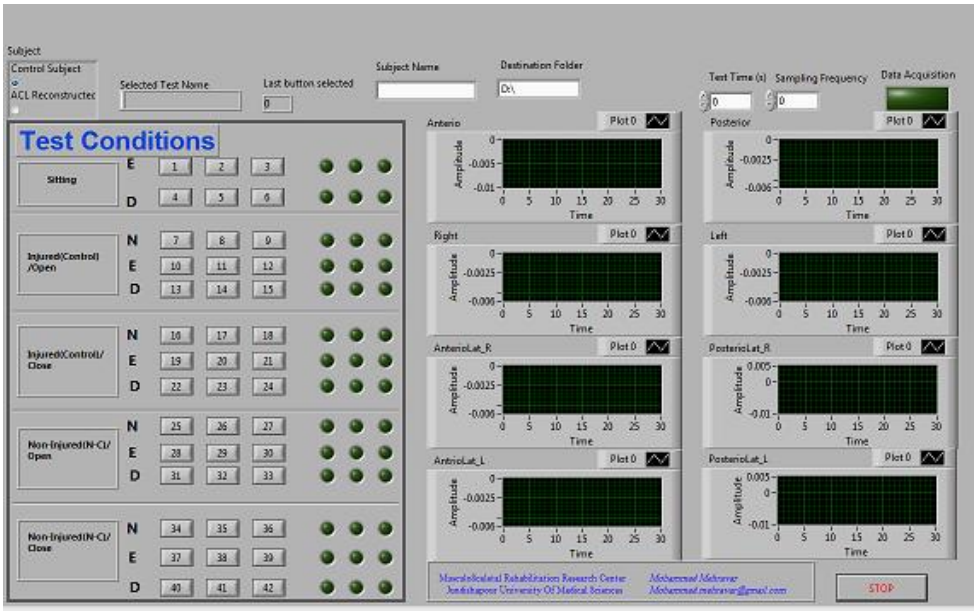
میانگین سه تکرار فرکانس برخورد و زمان بازگشت به حالت تعادل هر وضعیت تعادلی برای تعیین تکرارپذیری استفاده شد. Interaclass Corelation Coefficient (ICC) رایج‌ترین شاخص برای گزارش تکرارپذیری نسبی می‌باشد(۲۰). در این مطالعه از $ICC_{2,3}$ برای گزارش تکرارپذیری نسبی استفاده شد. برای تفسیر تکرارپذیری، از دامنهٔ ضرایب تکرارپذیری استفاده شده توسط گروه Munro، استفاده شد، طوری که اعداد ICC بین ۰/۲۶ تا ۰/۴۹ به عنوان همبستگی کم، ۰/۵۰ تا ۰/۶۹ به عنوان همبستگی متوسط ۰/۷۰ تا ۰/۸۹ به عنوان همبستگی خوب و ۰/۹۰ تا ۱/۰۰ به عنوان همبستگی عالی در نظر گرفته می‌شود (۲۵).



(۱) دیسک چوبی (۲) صفحه کروی (۳) قاب مجهز به میکروسوئیچ (۴) میکروسوئیچ

شکل ۱: نمای شماتیک دستگاه

شکل۲: تصویر کلی دستگاه IWB



شکل۳: تصویر کلی از ویژگی‌های نرم‌افزار

جدول ۱: ضریب همبستگی (حدود اطمینان ۰/۹۵) پارامترهای فرکانس برخورد و زمان بازگشت به حالت تعادل

تکلیف پاسچرال	تکلیف شناختی	فرکانس برخورد ICC	زمان بازگشت به حالت تعادل ICC
ایستادن روی یک پا با زانوی صاف	بدون تکلیف شناختی	*۰/۸۸(۰/۳۷ – ۰/۹۷)	*۰/۸۵(۰/۳۸ – ۰/۹۴)
	تکلیف شناختی ساده	*۰/۹۵(۰/۷۵ – ۰/۹۹)	۰/۶۸(–۰/۲۱ – ۰/۹۲)
	تکلیف شناختی دشوار	*۰/۸۰(۰/۱۵ – ۰/۹۵)	*۰/۷۲(–۰/۱۷ – ۰/۹۳)
ایستادن روی یک پا با زانوی خم	بدون تکلیف شناختی	*۰/۷۴ (–۰/۱۱ – ۰/۹۳)	*۰/۸۴(۰/۳۶ – ۰/۹۶)
	تکلیف شناختی ساده	*۰/۷۹ (۰/۲۳ – ۰/۹۴)	*۰/۷۰(–۰/۰۲ – ۰/۹۲)
	تکلیف شناختی دشوار	*۰/۷۸ (۰/۰۷ – ۰/۹۴)	۰/۵۵ (–۱/۰۲ – ۰/۸۹)

*در این موارد P<۰/۰۵ و تکرار پذیری معنادار می‌باشد.

یافته‌ها

نتایج مربوط به آزمون تکرارپذیری پارامترهای خروجی فرکانس برخورد و زمان برگشت به حالت تعادل در جدول ۱ آمده است. به طور کلی نتایج تکرارپذیری فرکانس برخورد در حالت ایستادن روی یک پا با زانوی صاف و زانوی خم به‌ترتیب ICC=۰/۸۰–۰/۹۵ و ICC=۰/۷۴–۰/۷۹ بود و نتایج تکرارپذیری زمان بازگشت به حالت تعادل در حالت ایستادن روی یک پا با زانوی صاف و زانوی خم به‌ترتیب ICC=۰/۶۸–۰/۸۵ و ICC=۰/۵۵–۰/۸۴ بود. چون هدف ما ارزیابی خطای اندازه‌گیری دستگاه IWB بود، بنابراین نتایج مربوط به تکرارپذیری خطای تکلیف شناختی گزارش نشده است.

بحث

دستگاه IWB از نظر پارامترهای اندازه‌گیری دستگاهی جدید است که اولین‌بار در ایران جهت ارزیابی کنترل تعادل دینامیک طراحی و ساخته شده است. اما از نظر سخت‌افزاری مشابه خارجی آن وجود داشته است. طرح ساخته شدهٔ قبلی در University College London Hospitals (۱۹) فقط توانایی اندازه‌گیری فرکانس برخورد را دارد که این پارامتر به تنهایی نمی‌تواند شاخص مناسبی برای ارزیابی کنترل تعادل باشد. چون اگر یک فرد در تمام زمان آزمون فقط یک برخورد داشته باشد، ولی به حالت تعادل بر نگردد، فرکانس برخورد آن کمتر از فردی است که چند برخورد داشته و در زمان کوتاهی به حالت تعادل برگشته است. بنابراین باید حداقل دو پارامتر فرکانس برخورد و زمان بازگشت به حالت تعادل با هم بررسی شود. دستگاه IWB توانایی ثبت پارامترهای فرکانس برخورد و زمان بازگشت به حالت تعادل را دارد. مزیت دیگر دستگاه IWB نسبت به طرح مشابه خارجی، توانایی اندازه‌گیری فرکانس برخورد و زمان بازگشت به حالت تعادل در هر جهت به صورت مجزا می‌باشد. بنابراین دستگاه IWB این امکان را برای محقق فراهم می‌سازد که ارزیابی کنترل تعادل را در جهات خاصی (مثلاً در جهت داخلی_خارجی برای بیماران با پیچ خوردگی مچ پا) انجام دهد.

تاکنون هیچ مطالعه‌ای به بررسی تکرارپذیری و خطای اندازه‌گیری پارامترهای استخراج شده از این دستگاه نپرداخته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تکرارپذیری مربوط به فرکانس برخورد در تمام وضعیتهای آزمون، خوب تا عالی(ICC=۰/۷۴–۰/۹۵) می‌باشد. نتایج تکرارپذیری مربوط به زمان بازگشت به حالت تعادل در تمام وضعیتهای آزمون، متوسط تا خوب (ICC=۰/۵۵–۰/۸۵) می‌باشد. در مجموع نتایج تکرارپذیری هر دو پارامتر خوب است ولی در اکثر موارد تکرارپذیری فرکانس برخورد بالاتر از زمان بازگشت به

حالت تعادل می‌باشد و این نشان‌دهندهٔ توانایی بیشتر پارامتر فرکانس برخورد برای تمایز تفاوت عملکرد تعادلی بین گروه‌های مختلف می‌باشد.

نتایج به‌دست آمده از این مطالعه را می‌توان همخوان با نتایج تکرارپذیری مطالعهٔ محمدی راد و همکارانش (۹) دانست، در مطالعهٔ آنها تکرارپذیری پارامترهای خروجی BBS، از روش تکلیف دوگانه برای مقایسه دو گروه افراد سالم و بیماران پس از جراحی بازسازی لیگامان متقاطع قدامی استفاده کردند. نتایج این مطالعه در گروه سالم نشان داد که تکرارپذیری (ICC) شاخص ثبات کلی، شاخص ثبات قدامی_خلفی و شاخص ثبات داخلی_خارجی به ترتیب در دامنهٔ: ۰/۶۴ تا ۰/۸۷، ۰/۴۶ تا ۰/۸۹ و ۰/۷۵ تا ۰/۹۲ بود(۹). بنابراین نتایج تکرارپذیری زمان بازگشت به حالت تعادل را می‌توان همخوان با نتایج تکرارپذیری شاخص ثبات قدامی_خلفی دانست و نتایج تکرارپذیری فرکانس برخورد را می‌توان همخوان با نتایج تکرارپذیری شاخص ثبات کلی و شاخص ثبات داخلی_خارجی درنظر گرفت. به‌علاوه نتایج تکرارپذیری فرکانس برخورد در این مطالعه با مطالعهٔ تکرارپذیری پارامترهای خروجی BBS توسط کاچوپ (Cachupe) و همکارانش (۷) همخوانی دارد.

کاچوپ و همکارانش نتایج تکرارپذیری پارامترهای خروجی دستگاه BBS را خوب تا عالی گزارش دادند.

تعداد نمونهٔ کم از محدودیت‌های این مطالعه می‌باشد. همچنین با توجه به این که مطالعه بر روی افراد سالم و جوان انجام شد، نمی‌توان نتایج آن را به گروه‌های سالمند و بیماران مبتلا به مشکلات تعادلی تعمیم داد.

محققان این مطالعه پیشنهاد می‌کنند که در مطالعات بعدی، تکرارپذیری بر روی گروه بیماران مختلف مثل بیماران با آسیب لیگامان متقاطع قدامی و پیچ خوردگی مچ پا انجام شود. همچنین در مطالعات بعدی اعتبارسنجی دستگاه برای بررسی میزان توانایی و حساسیت دستگاه در ارزیابی تفاوت بین گروه بیماران و افراد سالم پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به همخوانی نتایج تکرارپذیری دستگاه نسبتاً ارزان قیمت IWB با وسایل گران قیمت مثل BBS می‌توان نتیجه گرفت که دستگاه IWB ابزاری ارزان قیمت، قابل دسترس و با دقت اندازه‌گیری مناسب برای ارزیابی کنترل تعادل در محیط‌های تحقیقاتی و همچنین جهت استفاده در کلینیک‌های فیزیوتراپی می‌باشد که درمانگر می‌تواند به آسانی از آن استفاده کند.

منابع

1-Alonso AC, Greve JMD, Camanho GL. Evaluating the center of gravity of dislocations in soccer player with and without reconstruction of the anterior cruciate ligament using balance platform. Clinics 2009; 64(3):163-70.

2-Golriz S, Hebert JJ, Foreman KB, Walker BF. The reliability of portable clinical force plate for the assessment of static postural control: repeated measures reliability study. Chiropr Man Therap 2012;20(1):14.

3-Salavati M, Hadian MR, Mazaheri M, Negahban H, Ebrahimi I, Talebian S, et al. Test-retest reliability of center of pressure measure of postural stability during quiet standing in a group with musculoskeletal disorders consisting of low back pain, anterior cruciate ligament injury and functional ankle instability. Gait Posture 2009;29:460–4.

4-Mckeon PO, Hertel J. Systemic review of postural control and lateral ankle instability, part I: Can deficits be detected with instrumented testing? J Athl Train 2008;43(3):293-304.

5-Mazaheri M, Salavati M, Negahban H, Sanjari MA, Parnianpour M. Postural sway in low back pain: Effects of dual tasks. Gait Posture 2010; 31(1):116-21.

6-Herrington L, Hatcher J, Hatcher A, McNicholas M. A comparison of Star Excursion Balance Test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls. Knee 2009;16(2):149-52.

7-Cachupe WJC, Shifflett B, Kahanov L, Wughalter EH. Reliability of Biodex balance system measures. Meas Phys Edu Exerc Sci 2001;5(2):97-108.

8-Howells BE, Andern CL, Webster KE. Is postural control restored following anterior cruciate ligament reconstruction? Knee Surg Sport Tr A 2011;19(7):1168-77.
9-Mohammadirad SH, Salavati M, Ebrahimhi Takamjani I, Akhbari B, Sherafat SH, Mazaheri M, et al. Intra and intersession reliability of a postural control protocol in Athletes with and without anterior cruciate ligament reconstruction: A dual task paradigm. Int J Sport Phys Ther 2012;7(6):627-36.
10-Kang JH, Park RY, Lee SJ, Kim JY, Yoon SR, Jung KI. The effect of the forward head posture on postural balance in long time computer based worker. Ann Rehabil Med 2012;36(1):98-104.
11-Rahnama L, Salavati M, Akhbari B, Mazaheri M. Attentional demands and postural control in athletes with and without functional ankle instability. J Orthop Sport Phys Ther 2010;40(3):180-7.
12-Henriksson M, Ledin T, Good L. Postural control after anterior cruciate ligament reconstruction and functional rehabilitation. Am J Sports Med 2001;29(3):359-66.
13-Durmus B, Altay z, Ersoy Y, Baysal O, Dogan E. Postural stability in patient with ankylosing spondylitis. Disabil Rehabil 2010;32(14):1156-62.
14-Mancini M, Salarian A, Carlson-Kuhta P, Zampieri C, King L, Chiari L, et al. ISway: a sensitive, valid and reliable measure of postural control. J Neuroeng Rehabil 2012;9:59.
15-Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuk RJ, Rowe BH. Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. CMAJ 2005;172(6):749-54.
16-Akbari M, Jafari H, Moshashaee A, Forugh B. Do diabetic neuropathy patients benefit from balance training? J Rehabil Res Dev 2012;49(2):333-8.
17-Ogaya S, Ikezoe T, Soda N, Ichihashi N. Effects of balance training using wobble boards in the elderly. J Strength Cond Res 2011;25(9):2616-22.
18-Zemkova E, Hamar D. The effect of 6-week combined agility-balance training on neuromuscular performance in basketball players. J Sports Med Phys Fitness 2010;50(3):262-7.
19-Hadian MR, Negahban H, Talebian S, Salavati M, Jafari AH, Sanjari MA, et al. Reliability of center of pressure measures of postural stability in patients with unilateral anterior cruciate ligament injury. J Appl Sci 2008;8(17):3019-25.
20-Prado JM, Stoffregen TA, Duarte M. Postural sway during dual tasks in young and elderly adults. Gerontology 2007;53(5):274-81.
21-O'Connell M, George K, Stock D. Postural sway and balance testing: a comparison of normal and anterior cruciate ligament deficient knees. Gait Posture 1998;8(2):136-42.
22-Riley MA, Baker AA, Schmit JM. Inverse relation between postural variability and difficulty of a concurrent short-term memory task. Brain Res Bull 2003;62(3):191-5.
23-Lezak MD, Howieson DB, Loring DW, Hannay HJ, Fischer J. Neuropsychological assessment. Oxford: Oxford University Press; 2004.
24-Negahban H, Hadian MR, Salavati M, Mazaheri M, Talebian S, Jafari AH, et al. The effects of dual-tasking on postural control in people with unilateral anterior cruciate ligament injury. Gait Posture 2009;30(4):477-81.
25-Mathur S, Eng JJ, MacIntyre DL. Reliability of surface EMG during sustained contractions of the quadriceps. J Electromyogr Kinesiol 2005;15(1):102-10.

Designing and Manufacturing of Instrumented Wobble Board and Investigating the Reliability of its Extracted Parameters

Payam Ahmadi [1], Hossein Negahban Sivaki [2], Reza Salehi [2], Mohammad Mehravar [3*]

1-MA Student of Physiotherapy.
2-Assistant Professor of Physiotherapy.
3-MS in Mechanical Engineering.

1,2,3-Department of Physical Therapy, Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

**Corresponding author:*
Mohammad Mehravar;
Department of Physical Therapy, Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
Tel:+989125110683
Email: mohammad.mehravar@gmail.com

Abstract

Background and Objectives: Postural control is an important component of examination and treatment in the rehabilitation sciences. The primary and main purpose of this study was to manufacture of Instrumented Wobble Board (IWB) as an inexpensive means for evaluating dynamic balance control. The secondary purpose of the study was to estimate the reliability of its extracted parameters.

Subject and Methods: IWB includes a wobble board that placed on the frame with 8 microswitches in the 8 directions of movement. Output circuit connected to microswitches was read by DAQ card. Extracted parameters includes: contact frequency, recovery time in any direction, mean recovery time, number of contact, and total recovery time. In order to assess reliability, ten healthy subjects participated in two separated sessions with a time interval of 48 h between two sessions. Test conditions included single postural task (standing on the dominant leg with straight and bent knee) and dual cognitive task. $ICC_{2,3}$ was used to express reliability.

Results: Generally the results showed good to high level of reliability for contact frequency and moderate to good level of reliability for recovery time.

Conclusion: According to these results, in comparison with the expensive device of Biodex Balance System, IWB is an inexpensive device with reasonable measurement accuracy for evaluating dynamic balance control in the research setting as well as physiotherapy clinics.

Keywords: Postural control, Balance, Reliability, IWB.

►*Please cite this paper as:*
Ahmadi P, Negahban Sivaki H, Salehi R, Mehravar M. Designing and Manufacturing of Instrumented Wobble Board and Investigating the Reliability of its Extracted Parameters. Jundishapur Sci Med J 2014;13(2):159-167

Received: June 20, 2013 **Revised: Nov 12, 2013** **Accepted: Dec 14, 2013**