A Comparative Study of the Effect of Visual Input and Standing Position on Postural Control in People with and without Patellofemoral Pain Syndrome

Nazary-Moghadam S[1], Talebian S[2], Zeynalzadeh Ghoochani B[3], Zeinalzadeh A[1]

Abstract

Purpose: In order to evaluate postural control in people with musculoskeletal disorders, examining different standing positions provides useful information to researchers. On the other hands, visual manipulation also plays an important role in the analysis of postural control of people with patellofemoral pain syndrome in static and challenging conditions. The purpose of this research is to investigate the effect of vision manipulation and standing position on postural control in people with patellofemoral pain syndrome and control group.

Methods: 30 participants with patellofemoral pain syndrome (aged 23.50 ± 3.76 years, height 167.5±8.58 cm, weight 63.86±12.05 kg) and 30 healthy control individuals (aged 22.43 ± 2.84 years, height 166.25±9.7 cm, weight 59.36±9.35 kg) participated in the Quasi-experimental study in Ghaem Hospital of Mashhad in 2017. The postural sway measures (area, anterior-posterior displacement, medial-lateral displacement, and mean velocity) were recorded with force plate while standing (single-and double leg) in participants with and without patellofemoral pain syndrome. Also, two groups were examined in terms of manipulating visual inputs (eyes open or closed).

Results: Interference of vision by standing position by group in all postural sway measures were statistically significant ($p<0.04$). The removal of visual inputs led to a significant increase ($p<0.05$) in the postural sway measures during single leg stance in participants with and without patellofemoral pain syndrome ($p<0.05$).

Conclusion: It seems that the participants with and without patellofemoral pain syndrome use different central strategies for postural control. The lack of visual input led to different response in terms of increasing postural sway in patients with patellofemoral pain syndrome as compared to healthy control.

Keywords: Patellofemoral pain syndrome, Vision, Postural Balance, Standing Position

Received: 2023.02.28 Accepted: 2023.06.15

بررسی مقایسه ای تاثیر درون داد بینائی و وضعیت ایستادن بر کنترل پاسچر در افراد با و بدون سندرم درد پاتلوفمورال

سلمان نظری مقدم[۱]، سعید طالبیان [۲]، بهاره زینل زاده قوچانی[۳]، افسانه زینل زاده[۴]

هدف: جهت ارزیابی کنترل پاسچر (Posture) در افراد دارای اختلالات عضلانی اسکلتی، بررسی وضعیت های مختلف ایستادن اطلاعات مفیدی را در اختیار محققین قرار می دهد. از طرف دیگر دستکاری درون داد بینائی نیز نقش مهمی در تحلیل کنترل پاسچر افراد دارای سندرم درد پاتلوفمورال در شرایط ایستا و چالش برانگیز دارد. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر درون داد بینایی و هم زمان وضعیت ایستادن بر کنترل پاسچر در افراد دارای سندرم درد پاتلوفمورال و گروه کنترل می باشد.

روش بررسی: ۳۰ فرد (ده مرد، بیست زن) دارای سندرم درد پاتلوفمورال (سن۷۶/۳ ± ۵۰/۲۳ سال، قد ۱۶۷/۵±۸/۵۸ سانتی متر، وزن ۱۲/۰۵±۶۳/۸۶ کیلوگرم) و سی فرد سالم (سن ۴۳/۲۲±۸۴/۲ سال، قد ۱۶۶/۲۵±۹/۷ سانتی متر، وزن ۹/۳۵±۵۹/۳۶ کیلوگرم) در مطالعه شبه تجربی در بیمارستان قائم شهر مشهد در سال ۱۳۹۷ شرکت کردند. مؤلفه های مرکز فشار (سطح نوسان، جابه جایی مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی، داخلی-خارجی و متوسط سرعت) به وسیله دستگاه فورس پلیت در وضعیت ایستاده بر روی دو

پا و یک پا در دو گروه افراد دارای سندرم درد پاتلوفمورال و گروه کنترل ثبت گردید. همچنین دو گروه از نظر دسترسی به درون داد بینایی (چشم باز یا بسته) نیز مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته ها: نتایج آنالیز آماری ANOVA نشان داد که تداخل بین متغیر های گروه، وضعیت قرار گیری پا، و وضعیت بینایی در همه متغیر های وابسته معنی دار است (p<۰/۰۴). نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که در حالت یک پا و چشم بسته همه متغیرهای وابسته بین دو گروه سندروم درد پاتلوفمورال و افراد سالم افزایش معنی داری را نشان دادند (p<۰/۰۵). همچنین نتایج نشان داد که تفاوت بین مولفه های مرکز فشار در گروه بیمار بین دو حالت چشم باز و چشم بسته بیشتر از گروه سالم است (p<۰/۰۵).

نتیجه گیری: به نظر می رسد با توجه به وجود استراتژی های مرکزی متفاوت در کنترل پاسچر به علت عدم وجود داده های بینایی، افزایش نوسانات پاسچرال (Postural) در افراد دارای سندرم درد پاتلوفمورال نسبت به گروه کنترل پاسخی به نقص حس عمقی و اثر آن بر کنترل پاسچر در افراد دارای سندرم درد پاتلوفمورال باشد.

کلمات کلیدی: سندروم درد پاتلوفمورال، بینائی، تعادل پاسچرال، وضعیت ایستادن

نویسنده مسئول: افسانه زینل زاده، zeinalzadehAF@mums.ac.ir، ORCID: 0000-0002-4415-9692

آدرس: مشهد، بلوار باهنر، پردیس دانشگاه، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، دانشکده علوم پیراپزشکی و توانبخشی، گروه فیزیوتراپی

۱- دانشیار گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم پیراپزشکی و توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

۲- استاد گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳- استادیار گروه کاردرمانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

۴- استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم پیراپزشکی و توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

مقدمه

ثبات پاسچرال (Postural) یکی از متداول ترین و ضروری ترین نیازهای کنترلی انسان است (۱). بنا به تعریف کنترل پاسچرال توانایی حفظ مرکز جاذبه بدن در درون قاعده تکیه گاه است (۲). کنترل تعادل در حالت ایستاده در واقع یک نیاز پایه ای و یک جزء کلیدی برای تحرک مستقل در زندگی روزمره و انجام بسیاری از فعالیت های ورزشی است. تعادل را می توان به صورت ایستا و پویا در حین ایستادن بر روی یک پا و دو پا مورد ارزیابی قرار داد (۲ ،۱). حفظ پاسچر (Posture) و تعادل در انسان مستلزم انسجام هماهنگ داده های حسی از سیستم های بینائی، دهلیزی و همچنین اطلاعات حس پیکری از اندام ها، تنه و گردن می باشد. اختلال عملکرد هر یک از این بخش ها، می تواند باعث اختلال تعادل شود. گیرنده های حسی موجود در عضلات، مفاصل، لیگامان ها و پوست اطلاعات راجع به تغییر شکل و نیروی وارده به بافت ها را به سمت سیستم عصبی مرکزی ارسال می‌کنند (۳). سیستم عصبی مرکزی پس از شناخت محرک به انتخاب واکنش و برنامه حرکتی مناسب پرداخته و خروجی سیستم به سمت بخش های حرکتی ارسال می شود، بنابراین اگر اختلالی در مسیر ایجاد شود، کنترل پاسچر فرد با مشکلاتی مواجه می گردد (۴). در هنگام ایجاد ضایعات عضلانی – اسکلتی در مفصل زانو این احتمال مطرح است که به دلیل آسیب وارده به گیرنده های مکانیکی در مفصل زانو، اختلالی در ارسال اطلاعات حس عمقی ایجاد خواهد شد که بر روی حفظ تعادل فرد تأثیر خواهد گذاشت و در دراز مدت منجر به عدم توانائی در انجام فعالیت های روزمره به صورت کارآ می گردد (۵).

از سوی دیگر، سیستم بینایی نیز نقش برجسته ای در کنترل پاسچر دارد و این گونه مطرح شده است که حذف درون داد بینایی منجر به افزایش نوسان پاسچرال می گردد. چنانچه هر گونه اختلالی در سیستم بینایی ایجاد گردد، ممکن است منجر به از دست دادن تعادل فرد و در نهایت افتادن شخص و عوارض مرتبط با آن گردد (۷ ،۶).

همان طور که در مقالات مطرح شده افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال از نقص در حس عمقی رنج می برند (۹ ،۸). هیچ یافته مستدلی مبنی بر درگیری سیستم دهلیزی افراد

مبتلا به این سندرم وجود ندارد. احتمالا افراد مبتلا به این سندرم باید تکیه بیشتری بر روی سیستم بینایی خود داشته باشند تا بتواند این نقص آوران حس عمقی را جبران کند. بنابراین در صورت حذف درون داد بینایی، این فرضیه مطرح خواهد شد که افراد مبتلا به این سندرم مشکل بیشتری در حفظ تعادل خود نسبت به گروه کنترل داشته باشند (۱۰).

سندرم درد پاتلوفمورال یکی از شایع ترین اختلالات عضلانی - اسکلتی است (۱۱). با توجه به شیوع گسترده سندرم درد پاتلوفمورال و نیز اثرات آزاردهنده ای که این سندرم بر سطح فعالیت بخش وسیعی از جامعه دارد، نقش مهم ارزیابی کنترل پاسچر در طول روند درمانی افراد مبتلا احساس می شود (۱۲). بنا بر مطالعات محدود موجود در این زمینه، این بیماران در مقایسه با افراد سالم دارای کنترل پاسچرال مختل شده ای در سمت درگیر هستند (۱۵ -۱۳)، اما به دلیل کم تعداد بودن مقالات موجود در این زمینه، پرسش های بسیاری در رابطه با کنترل پاسچر این دسته از بیماران باقی می ماند که ضرورت انجام بررسی های بیشتر را نشان می دهد. از طرف دیگر افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال در وضعیت های مختلف ایستادن از درد و ناتوانی رنج می برند (۱۶)، تا کنون شواهدی در مورد مقایسه مولفه های مرکز فشار در وضعیت های مختلف ایستادن در این گروه از بیماران مورد بررسی قرار نگرفته است. همچنین بررسی تاثیر وجود یا عدم وجود درون داد بینایی بر روی کنترل پاسچر پویا در افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال از دیگر جنبه های جدید مطالعه حاضر می باشد. بنابراین هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی الگوی کنترل پاسچر پویا افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال در وضعیت های مختلف ایستادن و در شرایط با و بدون درون دارد بینایی در مقایسه با گروه کنترل می باشد.

روش بررسی

مطالعه حاضر از نوع شبه تجربی در بیمارستان قائم شهر مشهد در سال ۱۳۹۷ صورت گرفت. قبل از شروع آزمون، تمامی مراحل پژوهش به صورت کامل برای آزمودنی ها شرح داده می شد. در صورت پذیرش شرایط مرتبط با مطالعه، موافقت آگاهانه به صورت کتبی از شرکت کنندگان کسب می گردید. سپس افراد توسط آزمونگر از نظر معیارهای ورود به مطالعه تحت معاینه و بررسی قرار می گرفتند. در صورت دارا بودن شرایط لازم، اطلاعات زمینه ای که شامل سن، جنس، قد (با استفاده از متر نواری) و وزن آزمودنی ها (با استفاده از ترازو) بود، اندازه گیری و ثبت می گردید. ۳۰ فرد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال (ده مرد، بیست زن) در مطالعه حاضر شرکت کردند. معیار های ورود در افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال شامل موارد زیر بود: الف) سن بین ۱۸-۳۵ سال مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال ب) سابقه درد قدام یا خلف کشکک در حین فعالیت های فیزیکی شامل: پریدن، چمباتمه زدن، دویدن، از پله بالا و پایین رفتن یا بعد از نشستن طولانی با زانوهای خم شده پ) حساسیت به لمس یا فشار بر روی رویه ی داخلی یا خارجی کشکک ت) درد در انقباض ایزومتریک عضله چهارسر رانی در مقابل اعمال مقاومت در بالای کشکک، و نیز حضور درد در هنگام صاف شدن مقاومتی زانو ث) آغاز غیر تروماتیک علائم ج) ارزیابی بالینی مفصل زانو از جهت رد هرگونه آسیب احتمالی در مفصل زانو ح) حضور درد در مفصل پاتلوفمورال در حداقل شش ماه گذشته (۱۹ -۱۷). همچنین معیارهای خروج از مطالعه شامل موارد زیر بود: الف) بروز هر گونه اشکال در هنگام انجام آزمون و ثبت بر روی صفحه نیرو ب) خستگی ایجاد شده در افراد به دلیل مراحل چند گانه آزمون پ) عدم رضایت و بروز درد در هنگام انجام مراحل پژوهش ت) در صورت مثبت بودن هر یک از موارد زیر افراد از مطالعه خارج می شدند: افراد با آسیب های غضروف زانو و لگن مانند استئوآرتریت، افراد با آسیب رباط های متقاطع خلفی و قدامی، ضایعات منیسک که در آن منیسک برداشته شده یا ترمیم شده است، هر گونه انحراف غیر طبیعی در زانو، مچ پا نظیر بی ثباتی یا پیچ خوردگی، سابقه عمل جراحی یا آرتروسکوپی در هر کدام از مفاصل اندام تحتانی و آسیب دیدگی های عضلانی اسکلتی، حضور درد بیش از گرید ۳ از معیار درد، سابقه در رفتگی یا نیمه در رفتگی تروماتیک کشکک، پاتلا آلتا یا باجا، سابقه دیابت، سابقه سرگیجه و غش، مصرف دارو های آرامبخش (مسکن یا خواب آور) تا ۴۸ ساعت قبل از درمان، مصرف الکل تا ۴۸ ساعت قبل از درمان، سابقه ضربه به سر و اختلالات نورولوژیکی و مشکلات ذهنی و

شناختی، سابقه اختلال شنوایی، تهوع، اختلال بینایی با حدت بینایی کمتر از هفت که توسط چشم پزشک مورد بررسی قرار گرفت (۲۲ -۲۰).

در مطالعه شبه تجربی حاضر، متغیر های مستقل مطالعه شامل وضعیت بینایی، وضعیت ایستادن، و وضعیت سلامتی می باشد. برای ارزیابی عملکرد پاسچرال، متغیرهای وابسته سطح نوسان مرکز فشار، جابه جایی مرکز فشار در محور قدامی-خلفی، داخلی-خارجی و متوسط سرعت در وضعیت های مختلف کنترل پاسچر محاسبه گردید. دلیل انتخاب این مؤلفه ها داشتن توانائی اندازه گیری جنبه های مختلف رفتار پاسچر و نیز تکرار پذیری بالای آن ها می باشد (۱۰، ۲۰، ۲۱). پس از انجام کالیبراسیون صفحه نیرو، از فرد شرکت کننده خواسته می شود تا بر روی صفحه نیرو در وضعیت دو پا بایستد. در طی انجام آزمون پاسچرال از افراد خواسته می شود تا به صورت طبیعی نفس کشیده (پرهیز از دم عمیق، خمیازه یا سرفه عمدی)، بازوها کنار بدن آویزان باشد و از خم کردن سر خودداری کرده و نگاه فرد به روبرو باشد تا ثبت داده های پاسچر تا انتهای آزمون صورت گیرد (۱۰). آزمون ها با فاصله زمان پنج دقیقه ای از هم انجام می شوند. این فاصله زمانی پنج دقیقه ای بین وضعیت ها به منظور رفع خستگی و جلوگیری از تأثیر آن بر روی آزمون-های دیگر صورت می گرفت. از آزمون شوندگان خواسته می شود تا در صورت احساس هرگونه خستگی ذهنی یا جسمی تذکر دهند تا آزمون متوقف گردد. ترتیب تکرار دفعات وضعیت های چشم باز و بسته در هر وضعیت و همچنین شرایط مختلف کنترل پاسچر به صورت کاملا تصادفی و با قرعه کشی انتخاب می شد. مؤلفه های مرکز فشار (سطح نوسان، جابه جایی مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی، داخلی-خارجی و متوسط سرعت) به صورت وضعیت ایستاده بر روی دو پا و یک پا (پای درگیر) بر روی صفحه نیرو در افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال و گروه کنترل مورد بررسی قرار گرفت.

از شرکت کنندگان خواسته می شد تا با پای برهنه بر روی دو پا در مرکز صفحه نیرو به گونه ای بایستند که پاها به عرض شانه باز شوند. فرد به مدت بیست ثانیه در این وضعیت با چشم باز بر روی صفحه نیرو می ایستد. از فرد خواسته می شود تا به روبرو نگاه کند و وزن خود را به صورت مساوی بر روی دو پا پخش کرده و از وزن انداختن بیشتر بر روی یک پا خودداری کند. سپس با شنیدن صدای بوق از حالت دو پا به حالت یک پا برود و در این حالت الگوی کنترل پاسچر در شرایط ایستاده بر روی یک پا (بر روی پای درگیر) به مدت بیست ثانیه ثبت می شود. از شرکت کنندگان خواسته می شد تا با پای برهنه بر روی دو پا در مرکز صفحه نیرو بگونه ای بایستند که پاها به عرض شانه باز شوند. فرد به مدت بیست ثانیه در این وضعیت با چشم بسته بر روی صفحه نیرو می ایستد. از فرد خواسته می شود تا به روبرو نگاه کند و وزن خود را به صورت مساوی بر روی دو پا پخش کرده و از وزن انداختن بیشتر بر روی یک پا خودداری کند. سپس با شنیدن صدای بوق از حالت دو پا به حالت یک پا می رود و در این حالت الگوی کنترل پاسچر در شرایط ایستاده بر روی یک پا (بر روی پای درگیر) به مدت بیست ثانیه ثبت می شود (تصویر ۱).

تصویر ۱: نحوه ایستادن افراد شرکت کننده در پژوهش بر روی پای درگیر

جمع آوری داده های مرکز فشار با فرکانس ۵۰۰ هرتز صورت گرفت. سیگنال های مرکز فشار با استفاده از فیلتر باترورس، پایین گذر، فاز صفر، الگوی چهار، با فرکانس ده هرتز فیلتر شد.

آمار توصیفی شامل محاسبه شاخص های تمایل مرکزی (میانگین) و پراکندگی (انحراف معیار) برای متغیر های کمی مورد مطالعه انجام شد. آمار توصیفی جهت محاسبه مقادیر فراوانی مطلق و نسبی برای متغیر های کیفی مورد مطالعه انجام شد. جهت بررسی میزان انطباق توزیع متغیر های کمی با توزیع نظری نرمال در دو گروه از آزمون کولموگروف اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) استفاده شد. از آزمون تی مستقل (Independent T-test) و کای دو (Chi-Square test) به منظور مقایسه متغیرهای کمی و کیفی بین دو گروه از نظر جور بودن استفاده شد. همچنین به منظور بررسی رفتار گروه ها در حالت های چشم باز و بسته، دو پا و یک پا در دو گروه سندروم درد پاتلوفمورال و افراد سالم از آزمون آنالیز واریانس سه طرفه ۲*۲*۲ (Three-way ANOVA test) استفاده شد. همچنین از آزمون تی مستقل به منظور تفاوت نوسانات پاسچرال بین دو گروه استفاده شد.

یافته ها

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که از نظر متغیرهای سن، جنس، قد و وزن در هر دو گروه تفاوت معنی داری نداشتند ($p<۰/۰۵$) (جدول ۱). آمار توصیفی شامل محاسبه شاخص-های تمایل مرکزی (میانگین) و پراکندگی (انحراف معیار) برای متغیر های کمی مورد مطالعه انجام شد. جهت بررسی میزان انطباق توزیع متغیر های کمی با توزیع نظری نرمال در دو گروه از آزمون کولموگروف اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) استفاده شد. (جدول ۳-۲). همچنین نتایج آنالیز آماری ANOVA نشان داد که تداخل بین متغیر های گروه*وضعیت قرار گیری پا*وضعیت بینایی در همه متغیر های وابسته معنی دار است (جدول ۴). نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که در حالت یک پا و چشم بسته همه متغیر های وابسته بین دو گروه سندروم درد پاتلوفمورال و افراد سالم تفاوت معنی داری را نشان دادند..

بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که حذف درون داد بینایی منجر به افزایش معنی دار در متغیر سطح نوسان مرکز فشار در افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال نسبت به افراد گروه کنترل در وضعیت ایستاده بر روی دو پا شده است. همچنین نتایج بررسی ها نشان داد که در حالت ایستاده بر پای درگیر بین دو گروه، اثر اصلی متغیر درون داد بینایی در تمامی مؤلفه های مرکز فشار (سطح نوسان، جابه جایی مرکز فشار در محور قدامی خلفی، جابه جایی مرکز فشار در محور داخلی خارجی و متوسط سرعت) معنی دار شده است. همچنین نشان داده شد که تقابل متغیر های درون داد بینایی و وضعیت سلامتی در متغیرهای سطح نوسان، جابه جایی مرکز فشار در محور قدامی خلفی، جابه جایی مرکز فشار در محور داخلی خارجی نیز معنی دار شده است. نتایج بدست آمده نشان-دهنده افزایش مقادیر تمامی مولفه های نوسان پاسچرال (به جز متوسط سرعت) در حالت ایستاده بر روی پای درگیر با چشم بسته در گروه افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال در مقایسه با گروه کنترل می باشد.

در حالی که مطالعات بسیاری به صورت گسترده ای به بررسی کنترل ثبات پاسچرال ایستاده بیمارانی با اختلالات مختلف زانو پرداخته اند (۱۱ ،۱۰)، اطلاعات اندکی در رابطه با توانایی کنترل پاسچر افرادی با سندرم درد پاتلوفمورال در وضعیت ایستاده بر روی پای درگیر موجود است. بررسی مطالعات محدود موجود در این زمینه نشان می دهد که افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال حتی با چشم باز هم دارای کنترل پاسچر مختل شده ای در پای درگیر در مقایسه با گروه کنترل هستند (۱۴ ،۳ ،۲)، اما به دلیل محدود بودن تعداد مقالات موجود و شیوه های متفاوت ارزیابی های آن ها، ضرورت انجام بررسی های بیشتر در زمینه کنترل پاسچر افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال در شرایط دشوارتر و با چشمان بسته ضرورت داشت. در تمامی مقالات ذکر شده دلیل اصلی تفاوت کنترل پاسچر افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال و گروه کنترل مورد بررسی را به نقصی که در آوران های حسی عمقی در مفصل زانوی این افراد وجود دارد، نسبت می دهند و اینکه اطلاعات کامل و کافی از حس عمقی برای کنترل پاسچر در اختیار سامانه پردازش مرکزی افراد

جدول ۱: ویژگی های جمعیت شناختی آزمودنی ها

متغیر	کنترل میانگین±انحراف معیار	بیمار میانگین±انحراف معیار	p-مقدار
سن (سال)	۲۲/۴۳±۲/۸۴	۲۳/۵۰±۳/۷۶	۰/۱۶
قد (سانتیمتر)	۱۶۶/۲۵±۹/۷۰	۱۶۷/۵۰±۸/۵۸	۰/۲۸
وزن (کیلوگرم)	۵۹/۳۶±۹/۳۵	۶۳/۸۶±۱۲/۰۵	۰/۱۲
نمره پرسشنامه کوجالا	-	۷۶/۶۸±۴/۹۹	-

سطح معنی داری p<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

جدول ۲: مقادیر شاخص های تمایل مرکـزی و پراکندگـی برای متغیرهای مرکز فشار در گروه های مورد مطالعه

دشواری تکلیف حرکتی	نام متغیر	واحد سنجش	وضعیت سلامتی	میانگین±انحراف معیار
ایستاده بر روی دو پا با چشم باز	سطح نوسان	سانتی متر مربع	بیمار	۱/۰۶±۰/۹۵
			کنترل	۲/۲۲±۲/۶۴
	جابه جایی در محور قدامی خلفی	سانتی متر	بیمار	۲/۴۸±۱/۸۴
			کنترل	۲/۳۷±۱/۳۸
	جابه جایی در محور داخلی خارجی	سانتی متر	بیمار	۱/۳۱±۰/۵۳
			کنترل	۱/۳۶±۰/۶۴
	متوسط سرعت	سانتی متر بر ثانیه	بیمار	۰/۲۰±۰/۱۰
			کنترل	۰/۲۰±۰/۱۰
ایستاده بر روی دو پا با چشم بسته	سطح نوسان	سانتی متر مربع	بیمار	۳/۱۴±۲/۴۳
			کنترل	۲/۹۴±۲/۰۰
	جابه جایی در محور قدامی خلفی	سانتی متر	بیمار	۳/۴۴±۱/۹۷
			کنترل	۲/۶۹±۰/۹۹
	جابه جایی در محور داخلی خارجی	سانتی متر	بیمار	۳/۱۸±۳/۱۲
			کنترل	۲/۳۱±۱/۵۵
	متوسط سرعت	سانتی متر بر ثانیه	بیمار	۰/۳۰±۰/۱۰
			کنترل	۰/۳۰±۰/۱۰

جدول ۳: مقادیر شاخص های تمایل مرکـزی و پراکندگی بـرای متغیرهای مرکز فشار در دو گروه مورد مطالعه

سطوح تکلیف حرکتی	نام متغیر	واحد سنجش	وضعیت سلامتی	میانگین±انحراف معیار
ایستاد بر روی پای درگیر با چشم باز	سطح نوسان	سانتی متر مربع	مبتلا	۴۰/۳۶±۱۹/۲۹
			کنترل	۳۷/۶۹±۲۸/۴۴
	جابه جایی در محور قدامی خلفی	سانتی متر	مبتلا	۳/۵۹±۰/۹۷
			کنترل	۳/۲۹±۱/۱۷
	جابه جایی در محور داخلی خارجی	سانتی متر	مبتلا	۲/۸۹±۱/۰۶
			کنترل	۲/۵۴±۰/۵۵
	متوسط سرعت	سانتی متر بر ثانیه	مبتلا	۰/۶۵±۰/۱۰
			کنترل	۰/۳۵±۰/۰۵
ایستاده بر روی پای درگیر با چشم بسته	سطح نوسان	سانتی متر مربع	مبتلا	۱۳۱/۶۷±۸۹/۵۸
			کنترل	۸۲/۳۷±۴۸/۹۲
	جابه جایی در محور قدامی خلفی	سانتی متر	مبتلا	۱۵/۵۲±۷/۹۸
			کنترل	۸/۸۷±۵/۳۵
	جابه جایی در محور داخلی خارجی	سانتی متر	مبتلا	۱۳/۹۷±۱۰/۳۴
			کنترل	۷/۰۲±۵/۰۵
	متوسط سرعت	سانتی متر بر ثانیه	مبتلا	۱/۱۵±۰/۵۵
			کنترل	۰/۸۰±۰/۴۰

جدول ۴: نتایج آزمون سه طرفه ANOVA برای متغیر های کنترل پاسچر در وضعیت های یک پا و دو پا

اثر اصلی و اثر تداخلی	سطح		جابه جایی در محور قدامی-خلفی		جابه جایی در محور داخلی-خارجی		متوسط سرعت	
	آماره آزمون	p-مقدار	آماره آزمون	p-مقدار	آماره آزمون	p-مقدار	آماره آزمون	p-مقدار
گروه	۵/۰۹	۰/۰۳	۹/۲۲	۰/۰۰۴	۶/۷۲	۰/۰۱۲	۴/۲۴	۰/۰۴
بینایی	۴۴/۹۶	۰/۰۰۱>	۸۳/۰۶	۰/۰۰۱>	۴۵/۲۳	۰/۰۰۱>	۱۱۳/۶۹	۰/۰۰۱>
وضعیت ایستادن	۱۴۹/۴۷	۰/۰۰۱>	۱۰۲/۱۶	۰/۰۰۱>	۶۵/۴۴	۰/۰۰۱>	۱۲۸/۷۱	۰/۰۰۱>
گروه × بینایی	۵/۸۵	۰/۲۰	۱۰/۰۹	۰/۰۰۳	۹/۷۰	۰/۰۰۳	۴/۸۳	۰/۰۳
گروه × وضعیت ایستادن	۴/۷۷	۰/۰۳	۱۲/۰۱	۰/۰۰۱	۶/۷۱	۰/۰۱	۵/۱۳	۰/۰۳
گروه × بینایی × وضعیت ایستادن	۴/۴۴	۰/۰۴	۸/۴۳	۰/۰۰۶	۷/۲۹	۰/۰۱	۵/۰۴	۰/۰۳

سطح معنی داری ۰/۰۵>p در نظر گرفته شد.

مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال قرار نمی گیرد (۹، ۸، ۵). بنابراین در پژوهش حاضر با حذف درون داد بینایی در افراد مبتلا به این سندرم در حالت ایستاده بر روی پای درگیر و دشوارتر شدن کنترل پاسچر و نیز با توجه به وجود نقص در حس عمقی در مفصل زانوی این افراد (که از قبل وجود داشته)، نتایج بدست آمده محتمل به نظر می رسید (۱۰). علاوه بر این، موارد دیگری از جمله قدرت عضلانی و نقص در پردازش اطلاعات حسی ممکن است توانایی سازش پذیری کارآمد در شرایط بینایی متفاوت را محدود کند (۲۲، ۲۱). اختلال در هماهنگی عصبی عضلانی بعد از اختلال حس عمقی می تواند از عوامل موثر در ایجاد بی ثباتی مفصلی و بنابراین افزایش در نوسانات پاسچرال باشد (۲۳). این تفاوتها در مولفه های نوسان پاسچرال در پژوهش ما مشهود بود.

همان طور که در مطالعات مختلف بیان شده است، کنترل پاسچر نتیجه یک تعامل بین سامانه های وستیبولار، حس عمقی و بینایی است (۲۴). در این میان درون داد بینایی به عنوان یکی از حواس اصلی دارای نقش حیاتی در جهت کنترل پاسچر می باشد. حرکات در انسان بر اساس ورودی آوران های حسی از منابع مختلف صورت می گیرد. در واقع یک تعامل پویا بین درک محرک حسی، پردازش اطلاعات در سامانه عصبی مرکزی و رفتار حرکتی برقرار است. بنابراین نقص در هر یک از این سه سیستم حسی، به وسیله منابع حسی باقیمانده جبران خواهد شد (۲۶، ۲۵). در نتیجه در صورت بروز اختلالات عضلانی اسکلتی که از نقص در حس عمقی رنج می برند، فیدبک های جبرانی تشدید یافته ای از سامانه-های بینایی و وستیبولار مورد نیاز خواهد بود (۲۵). بر اساس مطالعات Baker و همکارانش (۲۱)، Callaghan و همکارانش (۲۳، ۲۷) که به بررسی حس عمقی در افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال پرداختند. تمامی این پژوهشگران به وجود نوعی نقص در حس عمقی افراد درگیر نسبت به گروه کنترل اذعان داشتند. بنابراین طبیعی به نظر می رسد که افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال وابستگی و تکیه بیشتری بر روی دو ورودی دیگر حسی داشته باشند. بر اساس اطلاعات پژوهشگران، هیچ داده ای مبنی بر نقص در سامانه وستیبولار افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال وجود ندارد (۲۸، ۲۷، ۲۳، ۲۱). بنابراین هنگامی که آوران های بینایی به عنوان یک عنصر کلیدی حذف می شود، چالش بیشتری بر روی سامانه حس عمقی که از قبل مختل شده، تحمیل می شود. در نتیجه اطلاعات مناسب مورد نیاز برای ثبات کنترل پاسچر در دسترس سامانه پردازش مرکزی نخواهد بود و احتمالا نقص در حس عمقی افراد مبتلا، در این حالت نمود بیشتری پیدا می کند. یافته دیگر این مطالعه این بود که این تغییر رفتار در حالت چشم بسته به صورت افزایش نوسانات پاسچرال نمود پیدا می کرد.

افزایش نوسانات پاسچرال در افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال ممکن است می تواند یک مکانیسم تطابقی برای جبران حذف درون داد بینایی باشد. در واقع می توان این گونه گفت که جهت تسهیل عملکرد سامانه عصبی مرکزی

برای حفظ تعادل مورد نیاز (ایستادن بر روی یک پا با چشم بسته)، نوسانات پاسچرال به صورت معنی داری افزایش می یابد. این مسئله شاید منجر به هجوم تصاعدی آوران های حس عمقی به سیستم پردازش مرکزی می شود تا اطمینان حاصل شود که در صورت حذف درون داد بینایی، اطلاعات مورد نیاز برای کنترل صحیح پاسچر و حفظ تعادل در اختیار فرد قرار خواهد گرفت (۳۰، ۲۹). این مسئله نشان می دهد که حذف آوران های بینایی می تواند یک عامل مهمی برای تمایز دادن کنترل پاسچر بین افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال و افراد گروه کنترل در وضعیت ایستاده بر روی پای درگیر باشد. بنابراین مطالعات دیگری مورد نیاز می باشد برای اینکه نقش تمرینات چالشی که حاوی شرایطی با چشم بسته است، بر کنترل پاسچر افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال روشن- تر شود. می توان این گونه اعلام کرد که از نقطه نظر کلینیکی، آوران بینایی به عنوان یک عامل چالشی برای ارزیابی کنترل پاسچر در بیمارانی مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال می باشد. همچنین نتایج مطالعه نشان داد که در حالت ایستاده بر روی دو پا، اثر اصلی متغیر درون داد بینایی بر تمامی مؤلفه های مرکز فشار (سطح نوسان، جابه جایی مرکز فشار در محور قدامی خلفی، جابه جایی مرکز فشار در محور داخلی خارجی و متوسط سرعت) معنی دار شده است. اما تقابل متغیرهای درون داد بینایی و وضعیت سلامتی، فقط در متغیرهای سطح نوسان مرکز فشار معنی دار شده است.

در این پژوهش مشاهده شد که در حالت ایستاده بر روی دوپا، بینایی اثر متفاوتی در گروه افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال نسبت به افراد گروه کنترل داشته است. بررسی مطالعات مختلف نشان می دهد که کنترل پاسچر حتی در افراد جوان و سالم و نیز حتی در ورزشکاران (به نسبتی کمتر) در وضعیت ایستاده بر روی دو پا، در اثر حذف درون داد بینایی با مشکل مواجه خواهد شد. از آن جمله می توان به مطالعه Aydog و همکارانش (۳۱)، Hazime و همکارانش (۳۲)، Blaszczyk و همکارانش (۳۳) و در نهایت Hammami و همکارانش (۳۴) اشاره کرد. در تمامی مقالات صورت گرفته بر اهمیت نقش بینائی در کنترل پاسچر به عنوان یک منبع اصلی ورودی حسی پرداخته شده است. نتایج بررسی های آنها نشان می دهد که حتی در افراد جوان و سالم و یا ورزشکاران در صورت حذف درون داد بینائی تغییرات فاحشی در جهت افزایش نوسانات پاسچرال در حالت ایستاده بر روی دو پا نسبت به گروه کنترل صورت می گیرد. در نهایت مجموعه مقالات ذکر شده بر ماهیت چند وجهی ثبات پاسچرال تاکید دارند و اذعان می کنند که در صورت ایجاد اختلال در درون داد بینایی و یا حذف کامل آن، سامانه عصبی عضلانی باید تلاش مضاعفی برای کنترل ثبات در جهات قدامی خلفی و داخلی خارجی داشته باشد که تمامی این معضلات با پیر شدن فرد افزایش می یابد و در نهایت افراد شانس بالاتری برای از دست دادن تعادل و افتادن در آینده خواهند داشت. با توجه به اینکه افراد شرکت کننده در این مطالعه، از سندرم درد پاتلوفمورال رنج می برند و یکی از ویژگی های اصلی این سندرم نقص در حس عمقی در مفصل زانوی این افراد است (۹، ۸). بنابراین در صورت حذف درون داد بینائی احتمالا سامانه کنترل پاسچر افراد مبتلا به این سندرم با چالش بسیار بیشتری مواجه است.

همان طور که در بالا گفته شد، به دلیل نقش واضح و مستقیمی که بینایی بر روی کنترل پاسچر دارد در مطالعه حاضر اثر اصلی بینایی در تمامی شاخص های مرکز فشار معنی دار شده است. اما دلیل احتمالی اینکه اثر متقابل بینایی در و وضعیت سلامتی در حالت ایستاده بر روی دو پا فقط در مولفه سطح نوسان مرکز فشار معنی دار شده است را می توان به چند مسئله نسبت داد:

علت اول را شاید بتوان در این مسئله جستجو کرد که اصولا سطح نوسان مرکز فشار، یک شاخص مهم است که می تواند تغییرات ظریف در کنترل پاسچر را به شکل بهتر و متمایز تر نسبت به دیگر متغیرهای استفاده شده در این مطالعه نشان بدهد (۳۵).

علت دوم را می توان به تکلیف حرکتی ارتباط داد. اصولا تکلیف حرکتی ایستاده بر روی دو پا یک تکلیف حرکتی فرا گرفته شده تر و ساده تر نسبت به ایستاده بر روی یک پا است و این مسئله می تواند بر روی عدم تغییر الگوی نوسانات پاسچرال در هنگامی که فرد در معرض اغتشاشات پاسچرال قرار می گیرد، نقش مهمی را ایفا کند. این مسئله و حدس زمانی قوت می یابد که در وضعیت ایستاده بر روی یک پا، تفاوت در هر چهار متغیر پاسچرال کنترل مشاهده می شود و

این می تواند به علت چالشی تر بودن تکلیف حرکتی ایستاده بر روی پای درگیر نسبت به وضعیت ایستاده بر روی دو پا باشد (۲، ۱).

علت سوم می تواند به علت وجود مکانیسم های جبرانی باشد که اثرات تخریب کننده اختلال در پای درگیر را به نوعی از طریق پای غیر درگیر جبران می کند. همان طور که می دانید سیستم کنترل پاسچر را می توان به عنوان یک سامانه هماهنگ در نظر گرفت. ویژگی مشترکی که در این سیستم ها وجود دارد این است که اگر یک واحد ساختاری دچار یک اختلال عملکردی شود، سایر واحدهای ساختاری نقش خود را به گونه ای تغییر می دهند تا اختلال تحمیل شده به سیستم را به حداقل برساند. از این روند تحت عنوان مکانیسم جبران خطا یاد می شود و هدف آن حفظ ثبات رفتار حرکتی کلی سامانه کنترل پاسچر است (۳۶). در این جا به نظر می رسد که به جزء در متغیر سطح نوسان مرکز فشار در سایر متغیرها، این تغییرات کاملا پوشش داده شده است. کما اینکه وقتی همین متغیرها را در حالت ایستاده بر روی یک پا مقایسه می کنیم، تفاوت ها در نوسانات پاسچرال به صورت کاملا متفاوت مشهود می باشد.

علت چهارم را شاید بتوان در میزان ناتوانی و درد افراد شرکت کننده در این مطالعه جستجو کرد. در این مطالعه میزان ناتوانی بسیار کم بود و شاهد این مدعی نمره پرسشنامه کوجالا است که میانگین آن در شرکت کنندگان گروه افراد دارای سندروم درد پاتلوفمورال عدد ۷۳/۶۸ بود. این مسئله به صورت بالقوه می تواند دلیل بر عدم وجود تفاوت در سایر متغیرها در وضعیت دو پا باشد. از طرف دیگر به دلیل اینکه درد به عنوان یک عامل مخدوش کننده و منحرف کننده توجه افراد بوده و دلیل این محدودیت ما قادر به انتخاب افراد با میزان درد فراتر از عدد ۲ در معیار دیداری درد نبودیم، بنابراین شاید یکی از عوامل عدم تفاوت را در کنترل پاسچر افراد در حالت ایستاده بر روی دو پا را بتوان به ناتوانی کمتر و درد پایین این گروه از افراد ارتباط داد.

یکی از محدودیت های مطالعه حاضر، جوان بودن تمامی افراد شرکت کننده در این پژوهش بود و اینکه این افراد محدودیت عملکردی زیادی نداشتند. بنابراین پیشنهاد می گردد که در تحقیقات آینده از افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال در سنین مختلف و سطوح بالاتر درد و ناتوانی در جامعه استفاده گردد.

در این پژوهش فقط به بررسی کنترل پاسچر پویای افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال بر روی صفحه نیرو پرداخته شده است. لذا برای تحقیقات آینده پیشنهاد می گردد که کنترل پاسچر به صورت پویا نیز مورد بررسی قرار گیرد و از این طریق اطلاعات جامع تری در ارتباط با تفاوت دو گروه در تکالیف پویاتر در هنگام مواجهه با تکلیف شناختی، فراهم خواهد شد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که درون داد بینایی را می توان به عنوان یک شاخص مهم برای ایجاد تمایز در کنترل پاسچر افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال و افراد سالم در نظر گرفت. از سوی دیگر متغیر سطح نوسان مرکز فشار می تواند به عنوان یک شاخص مهم در کنترل پاسچر، در نشان دادن تفاوت ها بین افراد دارای سندرم درد پاتلوفمورال و افراد سالم مخصوصا در مواجهه با حذف درون داد بینایی مطرح شود.

سپاسگزاری

در اینجا لازم می دانیم از تمامی شرکت کنندگان در مطالعه حاضر و مسئول محترم بخش فیزیوتراپی بیمارستان قائم جناب آقای فیزیوتراپیست محمد جواد زرندی جهت همکاری های همه جانبه ایشان در انجام تمامی مراحل پژوهش تشکر و قدردانی نماییم. این پژوهش، زیر نظر کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی مشهد، با کد (IR.MUMS.RES. 1396.371) انجام گرفته است.

منابع

1. Erdoganoglu Y, Pepe M, Kaya D, Tagrikulu B, Aksahin E, et al. Lower extremity alignment due to patellofemoral syndrome and dynamic postural balance. OSJ 2020; 28(1): 1–6.

2. Yang JS, Fredericson M, Choi JH. The effect of patellofemoral pain syndrome on patellofemoral joint kinematics under upright weight-bearing conditions. PLoS ONE. 2020; 15(9): 20-26.

3. Amiri A, Bagheri H, Jamshidi AA, Soroush S, Mohammadi P. Comparison of postural control between patients with patellofemoral pain syndrome and healthy subjects. mrj 2015; 9(4): 48-53.

4. Foroughi F, Sobhani S, Kordi Yoosefinejad A, Motealleh A. Added Value of Isolated Core Postural Control Training on Knee Pain and Function in Women with Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Trial. Arch Phys Med Rehabil 2019; 100(20): 220-229.

5. Ferreira DC, Silva Junior RA, Gobbi Alves Araújo C, Mantovani PR, Guerino Macedo C. McConnell patellar taping on postural control of women with patellofemoral pain syndrome: randomized clinical trial. Fisioter Mov 2020; 33(5): 1-9.

6. Tomomitsu MS, Alonso AC, Morimoto E, Bobbio TG, Greve JM. Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. Clinical Science 2013. 13(4): 517-521.

7. Friedrich M, Grein HJ, Wicher C, Schuetze J, et al. Influence of pathologic and simulated visual dysfunctions on the postural system. Exp Brain Res 2008; 186(2): 305-314.

8. Viniciusda Silva Boitrago M, Nepomucenode Mello N, ReichertBarin F, LoboJúnior P, et al. Effects of proprioceptive exercises and strengthening on pain and functionality for patellofemoral pain syndrome in women: A randomized controlled trial. JCOT 2021; 18(3): 94-99.

9. Ahmadi MR, Yalfani A, Gandomi F. Effect of Twelve Weeks of Sensorimotor Training on Pain, Improvement Proprioception, Muscle Strength, and Postural Control in Men with Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Single-Blind Clinical Trial. RMJ 2021; 10(1): 1-13.

10. Zeinalzadeh A, Talebian S, Naghdi S, Salavati M, et al. Effects of vision and cognitive load on static postural control in subjects with and without patellofemoral pain syndrome. Physiother Theory Pract 2018; 34(4): 276-285.

11. Winters M, Holden S, Bryne Lura C, Welton NJ, et al. Comparative effectiveness of treatments for patellofemoral pain: a living systematic review with network meta-analysis. J Sports Med 2021; 55(10): 369-377.

12. Capin JJ, Snyder-Mackler L. The current management of patients with patellofemoral pain from the physical therapist's perspective. Ann Jt 2018; 14(2): 1-22.

13. Lee SP, Souza RB, Powers CM. The influence of hip abductor muscle performance on dynamic postural stability in females with Patellofemoral Pain Syndrome. Gait & Posture 2012; 36(7): 425-429.

14. Citaker S, Kaya D, Yaksel I. Static balance in patients with patellofemoral pain syndrome. Sport Physical Therapy 2011; 20(3): 524-529.

15. Barton CJ, Levinger P, Webster KE, Menz HB. Walking kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome: a case-control study. Gait & Posture 2011; 33(2):286-91.

16. Halabchi F, Reza Mazaheri R, Seif-Barghi T. Patellofemoral Pain Syndrome and Modifiable Intrinsic Risk Factors; How to Assess and Address? Asian J Sports Med. 2013; 4(2): 85-100.

17. Gaitonde DY, Ericksen A, Robbins RC, Dwight D. Patellofemoral Pain Syndrome. Am Fam Physician 2019; 99(2): 88-94.

18. Dixit S and Difiori JP. Management of Patellofemoral Pain Syndrome. Am Fam Physician 2007; 75(2): 194-202.

19. Piva SR, Fitzgerald K, Associates of physical function and pain in patients with patellofemoral pain syndrome. Arch Phys Med Rehab 2002; 90(4): 285-290.

20. Zeynalzadeh Ghoochani B, S.A. Derakhshanrad SA, Hosseini SA. A cross-sectional study to investigate dominant leg balance performance in healthy elderly individuals. JGG 2019; 67(15): 141-147.

21. Baker V, Bennell K, Stilman B. Abnormal knee joint position sense in individuals with Patellofemoral Pain Syndrome. J Orthop Surg Res 2002; 20(2): 208-214.

22. Poul MB, Patel C, Wiley P. Gait biomechanics & hip muscular strength in patients with Patellofemoral Osteoarthritis. J Phys Ther Sci 2012; 13(4): 212-217.

23. Callaghan MJ, McKie S, Richardson P, Gregory L,Oldham JA. Effects of patellar taping on brain activity during a proprioception task. J Orthop Sports Phys Ther. 2011; 40(3): 41-49.

24. Kang DW, Seo JW, Kim DH, Yang ST, Choi JS, Tack GR. A study on balance assessment according to the levels of difficulty in postural control. J Phys Ther Sci 2016; 28(7): 1832-1835.

25. Louw Q, Gillon N, van Niekerk S-M, Morris L, Baumeister J. The effect of vision on knee biomechanics during functional activities- A systematic review. Journal of Science and Medicine in Sport 2015; 18(4): 469-474.

26. Singh NM, Talor WR, Madigan ML, Nussbaum MA. The spectral control of postural sway during quiet stance: Influences of age, vision and somatosensory inputs. J Electromyogr Kinesiol 2012; 22(1): 131-136.

27. Callaghan MJ, Selfe J, McHenry A, Oldham JA. Effects of patellar taping on knee joint proprioception in patients with patellofemoral pain syndrome. J Man Manip Ther 2008; 13(3): 192-199.

28. Redfern, MS, Talkowski ME, Jennings JR, Furman JM. Cognitive influences in postural control of patients with unilateral vestibular loss. Gait Posture 2001; 19(2): 105-114.

29. Williams GN, Chmielewski T, Rudolph K, Buchanan TS, Mackler L. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. Orthop Sports Phys Ther 2001; 31(9): 546-566.

30. Kisner C, Colly LA. Therapeutic exercise foundations and techniques. Edition 5th. 2012: Philadelphia, PA: F.A. Davis.

31. Aydog E, Aydog ST, Cakci A, Doral MN. Dynamic postural stability in blind athletes using the biodex stability system. Int J Sport Med 2006; 27(5): 415-428.

32. Hazime FA, Allard P, Ide MR, Siquerira CM, Amorim CF, Tanaka C. Postural control under visual and proprioceptive perturbations during double and single limb stances: insights for balance training. J Bodyw Mov Ther 2012; 16(2): 224-229.

33. Blaszczyk JW, Beck M, Sadowska D. Assessment of postural adaptability in young healthy subjects based on directional features of posturographic data: Vision and gender effects. Acta Neurobiol Exp 2014; 74(4): 433-442.

34. Hammami R, Behm DG, Chtara M, Othman AB, Chaouachi A. Comparison of static Balance and Role of Vision in Elite Athletes. J. Hum. Kinet 2015; 7(40): 33-41.

35. Loughran S, Tennant N, Kishore A, Swan IR. Interobserver reliability in evaluating postural stability between clinicians and posturography. Am. J. Otolaryngol. 2005; 30(3): 255-267.

36. Saad MC, Felicio LR, Masullo CL, Liporaci RF, Bevilaqua-Grosslysi D. Analysis of the center of pressure displacement, ground reaction force and muscular activity during step exercises. J Electromyogr Kinesiol. 2011; 21(3): 712-718.