

A comparison of additional sensory inputs on dynamic balance between men with chronic anterior cruciate ligament injury and healthy subjects

Elham BagheriYekta¹, Sedigheh-Sadat Naimi*², Farshad Okhovatina³, Abbas Rahimi³, Seyyed Masoud Mosavi⁴, Fatemeh Majidi-Rad⁵

1. Student Research Committee. Msc. Department of Physical Therapy. Faculty of Rehabilitation Sciences. Shahid Beheshti University of Medical Science. Tehran. Iran.
2. Assistant Professor of Physical Therapy. Faculty of Rehabilitation Sciences. Physiotherapy Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Science. Tehran. Iran. (Corresponding Author) naimi.se@sbmu.ac.ir
3. Professor of Physical Therapy. Faculty of Rehabilitation Sciences. Physiotherapy Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Science. Tehran. Iran.
4. Msc Electronic Engineering. Electronic Department of Tehran University. Tehran. Iran
5. Msc. Department of Physical Therapy. Tehran University of Medical Science. Tehran. Iran

Article Received on: 2013.12.24

Article Accepted on: 2015.6.22

ABSTRACT

Background and Aim: The purpose of this study was to investigate whether the additional sensory information could improve dynamic balance in individuals with anterior cruciate ligament (ACL) injury in comparison with healthy adults.

Materials and Methods: 15 individuals with anterior cruciate ligament injury (mean age 28.9±4.7, male) and 15 healthy control subjects (mean age 26.1±3.8, male) participated in this study. Participants were completed the star excursion balance test under two sensory conditions: with and without using light touch. The force sensor that placed on the light touch device transfer the sensory informations from index finger to the microprocessor and proper feedback was produced.

Results: The results showed significant differences after using light touch in anterior cruciate ligament deficiency patients in compared with control group in these directions : medial (P=0.001), posterior (p=0.001), lateral (P=0.001), anterolateral (P=0.001), Posterolateral (P=0.001) and posteromedial (P=0.001). There was also significant differences between the patients and healthy controls in posterior (P=0.005), lateral (P=0.004) and medial (P=0.003) directions.

Conclusion: Based on these results, we suggest that the reduction in dynamic test in patients with anterior cruciate ligament deficiency would be due to the reduction of sensory information provided by this ligament, but when sensory information is enhanced dynamic performance improves. The results have implications for new ways to improve stability in these patients.

Key Words: anterior cruciate ligament deficiency, dynamic balance, additional sensory informations.

Cite this article as: Elham BagheriYekta, Sedigheh-Sadat Naimi, Farshad Okhovatina³, Abbas Rahimi, Seyyed Masoud Mosavi, Fatemeh Majidi-Rad. A comparison of additional sensory inputs on dynamic balance between men with chronic anterior cruciate ligament injury and healthy subjects. J Rehab Med. 2015; 4(3): 1-9.

مقایسه تاثیر ورودی حسی افزوده بر تعادل پویا در مردان دچار آسیب مزمن لیگامان متقاطع قدامی و سالم

الهام باقری یکتا^۱، صدیقه سادات نعیمی^{۲*}، فرشاد اخوتیان^۳، عباس رحیمی^۴، سید مسعود موسوی اهرنجانی^۵، فاطمه مجیدی راد^۴

۱. کمیته پژوهشی دانشجویی، کارشناس ارشد فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. استادیار گروه فیزیوتراپی دانشکده علوم توانبخشی، مرکز تحقیقات فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳. استاد گروه فیزیوتراپی دانشکده علوم توانبخشی، مرکز تحقیقات فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴. کارشناس ارشد برق الکترونیک دانشکده فنی دانشگاه تهران
۵. کارشناس ارشد فیزیوتراپی دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

چکیده

مقدمه و اهداف

آسیب به لیگامان متقاطع قدامی معمولترین آسیب زانو است که باعث کاهش تعادل افراد می شود. هدف از این مطالعه بررسی این مساله بود که آیا ورودیهای حسی افزوده می توانند باعث بهبود تعادل دینامیک در بیماران با آسیب لیگامان در مقایسه با افراد سالم شوند؟

مواد و روش ها

۱۵ مرد جوان با آسیب یکطرفه لیگامان متقاطع قدامی (میانگین سنی $28/9 \pm 4/7$) و ۱۵ مرد سالم (میانگین سنی $26/1 \pm 3/8$) در این مطالعه شرکت کردند. شرکت کنندگان در دو مرحله وضعیت بدون استفاده از ورودی حسی و با استفاده از ورودی های افزوده آزمون star excursion را انجام می دادند. حسگر قرار داده شده بر روی بدنه دستگاه اطلاعات حاصل از لمس سطحی انگشت سیابه را به ریزپردازنده منتقل می کرد و در نهایت فیدبک مناسب بینایی و شنوایی صادر می شد.

یافته ها

نتایج نشان دهنده تفاوت معنادار بین افراد آسیب دیده و افراد سالم حین استفاده از ورودی حسی برای حرکت اندام در جهات خلفی ($P=0/001$)، داخلی ($P=0/001$)، قدامی خارجی ($P=0/001$)، خلفی خارجی ($P=0/001$)، و خلفی داخلی ($P=0/001$) بود.

نتیجه گیری

بر مبنای یافته های فوق می توانیم عنوان کنیم کاهش نتایج آزمون در گروه بیماران که بعلت کنترل وضعیتی ضعیف است می تواند مربوط به کاهش اطلاعات حسی تامین شده بوسیله لیگامان متقاطع قدامی (Anterior Cruciate Ligament) باشد، اما هنگامیکه اطلاعات حسی تقویت می شوند عملکرد دینامیک بیماران بهبود می یابد. در افراد سالم نیز استفاده از لمس سبک به علت افزایش دقت حس سوماتوسنسوری به بهبود عملکرد فرد منتهی می شود. پس این یافته ها می توانند راههای جدیدی را برای بررسی بهبود ثبات در بیماران دچار آسیب مزمن لیگامان متقاطع قدامی فراهم کنند.

واژه های کلیدی

آسیب لیگامان متقاطع قدامی زانو، تعادل دینامیک، ورودی حسی افزوده

پذیرش مقاله ۱۳۹۴/۴/۱ *

* دریافت مقاله ۱۳۹۳/۱۰/۳

نویسنده مسئول: صدیقه سادات نعیمی، تهران، میدان امام حسین(ع)، خیابان دماوند، روبروی بیمارستان بوعلی، دانشکده علوم توانبخشی

دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

آدرس الکترونیکی: naimi.se@sbmu.ac.ir

مقدمه و اهداف

لیگامان متقاطع قدامی زانو به عنوان یک جزء حیاتی در حفظ ثبات ایستا و پویای زانو مطرح است. نقش این لیگامان جلوگیری از جابجایی به سمت جلوی استخوان ساق در ارتباط با استخوان ران است [۲۹]. آسیب به لیگامان متقاطع قدامی می تواند باعث تغییر در عملکرد زانو در فعالیتهای ورزشی و ایجاد اثرات نامطلوب بر سلامت و کیفیت زندگی فرد شود [۳]. اگر این آسیب به مدت طولانی باقی بماند معمولاً باعث می شود تا افراد زانوهای بی ثباتی داشته باشند که غالباً منجر به آسیب پروپریوسپشن می شود. پروپریوسپشن تاثیر تکانه های عصبی آوران از عضلات، تاندونها و مفاصل است که رفلکسها را کنترل می کند و روی طبیعی بودن قوام عضلات تاثیر دارد. پس واژه پروپریوسپشن می تواند شامل تداخلات بین مسیرهای آوران و وایران سیستم سوماتوسنسوری باشد. نرمال شدن پارامترهای ساختاری و بیومکانیکی این لیگامان بعد از آسیب همیشه به طور کامل صورت نمی گیرد پس به نظر می رسد عوامل دیگری نظیر روندهای کنترل عصبی عضلانی ممکن است در این مساله نقش داشته باشد [۴]. اما در مورد زمان کلی بهبودی پروپریوسپشن بعد از آسیب بحثهای زیادی وجود دارد حتی در بعضی مقالات گفته شده بعد از آسیب لیگامان متقاطع قدامی روند پلاستی سیتی در مغز شروع می شود که این مساله به معنی توانایی مغز برای القای هرگونه تغییرات در ویژگیهای مورفولوژیکی یا عملکردی می باشد [۵]. از طرفی لمس سبک فاکتور موثری در وضعیتهای دشوار می باشد. استفاده از لمس سبک هنگامیکه تکیه گاه بدن حرکت می کند می تواند مفید باشد. تماس انگشت با چیزهای باثبات باعث مهار ورودی های حسی مرتبط با اندام تحتانی می شود و در نتیجه نوسانات بدن حین حرکات داینامیک را جبران می کنند [۶].

در مطالعه ای که در سال ۲۰۱۱ توسط Dhillon MS و همکارانش انجام شد محققان بیان کردند آسیب لیگامان متقاطع قدامی نه فقط باعث بی ثباتی مکانیکی زانو می شود بلکه منجر به نقایص عملکرد به شکل از بین رفتن پروپریوسپشن خواهد شد. بررسیها نشان می دهند تفاوتی قابل توجهی بین پروپریوسپشن زانوهای سالم و آسیب دیده و حتی بین زانوی آسیب دیده و زانوی جراحی شده وجود دارد [۷]. با توجه به مطالعه Georgoulis AD و همکاران در سال ۲۰۱۰ به نظر می رسد به حداقل رساندن عوارض ناشی از آسیب لیگامان متقاطع قدامی پروسه ای زمانبر و بسیار گسترده است که نیاز به توجه همه جانبه به ساختارهای داخل و اطراف زانو دارد [۸]. در مطالعه ای که در سال ۲۰۰۹ توسط Herrington et al برای مقایسه بین آزمون تعادل star excursion انجام شد تفاوت معنی داری بین گروه کنترل و افراد دچار نقص این لیگامان در جهت های قدامی، خارجی، خلفی داخلی و داخلی وجود داشت. همچنین تفاوت معنی داری بین پاهای گروه کنترل و پای آسیب ندیده گروه بیمار در جهت های داخلی و خارجی وجود داشت [۹]. N. Philips et al در سال ۲۰۰۸ اینطور بیان می کنند که بیماران دچار این آسیب هنگامیکه نیاز به ایست و حفظ تعادل در پای ناسالم دارند سرعتهای پایینتر دویدن و مسافتهای کوتاهتر پرش را انتخاب می کنند تا با ثبات بیشتری فرود بیابند. آنها همچنین توانایی ضعیفتری برای حفظ گام خود بعد از کاهش شتاب ناشی از فرود آمدن داشتند [۱۰]. در مطالعه ای که John J Jeka در سال ۱۹۹۷ در مورد تحقیقات انجام شده مبنی بر تاثیرات تماس سبک دست با اشیاء موجود در محیط در دستیابی به تعادل انجام داد، از شیوه ای صحبت شد که افراد سالم تحت مطالعه در وضعیت Semi-Tandem بر روی صفحه نیرو (Force Plate) قرار می گرفتند. سپس انگشت اشاره دست راست خود را روی یک صفحه حس گر قرار می دادند. در این راستا سه حالت بدون تماس، تماس سبک و تماس زیاد تعریف گردید. این حالات در دو وضعیت با چشم باز و با چشم بسته مورد بررسی واقع شد. نتایج تحلیل حاصله بیانگر آن بود که تماس سبک تغییرات چشمگیری در کسب تعادل دارد بگونه ای که حتی در حذف حس بینایی نیز این میزان بسیار قابل ملاحظه می باشد [۱۱].

همانطور که در مطالعات متعدد مشخص شده استفاده از تستهای بررسی وضعیت بیمار در حالت پویا مزایای بیشتری بر ارزیابی بیمار دچار پارگی لیگامان متقاطع قدامی در حالت ایستا دارند، چون با استفاده از این تستها نه تنها می توانیم میزان بهبودی بیمار را ارزیابی کنیم، بلکه می توان برنامه توانبخشی را نیز به شکل کاربردی تری برای بیمار طرح ریزی کرد که به فعالیتهای عمومی وی نزدیکتر باشد [۱۲، ۱۳]. بعلاوه، اگر این نتیجه حاصل شود که استفاده از لمس سبک به همراه انجام حرکات پویا می تواند به بهبود پروپریوسپشن و تعادل بهتر بیمار منجر شود، می توانیم کیفیت برنامه های توانبخشی را به سادگی و با استفاده از داخل کردن عامل لمس سبک به همراه انجام فعالیتهای پویا بهبود بخشیم. بنابراین در این تحقیق در نظر داریم تاثیر استفاده از لمس سبک را در تعادل داینامیک بیماران با آسیب مزمن لیگامان متقاطع قدامی و افراد سالم مورد سنجش و مقایسه قرار دهیم.

با در نظر گرفتن دو موضوع فوق جای پژوهشی که در آن کنترل وضعیتی پویا و ورودی حسی اضافه به طور همزمان اندازه گیری شوند خالی است. پس باید مطالعه ای طراحی کنیم که در آن بعلاوه استفاده از تست star excursion (که تکرار پذیری و اعتبار آن در مقالات جداگانه اثبات شده است [۱۳، ۱۴]) ورودی حسی را نیز اضافه کرده و بررسی کنیم که آیا اولا اضافه کردن ورودی حسی می تواند کمکی به بهبود

کنترل وضعیتی پویا داشته باشد؟ و از این طریق بتوانیم به طراحی برنامه مناسب توانبخشی که دربرگیرنده جنبه عملکردی تمرینات است دست پیدا کنیم.

مواد و روش ها

این مطالعه بر روی افرادی که بعلت بروز ضایعه در لیگامان متقاطع قدامی جهت انجام فیزیوتراپی به مراکز فیزیوتراپی واقع در بیمارستان عرفان تهران و مرکز فیزیوتراپی فدراسیون پزشکی ورزشی مراجعه نموده بودند و همینطور بر روی افراد سالم انجام شد. افراد مورد مطالعه عبارت بودند از ۱۵ نفر (مرد) در رده سنی ۲۰ الی ۴۰ سال با پارگی کامل لیگامان متقاطع قدامی با یا بدون آسیب منیسک و ۱۵ نفر (مرد) بدون هیچگونه اختلال عصبی-اسکلتی-عضلانی و نیز بدون سابقه جراحی. معیارهای ورود نمونه ها به مطالعه عبارت بودند از (۱) زمانی که از آسیب اولیه می گذشت باید بین حداقل ۵ ماه و حداکثر ۲ سال بود (۲) زانوی آسیب دیده نباید تحت عمل جراحی قرار گرفته بود (۳) آسیب باید توسط MRI و تستهای کلینیکی بی ثباتی زانو تأیید می شد (۴) درد نباید بیشتر از درجه ۲ بر مبنای ارزیابی VAS در هنگام ارزیابی می بود (۵) هیچگونه آسیبی که باعث درگیری پای مقابل، گردن یا پشت شده باشد نباید وجود می داشت (۶) عدم وجود آسیب در مفصل مچ پا، ankle sprain و مفصل ران در هر دو پا و (۷) همچنین افراد باید توانایی ۳۰ ثانیه ایستادن روی پای مورد آزمون را داشتند. در نمونه های بیمار اندام آسیب دیده اندام غالب فرد بود و در نمونه های سالم نیز اندام غالب مورد آزمایش قرار گرفت.

از مقیاس آسیب دیدگی و استوآرتروز زانو برای ارزیابی عملکرد زانو حین حرکات سنگین زانو طی هفته گذشته قبل از انجام آزمون، استفاده شد. این آزمون شامل ۵ مقیاس است که در محدوده نمره ۱۰۰-۰ قرار می گیرند. امتیازهای بالاتر نشاندهنده مشکلات کمتر زانو می باشد (۰ نشاندهنده ناتوانی شدید و ۱۰۰ نشاندهنده این است که هیچ ناتوانی ای وجود ندارد). بررسی تکرار پذیری و اعتبار نسخه فارسی KOOS در بیماران آسیب لیگامان انجام شده است که مقدار آن بالاتر از ۰/۷ می باشد [۱۵].

نمونه های سالم نیز ۱۵ نفر بودند بصورت نمونه گیری تصادفی ساده از بین دانشجویان پسر دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین انتخاب شدند و تحت معاینه کلی جهت تعیین صحت سلامت جسمی قرار گرفتند. آنها بر اساس سن، قد، مقیاس توده بدنی و همچنین سطح فعالیت با نمونه های بیمار همسان سازی شدند. بیماران و نمونه های سالم شرکت کننده پیش از ورود به آزمون پرسشنامه شرکت در طرح را پر می کردند و در صورتیکه سابقه شناخته شده ای از بیماریهای مربوط به سیستم بینایی، وستیبولار یا نورولوژیک داشتند از شرکت در آزمون خارج می شدند. همچنین از مقیاس فعالیت tegner برای ارزیابی سطح فعالیت افراد مورد مطالعه پیش از آسیب استفاده شد. این مقیاس بر مبنای سطوح مختلف فعالیت های ورزشی (فوتبال، والیبال و ...) و فعالیت های شغلی از سبک تا سنگین می باشد. این مقیاس ۱۰ مورد دارد و امتیازات بین ۰ تا ۱۰ قرار می گیرد که امتیازات بالاتر نشاندهنده سطوح بالاتر فعالیت هستند. مقیاس فعالیت tegner مقیاس پذیرفته شده ای در بیماران با آسیب لیگامان متقاطع قدامی است و میزان ICC آن ۰/۷۷ می باشد [۱۶].

جدول ۱: آمار توصیفی مشخصات نمونه ها

وضعیت	وزن	سن	طول پا	قد
بیمار	۷۶/۰۹	۲۸/۹۲	۸۷/۶۹	۱۷۶/۲
	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
	۶/۲۶۸	۴/۷۱۶	۳/۹۶۶	۵/۸۰۵
	۳۹/۲۹۱	۲۲/۲۴۴	۱۵/۷۳۱	۳۳/۶۹۲
	۶۷	۲۰	۸۱	۱۶۵
	۸۸	۳۸	۹۳	۱۸۲
سالم	۷۵/۷۲	۲۶/۱۸	۸۶/۹۱	۱۷۳/۲
	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
	۵/۶۷۶	۳/۸۹۴	۲/۷۳۷	۵/۰۴۲
	۳۲/۲۱۸	۱۵/۱۶۴	۷/۴۹۱	۲۵/۴۱۸
	۶۸	۲۲	۸۰	۱۶۱
	۸۵	۳۲	۹۰	۱۷۸

دستگاه سنجش میزان لمس سطحی: برای انجام این پژوهش نیاز به طراحی و ساخت دستگاهی داشتیم که بتواند با دقت بالا میزان استفاده بیمار از لمس سطحی را در بازه مناسب کنترل کند و در صورت بیشتر شدن این میزان فیدبک بینایی و شنوایی لازم را صادر نماید. در این دستگاه از حسگرهای خاصی استفاده می شد که می توانستند میزان نیروی وارده توسط انگشت اشاره بیمار بر سطح صفحه دستگاه را با دقت بالایی تخمین بزنند.

در خلال مشاوره با مهندسین مرکز میکروالکترونیک ایران ، مشخص شده که هدف اصلی استفاده از این حسگرها ، تعیین میزان فشار وارده در دستگاههای حساس است. هدف ثانویه ، پی بردن به اطلاعاتی در مورد چگونگی استفاده بیماران دچار آسیب لیگامان متقاطع قدامی زانو از حس لمس در بهبود حس تعادل است. در نهایت این دستگاه با در نظر گرفتن استانداردهای لازم طراحی و ساخته شد. پس از آن به بررسی میزان تکرارپذیری دستگاه لمس سطحی پرداختیم که میزان آن $ICC = 0/87$ با سطح معنی داری شیب کمتر از $0/01$ بدست آمد و همبستگی بین دستگاه سنجش لمس سطحی و ترازوی دیجیتال نیز عدد $I = 0/92$ با سطح معنی دار شیب کمتر از $0/01$ حاصل شد.

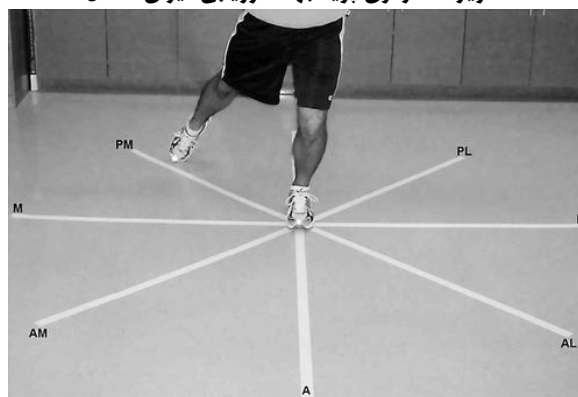
مراحل انجام آزمون : صفحه آزمون SEBT از هشت خط نواری شکل که بر روی زمین رسم می شوند تشکیل شده است . این هشت خط با استفاده از یک ماژیک مشکی رنگ غیرروایت برد و خط کش فلزی بر روی زمین رسم شد. این هشت خط از مرکز با زاویه 45° درجه به اطراف گسترده شده اند. پایی که آزمون باید روی آن انجام شود در مرکز صفحه آزمون ، یعنی محل تلاقی خطوط قرار می گرفت [9].

بررسی تکرارپذیری آزمون SEBT توسط Kinzey SJ و همکاران در سال ۱۹۹۸ انجام شده بود و تکرارپذیری آزمون ICC بین $0/67$ تا $0/78$ معین شده بود [۱۴]. پیش از برگزاری آزمون نیز تکرارپذیری مورد بررسی قرار گرفت به اینصورت که آزمون توسط یک نمونه پنج روز متوالی هر روز ۳ بار انجام شد. در نهایت تکرارپذیری عدد $0/72$ بدست آمد.

دستگاه میزان لمس سطحی نیز در سمت راست افراد در سطح تروکانتر بزرگ فمور راست (در حالت استاندارد قرار گرفتن عصا) قرار گرفت تا اولاً افراد مورد مطالعه از آن برای حفظ تعادل خود در وضعیت ایستاده استفاده کنند ، ثانیاً محققین قادر باشند تا میزان فشار وارده از طریق نوک انگشت اشاره دست را در حد کمتر از یک نیوتن (تقریباً معادل ۱۰۰ گرم) کنترل نمایند .

بعد از اینکه بیمار در موقعیت آزمون قرار گرفت از نظر حسی در دو وضعیت قرار می گیرد : وضعیت نرمال و وضعیت لمس سبک . در وضعیت نرمال فرد آزمون را بدون اضافه کردن هیچگونه اطلاعات حسی انجام می دهد . اما در وضعیت لمس سبک دستگاه در همان جهتی که فرد میخواهد آزمون را انجام دهد در جلوی بیمار قرار می گیرد و فرد با قرار دادن نوک انگشت اشاره بر روی دستگاه آزمون را انجام می دهد. سپس آزمون پویا به این شکل انجام می شد که افراد باید پای خود را در طول هر هشت خط هرچقدر که بتوانند با فاصله تر قرار دهند . حرکت پا به سمت خطوط به صورت تصادفی انجام می شد . افراد شرکت کننده آزمون را سه مرتبه برای هر هشت خط انجام می دادند و میانگین سه تلاش محاسبه می شد.

تصویر ۱ : آزمون پویا جهت ارزیابی میزان تعادل



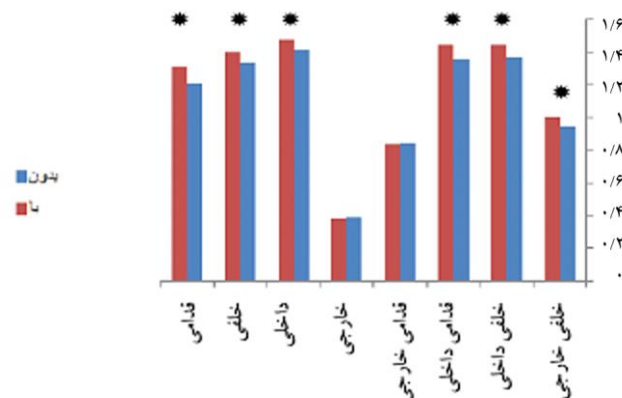
سپس در مرحله استفاده از لمس سبک دستگاه در موقعیت ذکر شده برای استفاده از لمس سطحی انگشت اشاره توسط فرد قرار می گرفت و فرد با استفاده از دستگاه آزمون را انجام می داد . نمونه ها تنها مجاز بودند به میزان ۱ نیوتن (تقریباً معادل ۱۰۰ گرم) از طریق انگشت اشاره دست به این حس گر نیرو وارد نمایند تا تعادل حاصله، جنبه بیومکانیکی پیدا نکند و صرفاً تحریکات حسی ناشی از لمس سبک به سیستم عصبی مرکزی مخابره شوند.

متغیرهای مستقل مورد بررسی در این مطالعه میزان جابجایی در جهات هشتگانه آزمون تعادل داینامیک star excursion بودند. از آنجاییکه طول پای افراد شرکت کننده بر میزان جابجایی آنها در مراحل انجام تست تاثیرگذار است پس ناگزیر بودیم دادها را نرمالیزه کنیم [۱۷]. در مرحله نرمالیزه شدن داده ها طول گامها را در هر تست به طول پای افراد تقسیم شد. نتایج آزمون (K-S (kolmogrov smirnov) نشان داد که تمامی داده ها از توزیع نرمال برخوردار هستند. و در نهایت در نرم افزار spss ۱۶ ستون جدید تشکیل شد که کلیه آنالیزها بر روی این ستونها انجام گرفت. سپس در مرحله انجام تستها از دو آزمون پارامتریک independent sample t-test که بین گروه بیمار و سالم انجام می شود و paired t-test که درون هر کدام از گروههای بیمار و سالم انجام می شود استفاده کردیم .

یافته ها

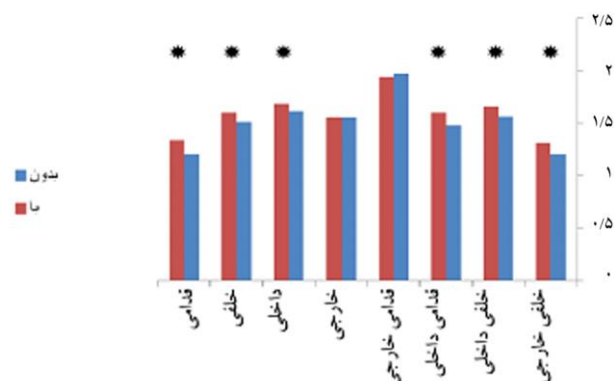
در نهایت یافته های آزمون به شرح زیر می باشند:

مقایسه میزان جابجایی در جهات هشتگانه تست تعادل داینامیک star excursion در افراد سالم با و بدون استفاده از ورودی حسی (مقایسه درون گروهی) نشان داد تفاوت معناداری بین استفاده کردن و استفاده نکردن از ورودی حسی در جهات قدامی، خلفی، داخلی، قدامی داخلی، خلفی خارجی و خلفی داخلی وجود دارد ($p=0/001$ برای جهات ذکر شده).



نمودار ۱ : مقایسه میزان جابجایی در گروه سالم با و بدون استفاده از ورودی حسی

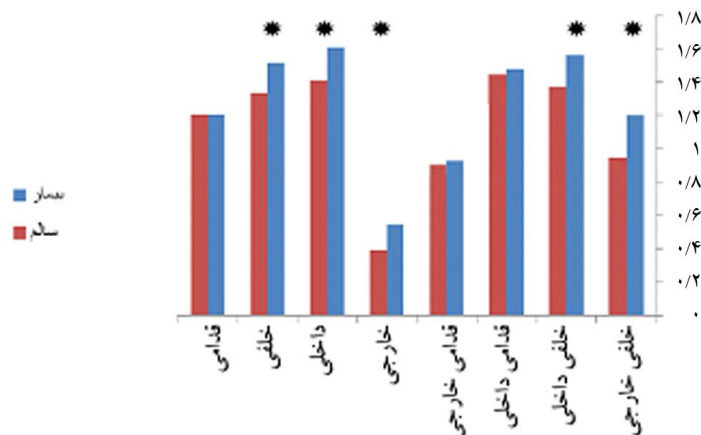
نتایج مشابهی در مقایسه میزان جابجایی در جهات هشتگانه تست تعادل داینامیک star excursion در افراد بیمار با و بدون استفاده از ورودی حسی (مقایسه درون گروهی) بدست آمد، بطوریکه تفاوت معناداری بین استفاده کردن و استفاده نکردن از ورودی حسی در جهات قدامی، خلفی، داخلی، قدامی داخلی، خلفی، داخلی، قدامی داخلی و خلفی خارجی وجود داشت ($p=0/001$ برای جهات ذکر شده).



نمودار ۲: مقایسه میزان جابجایی در گروه بیمار با و بدون استفاده از ورودی حسی

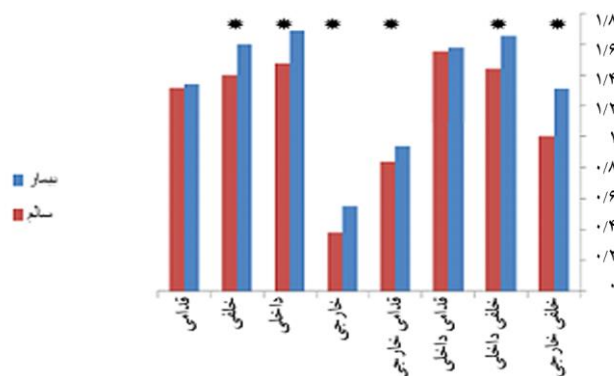
همچنین از مقایسه میزان جابجایی در جهات هشتگانه تست تعادل داینامیک star excursion بین افراد سالم و بیمار بدون افزودن ورودی حسی (مقایسه برون گروهی) نیز مشخص شد بین میزان جابجایی در جهات خلفی ($p=0/01$)، خارجی ($p=0/002$)، داخلی ($p=0/007$)، خلفی

خارجی ($p=0/02$) و خلفی داخلی ($p=0/001$) تفاوت معناداری بین افراد سالم و بیماران وجود دارد در حالیکه در جهات قدامی، قدامی داخلی و قدامی خارجی بین بیماران و افراد گروه سالم تفاوت آماری معناداری دیده نمی شود.



نمودار ۳: مقایسه میزان جابجایی بین دو گروه بدون افزودن ورودی حسی

در مقایسه میزان جابجایی در جهات هشتگانه تست تعادل داینامیک star excursion بین افراد سالم و بیمار با افزودن ورودی حسی (مقایسه برون گروهی) دریافتیم بین میزان جابجایی در جهات خلفی ($p=0/005$)، خارجی ($p=0/003$)، داخلی ($p=0/004$)، قدامی خارجی ($p=0/02$)، خلفی خارجی ($p=0/001$) و خلفی داخلی ($p=0/01$) بین دو گروه تفاوت معناداری وجود دارد. در حالیکه در جهات قدامی و قدامی داخلی این تفاوت معنادار نیست.



نمودار ۴: مقایسه میزان جابجایی بین دو گروه با استفاده از ورودی حسی

بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد تفاوت معناداری بین استفاده کردن و استفاده نکردن از ورودی حسی در تمامی جهات به جز جهات خارجی و قدامی-خارجی در بیماران و افراد سالم وجود دارد. در واقع نتایج آزمون اینطور مشخص می کنند که بیماران و افراد سالم با استفاده از ورودیهای حسی نتایج بهتری در آزمون کسب کردند.

این نتایج با نتایج مطالعه ای که توسط Bonfim و همکاران در سال ۲۰۰۸ انجام شده بود که در آن از ورودیهای افزوده حسی برای بررسی میزان نوسان بدن در بیماران با آسیب لیگامان متقاطع قدامی انجام شده بود سازگاری داشت^[۱۲]. همچنین در مطالعاتی که بر روی افراد نرمال^[۱۸] و افرادی که نقص سیستم حسی داشتند^[۱۹] نیز همین بهبود عملکرد با استفاده از لمس سبک مشاهده شد. نتایج مطالعه ما همچنین می تواند ارائه دهنده شواهدی باشد که پوسچرال کنترل در بیماران با استفاده از یک ورودی حسی خارجی که توسط یک سطح باثبات فراهم می شود بهبود می یابد.

در مطالعه حاضر پس از استفاده از لمس سطحی نتایج حاصل از آزمون در دو جهت خارجی و قدامی-خارجی معنا دار نبود. Jeka JJ و همکاران در سال ۱۹۹۷ نشان دادند لمس سبک فاکتور موثری در وضعیتهای دشوار می باشد و استفاده از لمس سبک هنگامیکه مرکز ثقل بدن در جهت حرکت بدن حرکت می کند می تواند مفید باشد^[۱۱]. اما در هنگام انجام آزمون star excursion وقتی فرد در جهت خارجی و قدامی-خارجی حرکت می کند مرکز ثقل بدن در خلاف جهت حرکت بدن حرکت می کند پس در نتیجه می توان انتظار داشت استفاده از لمس سطحی به بدتر شدن جابجایی در جهات خارجی و قدامی-خارجی منجر شود.

در مطالعه حاضر برخلاف مطالعه Herrington در انجام تست در جهت قدامی بین بیماران و افراد سالم اختلاف معنا داری وجود نداشت. در مطالعات انجام شده توسط Urbach در سال ۱۹۹۹ و konishi در سال ۲۰۰۳ نقص قابل توجهی در عملکرد عضله کوادری سپس در بیماران با لیگامان آسیب دیده پیدا شد. برطبق استدلال آنها اگر مهار کوادری سپس که متعاقب آسیب لیگامان متقاطع قدامی اتفاق می افتد وجود داشته باشد می توان انتظار داشت که این مهار باعث شود عملکرد فرد هنگام حرکت به سمت جلو مختل شود^[۲۰].

اگرچه مطالعه ای که در آن فعالیت الکترومیوگرافی عضلات حین انجام آزمون Star excursion مورد بررسی قرار گرفته باشد موجود نیست اما در یک مطالعه که توسط Roberts و همکاران در سال ۱۹۹۹ انجام شد گشتاور داخلی فلکشن زانو، کاهش گشتاور داخلی اکستنشن زانو و یا حتی کاهش در دیوریشن الکترومیوگرافی عضله کوادری سپس در بیماران آسیب دیده مشاهده نشد و محققان آن مطالعه در نهایت به این نتیجه رسیدند که مهار عضله کوادری سپس در پاسخ به آسیب لیگامان آنقدر که تصور می شد معمول نیست^[۲۱]. و از آنجاییکه نمونه های مورد بررسی در مطالعه حاضر همگی ورزشکار بوده و به فعالیت عادی برگشته بودند در نتیجه در جهت قدامی تفاوت معنی داری بین نمونه های سالم و نمونه های آسیب دیده موجود نمی باشد.

از طرف دیگر مکانیسمهای تطابقی زیادی در افراد آسیب دیده وارد عمل می شود تا به برگشت عملکرد قبلی افراد کمک کند. یکی از این مکانیسمها که در مطالعه Steele و همکاران در سال ۱۹۹۹ مورد بررسی قرار گرفت فعالیت تاخیری عضله همسترینگ در فاز کاهش شتاب و فرود آمدن بود که این تاخیر همسترینگ باعث می شود حداکثر فعالیت عضله همسترینگ همزمانی بیشتری با فاز Initial contact داشته باشد که باعث کاهش فشار و حرکت تیبیا به سمت عقب می شود تا بیمار بتواند با حداکثر ثبات عضلانی ممکنه حرکت را انجام دهد^[۲۲]. پس همانطور که مشاهده می کنیم تطابقات زیادی جهت عادی سازی عملکرد در بیماران ایجاد می شود.

همانطور که در تجزیه و تحلیل آماری داده ها بیان گردید بیماران و افراد سالم با افزودن ورودی حسی نیز نتایج بهتری در آزمون تعادل دینامیک کسب کردند. پس ممکن است این پرسش به ذهن برسد که چرا پس از استفاده از ورودی حسی نیز این تفاوت ها بین بیماران و افراد سالم به قوت خود باقی مانده است؟

از آنجائیکه عوامل بسیار زیادی در بیماران تغییر می کند که برخی از این عوامل شامل پروپریوسپشن، قدرت عضله کوادری سپس، پتانسیلهای برانگیخته سوماتوسنسوری، پاسخ عضلات در طول گیت در حالت های مختلف سرعت و شیب های مختلف راه رفتن، الگوهای عصبی-عضلانی و ... می باشند، پس نمی توان گفت فقط با تسهیلی که از طریق اعمال لمس سبک در بیماران ایجاد می شود می توان تفاوت قابل توجه در کنترل وضعیتی بیماران و افراد سالم را جبران کرد. پس اینکه حتی با استفاده از لمس سبک نیز تفاوت های بین نتایج تست در بیماران و افراد سالم به جای خود باقی بماند منطقی به نظر می رسد.

در نهایت، یافته هایی که از اطلاعات حسی و تاثیرات آنها بر ثبات وضعیتی در بیماران با آسیب لیگامان متقاطع قدامی بدست آمده ممکن است بتواند کاربردهایی در توانبخشی و تداخلات آن داشته باشد. از آنجائیکه یافته های مطالعات متعدد نشان می دهند استفاده از اطلاعات حسی افزوده منجر به بهبود عملکرد موتور در این افراد می شود پس بیماران با آسیب این لیگامان می توانند از مزایای استفاده از ورودیهای حسی افزوده برخوردار شوند.

پس افرادی که به هر نحوی از نقص اطلاعات حسی برخوردار هستند و از جمله بیماران دچار آسیب لیگامان متقاطع قدامی می توانند از این مساله استفاده کنند. بنابراین در اجرای هر فعالیت حرکتی اطلاعات حسی افزوده می تواند در پیچه ای بوجود آورد که بین اطلاعات حسی و فعالیت موتور ارتباط موثری برقرار شود.

منابع

1. M. Solomonov, (2006). Sensory-motor control of ligaments and associated neuromuscular disorders. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2006; 16:549-567
2. William Micheo MD, 2010. Evaluation, Management, Rehabilitation, and Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injury: Current Concepts. PM&R. 2010; 2(10) : 935-94

3. Negahban H, Hadian MR, Salavati M, Mazaheri M, Talebian S, Jafari AH, Parnianpour M, The effect of dual tasking on postural control in people with unilateral anterior cruciate ligament injury. *Gait Posture* . 2009 ; 30(5) : 477-481
4. Angoules AG, Mavrogenis AF, Dimitriou R, Karzis K, Drakoulakis E, Michos J, Papagelopoulos PJ, Knee proprioception following ACL reconstruction; a prospective trial comparing hamstrings with bone-patellar tendon-bone autograft. *Knee*. 2011;18(2):76-82
5. Kapreli E, Athanasopoulos S , The anterior cruciate ligament deficiency as a model of brain plasticity .*Medical Hypotheses*.2006 ; 67(4):645-650
6. Bazrafshan AR, Okhovatian F, Naeemi S, Ghorbani M, The effect of finger tip contact on the electromyography activity of ankle muscles. *Pak J Med Sci*. 2010 ; 26 (4) : 864-866
7. Dhillon MS, Bali K, Prabhakar S, Proprioception in ACLD knees and its relevance in anterior cruciate ligament reconstruction : *Indian J Orthop*. 2011; 45(4): 294-300
8. .Georgoulis AD, Ristanis S, Moraiti CO, Paschos N, Zampeli F, Xergia S, Georgiou S, Patras K, Vasiliadis HS, Mitsionis G, ACL injury and reconstruction: Clinical related in vivo biomechanics. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 2010; 96(5) :119-S128
9. Herrington L, Hatcher J, Hatcher A, McNicholas M, A comparison of Star Excursion Balance Test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls . *The Knee* . 2009; 16(7):149-152
10. Phillips N, van Deursen RW , Landing stability in anterior cruciate ligament deficient versus healthy individuals: A motor control approach. *Physical Therapy in Sport*.2008 ; 9 :193-201
11. Jeka JJ, Light touch contact as a balance aid. *Physicsl Therspy*. 1997 ; 77(5):476-487
12. Bonfim TR, Grossi DB, Paccola CA, Barela JA, Proprioceptive and behavior impairments in individuals with anterior cruciate ligament reconstructed knees. *Arch Phys Med Rehab*.2003; 84(6) :1217-23
13. Phillip A, Gribble and Jay Hertel ,Considerations for normalizing measures of the star excursion balance test. *Measurement in Physical Education and Exercise science*.2003; 7 : 89-97
14. Kinzey SJ, Armstrong CW, The reliability of the star excursion test in assessing dynamic balance. *J Orthop Sports Phys Ther*.1998 ; 27(5) :356-60
15. Salavati M, Mazaheri M, Negahban H, Sohani SM, Ebrahimian MR, Ebrahimi I, Kazemnejad A, Salavati M, Validation of a persian-version of knee injury and osteoarthritis outcome scores(KOOS) in iranians with knee injuries. *Osteoarthritis Cartilage* . 2008;16(2):1178-82
16. Briggs KK, Kocher MS, Rodkey WG, Steadman JR. Reliability , validity and responsiveness of the lysholm knee score and tegner activity scale for patients with meniscal injury of the knee . *J bone joint surg Am*. 2006 ;88(5) :698-705
17. Callaghan MJ, McKie S, Richardson P, Oldham JA, The effects of patellar tapping on knee joint proprioception. *Phys Ther*. 2012; 92(6):821-30
18. .Clapp S, Wing AM, Light touch contribution to balance in normal bipedal stance. *Exp Brain Res*.1999; 125(7):521-524
19. Lackner JR, DiZio P, Jeka J, Horak F, Krebs D, Rabin E, Precision contact of the fingertip reduces postural sway of individuals with bilateral vestibular loss. *Exp Brain Res* . 1999; 126(4):459-466
20. Urbach D, Nebelung W, Weiler HT, Awiszus F, Bilateral deficit of voluntary quadriceps muscle activation after unilateral ACL tear. *Med Sci Sports Exerc*.1999; 31(5):1691-6
21. Roberts D, Fridén T, Zätterström R, Lindstrand A, Moritz U, Proprioception in people with anterior cruciate ligament knees : comparison of symptomatic and asymptomatic patients . *J Orthop Sports Phys Ther* .1999; 10(7):587-94
22. Steele JR, Brown JM, Effects of chronic anterior cruciate ligament deficiency on muscle activation patterns during an abrupt deceleration task. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1999;14(5):247-57