

تأثیر افزودن اطلاعات حسی بر روی تعادل دینامیک در بیماران پس از جراحی بازسازی لیگامان صلیبی قدامی در مقایسه با افراد سالم

غزال هاشمی زوز^۱، دکتر بهروز عطارباشی مقدم^۲، دکتر علی امیری^۳، دکتر علی اشرف جمشیدی^۲، دکتر نسترن قطبی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیوتراپی ورزشی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران

۲- استادیار، گروه آموزشی فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۳- استادیار، گروه آموزشی فیزیوتراپی، عضو قطب علمی فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران

چکیده

زمینه و هدف: لیگامان صلیبی قدامی دارای عملکرد فیزیکی و حسی می‌باشد. از آنجا که انواع حس‌های سوماتوسنسوری ارسال شده از (Anterior Cruciate Ligament: ACL) مانند لمس، فشار و حس عمقی از مسیرهای مشابهی به سمت سیستم عصبی مرکزی طی مسیر می‌کنند؛ انتظار می‌رود اطلاعات حسی افزوده، منجر به افزایش تعادل افراد پس از جراحی بازسازی این لیگامان گردد. در این مطالعه تأثیر ورودی حسی افزوده و افزایش ورودی‌های ارسال شده توسط ACL با استفاده از گیرنده‌های مربوط به حس لمس اعمال شده توسط بستن کاف در قسمت تحتانی ران افراد شرکت کننده، بر روی تعادل دینامیک افراد پس از جراحی بازسازی ACL مورد سنجش قرار گرفت. هدف این مطالعه بررسی تأثیر اطلاعات حسی لمس، در تعادل دینامیک افراد پس از جراحی بازسازی ACL در مقایسه با افراد سالم می‌باشد.

روش بررسی: ۳۲ مرد ۱۸-۳۵ سال (۱۶ مرد با جراحی بازسازی ACL و ۱۶ مرد سالم)، به‌طور تصادفی انتخاب شدند. تمامی شرکت کنندگان حین انجام آزمون‌های عملکردی: Star Excursion Balance Test: SEBT و Cross Over Hop for Distance: COH اطلاعات حسی لمس را دریافت کردند. نمره‌های آزمون‌های عملکردی قبل و پس از اعمال اطلاعات حسی در افراد پس از جراحی بازسازی ACL و گروه شاهد اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: اطلاعات حسی افزوده عملکرد کاربرد بیماران را پس از جراحی بازسازی ACL ارتقاء بخشید. اختلاف آماری معناداری پس از اعمال لمس در نتایج آزمون COH در افراد دیده شد. $p=0/000$. به‌علاوه پس از اعمال لمس، پیشرفت معناداری در جهات: داخلی $P=0/005$ و خلفی داخلی $P=0/034$ در آزمون SEBT در پای درگیر گروه ACLR ایجاد شد.

نتیجه‌گیری: اطلاعات حسی افزوده، موجب پیشرفت تعادل دینامیک در افراد پس از جراحی بازسازی ACL می‌گردد. یافته‌های مطالعه حاضر استفاده از اطلاعات حسی افزوده را به‌عنوان روشی جدید جهت افزایش تعادل دینامیک تأیید می‌کند.

کلیدواژه‌ها: لیگامان صلیبی قدامی، تعادل دینامیک، اطلاعات حسی

(ارسال مقاله ۱۳۹۲/۱۲/۸، پذیرش مقاله ۱۳۹۳/۲/۳۱)

نویسنده مسئول: تهران، خیابان انقلاب، بالاتر از پیچ شمیران، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

Email: attarbashi@tums.ac.ir

مقدمه

تعادل سیستم عصبی عضلانی می‌شود که منجر به برهم خوردن کنترل پوسچر در هر دو پای افراد آسیب‌دیده می‌گردد (۱)، (۶-۹). کنترل پوسچر و تعادل نیازمند درک حسی حرکات بدن، ارسال اطلاعات حسی حرکتی به سیستم عصبی مرکزی و پاسخ حرکتی مناسب می‌باشد (۱۰). درک موقعیت فضایی بدن توسط جمع‌آوری اطلاعات سوماتوسنسوری و سایر حس‌ها صورت می‌گیرد. سیستم سوماتوسنسوری شامل: حس عمقی و حس Tactile (حس Tactile شامل: حس لمس، فشار و حس‌های پیچیده‌تری مانند ویبراسیون) می‌باشد.

فیزیوتراپی مناسب بیماران پس از جراحی، بسیار حائز اهمیت بوده و به اندازه تکنیک‌های جراحی مهم می‌باشد (۱۱)، (۱۲). اکثر روش‌های فیزیوتراپی پس از جراحی با تأکید بر بهبود کنترل عصبی عضلانی از طریق کسب توانایی‌های مربوط به

آسیب Anterior Cruciate Ligament: ACL بیشترین میزان شیوع آسیب را در میان لیگامان‌ها داراست، به‌طوری‌که ۵۰٪ از تمام آسیب‌های لیگامانی را شامل می‌شود (۱). آسیب ACL منجر به تغییرات ساختاری و عملکردی پیشرونده، نقص حس عمقی و تعادل و در نتیجه تخریب برنامه حرکتی، کاهش قدرت عضلانی و تغییرات بیومکانیکی می‌شود؛ تا جایی که ممکن است، زندگی روزمره فرد را تحت تأثیر قرار دهد (۵-۱). درمان‌های متفاوتی برای این آسیب وجود دارد اما درمان اصلی جراحی بازسازی ACL می‌باشد.

جراحی بازسازی ACL ثبات مکانیکال مفصل را بهبود می‌بخشد، ولی معمولاً بازگشت عملکرد زانو پس از جراحی رضایت‌بخش نیست (۱). جراحی ACL موجب کاهش فیدبک مکانورسپتورها، کاهش انقباض رفلکسی عضلات و برهم خوردن

روش بررسی

در این پژوهش مقطعی موردی شاهدی ۱۶ مرد داوطلب با جراحی بازسازی ACL به ترتیب با میانگین و انحراف معیار قد ($1/81 \pm 0/05$) متر، وزن ($81/31 \pm 11/04$) کیلوگرم و شاخص توده بدنی ($24/96 \pm 3/33$) کیلوگرم بر مترمربع شرکت داشتند. همچنین ۱۶ مرد سالم به ترتیب با میانگین و انحراف معیار قد ($1/77 \pm 0/06$) متر، وزن ($80/88 \pm 10/68$) کیلوگرم و شاخص توده بدنی ($25/79 \pm 3/63$) کیلوگرم بر مترمربع نیز شرکت داشتند. معیارهای لازم برای ورود به مطالعه عبارت بودند از سن ۱۸-۳۵ سال، BMI بین ۲۰ تا ۲۵، محدوده مدت زمان پس از جراحی بین چهار ماه تا دو سال و انجام جراحی بازسازی در یک اندام. داوطلبان در صورت داشتن سابقه پیچ خوردگی مچ پای جراحی شده، اختلاف طول بین دو پا، مشکلات گوش داخلی و آسیب های سیستم عصبی بیماری های درگیرکننده ستون فقرات، گردن یا پشت، دامنه حرکتی ناکامل در مفاصل اندام تحتانی وعدم توانایی ایستادن روی یک پا، از مطالعه حذف می شدند. معیار ورود افراد سالم نیز مانند افراد مبتلا بود با این تفاوت که ACL آنها سالم بود.

قبل از شروع شرایط و فرایند انجام آزمون و اهداف تحقیق برای هر فرد با بیان یکسانی توضیح داده شد. سپس افراد فرم رضایت نامه کتبی را تکمیل کردند؛ پس از آن، هر فرد شلوارک ورزشی می پوشید و آزمون ها انجام می شد.

جهت بررسی تعادل دینامیک از آزمون های Star Excursion Balance Test: SEBT و Cross Over Hop (COH) استفاده شد (۲۷-۳۰، ۱۷). آزمون COH به عنوان شاخصی کاربردی جهت ارزیابی یکپارچگی سیستم سوماتوسنسوری، قدرت و ثبات می باشد (۲۸). این آزمون توانایی نگهداری ثبات زانو را متأثر می سازد و جهت ارزیابی فیزیکی و عملکردی افراد پس از جراحی بازسازی ACL از آن استفاده می شود. COH آزمونی تکرار پذیر با ICC بین $0/96-0/90$ می باشد. آزمون SEBT آزمونی معتبر و تکرارپذیر جهت ارزیابی تعادل دینامیک بوده و تکرارپذیری بالایی حدود $ICC= 2/1$ دارا می باشد (۲۴). برای اعمال لمس از یک کاف بر روی قسمت تحتانی ران حین انجام آزمایشات استفاده شد.

قبل از شروع آزمایشات بیماران جهت گرم شدن به مدت ۱۰ دقیقه فعالیت دوچرخه ثابت با شدت زیر بیشینه انجام دادند سپس جهت آشنایی بیماران با نحوه انجام آزمون ابتدا هر آزمون را سه مرتبه با اندام غیردرگیر انجام دادند. هر فرد

حس عمقی صورت می گیرد (۷، ۱۳، ۱۵). با این وجود بر اساس نتایج تحقیقات موجود، حتی پس از جراحی بازسازی ACL و انجام توان بخشی، حرکات عملکردی و تعادل بیماران تا حد زیادی مختل می شود (۱۶). از جمله کنترل پوسچر استاتیک به عنوان شاخص اندازه گیری یکپارچگی سیستم سوماتوسنسوری در این بیماران کاهش می یابد (۱۶، ۱۷). با توجه به این که نتیجه برخی از تحقیقات نشانگر این است که: نقص سیستم حس عمقی اندام تحتانی در برخی بیماران مانند افراد دیابتی با عارضه نوروپاتی، مسئول بسیاری از اصلاحات بالانس در افراد نمی باشد؛ نقش و اهمیت حس عمقی اندام تحتانی در واکنش های اصلاح تعادل مورد تناقض است. همچنین ذکر شده است که بروز کاهش تعادل نتیجه اختلال حس Tactile توسط یک بیماری است (۱۸، ۱۹). بنابراین توسط افزایش ورودی های حسی ارسال شده به CNS می توان بر روی عملکرد فرد آسیب دیده تأثیرگذار بود (۳، ۲۰، ۲۱). در مقالات متعددی ذکر شده است که افزودن اطلاعات حسی مانند حس لمس سبک بر روی عملکرد ACL آسیب دیده، مؤثر بوده و موجب بهبود کنترل پوسچر و تعادل در بیماران می شود (۲۰-۲۴). تأثیر مثبت استفاده از ویراسیون نیز به عنوان یک محرک حسی افزوده در بیماران با جراحی ACL، در بهبود کنترل پوسچر مشاهده شده است (۱۵، ۱۶).

تا کنون تحقیقات زیادی بر روی نقش حس عمقی و سایر حس ها، در بهبود تعادل دینامیک صورت گرفته است. مثلاً تأثیر استفاده از لمس سبک بر روی بهبود تعادل در افراد با ضایعه ACL ثابت شده است (۲۵، ۲۶). همچنین بهبود تعادل دینامیک به دنبال افزودن لمس سبک در بیماران با درگیری دوطرفه وستیبولار ثابت شده است (۱۵). اما اثر حس افزوده لمس بر روی عملکرد افراد (Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: ACLR) بررسی نشده است. بدین ترتیب فرض این تحقیق این بود که: از طریق اعمال ورودی های حسی افزوده حس Tactile می توان منجر به برقراری ارتباط مناسب تری بین ورودی های حسی و پاسخ حرکتی و نهایتاً پیشرفت عملکرد متعاقب جراحی بازسازی ACL شد. جهت افزودن حس لمس از بستن کاف در قسمت تحتانی ران افراد شرکت کننده استفاده شد. برای تعیین پیشرفت از بررسی تعادل دینامیک استفاده گردید. بنابراین هدف اصلی این مطالعه، بررسی نقش حس افزوده لمس، بر روی تعادل دینامیک در بیماران با جراحی بازسازی ACL بود.

پرش سوم. اگر بیمار قادر به کنترل تعادل خود حین انجام آزمون نبود یا پای مقابل هنگام پرش با زمین تماس پیدا می‌کرد، آزمون دوباره تکرار می‌شد. حرکت اندام فوقانی جهت کمک به پرش، حین انجام آزمون مانعی نداشت. سپس مسافت طی شده از خط شروع تا جایی که پاشنه پا در سومین پرش با زمین تماس پیدا می‌کرد، اندازه‌گیری شد (۳۱). مجموع مسافت طی شده در سه پرش اندازه‌گیری و ثبت شد. افرادی که حین آزمون‌ها درد داشته و یا قادر به ادامه آزمون نبودند، از مطالعه حذف شدند. بین هر مرحله از آزمون با مرحله بعد دو دقیقه استراحت جهت اجتناب از خستگی به بیماران داده شد.

افراد سالم در گروه شاهد نیز، پس از گرم کردن، سه مرتبه جهت آشناسازی، آزمون‌ها را توسط پای غالب خود انجام دادند. سپس هر آزمون را یک مرتبه بدون بستن کاف و یک بار نیز با بستن کاف، انجام دادند. پس در کل افراد سالم دو بار آزمون SEBT و دو مرتبه نیز آزمون COH را انجام دادند.

در این تحقیق نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ مورد تحلیل قرار گرفت. آزمون‌های آماری t زوج، t مستقل و آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) مورد استفاده قرار گرفتند. مقادیر کمتر از ۰/۰۵ به عنوان سطح معناداری در نظر گرفته شد.

نتایج

پس از آنالیز آماری نتایج زیر به دست آمدند:

۱- در آزمون COH و در آزمون SEBT بین اندام درگیر ACLR و اندام گروه شاهد در جهات خلفی، خلفی داخلی و خلفی خارجی تفاوت معنی‌دار وجود داشت.

۲- خروجی آزمون COH و آزمون SEBT در جهت خلفی در اندام درگیر ACLR با اندام سالم ACLR و با گروه شاهد تفاوت معنادار داشت.

۳- بستن کاف به اندام درگیر ACLR باعث شد که عملکرد آزمون SEBT در جهت خلفی و خلفی داخلی و همچنین عملکرد آزمون COH در مقایسه با گروه شاهد تفاوت معناداری داشته باشد و این عملکرد بهبود یابد. این تفاوت بین اندام درگیر ACLR و اندام گروه شاهد در جهت خلفی داخلی پس از بستن کاف از بین رفت.

در ابتدا آمار توصیفی داده‌های بیماران در جدول ۱ ارائه می‌شود.

آزمون‌ها را در دو مرحله انجام می‌داد. در مرحله نخست، آزمون‌های داینامیک SEBT و COH بدون بستن کاف، ابتدا توسط اندام جراحی شده و سپس توسط اندام سالم انجام شدند. در مرحله دوم، آزمون‌ها همراه با بستن کاف، ابتدا با اندام جراحی شده و سپس توسط اندام سالم انجام شدند. کاف فشارسنج در یک سوم انتهای تحتانی ران بالای استخوان کشکک حتی‌المقدور نزدیک زانوی بیمار بسته می‌شد.

صفحه آزمون SEBT از هشت خط نواری شکل تشکیل شده است که بر روی زمین رسم می‌شوند. این هشت خط از مرکز با زاویه ۴۵ درجه در جهات مختلف گسترده شده‌اند. بیمار با پای برهنه در محل تلاقی خطوط می‌ایستاد. پاشنه پای مورد آزمون باید در مرکز صفحه بوده و انگشت بزرگ نیز در راستای پاشنه در قسمت قدامی قرار می‌گرفت. پای ثابت کاملاً تحت کنترل بود و به هیچ‌وجه حین حرکت پای آزمون، حرکت نمی‌کرد. اگر در حین آزمون، پای ثابت از نقطه مورد نظر حرکت می‌کرد باید آزمون تکرار می‌شد. نهایتاً اندازه‌های به دست آمده باید با طول پای فرد مورد آزمون نرمالیزه شدند؛ زیرا طول قدهای متفاوت نتایج تست را تحت تأثیر قرار می‌دهد. جهت نرمالیزه کردن داده‌ها از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{مسافت پیموده شده در هر جهت} / (\text{طول پای فرد}) \times 100$$

نحوه انجام آزمون SEBT بدین صورت بود که: فرد پای خود را در طول هر هشت خط، هر چه قدر که می‌توانست؛ بدون وزن‌اندازی با فاصله بیشتری از مرکز دایره قرار می‌داد. پس از قرارگیری پا در وضعیت جدید، آزمون‌گر نقطه را نشان‌گذاری می‌کرد و سپس بیمار پای حرکت کننده را به وضعیت شروع باز می‌گرداند. افراد در جهات قدامی، خلفی، داخل، خارج، قدامی داخلی، قدامی خارجی، خلفی داخلی، خلفی خارجی تست را انجام دادند. حداکثر مسافت طی شده در هر جهت توسط متر نواری اندازه‌گیری و نرمالیزه شد.

جهت آزمون COH نوار پارچه‌ای به عرض پانزده سانتی‌متر و طول شش متر بصورت ثابت روی زمین قرار داده شد. برای انجام آزمون، بیمار روی پای مورد آزمون در حالیکه انگشت بزرگ پا روی خط شروع قرار گرفته بود، می‌ایستاد و سپس سه پرش متقاطع حداکثر به سمت جلو با همان پا انجام می‌داد. به فرد آموزش داده شد که بر اساس جهت آزمون، می‌بایست اولین پرش به سمت خارج باشد و سپس پرش دیگر طوری باشد که در جهت مقابل خط را قطع کند و همین‌طور

جدول ۱- میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر متغیرهای دموگرافیک برای افراد شرکت کننده در پژوهش

گروه	پارامتر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
گروه ACLR	سن (سال)	۲۸/۰۰	۶/۹۸	۱۸/۰۰	۴۲/۰۰
	BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۴/۹۶	۳/۳۳	۱۹/۰۴	۳۰/۸۶
گروه شاهد	سن (سال)	۳۱/۶۳	۵/۶۶	۱۹/۰۰	۴۲/۰۰
	BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۵/۷۹	۳/۶۳	۱۹/۱۹	۳۲/۴۶

جدول ۲- میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر خروجی آزمون Cross Over HOP در اندام درگیر و سالم گروه ACLR و گروه شاهد قبل و پس از اعمال لمس

شرایط انجام آزمون HOP	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	گروه
قبل از اعمال لمس	۳۲۰/۳۸	۹۹/۷۶	۱۵۳	۴۷۳	گروه ACL و اندام درگیر
پس از اعمال لمس	۳۴۸/۴۴	۹۲/۳۳	۱۸۲	۵۰۹	
قبل از اعمال لمس	۴۱۹/۳۸	۹۶/۱۰	۲۲۴	۵۶۳	گروه ACLR و اندام سالم
پس از اعمال لمس	۴۴۶/۶۹	۹۲/۳۴	۲۲۸	۵۸۴	
قبل از اعمال لمس	۳۶۸/۰۶	۸۷/۱۲	۱۶۶	۵۲۷	گروه شاهد
پس از اعمال لمس	۴۱۱/۱۳	۸۶/۵۷	۱۸۳	۶۰۴	

جدول ۳- نتیجه آزمون t مستقل در حالت عدم اعمال لمس در آزمون‌های SEBT و COH میان اندام گروه شاهد و اندام جراحی شده گروه ACLR

معناداری	حد اطمینان ۹۵٪		میانگین خطای استاندارد	میانگین تغییرات	آزمون
	حد بالا	حد پایین			
* /۰.۰۲۶	۲۱/۲۱	۱/۴۸	۴/۸۳	۱۱/۳۵	SEBT جهت خلفی (Posterior)
* /۰.۰۴۱	۱۷/۸۱	۰/۳۸	۴/۲۷	۹/۱۰	SEBT جهت خلفی داخلی (Posteromedial)
* /۰.۰۴۳	۲۰/۰۵	۰/۳۳	۴/۸۳	۱۰/۱۹	SEBT جهت خلفی خارجی (Posterolateral)
* /۰.۰۴۶	۱۱۷/۵۸	۲۲/۱۵	۳۴/۱۹	۴۷/۶۹	COH

SEBT: Star Extrusion Balance Test, COH: Cross Over Hop

در جهات خلفی، خلفی داخلی و خلفی خارجی است.

جدول ۳ نشان دهنده وجود تفاوت آماری بین پای

درگیر ACLR و گروه شاهد در آزمون COH و آزمون SEBT

جدول ۴- نتیجه آزمون t زوج در حالت عدم اعمال لمس در آزمون‌های SEBT و COH میان اندام سالم و اندام جراحی شده گروه ACLR

معناداری	حد اطمینان ۹۵٪		میانگین انحراف معیار	انحراف معیار	میانگین	آزمون
	حد بالا	حد پایین				
* /۰.۰۳۷	۱۱/۱۰	۰/۳۸	۲/۵۲	۱۰/۰۶	۵/۷۴	SEBT جهت خلفی (Posterior)
* /۰.۰۰۰	۱۳۵/۲۳	۶۲/۷۷	۱۶/۹۹	۶۷/۹۹	۹۹/۰۰	COH

SEBT: Star Extrusion Balance Test, COH: Cross Over Hop

جدول ۴ نشان می‌دهد که تفاوت آماری در جهت خلفی آزمون SEBT و همچنین آزمون COH بین اندام سالم و درگیر گروه ACLR وجود داشت.

جدول ۵- نتایج مقایسه بدون اعمال و پس از اعمال لمس در اندام درگیر ACLR در جهات معنادار در آزمون SEBT و آزمون COH

معناداری	حد اطمینان ۹۵٪		میانگین انحراف معیار	انحراف معیار	میانگین	آزمون
	حد بالا	حد پایین				
*.۰/۰۰۴	۸/۰۹	۱/۹۳	۱/۴۱	۵/۱۰	۵/۰۱	SEBT جهت داخلی (Medial)
*.۰/۰۱۸	۱۰/۷۴	۱/۱۹	۲/۲۳	۸/۶۲	۵/۹۷	SEBT جهت خلفی داخلی (Posteromedial)
*.۰/۰۰۱	۴۱/۶۹	۱۴/۴۳	۶/۳۹	۲۵/۵۷	۲۸/۰۶	COH

SEBT: Star Extrusion Balance Test, COH: Cross Over Hop

جدول ۵ نشان‌دهنده وجود تفاوت آماری در آزمون COH و کاف در اندام درگیر ACLR است. آزمون SEBT در جهات داخلی و خلفی داخلی پس از بستن

جدول ۶- نتایج آزمون One-way ANOVA در جهت خلفی داخلی بدون اعمال لمس و پس از اعمال لمس

حد اطمینان ۹۵٪		معناداری	خطای استاندارد	تفاوت میانگین‌ها (I-J)	گروه آزمایش (J)	گروه آزمایش (I)	جهت و آزمون	
حد بالا	حد پایین							
۲۳/۴۱	۲/۰۵	*.۰/۰۱۶	۴/۴۱	۱۲/۷۳	گروه شاهد	گروه ACLR با پای درگیر	در جهت خلفی داخلی SEBT (Posteromedial)	بدون اعمال لمس
۱۹/۲۶	۱/۱۰	.۰/۰۸۹	۴/۲۰	۹/۰۸	گروه شاهد	گروه ACLR با پای درگیر	در جهت خلفی داخلی SEBT (Posteromedial)	با اعمال لمس

SEBT: Star Extrusion Balance Test

جهت‌های خلفی داخلی در آزمون SEBT ارتقاء یابد و تفاوت آن نیز با گروه شاهد در جهت خلفی داخلی از بین برود. جراحی بازسازی ACL ثبات مکانیکال زانو را باز می‌گرداند اما بر اساس یافته‌های مقالات، موجب بهبود کامل عملکرد زانو نمی‌شود (۱). به نظر می‌رسد؛ این لیگامان علاوه بر نقش ثبات دهنده مکانیکی، دارای نقش سوماتوسنسوری و حسی نیز می‌باشد. محققان دیگر با تأیید این مسأله بیان می‌دارند که: آسیب عملکردی ناشی از ضایعه ACL، بر اساس تغییرات صورت گرفته در سیستم عصبی مرکزی به وقوع پیوسته و منجر به نقص نوروفیزیولوژیکال می‌شود (۲۲). در راستای همین یافته‌ها و الریانی و باومیستر، بیان می‌کنند که آسیب ACL، مسیرهای

جدول ۶ نشان می‌دهد که تفاوت آماری بین اندام درگیر ACLR و گروه شاهد با بستن کاف در جهت خلفی داخلی از میان رفت.

بحث

بر اساس یافته‌های به دست آمده در این مطالعه، مشاهده شد: نمره آزمون COH و SEBT در جهت خلفی در اندام مبتلا کمتر از پای سالم و کمتر از گروه شاهد بود. علاوه بر جهت خلفی، در جهت‌های خلفی داخلی و خلفی خارجی بین پای مبتلای افراد ACLR و گروه شاهد تفاوت معنادار وجود داشت. اعمال حس لمس باعث شد نمره پای مبتلای ACLR

جراحی شده گردید به طوری که اختلاف آن با پای سالم کاهش یافت. نتایج مشابه با یافته های ما در مقالات دیگر نیز یافت شده است مانند: بهبود تعادل در افراد ACLR به دنبال افزودن ورودی ویراسیون بر روی ران (۱۷،۱۵،۳۹). اعمال ورودی حسی، سیگنال های آوران ارسال شده از گیرنده های سطحی پوست را افزایش داده و در نتیجه فعالیت گامموتورنورون تغییر می یابد و موجب پردازش بهتر این سیگنال ها و جبران نقص حسی موجود در افراد ACLR می شود (۲۱).

در مطالعات دیگر نیز افزودن حس لمس، موجب بهبود نتایج تست SEBT در پای سالم افراد ACLD و هم چنین افراد سالم شد (۱۵). در تحقیقات مشخص شده: مکانورسپتورهای پوستی پاها نقش مهمی در کنترل تعادل ایستاده بازی می کنند؛ تغییر در اطلاعات آوران Tactile نظیر: سرد کردن و بی حس کردن گیرنده های سطح پا و یا استفاده از ویراسیون، ثبات پوسچرال را متأثر می سازد (۱۹،۴۲-۴۰). به همین دلایل بهبود عملکرد افراد به دنبال افزودن حس لمس قابل توجه است. آزمون COH نسبت به آزمون SEBT چالش برانگیزتر بوده؛ نیاز به دقت، سرعت و فعالیت انقباضی شدیدتر جهت انجام آن می باشد و به عنوان معیاری ارزشمندی برای ارزیابی عملکرد فیزیکی افراد ACLR شناخته شده است (۲۸). سایر پژوهشگران بیان داشتند که: استفاده از وضعیت های ساده تر مانند: ایستادن روی دو پا و یا ایستادن روی یک پا بر روی یک سطح ثابت، موجب اختلال در نوسان پوسچرال در افراد با ضایعات ACL نشده است (۴۳) و برای ایجاد چالشی که بتواند تعادل داینامیک را به خوبی تحت تأثیر قرار دهد، نیاز به فعالیت های پویاتری می باشد.

مطابق یافته ها، در حالت بدون لمس، در تست پرش متقاطع میان پای درگیر ACLR و گروه شاهد و هم چنین میان دو پای افراد ACLR تفاوت معنادار وجود دارد. پس از افزودن لمس، در عملکرد پای درگیر افراد ACLR، نسبت به حالت بدون لمس، تفاوت قابل توجهی در نتایج تست پرش متقاطع یافت شد. استفاده از اطلاعات حسی در هر ضایعه ای که نقص سیستم اطلاعات آوران حسی وجود دارد؛ می تواند باعث بهبود عملکرد پوسچرال شود. زیرا موجب برقراری هم بستگی بیشتری بین سیستم حسی و حرکتی شود که این مهم جهت انجام الگوهای حرکتی مورد نیاز است (۱۵). یافته های ما، تأثیر مثبت ورودی لمس را بر روی بهبود عملکرد افراد ACLR تأیید می کند. از آنجا که مکانیسم حسی این افراد به دلیل وقوع

عصبی طی شده به سمت سیستم عصبی مرکزی را تحت تأثیر قرار می دهد (۳۲). این نقص توسط ثبات مکانیکال حاصل شده توسط جراحی و سایر ورودی های سوماتوسنسوری باقیمانده مفصل برطرف نمی شود (۲۲). یافته جالب توجه این بود که مشخص شد بین مسیرهای آوران از ACL به سمت مغز و انواع اطلاعات سوماتوسنسوری نظیر لمس سبک، فشار، درد و حس عمقی ارتباط وجود دارد. تمامی این حس ها از مسیرهای مشابهی بالا می روند و به نقاط مشابهی در سیستم عصبی مرکزی ختم می شوند (۳). به همین دلیل در این مطالعه سعی کردیم از هم پوشانی این اطلاعات حسی بهره جوییم.

علی رغم تلاشهای موجود در ارتباط با بهبود حس- عمقی (۳۳-۳۵،۳)؛ هنوز این تکنیک ها به حد کافی اثرگذار نبوده اند (۳۵،۳). نتایج مقالات نشان می دهد: نقش گیرنده های ویژه سیستم سوماتوسنسوری نظیر گیرنده های پوستی فشاری، به عنوان مسئول اصلی حفظ پوسچر نرمال هنوز به طور کامل مشخص نیست (۱۸). همچنین بهبود عملکرد ایجاد شده به دنبال استفاده از بریس و بانداژ در افراد با ضایعات ACL ممکن است به دلیل فراهم کردن اطلاعات حسی پوستی افزوده باشد که البته برای اثبات این مطلب نیاز به انجام تحقیقات بیشتری می باشد (۱۵،۳۶،۳۷). بنابراین یافتن روش های جدید مانند استفاده از حس های سوماتوسنسوری دیگر، جهت افزایش تعادل و پیشرفت الگوهای حرکتی بدن حائز اهمیت است.

در تحقیق حاضر، جهت بررسی عملکرد افراد از دو آزمون که یکی از آن ها به شرایط استاتیک نزدیک تر است (SEBT) و دیگری که کاملاً داینامیک (COH) است؛ استفاده کردیم. بر اساس یافته ها، در حالت بدون لمس، میان پای درگیر افراد ACLR و گروه شاهد در جهات خلفی، خلفی داخلی و خلفی خارجی تفاوت معنادار وجود دارد. از آنجا که وجود هرگونه اختلال در فیدبک های ارسالی توسط مکانورسپتورها ممکن است موجب کاهش کنترل پوسچر بدن شود (۳۸). وجود اختلاف بین پای درگیر افراد ACLR و افراد سالم منطقی می باشد. در تحقیقات دیگر نیز این تفاوت در جهات دیگر در افراد ACLR مشاهده شده است (۳۸).

پس از اعمال لمس، پای درگیر افراد ACLR، در جهات خلفی و خلفی داخلی نسبت به حالت بدون افزودن لمس، تفاوت معنادار نشان داد. به علاوه تفاوت میان پای درگیر ACLR و پای گروه شاهد، در جهت خلفی داخلی از میان رفته بود. همان طور که گفته شد: پای درگیر در این جهات دچار اختلال بود. افزودن ورودی حس لمس، موجب افزایش عملکرد در پای

آقای دکتر علی امیری، خانم دکتر نسترن قطبی، آقای دکتر علی اشرف جمشیدی و می‌باشد. بدینوسیله از خانم دکتر بهنوش وثاقی، خانم الهام باقری یکتا، مدیریت محترم بخش فیزیوتراپی بیمارستان عرفان آقای جعفر پوربهزادی، آقای دکتر محمدرضا ابراهیمیان و آقای دکتر علیرضا موسوی زنوز که مارا در انجام این تحقیق یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

عارضه دارای نقص است؛ احتمالاً اطلاعات حسی بیشتر به رفع نقص مکانورسپتورهای آسیب‌دیده آن کمک کرده است.

قدردانی

مقاله حاضر حاصل بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیوتراپی ورزشی خانم غزال هاشمی زنوز با حمایت مادی دانشگاه علوم پزشکی ایران و به راهنمایی آقای دکتر عطارباشی،

REFERENCES

- Bonfim TR, Jansen Paccola CA, Barela JA. Proprioceptive and behavior impairments in individuals with anterior cruciate ligament reconstructed knees. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2003;84(8):1217-23.
- Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med* 2005;39(6):324-9.
- Park HB, Koh M, Cho SH, Hutchinson B, Lee B. Mapping the rat somatosensory pathway from the anterior cruciate ligament nerve endings to the cerebrum. *Journal of Orthopaedic Research* 2005;23(6):1419-24.
- Johansson H, Sjolander P, Sojka P. Receptors in the knee joint ligaments and their role in the biomechanics of the joint. *Crit Rev Biomed Eng* 1991;18(5):341-68.
- Courtney C, Rine RM, Kroll P. Central somatosensory changes and altered muscle synergies in subjects with anterior cruciate ligament deficiency. *Gait & Posture* 2005;22(1):69-74.
- Boerboom AL, Huizinga MR, Kaan WA, Stewart RE, Hof AL, Bulstra SK, et al. Validation of a method to measure the proprioception of the knee. *Gait & Posture* 2008;28(4):610-4.
- Zouita Ben Moussa A, Zouita S, Dziri C, Ben Salah FZ. Single-leg assessment of postural stability and knee functional outcome two years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Ann Phys Rehabil Med* 2009;52(6):475-84.
- Mayr HO, Weig TG, Plitz W. Arthrofibrosis following ACL reconstruction — reasons and outcome. *Arch Orthop Trauma Surg* 2004;124(8):518-22.
- Castilho Alonso I A, Grevel JMDA, Camanho GL. Evaluating the center of gravity of dislocations in soccer players with and without reconstruction of the anterior cruciate ligament using a balance platform. *Clinics* 2009;64(3):163-70.
- Howells B, Arden C, Webster K. Is postural control restored following anterior cruciate ligament reconstruction? A systematic review, *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2011;19(7):1168-77.
- Hopper DM, Creagh MJ, Formby PA, Goh SC, Boyle JJ, Strauss GR. Functional measurement of knee joint position sense after anterior cruciate ligament reconstruction, *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2003;84(6):868-72.
- Mattacola CG, Perrin DH, Gansneder BM, Gieck JH, Saliba EN, McCue FC, 3rd. Strength, Functional Outcome, and Postural Stability After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Athl Train* 2002;37(3): 262-8.
- Hoffman M, Schrader J, Kocejka D. An investigation of postural control in postoperative anterior cruciate ligament reconstruction patients. *J Athl Train* 1999;34(2):130-6.
- Pitman MI, Nainzadeh N, Menche D, Gasalberti R, Eun Kyoo S. The intraoperative evaluation of the neurosensory function of the anterior cruciate ligament in humans using somatosensory evoked potentials. *Arthroscopy* 1992;8(4):442-7.
- Bonfim TR, Grossi DB, Paccola CAJ, Barela JA. Additional sensory information reduces body sway of individuals with anterior cruciate ligament injury. *Neuroscience Letters* 2008;441(3):257-60.
- Clapp S, Wing AM. Light touch contribution to balance in normal bipedal stance. *Exp Brain Res* 1999;125(4):521-4.
- Jeka J, Lackner J. Fingertip contact influences human postural control. *Exp Brain Res* 1994;100(3):495-502.
- Simoneau GG, Ulbrecht JS, Derr JA, Becker MB, Cavanagh PR. Postural Instability in Patients with Diabetic Sensory neuropathy. *Diabetes Care* 1994;17(12):1411-21.
- Kars HJJC, Hijmans JM, Geertzen JHB, Zijlstra W. The effect of reduced somatosensation on standing balance: A Systematic Review. *Journal of Diabetes Science and Technology* 2009;3(4):931-43.
- Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the star excursion balance Test. *Measurement in Physical Education and Exercise Science* 2003;7(2):89-100.
- Brunetti O, Filippi G, Lorenzini M, Liti A, Panichi R, Roscini M, et al. Improvement of posture stability by vibratory stimulation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy* 2006;14(11):1180-7.
- Kapreli E, Athanasopoulos S. The anterior cruciate ligament deficiency as a model of brain plasticity. *Medical Hypotheses* 2006;67(3):645-50.
- Bosco C. The influence of whole body vibration on jumping performance, *Biology of Sport*. 1998;3:157-64.

24. Kinzey SJ, Armstrong CW. The Reliability of the Star-Excursion Test in Assessing Dynamic Balance, *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1998;27(5):356-60.
25. Konkle T, Wang Q, Hayward V, Moore CI. Motion after effects transfer between touch and vision. *Current Biology*: CB 2009;19(9):745-50.
26. Jeka JJ. Light touch contact as a balance aid. *Physical Therapy* 1997;77(5):476-87.
27. Jeka JJ, Lackner JR. The role of haptic cues from rough and slippery surfaces in human postural control. *Exp Brain Res* 1995;103(2):267-76.
28. Hwang JH, Wainner RS, Fitzgerald GK, Lephart SM. Hop Tests as Predictors of Dynamic Knee Stability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2001;31(10):588-97.
29. Callaghan J, Rosenberg A, Rubash H. The adult knee. 3rd. Edition ed. USA: Lippincott Williams and Wilkins; 2002: 389-430.
30. Swanik C, Lephart S, Harner C, Klimkiewicz. Neurophysiology of the Knee, chapter in *Surgery of the Knee*. In: Install, Scott, editors. 3rd. Edition ed: Churchill Livingstone; 2001:176-89.
31. Hamilton RT, Shultz SJ, Schmitz RJ, Perrin DH. Triple-hop distance as a valid predictor of lower limb strength and Power. *Journal of Athletic Training* 2008;43(2):144-51.
32. Valeriani M, Restuccia D, Lazzaro VD, Franceschi F, Fabbriani C, Tonali P. Central nervous system modifications in patients with lesion of the anterior cruciate ligament of the knee. *Brain* 1996;119(5):1751-62.
33. Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physically active individuals. *Physical Therapy* 2000;80(2):128-40.
34. Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC. Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med* 1982;10(6):329-35.
35. Liu-Ambrose T, Taunton JE, MacIntyre D, McConkey P, Khan KM. The effects of proprioceptive or strength training on the neuromuscular function of the ACL reconstructed knee: a randomized clinical trial. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13(2):115-23.
36. Beynon BD, Ryder SH, Konradsen L, Johnson RJ, Johnson K, Renström PA. The effect of anterior cruciate ligament trauma and bracing on knee proprioception. *Am J Sports Med* 1999;27(2):150-5.
37. Birmingham TB, Kramer JF, Inglis JT, Mooney CA, Murray LJ, Fowler PJ, et al. Effect of a neoprene sleeve on knee joint position sense during sitting open kinetic chain and supine closed kinetic chain tests. *Am J Sports Med* 1998;26(4):562-6.
38. 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.
39. Jeka JJ, Schöner G, Dijkstra T, Ribeiro P, Lackner JR. Coupling of fingertip somatosensory information to head and body sway. *Exp Brain Res* 1997;113(3):475-83.
40. McKeon PO, Hertel Jay. Diminished plantar cutaneous sensation and postural control. *Perceptual and Motor Skills* 2007;104(1):56-66.
41. Kavounoudias A, Roll R, Roll J-P. The plantar sole is a 'dynamometric map' for human balance control. *NeuroReport* 1998;9(14):3247-52.
42. Wu G, Chiang J-H. The significance of somatosensory stimulations to the human foot in the control of postural reflexes. *Exp Brain Res* 1997;114(1):163-9.
43. 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.

Research Articles

The effect of sensory information on knee dynamic balance after anterior cruciate ligament reconstruction in comparison with normal people

Hashemi Zonuz G¹, Attarbashi Moghadam B², Amiri A³, Jamshidi AA³, Ghotbi N²

1-Sport Physical Therapy MSc. Student, School of Rehabilitation Sciences, IRAN University of Medical Sciences, Tehran, IRAN.

2- Assistant Professor, Physical Therapy Department, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, IRAN.

3- Assistant Professor, Physical Therapy Department, Iranian Center of Excellent in Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, IRAN.

Abstract

Background and Aim: Anterior Cruciate Ligament (ACL) is responsible for physical and somatosensory function. It is expected that additional sensory information improves dynamic balance of ACL reconstruction patients. This study is aimed to determine the effect of sensory information on knee dynamic balance after ACL reconstruction in comparison with normal people.

Materials and Methods: The study was designed as a randomized clinical trial. Thirty two men (16 men with unilateral ACL reconstruction and 16 healthy men), assigned in three groups: ACLR, reconstructed knee ACLR, non-reconstructed knee and normal. All participants received tactile information during functional tests. Dynamic postural stability was assessed by two functional tests including: Star Excursion Balance test and Cross over Hop for distance. The functional tests scores were conducted both pre and post applying sensory information in ACLR and normal people.

Results: The data showed that tactile information improves functional performance of ACLR patients. There were significant difference in reconstructed knee's SEBT scores in medial ($p=0.005$) and posteromedial ($p=0.034$) directions by adding touch information. Significant difference in dynamic balance by addition of touch sense, in COH scores of ACLR people and normal population was found.

Conclusion: The findings of this study showed that additional sensory information improves dynamic balance in ACLR patients. The positive effect of tactile information supports to apply additional sensory information as a new method for increasing dynamic balance.

Key words: Anterior cruciate ligament, Sensory information, Dynamic balance.

***Corresponding author:** Dr. Behrooz Attarbashi Moghadam, Rehabilitation Faculty, Tehran University of Medical Sciences.

Email: attarbashi@tums.ac.ir

This research was supported by Tehran University of Medical Sciences (TUMS)