

## تأثیر تمرینات اغتشاشی توام با توانبخشی سنتی بر آزمون‌های عملکردی و رابطه قدرت همسترینگ به کوادری سپس در دو گروه کوپر و غیر کوپر از مبتلایان به آسیب رباط متقاطع قدامی زانو

فریبا اصل ذاکر<sup>۱</sup>، دکتر شاهین گوهرپی<sup>۲</sup>، دکتر محمد جعفر شاطر زاده<sup>۲</sup>، دکتر شهلا زاهد نژاد<sup>۲</sup>، دکتر امیر محمد نوالی<sup>۳</sup>، دکتر قدمعلی طالبی<sup>۴</sup>

۱- کارشناس ارشد فیزیوتراپی، مربی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

۲- دکتری فیزیوتراپی، استادیار دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

۳- متخصص ارتوپدی، دانشیار دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

۴- دکتری فیزیوتراپی، استادیار دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** مبتلایان به آسیب رباط متقاطع قدامی (Anterior Cruciate Ligament: ACL) زانو به دو گروه کوپر (Coper) و غیر کوپر (Non-coper) تقسیم می‌شوند. هدف این مطالعه مقایسه تأثیر تمرینات اغتشاشی همراه با توانبخشی سنتی بر آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی و رابطه حداکثر گشتاور ایزوکینتیک عضلات زانو در دو گروه از مبتلایان به آسیب ACL بود.

**روش بررسی:** در این مطالعه کار آزمائی بالینی، ۲۴ فرد مبتلا به آسیب ACL به دو گروه کوپر و غیر کوپر تقسیم شدند. دو گروه طی ۴ هفته، هفته ای سه جلسه، در یک برنامه تمرین درمانی شامل تمرینات اغتشاشی و توانبخشی سنتی (تمرینات کششی، افزایش قدرت و استقامت) شرکت کردند. ارزیابی عملکردی اندام تحتانی با استفاده از آزمون‌های پرش و نسبت حداکثر گشتاور ایزوکینتیک فلکسورها به اکستنسورهای زانو مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** بعد از ۴ هفته، تمامی آزمون‌های عملکردی در هر دو گروه به طور معنی‌داری بهبود یافتند و آزمون پرش‌های متوالی سریع در فاصله ۶ متر در گروه کوپر نسبت به گروه غیر کوپر بهبودی بیشتری نشان داد ( $P=0/001$ ). نسبت حداکثر گشتاور ایزوکینتیک فلکسورها به اکستنسورهای زانو در دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت، اما در گروه کوپر کوچک‌تر و به مقادیر نرمال نزدیک‌تر بود.

**نتیجه‌گیری:** تمرینات اغتشاشی همراه با توانبخشی سنتی موجب بهبودی توانائی‌های عملکردی اندام تحتانی در هر دو گروه کوپر و غیر کوپر شده و احتمالاً افراد غیر کوپر نیز پس از اتمام برنامه‌های توانبخشی شانس بازگشت به برخی فعالیت‌های روزمره را دارند.

**کلید واژه‌ها:** رباط متقاطع قدامی، تمرینات اغتشاشی، آزمون‌های عملکردی، حداکثر گشتاور ایزوکینتیک زانو

(ارسال مقاله ۱۳۹۰/۱۱/۱، پذیرش مقاله ۱۳۹۱/۵/۲)

**نویسنده مسئول:** تبریز، توایر شمالی، دانشکده توانبخشی، گروه فیزیوتراپی

E-mail: Talebig@tbzmed.ac.ir

### مقدمه

رباط متقاطع قدامی (Anterior Cruciate Ligament: ACL) نه تنها بعنوان یک بازدارنده مکانیکی حرکت زانو می‌باشد، بلکه همچنین بعنوان یک حس‌گر دینامیکی در به راه انداختن یا آغاز فعالیت عضلانی و در نتیجه فرایند کنترل عصبی عضلانی زانو نقش دارد (۲). مطالعات نشان داده‌اند که به دنبال آسیب ACL، آستانه کشف حرکت غیر فعال زانو و حس وضعیت مفصل دچار نقص می‌شود (۳، ۴)؛ حداکثر قدرت ایزوکینتیک عضلات کوادریسپس و همسترینگ نسبت به وضعیت نرمال تغییر می‌کند (۷-۵)؛ همچنین الگوهای فعالیت عضلانی (زمانبندی و میزان فعالیت) حین فعالیت‌های عملکردی

گرچه رباط‌ها و سایر بافت‌های نرم در شرایط اعمال نیروی متوسط روی زانو، ثبات خوبی فراهم می‌کنند؛ اما در اغلب مانورهای ورزشی شدید مثل توقف و چرخش سریع، نیروی اعمال شده روی این بافت‌ها از ظرفیت فیزیولوژیک آنها فراتر است. از این رو فعالیت عضلانی بعنوان یک عامل ثبات دهنده مهم در تامین ثبات پویای زانو اهمیت ویژه‌ای دارد (۱). کنترل عصبی عضلانی، مکانیسمی است که با استفاده از ورودی‌های حسی ارسالی از گیرنده‌های مکانیکی و تنظیم پاسخ‌های عضلانی مناسب نقش به سزائی در حمایت و ثبات زانو ایفا می‌کند (۱).

فلکسورها به اکستنسورهای زانو در دو گروه کوپر و غیر کوپر از مبتلایان به آسیب ACL بود.

### روش بررسی

نمونه‌ها

۲۴ فرد مبتلا به آسیب خفیف تا متوسط یکطرفه ACL شامل ۱۴ مرد و ۱۰ زن با دامنه سنی ۱۸ تا ۳۸ سال وارد مطالعه شدند. بیماران همگی توسط یک جراح ارتوپد بر اساس معاینه بالینی و یافته‌های MRI تشخیص و ارجاع داده شدند. افرادی که از زمان وقوع آسیب‌شان بیش از ۶ ماه گذشته بود؛ افراد مبتلا به آسیب همزمان رباط‌های دیگر و یا آسیب قابل توجه منیسک و غضروف مفصلی؛ افرادی که سابقه جراحی زانو داشته‌اند؛ و افرادی که دچار درد حاد، تورم و یا قفل شدگی زانو بوده‌اند از مطالعه حذف شدند.

پس از آشنا سازی نمونه‌ها با هدف و شیوه انجام کار، در صورت تکمیل فرم رضایت اخلاقی، نمونه‌ها وارد مطالعه شدند. ابتدا بر اساس پروتوکل فیتزجرالد، معاینات اولیه جهت گروه‌بندی بیماران به کوپر و غیر کوپر صورت گرفت (۲۴). معاینات اولیه شامل تست جهش‌های متوالی سریع روی یک پا در فاصله ۶ متری (آزمون (Timed 6-meter hop test: TH)، نمره مقیاس فعالیت‌های روزمره (Activities of daily living scale score)، نمره کلی عملکرد زانو با استفاده از مقیاس بصری درد (Global rating of knee function) و تعداد خالی کردن‌های زانو از زمان آسیب بود. افرادی که از تمامی ملاک‌های زیر برخوردار بودند به عنوان گروه کوپر و در غیر این صورت به عنوان گروه غیر کوپر در نظر گرفته شدند: (۱) نمره شاخص آزمون TH بزرگتر یا مساوی ۸۰٪، (۲) نمره مقیاس فعالیت‌های روز مره بزرگتر یا مساوی ۸۰٪، (۳) نمره کلی عملکرد زانو بزرگتر یا مساوی ۶۰٪ و (۴) حداکثر یک بار خالی کردن زانو از زمان آسیب.

فقط در صورت (۱) عدم وجود اختلالات فیزیکی و عملکردی مثل تورم مفصل، ناهنجاری‌های راه رفتن، نقایص دامنه حرکتی و (۲) توانائی جهش بدون درد روی پای مبتلا، معاینات اولیه جهت گروه بندی بیماران انجام شد.

مداخله

هر دو گروه طی ۴ هفته (هفته‌ای سه جلسه، هر جلسه یک ساعت) در یک برنامه درمانی کلی شامل گرم کردن (۵ دقیقه)، تمرینات اغتشاشی با استفاده از تخته تعادل (۳۰ دقیقه) و توانبخشی سنتی (۲۵ دقیقه) شامل افزایش قدرت، تمرینات

مانند راه رفتن و پریدن تغییر می‌کند (۹،۸). زانوهای با نقص رباط متقاطع قدامی مستعد نیمه دررفتگی‌های مکرر هستند و این خود می‌تواند عاملی برای آسیب ثانویه مفصل باشد (۱۰). این یافته‌ها بر آن دلالت دارد که آسیب رباط متقاطع قدامی زانو روی عملکرد عصبی عضلانی تاثیر می‌گذارد. آزمون‌های عملکردی شامل آزمون‌های جهش و اندازه گیری قدرت ایزوکینتیکی فلکسورها و اکستنسورهای زانو از روش‌های مطرح در ارزیابی اثرات آسیب ACL و تعیین اثر بخشی برنامه‌های درمانی روی عملکرد عصبی عضلانی زانو می‌باشند (۱، ۱۱، ۱۲).

تغییرات مشاهده شده در الگوهای فعالیت عضلانی در مبتلایان به آسیب ACL، در حقیقت استراتژی‌هایی هستند که برای جبران کاهش ثبات زانو اتفاق می‌افتند. به نظر می‌رسد که برخی افراد مبتلا به آسیب ACL نقص پیش آمده را به صورت موفق جبران می‌کنند که گروه کوپر (Coper) نامیده می‌شوند؛ در حالیکه عده دیگر قادر به جبران نقص پیش آمده نیستند که گروه غیر کوپر (Non-coper) اطلاق می‌شوند (۱۵-۱۳). گروه کوپر از پاسخ فیزیولوژیک و استراتژی حرکتی نزدیک‌تر و مشابه‌تری به افراد سالم برخوردار بوده و می‌توانند به فعالیت‌های فیزیکی در سطوح بالا بازگردند؛ اما گروه غیر کوپر ممکن است حتی در انجام فعالیت‌های سطح پائین مثل راه رفتن مشکل داشته باشند (۱۵-۱۳).

با توجه به نقص پیش آمده در کنترل عصبی عضلانی زانو در مبتلایان به آسیب رباط متقاطع قدامی و اهمیت آن در ثبات پویای زانو و بازگشت ایمن و موفق ورزشکار به سطح فعالیت قبل از آسیب، روش‌های متعددی برای آموزش و ارتقاء کنترل عصبی عضلانی مطرح شده که از جمله می‌توان به تمرینات عملکردی (مانند پریدن و فرود آمدن)، تمرینات چالاکتی (Agility Exercise) و تمرینات اغتشاشی (Perturbation training) تعادلی نام برد. این روش‌ها جایگزین توانبخشی سنتی آسیب ACL نمی‌شوند بلکه در کنار توانبخشی سنتی بعنوان مکمل استفاده می‌شوند (۱۸-۱۶). در تعدادی از مطالعات تاثیر تمرینات تعادلی / تمرینات اغتشاشی به صورت مجزا و یا همراه با توانبخشی سنتی در افراد با آسیب ACL مورد بررسی قرار گرفته و نتایج مثبتی نیز گزارش شده است (۹، ۲۳-۱۷).

تاکنون تاثیر تمرینات اغتشاشی همراه با توانبخشی سنتی در دو گروه کوپر و غیر کوپر از مبتلایان به آسیب ACL با یکدیگر مقایسه نشده است. هدف این مطالعه بررسی تاثیر تمرینات اغتشاشی همراه با توانبخشی سنتی بر روی آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی و رابطه حداکثر گشتاور ایزوکینتیکی

تخته تعادل چند صفحه‌ای در تمامی جهات و صفحات حرکتی، نیروهای بی ثبات کننده و اغتشاش اعمال می‌شد. با دستکاری یکسری متغیرهای تمرین، درجه دشواری تمرینات اغتشاشی در هر جلسه به تدریج افزایش یافت (جدول ۱). در پایان هر مرحله از تمرینات اغتشاشی بر روی تخته تعادل یک صفحه ای و چند صفحه ای، تمرین حفظ تعادل روی اندام آسیب دیده در حین اجرای فعالیت های خاص ورزشی (حرکت ضربه زدن به توپ با اندام سالم) اضافه شد.

کشتی ملایم و افزایش استقامت قلبی - عروقی شرکت کردند. علی رغم یکسان بودن برنامه کلی درمانی برای تمامی افراد، جزئیات هر یک از تمرینات سنتی و اغتشاشی به صورت انفرادی تنظیم شد. تمرینات اغتشاشی طی ۶ جلسه اول بر روی تخته تعادل یک صفحه‌ای و حین ۶ جلسه دوم بر روی تخته تعادل چند صفحه‌ای انجام گردید. با تخته تعادل یک صفحه‌ای، اغتشاش در جهت‌های داخلی - خارجی (صفحه فرونتال) و قدامی - خلفی (صفحه سائیتال) اعمال می‌شد؛ در حالیکه با

### جدول ۱- تغییر درجه دشواری تمرین اغتشاشی با دستکاری متغیرهای تمرین

نام متغیر	نحوه دستکاری
تعداد اندام اتکاء	از اتکاء روی دو پا به اتکاء روی یک پا
دامنه اغتشاش	از دامنه کوچک تر به دامنه بزرگ تر
سرعت اعمال اغتشاش	از آهسته به سریع
جهت اغتشاش	از صفحه سائیتال به فرونتال به مورب به چرخشی
پیش بینی اغتشاش	از موقعیت قابل پیش بینی به موقعیت غیر قابل پیش بینی
فیدبک بینائی	از چشمان باز به بسته

ارزیابی

آزمون های عملکردی

نواری بر حسب سانتی متر ثبت شد. برای آزمون VJ از افراد خواسته شد تا کنار دیوار بایستد و در حالیکه گچ را بین انگشتان خود دارد، بالاترین نقطه روی دیوار را علامت بزند؛ سپس ضمن اجرای یک پرش عمودی حداکثر روی دیوار علامت بزند. فاصله بین علامت اول روی دیوار در شروع آزمون و علامت دوم در هنگام پرش، به عنوان ارتفاع پرش بر حسب سانتی متر ثبت شد. هر یک از آزمون‌های فوق الذکر سه بار انجام شد و بهترین رکورد ثبت شده بعنوان نمره آن آزمون در نظر گرفته شد. برای آنکه اثرات خستگی به حداقل برسد بین هر تلاش استراحت کافی داده شد.

آزمون ایزوکینتیک

در این مطالعه حداکثر گشتاور کانستریک اکستنسوری و فلکسوری زانو با استفاده از دستگاه ایزوکینتیک مدل Cybex در دامنه بین ۹۰ تا ۳۰ درجه فلکشن و در دو سرعت ۹۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه اندازه‌گیری شد. آزمون‌ها در وضعیت نشسته انجام شدند. جهت تثبیت، افراد دسته‌های صندلی را گرفته و پاها با استرپ بسته شدند. بازوی ورودی دینامومتر عمود بر محور زانو قرار گرفت و بازوی اهرمی آن درست بالای قوزک پا با استرپ

در شروع و پایان دوره درمان، آزمون‌های عملکردی شامل پرش طول روی یک پا (Single Leg Hop: SLH)، پرش عمودی روی یک پا (Vertical Jump: VJ)، پرش‌های متوالی روی یک پا به صورت ضربدری (Crossed Hop: CH) و جهش‌های متوالی سریع روی یک پا در فاصله ۶ متر (TH) از تمامی نمونه‌ها انجام شد. قبل از ثبت آزمون‌ها، افراد به مدت ۵ دقیقه با حرکات سبک خود را گرم و آماده کردند. برای آزمون SLH از فرد خواسته شد روی یک پا ایستاده و تا حد امکان یک پرش طول به سمت جلو انجام دهد. با استفاده از یک متر نواری، فاصله میداء تا پشت پاشنه در زمان فرود بر حسب سانتی‌متر ثبت شد. برای آزمون TH یک فاصله ۶ متری روی زمین مشخص شد؛ فرد بر روی یک اندام قرار گرفته و پای دیگر را خم نگه می‌داشت. از فرد خواسته شد این فاصله ۶ متری را در کوتاه‌ترین زمان ممکنه لی لی کند. زمان طی شده به وسیله زمان سنج بر حسب ثانیه اندازه‌گیری شد. در آزمون CH از افراد خواسته شد تا روی یک پا، سه پرش متوالی حداکثر انجام دهد؛ طوری که در هر بار پرش، خطی به پهنای ۱۵ سانتی متر را قطع کند. فاصله از خط شروع تا پنجه پای آزمون پس از پرش سوم با یک متر

مستقل استفاده شد. سطح معنی‌داری برای تمامی آزمون‌ها ۰/۰۵ <math>P</math> در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

آمار توصیفی متغیرهای قد، وزن، سن و مدت زمان سپری شدن از آسیب در جدول ۲ آورده شده است. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین دو گروه از نظر سن، قد، وزن، و مدت زمان سپری شدن از آسیب وجود ندارد ( $P > 0.05$ ). نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که تمامی متغیرهای مورد بررسی دارای توزیع نظری نرمال بوده‌اند. بعد از ۴ هفته مداخله درمانی، تمامی آزمون‌های عملکردی در هر دو گروه کوپر و غیر کوپر به طور معنی‌داری بهبود یافتند (جدول ۳). مقایسه درصد بهبودی بین دو گروه نشان دهنده بهبودی معنی‌دار آزمون TH در گروه کوپر نسبت به گروه غیر کوپر بود؛ اما اختلاف بین دو گروه از لحاظ سایر آزمون‌های عملکردی معنی‌دار نبود (جدول ۴).

پس از ارزیابی، بیمار با نوع آزمون آشنا شده و چند تکرار تمرینی انجام می‌داد. بین اجزای اصلی ۲ دقیقه استراحت برای جلوگیری از خستگی در نظر گرفته شد. نسبت حداکثر گشتاور کانستریک فلکسورهای زانو (Concentric Flexor Torque: CFT) به حداکثر گشتاور کانستریک اکستنسورهای زانو (Concentric Extensor Torque: CET) به عنوان شاخص بررسی تعادل قدرت بین عضلات زانو محاسبه شد. تجزیه و تحلیل آماری

از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ جهت تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد. آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار و دامنه محاسبه شد. از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف جهت بررسی توزیع داده‌ها و تطابق آنها با توزیع نظری نرمال استفاده شد. جهت مقایسه داده‌ها قبل و بعد از درمان در هر گروه از آزمون تی زوج و جهت مقایسه داده‌ها بین دو گروه از آزمون تی

جدول ۲- آمار توصیفی متغیرهای قد، وزن، سن و مدت زمان سپری شدن از آسیب در دو گروه

متغیر	گروه کوپر		گروه غیر کوپر	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
وزن (کیلو گرم)	۷۸/۳۸	۱۸/۶۵	۷۴/۷۵	۱۴/۵۹
قد (سانتی متر)	۱۷۵	۹/۵	۱۶۸	۹/۱۰
سن (سال)	۲۸/۲۳	۶/۰۲	۲۹/۵۸	۶/۷۳
آسیب (ماه)	۴	۱/۸	۳/۲	۱/۵۲

جدول ۳- مقایسه قبل و بعد از مداخله در هر یک از دو گروه کوپر و غیر کوپر

متغیر	گروه کوپر		گروه غیر کوپر	
	میانگین قبل	میانگین بعد	میانگین قبل	میانگین بعد
آزمون VJ	۳۴/۷۵	۳۶/۵۰	۲۷/۱۵	۲۹/۲۳
آزمون CH	۳۲۲/۰۸	۳۵۶/۵۰	۲۸۲/۱۵	۳۰۷/۰۷
آزمون TH	۷/۵۸	۵/۴۱	۸/۰۷	۶/۸۴
آزمون SLH	۸۶/۰۸	۹۹/۸۳	۷۴/۶۹	۸۹/۱۵
CFT/CET 90	۰/۷۵	۰/۶۷	۰/۸۳	۱/۰۲
CFT/CET 180	۰/۷۴	۰/۶۴	۰/۸۳	۰/۹۸

\* VJ: Vertical jump = پرش عمودی؛ CH: Cross hop = پرش ضربدری؛ TH: Timed-6-meter hop = پرش‌های متوالی سریع در فاصله ۶ متری؛ Single SLD leg distance = پرش طول روی یک پا؛

Concentric knee flexors peak torque (CFT) / Concentric knee extensors peak torque (CET):

CFT/CET 90 و CFT/CET 180 = نسبت حداکثر گشتاور کانستریک فلکسورهای زانو به حداکثر گشتاور کانستریک اکستنسورهای زانو به ترتیب در سرعت‌های ۹۰ و

۱۸۰ درجه بر ثانیه

تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت (جدول ۳). مقایسه نسبت CFT/CET بین دو گروه نشان داد که در شروع و خاتمه دوره درمان، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت (جدول ۵).

نسبت حداکثر گشتاور ایزوکینتیک کانستریک فلکسورهای زانو به کانستریک اکستنسورهای زانو (CFT/CET) در گروه کوپر و غیر کوپر به ترتیب ۰/۷۵ و ۰/۸۳ بدست آمد (جدول ۳). نسبت CFT/CET قبل و بعد از درمان در هیچ یک از دو گروه

جدول ۴- مقایسه درصد بهبودی پارامترهای مورد بررسی بین دو گروه کوپر و غیر کوپر

متغیر	درصد بهبودی در گروه کوپر	درصد بهبودی در گروه غیر کوپر	مقدار احتمال
آزمون VJ	۵/۷۵	۷/۰۳	۰/۶۱۳
آزمون CH	۱۳/۰۳	۱۳/۵۱	۰/۹۵۵
آزمون TH	۲۸/۶۴	۱۳/۵۱	۰/۰۰۱
آزمون SLH	۵۲/۸۰	۱۹/۸۲	۰/۴۱۷

\* VJ: Vertical jump = پرش عمودی؛ CH: Cross hop = پرش ضربدری؛ TH: Timed-6-meter hop = پرش‌های متوالی سریع در فاصله ۶ متری؛ Single SLD leg distance = پرش طول روی یک پا؛

جدول ۵ - مقایسه نسبت CFT/CET بین دو گروه در قبل و بعد از مداخله

متغیر	قبل از مداخله		بعد از مداخله	
	گروه کوپر	گروه غیر کوپر	مقدار احتمال	مقدار احتمال
CFT/CET 90	۰/۷۵	۰/۶۷	۰/۶۹	۰/۶۳
FT/CET 180	۰/۷۴	۰/۶۴	۰/۷۱	۰/۰۶

Concentric knee flexors peak torque (CFT) / Concentric knee extensors peak torque (CET):

CFT/CET 90 و CFT/CET 180 = نسبت حداکثر گشتاور کانستریک فلکسورهای زانو به حداکثر گشتاور کانستریک اکستنسورهای زانو به ترتیب در سرعت‌های ۹۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه

## بحث

شده و پیشرونده، موجب توسعه مکانیسم‌های جبرانی موفق در زانو می‌شوند (۲۲). چمی لوسکی و همکاران بیان نمودند که استفاده از تمرینات اغتشاشی همراه با تمرینات چالاکتی و افزایش قدرت در مبتلایان به آسیب ACL باعث افزایش سطح فعالیت واستوس لتراپیس، بهبود رابطه بین عضلات و افزایش ثبات پویای زانو شد (۲۰). مطالعات دیگر نیز نشان داده‌اند که استفاده از تمرینات اغتشاشی در برنامه توانبخشی باعث بهبودی ثبات پویای زانو در افراد مبتلا به آسیب ACL شد (۲۵). در تمامی مطالعات ذکر شده قبلی (۲۰، ۲۲، ۲۵)، اثر برنامه‌های توانبخشی تنها روی گروه کوپر از مبتلایان به آسیب ACL بررسی شد. چمی لوسکی و همکاران در مطالعه‌ای بر روی افراد با آسیب ACL که کوپر تشخیص داده شده بودند، نشان داده‌اند که ۱۰ جلسه استفاده از تمرینات اغتشاشی از طریق کاهش انقباض همزمان (Co-Contraction) عضلات و بهبود کینماتیک زانو

نتایج این مطالعه نشان داد که ۴ هفته انجام تمرینات اغتشاشی با استفاده از تخته تعادل همراه با توانبخشی سنتی (شامل برنامه افزایش قدرت، انعطاف پذیری و تحمل قلبی عروقی و عضلانی) در مبتلایان به آسیب یکطرفه ACL باعث بهبودی معنی‌دار آزمون‌های عملکردی VJ، CH، TH و SLH در هر دو گروه کوپر و غیر کوپر شد.

گزارش‌های محدودی در خصوص تأثیر تمرینات اغتشاشی به صورت انفرادی یا همراه با توانبخشی سنتی بر روی توانایی‌های عملکردی مبتلایان به صدمات ACL وجود دارد. فیتزجرالد و همکاران نشان دادند که استفاده از تمرینات اغتشاشی همراه با برنامه استاندارد توانبخشی بعنوان درمان غیر جراحی آسیب ACL، آزمون‌های پرش را بهبود بخشیده و خطر خالی کردن زانو را کاهش می‌دهد. آنها بیان نمودند که تمرینات اغتشاشی با اعمال نیروهای برهم زننده ثبات، به صورت کنترل

حین مرحله ایستایش راه رفتن، باعث تغییر شیوه ثبات دهی زانو از الگوی سفت نگه داشتن زانو (Joint Stiffening) به الگوی طبیعی ثبات بخشی پویا شد (۹).

به طور سنتی درمان غیر جراحی (توانبخشی) عموماً برای افرادی توصیه می‌شود که بر اساس معاینات اولیه به عنوان کوپر تشخیص داده شوند و افرادی که به عنوان غیر کوپر تعیین می‌شوند کاندید درمان جراحی بازسازی ACL خواهند بود (۱۵-۱۳). مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از تمرینات اغتشاشی توام با برنامه توانبخشی سنتی باعث بهبودی معنی‌دار آزمون‌های عملکردی پرش در هر دو گروه کوپر و غیر کوپر از مبتلایان به آسیب رباط متقاطع زانو شد. موزن نس و همکاران نشان دادند ۶۵٪ از افرادی که در معاینات اولیه به عنوان غیر کوپر تعیین شدند در بررسی مجدد پس از یکسال، از ملاک‌های کوپر برخوردار شدند (۱۳). ایت زن و همکاران مطرح نمودند که ۵ هفته برنامه پیشرونده تمرین درمانی باعث بهبودی معنی‌دار عملکرد زانو (بر اساس آزمون قدرت ایزوکینتیک کوآدری سپس و همسترینگ و آزمون SLH) در هر دو گروه کوپر و غیر کوپر شد (۲۳). از این رو برخی محققین پیشنهاد نمودند که باید تصمیم‌گیری نهائی برای جراحی بازسازی ACL به بعد از انجام یک دوره کوتاه توانبخشی و معاینات کلی موکول شود (۲۶).

هارتیگان و همکاران نشان دادند که استفاده از تمرینات اغتشاشی توام با تمرینات افزایش قدرت در افراد غیر کوپر در زمان قبل از اقدام به جراحی، باعث بهبود نتایج توانبخشی پس از جراحی شد؛ به گونه‌ای که این افراد ۶ ماه پس از جراحی بازسازی ACL از قدرت و دامنه حرکتی قرینه تری برخوردار بودند (۲۱). بر اساس نتایج این مطالعه، همسو با یافته‌های مکزنس، ایت زن و هارتیگان (۱۳، ۲۱، ۲۳)، چنین به نظر می‌رسد که افراد غیر کوپر از مبتلایان به آسیب رباط متقاطع قدیمی زانو نیز به تمرینات اغتشاشی همراه با توانبخشی استاندارد پاسخ داده و شانس بهبود ثبات پویای زانو و بازگشت به برخی فعالیت‌ها را دارند؛ هر چند که ممکن است این مقدار بهبودی برای بازگشت به فعالیت‌های سنگین یا ورزشی سطح بالا کافی نباشد. از این رو ممکن است حذف کردن افراد غیر کوپر از درمان غیر جراحی منجر به جراحی غیر ضروری برای تعدادی از غیر کوپر شود.

برای مقایسه میزان اثر بخشی برنامه تمرینی بین دو گروه، درصد بهبودی هر یک از پارامترها بین دو گروه مورد مقایسه قرار گرفت. عدم مشاهده تفاوت معنی‌دار بین دو گروه از لحاظ درصد بهبودی آزمون‌های VJ، CH و SLH؛ و مشاهده بهبودی بیشتر

آزمون TH در گروه کوپر نسبت به گروه غیر کوپر را می‌توان به تفاوت بودن ماهیت و نیازهای پایه‌ای آزمون TH نسبت به سه آزمون عملکردی دیگر نسبت داد. آزمون‌های عملکردی برای ارزیابی ثبات پویای اندام تحتانی استفاده می‌شوند و اجرای موفق آنها به قدرت، توان انفجاری، کنترل و تعادل در زمان فرود آمدن نیاز دارد (۱۲). پارامتر زمان عکس العمل و سرعت اجرا، وجه تمایز آزمون TH از سه آزمون عملکردی دیگر می‌باشد. در آزمون‌های پرش طول و پرش عمودی فرد ضمن یک تلاش حداکثری سعی دارد تا به بیشترین طول پرش افقی یا عمودی دست یابد. حین این دو آزمون عملکردی، فقط یک بار فرود آمدن صورت می‌گیرد و عامل زمان (زمان عکس العمل و سرعت اجرا) اهمیتی ندارد. آزمون CH شامل سه پرش متوالی و سه بار فرود آمدن است که در این مورد نیز کسب حداکثر فاصله پرش مورد نظر است و عامل زمان عکس العمل و سرعت اجرا مطرح نیست. اما در آزمون TH فرد سعی دارد تا با پرش‌ها و فرودهای متوالی در سریع‌ترین زمان ممکن یک فاصله ۶ متری را طی کند. در حقیقت از لحظه شروع آزمون و نیز پس از هر بار فرود آمدن، فرد باید با کوتاه‌ترین زمان عکس العمل و حداکثر سرعت، پرش‌ها را پشت سرهم انجام دهد. بنابراین به نظر می‌رسد که آزمون TH ماهیتاً دو تفاوت با آزمون‌های SLH، CH و VJ دارد:

- (۱) آزمون TH شامل تعداد فرود آمدن بیشتری از سه آزمون عملکردی دیگر می‌باشد، فلذا احتمالاً بیش از سه آزمون عملکردی دیگر به کنترل و تعادل پویای زانو نیاز دارد.
- (۲) برخلاف سه آزمون عملکردی دیگر که در آن کسب یک فاصله پرش حداکثر مورد نظر است؛ در آزمون TH، پارامتر اصلی دست‌یابی به بهترین زمان عکس‌العمل و سرعت اجرا می‌باشد. بهبودی معنی‌دار آزمون TH در گروه کوپر نسبت به گروه غیر کوپر را می‌توان به منزله توسعه بهتر مکانیسم‌های جبرانی کنترل عصبی عضلانی در گروه کوپر قلمداد نمود؛ به عبارت دیگر افراد غیر کوپر در اجرای مهارت‌های پویای نیازمند به زمان عکس‌العمل کوتاه و سرعت بالا با مشکلات بیشتری مواجه خواهند بود.

نکته دیگری که استنباط می‌شود آن است که در معاینات کلی جهت تعیین موارد کوپر از غیر کوپر، تصمیم برای جراحی و نیز در بررسی میزان پیشرفت عملکردی بیماران و اثرات برنامه‌های توانبخشی، آزمون‌های SLH، CH و VJ را نمی‌توان جایگزین آزمون TH نمود.

تغییر معنی‌داری نیافت (جدول ۳). همچنین تفاوت معنی‌داری بین دو گروه از لحاظ نسبت CFT/CET در آغاز و پایان دوره مداخلات مشاهده نشد (جدول ۵). در خصوص مقایسه نسبت CFT/CET، گرچه تفاوت بین دو گروه معنی‌دار نبود اما دو نکته ظریف وجود دارد و لازم به ذکر اینکه هر دو یافته ذیل در خصوص نسبت CFT/CET در گروه‌های کوپر و غیر کوپر در هر دو سرعت آزمون ایزوکینتیک دیده می‌شود.

(۱) قبل از اعمال مداخله، نسبت قدرت ایزوکینتیکی فلکسورها به اکستنسورهای زانو در گروه کوپر کوچک تر و به مقادیر نرمال نزدیک تر بود (جدول ۳).

(۲) پس از ۴ هفته درمان، نسبت قدرت ایزوکینتیکی فلکسورها به اکستنسورهای زانو در گروه کوپر کاهش یافت و به سمت دامنه نرمال نزدیک تر شد (جدول ۵).

این احتمال وجود دارد که ممکن است با افزایش دوره درمان و یا تکرار آزمون پس از ۴ هفته (follow up)، رابطه بین قدرت ایزوکینتیکی فلکسورها به اکستنسورهای زانو در گروه کوپر زودتر به وضعیت نرمال باز گردد؛ روشن شدن این مطلب به مطالعات بیشتر نیاز دارد.

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، انجام تمرینات تعادلی همراه با توانبخشی سنتی موجب بهبودی آزمونهای عملکردی اندام تحتانی در هر دو گروه کوپر و غیر کوپر از مبتلایان به آسیب ACL می‌شود. میزان بهبودی در آزمون TH و احتمالاً فعالیت‌های ورزشی نیازمند به زمان عکس‌العمل سریع و سرعت اجرای بالا در گروه غیر کوپر محدود می‌باشد. نسبت حداکثر گشتاور ایزوکینتیک فلکسورها به اکستنسورهای زانو در پای آسیب دیده در گروه کوپر، کوچک‌تر و به مقادیر نرمال نزدیک‌تر است.

### قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه "تأثیر تمرینات اغتشاشی بر کنترل عصبی عضلانی زانو در دو گروه Copers و Noncopers از ورزشکاران مبتلا به آسیب لیگامان متقاطع قدامی" در مقطع کارشناسی ارشد، سال ۱۳۸۹ با کد ۰۱-۸۹-ف، می‌باشد که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز اجرا شده است.

نسبت حداکثر گشتاور ایزوکینتیک فلکسورهای زانو به اکستنسورهای زانو در پای سالم (بدون آسیب ACL) و در اندام با آسیب ACL متفاوت گزارش شده است. این نسبت در زانوی بدون آسیب بین ۵۵٪ تا ۷۷٪ بیان شده است (۲۷). با توجه به مهار و ضعف واضح کوادری سپس به دنبال آسیب ACL، نسبت حداکثر گشتاور ایزوکینتیک فلکسورهای زانو به اکستنسورهای زانو در پای آسیب دیده نسبت به پای سالم، عدد بزرگ تری را نشان خواهد داد. ضعف عضلات کوادری سپس به دنبال آسیب ACL به مهار رفلکسی عضلات کوادری سپس در اثر درد و تورم زانو، خوداری از فعالیت ارادی کامل کوادری سپس به منظور حفاظت از زانو، نقص فید بک آوران از ACL آسیب دیده و نیز بی حرکتی زانو در مرحله حاد آسیب نسبت داده شده است (۳۰-۲۸). برخلاف کوادری سپس، عضلات همسترینگ به دنبال آسیب ACL بسیار کمتر در معرض نقص قدرت می‌باشند. نقص کمتر قدرت همسترینگ به دنبال آسیب ACL به طبیعت دو مفصلی بودن ۳ مورد از ۴ بخش همسترینگ نسبت داده می‌شود؛ فلذا با وجود اختلال حرکت زانو پس از آسیب ACL، اکستانسیون هیپ به عنوان یک محرک برای همسترینگ عمل می‌کند (۳۰).

یون و همکاران در مطالعه‌ای حدود ۲۰ ماه پس از بازسازی جراحی ACL، نسبت CFT/CET را در پای سالم ۰/۵۲ و در پای آسیب دیده ۰/۷۶ و افت حداکثر گشتاور کانستریک در فلکسورها و اکستنسورها در پای آسیب دیده نسبت به پای سالم را به ترتیب ۱۳/۱٪ و ۳۱/۵٪ گزارش نمودند (۶).

به نظر می‌رسد نسبت CFT/CET در پای آسیب دیده تا حدودی مختص شرایط همان مطالعه باشد چرا که عوامل متعددی از جمله تفاوت در سطح فعالیت و رشته ورزشی افراد، وضعیت زانو (به لحاظ درد، تورم، محدودیت‌های عملکردی) در زمان ارزیابی، مدت زمان سپری شده از آسیب، مداخلات درمانی/ توانبخشی دریافت شده قبلی می‌توانند نسبت فوق را تحت تأثیر قرار دهند. آنچه که در بررسی تغییرات رابطه بین قدرت فلکسورهای زانو به اکستنسورهای زانو اهمیت بیشتری دارد مقایسه این نسبت در پای آسیب دیده با پای سالم مقابل می‌باشد که متأسفانه در این مطالعه انجام نشده است.

پس از ۴ هفته انجام تمرینات اغتشاشی توام با توانبخشی سنتی، نسبت CFT/CET در هیچ یک از دو گروه

## REFERENCES

1. Williams GN, Chmielewski T, Rudolph KS, Buchanan TS, Synder-Mackler L. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001;31(10):546-566.
2. Bonsfills N, Barrana EG, Raygoza JJ, Núñez A. Loss of neuromuscular control related to motion in the acutely ACL-injured knee: an experimental study. *Eur J Appl Physiol* 2008;104(3):567-577.
3. Borsa PA, Lephart SM, Irrgang JJ, Safran MR, Fu FH. The effects of joint position and direction of joint motion on proprioceptive sensibility in anterior cruciate ligament-deficient athletes. *Am J Sports Med* 1997;25(3):336-340.
4. Corrigan JP, Cashman WF, Brady MP. Proprioception in the cruciate deficient knee. *J Bone Joint Surg Br* 1992;74(2):247-250.
5. Portes EM, Portes LA, Botelho VG, Pinto S. Isokinetic torque peak and hamstring/quadriceps ratios in endurance athletes with anterior cruciate ligament laxity. *Clinics* 2007;62(2):127-32.
6. Yoon TS, Hwang JW. Comparison of eccentric and concentric isokinetic exercise testing after anterior cruciate ligament reconstruction. *Yonsei Medical Journal* 2000;41(5):584-592.
7. Tsepis E, Vagenas G, Giakas G, Georgoulis A. Hamstring weakness as an indicator of poor function in ACL-deficient patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2004;12(1):22-29.
8. Rudolph KS, Eastlack ME, Axe MJ, Synder-Mackler L. Movement patterns after anterior cruciate ligament injury: a comparison of patients who compensate well for the injury and those who require operative stabilization. *J Electromyogr Kinesiol* 1998;8(6):349-362.
9. Chmielewski T, Hurd WJ, Rudolph KS, Axe MJ, Synder-Mackler L. Perturbation training improves knee kinematics and reduces muscle co-contraction after complete unilateral anterior cruciate ligament rupture. *Physical Therapy* 2005;85(8):740-754.
10. Hogervorst T, Pels Rijcken TH, Van der Harts CP, De Lange ES, Taconis WK. Abnormal bone scans in anterior cruciate ligament deficiency indicate structural and functional abnormalities. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000;8(3):137-142.
11. Fitzgerald GK, Lephart SM, Hwang JH, Wainner RS. Hop tests as predictors of dynamic knee stability. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001;31(10):588-597.
12. Reid A, Birmingham TB, Stratford PW, Alcock GK, Giffin JR. Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical Therapy* 2007;87(3):337-349.
13. Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. Individuals with an anterior cruciate ligament-deficient knee classified as noncopers may be candidate for nonsurgical rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther* 2008;38(10):586-595.
14. Boerboom AL, Hof AL, Halbertsma JP, Van Raaij JJ, Schenk W, Diercks RL, et al. A typical hamstring electromyographic activity as a compensatory mechanism in anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001;9(4):211-216.
15. Eastlack ME, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Laxity, instability, and functional outcome after ACL injury: copers versus noncopers. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(2):210-215.
16. Micheo W, Hern CA, Seda C. Evaluation, management, rehabilitation, and prevention of anterior cruciate ligament injury: current concepts. *PMR* 2010;2(10):935-44.
17. Cooper RL, Taylor NF, Feller JA. A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament. *Res Sports Med* 2005;13(2):163-78.
18. Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Proposed practice guidelines for nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation of physically active individuals. *J Orthop Sports Phys Ther* 2000;30(4):194-203.
19. 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):115-123.
20. Chmielewski TL, Rudolph KS, Synder-Mackler L. Development of dynamic knee stability after ACL injury. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2002;12(4):267-274.
21. Hartigan E, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Perturbation training prior to ACL reconstruction improves gait asymmetries in non-copers. *J Orthop Res* 2009;27(6):724-9.
22. 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):128-140.
23. Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. A progressive 5-week exercise therapy program leads to significant improvement in knee function early after anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40(11):705-21.
24. Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000;8(2):76-82.
25. Beard DJ, Dodd CA, Trundle HR, Simpson AH. Proprioception enhancement for anterior cruciate ligament deficiency: a prospective randomized trial of two physiotherapy regimes. *J Bone Joint Surg Br* 1994;76(4):654-659.
26. Moksnes H, Snyder-Mackler L, Engebretsen L, Risberg MA. Functional tests should be accentuated more in the decision for ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18(11):1517-25.



27. Harilainen A. Good muscle performance dose not compensate instability symptoms in chronic anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1995;3:135-137.
28. Ikeda H, Kurosawa H, Kim SG. Quadriceps torque curve pattern in patients with anterior cruciate ligament injury. *Inter Orthop* 2002;26(6):374-375.
29. Andrade MS, Cohen M, Picarro IC, Silva AC. Knee performance after anterior cruciate ligament reconstruction. *Isokinetic Exercise Science* 2002;10:81-86.
30. Pua YH, Bryant AL, Steele JR, Newton RU, Wrigley TM. Isokinetic dynamometry in anterior cruciate ligament injury and reconstruction. *Ann Acad Med Singapore* 2008;37:330-40.

Research Articles

## The efficacy of perturbation training with traditional rehabilitation on lower extremity functional abilities in ACL-deficient patients: coper and noncoper

Aslezaker F<sup>1</sup>, Goharpey SH<sup>2</sup>, Shaterzadeh MJ<sup>2</sup>, Zahednejhad SH<sup>2</sup>, Navali AM<sup>3</sup>, Talebi GA<sup>4\*</sup>

1. M.S physiotherapy, instructor of rehabilitation faculty of Tabriz University of medical sciences, Tabriz, Iran.

2. PhD physiotherapy, assistant professor of rehabilitation faculty of Ahwaz Jondishapour University of medical sciences, Ahvaz, Iran.

3. Orthopedics specialist, associate professor of medicine faculty of Tabriz University of medical sciences<sup>3</sup>, Tabriz, Iran.

4. PhD physiotherapy, assistant professor of rehabilitation faculty of Tabriz University of medical sciences, Tabriz, Iran.

### Abstract

**Background and Aim:** Patients with anterior cruciate ligament (ACL) deficiency are divided to coper and noncoper groups. The purpose of this study was to compare the efficacy of perturbation training with traditional rehabilitation on functional tests of lower extremity and knee muscles isokinetic peak torque ratio in two groups of patients with ACL-deficient: coper and noncoper

**Materials and Methods:** In this clinical trial study, 24 patients with ACL-deficient were divided to two groups: coper and noncoper. They participated in a management plan for 4 weeks, three times a week, including perturbation exercises and traditional rehabilitation (stretching, strengthening, and endurance exercises). Lower extremity functional tests through hop tests and knee muscles isokinetic peak torque ratio were evaluated.

**Results:** After 4 weeks, all the functional tests improved significantly in both groups; and timed 6-meter hop test showed significant improvement in coper group with respect to noncoper group ( $p < 0.05$ ). There was no significant difference between two groups in knee flexors to extensors isokinetic peak torque ratio; but this ratio was lower and close to normal values in coper group.

**Conclusion:** Perturbation training with traditional rehabilitation improves functional abilities of lower extremity in both groups of coper and noncoper of the patients with ACL-deficient. Probably, the patients of noncoper ACL-deficient have chance to return in some daily activities too.

**Keywords:** anterior cruciate ligament, perturbation training, functional tests, knee isokinetic peak torque

\*Corresponding author: Ghadam Ali talebi. Tabriz University of Medical sciences, Tabriz, Iran

E-mail: Talebig@tbzmed.ac.ir