



# بررسی تأثیر تمرینات تعادلی بر آزمونهای تعادلی و محدوده ثباتی پویا در مردان سالم با استفاده از سیستم تعادلی با یودکس

دکتر اسماعیل ابراهیمی<sup>۱</sup>، دکتر مهیار صلواتی<sup>۲</sup>، دکتر نادر معروفی<sup>۳</sup>، \* وحید اسماعیلی<sup>۴</sup>

## چکیده

**هدف:** علیرغم مزایای تمرینات تعادلی و نقش مهمی که می‌توانند در جلوگیری از ضایعات لیگامانی اندام تحتانی ایفاکنند، از لحاظ پژوهشی به این تمرینات توجه کافی نشده است. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرینات تعادلی بر تقویت لیگامانهای اندام تحتانی و آزمونهای تعادلی و محدوده ثباتی پویا در افراد سالم انجام شده است.

**روش بررسی:** در مطالعه حاضر که به روش شبه تجربی از نوع مورد - شاهد بود گروه مورد که شامل دو گروه ۱۷ نفری بود تمرینات تعادلی را به مدت ۶ هفته انجام داد. (یک گروه روی اندام غالب و گروه دیگر روی اندام غیر غالب) گروه شاهد ۱۷ نفری هم هیچ تمرینی انجام نداد. نمونه‌ها بصورت اتفاقی از جامعه در دسترس انتخاب شدند. قبل و بعد از انجام تمرینات دو گروه با استفاده از سیستم تعادلی بایودکس مورد ارزیابی و ارزیابی مجدد قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** مقایسه شاخصهای تعادلی در دو گروه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در بعضی از آنها بود. که مهمترین آنها در شاخص کلی ثباتی اندامهای غالب و غیر غالب، شاخص قدامی - خلفی اندام غیر غالب، شاخص داخلی - خارجی اندام غالب و زمان کلی آزمون محدوده ثباتی بایودکس اندام غالب بعد از انجام تمرینات تخته تعادل است ( $P < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌های موجود می‌توان از تمرینات تعادلی به عنوان روشی مناسب برای تقویت لیگامانهای اندامها و مفاصل و بهبود فرایند تعادل و جلوگیری از مشکلات لیگامانی استفاده کرد.

**کلید واژه‌ها:** تمرینات تعادلی / اندام تحتانی / افراد سالم / محدوده ثباتی / بایودکس

- ۱- دکترای فیزیوتراپی، استاد دانشگاه علوم پزشکی ایران
- ۲- دکترای فیزیوتراپی، استادیار دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۳- دکترای فیزیوتراپی، استادیار دانشگاه علوم پزشکی ایران
- ۴- کارشناس ارشد فیزیوتراپی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۱۰/۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۴/۱۲/۲۰

\* آدرس نویسنده مسئول:

تهران، اوین، بلوار دانشجو، بن بست کودکیار، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، گروه فیزیوتراپی.  
تلفن: ۲۲۴۲۳۲۵۰ داخلی: ۲۳۶

\* E-mail: VAHID@uswr.ac.ir



## مقدمه

امروزه پزشکی ورزشی شامل دو بخش عمده می‌باشد: بخش اول فعالیت فیزیکی منظم و فواید حاصل از آن و بخش دوم جلوگیری از ضایعات همراه با فعالیت فیزیکی و ورزشی. بعلت حرفه ای شدن ورزش و شرکت روزافزون افراد در فعالیتهای ورزشی بخش دوم یعنی جلوگیری از ضایعات ورزشی اهمیت روز افزونی یافته است. ایجاد روشهای مؤثر برای درمان ضایعات ورزشی مهم است و مهم‌تر اینکه عوامل خطر شناخته شوند و تا حد امکان کنترل گردند. به طور مثال اطلاعات اخیر نشان می‌دهد بهبود کنترل عصبی - عضلانی زانو ممکن است میزان وقوع ضایعات غیر تماسی لیگامان متقاطع قدامی مفصل زانو را کاهش دهد. تمرینات تعادلی تمرینات بارزنی هستند که بعلت کم هزینه بودن و قابل اجرا بودن در کلینیک و منزل و عدم نیاز به وسایل پرهزینه می‌توانند به عنوان یک جزء اساسی در برنامه آماده سازی یا توانبخشی به همراه برنامه‌های افزایش قدرت، استقامت، آمادگی قلبی عروقی و انعطاف پذیری گنجانده شوند. این تمرینات سریع‌تر از سایر تمرینات به نتیجه می‌رسند و برای بیمار لذت بخش هستند (۱).

مثال دیگر، ضایعه لیگامانی میچ پا که میزان شیوع آن ۸۰٪ بوده و شایعترین ضایعه در میان ورزشکاران می‌باشد (۲). موضوع مهم‌تر که باید به آن توجه ویژه شود، وقوع مجدد این ضایعه می‌باشد. میزان شیوع ضایعه مجدد لیگامانی میچ پا در ورزشکاران ۷۳٪ است و ۵۹٪ از آنها علائم پایداری مثل درد، ضعف عضلانی، صداهای مفصلی، بی‌ثباتی، تورم و سفتی مفصلی دارند که بر کارایی آنها تأثیر می‌گذارد (۳). این علائم می‌تواند در نتیجه وجود بی‌ثباتی دائمی به صورت مکانیکی، عملکردی یا ترکیبی از هر دو باشد. بی‌ثباتی مکانیکی شامل ضعف عضلانی و شلی مفصلی می‌باشد. با این حال بسیاری از افراد هیچ نقص مکانیکی ندارند ولی بعلت وجود بی‌ثباتی عملکردی مکرراً دچار پیچ خوردگی و کشیدگی‌های میچ پا می‌شوند (۴). ولی با انجام تمرینات تعادلی و افزایش ثبات و قدرت بافتهای اطراف مفصل می‌توان از بروز آن پیشگیری نمود (۲).

وارد آمدن ضایعه به بافتهای مفصلی می‌تواند در نهایت باعث تغییرالگوهای حرکتی و تکرار پذیرش ضایعه شود (۲). پاتونز بی‌ثباتی عملکردی مفصل پیچیده است ولی چنین گزارش شده که بعلت نقایص حسی - حرکتی، مکانیکی و عضلانی می‌باشد (۵). اختلال حس عمقی موجب فقدان تعادل و حس وضعیت مفصلی می‌شود که یک نکته مهم است. حس عمقی شامل پی بردن به تحریک، پردازش ورودی حسی و شروع پاسخ واکنشی از طریق سیستم

عصبی - عضلانی می‌شود (۶). گرچه نقش اطلاعات حسی - پیکری در کنترل حرکت به اثبات رسیده است، مکانیسم‌های جبرانی در افراد دچار اختلال حسی پیکری مثل افرادی که دچار ضایعه مفصل میچ پا می‌شوند و افراد دچار ضایعه لیگامان متقاطع قدامی به خوبی مشخص نشده‌اند. برخی از افراد دچار ضایعه لیگامانی به خوبی بهبود می‌یابند و به فعالیتهای ورزشی ادامه می‌دهند درحالیکه دیگران از بی‌ثباتی و در رفتن مفصل شکایت می‌کنند (۷). در مورد مفصل میچ پا برخی مطالعات بروز یک تأخیر در وارد عمل شدن عضلات پروئال را مطرح کرده‌اند در حالیکه سایر مطالعات هیچ اختلالی در زمان وارد عمل شدن عضلات پروئال بین افراد عادی و افراد دچار ضایعه میچ پا گزارش نکرده‌اند (۸-۱۱). از آنجاکه در درمان همیشه پیشگیری مهم است و لزوم تحقیقات جدید در زمینه تأثیر تمرینات تعادلی بر تقویت لیگامانها و بافتهای اطراف مفصلی و پیشگیری از آسیب‌ها و کسب نتایج بیشتر و بهتر همیشه حس می‌شود، بر آن شدیم تا با انجام این تحقیق به بررسی تأثیر انجام تمرینات تعادلی در افراد سالم که دچار هیچ نوع ضایعه لیگامانی نبودند بپردازیم.

## روش بررسی

تحقیق حاضر شامل دو مرحله بود:

در مرحله اول یک تحقیق متودولوژیک برای بررسی میزان تکرار پذیری روشهای اندازه‌گیری انجام شد. فاصله زمانی ارزیابیها یک هفته بود و سعی شد شرایط دو جلسه ارزیابی کاملاً مساوی باشد. در این مرحله دو گروه ۱۰ نفری مورد بررسی قرار گرفتند (۱۲).

مرحله دوم یک مطالعه شبه تجربی شش هفته‌ای بود. افراد گروه مورد شامل دو گروه ۱۷ نفره بودند. یک گروه روی اندام غالب تمرین می‌کرد و گروه بعدی روی اندام غیر غالب. گروه شاهد هم شامل ۱۷ نفر بود که تمرینی را انجام نمی‌دادند. دو گروه به فاصله ۶ هفته مورد ارزیابی اولیه و ارزیابی مجدد قرار می‌گرفتند. گروه مورد در این فاصله ۶ هفته‌ای، هر هفته سه جلسه تمرینات را انجام می‌دادند اما گروه شاهد هیچ تمرینی انجام نمی‌داد (۱۳).

جامعه آماری در این تحقیق عبارت بود از پسرهای سالم جوان که بعلت اینکه بیشترین آسیبهای ورزشی متوجه این گروه می‌باشند مورد توجه قرار گرفتند و از پسرهای سالم مشغول به تحصیل در دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی در سال تحصیلی ۸۱ - ۸۰ که در محدوده سنی ۱۸ تا ۲۵ سال قرار داشتند بطور تصادفی ۵۱ نفر انتخاب و به سه گروه تقسیم شدند. گروه بندی به صورت تصادفی و از نوع متوالی بود. به این معنی که افراد بر اساس ترتیب زمان مراجعه به یکی از گروههای سه گانه



اختصاص یافته و به سه گروه تقسیم‌بندی می‌شدند و کلیه روشهای آزمون و ارزیابی برای سه گروه مورد و شاهد بصورت مساوی انجام می‌شد (۱۳).

نمونه‌های پژوهش ابتدا فرم موافقت آگاهانه را امضا می‌کردند. از آنجا که نفرات شرکت‌کننده در تحقیق باید همگی سالم می‌بودند از نظر وجود این موارد کنترل می‌شدند:

زانو درد، قفل شدن زانو، درد مچ پا، خالی کردن مچ پا، صافی قوس کف پا، سابقه جراحی اندام تحتانی، کمردرد، کوتاهی عضله چهار سر ران، ورزش پیگیر و مستمر، اعتیاد به دارو یا مواد مخدر، مصرف سیگار، تنگی نفس، دیابت، درد قفسه سینه و مشکلات نورولوژیک مثل صرع، سرگیجه، سردرد مزمن، میگرن، اختلالات تعادلی، بیماریهای سیستم خودایمنی و روماتولوژی مثل آرتریت روماتوئید جوانان (۱۹-۱۴).

سعی شد تا جاییکه امکان دارد آزمونهایی که در زیر شرح داده می‌شوند با جزئیات کامل در مورد همه افراد اجرا شوند. برای جلوگیری از تأثیر خستگی و یادگیری بر اثر تکرار، آزمایشها به صورت تصادفی انتخاب و انجام شدند.

#### آزمون تعادل داینامیک بایودکس:

سیستم ثباتی بایودکس جهت ارزیابی کنترل عصبی-عضلانی از طریق محاسبه شاخصهایی که نشاندهنده توانایی ثبات یا تعادل می‌باشند طراحی شده است. این سیستم شامل یک صفحه نیروی دایره‌ای شکل به قطر ۵۴ سانتی متر است که به ارتفاع ۲۰ سانتی متر از زمین و داخل بدنه دستگاه قرار می‌گیرد. این صفحه نیرو قادر است در جهات مختلف حداکثر ۲۰ درجه نسبت به وضعیت افقی چرخش انجام دهد. همچنین یک رایانه کوچک با کلیدها و صفحه نمایش مخصوص توسط پایه‌ای بصورت قائم در آن تعبیه شده است که می‌تواند زمانیکه فرد مورد نظر روی صفحه نیرو می‌ایستد، در روبرو در معرض دید او قرار بگیرد (۲۰).

آزمودنی در دو وضعیت ایستاده روی پای راست و پای چپ با چشمان بسته آزمون تعادل داینامیک را انجام می‌داد. در این آزمونها از آزمودنی خواسته می‌شد که بمدت ۲۰ ثانیه تعادل خود را به صورتی که صفحه نیرو حتی المقدور در یک وضعیت افقی قرار داشته باشد، حفظ کند. در شروع آزمون، صفحه نیرو از وضعیت ثابت به حالت متحرک درآمده و با اتمام زمان آزمون، دوباره به حالت ثابت در می‌آمد. لازم به ذکر است که میزان سفتی صفحه نیرو نیز قابل تنظیم بود. بدین معنی که سیستم قادر بود درجه سفتی را از ۱ (بی ثبات‌ترین حالت) تا ۸ (سفت‌ترین حالت) تغییر دهد. جهت حفظ حساسیت نتایج، میزان ثبات صفحه نیرو در وضعیت ۷ و ۸ تنظیم می‌شد. این اعداد نشاندهنده میزان سفتی صفحه

نیرو در ۱۰ ثانیه اول و ۱۰ ثانیه دوم آزمونها می‌باشند. شاخص‌های ارائه شده توسط سیستم نشاندهنده میزان انحراف صفحه نیرو از حالت افقی می‌باشند. بدین معنی که هر چه اندازه این شاخصها کوچکتر باشد میزان انحراف صفحه نیرو بیشتر بوده و در نتیجه آزمودنی از تواناییهای تعادل بهتری جهت حفظ مرکز ثقل خود در یک موقعیت مرکزی برخوردار بوده است. این شاخصها عبارت بودند از شاخصهای ثباتی کلی، شاخصهای قدامی-خلفی و شاخص طرفی.

شکل ۱



#### آزمون محدوده ثباتی داینامیک بایودکس:

یکی دیگر از امکانات ارزیابی سیستم ثباتی بایودکس که در تحقیق حاضر نیز جهت ارزیابی افراد مورد مطالعه از آن استفاده شده است محدوده ثباتی بایودکس می‌باشد. در این آزمون توانایی فرد در انتقال وزن، جابجایی مرکز ثقل در جهات مختلف و به سمت نقاط هدف مشخص مورد ارزیابی قرار می‌گرفت. میزان ثبات صفحه نیرو روی درجه ۵ تنظیم شد. برای انجام آزمون، آزمودنی روی صفحه نیرو روی یک اندام در حالیکه دستهای خود را روی سینه بصورت ضربدری قرارداده بود، می‌ایستاد (شکل ۱). در شروع آزمون مربع‌های هدف بصورت چشمک زن روی صفحه نمایش ظاهر می‌شد. همچنین مرکز ثقل فرد نیز روی صفحه مشخص بود. این مربع‌های چشمک زن، روی موقعیت مرکزی و همچنین در هشت جهت در اطراف این نقطه قرار داشتند. از آزمودنی خواسته می‌شد با شروع آزمون مرکز ثقل خود را برای مدت معین (۲۵ صدم ثانیه) در داخل هر یک از مربع‌های چشمک زن نگهدارد.

زمان تکمیل آزمون در تحقیق حاضر به عنوان ملاکی برای مهارت فرد در امر انتقال وزن در نظر گرفته می‌شد. همچنین کنترل جهت دار به صورت درصد در هر یک از جهات هشت گانه به نمایش در می‌آمد که نشاندهنده درصد بدست آمده توسط آزمودنی از مقدار محدوده ثباتی کامل فرضی بود. به عبارت دیگر این درصدها نشان می‌دهند که در مجموع و همچنین به تفکیک هر یک از جهات، میزان محدوده ثباتی



۳- حفظ تعادل روی تخته تعادل چند صفحه ای با چشمان باز  
 ۴- حفظ تعادل روی تخته تعادل با چشمان بسته.  
 زمانی به فرد اجازه وارد شدن به مرحله بعدی داده می شد که می توانست تعادل خود را در مرحله قبلی حفظ نماید. به طور کلی این تمرین از مراحل ساده شروع و به مراحل مشکل تر پیش می رفت. در مراحل مختلف انجام تحقیق سه نفر از آزمودنیها (دو نفر از گروهی که روی پای غالب تمرین می کردند و یک نفر از گروهی که روی پای غیر غالب تمرین می کردند) از ادامه همکاری امتناع کردند. در کل مراحل عملی اجرای تحقیق چهار و نیم ماه به طول انجامید.

#### یافته ها

نتایج تجزیه و تحلیل آماری توصیفی و آزمون K-S نشان دهنده انطباق توزیع فراوانی شاخصهای مورد مطالعه با توزیع نرمال بود. همچنین میزان تکرار پذیری مطلق و نسبی در حد قابل قبول بود (جدول ۱).  
 نتایج تستهای مختلف انجام شده و میزان بدست آمده در هر یک از شاخصهای آزمون در جدول ۲ آمده است و بیانگر وجود اختلاف معنی دار در برخی موارد بین گروههای مورد و شاهد می باشد.

بدست آمده آزمودنی بصورت درصد چه مقدار کامل و مطلوب را شامل شده است. پس این شاخص می تواند ملاکی برای ارزیابی محدوده ثباتی باشد و هر چه این عدد بالاتر و به صد نزدیک بود فرد از توانایی بالاتری در امر کنترل تعادل در مرحله تحرک کنترل شده برخوردار بوده است.

#### جلسه تمرین:

مدت کلی اجرای این تمرینات ۶ هفته بود (هفته ای ۳ جلسه به فواصل ۴۸ ساعت). در این مدت افراد در هیچ فعالیت ورزشی شرکت نمی کردند و فقط به انجام پروتکل حاضر می پرداختند. هر جلسه شامل مراحل زیر بود (۲۳-۲۱):

هر جلسه تمرین شامل ۲ وقت پنج دقیقه ای که بین آنها ۲ دقیقه به فرد استراحت داده می شد (۲۳-۲۲). مراحل این تمرین بر اساس سختی انجام عبارت بودند از:

- ۱- حفظ تعادل بر روی تخته تعادل یک صفحه ای با چشمان باز و ایستادن روی یک پا در جهت قدامی - خلفی
- ۲- حفظ تعادل بر روی تخته تعادل یک صفحه ای با چشمان باز و ایستادن روی یک پا در جهت داخلی - خارجی

جدول ۱- تکرار پذیری نسبی و تکرار پذیری مطلق بین اندازه گیریهای آزمونگر در دو جلسه

ردیف	متغیر	ICC		SEM		تکرار پذیری مطلق	
		گروه تمرین کرده	گروه تمرین نکرده	گروه تمرین کرده	گروه تمرین نکرده	گروه تمرین کرده	گروه تمرین نکرده
۱	شاخص کلی ثباتی برای اندام غالب قبل از ۶ هفته	۰/۷۷	۰/۷۰	۱/۲۳	۱/۲۱	٪۲۰	٪۲۰
۲	شاخص کلی ثباتی برای اندام غیر غالب قبل از ۶ هفته	۰/۷۶	۰/۷۷	۱/۲۱	۱/۰۹	٪۸۰	٪۷۰
۳	شاخص قدامی - خلفی برای اندام غالب قبل از ۶ هفته	۰/۷۱	۰/۸۰	۱/۲۳	۱/۱۱	٪۲۰	٪۳۰
۴	شاخص قدامی - خلفی برای اندام غیر غالب قبل از ۶ هفته	۰/۷۷	۰/۷۴	۰/۸۶	۱/۰۰	٪۵۰	٪۳۰
۵	شاخص داخلی - خارجی برای اندام غالب قبل از ۶ هفته	۰/۷۶	۰/۶۶	۰/۵۳	۰/۶۶	٪۶۰	٪۳۰
۶	شاخص داخلی - خارجی برای اندام غیر غالب قبل از ۶ هفته	۰/۷۰	۰/۶۶	۰/۹۴	۰/۶۹	٪۴۰	٪۳۰
۷	درصد عملکرد محدوده ثباتی اندام غالب قبل از ۶ هفته	۰/۷۲	۰/۷۷	۰/۰۲	۰/۰۲۳	٪۸۰	٪۶۰
۸	درصد عملکرد محدوده ثباتی اندام غیر غالب قبل از ۶ هفته	۰/۸۹	۰/۷۲	۰/۰۱۳	۰/۰۲۱	٪۱۰۰	٪۱۰۰
۹	زمان تست محدوده ثباتی اندام غالب قبل از ۶ هفته	۰/۸۲	۰/۸۲	۱۹/۷۱	۱۹/۰۴	٪۵۰	٪۴۰
۱۰	زمان تست محدوده ثباتی اندام غیر غالب قبل از ۶ هفته	۰/۸۱	۰/۸۶	۲۳/۷۸	۲۱/۵۸	٪۳۰	٪۴۰



جدول ۲- نتایج آزمون t زوج برای مقایسه متغیرهای کمی مورد مطالعه بین دو گروه تمرین کرده و تمرین نکرده

ردیف	متغیر	میانگین		انحراف معیار		اختلاف میانگین	t	p
		تمرین کرده	تمرین نکرده	تمرین کرده	تمرین نکرده			
۱	شاخص کلی ثباتی اندام غالب قبل از ۶ هفته	۱۱/۱۶	۱۱/۶۱	۲/۴۶	۲/۳	۵/۱۵۷	۰/۶۸	۰/۹۴۶
۲	شاخص کلی ثباتی اندام غالب بعد از ۶ هفته	۸/۸۶	۱۰/۸۴	۲/۴۷	۲/۲۴	-۱/۹۸	-۲/۹	۰/۰۶
۳	شاخص کلی ثباتی اندام غیرغالب قبل از ۶ هفته	۱۱/۶۳	۱۰/۵۱	۲/۱۱	۲/۱۷	۲/۱۲	۱/۷۲	۰/۰۹۴
۴	شاخص کلی ثباتی اندام غیرغالب بعد از ۶ هفته	۸/۲	۹/۴۸	۱/۹۵	۱/۹۵	-۱/۲۷	-۲/۱۶	۰/۰۳۸
۵	شاخص قدیمی خلفی اندام غالب قبل از ۶ هفته	۱۰/۵۱	۱۰/۲۴	۳/۴۹	۲/۵۲	۰/۲۷۵	۰/۳۶۲	۰/۷۱۹
۶	شاخص قدیمی خلفی اندام غالب بعد از ۶ هفته	۸/۱	۹/۵۸	۲/۳۳	۱/۲	-۱/۴۸	-۲/۲۴	۰/۳۱
۷	شاخص قدیمی خلفی اندام غیرغالب قبل از ۶ هفته	۹/۶۵	۹/۰۵	۲/۰۲	۲/۱۶	۰/۵۹۹	۰/۹۳۹	۰/۳۵۵
۸	شاخص قدیمی خلفی اندام غیرغالب بعد از ۶ هفته	۶/۸۶	۸/۰۲	۱/۸۷	۱/۸۷	-۱/۱۶	-۲/۰۶۷	۰/۰۴۷
۹	شاخص داخلی خارجی اندام غالب قبل از ۶ هفته	۵/۰۵	۵/۳۴	۱/۲	۱/۱۴	-۰/۲۸۹	-۰/۸۲۵	۰/۴۱۸
۱۰	شاخص داخلی خارجی اندام غالب بعد از ۶ هفته	۴/۴۶	۵/۱۷	۰/۹۹	۱/۱۴	-۰/۷۰۹	-۲/۱۴۹	۰/۰۴
۱۱	شاخص داخلی خارجی اندام غیر غالب قبل از ۶ هفته	۴/۴۹	۵/۴۴	۱/۵۵	۱/۲۵	۱/۰۵	۲/۶۱۳	۰/۰۱۳
۱۲	شاخص داخلی خارجی اندام غیر غالب بعد از ۶ هفته	۴/۲۶	۵/۰۲	۰/۹۱	۱/۴۷	-۰/۷۵	-۱/۹۱	۰/۰۶۸
۱۳	درصد عملکرد محدوده ثباتی اندام غالب قبل از ۶ هفته	۰/۰۵	۰/۰۵۲	۰/۰۴۵	۰/۰۳	-۱/۷	-۰/۱۵۲	۰/۸۸
۱۴	درصد عملکرد محدوده ثباتی اندام غالب بعد از ۶ هفته	۰/۰۷۸	۰/۰۵۵	۰/۰۳۵	۰/۰۳۲	۲/۲۵	۲/۲۳	۰/۳۲
۱۵	درصد عملکرد محدوده ثباتی اندام غیر غالب قبل از ۶ هفته	۰/۰۵۴	۰/۰۶۴	۰/۰۲	۰/۰۴	-۹/۹۲	-۰/۸۹۱	۰/۳۸۱
۱۶	درصد عملکرد محدوده ثباتی اندام غیر غالب بعد از ۶ هفته	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۳۹	۰/۰۲۷	۲/۱۷۱	۲/۲۳۵	۰/۳۱
۱۷	زمان کلی آزمون محدوده ثباتی اندام غالب قبل از ۶ هفته	۲۱۰/۴۵	۲۳۱/۴۷	۴۹/۳	۴۷/۸۷	-۲۱/۰۱	-۱/۴۳	۰/۱۵۹
۱۸	زمان کلی آزمون محدوده ثباتی اندام غالب بعد از ۶ هفته	۱۷۲/۹	۲۱۰/۱۷	۵۲/۱۳	۳۲/۶۶	-۳۷/۲۷	-۳/۰۳	۰/۰۰۴
۱۹	زمان کلی آزمون محدوده ثباتی اندام غیر غالب قبل از ۶ هفته	۲۱۵/۹۶	۲۰۳/۰۵	۴۷/۸	۶۰/۲۹	۱۲/۹	۰/۷۶۲	۰/۴۵۳
۲۰	زمان کلی آزمون محدوده ثباتی اندام غیر غالب بعد از ۶ هفته	۱۶۳/۸۳	۱۹۱/۴۷	۴۵/۸	۴۱/۷۲	-۲۷/۶۳	-۲/۱۱۷	۰/۵۴۱

همچنین تراپ و همکارانش نشان دادند تمرین درمانی با استفاده از ankle disk (که برای تقویت تعادل بکار می‌رود) در فوتبالیست‌های دچار ضایعات مچ پا، میزان وقوع مجدد آسیب را کاهش می‌دهد (۲۷). اصطلاح سیستم حسی حرکتی برای توضیح روندهای فیزیولوژیک عصبی حسی و حرکتی به کار می‌رود. سیستم حسی حرکتی مکانیسم‌های دخیل در دریافت یک تحریک حسی و تبدیل آن به سیگنال عصبی، انتقال آن از طریق مسیرهای آوران به سیستم عصبی مرکزی، روند تلفیق بوسیله مراکز مختلف در سیستم عصبی مرکزی و پاسخهای حرکتی که منجر به فعالیت عضلانی برای انجام فعالیت‌های عملکردی و ثبات مفصلی می‌شوند را در بر می‌گیرد. آوران‌های عصبی اجزاء مهمی برای کنترل حرکتی هستند و دوکهای عضلانی که گیرنده‌های حسی عضله می‌باشند به میزان زیادی تحت تأثیر

### بحث

نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر تا حدی مشابه تحقیقات زیادی است که در زمینه تأثیر انجام تمرینات تعادلی در بهبود پارامترهای مختلف تعادل انجام شده است. رزی و همکارانش در یک مطالعه ۴ هفته‌ای با استفاده از سیستم تعادلی بایودکس که روی افراد سالم و افراد دچار بی ثباتی مچ پا انجام شدنشان دادند که این تمرینات تعادلی باعث بهبود در کنترل تعادل در هر دو گروه شده بود. این محققین نتیجه گرفتند بهبودی به صورت مستقیم یا غیرمستقیم در افزایش کنترل مفصل مچ پا سهیم بوده است. آنها همچنین اعتقاد داشتند که نتیجه مثبت تمرین ممکن است بعلا یک افزایش عمومی در کنترل تعادل باشد، نه فقط بهبود در کنترل تعادل در مفصل مچ پا (۲۴).



مارکوس و سولیوان (۱۹۹۹) فرایند تعادل را به چهار مرحله تحرک، ثبات، تحرک کنترل شده و مهارت تقسیم کردند. مرحله اول (تحرک) به معنی وجود دامنه حرکتی فعال و غیر فعال طبیعی است. مرحله دوم (ثبات) به معنی توانایی عضلات پروگزیمال و دیستال در انجام انقباضهای همزمان جهت تثبیت مفاصل زنجیره حرکتی در یک وضعیت دلخواه می باشد که نیاز به انقباضات استاتیک طولانی بدون خستگی دارد. مرحله سوم (تحرک کنترل شده) به معنی توانایی حرکت و تغییر وضعیت در اجزاء پروگزیمال زنجیره حرکتی در حالی که قسمتهای دیستال زنجیره ثابت و بدون حرکت است، می باشد. در این مرحله عمدتاً عملکردهای همراه با تحمل و انتقال وزن مطرح بوده و بدین منظور کنترل ثبات داینامیک اجزای پروگزیمال اندام تحمل کننده وزن (اختصاصاً ناحیه کمری لگنی) ضروری می باشد. مرحله چهارم (مهارت) نیز شامل فعالیتهای نرم و دقیق و هماهنگ از پیش برنامه ریزی شده است (۲۶).

طبق نظریه عملکرد سیستمی، توانایی کنترل وضعیت بدن در فضا ناشی از اثر متقابل و پیچیده سیستم عصبی و سیستم استخوانی عضلانی می باشد. این سیستم کنترل وضعیت، حفظ تعادل و متعاقب آن ایجاد حرکت را مستلزم تداخل داده های حسی برای تشخیص موقعیت بدن در فضا و همینطور توانایی سیستم عضلانی اسکلتی برای اعمال نیرو می داند. طبق این نظریه عوامل اسکلتی عضلانی مؤثر در تنظیم تعادل شامل دامنه حرکتی مفصل، خصوصیات عضله و ارتباط بیومکانیکی قسمتهای مختلف می باشد (۲۳).

#### نتیجه گیری

در کل نتایج تحقیق حاضر نشان داد انجام شش هفته تمرینات تعادل باعث بهبود برخی پارامترهای تعادلی می شود که از طریق تقویت لیگامانهای اندامها و مفاصل و بهبود فرایند تعادل و عوامل دخیل در آن می باشد. پیشنهاد می شود برای پیگیری بیشتر در تحقیقات آتی ارزیابیهای مکرر با فواصل کوتاه انجام شود.

#### منابع:

- 1- Bahr R. Sports medicine. British Med. J 2001; 323(11):328-331
- 2- Smith R W, Rieschl SF. Treatment of ankle sprains in young athletes. American J. Sports Med 1996; 14:465-471.
- 3- Yeung M S, Chan K M, So C H, Yuan W Y. An epidemiological survey on ankle sprain. British J. Sports Med 1994; 28:112-116.
- 4-Hertel J. Functional instability following lateral ankle sprain. Sports Med 2000; 29; 361-371.
- 5- Kaminski T W, Buckley B D, Powers M E, Hubbard T J, Ortiz C. Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios with unilateral functional ankle instability. British J. Sports Med 2003; 37:410-415.

اطلاعاتی قرار می گیرند که از طریق آورانه های مفصلی مخابره می شوند. یعنی یک ارتباط مفصلی - تندونی - عضلانی به صورت یک پاسخ و ابران به پیامهای آوران که باعث کنترل پویای مفصل می شود، بیان می گردد (۲۶). ماختر این احتمال را مطرح نمود که بروز نتایج مختلف و بعضاً متناقض در تحقیقات انجام شده می تواند به چگونگی الگوی توزیع عصب دهی ساختارهای زانو و تعداد مکانورسپتورهای موجود در آنها مرتبط باشد. از آنجا که برخی افراد نسبتهای متفاوتی از ورودیهای حسی را از ساختارهای مختلف دریافت می کنند، این می تواند دلیل عدم بدست آمدن نتایج یکسان در تحقیقات باشد (۱۸). باید توجه داشت که تمرینات تعادلی نیازمند پاسخهای کنترل حرکتی در سطح ساقه مغز می باشد. با استفاده از تمرینات تعادلی می توان کنترل حرکتی را در تمامی سطوح آن بهبود داد و این از اصول مهم توانبخشی تعادل و حس عمقی است زیرا کنترل حرکتی مناسب نیازمند پاسخهای رفلکسی در سطح نخاع، عکس العمل های وضعیتی و تعادل اتوماتیک در سطح ساقه مغز و پاسخهای آگاهانه در سطح کورتکس (قشر مغز) می باشد (۲۴).

می توان از این تمرینات برای افزایش مخابره پیامهای حسی به سطح مربوطه در سیستم عصبی مرکزی استفاده کرد. مطالعه لنتل و همکارانش (۱۹۹۵) نشان داد که دو عامل عمده دخیل در بی ثباتی عملکردی، نقش حس عمقی و ثبات آناتومیکی می باشد. حس عمقی نقش حیاتی در کنترل تعادل دارد. یک جنبه از نقش حس عمقی در کنترل حرکت و پاسچر عبارتست از طراحی و اصلاح دستورات حرکتی درون زا قبل و در طی اجرای یک دستور حرکتی. سیستم کنترل حرکت باید وضعیت جاری و در حال تغییر مفاصل را در نظر بگیرد تا تعادل پیچیده مکانیکی حاصل از اجرای آن را تخمین بزند. در این قضیه حس عمقی بهترین شرایط را برای تأمین اطلاعات و مخابره آنها به سیستم عصبی مرکزی دارا می باشد. این کار یک فرایند پیچیده است که تنها از عهده سیستم آوران حس عمقی بر می آید. اطلاعات حس عمقی هم در حفظ ثبات کل بدن و هم در حفظ ثبات نواحی موضعی (ثبات عملکردی مفصلی) نقش اساسی ایفا می کند. مطالعات نشان داده است که متعاقب صدمات مفصلی توانایی و کارایی حس عمقی کاهش می یابد. در برگرداندن سریع فرد آسیب دیده به سطوح پیش از ضایعه افزایش سطح آگاهی فرد نسبت به وضعیت و حرکت مفصل و نیز بالابردن ثبات داینامیک از عوامل بسیار مهم است. در این راستا مهارتهای تعادلی استاتیک باید به عنوان پیش زمینه و مقدمه ای برای مهارتهای داینامیک از زمانیکه فرد قادر به تحمل وزن روی اندام تحتانی اش می باشد، مورد استفاده قرار گیرد (۲۵).



- 6-Laskowski ER, Newcomber - Anney K, Smith J. Refining rehabilitation with proprioception training. *The Physician and Sports Medicine* 1997; 25:89-102
- 7-Courtney C, Rine R M, Kroll P. Central somatosensory changes and altered muscle synergies in subjects with anterior cruciate ligament deficiency. *Gait Posture* 2005; 69-74
- 8-Karlsson J, Peterson L, Andreasson G O, Hogfors C. The unstable ankle: A combined EMG and biomechanical modeling study. *Internat. J. Sports Biomechanics* 1992; 129-144
- 9-Konradson L, Raven JB. Prolonged peroneal reaction time in ankle instability. *Internat. J. Sports Med* 1991; 12: 290-292
- 10- Fernandes N, Allison G T, Hopper D. Peroneal latency in normal and injured ankles at varying angles of perturbation. *Clinical Orthopedics Related Research* 2000; 375: 193-201
- 11- Larsen E, Lund PM. Peroneal muscle function in chronically unstable ankles. *Clinical Orthopaedics Related Research* 1991; 272:219-226
- 12- Domholdt E. *Methodologic Research In: Physicaltherapy Research*. Edited by Domholdt E. Philadelphia: W.B. Saunders Co. 1993, pp41-85
- 13- Domholdt E. *Methodologic Research In: Physicaltherapy Research*. Edited by Domholdt E. Philadelphia: W.B. Saunders Co. 1993, pp105-120
- 14- Grob K R, Kustere M S, Higgins SA. Lack of correlation between different measurements of proprioception in the knee. *J Bone Joint Surg* 2002; 84(4) 614-620. 2002
- 15-Koralewicz L M, Engh GA. Comparison of proprioception in arthritic and age matched normal knees. *J. Bone Joint Surg* 2000; 82(11):1582-90
- 16-Roberts D, Friden T, Stomberg A, Lindstrend A, Mortiz U. Unilateral proprioceptive defects in patients with bilateral anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between patients and healthy individuals. *J. Orthop. Res* 2000; 18-(4):565-71.
- 17-Fremery R W, Lobenhoffer P, Zeichen J, Skutek M. Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the ACL: A prospective longitudinal study. *J. Bone Joint Surg* 2000; 82(6):801-807
- 18-Machner F, Nebelung W, Awiszus F. Detailed analysis of proprioception in normal and ACL deficient knees. *J. Bone Joint Surg* 1991; 81(5):764-771
- 19- Hortobagyi T, Lambert N J, Hill P J. Greater cross education following training with muscle lengthening than shortening. *Med. Sci. Sports Exerc* 1997; 29(1):107-112
- 20- Biodex Stability System, Instructional Manual. Biodex Medical System, Newyork, 1999
- 21- Robbert D. Bilateral proprioceptive deficits in patients with a unilateral ACL reconstruction: A comparison between patients and healthy individuals. *J. Orthop Research* 1999; 78:39-45
- 22- Miller M S, Narson T M. Protocols for proprioceptive active retraining boards. *Chiropractice Sports Med* 1995; 9(2):52-55
- 23- Guskiewics K M, Perrin D H. Research and clinical applications of assessing balance. *J. Sports Rehab* 1996; 5:45-63
- 24- Rozzi S L, Lephart S M, Sterner R. Balance training for persons with functionally unstable ankles. *J. Orthop. Sports Phys. Ther* 1999; 29:478-85
- 25- Tropp H, Ekstrand J. Factors affecting stabilometry recordings of single limb stance. *Am. J. Sports Med* 1984; 12: 185-188
- 26- Scott M L, Freddie H F. Proprioception and neuromuscular control in joint stability. 1st ed. New York, Human Kinetics, PP XV,10,2000
- 27- Lentell G, Baus B. The contribution of proprioception deficits, muscle function and anatomic laxity to functional instability of the ankle. *J. Orthop. Sports Phys. Ther* 1995; 21(4):206-214
- 28-Sullivan P E, Markos P D. Techniques to achive the stagsr of movement control. In: *clinical Decision Making in Theraputic Exercise*. Edited by: Sullivan PE and Markos PD Norwalk: Appleton and Lang 1999; pp59-88.