تأثیر تمرین تعادلی روی سطح ناپایدار با جابجایی عمقی، افقی و ترکیبی بر حس وضعیت مفصل زانوی جوانان فعال

کرار خواجه‌نعمت[۱]، حیدر صادقی[*۲،۳]، اسماعیل ابراهیمی تکامجانی[۴]، رغد معمار[۵]

۱. دانشجوی دکتری بیومکانیک ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران
۲. استاد بیومکانیک ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران
۳. استاد بیومکانیک ورزشی، پژوهشکده علوم حرکتی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران
۴. استاد دانشکده توان‌بخشی دانشگاه علوم پزشکی، تهران، ایران
۵. استادیار بیومکانیک ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۷/۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۱۰ شماره صفحات: **۱ تا ۹**

چکیده

حسی عمقی برای عملکرد مفصل ضروری است و از طریق آن فرد حرکت اجزاء بدن خود در فضا را درک می‌کند. یافتن تأثیر تمرین تعادلی بر روی سطح ناپایدار با جابجایی عمقی، افقی و ترکیبی بر حس وضعیت مفصل زانوی جوانان فعال سالم. ۳۹ مرد فعال به سه گروه تمرینی و یک گروه کنترل (۹ نفر) تقسیم شدند. سه گروه تمرین با جابجایی عمقی (۱۰ نفر)، با جابجایی افقی (۱۰ نفر) و تمرین ترکیبی (۱۰ نفر)، به مدت هشت هفته، هفته‌ای سه جلسه تمرین داشتند. میزان خطای بازسازی فعال و غیرفعال موقعیت مفصل زانو در زوایای ۳۰، ۴۵ و ۶۰° با دستگاه بایودکس سیستم ۳، قبل و بعد از دوره تمرینی اندازه‌گیری شد. از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه در سطح معنی‌داری P≤0.05 استفاده شد. میانگین میزان خطای بازسازی فعال و غیرفعال موقعیت مفصل زانو در زوایای مذکور پس از هشت هفته در گروه‌های تمرینی کاهش یافت اما این بهبود ازلحاظ آماری معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد تمرین تعادلی بر روی سطوح ناپایدار به‌تنهایی نتواند بر حس وضعیت زانوی مردان جوان فعال تأثیرگذار باشد.

کلیدواژه‌ها: تمرین تعادلی، جابجایی عمقی، جابجایی افقی و حس وضعیت مفصل.

Effect of balance training on unstable platform with tilting, translation and combined motion on knee joint position sense in active young males

Karar Khajeh Nemat [1]., Heydar Sadeghi*[2,3]., Ismaeil Ebrahimi Takamjani[4]., Raghad Memar[5]

1. PhD Student of Sport Biomechanics. Department of Physical Education & Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
2. Professor, Department of Physical Education & Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3. Professor, Kinesiology Research Center, Kharazmi University, Tehran, Iran.
4. Professor of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Iran University of Medical Science and Health Services, Teharn, Iran.
5. Assistant Professor, Department of Physical Education & Sport Science, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Abstract

Proprioception is essential for joint function and through which individual can detect body parts movement in space. Aim of present study is to investigate effect of balance training on unstable platform with tilting, translation and combined motion on knee joint position sense in active young males. 39 healthy active male divided in to three training and control (n=9) groups. Training on unstable platform with tilting motion group (n=10), Training on unstable platform with translating motion group (n=10) and combined training group (n=10) performed exercises program for 8 weeks, three times a week. Errors in repositioning of knee joint in 30, 45 and 60º angles (active and passive) was measured by Biodex system 3, before and after training period. Data was analysed by using one-way ANOVA test (P≤0/05). Although after 8 weeks**,** active and passive errors in repositioning of knee joint in mentioned angles decreased in training groups but this difference was not significant (P≤0/05). Balance training on unstable platform alone cannot have a big effect on knee joint position sense in active young male.

Keywords: Balance Training, Tilting Perturbation, Translating Perturbation and Joint Position Sense**.**

*.sadeghih@yahoo.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.12.5]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.1]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.12.5]

[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.1]

مقدمه

حرکت و تعادل برای انسان‌ها پدیده‌ای است که در تمام فعالیت‌های روزمره چه ساکن و چه در حال حرکت از اهمیت بسزایی برخوردار است و پایداری در حال حرکت برای تمامی گروه‌های سنی الزامی است (۱). پایداری قامتی توانایی حفظ بدن در توازن[1] است که از طریق حفظ مرکز ثقل بدن[2] بر روی محدوده سطح اتکا حاصل می‌شود (۲). دروندادهای حسی برای حفظ پایداری قامتی از سه منبع اصلی بینایی، دهلیزی و حس عمقی تأمین می‌شود (۳). دراین‌بین به دلیل اهمیت بالای سیستم حس عمقی و همچنین تمرین پذیر بودن آن (۴) علاقه فزاینده‌ای به مطالعه این سیستم به وجود آمده است (۵). حس عمقی یکی از اساسی‌ترین عوامل ثبات دینامیک مفصل است (۶) و آسیب آن موجب اختلالات وسیع مفصلی می‌شود (۷).

آسیب زانو از شایع‌ترین آسیب‌ها در فعالیت‌های ورزشی و روزمره است. مصدومیت زانو یکی از دغدغه‌های اصلی ورزشکاران در بسیاری از ورزش‌ها است (۸) و بسیاری از مصدومیت‌های ناتوان‌کننده در زانو اتفاق می‌افتد (۹). این مصدومیت‌ها نه‌تنها با درد و ناتوانی همراه هستند بلکه هزینه‌های درمانی زیادی، مخصوصاً در پارگی رباط صلیبی قدامی، به همراه دارد (۱۰). شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد آسیب‌های زانو خطر ابتلا به آرتروز را افزایش دهد (۱۱،۱۲). ازاین‌رو پیشگیری از آسیب‌های زانو بسیار بااهمیت است.

تمرینات تعادلی برای بازتوانی حس عمقی پس از آسیب مورد استفاده قرار می‌گیرند و به‌عنوان عنصر مهم در جلوگیری از مصدومیت‌های ورزشی شناخته می‌شود (۱۳). یافتن بهترین و مؤثرترین راه برای ایجاد تغییر در حسی عمقی اندام تحتانی جهت کاهش میزان آسیب و همچنین بازتوانی بهتر پس از آسیب ضروری است (۱۴). لذا تشخیص عوامل خطرزای قابل دست‌کاری آسیب‌های اسکلتی عضلانی، زانو یک عنصر اساسی در کاهش میزان آسیب و توسعه مداخله‌های مناسب است (۲).

عملکرد حسی–حرکتی یک فرایند پویا و تطبیقی است که در غیاب تمرینات منظم روبه‌زوال است (۳). چندین مطالعه وجود دارد که نشان می‌دهد این تمرینات در کاهش خطر آسیب ورزشی (۱۵،۱۶) و افزایش عملکرد پس از آسیب (۱۷) مؤثر است. عنوان‌شده است که عمدتاً تغییر در حسی عمقی و کنترل عصبی عضلانی موجب این تأثیرات می‌شود (۱۸). اگرچه بسیاری از محققین عنوان تمرینات تعادلی و تمرینات پایداری را به کار می‌برند اما دیگر محققین عنوان تمرینات حسی عمقی که ترکیب تمرینات تعادلی، قدرتی، پلیومتریک، چابکی، و تمرینات ویژه ورزشی است، را به کار می‌برند (۱۹،۲۰). بنابراین به‌درستی مشخص نشده است که این تأثیرات درنتیجه به‌کارگیری این تمرینات به‌تنهایی است و یا اثر ترکیبی دیگر تمرینات است.

هدف تمرین تعادلی بهبود تعادل در هنگام اغتشاش در سیستم عضلانی اسکلتی است که قابلیت، آمادگی و عکس‌العمل سیستم عصبی عضلانی را افزایش می‌دهد (۲۱). اخیراً تمرین تعادلی به‌عنوان تمرین موردعلاقه ورزشکاران حرفه‌ای و غیرحرفه‌ای در برنامه آمادگی، جای دارد (۲۲). در حالی تمرینات تعادلی بر روی سطوح ناپایدار برای بهبود عملکرد حس عمقی تجویز می‌شوند (۲۳) که اغلب این تمرینات بر پایه اغتشاشات افقی[3]

1. Equilibrium
2. Center of Mass
3. Translation

و یا عمقی[1] سطح اتکا، می‌باشند و الگوی فعالیت عضلانی، در جهت ایجاد پایداری قامتی در برابر این دو نوع اغتشاش، متفاوت است (۲۴). بنابراین نتایج متفاوتی از به‌کارگیری این دو نوع تمرین مورد انتظار است. با توجه به اینکه در مورد کاربرد انواع متفاوت سطوح ناپایدار برای اجرای تمرینات تعادلی و حسی عمقی اتفاق‌نظر وجود ندارد (۲۵). بنابراین هدف از انجام مطالعه حاضر یافتن تأثیر تمرین تعادلی بر روی سطح ناپایدار با جابجایی عمقی، افقی و ترکیبی بر حس وضعیت مفصل زانوی جوانان فعال سالم است.

روش‌شناسی

آزمودنی‌ها: جامعه آماری تحقیق را دانشجویان رشته تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی تشکیل دادند. از درون جامعه آماری ۴۰ دانشجوی پسر بدون اختلال تعادلی، آسیب‌دیدگی در زانو، بیماری استخوانی، عصبی و یا سابقه مصدومیت و جراحی مؤثر بر اندام تحتانی به‌صورت تصادفی به‌عنوان آزمودنی شرکت کردند. پس از اخذ رضایت‌نامه، آزمودنی‌ها به چهار گروه تمرینی ۱۰ نفره، گروه یک تمرین تعادلی بر روی سطح ناپایدار با جابجایی عمقی سطح، گروه دو تمرین تعادلی روی سطح ناپایدار با جابجایی افقی سطح، گروه سه تمرین ترکیبی (ترکیب تمرینات تعادلی بر روی سطح ناپایدار با جابجایی افقی و عمقی) و گروه چهار کنترل، تقسیم شدند. یک نفر از گروه کنترل به دلیل مشکلات شخصی نتوانست در پس‌آزمون شرکت کند که اطلاعات این فرد از تحقیق کنار گذاشته شد. گروه‌های فعال از میان افرادی انتخاب شدند که در طول ۱/۵ تا ۳ سال گذشته حداقل هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه حداقل به مدت ۲۰ دقیقه فعالیت ورزشی داشته‌اند. از همه آزمودنی‌ها قبل از دوره تمرینی به‌عنوان پیش‌آزمون و بعد از اتمام دوره تمرینی به‌عنوان پس‌آزمون و در شرایط یکسان، اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل مچ پا به عمل آمد.

اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو: حس وضعیت مفصل زانو از طریق بازسازی فعال و غیرفعال زاویه مفصل با استفاده از دستگاه بایودکس سیستم ۳ انجام شد. بازسازی فعال و غیرفعال در زوایای ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه برای مفصل زانو انجام شد. در زمان آزمون برای جلوگیری از تأثیر نیروهای تماسی از طرف لباس آزمودنی، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا با کمترین لباس ممکن بر روی دستگاه قرار گیرد. همچنین برای جلوگیری از نیروی فشاری از طرف لبه صندلی به‌زانو از فرد خواسته شد تا حداقل ۵ سانتی‌متر بین لبه صندلی و حفره پشت زانو فاصله ایجاد کند. پس از تنظیم دستگاه با آزمودنی، از فرد خواسته شد تا به‌صورت فعال مفصل خود را در وضعیت هدف قرار دهد. بعدازآن دستگاه مفصل فرد را در زاویه هدف به مدت ۵ ثانیه نگه می‌دارد تا آزمودنی با این زاویه آشنا شود. پس‌ازآن از فرد خواسته شد تا با چشمان بسته ۳ بار زوایای موردنظر را بازسازی نماید. در بازسازی غیرفعال مفصل، دستگاه پای آزمودنی را حرکت داده و زمانی که آزمودنی احساس می‌کرد که به زاویه موردنظر رسیده است، حرکت دستگاه را متوقف می‌کرد. میانگین خطای مطلق بازسازی‌شده در سه مرتبه به‌عنوان خطای بازسازی فعال و غیرفعال ثبت شد. ارزیابی حس موقعیت غیرفعال قبل از حس موقعیت فعال مفصل انجام گرفت. برای اطمینان از بسته بودن چشم‌ها از چشم‌بند استفاده شد. همچنین در زمان

1. Tilt

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.12.5]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.1]

اندازه‌گیری حس موقعیت مفصل از طریق گوشی برای آزمودنی‌ها آهنگ پخش شد تا از بازخورد صدای دستگاه جلوگیری شود. برای اندازه‌گیری حس موقعیت غیرفعال مفصل سرعت حرکت دستگاه $2^0/s$ (جهت جلوگیری از انقباضات غیرارادی عضلات) و برای اندازه‌گیری حس موقعیت فعال مفصل بالاترین سرعت دستگاه قرار داردِ شد تا آزمودنی بتواند با بالاترین سرعت دلخواه به زاویه موردنظر دست یابد (۲۶).

اجرای تمرینات: پس از اندازه‌گیری پیش‌آزمون گروه تمرین تعادلی با جابجایی عمقی سطح، گروه تمرین تعادلی با جابجایی افقی سطح و گروه تمرین ترکیبی، به مدت ۸ هفته، هفته‌ای ۳ جلسه و هر جلسه به مدت ۴۵ دقیقه تمرینات تعادلی خود را به انجام رساندند. در طول این دوره تمرینی گروه تمرین تعادلی با جابجایی عمقی سطح بر روی تخته تعادل تمرینات متنوع تعادلی ازجمله ۱- ایستادن بر روی تخته تعادل با هر دو پا و چشمان باز، ۲- ایستادن بر روی تخته تعادل با هر دو پا و چشمان بسته، ۳- ایستادن بر روی تخته تعادل با هر دو پا و چشمان باز (با زانوی خمیده)، ۴- ایستادن بر روی تخته تعادل با هر دو پا و چشمان بسته (با زانوی خمیده)، ۵- ایستادن بر روی تخته تعادل با هر دو پا و چشمان باز همراه با باز و بسته کردن زانو ۶- ایستادن بر روی تخته تعادل با هر دو پا و چشمان بسته همراه با باز و بسته کردن زانو ۷- ایستادن بر روی تخته تعادل با هر دو پا و چشمان باز همراه با انداختن و گرفتن توپ ۸- ایستادن بر روی تخته تعادل با هر دو پا و چشمان باز و زانوی خمیده همراه با انداختن و گرفتن توپ. تمرینات ۹ تا ۱۶ نیز تکرار وضعیت‌های اشاره‌شده برای حالت‌های تک‌پا و به‌صورت مجزا برای هر پا انجام شد. تمام تمرینات اشاره‌شده در دو ست ۳۰ ثانیه‌ای بافاصله استراحت یک‌دقیقه‌ای بین هر تمرین انجام شد (۲۷). گروه تمرین تعادلی با جابجایی افقی سطح نیز این تمرینات تعادلی را بر روی دستگاه شاتل بالانس انجام دادند. حرکت و اغتشاشات سطح اتکا در این دستگاه موازی با سطح زمین انجام می‌شود. گروه تمرین ترکیبی نیز یک ست از این تمرینات تعادلی را بر روی تخته تعادل و ست دوم این حرکات را بر روی دستگاه شاتل بالانس انجام دادند. در تمام دوره تمرینی اصل ویژگی تمرین و اصل اضافه‌بار رعایت شد. ترتیب پیشرفت تمرینات از حالت چشم‌باز به چشم‌بسته، دو پایی به تک‌پا و ایستا به سمت پویا بود (۲۸،۲۹). از گروه کنترل خواسته شد تا در این مدت به فعالیت‌های روزمره خود بپردازند.

از آزمون کلموگروف اسمیرنووف برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. از تحلیل واریانس یک‌راهه (one way ANOVA) برای یافتن اختلاف بین گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در سطح معنی‌داری $P\leq0.05$ استفاده شد.

نتایج

مشخصه‌های سن، قد، وزن و شاخص توده بدن برای هر چهار گروه در جدول شماره ۱ به‌صورت میانگین و انحراف استاندارد آورده شده است. آزمون کلموگروف اسمیرنووف نشان داد که توزیع داده‌ها در چهار گروه نرمال است. همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده‌شده است میانگین خطای مطلق بازسازی فعال مفصل زانو در زوایای ۳۰، ۴۵ و 60^0 برای گروه تمرین عمقی، افقی و ترکیبی بهبود داشته است. بدین‌صورت که خطای مطلق

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.12.5]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.1]

بازسازی مفصل در این سه گروه به‌جز گروه کنترل کاهش داشته است اما این بهبود مشاهده‌شده ازلحاظ آماری معنی‌داری نشان داده نشد. ضمن اینکه در بین گروه‌های اشاره‌شده از این بابت تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. خطای مطلق بازسازی غیرفعال مفصل زانو نیز در زوایای اشاره‌شده، پس از دوره تمرین در سه گروه تمرینی از خود کاهش نشان داد اما بهبود مشاهده‌شده در هر سه زاویه موردراندازه‌گیری ازلحاظ آماری معنی‌دار نشان داده نشد که در این مورد نیز بین سه گروه تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (P≤۰/۰۵).

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد مشخصه‌های فیزیکی گروه‌های چهارگانه تمرین تعادلی بر روی سطح ناپایدار

مشخصه‌ها	گروه‌ها			
	۱	۲	۳	۴
سن (سال)	۲۱/۸۰±۰/۶۳	۲۲/۲۰±۱/۱۳	۲۱/۳۰±۰/۸۲	۲۲/۲۲±۱/۲۰
قد (cm)	۱۷۵/۵۰±۶/۱۳	۱۷۴/۷۰±۶/۱۲	۱۷۴/۶۰±۷/۶۶	۱۷۶/۳۳±۶/۲۶
وزن (kg)	۷۰/۴۲±۸/۹۳	۷۰/۵۴±۸/۶۷	۶۶/۱۸±۸/۶۰	۷۳/۲۴±۱۰/۳۸
شاخص توده بدن (BMI)	۲۲/۸۰±۱/۹۷	۲۳/۰۹±۲/۲۸	۲۱/۶۵±۱/۷۲	۲۳/۵۳±۲/۸۰

گروه ۱: جابجایی عمقی (تمرین بر روی تخته تعادل)، گروه ۲: جابجایی افقی (تمرین بر روی شـــاتل بالانس)، گروه ۳: جابجایی عمقی و افقی (تمرین ترکیبی) و گروه ۴: کنترل

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد مقایسه خطای مطلق بازسازی مفصل زانو در چهار گروه (برحسب درجه)

زاویه	گروه	بازسازی فعال مفصل				بازسازی غیرفعال مفصل		
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P
۳۰°	۱	۴/۳۰±۲/۰۵	۳/۷۰±۲/۲۰	۰/۲۶۲		۶/۴۶±۴/۹۵	۲/۹۶±۰/۸۳	۰/۷۸۹
	۲	۵/۷۶±۴/۲۲	۴/۶۶±۲/۵۰			۶/۱۶±۴/۳۵	۳/۱۳±۲/۲۶	
	۳	۵/۸۳±۳/۱۰	۳/۱۰±۱/۸۶			۶/۱۶±۲/۸۵	۳/۱۰±۲/۶۶	
	۴	۳/۹۶±۲/۳۸	۴/۴۸±۱/۵۷			۵/۵۵±۳/۹۷	۴±۲/۹۳	
۴۵°	۱	۴/۴۰±۴/۳۵	۳/۶۶±۲	۰/۵۱۸		۵/۹۳±۳/۶۵	۴±۲/۰۸	۰/۱۱۰
	۲	۴/۸۰±۲/۱۱	۳/۵۰±۱/۹۸			۶/۶۳±۳/۲۱	۴/۳۶±۳/۴۰	
	۳	۴/۲۶±۳/۱۴	۲/۰۳±۰/۸۳			۶/۶۰±۳/۸۸	۳/۵۰±۱/۸۸	
	۴	۳/۵۵±۲/۳۴	۳/۸۱±۱/۵۱			۴/۷۴±۲/۹۵	۵/۰۷±۲/۴۲	
۶۰°	۱	۲/۶۳±۱/۳۲	۲/۶۳±۲/۹۳	۰/۹۳۲		۵/۵۳±۳/۱۵	۳/۶۶±۱/۹۵	۰/۲۶۲
	۲	۴/۲۶±۲/۴۰	۳/۷۶±۲/۶۳			۶/۵۰±۳/۸۳	۴/۴۰±۳/۵۵	
	۳	۴/۰۳±۱/۹۴	۴/۵۶±۲/۷۵			۴/۰۶±۲/۰۵	۳/۷۶±۱/۲۰	
	۴	۳/۸۸±۳/۱۱	۵/۰۷±۲/۴۲			۵/۶۲±۳/۹۳	۶/۱۱±۲/۴۰	

بحث

هدف از انجام مطالعه حاضر یافتن تأثیر هشت هفته تمرین تعادلی بر روی سطوح ناپایدار با جابجایی عمقی، افقی و ترکیبی بر حس وضعیت مفصل زانوی جوانان فعال سالم بوده است. نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات تعادلی بر روی سطوح ناپایدار چه از نوع تحریک عمقی، افقی و یا ترکیب این دو نوع تحریک باشد،

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.12.5]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.1]

به‌تنهایی نمی‌تواند بر حس وضعیت مفصل زانوی افراد جوان سالم و فعال در زوایای ۳۰، ۴۵ و ۶۰^{o} تأثیر معنی‌دار داشته باشد. اگرچه نتایج این تحقیق نشان داد که خطای مطلق بازسازی مجدد زانو در زوایای اشاره‌شده براثر به‌کارگیری سه روش تمرین تعادلی پس از دوره تمرینی هشت‌هفته‌ای کاهش پیدا می‌کند، اما این کاهش در حد معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد برای دستیابی به تأثیر معنی‌دار، باید این تمرینات را با تمرینات دیگری ازجمله تمرینات قدرتی ترکیب کرد. برای مثال ماتلو (۲۰۱۲) از توپ تمرینی[1] در ترکیب با تمرینات قدرتی مانند اسکات برای تأثیرگذاری بر حس عمقی و تعادل استفاده کرد. ماتلو نشان داد که این تمرینات به مدت ۱۰ هفته می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر حس عمقی مفصل زانو داشته باشد (۲۵). شاید بتوان نتایج متفاوت به‌دست‌آمده در تحقیق اشاره‌شده با تحقیق حاضر را در ترکیب تمرینات تعادلی با تمرینات قدرتی توجیه کرد. از دیگر محدودیت‌های تحقیق ماتلو اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو تنها در زاویه ۴۵ درجه بوده است. در زاویهٔ ۴۵ درجه فلکشن زانو تانسیون عضلانی حداکثر است و عضله در این زاویه بیشترین کنترل را ازلحاظ میزان تنش در اختیار دارد و عکس آن، در زوایای انتهایی دامنه حرکتی است (۳۰). همچنین حساسیت گیرنده‌های حسی عمقی در طول حرکتی مفصل متغیر است (۳۱)؛ بنابراین نتایج به‌دست‌آمده در تحقیق ماتلو را نمی‌توان به تمام دامنه حرکتی مفصل زانو تعمیم داد.

در مقایسه ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی مشخص‌شده است که ورزشکاران با فعالیت‌های پرشی مانند والیبالیست‌ها نسبت به ورزشکاران بدون فعالیت پرشی مانند شناگران از دقت حسی عمقی بالاتری برخوردار هستند و احتمال داده‌شده است که این بهتر بودن حس وضعیت مفصل زانو در والیبالیست‌ها به دلیل انجام تمرینات گوناگون پرش فرود باتحمل وزن بدن است (۳۲). در همین راستا می‌توان به تحقیق شیرازی و همکاران (۲۰۱۱) اشاره کرد. شیرازی و همکاران درنتیجه تحقیق خود عنوان کردند که تمرینات تعادلی ایستا و پویا به‌طور معنی‌داری موجب بهبود خطای بازسازی زوایای مفصلی زانو در دختران سالم شود (۳۳). تمرینات تعادلی پویا ارائه‌شده در تحقیق شیرازی شباهت بسیاری به تمرینات پلیومتریک داشته است که می‌توان بخشی از بهبودی حاصل در حسی عمقی زانو را به اثر مداخله‌ای این تمرینات نسبت داد.

اندازه‌گیری وظایف حرکتی برای ارزیابی نتایج در اکثر تحقیقات، کم بودن شواهد مبنی بر تأثیرگذار بودن تمرینات بر حسی عمقی را نشان می‌دهد. درنتیجه بهبود در عملکرد به بهبود در عملکرد حسی نسبت داده‌شده است درحالی‌که به همان اندازه ممکن است بهبود در عملکرد حرکتی بدون بهبود حسی عمقی اتفاق بیفتد (۳۴). مطالعه فوسدل و همکاران (۲۰۰۴) به‌خوبی این موضوع را تأیید می‌کند. تحقیق فوسدل با هدف یافتن تأثیرگذاری پنج هفته تمرینات عصبی عضلانی (تمرین بر روی سطح پایدار، تخته تعادل و سطح نرم) بر تعادل و حسی عمقی در هندبالیست‌های حرفه‌ای زن جوان، انجام گرفت. نتایج تحقیق مذکور نشان داد که پس از دوره تمرینی بهبود در تعادل پویا معنی‌دار بوده است اما تغییرات در حسی عمقی معنی‌دار نبوده است (۲۳). اگرچه می‌توان نتایج تحقیق حاضر را در راستای نتایج تحقیق فوسدل و همکاران دانست اما نباید از

1. Swiss Ball

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.12.5]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.1]

محدودیت‌های تحقیق اشاره‌شده به‌راحتی گذشت. از محدودیت‌های تحقیق فوسدل می‌توان به عدم وجود گروه کنترل، نخبه بودن ورزشکاران شرکت‌کننده در تحقیق و آشنایی آزمودنی‌ها با وسایل اندازه‌گیری قبل از شروع تحقیق اشاره کرد که ممکن است نتایج را تحت تأثیر قرار داده باشد.

تمرین بدنی نمی‌تواند باعث تغییر در تعداد گیرنده‌های مکانیکی حس عمقی شود اما می‌تواند باعث ایجاد سازگاری در دوک عضلانی شود (۳۵). اخیراً ربیرو (۲۰۱۰) نشان داد که تمرین مرتب می‌تواند باعث بهبود در سیستم حس عمقی شود(۳۶). آزمودنی‌های تحقیق حاضر، دانشجویان رشته تربیت‌بدنی بوده‌اند که تمرین مرتب در طول هفته داشته‌اند و ممکن است همین مسئله به‌عنوان یک عامل مداخله کننده نتایج مشاهده‌شده در تحقیق حاضر را تحت تأثیر قرار داده باشد.

عملکرد اصلی گیرنده‌های مفصلی در تشخیص موقعیت مفصل است و عملکرد اصلی گیرنده‌های عضلانی تشخیص حرکت مفصل است (۳۷). گیرنده‌های مفصلی و گیرنده‌های پوستی در انتهای دامنه حرکتی فعال‌شده و نقش کمی در میانه دامنه حرکتی دارند. در مقابل دوک عضلانی در طول دامنه حرکتی می‌تواند در سیستم حس عمقی مشارکت کند (۳۵). معنی‌دار نبودن تغییرات مشاهده‌شده در تحقیق حاضر در بازسازی فعال و غیرفعال مفصل زانو در سه زاویه، نشان داد که تمرینات اشاره‌شده بر روی تخته تعادل و دستگاه شاتل بالانس به مدت هشت هفته نمی‌تواند بر عملکرد گیرنده‌های مفصلی و گیرنده‌های عضلانی حس عمقی تأثیرگذار باشد.

پس از آسیب، ورودی‌های حسی عمقی دچار نقص شده که اثرات نامطلوبی بر وضعیت تعادل و هماهنگی عصبی-عضلانی در کل بدن می‌گذارد (۳۸). به‌طورمعمول عقیده بر آن است که تمرینات تعادلی و حسی عمقی ممکن است در افراد مصدوم و یا پس از عمل جراحی ACL، باعث بهبود توانایی سیستم عصبی در هماهنگی فعالیت عضلات حمایت‌کننده مفصل شود که از این طریق باعث پایداری پویای مفصل زانو می‌شود (۳۹). در تأیید این مطلب واترکوکلی و همکاران (۲۰۰۸) در ۲۴ فرد بیمار که تحت عمل جراحی ACL زانو قرارگرفته بودند قبل از دوره تمرینی در توانایی‌های حسی عمقی پای مصدوم و سالم تفاوت مشاهده کردند؛ و پس از اعمال هشت هفته تمرین تعادلی، تمام عملکردهای تعادلی در گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل بهبود معنی‌داری پیداکرده بود (۴۰).

طبق تحقیقات صورت گرفته تأثیر تمرینات تعادلی بر روی افراد با ضایعات ورزشی و ورزشکاران در مطالعات زیادی مورد آزمون قرارگرفته است اما در خصوص تأثیر این تمرینات بر افراد سالم شواهد کمتری وجود دارد (۴۱). به دلیل اثرات مداخله‌ای فراوان ازجمله اثر بهبودی ناشی از سیر طبیعی روند درمان افراد مصدوم، اثر توأم ورزش حرفه‌ای در ورزشکاران و تنوع بسیار زیاد در برنامه‌های تمرینی ارائه‌شده، از ذکر و مقایسه این تحقیقات اجتناب می‌کنیم. درمجموع می‌توان گفت که تحقیق حاضر با از بین بردن این اثرات مداخله‌ای نشان داد که تمرینات تعادلی به‌تنهایی نمی‌تواند تغییرات معنی‌دار در بهبود حسی عمقی مفصل زانوی افراد سالم فعال ایجاد نماید.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.12.5]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.1]

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر و مقایسه صورت گرفته با نتایج تحقیقات دیگر ممکن است بتوان گفت که تمرینات تعادلی بر روی سطوح ناپایدار (چه از نوع تحریک عمقی، افقی و یا ترکیب این دو نوع تحریک) بر حس وضعیت زانوی افراد جوان فعال تأثیر مثبت و محدودی دارد اما برای دستیابی به بهبودی معنی‌دار در حس عمقی توصیه می‌شود تأثیر این تمرینات در ترکیب با دیگر تمرینات (برای مثال تمرینات پرشی) و یا انتخاب آزمودنی‌های غیرفعال در تحقیقات آینده موردبررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از جناب آقای مسعود لک که شرایط دسترسی به آزمودنی‌ها را فراهم کردند و از تمام افرادی که به‌عنوان آزمودنی در این تحقیق مشارکت داشتند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Haywood K, Getchell N. (2009) Life span motor development. Human Kinetics.
2. Sell TC. (2011) An examination, correlation, and comparison of static and dynamic measures of postural stability in healthy, physically active adults. Physical Therapy in Sport 13: 80-86.
3. Islam MM, Nasu E, Rogers ME, Koizumi D, Rogers NL, Takeshima N. (2004) Effects of combined sensory and muscular training on balance in Japanese older adults. Preventive Medicine 39: 1148-1155.
4. Sousa AS, Silva A, Tavares JMR. (2012) Biomechanical and neurophysiological mechanisms related to postural control and efficiency of movement: A review. Somatosensory and Motor Research 29: 131-143.
5. Riemann BL, Lephart SM. (2002) The sensorimotor system, part II: the role of proprioception in motor control and functional joint stability. Journal of Athletic Training 37: 80.
6. Beynnon B, Renstrm P, Konradsen L, et al. (2000) Proprioception and neuromuscular control in joint stability. Champaign; Human Kinetics pp. 127–138.
7. Lonn J, Crenshaw AG, Djupsjobacka M, Pedersen J, Johansson H. (2000) Position sense testing: influence of starting position and type of displacement. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 81: 592-597.
8. McGuine TA, Greene JJ, Best T, Leverson G. (2000) Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. Clinical Journal of Sport Medicine 10: 239-244.
9. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, et al. (2008) A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. The American Journal of Sports Medicine 36: 1476-1483.
10. Myer GD, Ford KR, Hewett TE. (2004) Rationale and clinical techniques for anterior cruciate ligament injury prevention among female athletes. Journal of Athletic Training 39: 352.
11. Drawer S, Fuller C. (2001) Propensity for osteoarthritis and lower limb joint pain in retired professional soccer players. British Journal of Sports Medicine 35: 402-408.
12. Gillquist J, Messner K. (1999) Anterior cruciate ligament reconstruction and the long term incidence of gonarthrosis. Sports Medicine 27: 143-156.
13. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH, Skjolberg A, Olsen O-E, Bahr R. (2003) Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. Clinical Journal of Sport Medicine 13: 71-78.
14. Baltaci G, Kohl HW. (2003) Does proprioceptive training during knee and ankle rehabilitation improve outcome? Physical Therapy Reviews 8: 5-16.
15. Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuk RJ, Rowe BH. (2005) Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. Canadian Medical Association Journal 172: 749-754.
16. McGuine TA, Keene JS. (2006) The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. The American Journal of Sports Medicine 34: 1103-1111.
17. McKeon PO, Hertel J. (2008) Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: is balance training clinically effective. Journal of Athletic Training 43: 305.
18. Hewett TE, Paterno MV, Myer GD. (2002) Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. Clinical Orthopaedics and Related Research 402: 76-94.
19. Coughlan G, Caulfield B. (2007) A 4-week neuromuscular training program and gait patterns at the ankle joint. Journal of Athletic Training 42: 51.
20. Panics G, Tallay A, Pavlik A, Berkes I. (2008) Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. British Journal of Sports Medicine 42: 472-476.
21. Laskowski ER, Newcomer-Aney K, Smith J. (1997) Refining rehabilitation with proprioception training: expediting return to play. Physician and Sports Medicine 25: 89-102.
22. Lephart SM, Pincivero DM, Giraido JL, Fu FH. (1997) The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. The American Journal of Sports Medicine 25: 130-137.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.12.5]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.1]

23. Holm I, Fosdahl MA, Friis A, Risberg MA, Myklebust G, Steen H. (2004) Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. Clinical Journal of Sport Medicine 14: 88-94.
24. Ting LH. (2007) Dimensional reduction in sensorimotor systems: a framework for understanding muscle coordination of posture. Progress in Brain Research 165: 299-321.
25. CUG M. (2012) Effect of swiss ball training on knee joint reposition sense, core strength and dynamic balance in sedentary collegiate students. Middle East Technical University
26. Lee AJ, Lin W-H. (2008) Twelve-week biomechanical ankle platform system training on postural stability and ankle proprioception in subjects with unilateral functional ankle instability. Clinical Biomechanics 23: 1065-1072.
27. Henry SM, Fung J, Horak FB. (1998) EMG responses to maintain stance during multidirectional surface translations. Journal of Neurophysiology 80: 1939-1950.
28. Guskiewicz KM, Perrin DH. (1996) Research and clinical applications of assessing balance. Journal of Sport Rehabilitation 5: 45-63.
29. Lephart S, Fu F. (1995) The role of proprioception in the treatment of sports injuries. Sports Exercise Injury 1 :96-102.
30. Prentice WE. (2004) Rehabilitation techniques for sports medicine and athletic training with laboratory manual and esims password card. McGraw-Hill Humanities/Social Sciences/Languages.
31. Ozmun JC, Thieme HA, Ingersoll CD, Knight KL. (1996 (Cooling does not affect knee proprioception. Journal of Athletic Training 31: 8.
32. Shafipour A, Shojaedin SS. (2013) The comparison of knee joint position sense in soccer player, volleyball player and non-athlete men. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences 16: 33-42.
33. Shirazi ZR, Shafaee R, Afarandide M. (2011) Survey on the effects of balance training on proprioceptio of knee and ankle joints and equilibrium time in single leg in healtyh female students. Journal Rafsanjan University Medical Science 10: 289-298.
34. Ashton-Miller JA, Wojtys EM, Huston LJ, Fry-Welch D. (2001) Can proprioception really be improved by exercises? Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 9: 128-136.
35. Ribeiro F, Oliveira J. (2011) Biomechanics in Application: Chapter 14 Factors Influencing Proprioception: What do They Reveal? In Tech, pp. 323-347.
36. Ribeiro F, Oliveira J. (2010) Effect of physical exercise and age on knee joint position sense. Archives of Gerontology and Geriatrics 51: 64-67.
37. Gross MT. (1987) Effects of recurrent lateral ankle sprains on active and passive judgments of joint position. Physical Therapy 67: 1505-1509.
38. Newcomer KL, Laskowski ER, Yu B, Johnson JC, An K-N. (2000) Differences in repositioning error among patients with low back pain compared with control subjects. Spine 25: 2488-2493.
39. Cooper R, Taylor N, Feller J. (2005) A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament. Research in Sports Medicine 13: 163-178.
40. Vathrakokilis K, Malliou P, Gioftsidou A, Beneka A, Godolias G. (2008) Effects of a balance training protocol on knee joint proprioception after anterior cruciate ligament reconstruction. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation 21: 233-237.
41. Yaggie JA, Campbell BM. (2006) Effects of balance training on selected skills. The Journal of Strength & Conditioning Research 20: 422-428.

نحوه درج مقاله: کرار خواجه‌نعمت، حیدر صادقی، اسماعیل ابراهیمی تکامجانی، رغد معمار (۱۳۹۹). تأثیر تمرین تعادلی روی سطح ناپایدار با جابجایی عمقی، افقی و ترکیبی بر حس وضعیت مفصل زانوی جوانان فعال. پژوهش در طب ورزشی و فناوری. ۱۸(۲۰): ۹-۱. دی او آی ۱۰.۲۹۲۵۲/jsmt.۱۸.۲۰.۱

How to cite this article: Karar Khajeh nemat., Heydar Sadeghi., Ismaeil Ebrahimi Takamjani., Raghad Memar. (2020). Effect of balance training on unstable platform with tilting, translation and combined motion on knee joint position sense in active young males.18(20):1-9. (In Persian). DOI: 10.29252/jsmt.18.20.1.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.12.5]

[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.1]