

## Effect of Balance Exercises on Lower Limb Joint Proprioception: Systematic Review

Maral Esmailnia<sup>1\*</sup>, Minoo Khalkhali Zavieh<sup>2</sup>, Sedighe Sadat Naeimi<sup>2</sup>

1. Student Research Committee, MSc Student of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Assistant Professor of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 2016.June.14    Revised: 2016. July.11    Accepted: 2016.August.23

### Abstract

**Background and Aim:** Bearing in the mind the importance of proprioception in preventing joints injury and the role of improving proprioception after joints injuries, the aim of the present study was to review the effects of different exercise methods on decreasing proprioception indexes error.

**Materials and Methods:** A literature search for the period between 1990-2015 was performed in the databases of GoogleScholar, ScienceDirect, Pedro, PubMed, Cochrane, and SID. Postural control, tilt board, BAPS board, stability, instability, postural sway, single leg stance, and lower limb were used as keywords in combination with proprioception, sense of position, sense of force, and kinesthesia. Irrelevant studies and studies which evaluated other indexes, instead of proprioception, were ignored.

**Conclusion:** Nine articles were selected according to the inclusion criteria. The present review showed that balance training in some cases may have positive effects on proprioception accuracy, at least on non-athletic people. But the number of studies was not sufficient and also it is necessary to evaluate the effect of training in different individual categories, such as healthy, athletes, and those with joint injury.

**Keywords:** Proprioception; Balance exercises; Lower limb

**Cite this article as:** Maral Esmailnia, Minoo Khalkhali Zavieh, Sedighe Sadat Naeimi. Effect of Balance Exercises on Lower Limb Joint Proprioception: Systematic Review. J Rehab Med. 2017; 6(3): 266-273.

\* **Corresponding Author:** Maral Esmailnia, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran  
Email: maral.esmailnia@yahoo.com

## تأثیر تمرینات تعادلی بر حس عمقی مفاصل اندام تحتانی (مقاله مروری)

مارال اسمعیل نیا<sup>۱\*</sup>، مینو خلخالی زاویه<sup>۲</sup>، صدیقه السادات نعیمی<sup>۲</sup>

۱. کمیته پژوهشی دانشجویان. کارشناس فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۲. استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

پذیرش مقاله ۱۳۹۵/۰۶/۰۲ \*

بازنگری مقاله ۱۳۹۵/۰۴/۲۱

\* دریافت مقاله ۱۳۹۵/۰۳/۲۵

### چکیده

#### مقدمه و اهداف

با توجه به اهمیت حس عمقی در پیشگیری از آسیب های مفصلی و همچنین نیاز به بهبودی و افزایش دقت آن پس از ایجاد آسیب های مفصلی در جهت جلوگیری از بروز بیماریهای متعاقب این آسیب ها در مفاصل اندام تحتانی، هدف از تحقیق حاضر، مروری بر تأثیر روش های مختلف تمرین درمانی در کاهش خطای شاخص های حس عمقی می باشد.

#### مواد و روش ها

جستجوی مطالعات انجام شده در فاصله زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ در منابع اطلاعاتی، Google Scholar, Science Direct, Cochrane, SID, PubMed, Pedro انجام شد.

کلیدواژه های Balance Training, Postural Control, Single Leg Stance, Tilt Board, Stability, Instability اندام تحتانی و تمرینات تعادلی در ترکیب با کلیدواژه های حس عمقی، Proprioception, Sense of Position, Sense of Force, Kinesthesia مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات غیرمرتبط و مطالعاتی که شاخص هایی غیر از حس عمقی را بررسی کرده بود، حذف شد.

#### نتیجه گیری

در کل ۹ مقاله که دارای معیارهای ورود بود، بررسی شد. بنابر جستجوی انجام شده به نظر می رسد تمرینات تعادلی ممکن است بتواند باعث افزایش دقت حس عمقی (حداقل در افراد غیرورزشکار) شود، اما اولاً مطالعات از نظر تعداد کافی نبود و ثانياً مطالعات باید در گروه های جداگانه (افراد ورزشکار، غیرورزشکار و دچار آسیب مفصلی) بررسی شود.

#### واژه های کلیدی

حس عمقی؛ تمرینات تعادلی؛ اندام تحتانی

نویسنده مسئول: مارال اسمعیل نیا، تهران میدان امام حسین (ع)، خیابان دماوند، روبروی بیمارستان بوعلی، دانشکده علوم توانبخشی.

دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. گروه فیزیوتراپی.

آدرس الکترونیکی: maral.esmailnia@yahoo.com

## مقدمه و اهداف

تنظیم پوسچر کلی بدن و کنترل حرکت به یک جریان مستمر اطلاعات پیرامونی بستگی دارد که حس عمقی تامین کننده‌ی بخش مهمی از این اطلاعات است<sup>[۱]</sup>. حس عمقی به معنای آگاهی از وضعیت قسمت‌های مختلف بدن در هر لحظه در فضا می باشد و بازخوردی از اندام به سیستم عصبی مرکزی است<sup>[۲]</sup>.

گیرنده‌های حس عمقی مکانورسپتور نامیده می‌شود و توسط جابه‌جایی مکانیکی برخی از بافت‌های بدن تحریک و نیروها و تغییرات مکانیکی را به سیگنال‌های عصبی تبدیل می‌کند<sup>[۳، ۲]</sup>.

حس عمقی از آن جهت که در مقابل صدمات حرکتی محافظ خوبی بوده و حفظ‌کننده ثبات مفاصل و هماهنگ‌کننده طبیعی آنها در هنگام حرکت است، حائز اهمیت می باشد<sup>[۴]</sup>. از آنجایی که کاهش دقت حس عمقی در مفاصل باعث اختلال در مسیرهای رفلکسی عضلات ثبات‌دهنده می‌شود<sup>[۵]</sup> می‌تواند روی تعادل فرد تاثیرگذار باشد و همین‌طور چون حفظ تعادل عملکردی تلفیقی از آوران‌های حسی از سیستم عصبی مرکزی شامل بخش‌های بینایی، وستیبولار و سوماتوسنسوری است و ترکیبی از لوپ‌های فیدبکی بین سیستم‌های عضلانی اسکلتی و سیستم عصبی مرکزی است، حس عمقی از طریق کنترل نوروماسکولار نقش مهمی در حفظ تعادل دارد<sup>[۶، ۷]</sup>.

مطالعات نشان می‌دهد که آسیب گیرنده‌های حس عمقی و کاهش دقت حس وضعیت مفصل ممکن است باعث بی‌ثباتی عملکردی مفاصل و کاهش توانایی حفظ تعادل شود<sup>[۸، ۹، ۱۰]</sup>.

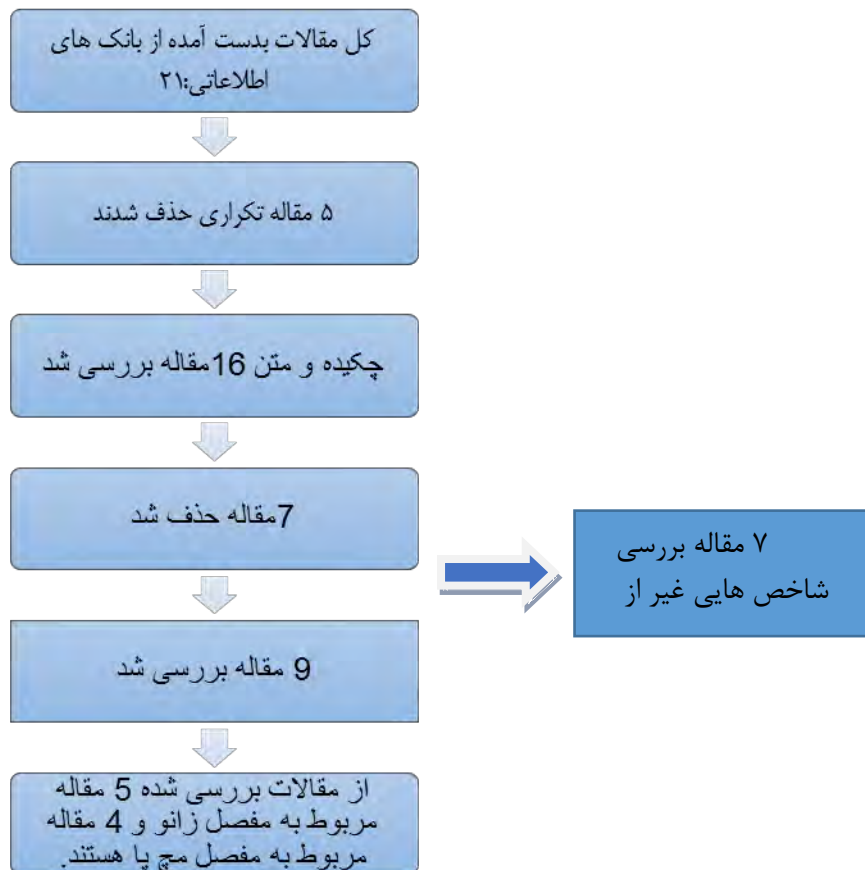
حس عمقی همچنین به وسیله عواملی مانند سن، صدمات، بیماری‌ها و تمرین تحت تاثیر قرار می‌گیرد<sup>[۱۱، ۵]</sup>.

در حال حاضر روش تمرین درمانی قطعی برای بهبود حس عمقی وجود ندارد، تمرینات متعددی برای بهبودی حس عمقی پیشنهاد گردیده است که از جمله رایج‌ترین آنها تمرینات تعادلی است. این تمرینات عمدتاً با استفاده از تخته تعادل و یا ابزارهایی مانند بایودکس انجام می‌گیرد و به عنوان روشی برای با آموزی حس عمقی مطرح گردیده است<sup>[۱۳]</sup>.

آیا واقعا تمرینات تعادلی بر کاهش خطای حس عمقی موثر است یا خیر. مطالعه مروری حاضر با هدف بررسی تاثیر تمرینات تعادلی بر میزان خطای حس عمقی تدوین گردیده است.

## مواد و روش‌ها

طی جستجوی مقالات چاپ شده از سال ۱۹۹۰ لغایت ماه مارس ۲۰۱۵ در زمینه تمرینات تعادلی و حس عمقی با کلمات کلیدی Balance طی جستجوی مقالات چاپ شده از سال ۱۹۹۰ لغایت ماه مارس ۲۰۱۵ در زمینه تمرینات تعادلی و حس عمقی با کلمات کلیدی Balance در ترکیب با کلیدواژه‌های Proprioception, Sense of Position, Sense of Force, Kinesthesia, Training, Postural Control, Single Leg Stance, Tilt Board, Stability, Instability اندام تحتانی و تمرینات تعادلی مرتبط با این موضوع از بانک‌های اطلاعاتی Google Scholar, Science Direct, Cochrane, SID, PubMed, Pedro مورد بررسی قرار گرفت. تمام مطالعات مربوط به تاثیر تمرینات تعادلی بر حس عمقی بدون در نظر گرفتن محل درگیری در اندام تحتانی (مچ پا، زانو، لگن) مورد بررسی قرار گرفت، همچنین تمام مطالعات که مقایسه‌ای میان تاثیر تمرینات تعادلی با هر نوع مداخله‌ی دیگر یا با گروه کنترل داشت نیز بررسی شد. مطالعاتی که در آنها به جای حس عمقی، کیفیت زندگی یا شاخص‌های درد یا هر پارامتر دیگری بررسی شده و به طور غیرمستقیم نتیجه بهبودی یا عدم بهبودی حس عمقی را گزارش کرده بود، حذف شد. تعداد ۸ مطالعه تجربی و ۱ مطالعه گزارش موردی درباره روش‌های مختلف تمرینات تعادلی در مفاصل مچ پا و زانو با ابزارهای تعادلی مختلف و تاثیر آنها بر شاخص‌های مختلف حس عمقی بررسی شد.



مقالات انتخاب شده برای مطالعه حاضر، نتایج خود را با ابزارهای ذیل تعریف کرده‌اند: خطای مطلق حس وضعیت در زوایای مختلف خمش زانو و مچ پا، پیشرفته‌تر کردن تمرینات روی دستگاه بایودکس، خطای پاسیو حس زاویه (کینستزی یا شروع حرکت).

### یافته ها

از میان ۱۶ یافته مرتبط با موضوع، ۹ مطالعه انتخاب شده است که بر اساس مفصل مورد ارزیابی تقسیم‌بندی شده است: گروه اول شامل مقالاتی است که تاثیر تمرینات تعادلی را بر حس عمقی مفصل زانو بررسی کرده است و گروه دوم شامل مطالعاتی است که تاثیر تمرینات تعادلی را بر حس عمقی مفصل مچ پا بررسی کرده است.

### تاثیر تمرینات تعادلی بر حس عمقی مفصل زانو

۵ مطالعه تاثیر روش‌های مختلف تمرینات تعادلی را در افراد مختلف بر خطای اکتیو و پاسیو بازسازی زاویه مفصل زانو بررسی کردند. [۱۶-۱۲] هیچ‌کدام از مطالعات افزایش خطای حس عمقی (خطای اکتیو و پاسیو بازسازی زاویه) را گزارش نکردند. در بین مطالعات، دو مطالعه (Hurley & Scott 1998) (Lin et al 2009) روی افراد دچار آرتروز مفصل زانو انجام گرفت که هر دو مقاله کاهش خطای بازسازی زاویه را گزارش کردند. در مطالعه (Lin et al 2009) تمرینات حس عمقی بدون تحمل وزن و با استفاده از یک برنامه کامپیوتری که در آن حرکات اتفاقی مفصل زانو طراحی شده بود، انجام گرفت و در مطالعه (Hurley et al 1998) تمرینات شامل پله بالا و پایین رفتن و راه رفتن در مدت زمان مشخص بود. در این مطالعه نتایج بعد از ۲ ماه پابرجا بود. مطالعه (Khalkhali Zavieh et al 2003) که روی دانشجویان دختر جوان سالم انجام گرفت و در آن تمرینات با استفاده از تخته تعادل به مدت ۱۵ دقیقه با توالی ۴ دقیقه تمرین، ۱ دقیقه استراحت، ۴ دقیقه تمرین و ۱ دقیقه استراحت صورت گرفت و همین‌طور مطالعه (Daneshjoo et al 2012) که روی بازیکنان فوتبال زیر ۲۱ سال صورت گرفته است که شامل تمرینات +۱۱ و eenkomrah که دسته‌ای از تمرینات گرم کردن شامل تمرینات تعادلی و تقویتی است، هر دو گزارش بهبودی خطای بازسازی زاویه داشتند. مقاله (Holm et al 2004) که روی بازیکنان هندبال دختر صورت گرفته بود و شامل تمرینات تعادلی روی سطح صاف، تخته تعادل و تشک تعادل به صورت پیشرونده بود، تغییری در حس عمقی گزارش نکرد. شرح دقیق مداخلات در جدول ۱ موجود است.

جدول ۱: تاثیر تمرینات تعادلی بر مفصل زانو

نویسندگان	شرکت کنندگان	مفصل	نوع مداخله	پارامترهای ارزیابی شده	نتیجه
Hurley and Scott 1998	۹۷ فرد مبتلا به آرتروز زانو	زانو	دو گروه مداخله و کنترل / ۲۴ بار با حداکثر توان ایزومتریک عضله چهار سر در ۴ ست ۶ تایی با ۲ دقیقه استراحت بین ست ها / ۲ دقیقه دوچرخه ثابت / ۱ دقیقه انقباض ایزوتونیک کانستریک و اکستریک از وضعیت ۹۰ درجه فلکشن زانو / تمرینات عملکردی پله بالا پایین رفتن، نشست و بلند شدن / ۵ هفته ۲ بار در هفته	قدرت عضله چهار سر ، حس وضعیت مفصل زانو ، زمان فعال شدن عضله چهار سر حس وضعیت مفصل زانو،	تمرینات باعث بهبود قدرت عضله چهار سر، بهبود حس وضعیت مفصل زانو، و کاهش فعالیت‌های چهار گانه عملکردی و بعد از ۶ ماه دنبال کردن افراد نتایج پابرجا بود.
Khalkhali Zavieh et al 2003	۲۶ نفر دانشجویان سالم دختر	زانو	۳ گروه تمرینات تعادلی و زنجیره باز و بسته / یک بار قبل از آزمون مورد ارزیابی حس زاویه قرار گرفتند. شروع از زاویه ۹۰ درجه و زاویه بازسازی شده ۶۵ درجه فلکشن است. ۱۰ جلسه تمرینات تعادلی روی تخته تعادل، ۴ دقیقه می‌ایستاد، ۱ دقیقه استراحت، ۱ بار دیگر ۴ دقیقه می‌ایستاد، ۱ دقیقه استراحت، در آخرین دفعه ۴ دقیقه دویا می‌ایستاد. ۱۰ جلسه تمرینات زنجیره باز و بسته هم به مدت ۱۵ دقیقه انجام می‌شود.	خطای بازسازی زاویه	مقدار خطای حس عمقی (بازسازی زاویه) در گروه تمرینات تعادلی کاهش یافت. در دو گروه دیگر کاهش معنادار نداشت.
Holm et al 2004	۳۵ نفر زن بازیکن هندبال میانگین سنی ۲۳ سال	زانو	۳ ست تمرین ۵ مرحله ای از آسان به سخت / ۳ بار در هفته / ۵ تا ۷ هفته / سپس ۱ بار در هفته برای تمام یک فصل / زمان تمرین حداکثر ۱۵ دقیقه / تمرینات تعادلی روی سطح، تخته تعادل، تشک تعادلی، تمرینات پرشی و پرتاب توپ، از ۲ پا به تک‌پا	قبل از تمرین، ۸ هفته بعد، ۱۲ ماه بعد ارزیابی شد / بالانس حس عمقی (حس حرکت و حس وضعیت) قدرت عضله ۳ تست عملکردی	بهبود مشخص در بالانس دینامیک که تا ۱ سال بعد از تست هم طبق ارزیابی ادامه داشت. بقیه پارامترها تغییر نکردند.
Lin et al 2009	۱۰۸ نفر مبتلا به استئوآرتروز زانو	زانو	۳ گروه تمرینات تقویتی چهار سر، حس عمقی و کنترل / ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته / حس عمقی: به کمک برنامه کامپیوتری حرکات اتفافی در مفصل زانو انجام می‌شود / تقویتی: ۵۰٪ حداکثر قدرت ایزومتریک چهارسر در ۴ ست ۶ تایی	قدرت عضله چهار سر زانو زمان راه رفتن در سه سطح مختلف خطای مطلق بازسازی زاویه مفصل زانو	هر دو گروه کاهش شاخص درد داشتند. در گروه حس عمقی زمان راه رفتن روی سطح اسفنجی کاهش و خطای بازسازی زاویه نیز کاهش یافت. در گروه تمرینات قدرتی قدرت عضله چهارسر زانو افزایش یافت.
Daneshjoo et al 2012	۳۶ نفر بازیکن فوتبال زیر ۲۱ سال	زانو	افراد در سه گروه ۱۱+، هارمونی و کنترل / برای ۲ ماه برنامه تمرینی / حس عمقی در زاویه ۳۰ و ۴۵ و ۶۰ درجه فلکشن با دستگاه بایودکس ارزیابی شد.	حس عمقی قبل و بعد در زوایای ۳۰ و ۴۵ و ۶۰	هر دو برنامه باعث بهبودی در زوایای ۴۵ و ۶۰ درجه فلکشن زانو شد. بیشترین خطا در زاویه ۳۰ درجه فلکشن

## تاثیر تمرینات تعادلی بر حس عمقی مفصل مچ پا:

۴ مقاله تاثیر تمرینات تعادلی بر حس عمقی مفصل مچ پا را بررسی کرد [۱۷-۱۹] که یکی از آنها مطالعه گزارش موردی [۱۸] و ۳ مورد دیگر مقاله تجربی بوده است [۱۷، ۱۹] و در دو مورد از دستگاه بایودکس برای ارزیابی و تمرین استفاده شده است. [۱۸، ۱۹] مطالعه‌ی (Plumley et al 2010) گزارش موردی مربوط به فردی با پارگی مزمن آشیل پای چپ بود که پس از فیزیوتراپی معمول، تمرینات روی بایودکس را انجام داده بود و ارزیابی پیشرفت با سخت‌تر کردن تمرینات روی بایودکس بررسی شد که گزارش بهبودی داده بود. [۱۸]

در مطالعه (Lee et al 2008) که روی دانشجویان با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا انجام شد. تمرینات به مدت ۱۲ هفته روی تخته تعادل انجام شدند و در مطالعه‌ی (Rozzi et al 1999) که روی افراد دارای پیچ‌خوردگی مچ پا و افراد سالم صورت گرفت افراد ۳ بار در هفته برای ۴ هفته برای آسیب‌دیده دستگاه روی بایودکس تمرینات تعادلی را انجام دادند و گزارش بهبودی حس عمقی در هر دو گروه (سالم و آسیب‌دیده) داده شد.<sup>[۱۷،۱۸]</sup>

فقط در یک مطالعه (Bernier & Perrin 1998) که روی ۴۵ نفر با مچ پای سالم صورت گرفت به مدت ۶ هفته تمرینات روی زمین و تخته تعادل انجام شد که تغییری در خطای حس وضعیت گزارش نشد. شرح دقیق مطالعات در جدول شماره ۲ موجود است.<sup>[۶]</sup>

جدول ۲: تاثیر تمرینات تعادلی بر مفصل مچ پا

نویسندگان	شرکت-کنندگان	مفصل	نوع مداخله	پارامترهای ارزیابی-شده	نتیجه
Bernier and Perrin 1998	۴۵ نفر، میانگین سنی ۲۳ سال	مچ پا	در ۳ گروه کنترل، شم، مداخله/ ۶ هفته برای ۳ روز در هفته هر روز ۱۰ دقیقه تمرینات تعادلی اول روی سطح صاف و سپس روی تخته تعادل در جهات مختلف حرکتی	نوسان پوسچرال حس وضعیت مفصل اکتیو و پاسیو در مفصل مچ پای بی‌ثباتی عملکردی	تغییر معناداری در شاخص نوسان پوسچرال و حس وضعیت دیده نشد. نتایج نشان داد که تمرینات تعادلی می‌تواند باعث بهبود برخی جنبه‌های نوسان پوسچرال شود، اما تاثیر آن در حس وضعیت مفصل مچ پای دارای بی‌ثباتی عملکردی نامشخص است.
Rozzi et al 1999	۲۶ نفر زن و مرد در دو گروه پیچ‌خوردگی درون گرد مچ پا و سالم	مچ پا	۳ بار در هفته برای ۴ هفته. هر دو گروه تمرینات تعادلی روی بایودکس به صورت چند مرحله‌ای انجام می‌دهند. گروه سالم با پای دلخواه و گروه بیمار فقط با پای مبتلا	بالانس توانایی عملکردی مچ پا	تعادل در هر دو گروه بهبودی داشت. (توانایی ایستادن روی تک‌پا و حس عمقی مفصل)
Lee et al 2008	۱۲ نفر دانشجوی دارای بی‌ثباتی عملکردی یک طرفه مچ پا	مچ پا	افراد به مدت ۱۲ هفته روی تخته تعادل تمرینات تعادلی دوپا، تک‌پا به صورت پیشرونده از آسان به سخت انجام دادند.	ثبات پوسچرال حس وضعیت اکتیو و پاسیو بین پای سالم و پای مبتلا	ثبات پوسچرال فرد بهبود یافت (نوسان کمتر شد) احتمالاً نتیجه بهبود کنترل نوروماسکولار است. دقت حس عمقی اکتیو و پاسیو بهبودی داشت.
Jessica I.Plumley 2010	۱ نفر ۴۰ ساله با پارگی تروماتیک آشیل چپ	مچ پا	علاوه بر درمان‌های روتین فیزیوتراپی، تمرین روی بایودکس و بالانس را از هفته سوم شروع کرد.	SAV MORA بالانس (با مشکل تر کردن تمرینات پیشرفت را ارزیابی کردند)	دامنه حرکتی پلانتر/ درسی فلکشن بعد از ۱۶ هفته تکمیل شد. بالانس و حس عمقی با توجه به جدول گزارش شده و سطح دشواری بالانس از ۵.۵ به ۶.۵ رسید.

فهرست مقالات بررسی‌شده در این زمینه در جداول شماره ۱ و ۲ آورده شده است که در مقالات موجود در جدول نویسندگان، تعداد شرکت‌کنندگان، مفصل مورد بررسی، نوع مداخله و پارامترهای بررسی‌شده و نتایج حاصل از مقالات تحقیقی آورده شده است.

### بحث

مطالعات بررسی‌شده در مقاله‌ی حاضر به دو گروه بررسی تغییرات حس عمقی در مفصل مچ پا و مفصل زانو تقسیم‌بندی شد. در هیچ یک از مطالعات گزارشی از افزایش خطای حس بازسازی زاویه و در نتیجه کاهش دقت حس عمقی نبود. تمامی مطالعات جهت گزارش حس عمقی از جنبه حس بازسازی زاویه استفاده کردند. مطالعاتی که در مفصل زانوی دچار استئوآرتروز انجام شده بود<sup>[۱۴، ۱۶]</sup>، گزارش کاهش خطای بازسازی زاویه را پس از تمرینات تعادلی دادند. هر دو مطالعه روی تعداد نمونه بالا انجام شد ( $n < 100$ ) و مدت زمان انجام تمرینات ۲ و ۳ جلسه در هفته برای ۵ و ۸ هفته بود و بهبودی حاصل از انجام تمرینات در یکی از مطالعات (Hurley & Scott 1998) تا ۱۲ ماه هم پابرجا بود.<sup>[۱۶]</sup> این نتیجه با نتایج مطالعات قبلی انجام شده<sup>[۱۴، ۱۶، ۲۰]</sup> همخوانی داشت. به علت اهمیت حس عمقی در پیشگیری از بروز

آسیب و همین‌طور پس از بروز آسیب‌های مفصلی<sup>[۲۳-۲۱، ۱۶]</sup> و همین‌طور در دسترس بودن ابزارهای تمرینات تعادلی مثل تیلیت برد و تراپاند در اکثر کلینیک‌های فیزیوتراپی<sup>[۱۶]</sup> با توجه به گزارش بهبودی حس عمقی در این مطالعات، می‌توان از تمرینات تعادلی جهت تقویت حس عمقی استفاده کرد. مطالعاتی نیز در مفصل زانوی افراد جوان سالم صورت گرفته است، از جمله دانشجویان دختر جوان سالم (Khalkhali Zavieh et al 2003) و همین‌طور فوتبالیست‌های حرفه‌ای زیر ۲۱ سال (Daneshjoo et al 2012)، در هر دو مورد گزارش کاهش خطای زاویه گزارش شد که در گروه فوتبالیست‌ها (Daneshjoo et al 2012) تمرینات تعادلی به همراه تمرینات کششی و پلايومتریک در قالب دو گروه با دو متد گرم کردن برای ۳ ماه انجام شد و در گروه دانشجویان دختر (Khalkhali Zavieh 2003) تمرینات روی تخته تعادل انجام شد. در گروه دانشجویان (Khalkhali Zavieh et al 2003) افرادی که خطای اولیه بیشتری داشتند، گزارش بهبودی بهتری داشتند که این نتیجه با برخی مطالعات قبلی موافق است که عقیده دارند هر چه فرد از محدوده طبیعی حس عمقی دورتر باشد، در اثر تمرین درمانی بهبودی بیشتری می‌یابد.<sup>[۲۴-۲۵]</sup> بنابراین می‌توان انتظار داشت این تمرینات در افرادی که دقت حس عمقی بالاتری دارند، تاثیر کمتری داشته باشد که نتیجه مطالعه روی بازیکنان زن حرفه‌ای تیم هندبال (Holm et al 2004) به این ترتیب قابل توجیه است. در این مطالعه (Holm et al 2004)، ۳ ست تمرین تعادلی برای ۳ بار در هفته در مدت ۷ هفته روی تخته و تشک تعادل انجام شده و تاثیری در افزایش دقت حس عمقی این افراد نداشت که علت این مساله ناکافی بودن این سطح از تمرینات نوروماسکولار برای بازیکنان سطح بالای هندبال و همین‌طور کم بودن میزان خطای اولیه این افراد عنوان شده است.<sup>[۱۵]</sup>

۴ مطالعه در مفصل مچ پا بررسی شد.<sup>[۱۹-۱۷، ۶]</sup> در بین این مطالعات سه مطالعه گزارش بهبودی حس عمقی با تمرینات تعادلی داشتند (Rozzi et al 1999, Lee et al 2008, Bernier & Perrin 1998) و یک مطالعه با وجود کاهش خطا، تغییر معناداری در شاخص‌های حس عمقی گزارش نکرد. (Plumley 2010) برخی از این مطالعات کاهش دقت حس عمقی را در ارتباط با کاهش یا فقدان آوران‌های حسی صحیح از گیرنده‌ها می‌دانند که در ارتباط با کمتر شدن توانایی نوروماسکولار فرد است و این کاهش دقت خود منجر به نقص ساختاری مفصل و در نتیجه کاهش استایلیتی مفصل و بروز یا راجعه شدن آسیب به مفصل مچ پا می‌داند.<sup>[۱۷، ۱۹، ۶]</sup>

در مقاله (Bernier & Perrin 1998) با وجود انجام ۶ هفته تمرینات تعادلی و تاثیر مثبت در کاهش خطای تعادل فرد در جهت قدمی خلفی و داخلی خارجی، تغییر خاصی در شاخص‌های حس عمقی دیده نشد که علت آن را ناکافی بودن میزان و مدت زمان جلسات عنوان کرده است.<sup>[۳]</sup> علت اثرگذاری تمرینات تعادلی روی شاخص‌های حس عمقی، در ارتباط بودن حس عمقی و تعادل در شرایط آسیب، بیان شده است.<sup>[۳]</sup> در شرایطی که لیگامان‌های مچ پا آسیب ببینند، حس عمقی مچ پا به دلیل آسیب گیرنده‌های موجود در این لیگامان‌ها دچار اختلال می‌شود، بررسی‌ها در این شرایط گزارش کاهش تعادل و افزایش مدت زمان عکس‌العمل به جابه‌جایی و اغتشاش محیطی در شرایط مختلف (ایستادن روی یک پا، ایستادن و کنترل تعادل با چشم بسته) را داده‌اند.<sup>[۶]</sup>

بهبودی و افزایش دقت حس عمقی در یکی از مطالعات (Bernier & Perrin 1998) روی اندام آسیب‌دیده که تحت تمرین بود و اندام سالم که تمرینی نداشت، گزارش شد. البته این بهبودی در اندام آسیب‌دیده بیشتر بود که این موضوع با نتیجه تعدادی دیگر از مطالعات همخوانی دارد.<sup>[۲۴-۲۵]</sup> و همین‌طور بیانگر این نکته است که بهبود تعادل در افراد، دوطرفه (متقابل) است؛ یعنی با تمرین یک اندام، اندام دیگر هم تحت تاثیر قرار می‌گیرد.<sup>[۱۹]</sup>

## نتیجه‌گیری

به طور کلی مطالعه مروری حاضر نشان می‌دهد که تمرینات تعادلی ممکن است بتواند به طور معناداری باعث افزایش دقت حس عمقی (حداقل در افراد غیرورزشکار) شود و به عنوان یک روش در دسترس باعث بهبودی یکی از شاخص‌های مهم پیشگیری از بروز آسیب‌های مفصلی و همین‌طور افزایش دقت حس عمقی در پیشگیری از بروز آسیب‌ها شود. با این حال تعدادی از مطالعات نیز تغییرات معناداری را در شاخص‌های حس عمقی گزارش نکردند، اما اولاً مطالعات در مورد تاثیر مثبت یا منفی تمرینات تعادلی روی حس عمقی کافی نیستند. ثانیاً مطالعات باید در گروه‌های جداگانه ورزشکار، عادی و دارای نقص مفصلی (انواع آسیب‌ها و بیماری‌ها) به طور جداگانه انجام شود.

## منابع

1. Dehner C, Heym B, Maier D, Sander S, Arand M, Elbel M, et al. Postural control deficit in acute QTF grade II whiplash injuries. *Gait & posture*. 2008;28(1):113-9.
2. Stillman BC. Making sense of proprioception: the meaning of proprioception, kinaesthesia and related terms. *Physiotherapy*. 2002;88(11):667-76.
3. Lephart SM, Pincivero DM, Giraido JL, Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American journal of sports medicine*. 1997;25(1):130-7.
4. Bayramoglu M, Toprak R, Sozay S. Effects of osteoarthritis and fatigue on proprioception of the knee joint. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2007;88(3):346-50.

5. Vuillerme N, Chenu O, Pinsault N, Fleury A, Demongeot J, Payan Y. Can a plantar pressure-based tongue-placed electrotactile biofeedback improve postural control under altered vestibular and neck proprioceptive conditions? *Neuroscience*. 2008;155(1):291-6.
6. Bernier JN, Perrin DH. Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1998;27(4):264-75.
7. Guskiewicz KM, Perrin DH. and Clinical Applications of Assessing Balance. *Journal of Sport Rehabilitation*. 1996;5:45-63.
8. Freeman M, Dean M, Hanham I. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br*. 1965;47(4):678-85.
9. Glencross D, Thornton E. Position sense following joint injury. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 1981;21(1):23-7.
10. Tropp H, Ekstrand J, Gillquist J. Factors affecting stabilometry recordings of single limb stance. *The American journal of sports medicine*. 1984;12(3):185-8.
11. Ju Y-Y, Wang C-W, Cheng H-YK. Effects of active fatiguing movement versus passive repetitive movement on knee proprioception. *Clinical Biomechanics*. 2010;25(7):708-12.
12. khalkhali zavieh minoo, gimesah mirhe, talebian zahra, aboobi marzieh. review the effect of open kinetic chain, close kinetic chain and balance exercises on knee joint position sense error in young healthy women. *shahid beheshti medical journal (pajhoohesh dar pezeshti)*. 2003;2:115-9. [naisrep ni]
13. Daneshjoo A, Mokhtar AH, Rahnema N, Yusof A. The effects of comprehensive warm-up programs on proprioception, static and dynamic balance on male soccer players. *PloS one*. 2012;7(12):e51568.
14. Lin D-H, Lin C-HJ, Lin Y-F, Jan M-H. Efficacy of 2 non-weight-bearing interventions, proprioception training versus strength training, for patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2009;39(6):450-7.
15. Holm I, Fosdahl MA, Friis A, Risberg MA, Myklebust G, Steen H. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2004;14(2):88-94.
16. Hurley M, Scott D. Improvements in quadriceps sensorimotor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regime. *Rheumatology*. 1998;37(11):1181-7.
17. Lee AJ, Lin W-H. Twelve-week biomechanical ankle platform system training on postural stability and ankle proprioception in subjects with unilateral functional ankle instability. *Clinical Biomechanics*. 2008;23(8):1065-72.
18. Plumley JL. Result of the Biodex Stability System on Proprioception and Balance Following an Achilles Tendon Repair: a Case Report: Sage Graduate School; 2010.
19. Rozzi SL, Lephart SM, Gear WS, Fu FH. Knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female soccer and basketball players. *The American journal of sports medicine*. 1999;27(3):312-9.
20. Lankhorst G, Van de Stadt R, Van der Korst J. The relationships of functional capacity, pain, and isometric and isokinetic torque in osteoarthritis of the knee. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*. 1984;17(4):167-72.
21. Hochberg MC, Altman RD, Brandt KD, Clark BM, Dieppe PA, Griffin MR, et al. Guidelines for the medical management of osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatism*. 1995;38(11):1535-40.
22. Pai YC, Rymer WZ, Chang RW, Sharma L. Effect of age and osteoarthritis on knee proprioception. *Arthritis & Rheumatism*. 1997;40(12):2260-5.
23. McAlindon T, Cooper C, Kirwan J, Dieppe P. Determinants of disability in osteoarthritis of the knee. *Annals of the rheumatic diseases*. 1993;52(4):258-62.
24. Ashton-Miller JA, Wojtys EM, Huston LJ, Fry-Welch D. Can proprioception really be improved by exercises? *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2001;9(3):128-36.
25. McNair PJ, Stanley SN, Strauss GR. Knee bracing: effects on proprioception. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1996;77(3):287-9.