



Effect of the Selected Proprioceptive Training on Pain and Proprioception in Pre- and Post-Pubertal 8-16 Year-Old Women with Hypermobility

Sahar Nazary Soltan Ahmad^{1*} , Amir Letafatkar² 

1. MSc Student, Department of Biomechanics and Sport Injuries, Kharazmi University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of Biomechanics and Sport Injuries, Kharazmi University, Tehran, Iran

Received: 2017.December.26 Revised: 2018. February.20 Accepted: 2018.April.03

Abstract

Background and Aim: Hormonal and physiological changes during puberty may lead women to generalized joint hypermobility followed by proprioceptive deficit. Limited studies have been conducted on the effectiveness of proprioceptive training in pre- and post-pubertal women with generalized joint hypermobility. The purpose of the current study was to evaluate the effect of proprioception training on pain and proprioception in pre- and post-pubertal women with hypermobility.

Materials and Methods: A total of 28 female volunteers (8–16 years) with generalized joint hypermobility were randomly assigned in to two groups of 1) pre-pubertal and 2) post-pubertal groups. Pain and proprioception was evaluated using Visual Analog Scale and Photogrammetry methods, respectively. All measurements were performed both at the baseline and at end of the eighth week. To analyze the data, Kolmogorov–Smirnov test, paired t-test, and independent t-test were used.

Results: The within-group results of the study showed that eight weeks of proprioceptive training caused significant attenuation of pain ($P_{\text{pre-puberty}}=0.001$, $P_{\text{post-puberty}}=0.001$) and improvement of proprioception ($P_{\text{pre-puberty}}=0.001$, $P_{\text{post-puberty}}=0.001$) in pre- and post-pubertal hypermobile women as compared to their baseline. The results revealed changes from pretest (5.78 ± 0.89) to posttest (1.64 ± 0.74) in the pain parameter in pre-pubertal group, and changes in proprioception parameter from pre-test (4.85 ± 0.66) to post-test (1.85 ± 0.86) in pre-pubertal group. However, in post-pubertal group, the pain parameter changed from pre-test (5.35 ± 1.33) to post-test (2.78 ± 1.18) and in proprioception parameter, it changed from pretest (4.71 ± 0.91) to post-test (2.35 ± 1.00). These results were found to be significant too. Also, the pre-pubertal group showed higher difference between baseline and the eighth week in pain and proprioception as compared with post-pubertal group.

Conclusion: The present study showed that eight weeks of proprioceptive training in pre- and post-pubertal women with hyper mobility result in decreasing pain and improvement in proprioception. But effectiveness of the proprioceptive training was more in pre-pubertal women; therefore, it is recommended that to lessen side effects of this impairment, proprioceptive trainings be used before puberty in women.

Keywords: Hyper mobility; Pain; Proprioception; Puberty

Cite this article as: Sahar Nazary Soltan Ahmad, Amir Letafatkar. Effect of the selected proprioceptive training on pain and proprioception in pre- and post-pubertal 8 to 16 year old women with hypermobility. J Rehab Med. 2019; 7(4): 116-126.

* **Corresponding Author:** Sahar Nazary Soltan Ahmad. Department of Biomechanics and Sport Injuries, Kharazmi University, Tehran, Iran
Email: sagharnazary@gmail.com

DOI: 10.22037/jrm.2018.111095.1755

تأثیر تمرینات منتخب حس عمقی بر درد و زاویه بازسازی مفصل زانو در دختران بالغ و نابالغ دارای شلی مفصلی

سحر نظری سلطان احمد^{۱*}، امیر لطافت کار^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بیومکانیک و حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲. استادیار، گروه بیومکانیک و حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

پذیرش مقاله ۱۳۹۷/۰۱/۱۴ *

بازنگری مقاله ۱۳۹۶/۱۲/۰۱

* دریافت مقاله ۱۳۹۶/۱۰/۰۵

چکیده

مقدمه و اهداف

دوران بلوغ دوران تغییرات هورمونی و فیزیولوژیکی است که باعث کاهش حس عمقی در زنان می‌شود و اثرات حاصل از تغییرات این دوران در زنان دارای شلی مفصلی بیشتر از زنان سالم می‌باشد، از آنجا که تاکنون تأثیر تمرینات حس عمقی در اثرگذاری قبل و پس از بلوغ در زنان دارای شلی مفصل مشخص نشده است؛ لذا در تحقیق حاضر به بررسی اثر این تمرینات بر درد و زاویه بازسازی مفصل زانو در زنان بالغ و نابالغ دارای شلی مفصلی پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر ۲۸ دختر ۸ تا ۱۶ سال به صورت تصادفی انتخاب و به دو گروه بالغ و نابالغ تقسیم شده‌اند. این تحقیق به صورت پیش و پس‌آزمون بوده؛ به طوری که آزمودنی‌ها، پس از ارزیابی ابتدایی و انتهایی درد و حس عمقی به وسیله مقیاس آنالوگ بصری و فتوگرامتری مورد ارزیابی قرار گرفتند. دوره تمرینات حس عمقی ۸ هفته بوده که تحت نظر کارشناس تربیت بدنی انجام شد، در این مطالعه از آزمون‌های آماری کلموگراف-اسمیرنوف، آزمون t زوجی و t مستقل برای تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شد.

یافته‌ها

یافته‌ها نشان داد که در مقایسه با قبل از شروع تمرینات، هشت هفته تمرینات حس عمقی تغییرات معناداری در درد ($P=0/001$ ، پیش از بلوغ $P=0/001$ ، پس از بلوغ $P=0/001$) و حس عمقی ($P=0/001$ ، پیش از بلوغ $P=0/001$) در زنان ۸ تا ۱۶ سال دارای شلی مفصل ایجاد کرده است. نتایج آزمون آماری نشان داد که متغیر درد در گروه قبل از بلوغ، از پیش‌آزمون ($5/78 \pm 0/89$) به پس‌آزمون ($1/64 \pm 0/74$) تغییر کرد، در همین گروه متغیر حس عمقی از پیش‌آزمون ($4/85 \pm 0/66$) به پس‌آزمون ($1/85 \pm 0/86$) تغییر یافت که این نتایج از لحاظ آماری معنادار می‌باشد. نتایج آزمون آماری در گروه پس از بلوغ در متغیر درد از پیش‌آزمون ($5/35 \pm 1/33$) به پس‌آزمون ($2/78 \pm 1/18$) تغییر کرد، در همین گروه متغیر حس عمقی از پیش‌آزمون ($4/71 \pm 0/91$) به پس‌آزمون ($2/35 \pm 1/00$) تغییر یافت که این نتایج نیز از لحاظ آماری معنادار می‌باشد و میزان تأثیرگذاری تمرینات بر روی گروه پیش از بلوغ بیشتر از گروه پس از بلوغ است.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که تمرینات حس عمقی باعث کاهش درد و بهبود حس عمقی در زنان دارای شلی مفصلی شد و برتری اثرگذاری تمرینات با گروه نابالغ می‌باشد. با توجه به تأثیر تمرینات حس عمقی در دوران قبل از بلوغ، توصیه می‌شود با در نظر گرفتن احتیاط‌های مربوطه از تمرینات مذکور در دوره‌های قبل از بلوغ استفاده شود تا از عوارضی که در آینده ممکن است برای این افراد ایجاد شود، جلوگیری شود.

واژه‌های کلیدی

بلوغ؛ حس عمقی؛ درد؛ شلی مفصلی

نویسنده مسئول: سحر نظری سلطان احمد، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بیومکانیک و حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی،

دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

آدرس الکترونیکی: sagharnazary@gmail.com

مقدمه و اهداف

شلی مفصل^۱ به دامنه حرکتی بیش از حد مفصل یا تحرک بیش از اندازه طبیعی مفصل اطلاق می‌شود که به دلیل انعطاف زیاد بافت همبند یا سستی لیگامانی و کپسولی ایجاد می‌شود.^[۱] از آنجایی که شلی مفصل بی‌خطر^۲ یک عارضه غیرژنتیکی بوده و ارتباطی با بیماری‌های ژنتیکی و اختلالات بافت نرم، نظیر سندرم اهلرز دانلوس^۳ و مارفان^۳ ندارد، به همین دلیل به این عارضه شلی مفصلی بی‌خطر می‌گویند. مطالعات انجام‌شده حاکی از آن است که شلی مفصل با بلوغ جنسی و سن ارتباط داشته، به نحوی که در سنین کودکی مفاصل سست‌تر بوده و درجه شلی با افزایش سن کاهش پیدا خواهد کرد.^[۲] به طور کلی شیوع این اختلال مذکور در کودکان از ۸ تا ۳۰٪ گزارش شده است.^[۳] در حالی که در مطالعه دیگر شیوع این اختلال از ۲/۴٪ تا ۶/۴٪ در کودکان گزارش شده است که دلیل این اختلاف‌های آماری سن و نژادهای مختلف کودکان است.^[۱] اما این آمار در کودکان و نوجوانان ایرانی حدوداً ۱۱/۸٪ گزارش شده است.^[۴] کاهش حس عمقی، اختلال در عملکرد و خستگی ثانویه از مشکلاتی است که در شلی مفاصل ایجاد می‌شود.^[۵] شایع‌ترین عاملی که افراد دارای شلی مفاصل از آن شکایت دارند، درد است که این درد در اندام تحتانی بسیار گزارش شده است.^[۵] درد شبانه پا، دردهای فزاینده، آرتروز در اندام تحتانی، درد قدام زانو و درد در پایین کمر برخی از علائم شلی مفاصل است.^[۱] شلی مفاصل در زنان بیشتر از مردان است، از میان زنان بالغ و نابالغ، زنانی که به بلوغ رسیده‌اند به دلیل تغییرات هورمونی و آناتومیکی، شلی مفاصل بیشتر از زنانی است که هنوز به بلوغ نرسیده‌اند. همچنین ۱۵٪ از زنان دچار شلی مفصل فیزیولوژیکی می‌شوند، زنانی که از قبل شلی مفصل داشته‌اند، در دوران بلوغ بیشتر از افراد سالم دچار تغییرات فیزیولوژیکی شلی مفاصل می‌شوند.^[۶] از طرف دیگر بعد از بلوغ، کنترل نوروماسکولار مفصل زانو در زنان کاهش می‌یابد.^[۷] بلوغ، دورانی است که در آن تغییرات آناتومیکی و فیزیولوژیکی ایجاد می‌شود و معمولاً در میان زنان رده سنی ۸ تا ۱۴ سال رویت می‌شود.^[۸] روش‌های کمک‌درمانی متفاوتی از قبیل کاردرمانی، فیزیوتراپی، تیپینگ و تمرین‌درمانی جهت یاری رساندن به افراد دارای شلی مفصل وجود دارد که تمرین‌درمانی خود شامل انجام تمرینات متفاوت است. یکی از تمریناتی که احساس می‌شود قادر به کمک در این زمینه باشد، تمرینات حس عمقی است.^[۹] سیستم حس عمقی سیستمی است که نقش مهمی در حفظ ثبات مفصلی دارد و این سیستم خود شامل حس وضعیت و حس حرکتی مفصل است. وضعیت غیرفعال و بی‌ثباتی مفاصل می‌تواند باعث کاهش زاویه بازسازی مفصل شود که در نهایت این امر بر پارامترهای عملکردی افراد تأثیر گذاشته و منجر به آسیب می‌شود. طی تحقیقاتی که نایلی ساهین و همکاران (۲۰۰۸) انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که انجام هشت هفته تمرینات حس عمقی به طور معنادار و چشمگیری باعث کاهش درد زانو در افراد دارای عارضه شلی مفصل گردید.^[۹] همچنین فرل و همکارانش در سال ۲۰۰۴ به این نتیجه رسیدند که درد مفصلی ناشی از شلی مفصل با انجام شش هفته تمرینات حس عمقی به همراه هشت هفته تمرینات ثبات مرکزی به طور معناداری کاهش می‌یابد.^[۱۰]

با توجه به اهمیت موارد ذکرشده و تأثیر تمرینات حس عمقی بر درد و زاویه بازسازی مفصل، در پژوهش حاضر برای نخستین بار تأثیر این تمرینات در دو گروه از زنان دارای شلی مفاصل (قبل و بعد از بلوغ) مورد بررسی قرار گرفت.

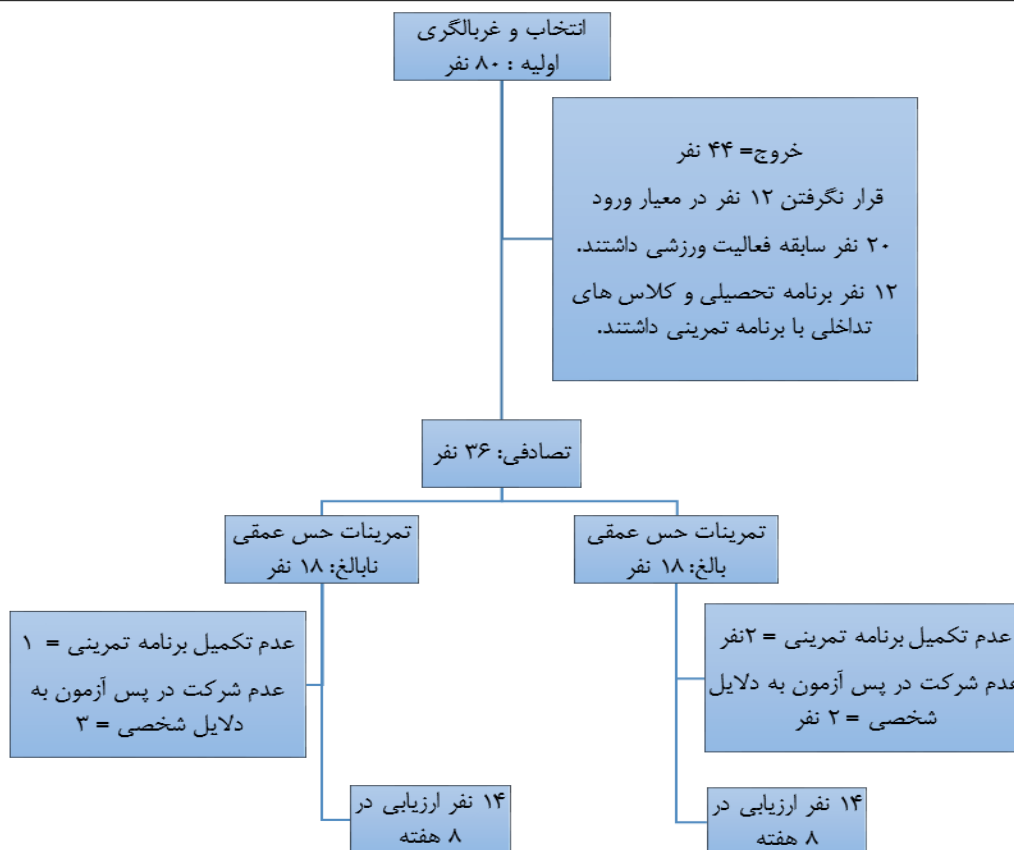
مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از جمله تحقیقات نیمه‌تجربی و کاربردی بوده که به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا شد. جامعه آماری تحقیق حاضر ۸۰ نفر از کودکان و نوجوانان دارای شلی مفصلی در دامنه سنی ۸ تا ۱۶ سال بودند که تعداد ۲۸ نفر از میان آنها به عنوان آزمودنی‌های این تحقیق مشارکت کردند. این انتخاب و تعداد آزمودنی‌ها با استفاده از نرم‌افزار G-POWER صورت پذیرفت. نحوه‌گزینش این آزمودنی‌ها به صورت تصادفی هدفمند از جامعه مورد نظر بود که پس از پر شدن فرم رضایت‌نامه توسط والدین، با توجه به معیارهای ورود و خروج به دو گروه ۱۴ نفر در تمرینات حس عمقی در زنان بالغ و ۱۴ نفر در تمرینات حس عمقی در زنان نابالغ تقسیم شدند (نمودار ۱). پیش‌آزمون درد و زاویه بازسازی مفصل زانو از آزمودنی‌ها به عمل آمد، سپس آزمودنی‌های هر دو گروه به مدت هشت هفته به تمرینات حس عمقی پرداختند و دو روز پس از آن نیز جلسه تمرینی آغاز شد، پس‌آزمون مشابه با پیش‌آزمون در دو متغیر درد و زاویه بازسازی مفصل پس از هشت هفته جلسه تمرینی انجام شد و داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. معیار ورود افراد به مطالعه حاضر، زنان غیرورزشکار در رده سنی ۸ تا ۱۶ سال دارای شلی مفصلی و درد بود و معیار خروج از مطالعه آسیب مفصلی آرتروز، سابقه جراحی در اندام تحتانی، سندرم اهلرز دانلوس، اختلالات تعادل مانند اختلالات مرتبط با سیستم دهلیزی و مشکلات اسکلتی-عضلانی که با معاینه پزشک کنار گذاشته شدند، همچنین عدم شرکت آزمودنی‌ها در دو جلسه تمرین متوالی یا سه جلسه تمرین غیرمتوالی و آسیب آزمودنی‌ها در طول روند انجام تحقیق بود.

¹ General Joint Hypermobility

² Ehlers-Danlos Syndromes

³ Marfan Syndrome



نمودار ۱: نمودار ارزیابی واجد شرایط بودن، معیارهای ورود و خروج، تجزیه و تحلیل

ابزارها و نحوه اندازه گیری

خط کش درد یا مقیاس آنالوگ بصری^۴ (VAS) میزان درد را در افراد در مقیاس صفر تا ده اندازه گیری می کند و به طور گسترده در افراد دارای شلی مفصلی استفاده می شود. برای این منظور از افراد خواسته شد تا شدت درد در زانوهایشان را با انتخاب اعداد بین صفر تا ده مشخص نمایند. عدد صفر نشان دهنده عدم وجود درد و عدد ده نشان دهنده درد شدید در مفصل زانو است.

فتوگرامتری

به منظور ارزیابی حس عمقی مفصل زانو، از روش بازسازی زاویه هدف ۳۰ درجه در وضعیت ایستاده استفاده شد. در تحقیق حاضر، زاویه بازسازی مفصل در حالت ایستاده ارزیابی شد. این وضعیت نسبت به وضعیت نشسته بدون تحمل وزن و بیشتر به صورت عملکردی است. در زاویه بازسازی مفصل، بین اندام برتر و غیربرتر تفاوتی وجود ندارد^[۱۱]؛ بنابراین آزمونگر زانوی پای برتر را برای ارزیابی انتخاب کرد. برای تعیین پای برتر، از آزمودنی خواسته شد توپی را که جلوی او روی زمین قرار داشت، شوت کند.^[۱۲]

به منظور اندازه گیری زاویه هدف و زوایای بازسازی، از سیستم متشکل از مارکرگذاری پوستی، عکس برداری دیجیتال (دوربین فیلم برداری سامسونگ با رزولوشن ۱۳ مگا پیکسل) و نرم افزار Auto Cad استفاده شد. پایایی روش اندازه گیری زوایا با نرم افزار Auto Cad در تکرار یک آزمونگر بسیار بالا به دست آمده است (۰/۹۹۹=ضریب همبستگی)، همچنین در بررسی پایایی روش مارکرگذاری توسط آزمونگر اعتبار، در حد قابل قبول گزارش شده است (۰/۸۸).^[۱۳]

روش ارزیابی زاویه بازسازی مفصل با استفاده از فتوگرامتری و اتوکد

برای مارکرگذاری، هر فرد از شلوارک ورزشی استفاده می کرد و هیچ گونه پوشش دیگر در اندام تحتانی نداشت. هر کدام از افراد بر روی تخت درمانی در حالت طاق باز و کاملاً راحت قرار گرفتند و چهار عدد مارکر پوستی رنگی به روش زیر در سمت خارجی اندام مورد آزمون در چهار نقطه چسبانده شد: مارکر اول در یک چهارم بالایی خط تروکانتر بزرگ و قسمت میانی خط مفصلی میانی زانو، مارکر دوم در گردن فیولا و مارکر سوم در قسمت بالایی قوزک خارجی مچ پا چسبانده شد. سپس فرد به لبه تخت نشست و در وضعیتی که زانو حدود ۹۰ درجه خم بوده، مارکر چهارم در قسمت بالایی چین پوپلیته آل در امتداد لبه بالایی پاتلا چسبانده شد.^[۱۴] دوربین در تمام مراحل تحقیق، در

⁴ Visual Analogue Scale

فاصله ۱۸۵ سانتی متری از فرد و ارتفاع آن نسبت به سطح زمین به صورتی که لنز آن کاملاً در امتداد مفصل زانو باشد، بر روی سه پایه و عمود بر صفحه حرکتی زانو تراز شد. در پایان، تمام زوایای آزمون و بازسازی به وسیله نرم افزار Auto Cad محاسبه شد.^[۱۵] جهت ارزیابی شلی مفصل از مقیاس بیتون استفاده شد؛ چرا که اعتبار این مقیاس در غربالگری شلی مفصلی در حد قابل قبول گزارش شده است.^[۱۶] در این روش وجود یا عدم وجود هایپرموبیلیتی در پنج دسته از مفاصل بدن به ترتیب با نمره یک یا صفر نشان داده می شود؛ بنابراین نمرات شلی مفصلی از صفر تا نه متغیر خواهد بود. به این ترتیب قابلیت هایپراکستنشن بیش از ده درجه در مفصل زانو و آرنج هر دو سمت بدن (هر کدام از صفر تا دو نمره)، قابلیت اکستنشن پسو انگشتان دست به طوری که موازی ساعد گردند (صفر تا دو نمره)، قابلیت ابداعشن شست به طوری که به سطح فلکسور ساعد بچسبد (صفر تا دو نمره) و بالاخره قابلیت خم شدن تنه و چسباندن کف دست به زمین بدون خم شدن زانو (صفر تا یک نمره) متغیر است. در این مطالعه چهار مقیاس از نه مقیاس تأییدی بر شلی مفصلی است.^[۱۷]

پروتکل تمرینات حس عمقی

تمرینات^۵ (KBA) (حس وضعیت، تعادل، چابکی) که به مدت زمان هشت هفته توسط آزمودنی ها انجام شد، این تمرینات به آزمودنی ها آموزش داده شد و برای اطمینان از صحت انجام آن هر دو هفته یک بار توسط آزمونگر مورد بررسی قرار گرفتند. برنامه زمانی انجام تمرینات ۳۰ دقیقه تمرین در سه روز از هفته بود، ابتدا پنج دقیقه گرم کردن به صورت راه رفتن و سپس انجام تمرینات کشش ایستا در عضلات نعلی، همسترینگ و چهار سر رانی انجام شد. همه تمرینات بر اساس استقامت فردی شرکت کنندگان پیشرفت کرد. تمرینات چابکی (KBA) با افزایش سرعت راه رفتن یا افزایش تعداد گام انجام شد. آزمودنی ها در هر تمرین با ۱۵ قدم شروع کرده و حداکثر تا ۷۵ قدم پیشروی کردند (تصاویر ۱-۳).^[۱۸]



تصویر ۱. تمرینات چابکی (KBA)

⁵ Kinesthesia, Balance and Agility

A. با پای راهنما یک قدم به جلو حرکت کنید و سپس با همان پا یک قدم دیگر به کنار بروید، پای اتکایتان را با حرکت پای راهنما، حرکت دهید. سپس پای اتکایتان را با پای راهنمایان جابجا کنید.

B. تمرین قبل را به سمت عقب انجام دهید.

C. با پای راستتان یک قدم به کنار بردارید، سپس پای چپتان را پشت پای راست قرار دهید، دوباره با پای راست یک قدم به کنار بردارید. این بار پای چپتان را مقابل پای راست بگذارید. این کار را به تعداد گفته شده در پروتکل انجام دهید و سپس جای پاهایتان را عوض کنید.

D. ابتدا پاهایتان را در کنار هم قرار دهید، سپس پای راهنمایان را یک قدم به کنار ببرید، پای دیگر را نیز نزدیک پای راهنما کنید، این حرکت را به تعداد گفته شده در پروتکل تکرار کنید و سپس جای پاهایتان را عوض کنید.



تصویر ۳. تمرینات چابکی (KBA)

A. با پاشنه به سمت جلو راه بروید.

B. با پنجه به سمت جلو راه بروید.

C. بلافاصله بعد از گذاشتن اولین قدم پاشنه پای دیگر دقیقه مقابل پنجه پای راهنما قرار می گیرد.

تصویر ۲. تمرینات چابکی (KBA)

A. هر پا را از میان پای دیگر به صورت ضربداری عبور دهید.

B. در حالی که به سمت جلو راه می روید، ران خود را تا زاویه ۹۰ درجه خم کنید.

C. راه رفتن از پاشنه به پنجه، به طوری که با پای راهنما با پاشنه فرود بیایید و پای دیگر را کنار پای راهنما طوری بگذارید که پاشنه پای اتکا در قسمت میانی پای راهنما باشد.

تمرینات چابکی (KBA)

Wedding March: با پای راهنما یک قدم به جلو حرکت کنید و سپس با همان پا یک قدم دیگر به کنار بروید، پای اتکایتان را با حرکت پای راهنما، حرکت دهید. سپس پای اتکایتان را با پای راهنمایان جابجا کنید.

Backward Wedding March: تمرین قبل را به سمت عقب انجام دهید.

High Knees March: در حالی که به سمت جلو راه می‌روید، ران خود را تا زاویه ۹۰ درجه خم کنید.

Side Stepping: ابتدا پاهایتان را در کنار هم قرار دهید، سپس پای راهنمایان را یک قدم به کنار ببرید، پای دیگر را نیز نزدیک پای راهنما کنید، این حرکت را به تعداد گفته شده در پروتکل تکرار کنید و سپس جای پاهایتان را عوض کنید.

Semi-tandem Walk: راه رفتن از پاشنه به پنجه، به طوری که با پای راهنما با پاشنه فرود بیایید و پای دیگر را کنار پای راهنما طوری بگذارید که پاشنه پای اتکا در قسمت میانی پای راهنما باشد.

Tandem Walk: بلافاصله بعد از گذاشتن اولین قدم پاشنه پای دیگر دقیقاً مقابل پنجه پای راهنما قرار می‌گیرد.

Cross-over walk: هر پا را از میان پای دیگر به صورت ضربدری عبور دهید.

Modified Grapevine: با پای راستان یک قدم به کنار بردارید، سپس پای چپتان را پشت پای راست قرار دهید، دوباره با پای راست یک قدم به کنار بردارید. این بار پای چپتان را مقابل پای راست بگذارید. این کار را به تعداد گفته شده در پروتکل انجام دهید و سپس جای پاهایتان را عوض کنید.

Toe Walking: با پنجه به سمت جلو راه بروید.

Heel Walking: با پاشنه به سمت جلو راه بروید.

در تمرینات تعادلی (شکل ۴)، پدهای تمرینی تعادلی تراباند در سه سطح از نظر نرمی استفاده شد. این پدها هم در سطوح اولیه تمرینی و هم در سطوح بالاتر تمرینی قابل استفاده هستند (هرچه پدها نرم‌تر باشد، تمرین سخت‌تر می‌شود).



تصویر ۴. تمرینات تعادلی (KBA)

A. تعادل استاتیک در سطح ثابت

B. تعادل استاتیک روی پد

C. تمرینات تعادلی پویا به همراه جهش و پرش

قبل از اینکه سطح اول تمرینات تعادلی اجرا شود، آزمودنی‌ها در سطح ثابت، تعادل استاتیک انجام دادند. (برای مثال، ایستادن تک پا روی سطح ثابت برای مدت ۱۰ ثانیه بدون از بین رفتن تعادل). وقتی آزمودنی توانست با هر دو پا تعادل خود را بر روی پدها حفظ کند، حالا می‌تواند تعادل تک پا را رو پد انجام دهد. در صورتی که آزمودنی نتواند یک مرحله را به خوبی انجام دهد، نیازی به پیشرفت تمرین و اجرای تمام مراحل تمرینات تعادلی نیست.

تمرینات تعادلی پویا نیز به همین شیوه انجام می‌شود. در تعادل پویا جهش و پرش کمی نیز به تمرین اضافه شد. برای سخت‌تر نمودن تمرینات تعادلی پویا علاوه بر انتخاب پدهای نرم‌تر، از حرکات اعضای بدن جهت اختلال در حفظ تعادل و تحریک مکانیسم کنترل نوروماسکولار استفاده شد. هر تمرین در سه ست تعادلی انجام شد که هر ست به مدت زمان ۳۰ ثانیه به طول انجامید.^[۱۸] اطلاعات به دست آمده از تحقیق حاضر توسط نرم‌افزار SPSS16 پردازش گردید. توزیع نظری نرمال داده‌ها توسط آزمون کولموگراف-اسمیرنوف بررسی شد و از این رو جهت مقایسه میانگین متغیرهای کمی از آزمون t زوجی و t مستقل استفاده شد. سطح معناداری برای تمامی محاسبات $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. و نتایج (میانگین و انحراف استاندارد، میزان تغییرات) حاصل از آزمون t زوجی حاکی از تاثیرگذاری تمرینات حس عمقی بر درد و زاویه بازسازی در هر دو گروه تمرینی بود ($P \leq 0/05$). مقایسه نتایج پس‌آزمون‌های دو گروه با استفاده از آزمون t مستقل نشان داد که تاثیرگذاری تمرینات در درد ($P = 0/05$ ، $\Delta = -1/14$) اختلاف بین گروه) و حس عمقی ($P = 0/07$ ، $\Delta = -0/92$) اختلاف بین گروه) در گروه پیش از بلوغ بیشتر از گروه پس از بلوغ بوده است.

جدول ۱: مشخصات آنتروپومتریکی گروه‌های تحقیق، میانگین و انحراف استاندارد

گروه مورد مطالعه	متغیر	میانگین \pm انحراف استاندارد
پیش از بلوغ (N=14)	سن (سال)	۱۱/۳۵ \pm ۱/۰۸
	قد (سانتی‌متر)	۱۴۴/۶۴ \pm ۲/۷۶
	وزن (کیلوگرم)	۴۳/۷۸ \pm ۵/۴۵
پس از بلوغ (N=14)	سن (سال)	۱۶/۸۵ \pm ۱/۲۳
	قد (سانتی‌متر)	۱۵۴/۲۱ \pm ۴/۷۵
	وزن (کیلوگرم)	۵۳/۵۷ \pm ۳/۸۹

جدول ۲: داده‌های توصیفی متغیرهای وابسته تحقیق در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیرها	متغیر	آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	درصد تغییرات	میزان اختلاف	معناداری (تی زوجی)
پیش از بلوغ	درد	VAS	۵/۷۸ \pm ۰/۱۹	۱/۶۴ \pm ۰/۷۴	۷۱٪	۳/۴۲ \pm ۰/۸۵	*/۰/۰۱
	حس عمقی	بازسازی زاویه	۴/۸۵ \pm ۰/۶۶	۱/۸۵ \pm ۰/۸۶	۶۱٪	۴/۱۴ \pm ۱/۰۹	*/۰/۰۱
پس از بلوغ	درد	VAS	۵/۳۵ \pm ۱/۳۳	۲/۷۸ \pm ۱/۱۸	۴۸٪	۲/۳۵ \pm ۰/۹۲	*/۰/۰۱
	حس عمقی	بازسازی زاویه	۴/۷۱ \pm ۰/۹۱	۲/۳۵ \pm ۱/۰۰	۵۰٪	۲/۵۷ \pm ۰/۹۳	*/۰/۰۱

بحث

از آنجایی که همیشه این سوال مطرح بوده که آیا بهبود حس عمقی به عنوان یک فاکتور مستقل و تنها قادر به تخفیف درد می‌شود یا خیر^[۱۹]؛ لذا در تحقیق حاضر بر آن شدیم تا جهت شفاف شدن هرچه بیشتر موضوع و طی یک چارچوب نوآورانه اثر تمرینات حس عمقی بر درد و زاویه بازسازی مفصل زانو را در دو گروه زنان بالغ و نابالغ دارای شلی مفصلی بررسی کنیم. نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که انجام تمرینات حس عمقی تأثیر معناداری بر کاهش درد داشته و اگرچه این تمرینات موجب کاهش درد در هر دو گروه بالغ و نابالغ شد، اما اثر این تمرینات در زنان نابالغ بیشتر نمود کرده و میزان درد افراد این گروه نسبت به گروه بلوغ یافته تخفیف بیشتری پیدا کرده است. همسو با نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر، باید به تحقیقات نایلی ساهین و همکاران (۲۰۰۸) و فرل و همکاران (۲۰۰۴) اشاره کرد. در مطالعه نایلی ساهین و همکاران (۲۰۰۸) نیز از ۸ هفته تمرینات حس عمقی استفاده شده بود و کاهش درد در افراد دارای شلی مفصلی مشاهده شد. در تحقیق حاضر نیز نشان داده شده است که ۸ هفته تمرینات حس عمقی در زنان ۸ تا ۱۶ سال قبل و بعد از بلوغ کاهش معناداری در میزان درد ایجاد می‌کند. با توجه به تحقیقات پیشین و تحقیق حاضر به نظر می‌رسد که انجام ۸ هفته تمرینات حس عمقی در

کاهش درد افراد دارای شلی مفصلی موثر می‌باشد. همچنین در مطالعه‌ای که فرل و همکاران در سال ۲۰۰۴ انجام داده‌اند، به این نتیجه رسیده‌اند که انجام تمرینات حس عمقی در کاهش درد افراد دارای شلی لیگامانی بسیار موثر می‌باشد که در تحقیق حاضر نیز از این تمرینات استفاده شده است. این تحقیقات همسو با تحقیق حاضر بیانگر مستقل بودن اثر این تمرینات می‌باشد و از طرفی دیگر، بی‌ثبات بودن مفاصل باعث ایجاد درد در افراد دارای شلی مفصل شده و تمرین باعث بازگشت مفاصل به وضعیت اولیه و افزایش ثبات شده و در نهایت باعث کاهش درد می‌شود.^[۲۰]

در بخش دیگری از تحقیق حاضر، نشان داده شده است که تمرینات حس عمقی به طور معناداری باعث بهبود زاویه بازسازی مفصل زانو در دو گروه زنان بالغ و نابالغ شده و اثر این تمرینات در گروه نابالغ در مقایسه با گروه بالغ بیشتر نمود کرده است. به طور همسو، ساهین و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که انجام هشت هفته‌ای این تمرینات به طور معناداری باعث بهبود زاویه بازسازی مفصل زانو در افراد دارای شلی مفصل گردیده است.^[۹]

هال و همکارانش (۱۹۹۵) در مقایسه‌ی بین افراد دارای شلی مفصل و افراد سالم به این نتیجه رسیدند که افراد دارای شلی مفصل، حس عمقی ضعیف‌تری در مقایسه با افراد سالم دارند^[۲۱]؛ بنابراین بر اساس نتایج تحقیقات انجام‌شده، پیشنهاد شده است که به دلیل عدم کفایت حس عمقی در افراد دارای شلی مفصل، تمرینات حس عمقی با هدف حفظ کنترل، بازیابی تعادل و عملکرد، در اندام تحتانی انجام شود.^[۲۲] در مفصل زانو انواع مختلفی از ارگان‌های حس‌آور شامل پایانه‌های رافیینی، پاجینی، پایانه آزاد عصبی وجود دارد که نقش مهمی در حس عمقی و سیستم اعصاب مرکزی (CNS) دارند که عملکرد مناسب آنها در نهایت منجر به کنترل نوروماسکولار و ثبات عملکردی مفاصل می‌شود. انجام تمرینات در سطوح ناهموار روی سیستم اعصاب مرکزی اثر می‌گذارد که منجر به آگاهی نسبت به موقعیت قرارگیری مفاصل و اجرای بهینه عملکرد فرد می‌شود.

نتایج تحقیق حاضر قبل و بعد از بلوغ با نتایج تحقیقات اوت سوکی و همکاران (۲۰۱۴) همسو بوده است. تمرینات حس عمقی از جمله تمریناتی هستند که از آسیب پیشگیری می‌کنند که اوت سوکی و همکاران در سال ۲۰۱۴ با استفاده از این تمرینات بعد از بلوغ در زنان ورزشکار سالم، باعث محدودیت کنترل زانو می‌شود، اما انجام تمرینات در زنانی که تازه به بلوغ رسیده‌اند، به اندازه زنانی که به بلوغ نرسیده‌اند موثر نیست.^[۲۳] در این مطالعه نیز از این تمرینات در زنان بالغ و نابالغ استفاده شده است؛ بنابراین به نظر می‌رسد که انجام این تمرینات در زنان نابالغ نسبت به زنان بالغ موثرتر است.

مطالعات اندکی در ارتباط با اثر تمرینات حس عمقی بر دو متغیر درد و زاویه بازسازی مفصل در افراد دارای شلی مفصل انجام شده است. یکی از ویژگی‌های تمرینات حس عمقی انجام‌شده در این تحقیق، کنترل مناسب انقباضات عضلانی و راستای بیومکانیکی اندام تحتانی حین اجرای تمرینات بوده است؛ بنابراین انتظار می‌رود که همین مسئله باعث جلوگیری از حرکات ناگهانی و نامناسب زانو در طی فعالیت‌های مختلف و در نهایت باعث کاهش درد زانو شود. در تمرینات مورد نظر تحقیق حاضر، سعی شده است که از عضلات اندام تحتانی به صورت زنجیروار استفاده گردد؛ بنابراین احتمال می‌رود که به‌کارگیری عضلات در زنجیره‌های کلی باعث ایجاد بازخورد جهت بهبود زاویه بازسازی مفصل و در نهایت کاهش درد گردد. در طی فعالیت‌های عملکردی، نیاز به هماهنگی بین مفاصل و سکانس عضلانی مناسب، شانس آسیب‌های اسکلتی-عضلانی افزایش پیدا می‌کند. با انجام تمرینات حس عمقی احتمالاً ترتیب وارد عمل شدن عضلات و مفاصل اصلاح‌شده و در نتیجه عملکرد آزمودنی‌ها افزایش می‌یابد. یکی دیگر از دلایل احتمال اثرگذاری تمرینات در این تحقیق، استفاده از تمرینات زنجیره بسته می‌باشد که احتمالاً همین مسئله باعث بهبود حس عمقی شده باشد؛ بنابراین از عمده علت‌های احتمالی اثرگذاری تمرینات حس عمقی می‌توان به به‌کارگیری زنجیره‌های عضلانی، استفاده از زنجیره حرکتی بسته و اصلاح الگوهای حرکتی اندام تحتانی اشاره کرد.

به نظر می‌رسد احتمالاً از علت‌های اثرگذاری بیشتر تمرینات حس عمقی در زنان نابالغ دارای شلی مفصلی نسبت به زنان بالغ دارای شلی مفصلی، این باشد که تغییرات هورمونی، فیزیولوژیکی و بیومکانیکی در زانو باعث کاهش حس عمقی در زنان بالغ می‌شود که این تغییرات و کاهش زاویه بازسازی مفصل در زنان دارای شلی مفصل که خود حس عمقی ضعیف‌تری دارند، تشدید شده باشد. از دلایل دیگر می‌توان به تغییرات عملکردی مشاهده‌شده در زنان بالغ اشاره کرد. زنان بالغ زاویه ابداکشن ران بیشتری نسبت به زنان نابالغ دارند^[۷] که این خود یکی از دلایل زاویه والگوس دینامیک بعد از دوران بلوغ است که باعث کاهش زاویه بازسازی مفصل می‌شود. این در حالی است که هیچ یک از این تغییرات در زنان نابالغ اتفاق نیفتاده؛ بنابراین به نظر می‌رسد انجام تمرینات حس عمقی قبل از بلوغ نسبت به بعد از بلوغ، باعث می‌شود بهبودی بیشتر حاصل شود. از محدودیت‌های مطالعه حاضر، اندازه‌گیری به‌صورت عملکردی بوده؛ لذا پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده از ابزارهای دیگر استفاده شود.

نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هشت هفته تمرینات حس عمقی باعث کاهش درد و بهبود زاویه بازسازی مفصل در زنان بالغ و نابالغ دارای شلی مفصلی می شود و برتری اثرگذاری تمرینات با گروه نابالغ می باشد؛ بنابراین پیشنهاد می شود که از این گونه تمرینات در جهت کاهش عوارض احتمالی متعاقب بیماران حاضر استفاده شود.

تشکر و قدردانی

در نهایت از زحمات جناب آقای دکتر امیر لطافت کار، استادیار دانشگاه خوارزمی در زمینه ارائه پیشنهادات علمی در اجرای این کار تقدیر و تشکر می نمایم.

منابع

1. Armon K. Musculoskeletal pain and hypermobility in children and young people: is it benign joint hypermobility syndrome? : BMJ Publishing Group Ltd; 2014.
2. Jansson A, Saartok T, Werner S, Renström P. General joint laxity in 1845 Swedish school children of different ages: age-and gender-specific distributions. *Acta paediatrica*. 2004;93(9):1202-6.
3. Remvig L, Kümmel C, Kristensen JH, Boas G, Juul-Kristensen B. Prevalence of generalized joint hypermobility, arthralgia and motor competence in 10-year-old school children. *International Musculoskeletal Medicine*. 2011;33(4):137-45.
4. Ziaee V, Moradinejad M. Joint hypermobility in the Iranian school students. *Pediatric Rheumatology*. 2008;6(1):P168.
5. Cattalini M, Cimaz R. Musculoskeletal pain in children ,when hypermobility is the problem. *Archives de Pédiatrie*. 2017;24(5):421-3.
6. Falciglia F, Guzzanti V, Di Ciommo V, Poggiaroni A. Physiological knee laxity during pubertal growth. *Bulletin of the NYU hospital for joint diseases*. 2009;67(4):325.
7. DiStefano LJ, Martinez JC, Crowley E, Matteau E, Kerner MS, Boling MC, et al. Maturation and sex differences in neuromuscular characteristics of youth athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(9):2465-73.
8. Blakemore SJ, Burnett S, Dahl RE. The role of puberty in the developing adolescent brain. *Human brain mapping*. 2010;31(6):926-33.
9. Sahin N, Baskent A, Cakmak A, Salli A, Ugurlu H, Berker E. Evaluation of knee proprioception and effects of proprioception exercise in patients with benign joint hypermobility syndrome. *Rheumatology International*. 2008;28(10):995-1000.
10. Ferrell WR, Tennant N, Sturrock RD, Ashton L, Creed G, Brydson G, et al. Amelioration of symptoms by enhancement of proprioception in patients with joint hypermobility syndrome. *Arthritis & Rheumatology*. 2004;50(10):3323-8.
11. Jerosch J, Prymka M. Proprioception and joint stability. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 1996;4(3):171-9.
12. Bressel E, Yonker JC, Kras J, Heath EM. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of athletic training*. 2007;42(1):42.
13. Fouladi R, Rajabi R, Naseri N. Comparison of two functional postural movements in knee proprioception assessment of healthy athlete women. *Journal of Sport Medicine*. 2009;1(1):123-257. [In persian].
14. Stillman BC, McMeeken JM. The role of weightbearing in the clinical assessment of knee joint position sense. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2001;47(4):247-53.
15. Mir S, Hadian M, Talebian S, Nasser N. Functional assessment of knee joint position sense following anterior cruciate ligament reconstruction. *British journal of sports medicine*. 2008;42(4):300-3.
16. Beighton P, Solomon L, Soskolne C. Articular mobility in an African population. *Annals of the rheumatic diseases*. 19413;:(5)32;73
17. Junge T, Larsen LR, Juul-Kristensen B, Wedderkopp N. The extent and risk of knee injuries in children aged 9–14 with Generalised Joint Hypermobility and knee joint hypermobility-the CHAMPS-study Denmark. *BMC musculoskeletal disorders*. 20143;:(1)16;15
18. Rogers MW, Tamulevicius N, Coetsee MF, Curry BF, Semple SJ. Knee osteoarthritis and the efficacy of kinesthesia, balance & agility exercise training: a pilot study. *International journal of exercise science*. 2011;4(2):124.
19. Keer R, Edwards-Fowler A, Mansi E. Management of the hypermobile adult. *Hypermobility Syndrome: Elsevier*; 2003. p. 87-105.
20. Grahame R, Keer R. *Hypermobility Syndrome: Recognition and Management for Physiotherapists: Butterworth Heinemann*; 2003.

21. Hall M, Ferrell W, Sturrock R, Hamblen D, Baxendale R. The effect of the hypermobility syndrome on knee joint proprioception. *Rheumatology*. 1995;34(2):121-5.
22. Lawrence A. Benign joint hypermobility syndrome. *Indian Journal of Rheumatology*. 2014;9:S33-S6.
23. Otsuki R, Kuramochi R, Fukubayashi T. Effect of injury prevention training on knee mechanics in female adolescents during puberty. *International journal of sports physical therapy*. 2014;9(2):149.