

مقایسه تأثیر سه شیوه تمرینی بر حس عمقی و تعادل در زنان بسکتبالیست

چکیده

پیش زمینه: با توجه به میزان بالای شیوع آسیب‌های غیربرخوردی اندام تحتانی در میان زنان ورزشکار و اهمیت حس عمقی و تعادل در بروز آسیب، لزوم شناسایی راهکارهای مؤثر و کم‌هزینه ضروری به نظر می‌رسد. لذا این مطالعه با هدف مقایسه اثر تمرین‌های عصبی - عضلانی، قدرتی و ترکیبی بر حس عمقی زانو و تعادل در زنان بسکتبالیست طراح شد.

مواد و روش‌ها: ۴۲ بسکتبالیست زن با میانگین سنی $20/73 \pm 1/88$ سال و میانگین قد $172/47 \pm 6/57$ سانتی‌متر و میانگین وزن $63/54 \pm 4/98$ کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدنی $21/36 \pm 1/17$ ، در قالب سه گروه آزمایش «عصبی-عضلانی»، «قدرتی» و «ترکیبی» و یک گروه کنترل به صورت هدفمند انتخاب شدند. گروه‌های آزمایش به مدت شش هفته و سه جلسه در هفته، برنامه‌های تمرینی را اجرا کردند. حس عمقی زانو توسط دستگاه ایزوکینتیک بایودکس ۴ (Isokinetic Biodex) و با آزمون بازسازی زاویه‌ای فعال، و تعادل پویا با آزمون عملکردی تعادل (star excursion balance test)، قبل و بعد از برنامه تمرینی ارزیابی شد. آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری آنوا (Repeated measure Anova)، تی زوجی (Paired T-Test) و آزمون تعقیبی توکی (Tukey post hoc test) روش‌های آماری مورد استفاده بودند.

یافته‌ها: اجرای برنامه تمرینی در هر سه گروه آزمایش سبب پیشرفت معنادار در حس عمقی زانو و تعادل پویا شد ($p < 0/05$). بین چهار گروه در حس عمقی زانو و تعادل پویا تفاوت معنادار بود ($p < 0/05$).

نتیجه‌گیری: تمرین‌های ترکیبی و پس از آن تمرینات عصبی-عضلانی می‌توانند به عنوان شیوه‌های اثربخش بهبود عملکرد عصبی - عضلانی در برنامه ورزشی ورزشکاران زن مخصوصاً بسکتبالیست‌ها گنجانده شوند.

واژگان کلیدی: بسکتبال، حس عمقی، ورزشکاران، زنان، اندام تحتانی

دریافت مقاله: ۳ ماه قبل از چاپ؛ پذیرش مقاله: ۱ ماه قبل از چاپ.

دکتر زهرا رحیمی

مقدمه

استادیار، گروه تربیت بدنی، واحد شیراز،
دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

آسیب‌های اندام تحتانی به خصوص زانو، بیشترین میزان آسیب‌های اندام تحتانی را در زنان ورزشکار به خود اختصاص می‌دهند. از بین علل متعدد آسیب‌های غیربرخوردی زانو، نقص عملکرد گیرنده‌های حس عمقی زانو و در نتیجه نقص در عملکرد عصبی-عضلانی^(۳۱) به عنوان مهمترین عوامل معرفی شده‌اند^(۷۴).

دستیابی به شیوه‌های غیرجراحی و غیردارویی برای پیشگیری از این نوع آسیب‌ها که تا کنون بخش قابل توجهی از آسیب‌ها را به خود اختصاص داده‌اند، از جنبه‌های مختلف اهمیت بسیار دارد و با وجود به‌کارگیری پروتکل‌های تمرینی گوناگون، این مشکل کماکان در زندگی ورزشکاران زن وجود دارد^(۹۷).

نتایج مطالعات همه‌گیرشناسی نشان می‌دهند که زنان ورزشکار ۲ تا ۱۰ برابر بیشتر از مردان ورزشکار در معرض آسیب اندام تحتانی هستند^(۵۳). علاوه بر آسیب، هزینه‌های بسیار سنگین درمان، از دست دادن فرصت شرکت در ورزش و فعالیت‌های جسمانی، ایجاد آسیب‌های ثانویه‌ای مانند پارگی مینیسک و استئوآرتریت، بروز ناتوانی‌های طولانی‌مدت و یا حتی معلولیت، لزوم به‌کارگیری برنامه‌های پیشگیری از آسیب را پررنگ‌تر کرده است^(۹۷).

چندین نظریه برای تشریح متغیرهای مرتبط با آسیب‌های غیربرخوردی زنان در اندام تحتانی ارائه شده است؛ اما بخش مهمی از مطالعات اختصاص به چگونگی تأثیر عوامل عصبی-عضلانی و ضعف آنها بر خطر بروز آسیب در زنان ورزشکار دارد^(۹،۵). یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهند که عملکرد گیرنده‌های حس عمقی زانو که در لیگامنت‌ها، تاندون‌ها، کپسول مفصلی و عضلات اطراف زانو قرار دارند، موجب حفظ ثبات پویای مفصل زانو می‌شوند^(۱۳-۱۰) و عملکرد مناسب آنها باعث کنترل حرکت و جلوگیری از آسیب می‌شود^(۱۳). ساینس در سال ۲۰۱۱، بیان کرد شرکت در یک دوره برنامه تمرین عصبی-عضلانی موجب ثبات پویای مفصل، تصحیح عدم توازن عضلانی^۱ و درستی

نویسنده مسئول:

زهرا رحیمی

Email:
Rahimi2491@yahoo.com

1. Correcting muscle imbalances.

تمرین‌های عصبی-عضلانی، ۱۱ نفر گروه تمرین‌های قدرتی، ۱۰ نفر تمرین‌های ترکیبی و ۱۰ نفر گروه کنترل را تشکیل دادند. معیارهای خروج از تحقیق عبارت بود از وجود درد، سابقه زایمان، سابقه شکستگی و دررفتگی و هر گونه عمل جراحی در اندام تحتانی و ستون فقرات در یک سال گذشته بود. همچنین، وجود شلی مفصلی^۳ با استفاده از تست بیتون^۴، بدراستایی‌های اندام تحتانی (ژنوواروم، ژنووالگوم، ژنورکوراتوم، چرخش تیبیا، آنتی‌ورژن ران، کف پای صاف)، پارگی و آسیب‌های لیگامانی، آسیب منیسک و کپسول مفصلی موجب کنار رفتن از تحقیق بود. مراحل فوق طی معاینات فیزیوتراپی توسط محقق انجام شد.

پس از انتخاب ورزشکارها بر اساس معیارهای ورود و خروج از تحقیق و همچنین تکمیل فرم رضایت‌نامه، این افراد به صورت تصادفی به سه گروه آزمایش «تمرین‌های عصبی-عضلانی»، «قدرتی» و «ترکیبی» و یک گروه کنترل تقسیم شدند. سپس تمامی ورزشکارها در یک پیش‌آزمون شرکت کردند تا متغیرهای تحقیق که شامل حس عمقی زانو (با استفاده از دینامومتر ایزوکینتیک^۵ مدل ۳۰-۰۰۰-۸۵۰) و تعادل پویا (با استفاده از آزمون عملکردی تعادل) اندازه‌گیری شوند. سپس ورزشکارهای گروه کنترل بدون انجام هیچ تمرین خاصی و به صورت عادی به ورزش‌های روزمره خود ادامه دادند، در حالی که ورزشکارهای گروه آزمایش یعنی گروه تمرین‌های عصبی-عضلانی، مقاومتی و ترکیبی به مدت شش هفته و هر هفته سه جلسه تمرین داشتند که زمان این تمرین‌ها از ۳۵ دقیقه در هفته اول تا ۵۰ دقیقه در هفته آخر ادامه داشت. این ورزشکاران در هفته اول و دوم هر جلسه به مدت ۳۵ دقیقه؛ در هفته سوم و چهارم هر جلسه ۴۰ دقیقه و در هفته پنجم و ششم هر جلسه ۵۰ دقیقه تمرین داشتند. تمرین‌ها به صورت ویژه و تحت نظارت مستقیم آزمونگر انجام شد (پیوست ۱). در طول این شش هفته، ورزشکارهای گروه کنترل بدون انجام هیچ تمرین خاصی و به صورت عادی به ورزش‌های روزمره خود ادامه می‌دادند.

شرکت‌کنندگان در هر سه گروه آزمایش، هنگام شروع، ۱۰ دقیقه تمرین‌های گرم کردن داشتند که شامل ۳ دقیقه کاربوکا، ۳ دقیقه جهش جانبی و ۴ دقیقه کشش عضلات همسترینگ و چهارسر بود. در انتهای برنامه تمرینی نیز ۱۰ دقیقه تمرین‌های سرد کردن شامل چند تمرین کششی اندام تحتانی به انتخاب خودشان داشتند. این تمرین‌ها بین سه گروه مشترک بود. لازم به ذکر است که ورزشکارهای سه گروه آزمایش (عصبی-عضلانی، مقاومتی و ترکیبی) در ساعت‌ها و روزهای متفاوت با تمرین تیم‌های ورزشی خود برنامه ویژه تمرینی را انجام دادند تا از تأثیر خستگی بر آنها کاسته شود. تمرین‌های تحقیق در صبح روزهای فرد و تمرین‌های تیمی عصر روزهای زوج انجام می‌شد. سرانجام پس از شش هفته تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، متغیرهای تحقیق دوباره در تمامی ورزشکارها شامل گروه‌های آزمایش

عملکردهای بیومکانیکی می‌شود که علاوه بر کاهش خطر آسیب‌های غیربرخوردی، تأثیرات فرعی آن نیز موجب کاهش میزان اختلاف‌های وابسته به جنسیت می‌شود. در نتیجه، این تمرین‌ها در زنان مفیدتر واقع شده است^(۱۴). به عقیده مایر و برخی دیگر از محققان، بهبود عملکرد بیومکانیکی و عصبی-عضلانی پس از شرکت در برنامه‌های تمرینی موجب کاهش خطر آسیب زنان جوان و بهبود مقادیر اجرا می‌شوند. این نوع تمرین‌ها موجب بهبود تکنیک، بهبود ثبات پویا و کاهش خطر آسیب‌های اندام تحتانی در ورزشکاران زن شده است^(۱۵ تا ۱۷). همچنین، یافته‌ها نشان می‌دهند که بعد از هشت هفته تمرین‌های عصبی-عضلانی و قدرتی در زنان فوتبالیست، آزمون تعادل ستاره^۲ (ثبات پویا) بهبود می‌یابد^(۱۸). نتایج دیگر نشان داده‌اند که تمرین‌های مقاومتی با تأکید بر تمرین‌های ثبات مرکزی باعث بهبود حس عمقی، تعادل پویا و واکنش‌های تعادلی، تصحیح عدم توازن‌های عضلانی و بهبود مقادیر اجرای ورزشی^(۱۹ تا ۲۲) و احتمالاً کاهش خطر آسیب‌های اندام تحتانی می‌شوند^(۲۳، ۲۴). از طرفی، بر طبق پیشنهاد برخی از محققان بهتر است از هر دوی تمرین‌های عصبی-عضلانی و قدرتی در کنار یکدیگر، به منظور پیشگیری از آسیب‌های غیربرخوردی اندام تحتانی در زنان ورزشکار استفاده شود^(۲۴ تا ۲۷). در مطالعات گفته شده هر دو نوع تمرین، در بهبود تعادل و حس عمقی مفید هستند، اما تاکنون طبق مطالعات در دسترس، مقایسه‌ای بین تأثیر این تمرین‌ها و همچنین تأثیر تجمعی این تمرین‌ها انجام نشده است و همچنین، طبق نظر محققان، ماهیت خاص بسکتبال، تعادل پویا را تحت تأثیر قرار می‌دهد و زنان بسکتبالیست تعادل پویای ضعیف‌تری نسبت به والیبالیست‌ها و فوتبالیست‌ها دارند و شیوع آسیب در زنان بسکتبالیست بالاتر است^(۲۸، ۱۰، ۱۳، ۳). با توجه به این عوامل، این مطالعه به نحوی طراحی شد که به مقایسه این سه روش در زنان بسکتبالیست غیرآسیب‌دیده بپردازد.

روش تحقیق

تحقیق حاضر یک تحقیق نیمه تجربی است که در آن اثر چند برنامه تمرینی ویژه که توسط محققان در پیشگیری از آسیب‌های اندام تحتانی زنان ورزشکار معرفی شده‌اند^(۲۳ تا ۲۸)، بر حس عمقی زانو و تعادل در بسکتبالیست‌های زن مورد ارزیابی قرار گرفت. جامعه آماری تحقیق حاضر را بسکتبالیست‌های حرفه‌ای زن شهر شیراز تشکیل می‌دادند که از بین آنها به روش آماری نمونه‌گیری آسان جمع‌آوری و از طریق تصادفی سازی بلوکی به چهار گروه ۴۲ نفری، به عنوان ورزشکارهای آماری انتخاب شدند. ورزشکارهای تحقیق حاضر می‌بایست در محدوده سنی ۱۹ تا ۲۵ سال قرار داشتند و حداقل دارای ۳ سال سابقه عضویت در تیم‌های سوپرلیگ و دسته یک استان فارس بودند. همچنین، شاخص توده بدنی و چرخه قاعدگی آنها باید طبیعی بود. ۱۱ نفر گروه

3. Joint Laxity.

4. Bieghton.

5. Isokinetic Dynamometer.

2. Star excursion balance test.

به منظور اجرای آزمون و اندازه‌گیری حس عمقی زانو، از آزمون بازسازی زاویه‌ای فعال استفاده شد (میانگین خطای بازسازی زاویه‌ای فعال با سرعت زاویه‌ای ۵ درجه در ثانیه از ۹۰ درجه خمیدگی به ۴۵ درجه) و از دستگاه ایزوکینتیک در پیش و پس از آزمون استفاده شد (شکل ۲). این آزمون سه مرتبه برای هر پا انجام شد. در نهایت، این دستگاه میانگین خطای زاویه ساخته شده توسط ورزشکار را در طی این سه کوشش به صورت عددی نمایان کرد (شکل ۲).

شکل ۲ - نحوه اندازه‌گیری حس عمقی با استفاده از دستگاه ایزوکینتیک بایودکس (Isokinetic Biodex)



در آخرین مرحله، پس از جمع‌آوری اطلاعات تحقیق، داده‌های مربوط به ویژگی‌های ورزشکارها از قبیل سن، قد و وزن، بعلاوه متغیرهای تحقیق در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی، در نسخه ۲۱ نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و پس از اخذ شرایط استفاده از آزمون آنوا^۶، آزمون کلموگروف اسمیرونوف^۷ نرمال بودن توزیع داده‌ها و آزمون لوین^۸ همگن بودن داده‌ها را مشخص کردند که برای مقایسه نتایج به دست آمده در پیش و پس از آزمون استفاده شد (آنالیز واریانس جداگانه تکراری برای تمام فاکتورها در چهار گروه، دو آزمون، پای غالب و پای غیر غالب). در بخش آمار استنباطی از آزمون‌های تی زوج شده جهت مقایسه میانگین‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، در هر گروه استفاده شد.

پس از تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف بین گروه‌های آزمون (بررسی معناداری آزمون در جدول آنالیز واریانس)، این سؤال مطرح می‌شود که تفاوت میانگین بین کدام دو گروه معنادار است؟ در همین راستا، برای مقایسه میانگین بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. این آزمون وجود یا عدم وجود اختلاف معنادار و تفاوت بین گروه‌ها را بیان می‌کند اما چیزی در باره اندازه تفاوت نمی‌گوید. از این رو، با

و گروه کنترل اندازه‌گیری شد. این آزمون‌ها ۴۸ ساعت بعد از پایان برنامه اصلی انجام شد و از ورزشکارها خواسته شد ۴۸ ساعت قبل از اندازه‌گیری‌ها در فعالیت ورزشی یا تمرین شرکت نکنند.

آزمون تعادل

به منظور سنجش تعادل پویا از آزمون عملکردی تعادل استفاده شد (شکل ۱). پس از آشنا شدن ورزشکارها با روش انجام آزمون، اندازه‌گیری انجام شد. ابتدا از هر ورزشکار خواسته می‌شد روی یک پا در نقطه تقاطع سه خط که با هم زاویه ۱۲۰ درجه داشتند بایستد، سپس پای دیگر را در مسیر این خط‌ها، در جهت‌های جلو، عقب - داخلی و عقب - خارجی، با بیشترین فاصله انگشت شست پا از نقطه تقاطع برساند. قبل از آزمایش نهایی، ۶ کوشش تمرینی روی هر پا در هر سه جهت انجام می‌شد. در هفتمین کوشش، دورترین فاصله شست پای مورد آزمایش از نقطه تقاطع اندازه‌گیری و ثبت می‌شد. تمامی این مراحل برای پای دیگر نیز تکرار می‌شد. طول پای ورزشکار از انتهای پایینی خار خارهای قدامی - فوقانی تا انتهای پایینی قوزک خارجی هر پا در وضعیت ایستاده، اندازه‌گیری و ثبت می‌شد^(۱۸) (شکل ۱).

شکل ۱ - نحوه اجرای آزمون تعادل



نحوه محاسبه مقیاس آزمون تعادلی ترکیبی

برای تعیین مقیاس آزمون تعادلی ترکیبی، مجموع بیشترین فاصله‌ای که انگشت شست پای ورزشکاران روی خطوط به آن می‌رسید تا نقطه مرکزی، در جهت‌های «جلو»، «عقب داخلی» و «عقب خارجی» محاسبه و عدد به دست آمده تقسیم بر سه برابر طول پای هر فرد شد. سپس، حاصل تقسیم در عدد ۱۰۰ ضرب شد^(۱۸).

6. Repeated measure Anova.

7. Kolmogorov smironov normal distribution of data.

8. test data demonstrated homogeneity Levine.

جدول ۱- آمار توصیفی ورزشکارها				
ویژگی	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	گروه کنترل
میانگین سن (سال)	۲۰/۳۶±۱/۹۶	۲۱/۸۱±۱/۹۴	۲۰±۱/۳۳	۲۰/۷±۱/۹۴
میانگین قد (سانتیمتر)	۱۷۱/۰۹±۵/۶۴	۱۸/۹±۶/۲۶	۱۷۶±۶/۰۱	۱۷۰±۷/۶۳
میانگین وزن (کیلوگرم)	۶۲/۶۳±۲/۹	۶۲/۸۱±۳/۹	۶۶/۴۰±۵/۰۳	۶۲/۵±۶/۹۸
میانگین شاخص توده بدنی BMI	۲۱/۴۳±۱/۳۵	۲۱±۰/۷۳	۲۱/۴۴±۱/۳۸	۲۱/۵۸±۱/۲۱

جدول ۲- نتایج آزمون تی زوج شده در حس عمقی زانو در چهار گروه				
گروه	Paired T-Test	p value	Cohen's d	
تمرین‌های عصبی عضلانی	۶/۹	*۰/۰۰۱	۱/۰۹	
تمرین‌های قدرتی	۳/۴	*۰/۰۰۳	۰/۴۵	
تمرین‌های ترکیبی	۷/۸۶	*۰/۰۰۱	۱/۹۸	
کنترل	۱/۱۹	۰/۲۴	-	

* = تفاوت معنادار

جدول ۳- نتایج آزمون تی زوج شده در عملکرد تعادلی در چهار گروه				
گروه	Paired T-Test	p value	Cohen's d	
تمرین‌های عصبی عضلانی	-۴/۲۲	*۰/۰۰۱	۰/۵۲	
تمرین‌های قدرتی	-۳/۴۲	*۰/۰۰۳	۰/۱۲	
تمرین‌های ترکیبی	-۶/۰۹	*۰/۰۰۱	۰/۸۴	
کنترل	-۰/۱۸	۰/۸	-	

* = تفاوت معنادار

بین گروهی در سه گروه از آزمون توکی^{۱۰} استفاده شد. همچنین در صورت معنادار بودن اختلاف پس از مداخله تمرینی، اندازه اثر با روش کوهن آورده شده است. نتایج آزمون تی زوج شده برای بررسی اختلاف درون گروهی در جدول ۲ آورده شده است.

آزمون تعقیبی توکی نشان داد که نمره میانگین آزمون خطای حس عمقی زانو بین گروه‌های تمرینی «عصبی-عضلانی» و «ترکیبی» ($p=۰/۰۰۱$ ، Δ اختلاف میانگین) «قدرتی» و «ترکیبی» ($p=۰/۰۰۱$ ، Δ اختلاف میانگین) «عصبی-عضلانی» و «قدرتی» ($p=۰/۰۰۱$ ، Δ اختلاف میانگین) و اختلاف معنادار بود.

تفاوت‌های معنادار

نتایج آزمون ترکیبی تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری در مورد نمره آزمون عملکردی نشان داد که اثر تعاملی «زمان» بر «گروه»، معنادار است ($F=۴/۹۸$ ، $p=۰/۰۰۳$) و اثر تعاملی «زمان» بر «پا»، غیرمعنادار است ($F=۱/۹$ ، $p=۰/۱۸$).

استفاده از معیار کوهن^۹ از مفهومی به نام «اندازه اثر» استفاده می‌شود که به بیان اندازه اختلاف و تفاوت بین گروه‌ها می‌پردازد. همچنین سطح معناداری آزمون در سراسر تحقیق ۹۵٪ با آلفای ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌های تحقیق

نتایج نشان داد بین میانگین سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی (BMI) ورزشکارها در چهار گروه تفاوت معناداری وجود ندارد (جدول ۱). نتایج آزمون ترکیبی تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری در مورد نمره میانگین آزمون خطای حس عمقی زانو نشان داد که اثر تعاملی زمان بر گروه معنادار ($F=۱۸/۷$ ، $p=۰/۰۰۱$) و اثر تعاملی زمان بر «پا» غیرمعنادار است ($F=۱/۹$ ، $p=۰/۱۸$).

به منظور بررسی اختلافات درون گروهی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه، از آزمون تی زوج شده و به منظور ارزیابی تفاوت‌های

10. Tukey post hoc test.

9. Cohen's d.

گروه تمرین‌های ترکیبی تحت تأثیر مداخله همزمان تمرین‌های تعادلی با تمرین‌های قدرتی و ثبات مرکزی با هم باشد.

در تحقیق حاضر نیز با توجه به اهمیت کنترل وضعیت در حفظ ثبات پویا و کاهش بروز آسیب‌های احتمالی در اندام تحتانی، در برنامه‌های تمرینی دو گروه از ورزشکارها شامل گروه تمرین‌های عصبی-عضلانی و گروه ترکیبی، تمرین‌های مربوط به تعادل گنجانده شد. این گروه از ورزشکارها به تمرین‌های تعادلی و اغتشاشی^{۱۱} روی تشک و صفحه لغزان پرداختند که به عنوان برنامه معمول تمرین عصبی-عضلانی برای پیشگیری از آسیب‌های اندام تحتانی شناخته شده است.

تمرین‌های قدرتی موجب تأثیر بر گیرنده‌های مکانیکی^{۱۲} دوک عضلانی و ارگان‌های گلژی تاندون سبب بهبود هماهنگی و ارتباطات عصبی-عضلانی و موجب کاهش خطای حس عمقی زانو می‌شوند^(۱۲).

در گروه تمرین‌های قدرتی، افزایش معناداری در عملکرد تعادلی با اندازه اثر کوچک، پس از شش هفته تمرین ایجاد شده است که با توجه به نوع تمرین‌ها نتیجه حاصل شده دور از انتظار نبوده است؛ چرا که گروه تمرین‌های قدرتی به تقویت عضلات اندام تحتانی پرداختند و برنامه تمرینی آنها شامل تمرین‌هایی به منظور بهبود قدرت تنه و ثبات مرکزی (پل زدن، دراز نشست) نیز بود؛ همان‌طور که مک کاسکی (۲۰۱۱)، تأثیر مثبت تمرین‌های ثبات مرکزی بر اجرای آزمون عملکرد تعادلی را تأیید می‌کند^(۳۰).

یافته‌های پژوهش حاضر مبنی بر افزایش عملکرد تعادلی در گروه تمرین‌های ترکیبی با اندازه اثر بالا، با نتایج تحقیقات ذکر شده همخوانی دارد.

جمع‌بندی مطالب نشان می‌دهد که تمرین‌های ترکیبی با اندازه اثر بالا، سبب بهبود عملکرد تعادلی شده است. در مقایسه‌های بین و درون گروهی، تنها ارجحیت دیده شده این است که تمرین‌های مخصوص گروه تمرین‌های ترکیبی بهتر از سایر تمرین‌ها سبب بهبود عملکرد تعادلی می‌شود که این امر با توجه به اهمیت عملکرد تعادلی پویا در خطر بروز آسیب‌های غیربرخوردی اندام تحتانی، بسیار قابل تأمل است.

با توجه به نوع تمرین‌ها در گروه ترکیبی (پلیومتریک، تعادلی و اغتشاشی، قدرتی اندام تحتانی و ثبات مرکزی)، این بهبود عملکرد تعادلی مورد انتظار بوده است. طبق نظر روبنسون و گربل (۲۰۰۸)، بهبود نمره آزمون عملکردی تعادل در نتیجه افزایش خمیدگی در مفصل ران و زانو در پای ثابت روی زمین است. نتایج تحقیق آنها نشان داد بین افزایش خمیدگی ران و زانو و در نتیجه آن، افزایش مسافت دستیابی در آزمون عملکردی تعادل، با قدرت اندام تحتانی همبستگی وجود دارد^(۳۱). همچنین فلیپا و همکارانش (۲۰۱۰) معتقدند اگر برنامه تمرینی، تلفیقی از تمرین‌های عصبی-عضلانی به همراه تمرین قدرتی

* نتایج آزمون تی زوج شده در جدول ۳ نشان داده شده است. آزمون تعقیبی توکی نشان داد که بین گروه‌های تمرینی «عصبی-عضلانی» و «قدرتی»، در آزمون عملکردی پس از شش هفته برنامه تمرین، تفاوت معناداری وجود ندارد ($p=0/30$)، ولی بین گروه‌های تمرینی «عصبی-عضلانی» و «ترکیبی» ($p=0/002$)، $-2/46$ = اختلاف میانگین) و «ترکیبی» و «قدرتی» ($p=0/001$)، $-3/55$ = اختلاف میانگین) اختلاف معنادار وجود دارد به طوری که نمره آزمون عملکردی در گروه تمرین‌های ترکیبی بیش از گروه عصبی-عضلانی و قدرتی افزایش یافته بود.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش‌ها نشان داد که تمرین‌های تعادلی کاهش معنادار آماری در نمره آزمون خطای حس عمقی در افراد سالم ایجاد می‌کنند^(۳۱ تا ۳۹). تجزیه و تحلیل نشان داد که از نظر آماری، بهبود معناداری با اندازه اثر بالا، در حس تشخیص پویای مفصل زانو در گروه تمرین‌های «عصبی-عضلانی» ایجاد شده بود. همان‌طور که نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد، تمرین‌های متعددی برای بهبود حس عمقی پیشنهاد شده است (از جمله تمرین‌هایی که روی تشک تعادلی و با چشمان باز و سپس بسته انجام می‌شوند) و کارایی این تمرین‌ها در تحقیقات تجربی ثابت شده است^(۳۱، ۳۰، ۷). به طور کلی عقیده بر این است که تمرین‌های تعادلی با ایجاد نیروی فشارنده بیشتر، باعث تسهیل ثبات ایستا و پویا می‌شوند و هماهنگی مفصلی را افزایش می‌دهند و گیرنده‌های حس عمقی را بازآموزی می‌کنند. این تمرین‌ها با بهبود ارتباطات عصبی-عضلانی موجب کاهش خطای حس عمقی می‌شوند^(۳۲، ۳۹).

با توجه به اینکه یکی از عوامل مهم در حفظ ثبات پویا، اطلاعات حس پیکری می‌باشد که توسط گیرنده‌های مکانیکی مفصل دریافت می‌شوند^(۱۲). به علت وجود ارتباط تنگاتنگ دروندادها و برون‌دادهای سیستم کنترل وضعیت، هر گونه تغییر در حس عمقی می‌تواند عملکرد حرکتی را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین جمع‌بندی نتایج به دست آمده از دو فرضیه اخیر حاکی از این است که تغییرات حس عمقی زانو و تعادل، پس از اعمال مداخلات تمرینی در سه گروه، مشابه بود که از این لحاظ با یافته‌های پژوهشی مطابقت دارد و در گروه تمرین‌های ترکیبی بهبود حس عمقی و عملکرد تعادلی هم‌راستا با هم، و با اندازه اثر بالا مشاهده شد.

هولم و همکاران (۲۰۰۴)، در یک مطالعه آینده‌نگر به بررسی تأثیر برنامه تمرینی عصبی-عضلانی بر حس عمقی و تعادل پویا و بروز آسیب‌های احتمالی آینده در زنان هندبالیست سالم پرداختند. آنها بیان کردند که تأثیر تمرین‌های عصبی-عضلانی با هدف پیشگیری از آسیب بر بهبود تعادل پویا، همراه با بهبود حس وضعیت مفصلی است و بین آستانه حس تشخیص پویای وضعیت مفصل و تعادل پویا ارتباط وجود دارد^(۳۱). یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج هولم مطابقت دارد. علاوه بر این، ممکن است بهبود همزمان در حس عمقی و عملکرد تعادلی در

11. Perturbation Training.

12. Mechanoreceptors.

منابع

1. Faude O, Junge A, Kindermann W, Dvorak J. Injuries in Female Soccer Players A Prospective Study in the German National League. *Am J Sports Med.* 2005;33:1694-700. doi: 10.1177/0363546505275011. PMID: 16093546.
2. Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations - update 2010. *N Am J Sports Phys Ther.* 2010;5:234-51. PMID: 21655382; PMCID: PMC3096145.
3. Agel J, Arendt EA, Bershadsky B. Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review. *Am J Sports Med.* 2005;33:524-30. doi: 10.1177/0363546504269937. PMID: 15722283.
4. Hewett TE, Shultz SJ, Griffin LY, Medicine AOSfS. Understanding and preventing noncontact ACL injuries. *Human Kinetics.* 2007.
5. Chandrashekar N, Mansouri H, Slauterbeck J, Hashemi J. Sex-based differences in the tensile properties of the human anterior cruciate ligament. *J Biomech.* 2006;39:2943-50. doi: 10.1016/j.jbiomech.2005.10.031. PMID: 16387307
6. Ghotbi N, Hassanpour A. Effect of somatosensory impairments on balance control. *Audiology.* 2012;21:1-8.
7. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train.* 2002; 37: 71-79. PMID: 16558670; PMCID: PMC164311.
8. Daneshmandi H, Saki F. The Relationship Between ACL Injury of Elit Athletic Females and Their Body Mechanic. *Olympic.* 2011;18(4):67-84 [in persian].
9. Daneshmandi H, Saki F, Shahheidari S. Lower extremity Malalignment and Linear Realation with Q angle in Female Athletes. *Brazilian Journal of Biomotricity.* 2011:45-52.
10. Kevin R, Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:1745-50. doi: 10.1249/01. PMID: 14523314.
11. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt Jr RS, Colosimo AJ, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A Prospective Study. *Am J Sports Med.* 2005;33:492-501. doi: 10.1177/0363546504269591. PMID: 15722287.
12. Bouel V, Gahery Y. Muscular exercise improves knee position sense in human. *Neurosci Lett.* 2000;4;289(2):143-6. doi: 10.1016/s0304-3940(00)01297-0. PMID: 10904140.
13. Gokdemir K, Cigerci A.E, Suveren C. & Sever O. The Comparison of Dynamic and Static Balance Performance of Sedentary and Different Branches Athletes. *World Applied Sciences Journal.* 2012;17:1079-82.
14. Süs RVMVV. Neuromascular control of the knee joint in adolescent female volleyball players. *Publicatio LI/II.* 2011;35.
15. Zemkova E, Vlašič M. The effect of instability resistance training on neuromuscular performance in athletes after anterior cruciate ligament injury. *Sport Science.* 2009;2:17-23.
16. Myer GD, Ford KR, PALUMBO OP, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Cond Res.* 2005;19:51-60. doi: 10.1519/13643.1. PMID: 15705045.

اندام تحتانی و ثبات مرکزی باشد، نمره آزمون عملکردی بهبود می‌یابد^(۱۸).

در تحقیق حاضر نیز دیده شد آن برنامه تمرینی که شامل تمرین‌های پلیومتریک، تعادلی و قدرتی اندام تحتانی و ثبات مرکزی باشد، سبب بهبود بیشتری در اجرای آزمون عملکردی تعادلی می‌شود. در حالی که در گروه تمرین‌های عصبی-عضلانی که شامل تمرین‌های قدرتی اندام تحتانی نبوده است، نمره آزمون عملکردی به اندازه تمرین‌های ترکیبی بهبود نیافته است. این امر نشان‌دهنده اهمیت قدرت اندام تحتانی و ثبات عضلات مرکزی، به همراه هماهنگی عصبی-عضلانی در کنترل ثبات پویا است.

به این علت که در مقادیر نمره آزمون عملکردی در «پای برتر» و «غیر برتر»، بعد از اعمال مداخلات تمرینی در سه گروه، تفاوتی مشاهده نشد؛ می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مداخلات تمرینی تأثیر یکسانی بر دو عضو داشته‌اند؛ چرا که تمرین‌ها به طور متقارن انجام شده بودند. از این نظر، نتایج این تحقیق با پژوهش‌های دیگر همخوانی دارد^(۱۸، ۳۲). این همخوانی از این جهت نیز حائز اهمیت است که عدم تقارن جانبی در تعادل پویای اندام تحتانی، یکی از عوامل خطر در ایجاد آسیب‌های غیربرخوردی اندام تحتانی است.

محدودیت‌های خارج از کنترل آزمونگر

تغذیه ورزشکاران که ممکن است عملکرد عصبی-عضلانی را تحت تأثیر قرار دهد و حالات روانی که ممکن است بر اجرا تأثیر بگذارد، از کنترل آزمونگر خارج است. همچنین مصرف داروهایی که می‌توانند در عملکرد عصبی-عضلانی تداخل ایجاد کنند و اجرای ورزشی را تحت تأثیر قرار دهند. لازم به ذکر است که برای ورزشکارانی که در زمان انجام آزمون، داروهای ضد درد و التهاب یا شل‌کننده عضلانی مصرف کرده بودند، دو هفته مدت زمان برای پاکسازی^{۱۳} در نظر گرفته شد و پس از آن، آزمون انجام شد. عامل دیگر، شیوه زندگی ورزشکاران است که بر حسب فرهنگ، شغل و سطح زندگی آنان ممکن است متفاوت باشد.

تقدیر و تشکر:

لازم می‌دانم از همکاری ارزنده گروه تربیت بدنی و معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز که امکان این تحقیق را فراهم کردند قدردانی کنم.

13. Wash out.

17. Steffen K, Bakka H, Myklebust G, Bahr R. Performance aspects of an injury prevention program: a ten-week intervention in adolescent female football players. *Scand J Med Sci Sports*. 2008;18:596-604. doi: 10.1111/j.1600-0838.2007.00708.x. PMID: 18208424.
18. Filipa A, Byrnes R, Paterno MV, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40:551-8. doi: 10.2519/jospt.2010.3325. PMID: 20710094; PMCID: PMC3439814.
19. Harries SK, Lubans DR, Callister R. Resistance training to improve power and sports performance in adolescent athletes: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 2012;15:532-40. doi: 10.1016/j.jsams.2012.02.005. PMID: 22541990.
20. Holcomb WR, Rubley MD, Lee HJ, Guadagnoli MA. Effect of hamstring-emphasized resistance training on hamstring: quadriceps strength ratios. *J Strength Cond Res*. 2007;21:41-7. doi: 10.1519/R-18795.1. PMID: 17313266.
21. Newton RU, Rogers RA, Volek JS, Häkkinen K, Kraemer WJ. Four weeks of optimal load ballistic resistance training at the end of season attenuates declining jump performance of women volleyball players. *J Strength Cond Res*. 2006;20:955-61. doi: 10.1519/R-5050502x.1. PMID: 17194257.
22. Willardson JM. Core stability training: applications to sports conditioning programs. *J Strength Cond Res*. 2007;21:979-85. doi: 10.1519/R-20255.1. PMID: 17685697.
23. Myer GD, Wall EJ. Resistance training in the young athlete. *Operative techniques in sports Medicine*. 2006;14:218-30.
24. Luebbbers PE, Potteiger JA, Hulver MW, Thyfault JP, Carper MJ, et al. Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2003;17:704-9.
25. Bricel E, Joshua C, Kras J, Edward MH. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *J Athl Train*. 2007;42:42-6. PMID: 17597942; PMCID: PMC1896078.
26. Myklebust G, Engebretsen L, Brækken IH, Skjølberg A, Olsen O-E, et al. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clin J Sport Med*. 2003;13:71-8. doi: 10.1097/00042752-200303000-00002. PMID: 12629423.
27. Holm I, Fosdahl MA, Friis A, Risberg MA, Myklebust G, et al. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clin J Sport Med*. 2004;14:88-94. doi: 10.1097/00042752-200403000-00006. PMID: 15014342.
28. Hale SA, Hertel J, Olmsted-Kramer LC. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007;37:303-11. doi: 10.2519/jospt.2007.2322. PMID: 17612356.
29. Mckee P, Ingersoll C, Kerrigan DC, Saliba E, Bennett B, et al. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40:1810-9. doi: 10.1249/MSS.0b013e31817e0f92. PMID: 18799992.
30. McCaskey A, The Effects of Core Stability Training on Star Excursion Balance Test and Global Core Muscular Endurance, A Thesis Entitled. The University of Toledo April 2011.
31. Robinson RH, Gribble PA. Support for a reduction in the number of trials needed for the star excursion balance test. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89:364-70. doi: 10.1016/j.apmr.2007.08.139. PMID: 18226664.
32. Plisky P, Gorman P, Kiesel K, Butler R, Rauh M. Comparison of performance on the star excursion balance test by sport, competition level, and gender. *J Orthop Sports Phys Ther* 2009b. 2009;39:A111.