



The effect of CX WORX exercises on proprioception and lower limb muscle strength in basketball athletes with trunk defect: A Randomized Controlled Study

Rahnemaye Bahari, Shiva¹; Ghani Zadeh Hesar, Narmin^{2*}; Mohammad Ali Nasab Firouzjah, Ebrahim³

1. MSc, Department of Exercise Physiology and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.
2. Associate Professor, Department of Exercise Physiology and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.

Received 4 June 2023; Accepted 7 January 2024

Keywords

CX WORX

Strength

Proprioception

Core Stability

Basketball player

Abstract

Background and aim: Core stability and strengthening of core stability muscles are among the new debates in sports medicine. The present study aimed to determine the effect of CX WORX exercises, one type of stability exercise, on proprioception and strength of selected muscles in basketball players with trunk defects.

Methods: Thirty female basketball players with trunk defects were selected by available sampling and randomly placed in two control and training groups. Trunk defects through the tuck jump test, knee, and ankle proprioception using a goniometer, trunk proprioception using Kinovea software, the strength of knee flexors and extensors, hip abductors and external rotators, and basketball players' trunk flexors and extensors using a dynamometer were evaluated. CX WORX exercises were performed by the training group for six weeks. Paired sample t-tests and covariance analysis were used to analyze the data.

Results: The results of the present study show a significant effect of CX WORX exercises on trunk ($P=0.014$), ankle ($P=0.000$), and knee ($P=0.000$) proprioception and the strength of knee ($P=0.000$), and trunk extensors ($P=0.000$), abductors ($P=0.000$) and external rotator of the hip ($P=0.000$) of the subjects of the experimental group compared to the control group, but no significant difference was observed between the strength of the knee flexor muscles between the two groups ($P>0.05$).

Conclusion: According to the results, CX WORX exercises improved trunk, ankle, and knee proprioception and the strength of the knee and trunk extensor, hip abductor, and external rotator muscles of basketball players with trunk defects. Therefore, it is suggested that experts in the field of health and corrective exercise use CX WORX exercises with the aim of increasing proprioception and muscle strength of basketball players with trunk defects.

*Corresponding Author: Tel: 09143412193

✉ Email: n_hesar@yahoo.com

ORCID: 0000-0002-4489-6705

Extended Abstract

Introduction

Today, basketball has become one of the most popular team sports worldwide. The attractiveness of basketball is not only due to the competitiveness of this discipline but also due to the players' implementation of complex and fast skills (1). In their research, Taylor et al. (2015) reported that basketball has the highest injury rate among team sports, with between 7 and 10 injuries per 1000 hours of competition (2).

It was a trunk defect. Muscle strength is one of the most important physical fitness factors in all sports, especially basketball. Sufficient strength is required to perform many movements and skills in basketball, such as slowing speed, shooting, dribbling, turning, and jumping (6). It has been shown in many studies that improving muscle strength may increase the quality of sports performance (7). Defects in the neuromuscular control of the core during sports activities lead to increased uncontrolled movements of the trunk, and dysfunction of the core is simply the inability to control the trunk accurately in three planes (sagittal, frontal, horizontal) defined (9). Defects in the neuromuscular control of the trunk may lead to uncontrolled lateral movement during landing and cutting, and insufficient neural control of the trunk may affect the dynamic stability of the lower limb (10). The weakness of the core muscles in sports that require jumping, leaping, and fast running is directly related to injury in the lower limbs (11). CX WORX exercises are one of the new exercises that emphasize strengthening the core muscles and have the greatest effect on the general muscles (12).

The results of the research showed that CX WORX exercises can bring performance and execution to the optimal level and provide an increase in performance (13). Therefore, considering the high prevalence of knee and ankle injuries in basketball players and the lack of similar research in this field, this study aims to investigate the effect of CX WORX exercises on the sense of proprioception and strength of the lower limb muscles in controlled basketball athletes.

Methodology

The current study was a semi-experimental and applied research, with an ethical code number of IR.SSRI.RIC.1400.1305. female basketball players with trunk defects were selected by available sampling and randomly placed in two control and training groups. Trunk defects through the tuck jump test, knee and

ankle proprioception using a goniometer, trunk proprioception using Kinovea software, the strength of knee flexors and extensors, hip abductors and external rotators, and basketball players' trunk flexors and extensors using a dynamometer. The exercise program was conducted for six weeks, with three sessions per week, and each session was 45 minutes under the supervision of the examiner (32). Each training session consisted of 8 minutes of initial warm-up, 30 minutes of CX WORX exercises, and 5 minutes of cool-down. After the exercises, the post-test was performed. Dependent t-tests and covariance analysis were used to analyze the data.

Results

The results of the present study show a significant effect of CX WORX exercises on trunk, ankle, and knee proprioception ($P < 0.05$). The strength of knee and trunk extensors ($P < 0.05$), abductors ($P < 0.05$) and external rotator of the hip ($P < 0.05$) of the subjects of the experimental group compared to the control group, but no significant difference was observed between the strength of the knee flexor muscles between the two groups ($P > 0.05$).

Conclusion

According to the present research results, CX WORX exercises improved trunk, ankle, and knee proprioception and the strength of the knee and trunk extensor, hip abductor, and external rotator muscles of basketball players with trunk defects. The present research results showed that a course of CX WORX exercises improved the proprioception of the lower limb. Muscle spindle receptors, which report changes in muscle length, play a more prominent and important role in determining the accuracy of knee joint position sense (37). Studies have shown that proprioception can be trained, and programs that include proprioception training lead to performance improvement. To train proprioception, one should use exercises that involve this system (38), and considering that CX WORX exercises cause simultaneous contraction of muscles, it causes the receptors in the skin, joint, and capsule to act better and more organized. As a result, they provide more stability for the person and improve the efficiency of proprioception receptors (39).

The results of the present research showed that a course of CX WORX exercises improved the strength of knee flexors and extensors. It seems that the CX WORX training program, which includes resistance exercises in the trunk area in different positions such as sitting,

standing, and prone position and side, is explosive, repetitive, and endurance (32), considering the involvement. In this way, the lower limb during training has been able to significantly affect the strength and performance of the lower limb by affecting the endurance of the core region.

The results of the present research showed that a course of CX WORX exercises improved the strength of the abductor and external rotator muscles of the hip. CX WORX exercises are a comprehensive exercise program that, due to the presence of strength exercises, strengthens the core muscles, upper limbs, and lower limbs, which also improves performance and balance (44).

According to the results of the present study, it was observed that performing six weeks of CX WORX exercises had a significant effect on proprioception and muscle strength in basketball players with trunk defects, it can be concluded that the exercises applied in this study are a suitable solution. It is scientific, cheap, and without side effects, which, of course, should be done under the supervision of an expert. Therefore, it is suggested that experts in the field of health and corrective exercise use CX WORX exercises with the aim of improving the ankle and knee proprioception and muscle strength of basketball players.

Funding

No financial support was used in this research.

Ethical consideration

This study was conducted under the supervision of the Ethics Committee of the Research Institute of Physical Education and Sports Sciences and with permission issued by this committee under the number SSRI.RIC.1400.1305.

Conflict of interest

The authors of the article declare that there is no conflict of interest in the present study.

Acknowledgments

We hereby express our gratitude for the hard work and cooperation of all those who helped us in collecting data.



تأثیر تمرینات CX-WORX بر حس عمقی و قدرت عضلات اندام تحتانی در ورزشکاران بسکتبالیست دارای نقص کنترل تنه: یک مطالعه تصادفی شده کنترل دار

شیوا رهنمای بهاری^۱، نرمین غنی زاده حصار^{۲*}، ابراهیم محمدعلی نسب فیروزجاه^۳

۱. کارشناس ارشد گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۳. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

مقاله پژوهشی

دریافت ۱۴ خرداد ۱۴۰۲؛ پذیرش ۱۷ دی ۱۴۰۲

واژگان کلیدی

CX-WORX

قدرت

حس عمقی

ثبات مرکزی

بسکتبالیست

چکیده

زمینه و هدف: ثبات مرکزی و تقویت عضلات ثبات‌دهنده مرکزی یکی از بحث‌های جدید در پزشکی ورزشی می‌باشد. هدف پژوهش حاضر تأثیر تمرینات CX-WORX به عنوان یکی از انواع تمرینات ثباتی بر حس عمقی و قدرت عضلات منتخب در بسکتبالیست‌های دارای نقص تنه بود.

روش بررسی: ۳۰ بسکتبالیست خانم دارای نقص تنه به صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و تمرینی قرار گرفتند. نقص تنه از طریق تست پرش تاک، حس عمقی زانو و مچ پا به وسیله گونیامتر، حس عمقی تنه به وسیله نرم افزار کینوویا، قدرت عضلات خم‌کننده و بازکننده زانو، دورکننده و چرخش‌دهنده‌های خارجی ران و خم‌کننده و بازکننده تنه بسکتبالیست‌ها به وسیله داینامومتر ارزیابی شدند. تمرینات CX-WORX به مدت شش هفته به وسیله گروه تمرینی انجام شد. پس از پایان تمرینات، پس از آزمون به عمل آمد. جهت تحلیل داده‌ها از آزمون‌های تی همبسته و کوواریانس استفاده شد.

نتایج: نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهنده تأثیر معنادار تمرینات CX-WORX بر حس عمقی تنه ($P=0/014$)، مچ پا ($P=0/000$) و زانو ($P=0/000$) و قدرت عضلات بازکننده زانو ($P=0/000$) و تنه ($P=0/000$)، دورکننده ($P=0/000$) و چرخش‌دهنده‌های خارجی ران ($P=0/000$) آزمودنی‌های گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل بود، ولی بین قدرت عضلات خم‌کننده زانو بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P>0/05$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تحقیق حاضر، تمرینات CX-WORX سبب بهبود حس عمقی تنه، مچ پا و زانو و قدرت عضلات بازکننده زانو و تنه، دورکننده و چرخش‌دهنده خارجی ران بسکتبالیست‌های دارای نقص تنه شد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که متخصصان حوزه سلامت و حرکات اصلاحی از تمرینات CX-WORX با هدف افزایش حس عمقی و قدرت عضلات بسکتبالیست‌های دارای نقص تنه استفاده نمایند.

مقدمه

امروزه بسکتبال به یکی از پرطرفدارترین و محبوب‌ترین ورزش‌های تیمی در سراسر جهان تبدیل شده است. جذابیت بسکتبال نه تنها به دلیل رقابتی بودن این رشته، بلکه به دلیل اجرای مهارت‌های پیچیده و سریع توسط بازیکنان می‌باشد (۱). تیلور و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیق خود گزارش کردند که بسکتبال، بیشترین میزان بروز آسیب را در بین ورزش‌های تیمی دارد، به طوری که میزان بروز آسیب بین ۷ تا ۱۰ آسیب در هر ۱۰۰۰ ساعت مسابقه گزارش شده است (۲). اگرچه آسیب‌های تنه، سر و اندام فوقانی در بسکتبال شایع است، اما شواهد نشان می‌دهد که بیشتر آسیب‌ها (۵۸ تا ۶۶ درصد) در اندام تحتانی ایجاد می‌شوند (۲). طبق تحقیقات گذشته، محققان گزارش کردند که یکی از شایع‌ترین آسیب‌های بسکتبالیست‌ها پیچ خوردگی مچ پا و آسیب‌های زانو می‌باشد که تعادل و حس عمقی نقش مهمی در بروز این آسیب دارد (۳). طوریکه به علت کنترل عصبی - عضلانی ضعیف و نقص در تعادل و حس عمقی، خطر بروز آسیب ACL افزایش می‌یابد (۴).

علاوه بر این، تغییرات در حس عمقی یک ناحیه از بدن احتمال بروز آسیب در نواحی دیگر بدن را نیز افزایش می‌دهد (۵). قدرت عضلانی یکی از مهم‌ترین فاکتورهای آمادگی جسمانی در تمامی رشته‌های ورزشی، به ویژه در بسکتبال است. برای اجرای بسیاری از حرکات و مهارت‌ها در بسکتبال مانند کاهش سرعت، شوت زدن، دریبل، چرخش و پریدن‌ها قدرت کافی لازم است (۶). در بسیاری از مطالعات نشان داده شده است که ارتقای قدرت عضلات ممکن است به افزایش کیفیت اجرای مهارت‌های ورزشی موجب شود (۷). نتایج تحقیق رحیمی و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که که تجویز تمرین‌های قدرتی اندام تحتانی در برنامه‌های تمرینی بسکتبالیست‌ها، موجب بهبود نسبت عملکردی قدرت خواهد شد و ممکن است باعث کاهش خطر آسیب شود (۵). تحقیقات اخیر نشان داده است که کاهش قدرت در عضلات ناحیه مرکزی بدن، موجب افزایش نوسان‌های بدن می‌شود و در نتیجه ممکن است باعث ایجاد اختلال در تعادل بدن گردد (۸). نقص در کنترل عصبی - عضلانی ناحیه مرکزی بدن در طول فعالیت‌های ورزشی، افزایش جابه‌جایی‌های کنترل نشده تنه را به دنبال دارد و اختلال عملکرد ناحیه مرکزی بدن به طور ساده ناتوانی در

کنترل دقیق تنه در سه صفحه (ساجیتال، فرونتال، هوریزنتال) تعریف می‌شود (۹). نقص در کنترل عصبی - عضلانی تنه ممکن است طی فرود و پرش به حرکت جانبی غیرکنترلی تنه منجر شود و کنترل عصبی ناکافی تنه ممکن است پایداری پویای اندام تحتانی را تحت تاثیر قرار دهد (۱۰). ضعف عضلات مرکزی در ورزش‌هایی که نیاز به پرش، جهش و دویدن‌های سریع دارند، نسبت مستقیمی با وقوع آسیب در اندام تحتانی دارد (۱۱). تمرینات CX WORX یکی از تمرینات جدیدی است که بر تقویت عضلات مرکزی تأکید داشته و بیشترین تاثیر را روی عضلات سراسری دارد (۱۲).

این ورزش شامل حرکات قدرتی مانند کرانچ، پلنک، اسکات و غیره با هدف تقویت عضلات مرکزی بدن می‌باشد، این ترکیب منحصر به فرد تمرینات عضلات به منظور به حداکثر رساندن قدرت، افزایش استقامت، بالا بردن پایداری، بالا بردن ثبات، کاهش صدمات و حفظ تحرک به کار می‌رود (۱۳). نتایج تحقیق جینگر اس و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که تمرینات CX WORX می‌تواند عملکرد و اجرا را به حد مطلوب برساند و افزایش عملکرد را فراهم نماید (۱۳). بنابراین با در نظر گرفتن میزان بالای شیوع آسیب‌های زانو و مچ پا در بسکتبالیست‌ها و عدم وجود پژوهش مشابهی در این زمینه، هدف از این مطالعه بررسی تاثیر تمرینات CX WORX بر حس عمقی و قدرت عضلات اندام تحتانی در ورزشکاران بسکتبالیست دارای نقص کنترل تنه بود.

روش تحقیق

پژوهش حاضر از نوع تحقیقات نیمه تجربی و کاربردی است و دارای کد اخلاق به شماره IR.SSRI.RIC.1400.1305 می‌باشد. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل تمامی دختران نوجوان بسکتبالیست ۱۴ تا ۲۰ ساله شهرستان تبریز که حداقل ۲ سال سابقه فعالیت در این رشته را دارا بودند، تشکیل دادند. برای نشان دادن حداقل تعداد آزمودنی در آلفای ۰/۰۵ و بتای ۰/۲ به دلیل بزرگ بودن حجم نمونه ۱۵ نفر در هر گروه در نظر گرفته شد تا توان آماری برابر ۰/۸ که توان آماری مناسب برای مطالعات تجربی می‌باشد، بدست آید (۱۴). بنابراین نمونه‌های تحقیق حاضر از بین تمامی دختران بسکتبالیست ۱۴ تا ۲۰ سال شهرستان تبریز، با توجه به در دسترس بودن و همچنین با توجه به



شکل ۱- تست پرش تاک

ارزیابی حس عمقی زانو

جهت ارزیابی دقت حس وضعیت مفصل زانو از روش بازسازی زاویای هدف ۴۵ و ۶۰ درجه فلکشن در وضعیت نشسته با روایی ۰/۹۸ تا ۰/۹۹ استفاده شد (۱۶). با توجه به اینکه بیشترین کارایی دوک‌های عضلانی (به عنوان گیرنده-های اصلی حس عمقی) در دامنه میانی حرکت مفصلی می‌باشد (۱۷)، بنابراین زاویه مورد نظر برای اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو باید در دامنه میانی حرکت (۴۰-۸۰ درجه فلکشن) باشد (۱۸). پس از آشنایی افراد با نحوه اجرا آزمون، جهت مارکرگذاری پوستی از هر فرد خواسته شد تا از یک شلوآرک کوتاه ورزشی استفاده کند و هیچ گونه پوشش دیگری در اندام تحتانی خود نداشته باشند. مارکرگذاری نیز در حالت ایستاده انجام شد و چهار عدد مارکر پوستی دایره‌ای شکل با قطر یک سانتی متر در قسمت جانب خارجی اندام مورد نظر در چهار نقطه چسبانده شد. انتخاب محل چسباندن مارکرهای پوستی بر اساس مطالعات پیشین بود (۱۹، ۲۰). مارکر اول در یک چهارم فوقانی خط بین تروکانتر بزرگ و قسمت میانی خط مفصلی خارجی زانو، مارکر دوم در گردن استخوان نازک نی و مارکر سوم در قسمت فوقانی قوزک خارجی میچ پا چسبانده شد. سپس فرد در لبه تخت نشسته و در وضعیتی که زانو ۹۰ درجه خم بود، مارکر چهارم در قسمت فوقانی چین پوپلیته آل در امتداد لبه بالایی کشکک چسبانده شد (۲۱، ۲۲).

دوربین در تمام مراحل در فاصله ۱۸۵ سانتی متری از آزمودنی و ۷۰ سانتی متری از سطح زمین به صورتی که لنز آن کاملاً در امتداد زانو بود عمود بر صفحه حرکتی زانو تراز شد (۲۳). گونیامتر در زاویای ۴۵ و ۶۰ درجه در محل ایستادن نمونه‌ها به گونه‌ای نگه داشته شد که فقط آزمونگر بتواند آن را ببیند. سپس فرد مورد آزمایش در وضعیت ایستاده قرار گرفت و از او خواسته شد تا در شروع تست پای غیرغالب خود را در حدی که فقط کمی از زمین فاصله داشته باشد، از زمین جدا کند و دست سمت پای غالب را

شرایط ورود به تحقیق، ۳۰ نفر ورزشکار بسکتبالیست دارای نقص تنه (که با استفاده از آزمون پرش تاک شناسایی شدند) به صورت هدفمند از جامعه با کسب رضایت‌نامه انتخاب شده و با تخصیص تصادفی در دو گروه تجربی (تعداد: ۱۵ نفر، سن: $21 \pm 17/40$ سال، وزن: $71/71 \pm 66/6$ کیلوگرم، شاخص توده بدنی: $24/44 \pm 21/47$ کیلوگرم بر متر مربع) و کنترل (تعداد: ۱۵ نفر، سن: $1/8 \pm 17/46$ سال، وزن: $8/1 \pm 66/2$ کیلوگرم، شاخص توده بدنی: $94/2 \pm 21/75$ کیلوگرم بر متر مربع) قرار گرفتند. در این پژوهش قد آزمودنی‌ها با قدسنج و وزن آن‌ها از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد.

ارزیابی نقص تنه

جهت ارزیابی نقص تنه از تست پرش تاک با پایایی بین آزمونگر (۹۳/۱) و پایایی درون آزمونگر (۸۷/۱) استفاده شد. در این آزمون فرد با پاهای باز به اندازه عرض شانه ایستاده و به صورت عمودی شروع به پرش نمود و زانوهای خود را تا حد امکان بالا آورد. در بالاترین نقطه پرش، ران‌ها موازی با زمین قرار گرفتند. بلافاصله بعد از فرود، فرد، باید پرش تاک بعدی را شروع کند. آزمودنی پرش تاک را به مدت ۱۰ ثانیه به صورت متوالی تکرار کرد (۱۵). برای بهبود دقت ارزیابی از دو دوربین فیلمبرداری در دو نمای قدامی و جانبی استفاده شد، دوربین‌ها با فاصله سه متری از آزمودنی‌ها تنظیم شدند تا تصویر به صورت درشت نمایی شده برای بررسی در اختیار پژوهشگر قرار بگیرد، پس از انجام آزمون، برای بررسی سکانس‌های پرش، از نرم افزار کینوویا (ساخت کشور فرانسه) استفاده شد (۱۵). فردی که قادر نبود در محل شروع پرش خود فرود آید، در نقطه اوج پرش ران‌های موازی با زمین قرار نگرفته باشد و پرش هایش در طول ۱۰ ثانیه با وقفه انجام گیرد، به عنوان فرد دارای نقص تنه در نظر گرفته شد (۱۵). هر آزمودنی سه بار با آزمون پرش ارزیابی شد و میانگین امتیازات ورزشکاران ثبت شد تا افراد مبتلا به نقص عصبی - عضلانی و به خصوص نقص تنه شناسایی شوند (۱۵) (شکل ۱).

تمرکز کند. سپس مچ پا به وضعیت استراحت (خنثی) برگردانده شد. بعد از ۷ ثانیه از آزمودنی خواسته شد تا مجدداً با چشم بسته مچ پا را به همان وضعیت قبل ببرد و به مدت ۳ ثانیه نگه دارد. سپس مچ پا به وضعیت استراحت برگردانده شد. این کار سه بار برای زاویه ۱۰ درجه دورسی فلکشن و سه بار برای ۲۰ درجه پلانترفلکشن انجام شد و میانگین این سه بار برای مقایسه استفاده گردید، اختلاف زاویه بازسازی شده با زاویه اولیه به عنوان میزان خطا در نظر گرفته و ثبت شد (۲۴). از اجرای همه آزمودنی‌ها عکس گرفته شد و در پایان عکس‌های گرفته شده به رایانه منتقل شدند و زوایای بازسازی شده توسط نرم افزار کینوویا محاسبه شد (۲۵) (شکل ۳).



شکل ۳- ارزیابی حس عمقی مچ پا

ارزیابی حس عمقی تنه

ارزیابی حس عمقی تنه به وسیله نرم افزار کینوویا با اعتبار ۰/۸۷ اندازه گیری شد (۲۶). آزمون حس عمقی تنه به صورت بازسازی فعالانه در سه وضعیت ۳۰، ۴۵، ۶۰ درجه خم شدن از حالت قائم ایستاده انجام شد (۲۶). از آزمون شونده خواسته شد در محلی مشخص کنار صفحه مدرج بزرگی که بر روی دیوار نصب شده بود به طور عادی بایستد و دست‌ها را با خم کردن مفاصل آرنج به طور متقاطع در قدام قفسه صدری نگه دارد. جهت حذف حرکات اندام تحتانی، پاهای افراد تا نزدیکی کشاله ران با فریم مخصوصی که بدین منظور تهیه شده بی حرکت ماند. بعد از این از فرد خواسته شد با چشمان باز و حفظ سر و گردن در حالت طبیعی با سرعت نسبتاً ثابت تنه را از حالت قائم ایستاده خم کرده و زاویه مورد نظر را به مدت ۱ ثانیه نگه داشته و در مرحله بعد با چشمان بسته این زاویه را بازسازی کند. بازسازی هر زاویه سه بار تکرار شد و میانگین این سه بار به عنوان رکورد حس عمقی فرد در زاویه مورد نظر ثبت شد. این مراحل برای تمام زوایای انجام و نتایج ثبت شد (۲۶).

نیز بر روی تنه خود برای جلوگیری از پنهان شدن مارکرها بگذارد. همچنین سر خود را صاف نگه داشته و تنه را به سمت عقب یا جلو متمایل نکند. آزمونگر وضعیت تنه و سر را از طریق خطی که عمود بر روی دیوار کنار آزمودنی رسم شده بود، کنترل کرد. از هر فرد درخواست شد تا حدی که فقط برای حفظ تعادل کافی باشد، دست سمت پای غیرغالب را به دیوار تماس دهد. سپس در حالی که چشمانش بسته است، از وی خواسته شد با سرعت تقریبی حدود ۱۰ درجه در ثانیه چمباتمه بزند. قبل از شروع آزمون، حفظ سرعت تقریبی حرکت با انجام تمرین و تکرار به آزمودنی آموزش داده شده است. زمانی که زانو به زاویه هدف (۴۵ یا ۶۰ درجه فلکشن) رسید، دستور توقف داده شد و سپس از او خواسته شد تا آن وضعیت را به مدت پنج ثانیه نگه دارد و بعد از آن زانو را با سرعت دلخواه به وضعیت شروع برگرداند و پس از هفت ثانیه مکث، زاویه مذکور را بازسازی نماید. آزمودنی زاویه بازسازی شده را به مدت پنج ثانیه حفظ کرده و درست در همین زمان آزمونگر اقدام به گرفتن عکس با دوربین کرد. پس از بازسازی زاویه هدف، آزمودنی هفت ثانیه استراحت کرده و سپس زاویه دیگر (۴۵ یا ۶۰ درجه) را نیز مانند مراحل قبل بازسازی کرد. در پایان عکس‌های گرفته شده به رایانه منتقل شدند و زوایای بازسازی شده توسط نرم افزار کینوویا محاسبه شد (شکل ۲).



شکل ۲- محل قرارگیری مارکرها و بازسازی زاویه‌های مفصل زانو

ارزیابی حس عمقی مچ پا

ارزیابی حس عمقی مچ پا به وسیله گونیامتر به روش بازسازی زاویه انجام شد. آزمودنی به روی صندلی نشست و سپس مچ پایش را به صورت فعال به زاویه ۱۰ درجه دورسی فلکشن برد و در آن زاویه از بیمار خواسته شد تا زاویه مورد نظر را به مدت ۵ ثانیه نگه دارد و بر روی آن

ارزیابی قدرت عضلات زانو



شکل ۴- ارزیابی قدرت عضلات بازکننده و خم کننده زانو

یک استرپ از قسمت فوقانی نسبت به تاج خاصه محکم بسته شد و تنه فرد به تخت ثابت شد. مرکز صفحه نیروی دینامومتر دستی مستقیماً روی نقطه مشخص شده در بالای زانو قرار داده شد. دینامومتر با استفاده از استرپ دیگری به پای آزمودنی و تخت بسته شد. از آزمودنی خواسته شد تا پای خود را با حداکثر تلاش، به سمت بالا حرکت دهد (۲۹). جهت ارزیابی قدرت ایزومتریک چرخش‌دهنده‌های خارجی ران نیز، آزمودنی روی تخت درمان طوری نشست که ران‌ها و زانوهای او در وضعیت ۹۰ درجه فلکشن قرار گرفت. یک استرپ به دور ران فرد و تخت بسته شد. یک حوله رول شده نیز بین زانوهای فرد گذاشته شد تا وضعیت زانو حفظ شده و دخالت نزدیک‌کننده‌های ران در تولید نیروی چرخشی به حداقل برسد. دینامومتر طوری قرار داده شد تا مرکز صفحه نیرو مستقیماً روی نقطه ۵ سانتیمتری فوقانی نسبت به قوزک داخلی پای آزمون ثابت شود. از فرد خواسته شد تا پای خود را با حداکثر تلاش به سمت دینامومتر بچرخاند (۲۹) (شکل ۵).



شکل ۵- ارزیابی قدرت ایزومتریک دورکننده‌های ران و چرخش‌دهنده‌های خارجی ران

ارزیابی قدرت عضلات تنه

جهت اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک خم‌کننده‌ها و بازکننده‌های تنه نیز از دینامومتر با روایی ۹۵ تا ۹۸ درصد استفاده شد (۳۰). به منظور اندازه‌گیری قدرت خم‌کننده‌های تنه، آزمودنی به پشت دراز کشید، پاها به وسیله

جهت ارزیابی قدرت عضلات بازکننده و خم‌کننده زانو از یک دینامومتر دستی نیکلاس (ساخت کشور آمریکا) استفاده شد. این دینامومتر بین قسمت ساق پا و دست آزمایشگر قرار گرفت. از شرکت‌کنندگان خواسته شد در تخت معاینه در حالی که پاهای خود را در انتهای تخت آویزان کرده اند با خم کردن لگن و زانوها تا ۹۰ درجه، بنشینند. برای ارزیابی قدرت عضلات بازکننده زانو، دینامومتر در قسمت قدامی و پایین ساق پا، قرار گرفت.

برای ارزیابی قدرت عضلات خم‌کننده زانو، دینامومتر در قسمت خلفی ساق، ۱-۲ سانتی متر بالاتر از پاشنه پا قرار گرفت. از شرکت‌کنندگان خواسته شد در حالی که این انقباض را انجام می‌دهند سعی کنند پای خود را به سمت عقب ببرند و معاینه‌کننده یک نیروی مقاومت در جهت افقی برای مقابله با نیروی توسعه یافته توسط شرکت‌کننده و حفظ انقباض ایزومتریک عضلات خم‌کننده ایجاد کرد. شرکت‌کنندگان ۳ تکرار انقباض حداکثر ایزومتریک ۵ ثانیه‌ای را انجام دادند. فاصله بین آزمون‌ها برای هر گروه عضلانی حداقل ۱۵ دقیقه در نظر گرفته شد تا اثر خستگی بر آزمون‌های بعدی به حداقل برسد (۲۷). قبل از ارزیابی، شرکت‌کنندگان اطلاعات شفاهی استاندارد در مورد روش آزمون دریافت کردند. حداکثر نیروی ایجاد شده در طی هر انقباض به عنوان رکورد فرد، ثبت شد (۲۷، ۲۸) (شکل ۴).

ارزیابی قدرت عضلات ران

جهت اندازه‌گیری قدرت عضلات ران از دینامومتر با روایی ۰/۹۵ استفاده شد. جهت اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک دورکننده‌های ران، آزمودنی به پهلو روی تخت درمان خوابیده و دینامومتر دستی روی قسمت جانبی ران، در نقطه ۵ سانتی متری فوقانی نسبت به خط مفصلی جانبی زانو قرار داده شد. یک بالشتک بزرگ بین پاهای آزمودنی قرار گرفت به طوری که هر دو ران نسبت به خط متصل کننده ASIS راست و چپ، در وضعیت صفر درجه ابداع‌شده ثابت شدند.

جدول ۱- پروتکل تمرینی

تمرینات	تمرینات	تمرینات	هفته اول تا شش
سطح ۳	سطح ۲	سطح ۱	
۳*۵	۳*۱۰	۳*۱۰	هفته اول
۳*۱۰	۳*۱۵	۳*۱۵	هفته دوم
۳*۱۵	۳*۱۵	۳*۱۵	هفته سوم
۳*۲۰	۳*۲۰	۳*۲۰	هفته چهارم
۳*۲۵	۳*۲۵	۳*۲۰	هفته پنجم
۳*۲۵	۳*۲۵	۳*۲۰	هفته ششم

(اعداد بزرگ: تکرار * اعداد کوچک: ست)

تجزیه و تحلیل آماری

جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع آوری شده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ در سطح معناداری $P < 0/05$ استفاده شد. جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک استفاده شد. به منظور مقایسه بین گروهی و درون گروهی میانگین متغیرهای تحقیق به ترتیب از آزمون‌های تحلیل کوواریانس و تی همبسته استفاده شد. روش محاسبه اندازه اثر به گفته کوهن (۱۹۸۸، ۱۹۹۲)، اگر مقدار r در حدود ۰.۱ تغییر کند، اندازه اثر کم است، اگر r حدود ۰.۳ تغییر کند، متوسط، و اگر r بیش از ۰.۵ تغییر کند، بزرگ است. تفاوت معنی استاندارد شده: زمانی که یک مطالعه پژوهشی بر اساس میانگین جامعه و انحراف معیار باشد، برای شناخت اندازه اثر از این روش استفاده می شود.

نتایج مطالعه

میانگین و انحراف استاندارد مشخصات فردی آزمودنی‌ها شامل سن، وزن و شاخص توده بدنی در جدول شماره ۲ آورده شده است. نتایج حاصل از آزمون تی مستقل در بررسی همگن بودن متغیرها نشان دهنده همگن بودن متغیرهای توصیفی در دو گروه بود. با توجه به نرمال بودن داده‌ها که با آزمون شاپیروویلیک مشخص شد، از آزمون‌های تحلیل کوواریانس و تی همبسته جهت مقایسه بین گروهی و درون گروهی استفاده که نتایج مربوط به آزمون تی همبسته در جدول شماره ۳ ارائه شد.

استرپ به میز معاینه محکم شد. سر دینامومتر دستی بر روی جناغ سینه و در مرکز قفسه سینه قرار گرفت و آزمودنی با حرکت فلکشن تنه به صورت ایزومتریک تنه را به ابزار فشار داد که در این شرایط قدرت عضلات توسط دینامومتر ثبت شد (۳۱). برای اندازه گیری قدرت ایزومتریک بازکننده‌های تنه، آزمودنی به شکم دراز کشیده و پاهایش به وسیله استرپ به میز معاینه محکم شد. دینامومتر در زاویه تحتانی کتف و در مرکز پشت بدن بین تیغه‌های شانه قرار گرفت و آزمودنی با حرکت اکستنشن تنه را به صورت ایزومتریک به دینامومتر فشار داد و در این شرایط قدرت بازکننده‌های تنه توسط دینامومتر ثبت شد (۳۱). برای هر فرد سه بار اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک انجام شد و میانگین این سه اندازه‌گیری به عنوان قدرت ایزومتریک خم‌کننده و بازکننده تنه ثبت شد (شکل ۶).



شکل ۶- ارزیابی قدرت ایزومتریک خم‌کننده‌ها و بازکننده‌های تنه

برنامه تمرینی به مدت ۶ هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه ۴۵ دقیقه زیر نظر آزمونگر انجام شد (۳۲). هر جلسه تمرینی شامل ۸ دقیقه گرم کردن اولیه، ۳۰ دقیقه تمرینات CX WORX و ۵ دقیقه سرد کردن بود. تمرینات پروتکل حاضر در سه سطح شامل: سطح ۱؛ ۸ تمرین، سطح ۲؛ ۹ تمرین و سطح ۳؛ ۶ تمرین می باشد. در هفته اول ۶ تمرین از سطح ۱ و ۶ تمرین از سطح ۲ و ۲ تمرین از سطح ۳ انجام شد و هر هفته ۱ تمرین از سطح ۱، ۱ تمرین از سطح ۲ و ۱ تمرین از سطح ۳ اضافه شد. در هفته سوم تمرینات سطح ۱ تکمیل شده و این سطح وارد فاز نگه داری شد. در هفته چهارم تمرینات مربوط به سطح ۲ تکمیل شده که این سطح در دو هفته آخر وارد فاز نگه داری گردید. در هفته پنجم تمرینات مربوط به سطح ۳ تکمیل شده و تمامی تمرینات از هر سه سطح توسط آزمودنی‌های گروه تمرینی انجام شد (جدول ۱).

جدول ۲- خصوصیات دموگرافیک افراد مورد مطالعه

شاخص اندازه گیری	گروه	Mean±SD	t	P
سن (سال)	کنترل	۱۷/۴۶ ± ۱/۸	۰/۹۲	۰/۳۷۰
	تمرین	۱۷/۴۰ ± ۲/۱		
وزن (کیلوگرم)	کنترل	۶۶/۲ ± ۸/۱	-۰/۱۳۸	۰/۴
	تمرین	۶۶/۶ ± ۷/۷۱		
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	کنترل	۲۱/۷۵ ± ۲/۹۴	۰/۲۸۶	۰/۳۶۳
	تمرین	۲۱/۴۷ ± ۲/۴۴		

نتایج حاصل از آزمون تی مستقل در بررسی همگن بودن متغیرها نشان دهنده همگن بودن متغیرهای توصیفی در دو گروه بود. با توجه به نرمال بودن داده‌ها که با آزمون شاپیروویلیک مشخص شد، از آزمون‌های تحلیل کوواریانس و

تی همبسته جهت مقایسه بین گروهی و درون گروهی استفاده که نتایج مربوط به آزمون تی همبسته در جدول شماره ۳ ارائه شد.

جدول ۳- نتایج آزمون تی همبسته جهت مقایسه درون گروهی در متغیرهای حس عمقی و قدرت

گروه	گروه کنترل				گروه تمرینی			
	پیش آزمون	پس آزمون	t	p	پیش آزمون	پس آزمون	t	P
حس عمقی تنه (۳۰ درجه)	۲/۹۳ ± ۰/۹۶	۲/۶ ± ۰/۹۱۰	-۱/۷۸	۰/۰۹۶	۲/۶۶ ± ۰/۶۱	۱/۹۳ ± ۲/۶۶	۳/۲۱۴	۰/۰۰۶**
حس عمقی تنه (۴۵ درجه)	۳/۰۶ ± ۰/۹۶	۳ ± ۱/۰۶	۰/۲۵۰	۰/۸۰۶	۲/۸ ± ۰/۶۳	۲/۱۳ ± ۲/۸	۴/۰۳	۰/۰۰۱**
حس عمقی تنه (۶۰ درجه)	۳/۴۶ ± ۱/۲۴	۳/۲ ± ۱/۳۲	۱/۴۶	۰/۱۶۴	۳/۲ ± ۱/۲۰	۲/۲۶ ± ۳/۲	۳/۲۸	۰/۰۰۵**
حس عمقی مچ پا دورسی فلکشن	۲/۱۳ ± ۰/۶۳	۱/۹۳ ± ۰/۵۹	۱/۳۸	۰/۱۸۹	۲ ± ۰/۶۵	۱/۲ ± ۰/۶۷	۵/۵۲	۰/۰۰۰**
حس عمقی مچ پا پلانترفلکشن	۲/۶ ± ۰/۷۳	۲/۴۶ ± ۰/۶۳	۱/۴۶	۰/۱۶۴	۲/۲ ± ۰/۶۷	۱/۴۶ ± ۰/۵۱	۴/۷۸	۰/۰۰۰**
حس عمقی زانو (۴۵ درجه)	۲/۴۶ ± ۰/۷۴	۲/۴ ± ۰/۸۲	۱/۱	۰/۳۳۴	۲/۵۳ ± ۰/۷۴	۱/۴۶ ± ۰/۹۱۰	۵/۷۸	۰/۰۰۰**
حس عمقی زانو (۶۰ درجه)	۲/۲۶ ± ۰/۸۸	۲ ± ۰/۹۲	۱/۴۶	۰/۱۶۴	۲/۶ ± ۰/۸۲	۱/۵۳ ± ۰/۶۳۰	۵/۸۷	۰/۰۰۰**
قدرت عضلات فلکسور زانو	۱۱/۴۵ ± ۱/۱۲	۱۱/۷ ± ۱/۰۵	-۱/۶۶	۰/۱۱۸	۱۲/۰۹ ± ۱/۲۷	۱۲/۴۵ ± ۱/۰۴	-۱/۸۴	۰/۰۸۷
قدرت عضلات اکستنسور زانو	۱۲/۰۱ ± ۱/۵۳	۱۲/۲۸ ± ۱/۲۵	-۱/۶۶	۰/۱۱۹	۱۱/۳۳ ± ۱/۴۷	۱۳/۱۹ ± ۰/۸۲	-۵/۹۱	۰/۰۰۰**
قدرت عضلات ابداکتور ران	۱۲/۷۷ ± ۱/۷۸	۱۳/۰۶ ± ۲/۱۳	-۲/۰۴	۰/۰۶۱	۱۱/۷۸ ± ۱/۶۳	۱۴/۳۶ ± ۱/۲۸	-۱۸/۵۵	۰/۰۰۰**
قدرت عضلات چرخش دهنده	۱۱/۲۷ ± ۲/۱۸	۱۱/۴۶ ± ۱/۷۹	-۰/۷۷۵	۰/۴۵۱	۱۰/۴۳ ± ۱/۸۱	۱۲/۷۵ ± ۱/۴۹	-۷/۲	۰/۰۰۰**

خارجی ران	
قدرت عضلات فلکسور تنه	۱۳/۴۷ ± ۱/۳۹ ۱۳/۴۵ ± ۱/۱۷ -۰/۲۴۹ ۰/۸۰۷ ۱۲/۶۶ ± ۱/۲۸ ۱۴/۶۱ ± ۱/۱۳۹ -۱۱/۰۸ ۰/۰۰۰**
قدرت عضلات اکستنسور تنه	۱۰/۵۸ ± ۱/۹۴ ۱۰/۸۳ ± ۱/۶۶ -۱/۳۱ ۰/۲۱۱ ۱۰/۶۹ ± ۱/۲۳ ۱۲/۵۶ ± ۱/۳۰ -۶/۵۸ ۰/۰۰۰**

قدرت عضلات چرخش دهنده خارجی ران ($p=0/000$)، قدرت عضلات فلکسور تنه ($p=0/000$) و قدرت عضلات اکستنسور تنه ($p=0/000$) در گروه تمرینی بوده است، اما بر قدرت عضلات فلکسور زانو ($p=0/087$) تأثیر معنی داری نداشت. نتایج مربوط به آزمون تحلیل کوواریانس جهت مقایسه بین گروهی در جدول شماره ۴ ارائه شد.

نتایج آزمون تی همبسته نشان دهنده اثر معنی دار برنامه تمرینی CX WORX بر زوایای مختلف حس عمقی تنه از جمله حس عمقی تنه در ۳۰ درجه ($p=0/006$)، حس عمقی تنه در ۴۵ درجه ($p=0/001$) و حس عمقی تنه در ۶۰ درجه ($p=0/005$)، زوایای مختلف حس عمقی اندام تحتانی ($p=0/000$)، قدرت عضلات اکستنسور زانو ($p=0/000$)، قدرت عضلات ابداکتور ران ($p=0/000$)

جدول ۴- نتایج آزمون تحلیل کوواریانس جهت مقایسه بین گروهی در متغیرهای حس عمقی و قدرت

متغیر	گروه	میانگین \pm SD	درجه آزادی	تفاوت میانگین	F	معنی داری	اندازه اثر
حس عمقی تنه (۳۰ درجه)	کنترل	۱/۹۳	۱	۲/۰۵	۴/۰۱	۰/۰۵۰	۰/۱۲۹
	تمرینی	۲/۶					
حس عمقی تنه (۴۵ درجه)	کنترل	۲/۱۳	۱	۴/۳۴	۶/۸۵	۰/۰۱۴	۰/۲۰۲
	تمرینی	۳					
حس عمقی تنه (۶۰ درجه)	کنترل	۲/۲۶	۱	۴/۳۲	۶/۳۷	۰/۰۱۸	۰/۱۹۱
	تمرینی	۳/۲					
حس عمقی مچ پا دورسی فلکشن	کنترل	۱/۲	۱	۳/۱۵	۱۲/۱۷	۰/۰۰۲**	۰/۳۱۱
	تمرینی	۱/۹۳					
حس عمقی مچ پا پلانتر فلکشن	کنترل	۱/۴۶	۱	۳/۹۹	۲۴/۳۳	۰/۰۰۰**	۰/۴۷۴
	تمرینی	۲/۴۶					
حس عمقی زانو (۴۵ درجه)	کنترل	۱/۴۶	۱	۷/۴۱۹	۲۵/۶۷	۰/۰۰۰**	۰/۴۸۷
	تمرینی	۲/۴					
حس عمقی زانو (۶۰ درجه)	کنترل	۱/۵۳	۱	۳/۱۸۵	۸/۲۰	۰/۰۰۸**	۰/۲۳۳
	تمرینی	۲					
قدرت عضلات خم کننده زانو	کنترل	۱۲/۴۵	۱	۰/۵۶۴	۱/۵۶۶	۰/۲۲۲	۰/۰۵۵
	تمرینی	۱۱/۷					
قدرت عضلات باز کننده زانو	کنترل	۱۴/۳۶	۱	۱۱/۵۲	۲۳/۷۲	۰/۰۰۰**	۰/۴۹۸
	تمرینی	۱۳/۰۶					
قدرت عضلات دور کننده ران	کنترل	۹۱/۸۷	۱	۳۵/۱۵	۱۱۲/۸۶	۰/۰۰۰**	۰/۸۰۷
	تمرینی	۸۰/۵۲					
قدرت چرخش دهنده خارجی ران	کنترل	۱۲/۷۵	۱	۵۵/۲۴	۲۸/۰۶	۰/۰۰۰**	۰/۵۱۰
	تمرینی	۱۱/۴۶					
قدرت عضلات خم کننده	کنترل	۱۲/۴۵	۱	۲۲/۱۴۴	۹۲/۹۱	۰/۰۰۰**	۰/۷۷۵

		تمرینی		تنه	
		۱۱/۷	کنترل	قدرت عضلات بازکننده	
۰/۵۰۱	۰/۰۰۰**	۲۷/۰۹	۱۳/۱۹	۲۰/۲۹	۱
			تمرینی	تنه	
			۱۲/۲۸		

(۳۳). نتایج این تحقیق در زمینه حس عمقی با نتایج تحقیقات خلخالی و همکاران (۱۳۸۸) و مهاجران و همکاران (۱۳۹۵) هم‌راستا بود (۳۵، ۳۶). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که یک دوره تمرینات CX WORX سبب بهبود حس عمقی اندام تحتانی شد.

گیرنده‌های دوک عضلانی که گزارش کننده تغییرات طول عضله هستند، در دقت تعیین حس وضعیت مفصل زانو نقش بارزتر و مهم‌تری را برعهده دارند (۳۷). مطالعات نشان داده‌اند که حس عمقی قابل آموزش است و برنامه‌هایی که شامل تمرین حس عمقی باشد، موجب پیشرفت عملکرد می‌شود. برای تعلیم حس عمقی باید از تمریناتی استفاده کرد که این سیستم را درگیر کند (۳۸) و با توجه به این که تمرینات CX WORX موجب انقباض همزمان عضلات می‌شوند، باعث می‌شود که گیرنده‌های موجود در پوست، مفصل و کپسول، بهتر و سازمان یافته‌تر عمل نمایند؛ در نتیجه ثبات بیشتری برای فرد فراهم می‌کنند و سبب ارتقای کارایی گیرنده‌های حس عمقی می‌شوند (۳۹).

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر نتایج نشان داد که تمرینات CX WORX به عنوان نوعی تمرینات ثبات مرکزی سبب بهبود حس عمقی زانو و مچ پا شد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات دانشجو و همکاران (۲۰۱۲) و ایکس‌یو و همکاران (۲۰۰۴) در زمینه حس عمقی اندام تحتانی هم‌راستا بود (۴۰، ۴۱). اما با نتایج تحقیق محمدی و همکاران (۱۳۹۱) هم‌راستا نبود (۴۲). از دلایل ناهم‌سویی می‌توان به نوع و روش تمرینی اشاره کرد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که یک دوره تمرینات CX WORX سبب بهبود قدرت عضلات خم‌کننده و بازکننده زانو شد. به نظر می‌رسد برنامه تمرینی CX WORX که شامل تمرینات مقاومتی ناحیه تنه در وضعیت‌های مختلف مانند نشسته، ایستاده، وضعیت‌های خوابیده به شکم و پهلو به صورت انفجاری، تکراری و نیز استقامتی بوده (۳۲) از طریق درگیر کردن اندام تحتانی در طی تمرینات و با تأثیر بر استقامت ناحیه مرکزی توانسته است بر قدرت و عملکرد اندام تحتانی تأثیر داشته باشد.

نتایج آزمون تحلیل کواریانس نشان داد که پس از کنترل اثر پیش آزمون، در میزان نتایج متغیرهای حس عمقی تنه در ۴۵ درجه و ۶۰ درجه، حس عمقی اندام تحتانی (حس عمقی مچ پا در دورسی فلکشن، حس عمقی مچ پا در پلان‌تارفلکشن، حس عمقی زانو در ۴۵ درجه، حس عمقی زانو در ۶۰ درجه)، قدرت عضلات بازکننده زانو، قدرت عضلات دورکننده ران، قدرت عضلات چرخش‌دهنده خارجی ران، قدرت عضلات خم‌کننده و بازکننده تنه در پس آزمون بین دو گروه کنترل و تمرینی اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$)، به این صورت که این متغیرها بهبود معنی‌داری در گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل داشت. اما اختلاف معنی‌داری بین گروه تجربی و کنترل در متغیر حس عمقی تنه در ۳۰ درجه و قدرت عضلات خم‌کننده زانو وجود ندارد ($P > 0/05$).

بحث

هدف از پژوهش حاضر تعیین تأثیر تمرینات CX WORX بر حس عمقی و قدرت در بسکتبالیست‌های دارای نقص تنه بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که یک دوره تمرینات CX WORX سبب بهبود حس عمقی تنه در زوایای ۴۵ و ۶۰ درجه شد. از آنجایی که زنان به طور معمول حس کافی از وضعیت تنه خود در فضای سه بعدی ندارند و یا به دنبال اغتشاش و اختلال در تنه اجازه حرکت بیشتری به تنه خود می‌دهند، در ادامه زندگی بیشتر مستعد آسیب‌های ACL قرار خواهند گرفت (۳۳). ثبات مرکزی، توانایی مجموعه کمر-لگن-ران در پیشگیری از بی‌ثباتی ستون فقرات و برگشت به حالت تعادل بعد از اعمال فشار به بدن است (۳۱). کاهش ثبات مرکزی و فعالیت تثبیت‌کننده‌های تنه و ران می‌تواند بر عملکرد ورزشکار در فعالیت‌های توانی اثر بگذارد و ممکن است به علت عدم کنترل مرکز جرم بدن به طور ثانویه باعث آسیب شود (۳۴). آنچه تاکنون مکرراً گزارش شده، این است که جابجایی تنه در زنان ورزشکار به عنوان اصلی‌ترین پیشگوکننده آسیب‌های زانو به ویژه آسیب ACL است

بهبود قدرت عضلات خم‌کننده و بازکننده تنه شد. هماهنگی بین تمامی عضلات تنه و ران برای کنترل و حفظ موقعیت طبیعی ستون فقرات ضروری است و عضله‌ای که به صورت منحصربه‌فرد در افزایش ثبات مرکزی نقش داشته باشد، وجود ندارد (۵۱). تعادل بین عضلانی در چهار طرف ستون فقرات مهم‌ترین عامل پایداری ستون فقرات است (۱۱). ضعف در ساختار عضلانی ناحیه مرکزی بدن می‌تواند منجر به کاهش اثرگذاری الگوهای حرکتی صحیح، بروز الگوهای حرکتی جبرانی، کشیدگی عضلانی، پرکاری و نهایتاً آسیب در قسمت‌های تحتانی و فوقانی تنه شود (۵۲). بنابراین شرکت در تمرینات ثباتی ناحیه مرکزی بدن منجر به پیشرفت عملکرد و استقامت عضلات تنه می‌شود، احتمالاً این افزایش قدرت و استقامت می‌تواند باعث افزایش فعالیت عضلات بخش مرکزی شود (۵۳). نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات ویلسون و همکاران (۲۰۰۵) (۳۱)، صاحب‌الزمانی و همکاران (۱۳۹۳) (۵۴)، کیلبر و همکاران (۲۰۰۶) (۵۳)، حدادنژاد و همکاران (۲۰۱۰) (۵۵) هم‌راستا بود. محدودیت‌های مطالعه حاضر که کنترل آن به طور کامل دست محقق نبود، شامل مواردی مانند نصب مارکرها روی بدن آزمودنی‌ها، عدم کنترل وضعیت روحی و میزان اضطراب و انگیزه آزمودنی‌ها بود که ممکن است بر عملکرد آن‌ها تأثیرگذار بوده باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، مشاهده شد که انجام شش هفته تمرینات CX WORX تأثیر معناداری بر حس عمقی و قدرت عضلات در بسکتبالیست‌های دارای نقص تنه داشته است، می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات اعمال شده در این تحقیق یک راه حل مناسب، علمی، ارزان و بدون عارضه جانبی می‌باشد که البته باید زیر نظر متخصص انجام گیرد. بنابراین پیشنهاد می‌شود متخصصان حوزه سلامت و حرکات اصلاحی از تمرینات CX WORX با هدف بهبود حس عمقی مچ پا و زانو و قدرت عضلات بسکتبالیست‌های با نقص کنترل تنه استفاده نمایند.

کاربرد بالینی

تمرینات CX WORX به عنوان روش درمانی مناسب می‌تواند به افراد دارای نقص کنترل تنه کمک شایانی کند.

قدرت عضلانی یکی از مهم‌ترین فاکتورهای آمادگی جسمانی در تمامی رشته‌های ورزشی، به ویژه در بسکتبال است (۶). بنابراین تجویز تمرین‌های قدرتی اندام تحتانی در برنامه‌های تمرینی بسکتبالیست‌ها، موجب بهبود نسبت عملکردی قدرت خواهد شد و ممکن است باعث کاهش خطر آسیب شود (۵). نتایج تحقیق حاضر در زمینه بهبود قدرت عضلات بازکننده با نتایج تحقیقات زارعی و همکاران (۱۳۹۶)، دانشجو و همکاران (۲۰۱۲)، جینگراس و همکاران (۲۰۱۳)، رحیمی و همکاران (۱۳۹۲)، محمدی و همکاران (۱۳۹۳) هم‌راستا بود، اما در مورد بهبود عضلات خم‌کننده هم‌راستا نبود (۵، ۱۳، ۴۱-۴۳). از دلایل ناهم‌سویی می‌توان به سن و جنسیت آزمودنی‌ها، نوع و روش تمرینی و تفاوت در رشته ورزشی اشاره کرد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که یک دوره تمرینات CX WORX سبب بهبود قدرت عضلات دورکننده و چرخش-دهنده‌های خارجی ران شد. تمرینات CX WORX یک برنامه تمرینی جامع می‌باشد که با توجه به وجود تمرینات قدرتی باعث تقویت عضلات مرکزی، اندام فوقانی و اندام تحتانی می‌گردد که تقویت عضلات باعث بهبود عملکرد و تعادل نیز می‌شود (۴۴). در مطالعات متعددی ارتباط بین قدرت عضلات مفصل ران، کینماتیک اندام تحتانی و چگونگی رابطه آن با آسیب والگوس زانو بررسی شده است (۴۵، ۴۶). نتایج برخی از مطالعات نشان داد که کاهش قدرت عضلات دورکننده و چرخش‌دهنده خارجی مفصل ران یک عامل خطر برای درد کشکی - رانی و آسیب رباط صلیبی قدامی است (۴۷). عضلات ران نقش مهمی در انتقال نیرو از اندام تحتانی به سمت بالا، ستون فقرات و در حین اجرای فعالیت‌هایی که به صورت عمودی یا ایستاده هستند، ایفا می‌کند و در نتیجه ضعف عضلات ثبات‌دهنده مرکزی می‌تواند راستای صحیح اندام تحتانی را در حین انجام حرکات پویا برهم زند و الگوی حرکتی را در اندام تحتانی دچار اختلال کند، بنابراین افزایش قدرت عضلات ران می‌تواند در رفع نقص تنه موثر باشد و وجود هماهنگی بین عضلات تنه و ران باعث کنترل قامت و وضعیت بدن می‌شود (۴۸). نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات داداش‌پور و همکاران (۲۰۱۴)، مایر و همکاران (۲۰۰۶)، محمدی نیا سماکوش (۱۳۹۸) هم‌راستا بود (۴۸-۵۰). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که یک دوره تمرینات CX WORX سبب

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه زیر نظر کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی و با مجوز صادر شده از سوی این کمیته به شماره SSRI.RIC.1400.1305 انجام شد.

حمایت مالی

در این تحقیق از هیچ‌گونه حمایت مالی استفاده نکرده است.

نقش نویسندگان

در تحقیق حاضر جمع‌آوری داده‌ها و اجرای عملی تحقیق و نگارش مقاله را شیوا رهنمای بهاری و ایده‌پردازی،

مفهوم‌سازی و نظارت تحقیق را نرمین غنی زاده حصار و تجزیه و تحلیل داده‌ها را ابراهیم محمدعلی نسب فیروزجاه برعهده داشت.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات و همکاری همه عزیزانی که ما را در امر جمع‌آوری داده‌ها یاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

References

1. Khosrozadeh J, Gholpaiegani M, Banitalebi E, Ghasemi B. The prevalence and causes of physical injuries among basketball players. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2008;4(8):45-52.
2. Taylor JB, Ford KR, Nguyen AD, Terry LN, Hegedus EJ. Prevention of lower extremity injuries in basketball: a systematic review and meta-analysis. *Sports health*. 2015;7(5):392-8.
3. Pappas E, Zazulak BT, Yard EE, Hewett TE. The epidemiology of pediatric basketball injuries presenting to US emergency departments: 2000-2006. *Sports Health*. 2011;3(4):331-5.
4. McLeod TC, Armstrong T, Miller M, Sauers JL. Balance improvements in female high school basketball players after a 6-week neuromuscular-training program. *Journal of sport rehabilitation*. 2009;18(4):465-81.
5. Rahimi Z, Alizadeh Mh, Nouri R, Rojhani Z. The Effect of Neuromuscular, Strength and Combined Trainings on Hamstring to Quadriceps Muscle Strength Ratio in Female Basketballists. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*. 2014;22(95):12-23
6. Cometti G, Maffiuletti N, Pousson M, Chatard J-C, Maffulli N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International journal of sports medicine*. 2001;22(01):45-51.
7. Morgan BE, Oberlander MA. An examination of injuries in major league soccer: the inaugural season. *The American journal of sports medicine*. 2001;29(4):426-30.
8. Lin MR, Wolf SL, Hwang HF, Gong SY, Chen CY. A randomized, controlled trial of fall prevention programs and quality of life in older fallers. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2007;55(4):499-506.
9. Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations-update 2010. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*. 2010;5(4):234.
10. Hewett TE, Myer GD. Reducing knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes—a systematic review of neuromuscular training interventions. *The journal of knee surgery*. 2005;18(01):82-8.
11. Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85:86-92.
12. R, Fattahi H. Effects of Eight Weeks of TRX and CXWORX Exercises on Trunk Muscle Strength, Core Endurance, and Dynamic Balance of Female College Students. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021;10(2):186-201.

13. Gottschall JS, Mills J, Hastings B. Optimal Core Training for Functional Gains and Peak Performance: CXWORX. Pennstate; 2011.
14. Kang H. Sample size determination and power analysis using the G* Power software. *Journal of educational evaluation for health professions*. 2021;18.
15. Bobbert MF, Van Zandwijk J. Dynamics of force and muscle stimulation in human vertical jumping. *Medicine and science in sports and exercise*. 1999;31(2):303-10.
16. Reiman MP, Manske RC. Functional testing in human performance: *Human kinetics*; 2009.
17. Hall JE, Hall ME. *Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book*: Elsevier Health Sciences; 2020.
18. Larsen R, Lund H, Christensen R, Røgind H, Danneskiold-Samsøe B, Bliddal H. Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense. *British journal of sports medicine*. 2005;39(1):43-6.
19. Stodden D, Langendorfer S, Roberton MA. The association between motor skill competence and physical fitness in young adults. *Research quarterly for exercise and sport*. 2009;80(2):223-9.
20. Ford KR, Nguyen AD, Dischiavi SL, Hegedus EJ, Zuk EF, Taylor JB. An evidence-based review of hip-focused neuromuscular exercise interventions to address dynamic lower extremity valgus. *Open access journal of sports medicine*. 2015:291-303.
21. Collins A. *The complete guide to functional training*: A&C Black; 2012.
22. Oh J-s, Weon J-h, Cynn H-s, Kwon O-y. Can abdominal drawing-in maneuver using a pressure biofeedback unit change muscle recruitment pattern during prone hip extension? *Physical Therapy Korea*. 2006;13(4):56-63.
23. Gribble PA, Tucker WS, White PA. Time-of-day influences on static and dynamic postural control. *Journal of athletic training*. 2007;42(1):35.
24. Gaul Jr JS. Identifiable costs and tangible benefits resulting from the treatment of acute injuries of the hand. *The Journal of hand surgery*. 1987;12(5):966-70.
25. Ketabchi J, Shahrbanian SH, Tasoujian E. Comparison between the Short Term and Durability Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Exercise and Instrument Assisted soft Tissue Mobilization Technique on Ankle-Dorsiflexion Range of Motion. 2019;27(1):47-137.
26. Bonza JE, Fields SK, Yard EE, Dawn Comstock R. Shoulder injuries among United States high school athletes during the 2005–2006 and 2006–2007 school years. *Journal of athletic training*. 2009;44(1):76-83.
27. KHALEGHI M, Fazelzadeh F, Naserpour H, Abbasi A. The Comparison of Isokinetic Performance Profile of Knee and Ankle Joint Muscles in Professional and Amateur Speed Skaters. *Studies in Sport Medicine*. 2020;11(26):147-62.
28. Owens BD, Agel J, Mountcastle SB, Cameron KL, Nelson BJ. Incidence of glenohumeral instability in collegiate athletics. *The American journal of sports medicine*. 2009;37(9):1750-4.
29. Willson JD, Ireland ML, Davis I. Core strength and lower extremity alignment during single leg squats. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2006;38(5):945-52.
30. Gamble P. *Strength and conditioning for team sports: sport-specific physical preparation for high performance*: Routledge; 2013.
31. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2005;13(5):316-25.
32. Jalili S, Firouzjah EMAN. Effect of Six Weeks of CX WORX Training on Core Muscles Endurance, Balance, and Upper

- Extremity Function in Athletic Girls with Trunk Deficiency. 2019;8(4):8-19
33. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American journal of sports medicine*. 2007;35(7):1123-30.
 34. Paterno MV, Ford KR, Myer GD, Heyl R, Hewett TE. Limb asymmetries in landing and jumping 2 years following anterior cruciate ligament reconstruction. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2007;17(4):258-62.
 35. Khalkhali M, Ghasemi M, Talebian Z, Aboui M. Effects of balance and closed and opened chain exercises on proprioception error of knee in healthy females. *Research in Medicine*. 2004;28(2):115-9.
 36. Mohajeran ES, Yazdi NK, Mohammadi MR. The Effect of eight weeks of training on core stability and proprioceptive neuromuscular trunk women basketball elite. 2017.
 37. Maly T, Zahalka F, Mala L. Muscular strength and strength asymmetries in elite and sub-elite professional soccer players. *Sport Science*. 2014;7(1):26-33.
 38. Arazzadeh H, Norasteh AA, Eidi Dahneh A. The Effect of 8 Weeks of Balance Training on Upper Extremity Function and Functional Movement Screening Test Scores of Adolescent Volleyball Players. *Journal of Exercise Science and Medicine*. 2019;10(2):231-46.
 39. Rojhani SHirazi Z, afarnadideh M. Survey on the Effects of Balance Training on Proprioception of Knee and Ankle Joints and Equilibrium Time in Single Leg in Healthy Female Students. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2011;10(4):289-98
 40. Xu D, Hong Y, Li J, Chan K. Effect of tai chi exercise on proprioception of ankle and knee joints in old people. *British journal of sports medicine*. 2004;38(1):50-4.
 41. Daneshjoo A, Mokhtar AH, Rahnama 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.
 42. Mohammadi A, Irmloy F, Purkiani. The effect of eight weeks of strength training, central stabilization and combined training on the dynamic balance of elite basketball girls. *Research in sports biology*. 2014;15(4):5-21.
 43. Zarei M, Johari k. Predicting Lower Extremity Injury in Iranian Army Rangers using Functional Performance Tests. *Journal of Military Medicine*. 2022;19(6):607-15.
 44. Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2010;40(2):42-51.
 45. Baggaley M, Noehren B, Clasey JL, Shapiro R, Pohl MB. Frontal plane kinematics of the hip during running: are they related to hip anatomy and strength? *Gait & posture*. 2015;42(4):505-10.
 46. Hollman JH, Galardi CM, Lin I-H, Voth BC, Whitmarsh CL. Frontal and transverse plane hip kinematics and gluteus maximus recruitment correlate with frontal plane knee kinematics during single-leg squat tests in women. *Clinical biomechanics*. 2014;29(4):468-74.
 47. Ramskov D, Barton C, Nielsen RO, Rasmussen S. High eccentric hip abduction strength reduces the risk of developing patellofemoral pain among novice runners initiating a self-structured running program: a 1-year observational study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2015;45(3):153-61.
 48. Mohammadinia Samakosh H, Shojaedin S S, Hadadnezhad M. Comparison of effect of hopping and combined balance - strength training on balance and lower extremity selected muscles strength of soccer men with chronic ankle instability. *J Gorgan Univ Med Sci* 2019;21(3):69-78.

49. Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Rationale and clinical techniques for anterior cruciate ligament injury prevention among female athletes. *Journal of athletic training*. 2004;39(4):352.
50. Dadashpoor A, Shojaeddin SS, Alizadeh MH. The Effect of Strength Exercise Program on the Hip Abductor and Lateral Rotator Muscles in Correcting Pronated Foot. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2014;12(11):94-881.
51. Mascal CL, Landel R, Powers C. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2003;33(11):647-60.
52. Fredericson M, Moore T. Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle-and long-distance runners. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 2005;16(3):669-89.
53. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports medicine*. 2006;36:189-98.
54. Sahebozamani M, Firouzjah MAN, Daneshmandi H. Effect of core stability training on the trunk endurance of indoor soccer players. *Studies in Sport Medicine*. 2014;6(15):15-28.
55. Hadadnezhad M, Rajabi R, Alizadeh MH, Letafatkar A. Does core stability predispose female athletes to lower extremity injuries? *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2010;6(2):89-98.