The Effect of Dynamic Neuromuscular Stability (DNS) Exercises on Knee Functional Tests in Female Athletes

Torabi Z[1], Norasteh AA[2], Mottaghitalab M[3]

1- Master's Student in Physical Education and Sports Sciences (Sports Pathology and Corrective Movements), Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Gilan University, Rasht, Iran
2- Professor, Department of Physiotherapy, Faculty of Medicine, Gilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran
3- Assistant Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Gilan University, Rasht, Iran

Received: 2023.10.17 Accepted: 2024.02.10

Abstract

Purpose: Strengthening and improving neuromuscular control in various ways, including technique modification, in order to prevent sports injuries, as a principle, is always of interest to researchers and athletes. Landing technique after jumping during sports such as volleyball is known as one of the most important non-contact mechanisms of knee joint ligament injury. The purpose of this study was to investigate the effect of dynamic neuromuscular stability (DNS) exercises on knee functional tests in female athletes.

Methods: 30 female volleyball players (age 22.06±3.39 years, height 1.67±0.04 m, weight 63.70±8.86 kg and body mass index 22.81±3.38 kg/m^2) with at least three years of experience in volleyball training, they participated in this research and were randomly divided into two control groups (15 people) and an experimental group (15 people). Tuck Jump and Landing Error Scoring System (LESS) tests were recorded as subjects' performance scores. The kinematic variables of the subjects' lower limbs were measured by two cameras from the sagittal and frontal views during the Tuck Jump and LESS tests, before and after DNS exercises. The functional error of the subjects was recorded using the Kinovea software and recorded in the special table for scoring the tests. The subjects of the experimental group participated in the program of DNS exercises for 6 weeks and 3 sessions per week (each session lasting about 50 minutes). In order to analyze the data, independent and dependent parametric t-tests were used for data with normal distribution, and Mann Whitney U and Wilcoxon non-parametric tests were used for data with non-normal distribution in SPSS version 23 software.

Results: The findings of the current research showed that DNS exercises was led to a significant decrease in the average Tuck Jump errors from 10.66 in the pre-test to 7.80 in the post-test (p=0.001), the score of the LESS from 8.13 in the pre-test to 4.53 in the post-test (p=-0.001) and the ligament dominance score decreased from 1.40 in the pre-test to 0.8 in the post-test (p=0.003) in the experimental group.

Conclusion: According to the results of the present study, it seems that performing DNS exercises in female volleyball players reduces the risk of injury and improves Motor-performance and is probably effective in the rehabilitation of athletes. Therefore, the use of DNS exercises in sports with frequent jumps and landings such as volleyball is recommended to prevent ACL injury.

Keywords: Female athletes, Tuck jump, Landing error scoring system, Anterior cruciate ligament

Corresponding Author: Mohammad Motaghi Talab
Email: mohamad.motaghitalab@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4534-4822

Copyright © 2023 Mashhad University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

► **Please cite this article as:** Torabi Z, Norasteh AA, Mottaghitalab M. The Effect of Dynamic Neuromuscular Stability (DNS) Exercises on Knee Functional Tests in Female Athletes. **JPSR** 2024; 13(2): 51-62. **DOI:** 10.22038/jpsr.2024.75767.2566

تأثیر تمرینات ثبات عصبی عضلانی پویا (DNS) بر روی آزمون های عملکردی زانو در زنان ورزشکار

زهرا ترابی[۱]، علی اصغر نورسته[۲]، محمد متقی طلب[۳]

هدف: تقویت و بهبود کنترل عصبی عضلانی به شکل‌های مختلف از جمله اصلاح تکنیک، جهت پیشگیری از بروز آسیب‌های ورزشی، به عنوان یک اصل همواره مورد توجه محققین و ورزشکاران می‌باشد. تکنیک فرود پس از پرش حین ورزش‌هایی نظیر والیبال به عنوان یکی از مهم‌ترین سازوکارهای غیربرخوردی بروز آسیب لیگامان‌های مفصل زانو شناخته شده است. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات ثبات عصبی عضلانی پویا بر روی آزمون های عملکردی زانو در زنان ورزشکار بود.

روش بررسی: ۳۰ بازیکن زن والیبال (سن ۳/۳۹±۲۲/۰۶ سال، قد ۰/۰۴±۱/۶۷ متر، وزن ۸/۸۶±۶۳/۷۰ کیلوگرم و شاخص توده بدنی ۳/۳۸±۲۲/۸۱ کیلوگرم بر متر مربع) با حداقل سه سال سابقه شرکت در تمرینات ورزش والیبال به صورت مداوم در این پژوهش شرکت کردند که به صورت تصادفی به دو گروه کنترل (۱۵ نفر) و گروه تجربی (۱۵ نفر) تقسیم شدند. آزمون‌های پرش تاک و سیستم امتیازدهی خطای فرود به عنوان امتیاز عملکرد آزمودنی‌ها ثبت شد. متغیرهای کینماتیکی اندام تحتانی آزمودنی‌ها حین اجرای پرش تاک و آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود، قبل و بعد از انجام تمرینات ثبات عصبی عضلانی پویا، توسط دو دوربین از نماهای ساجیتال و فرونتال اندازه‌گیری شد. خطای عملکردی آزمودنی‌ها با استفاده از نرم افزار کینوا ثبت و در جدول مخصوص امتیازدهی آزمون‌ها ثبت شد. آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت ۶ هفته و ۳ جلسه در هفته (هر جلسه در حدود ۵۰ دقیقه) در برنامه تمرینات ثبات عصبی عضلانی پویا شرکت کردند. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون‌های پارامتریک t مستقل و وابسته برای داده‌های با توزیع طبیعی، و آزمون‌های ناپارامتریک یومان-ویتنی (Mann Whitney U) و ویل‌کاکسون (Wilcoxon) برای داده‌های با توزیع غیرطبیعی در نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ استفاده شد.

یافته ها: یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات ثبات عصبی عضلانی پویا منجر به کاهش معنادار در میانگین خطاهای پرش تاک از ۱۰/۶۶ در پیش آزمون به ۷/۸۰ در پس آزمون (p=۰/۰۰۱)، نمره آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود از ۸/۱۳ در پیش آزمون به ۴/۵۳ در پس آزمون (p=-/۰۰۱) و کاهش نمره غلبه لیگامان از ۱/۴۰ در پیش آزمون به ۰/۸ در پس آزمون (p=۰/۰۰۳) در گروه تجربی شد.

نتیجه گیری: طبق نتایج پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد انجام تمرینات ثبات عصبی عضلانی پویا در بازیکنان زن والیبال، موجب کاهش خطر آسیب و بهبود عملکرد حرکتی شده و احتمالاً در توان‌بخشی ورزشکاران مؤثر باشد. از این رو، استفاده از تمرینات ثبات عصبی عضلانی پویا در رشته‌های ورزشی دارای پرش و فرودهای مکرر نظیر والیبال برای پیشگیری از بروز آسیب لیگامان متقاطع قدامی توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: زنان ورزشکار، پرش تاک، سیستم امتیازدهی خطای فرود، لیگامان متقاطع قدامی

نویسنده مسئول: محمد متقی طلب، mohamad.motaghitalab@gmail.com، ORCID: 0000-0002-4534-4822

آدرس: دانشکده تربیت بدنی دانشگاه گیلان

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- استاد گروه فیزیوتراپی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران

۳- استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

مقدمه

امروزه با افزایش مشارکت در فعالیت‌های ورزشی، تعداد ورزشکاران در معرض خطر آسیب افزایش یافته است (۱). از این رو گزارش شده است که اغلب ورزشکارانی که در رشته‌هایی با پرش و فرودهای مکرر فعالیت دارند، از درد زانو رنج می‌برند (۲). گزارش شده است که آسیب‌های زانو در ورزشکاران حاکی از شیوع بالای آسیب‌های عضلانی و لیگامانی در این مفصل می‌باشد (۳). شایع‌ترین آسیب لیگامانی زانو، پارگی لیگامان متقاطع قدامی (Anterior Cruciate Ligament; ACL) است که در ورزشکاران

جوان ۱۵ تا ۲۵ ساله شیوع بیشتری دارد. از طرفی نیز گزارش شده است که سازوکار آسیب ACL، ۷۰ درصد غیربرخوردی و ۳۰ درصد برخوردی است (۴).

شناسایی سازکاروها و شیوع بروز آسیب در ورزشکاران با غربالگری‌های متعدد بسیار حائز اهمیت است (۵)، که در ورزشکاران زن به دلیل آسیب‌های بیشتر نسبت به مردان به ویژه در اندام تحتانی (۶) اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. ضعف عضلات ناحیه مرکزی بدن در ورزش‌های با جهش و پرش مکرر رابطه مستقیمی با وقوع بیشتر آسیب در اندام تحتانی به دلیل فراخوانی کمتر عصبی عضلانی، کاهش ثبات در کمربند لگنی، کاهش هماهنگی ناحیه مرکزی بدن و بروز الگوی حرکتی ضعیف و غیرطبیعی (۷) دارد. همچنین گزارش شده است که زنان، قدرت کمتری در عضلات پروگزیمال اندام تحتانی نسبت به مردان دارند. این موضوع نشان دهنده ضعف ساختاری آنان می‌باشد. همین مسأله منجر به افزایش نیروی وارده به اندام تحتانی شده، در نتیجه باعث افزایش وقوع آسیب بیشتر اندام تحتانی در زنان می‌گردد (۸).

در همین راستا و با توجه به اهمیت کاهش احتمال بروز آسیب در ورزشکاران همواره روش‌های تمرینی جدید و مؤثر معرفی می‌شوند. از جمله تمرینات می‌توان به تمرینات حرکات بنیادین که بر ثبات ناحیه مرکزی بدن و کنترل عصبی عضلانی متمرکز بوده که در عین حال انعطاف‌پذیری و قدرت عضلانی را نیز بهبود می‌بخشد، اشاره کرد (۹). یکی از جدیدترین این روش‌ها، تمرینات ثبات دهنده عصبی- عضلانی پویا (Dynamic Neuromuscular Stabilization; DNS) می‌باشد. تمرینات DNS براساس ارزیابی دقیق از کیفیت ثبات و حرکت است و هدف از این تمرینات بازگرداندن سیستم یکپارچه‌سازی ستون فقرات از طریق تمرینات کاربردی خاص و بر اساس وضعیت‌های تکامل یافته حرکتی می‌باشد (۱۰).

Kobesova و همکاران(۷) به بررسی تأثیر تمرینات DNS بر حداکثر نیروی پارو زدن و میزان درد گزارش شده توسط خود فرد در ناحیه کمربند شانه‌ای بر روی ۲۰ مرد ورزشکار قایقران کایاک پرداختند. نتایج نشان داد که تمرینات DNS باعث بهبود ثبات تنه و کمربند شانه می‌شود. Sasaki و همکاران(۱۱) نیز در مطالعه‌ای به بررسی اثر تمرینات ثبات مرکزی و کنترل عصبی-عضلانی اندام تحتانی و تنه ۷۰ بسکتبالیست زن پرداختند و مشاهده کردند کنترل عصبی- عضلانی و قدرت ایزوکنتیک عضلات پس از ۸ هفته تمرینات تغییر کرده و ممکن است خطرآسیب غیر برخوردی پارگی ACL را کاهش دهد.

همان گونه که بیان شد، تمرینات DNS با تمرینِ الگوهای حرکتی بنیادین، سازوکارهای ضروری حسی و حرکتی را از سیستم عصبی مرکزی فرا می‌خواند و این موجب اصلاح الگوهای حرکتی، و در نتیجه اصلاح تکنیک ها از جمله الگوی پرش-فرود و در نهایت کاهش احتمال بروز آسیب می‌شود (۱۲). دوره‌های درمانی طولانی مدت آسیب‌های زانو، شیوع زیاد آسیب ACL، مسائل مالی متعاقب آسیب مذکور مانند هزینه جراحی، توانبخشی و عوامل روانی اجتماعی، از دست دادن کل فصل ورزشی و ناتوانی در درازمدت، ضرورت به کارگیری برنامه های پیشگیری از آسیب را نشان می‌دهد. از آنجا که تمرینات حرکات بنیادین بر ثبات مرکزی و کنترل عصبی عضلانی متمرکز بوده و در تمرینات DNS حرکات بنیادین اجرا می‌شود، همچنین با توجه به نقش آزمون های عملکردی در برنامه‌های پیشگیری از آسیب، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات DNS بر خطاهای آزمون های عملکردی مفصل زانو در بازیکنان زن والیبال بود تا از این طریق به این سوال پاسخ داده شود که آیا تمرینات DNS می‌تواند موجب بهبود نقص-های عصبی- عضلانی اندام تحتانی شده و متعاقب آن باعث پیشگیری از آسیب‌های زانو به ویژه آسیب ACL شود؟

روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی، به صورت پیش آزمون - پس آزمون با گروه کنترل می‌باشد. جامعه آماری پژوهش حاضر را زنان والیبالیست شهرستان ملایر در رده سنی ۱۸-۳۰ ساله شاغل در لیگ یک و دو کشور تشکیل دادند که حداقل ۳ سال اخیر سابقه بازی در رشته‌ی والیبال را داشته و بطور منظم حداقل ۳ بار در هفته تمرین می‌کردند. تعداد نمونه‌ها به روش نمونه‌گیری غیر تصادفی در دسترس که دارای معیارهای ورود به پژوهش بودند انتخاب شدند که در نهایت ۳۰ نفر از زنان والیبالیست از تیم‌های والیبال سطح شهرستان ملایر

انتخاب شدند. سپس آزمودنی‌ها با استفاده از روش قرعه‌کشی و با اختصاص دادن یک کد برای هر نفر به دو گروه تجربی (۱۵نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. اطلاعات دموگرافیک، ورزشی و پزشکی افراد توسط پرسشنامه جمع‌آوری گردید. معیارهای ورود به پژوهش شامل دامنه سنی ۳۰-۱۸ سال، داشتن حداقل ۳ سال سابقه ورزشی منظم در رشته والیبال، داشتن حداقل ۳ جلسه تمرین منظم هفتگی، جنسیت مؤنث، عدم داشتن سابقه هرگونه آسیب‌دیدگی اسکلتی-عضلانی در ۶ ماه گذشته، عدم داشتن بیماری‌های زمینه‌ای شامل مشکلات قلبی-عروقی و ... بودند. معیارهای خروج نیز شامل بروز آسیب در حین اجرای آزمون‌ها و تمرینات و عدم تمایل فرد به ادامه فرآیند پژوهش بود. قبل از شروع پژوهش کلیه اطلاعات لازم در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت و همچنین رضایت نامه شرکت در پژوهش نیز از آنان اخذ گردید.

آزمودنی ها ۴۸ ساعت قبل از اجرای مراحل پیش آزمون و پس آزمون، فعالیت شدید بدنی نداشتند. ابتدا از هر دو گروه کنترل و تجربی، آزمون پرش تاک(Tuck Jump; TJ) و پس از ۴۸ ساعت استراحت و ریکاوری آزمون سیستم امتیاز دهی خطای فرود (Landing Error Scoring System; LESS) گرفته شد، که در اجرای هر دو آزمون از دو دوربین (نمای قدامی و نمای جانبی) جهت ثبت اجرای آزمون‌ها توسط آزمودنی‌ها استفاده گردید. پس از انجام مرحله پیش آزمون، گروه تجربی برای مدت ۶ هفته (هر هفته ۳ جلسه، در مجموع ۱۸ جلسه، هر جلسه ۴۰ الی ۵۰ دقیقه) برنامه DNS را انجام دادند و گروه کنترل تمرینات رایج خود را دنبال کردند. در ابتدای هر جلسه تمرینی گروه تجربی با هماهنگی سرمربی از تیم جدا شده و تحت نظر پژوهشگر برنامه تمرینی DNS را انجام دادند. همه آزمودنی‌ها ۳ جلسه در هفته برنامه تمرینی منظم خود را انجام می‌دادند.

در این پژوهش از آزمون پرش تاک که به عنوان یک آزمون غربالگری عملکردی شناخته شده و در سال های اخیر مورد استفاده پژوهشگران متعدد قرار گرفته است، استفاده شد. آزمون پرش تاک، برای شناسایی نقص های عصبی-عضلانی که نشان‌دهنده خطر آسیب ACL می باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. به منظور اجرای این آزمون، از آزمودنی خواسته شد تا بر روی محل مشخص (مستطیل ۴۰×۴۰ سانتی‌متری) قرار بگیرد و با اعلام آزمونگر به مدت ۱۰ ثانیه و به صورت مکرر عمل پرش تاک را انجام دهد. همچنین از آزمودنی خواسته شد در طول پرش سعی کند در مکان قبلی فرود بیاید، در اوج پرش ران ها موازی با زمین و موازی با یکدیگر باشد، لحظه برخورد پاها با زمین یکی باشد، فرود نرم و بدون والگوس زانو داشته باشد و کیفیت پرش‌ها را در طول ۱۰ ثانیه حفظ کند. نمره‌ها توسط آزمونگر با تعداد خطاهای پرش - فرود آزمودنی لحاظ شد. به این ترتیب که به ازای هر خطا ۱ نمره اضافه گردید. این آزمون از ۱۰ خطا تشکیل شده است. فردی که کمترین خطا را داشته باشد نمره بهتری کسب می‌کند. نقص‌های مشاهده شده در آزمون پرش تاک: ۱. غلبه لیگامانی (والگوس زانو در یک پا یا هردو پا، عرض کم یا زیاد پاها در هنگام فرود)، ۲. غلبه چهارسر (تغییر اندک در فلکشن زانو در هنگام فرود، صاف شدن پاها و یا فرود با صدای زیاد پاها)، ۳. غلبه پا (عدم برخورد همزمان پاها در برخورد اولیه، موازی نبودن پاها با یکدیگر در هنگام فرود، در اوج پرش رانها با یکدیگر و با زمین موازی نیستند)، ۴. غلبه تنه (حرکت جانبی بیش از حد تنه در اوج پرش یا در هنگام فرود، توقف بین پرش ها، عدم فرود در یک نقطه مشابه بعد از هر پرش)؛ روش نمره‌دهی: در این پژوهش از سیستم نمره دهی اصلاح شده پرش تاک استفاده شد که بازه نمره دهی آن ۲-۰ می‌باشد (۰=بدون خطا، ۱= خطای کم، ۲= خطای شدید) (۱۳). آزمون پرش تاک دارای روایی بالایی (اختصاصی بودن (Specificity) ۶۷ درصد و حساسیت (Sensitivity) ۸۴ درصد) و ضریب پایایی معتبر و قابل اعتماد (۰/۹۴ – ۰/۹۶) می‌باشد که به سهولت قابل اجراست و محققان می‌توانند جهت شناسایی نقص‌های موجود در تکنیک و بیومکانیک پرش - فرود ورزشکاران از آن استفاده کنند (۱۳).

همچنین در این تحقیق از آزمون LESS با روایی بالایی (اختصاصی بودن (Specificity) ۶۴ درصد و حساسیت ۸۶ درصد) ضریب پایایی معتبر و قابل اعتماد (۰/۸۳ – ۰/۹۹)، به منظور ارزیابی تکنیک پرش-فرود استفاده شد (۱۴). روند اجرای آزمون بدین ترتیب بود که افراد از روی سکوی ۳۰ سانتی‌متری حرکت پرش را انجام داده و در جلوی سکو و در فاصله‌های تقریباً برابر با ۵۰

درصد قد خود فرود آمدند. سپس بلافاصله یک پرش عمودی حداکثری را انجام دادند. در هنگام اجرای آزمون هیچ بازخورد یا آموزشی به فرد داده نشد، مگر اینکه آزمون را اشتباه انجام می‌دادند. پس از آموزش آزمون، افراد اجازه داشتند به منظور فراگیری، ۲ پرش تمرینی داشته باشند. سپس افراد ۳ پرش درست را انجام دادند. در صورتی عدم رسیدن فرد به فاصله افقی تعیین شده یا عدم انجام پرش عمودی حداکثری پس از فرود، آن نوبت حذف و مانور پرش-فرود یک بار دیگر تکرار می‌شد. به منظور امتیازدهی آزمون LESS از پرسشنامه متشکل از ۱۷ آیتم استفاده شد. سوالات این پرسشنامه شامل بررسی وضعیت اندام تحتانی و تنه در لحظه اولین برخورد با زمین (آیتم‌های ۶-۱)، ارزیابی خطاهای موجود در وضعیت پا (آیتم‌های ۱۱-۷) و در لحظه اولین برخورد با زمین (آیتم ۱۱)، لحظه قرار گرفتن تمام کف پا در تماس با زمین (آیتم‌های ۷ و ۸) و در بین زمان اولین برخورد و حداکثر زاویه فلکشن زانو (آیتم‌های ۹ و ۱۰)، حرکات اندام تحتانی و تنه در بین زمان‌های اولین برخورد با زمین و حداکثر زاویه فلکشن زانو (آیتم‌های ۱۴-۱۲) و یا زمان حداکثر والگوس زانو (آیتم ۱۵) بود. امتیاز نهایی برای هر فرد، از مجموع امتیازات تمامی آیتم‌ها (۱۵-۰) محاسبه شد، بطوری که امتیازات بیشتر (خطاهای بیشتر) نشانگر تکنیک‌های فرود خطرزا بود. البته ۲ آیتم ۱۶ و ۱۷ به علت عدم همراستایی با سایر آیتم‌ها و به دلیل کلی بودن، در زمان تجزیه و تحلیل آماری حذف شدند. در انتها میانگین امتیازات ۳ پرش به عنوان امتیاز نهایی برای هر فرد ثبت شد (۱۲).

در طول هر دو آزمون از دو دوربین جهت بالا بردن اطمینان، در ثبت پرش‌ها و تجزیه و تحلیل آنها در نمره دهی استفاده شد. یکی از دوربین‌ها از نمای قدامی و دیگری از نمای جانبی اجرای پرش آزمودنی‌ها را ثبت کردند. ارتفاع دوربین‌ها با توجه به قد آزمودنی‌ها باید به گونه‌ای تنظیم می‌شد که فرد در اوج پرش و لحظه فرود به طور کامل در داخل کادر دوربین قرار گیرد. برای تجزیه و تحلیل تصاویر ویدئویی ضبط شده، از برنامه آنالیز حرکت کینوا (Kinovea) نسخه V0.9.25 استفاده شد.

در پژوهش حاضر به منظور توصیف و تشریح یافته ها از آمار توصیفی، جداول، میانگین و انحراف معیار استفاده گردید. همچنین برای تجزیه تحلیل داده‌ها پس از بررسی توزیع داده‌ها از آمار استنباطی استفاده گردید. به منظور بررسی نوع توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو – ویلک (Shapiro-Wilk) استفاده شد. در آمار استنباطی از آزمون های تی مستقل و همبسته (Independent and Dependent t)، و آزمون‌های ناپارامتریک ویل‌کاکسون (Wilcoxon) و یو من-ویتنی (Mann Whitney U) برای مقایسه داده‌ها استفاده شد. سطح معناداری در این پژوهش $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد و همه عملیات های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام گردید.

یافته ها

نتایج آزمون تی مستقل نشان داد اطلاعات فردی آزمودنی‌ها به صورت همگن در دو گروه توزیع شده‌اند ($p>۰/۰۵$) (جدول ۱).

با توجه به نتایج آزمون شاپیرو-ویلک برای متغیرهایی که دارای توزیع طبیعی نیستند از روش‌های آماری ناپارامتریک و برای متغیرهایی که دارای توزیع طبیعی هستند از روش‌های آماری پارامتریک برای آزمون فرضیه‌های پژوهش حاضر استفاده شد (جدول ۲). مطابق آزمون پرش تاک، تفاوت معناداری در مقایسه درون گروهی گروه تجربی در رابطه با غلبه پا، غلبه‌ی چهارسر و غلبه تنه در زمان‌های پیش آزمون با پس آزمون مشاهده شد (جدول ۳).

با توجه به نتایج آزمون LESS، در مقایسه درون‌گروهی در گروه کنترل بین مقدار میانگین رتبه نمره آزمون LESS در پیش‌آزمون با پس‌آزمون تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p=۰/۰۵۸$)، اما در گروه تجربی بین مقدار میانگین رتبه نمره آزمون LESS در پیش‌آزمون با پس‌آزمون تفاوت معناداری مشاهده شد ($p=۰/۰۰۱$). در مقایسه بین‌گروهی نیز در پیش آزمون تفاوت معناداری بین مقدار میانگین رتبه نمره آزمون LESS در بین دو گروه مشاهده نشد ($p=۰/۷۸۵$)، ولی در پس آزمون تفاوت معناداری بین مقدار میانگین رتبه نمره آزمون LESS در بین دو گروه مشاهده شد ($p=۰/۰۰۱$) (جدول ۴).

بحث و نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تفاوت معناداری میان

جدول ۱: اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌ها

متغیر	گروه تجربی (n=۱۵) انحراف معیار ± میانگین	گروه کنترل (n=۱۵) انحراف معیار ± میانگین	p – مقدار
سن (سال)	۲۲/۵۳ ± ۳/۸۵	۲۱/۶۰ ± ۲/۹۲	۰/۴۶۱
قد (متر)	۱/۶۶ ± ۰/۰۴	۱/۶۸ ± ۰/۰۴	۰/۲۸۹
وزن (کیلوگرم)	۶۱/۶۶ ± ۷/۶۵	۶۵/۷۳ ± ۹/۷۶	۰/۲۱۵
شاخص توده بدنی* (مجذور قد/وزن)	۲۲/۳۵ ± ۳/۳۸	۲۳/۲۷ ± ۳/۴۳	۰/۴۶۵
سابقه ورزشی (سال)	۷/۰۰ ± ۳/۲۷	۶/۳۳ ± ۲/۵۸	۰/۵۴۱

*Body Mass Index; BMI

جدول ۲: بررسی نوع توزیع داده‌ها

متغیر	گروه	پیش آزمون آماره آزمون	پیش آزمون p – مقدار	پس آزمون آماره آزمون	پس آزمون p – مقدار
غلبه‌ی پا	تجربی	۰/۹۱۷	۰/۱۷۱	۰/۹۱۷	۰/۱۷۵
	کنترل	۰/۸۴۷	۰/۰۱۶*	۰/۸۱۷	۰/۰۰۶*
غلبه‌ی چهارسر	تجربی	۰/۸۸۲	۰/۰۵۰*	۰/۷۰۲	۰/۰۰۱*
	کنترل	۰/۸۸۱	۰/۰۴۹*	۰/۸۴۵	۰/۰۱۵*
غلبه‌ی لیگامان	تجربی	۰/۶۳۰	۰/۰۰۱*	۰/۴۹۹	۰/۰۰۱*
	کنترل	۰/۷۶۱	۰/۰۰۱*	۰/۷۵۸	۰/۰۰۱*
غلبه‌ی تنه	تجربی	۰/۸۱۵	۰/۰۰۶*	۰/۷۶۶	۰/۰۰۱*
	کنترل	۰/۸۱۷	۰/۰۰۶*	۰/۸۶۸	۰/۰۳۲*
نمره کلی آزمون پرش تاک	تجربی	۰/۸۶۶	۰/۰۲۹*	۰/۸۷۸	۰/۰۴۵*
	کنترل	۰/۸۲۹	۰/۰۰۹*	۰/۷۷۴	۰/۰۰۲*
نمره آزمون امتیاز دهی خطای فرود**	تجربی	۰/۹۱۵	۰/۱۵۹	۰/۹۲۴	۰/۲۲۴
	کنترل	۰/۸۵۵	۰/۰۲۰*	۰/۹۴۰	۰/۳۸۶

* سطح معناداری $p \geq ۰/۰۵$ ، **Landing Error Scoring System; LESS،

جدول ۳: نتایج مقایسه درون گروهی و بین گروهی آزمون پرش تاک

متغیر	گروه	پس ازمون انحراف معیار ± میانگین	پیش آزمون انحراف معیار ± میانگین	p – مقدار
مقایسه درون گروهی و بین گروهی متغیر غلبه‌ی پا	کنترل⁻	۲/۸۶ ± ۰/۹۹	۲/۶۶ ± ۰/۷۲	۰/۲۵۷
	تجربی⁺	۳/۰۰ ± ۱/۱۳	۲/۳۳ ± ۱/۱۷	۰/۰۰۷ *
	مقایسه بین گروهی×	۰/۷۴۲	۰/۳۴۶	–
مقایسه درون گروهی و بین گروهی متغیر غلبه‌ی چهارسر	کنترل⁻	۲/۶۶ ± ۰/۸۱	۲/۴۶ ± ۰/۸۳	۰/۰۸۳
	تجربی⁺	۲/۶۰ ± ۰/۹۱	۱/۹۳ ± ۰/۷۰	۰/۰۰۸*
	مقایسه بین گروهی×	۰/۸۹۴	۰/۰۹۱	–
مقایسه درون گروهی و بین گروهی متغیر غلبه‌ی لیگامان	کنترل⁻	۱/۴۰ ± ۰/۶۳	۱/۲۶ ± ۰/۵۹	۰/۱۵۷
	تجربی⁺	۱/۴۰ ± ۰/۵۰	۰/۸۰ ± ۰/۴۱	۰/۰۰۳*
	مقایسه بین گروهی×	۰/۸۸۷	۰/۰۲۱*	–
مقایسه درون گروهی و بین گروهی متغیر غلبه‌ی تنه	کنترل⁻	۳/۱۳ ± ۰/۷۴	۲/۹۳ ± ۰/۹۶	۰/۰۸۳
	تجربی⁺	۲/۹۳ ± ۰/۷۰	۲/۳۳ ± ۰/۶۱	۰/۰۰۳*
	مقایسه بین گروهی×	۰/۴۴۳	۰/۰۵۸	–
مقایسه درون گروهی و بین گروهی متغیر نمره کلی آزمون پرش تاک	کنترل⁻	۱۰/۶۶ ± ۱/۴۴	۱۰/۱۳ ± ۱/۰۶	۰/۱۰۳
	تجربی⁺	۱۰/۶۶ ± ۱/۱۱	۷/۸۰ ± ۱/۹۷	۰/۰۰۱*
	مقایسه بین گروهی×	۰/۸۴۶	۰/۰۰۲*	–

* سطح معناداری $p<۰/۰۵$ ، – آماره ویل کاکسون، +آماره تی وابسته، × آماره یومن ویتنی

جدول ۴: نتایج مقایسه درون گروهی و بین گروهی آزمون LESS

گروه		پیش آزمون انحراف معیار ± میانگین	پس آزمون انحراف معیار ± میانگین	مقایسه درون گروهی آماره آزمون	 سطح معنی داری
کنترل		۷/۹۳ ± ۲/۳۴	۷/۵۳ ± ۲/۲۶	-۱/۸۹۷	۰/۰۵۸
تجربی		۸/۱۳ ± ۲/۲۶	۴/۵۳ ± ۱/۵۹	۹/۰۰۰	۰/۰۰۱*
مقایسه بین گروهی	آماره آزمون	۱۰۶/۰۰۰	-۴/۱۹۴	–	
	سطح معنی داری	۰/۷۸۵	۰/۰۰۱*	–	

* سطح معناداری p<۰/۰۵ ، - آماره ویل کاکسون، +آماره تی وابسته، × آماره یومن ویتنی، ∞ آماره تی مستقل

گروه ها در غلبه پا، غلبه چهارسر و غلبه تنه قبل و بعد از اجرای پروتکل تمرینات ثبات عصبی عضلانی پویا وجود ندارد. با توجه به اینکه در مقایسه درون گروهی در گروه تجربی تفاوت معنی‌داری در غلبه پا و غلبه چهارسر وجود داشت اما در مقایسه بین گروهی در پس آزمون تفاوت معنی‌دار برای غلبه پا و غلبه چهارسر بین دو گروه وجود نداشت؛ و برای غلبه تنه نیز با وجود کاهش چشمگیر و تأثیر مثبت تمرینات DNS در گروه تجربی، اما تأثیر معناداری میان گروه‌ها مشاهده نشد که شاید بتوان کاهش چشمگیر نمره غلبه تنه را به نقش ثبات مرکزی در رویکرد DNS نسبت داد.

به دلیل عدم مشاهده مطالعات نزدیک در این زمینه (تمرینات DNS و یا اجرای آزمون پرش تاک)، تنها امکان بررسی نزدیک‌ترین مطالعات وجود داشت که در ادامه مورد بحث و بررسی و همچنین به نتایج و مکانیزم‌های احتمالی بروز چنین نتایجی اشاره خواهد شد. در مطالعه کردی اشکذری و همکاران گزارش شد تمرینات تقویتی تعادلی و هاپینگ(Hopping) بر کینماتیک اندام تحتانی ورزشکاران مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا در حین دویدن در گروه تجربی تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل از نظر دورسی فلکشن مچ پا، اینورشن مچ پا و زاویه فلکشن زانو وجود دارد. بعد از پروتکل تمرینی با افزایش فعالیت هم انقباضی فلکسورهای زانو، افزایش فلکشن زانو را موجب می‌شود، همچنین پیش فعال‌سازی عضله نازک نی بلند قبل از تماس پا با زمین موجب کاهش اینورژن مچ پا در لحظه تماس پا با زمین در افراد با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا می‌شود (۱۵). قدرت عضلانی و تعادل دو جز ضروری اجرای تمرینات هاپینگ هستند که باعث افزایش عملکرد ورزشکار می‌شود، اما در تمرینات DNS بکارگیری عضلات تثبیت کننده ستون فقرات کمری و ناحیه مرکزی بدن و تأکید بر تنفس دیافراگمی منجر به ثبات بهینه مفاصل از طریقه حرکت و اجرای عملکرد مطلوب می‌شود. همچنین در مطالعه لطافت‌کار و همکاران (۱) به بررسی تأثیر ۳ هفته تمرینات اغتشاشی بر زاویه فلکشن زانو در ورزشکاران زن با نقص غلبه‌ی عضلات چهارسر ران پرداخته شد. فعال‌سازی عضله پهن درونی و همسترینگ داخلی، افزایش زاویه فلکشن زانو، بیانگر تأثیر معنادار تمرین را بر ورزشکاران زن با نقص غلبه عضلات چهارسر نشان می‌دهد. تمرینات اغتشاشی با تغییر در الگوهای فعال‌سازی عضلات، استراتژی کنترل حرکتی را تغییر داده و به ثبات مفصل کمک می‌کند اما در تمرینات DNS با بازیابی الگوهای حرکتی ایده‌آل برای سیستم عصبی مرکزی، الگوی حرکتی دارای اختلال تغییر می‌یابد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تفاوت معناداری در غلبه لیگامانی در آزمون پرش تاک قبل و بعد از پروتکل تمرینات DNS وجود دارد، پس می‌توان نتیجه گرفت تمرینات DNS می‌تواند خطر آسیب در ورزش را کاهش دهد. در مطالعه هامونگرد و همکاران گزارش شده است کاهش والگوس زانو، فلکشن زانو، دورسی فلکشن مچ پا در لحظه اولیه برخورد و در زمان فلکشن کامل زانو و کاهش زاویه فلکشن تنه در لحظه فلکشن کامل زانو منجر به بهبود مکانیک فرود و کاهش خطر آسیب ACL می‌شود (۱۶).

از طرفی Wilczyński و همکاران(۱۷) در مطالعه خود که به بررسی تاثیر سه تمرین تقویتی بر والگوس دینامیک زانو و تعادل در بازیکنان فوتبال با کنترل ضعیف زانو پرداخته بودند گزارش کردند که با وجود کاهش زاویه والگوس زانو در پای چپ در گروه تجربی، تأثیر معناداری بر روی زاویه والگوس زانو و تعادل ندارد (۱۷)، که شاید بتوان علت تفاوت را در تمرکز پروتکل‌های تمرین استفاده شده در این پژوهش با مطالعه ویلچینسکی و همکاران دانست؛

تمرینات تقویتی ویلچینسکی و همکاران به طور ویژه بر روی عضلات سرینی میانی (Gluteus Medius)، رکبی (Popliteus) و درشت‌نی خلفی(Tibialis Posterior) تمرکز داشته، که احتمالاً در کاهش زاویه والگوس زانو و تعادل نقش کمتری دارند، اما در تمرینات DNS توجه ویژه‌ای به تثبیت تنه و ثبات مرکزی از طریق بکارگیری عضلات لوکال و گلوبال می‌شود که در مطالعه حاضر نیز تمرینات DNS موجب کاهش زاویه والگوس زانو شد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تفاوت معناداری در نمره کلی آزمون پرش تاک و نمره آزمون LESS قبل و بعد از پروتکل تمرینات DNS وجود دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت تمرینات DNS می‌تواند خطر آسیب در ورزش را کاهش دهد.

در مطالعه ای گزارش شده است که نمره آزمون پرش تاک در جوانان نسبت به بزرگسالان کاهش یافته است که تفاوت بین بازیکنان جوان و بزرگسال در بهبود کنترل عصبی عضلانی را به بلوغ نسبت دادند (۱۸). در مطالعه کلانتریان و رجبی تأثیر معناداری بر آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود بعد از یک دوره تمرینات تعلیقی- مقاومتی را گزارش کردند. کاهش نمره آزمون LESS را به اثر تمرینات در فعال کردن عضلات ثبات دهنده مرکزی و افزایش توانایی درکنترل تنه و به دنبال آن کنترل مناسب اندام تحتانی و به خصوص زانو نسبت دادند (۱۹). همچنین در مطالعه زارعی و همکاران که به بررسی تأثیر برنامه تمرینی فیفا ۱۱+ بر مکانیک پرش- فرود در نونهالان پرداخته بودند گزارش شده که این تمرینات علاوه بر اصلاح الگوی پرش و فرود، با تقویت عضلات ثبات دهنده مرکزی بدن موجب بهبود عملکرد عصبی عضلانی وکاهش نمره آزمون LESS می‌شود و می‌تواند به میزان زیادی از انجام حرکات آسیب‌زا که در راستای غیرطبیعی مفاصل انجام می‌شوند، جلوگیری کرده و به نوعی ریسک آسیب ACL را کاهش دهد (۲۰). در مطالعه Herman و همکاران که به بررسی تأثیر تمرینات قدرتی (با تمرکز روی عضلات لگن و زانو) بر بیومکانیک پرش فرود در دختران پرداخته بودند گزارش داده شد که تمرینات قدرتی با افزایش اکستنشن هیپ، ابداکشن هیپ و فلکشن زانو موجب کاهش معناداری در نمرات LESS می‌شود. انجام تمرینات قدرتی در دوران نوجوانی با تأثیر بر بهبود کنترل عصبی عضلانی موجب کاهش بروز آسیب شود (۲۱).

از طرفی نیز Read و همکاران (۲۲) گزارش کردند که برنامه تمرینات عصبی عضلانی بر کینماتیک فرود در ورزشکاران کریکت با وجود کاهش چشمگیر نمره آزمون پرش تاک و کاهش نمره LESS، به لحاظ آماری میان دو گروه تجربی و کنترل تفاوت معناداری وجود ندارند (۲۲). از دلایل احتمالی می‌توان علت این تفاوت را به سن ورزشکاران شرکت کننده در این مطالعه نسبت داد. در مرحله بلوغ، تغییر در ساختار عضلات و تاندون‌ها منجر به بهبود ظرفیت عصبی عضلانی می‌شود. افزایش سن بر روی بهبود عملکرد مؤثر است (۲۳). همچنین پروتکل تمرین در مطالعه Read و همکاران (۲۲) ترکیبی از تمرینات هماهنگی، پلایومتریک و مقاومتی برای مدت زمان ۴ هفته و ۲ بار در هفته بود.

عوامل بیرونی و درونی زیادی در بروز آسیب ACL مؤثرند، اما به طور ویژه اختلالات ساختاری اندام تحتانی، الگوهای حرکتی، سازوکارهای ویژه فعال سازی عضلات چهارسر در پای برتر به هنگام جابجایی درشت‌نی، نحوه فرود و سطح ترشح هورمونی، از عوامل اختصاصی است که با آسیب ACL ارتباط دارد (۲۴). همچنین، ممکن است انحرافات بیومکانیکی اندام تحتانی در ران، زانو و مچ پا ورزشکار را مستعد آسیب ACL کند (۲۵). عوامل بیومکانیکی بسیاری نیز در افزایش احتمالACL مؤثر می باشد که از جمله می توان به والگوس زانو، کاهش فلکشن مفصل ران و زانو، افزایش روتیشن داخلی مفصل ران، افزایش ابداکشن مفصل ران و زانو اشاره نمود (۲۶). مؤلفه‌های تجزیه و تحلیل ویدیوئی پارگی ACL، بیانگر کاهش زاویه فلکشن زانو، افزایش زاویه فلکشن ران، والگوس زانو، کاهش زاویه پلانتارفلکشن مچ پا، افزایش چرخش داخلی ران، افزایش چرخش داخلی یا خارجی در حین آسیب غیربرخوردی است (۲۷). زنان ورزشکار در ورزش های همراه با کاهش شتاب، فرود و چرخش‌های مکرر، ۲ تا ۸ برابر مردان از آسیب لیگامان مذکور رنج می‌برند (۲۸). ضعف و یا قدرت عضلات، خصوصاً عضلات مرکزی می‌تواند بر عملکرد و آسیب اندام‌های تحتانی مؤثر باشند. تمرینات ثبات مرکزی، سبب افزایش کنترل ابداکشن و چرخش داخلی مفصل ران در طی حرکات عملکردی با وزن بدن و کاهش تمایل زانو به سمت والگوس می‌شود (۲۹). به نظر می‌رسد که ضعف در عضلات ناحیه مرکزی بدن منجر به از دست رفتن راستای صحیح ناحیه

کمری_لگنی شده و در نتیجه عضلات اندام تحتانی که به این ناحیه متصل هستند، به علت تغییر رابطه طول-تنش مناسب، مستعد آسیب می‌شوند (۳۰).

نقص در کنترل عصبی- عضلانی ناحیه مرکزی بدن در طول فعالیت های ورزشی، افزایش جابه‌جایی‌های کنترل نشده تنه را به دنبال دارد، بنابراین کنترل عصبی-عضلانی ناکافی تنه ممکن است پایداری پویای اندام تحتانی را تحت تأثیر قرار دهد، و موجب افزایش استرس وارده بر لیگامان-های زانو و در نهایت بروز آسیب شود (۳۱). همچنین، عدم تعادل بین قدرت، فراخوانی و هماهنگی فلکسورها و اکستنسورهای زانو (۱۷)، تفاوت کنترل عصبی-عضلانی در اندام تحتانی راست و چپ، نامتقارن بودن پاها و وضعیت پا هنگام فرود از پرش، جذب میزان زیادی از نیروی عکس‌العمل زمین توسط لیگامان‌ها، را نیز می‌توان از دیگر سازکارهای آسیب ACL دانست (۳۲).

پرش-فرود یک فعالیت حرکتی رایج مورد استفاده در فعالیت‌های روزانه و بسیاری از رشته‌های ورزشی مانند والیبال می‌باشد. تحقیقات علل مختلفی را برای آسیب‌ها در ورزش والیبال گزارش کرده‌اند و از اطلاعات اکثر آن‌ها چنین بر می‌آید که آسیب های ناشی از پرش-فرود بیشترین سازوکار ایجاد بروز آسیب در مفصل زانوی والیبالیست ها، به ویژه ACL را در بر می‌گیرد. درمان این آسیب‌ها در بیشتر موارد نیازمند روش‌های جراحی پرهزینه و و بازتوانی دراز مدت است، بنابراین شیوه‌های پیشگیری و غربالگری پیش از آسیب در ورزش‌ها امری مهم بشمار می-رود. مجموعه این عوامل پژوهشگران را به سمت برنامه‌های پیشگیری از این آسیب سوق می‌دهد. شناسایی ورزشکارانی که ممکن است بیشتر در معرض خطر بروز آسیب ACL باشند اهمیت بسزایی در توسعه برنامه‌های پیشگیری از آسیب دیدگی لیگامانی زانو دارد، وجود تمرینات ناحیه مرکزی بدن در برنامه تمرینی یک متقاضی به کاهش احتمال ابتلا به آسیب‌دیدگی و بهبود قدرت و عملکرد متقاضی کمک خواهد نمود (۳۳). یافته‌های قبلی نشان می‌دهد، بسیاری از عوامل خطر مانند نقص‌های عصبی-عضلانی با اجرای تمرینات و برنامه‌های مداخله‌ای قابل اصلاح و موجب بهبود عملکرد ورزشی می‌شوند. از این رو، موجب محبوبیت برنامه‌های تمرینی عصبی-عضلانی در چند سال گذشته شده است (۱۶). ارتباط موجود بین سازوکار و بیومکانیک اندام تحتانی مرتبط با کنترل عصبی_عضلانی و خطر آسیب ACL، منجر به طراحی برنامه‌های تمرینی عصبی_عضلانی ویژه‌ای برای پیشگیری از آسیب شده است (۳۴). از این رو، تجزیه و تحلیل و ارزیابی الگوهای حرکتی ناصحیح حائز اهمیت می‌باشد (۳۵). با وجود مطالعات زیاد، هنوز ویژگی‌های یک برنامه پیشگیری مشخص نیست.

تمرینات DNS بر مبنای حرکت شناسی تکاملی شکل گرفته است که در حرکت شناسی تکاملی مراحل تکامل دستگاه حرکتی نوزاد از تولد تا زمان شروع به راه رفتن مطالعه می‌شود. تکنیک‌های پایه‌ای اصول تمرینی DNS، شامل آموزش عمومی ثبات مرکزی، آموزش الگوی اندام موافق و مخالف حرکت اندام‌ها به منظور گام برداری به جلو و حمایت، آموزش مدل‌های حرکتی پاسچرال تکاملی به منظور تثبیت وضعیت، توجه به ثبات هر بخش از زنجیره های درگیر عضلات، مطابقت عملکرد پاسچرال با نیروی مرحلهٔ حرکت، آموزش ثبات دهندگی و الگوی تنفسی، ثابت نگهداشتن ستون فقرات، پیشرفت حرکات از آسان به پیشرفته، استفاده نکردن از الگوهای حرکتی آسیب‌زا و آغاز فعالیت ورزشی است (۷). تمرینات DNS برنامه‌ریزی شده و مناسب در بهبود هماهنگی عصبی عضلانی براساس طیف وسیعی از قدرت، دامنهٔ حرکتی و عملکرد حسی عمقی اهمیت پیدا می‌کند. تکنیک‌ها و تمرینات DNS ، برنامه حرکتی ایده‌آل، که بعد از دوره طفولیت دستخوش اشتباه و فراموشی شده است را برای سیستم اعصاب مرکزی بازیابی می‌کند (۳۶). بر اساس نتایج پژوهش حاضر تمرینات DNS باعث کاهش معنادار بر خطاهای پرش فرود در آزمون پرش تاک و نمره آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود (LESS) می‌شود، که این امر نشان دهنده اثر مثبت تمرینات مذکور بر بهبود هماهنگی و به تبع آن افزایش حرکات بهینه و اوج کارایی در حرکات ورزشی می‌شود.

با توجه به احتمال بروز آسیب‌های زانو ناشی از تکنیک غلط پرش-فرود به عنوان یک حرکت رایج در بسیاری از فعالیت‌های روزانه و رشته‌های ورزشی، لزوم ارائه راه‌کارهایی جهت کاهش آسیب ناشی از آن به عنوان یک پدیده مهم در موضوع پیشگیری و توانبخشی مورد بحث محققان قرار دارد. از طرفی نیز تمرینات DNS شامل آموزش عمومی ثبات مرکزی، آموزش الگوی اندام موافق و مخالف، اصلاح حرکت اندام‌ها به منظور گام‌برداری به جلو

و حمایت و ... می‌باشند، که طبق نتایج پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد انجام این تمرینات در بازیکنان زن والیبالیست، موجب کاهش خطر آسیب و بهبود عملکرد حرکتی شده و احتمالاً در توان‌بخشی ورزشکاران مؤثر می‌باشد.

سپاسگزاری

مقاله حاضر برگرفته از پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه گیلان می‌باشد. بدینوسیله از کلیه افرادی که به عنوان آزمودنی در تحقیق حاضر شرکت داشته‌اند تقدیر و تشکر می‌شود. همچنین قبل از اجرای فرآیندهای پژوهش کد اخلاق از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با کد مشخصه IR.SSRI.REC.1400.1056 اخذ گردید.

نقش نویسندگان

زهرا ترابی: طراحی و ایده پردازی، اجرای پژوهش و جمع‌آوری داده‌ها، تنظیم اولیه دست نوشته

علی اصغر نورسته: استاد راهنمای اول، طراحی و ایده پردازی، نظارت بر روند پژوهش، تأیید دست نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله

محمد متقی طلب: استاد راهنمای دوم، طراحی و ایده پردازی، تحلیل و تفسیر نتایج، نگارش و ویرایش نهایی متن دست نوشته، نویسنده مسئول و پاسخگویی به داوران

منابع مالی

نویسندگان از طرف هیچ ارگان یا سازمانی حمایت مالی نشده‌اند.

تعارض منافع

نویسندگان این پژوهش دارای هیچ گونه تعارض در منافع نمی‌باشند.

منابع

1. Letafatkar A, Rajabi R, Tekamejani EE, Minoonejad H. Effects of perturbation training on knee flexion angle and quadriceps to hamstring cocontraction of female athletes with quadriceps dominance deficit: Pre–post intervention study. Knee 2015; 22(3): 230-236.
2. Buckwalter JA, Einhorn TA, Simon SR. Orthopaedic basic science: biology and biomechanics of the musculoskeletal system. Orthopaedic Basic Science: biology and biomechanics of the musculoskeletal system. Rosemont; American Academy of Orthopaedic Surgeons 2000; 2 ed; 450-490.
3. Shultz SJ, Sander T, Kirk S, Perrin D. Sex differences in knee joint laxity change across the female menstrual cycle. J Sports Med Phys Fitness 2005; 45(4): 594-603.
4. Callaghan JJ. The Adult Knee. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2003; 1 ed; 663-706.
5. Boden BP, Dean GS, Feagin JA, Garrett WE. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. Orthopedics 2000; 23(6): 573-578.
6. Blanchard S. Anatomy For Problem Solving In Sports Medicine: Knee 2016; 1 ed; p 95-120.
7. Kobesova A, Davidek P, Morris CE, Andel R, , et al. Functional postural-stabilization tests according to Dynamic Neuromuscular Stabilization approach: Proposal of novel examination protocol. J Bodyw Mov Ther 2020; 24(3): 84-95.
8. Pantano KJ, White SC, Gilchrist LA, Leddy J. Differences in peak knee valgus angles between individuals with high and low Q-angles during a single limb squat. Clin Biomech 2005; 20(9): 966-972.
9. Dodds JA, Arnoczky SP. Anatomy of the anterior cruciate ligament: a blueprint for repair and reconstruction. Arthroscopy 1994; 10(2): 132-139.
10. Frank C, Kobesova A, Kolar P. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. Int J Sports Phys Ther 2013; 8(1): 62-73.
11. Sasaki S, Tsuda E, Yamamoto Y, Maeda S, Kimura Y, Fujita Y, et al. Core-muscle training and neuromuscular control of the lower limb and trunk. J Athl Train 2019; 54(9): 959-969.

12. Hewett TE, Myer GD. Reducing knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes–a systematic review of neuromuscular training interventions. J Knee Surg. 2005; 18(01): 82-88.

13. Hewett TE, Johnson DL. ACL prevention programs: fact or fiction? Orthopedics 2010; 33(1): 36-39.

14. Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, et al. The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: the JUMP-ACL study. The Am J Sports Med 2009; 37(10): 1996-2002.

15. Ashkezari MHK, Sahebozamani M, Daneshjoo A, Bafghi HA. Comparison of the Effect of 6 Weeks of Balancing and Hopping Strengthening Training on the Kinematics of the Lower Extremities of Athletes with Functional Ankle Instability while Running: A Randomized Controlled Trial. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 2020; 28(7): 2854-2866.

16. Hamoongard M, Hadadnezhad M, Abbasi A. Effect of combining eight weeks of neuromuscular training with dual cognitive tasks on landing mechanics in futsal players with knee ligament dominance defect: a randomized controlled trial. BMC Sports Sci Med Rehabil 2022; 14(1): 196.

17. Wilczyński B, Wąż P, Zorena K. Impact of three strengthening exercises on dynamic knee valgus and balance with poor knee control among young football players: A randomized controlled trial. Healthcare 2021; 9(5): 558.

18. Sonesson S, Hägglund M, Kvist J, Torvaldsson K, et al. Neuromuscular control and hop performance in youth and adult male and female football players. Phy Ther Sport 2022; 55: 189-195.

19. Kalantariyan M, Rajabi R. The effect of TRX Preventive Exercises on some Tests for Predicting Lower Extremity Injury in Athlete', s Students Prone to Injury. Journal of Safety Promotion and Injury Prevention 2021; 9(3): 190-200. [Persian]

20. Zareei M, Rahmani N, Ghorbani A. The Effect of FIFA 11+ KIDS on the Jump-Landing Biomechanics of Adolescent Soccer Players. Journal of Applied Exercise Physiology 2018; 14(27): 195-207. [Persian]

21. Herman DC, Pritchard KA, Cosby NL, Selkow NM. Effect of strength training on jump-landing biomechanics in adolescent females. Sports Health 2022; 14(1): 69-76.

22. Read PJ, Oliver JL, Dobbs IJ, Wong MA, et al. The effects of a four-week neuromuscular training program on landing kinematics in pre-and post-peak height velocity male athletes. J Science Sport Exerc. 2021; 3: 37-46.

23. Fort-Vanmeerhaeghe A, Benet A, Mirada S, Montalvo AM, Myer GD. Sex and maturation differences in performance of functional jumping and landing deficits in youth athletes. J Sport Rehabil 2019; 28(6): 606-613.

24. Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. Am J Sports Med 2005; 33(10): 1579-1602.

25. Gulan G, Matovinović D, Nemec B, Rubinić D, Ravlić-Gulan J. Femoral neck anteversion: values, development, measurement, common problems. Coll Antropol 2000; 24(2): 521-527.

26. Daneshmandi H, Saki F, Daneshmandi L, Daneshmandi M. Lower extremity alignment in female athletes with ACL reconstruction. Medicina dello Sport 2012; 65(2): 211-221.

27. Hertel J, Dorfman JH, Braham RA. Lower extremity malalignments and anterior cruciate ligament injury history. J Sports Sci Med 2004; 3(4): 220-225.

28. Nguyen A-D, Boling MC, Levine B, Shultz SJ. Relationships between lower extremity alignment and the quadriceps angle. Clinj Sport Med 2009; 19(3): 201-206.

29. Shultz SJ, Levine BJ, Nguyen AD, Kim H, et al. A comparison of cyclic variations in anterior knee laxity, genu recurvatum, and general joint laxity across the menstrual cycle. J Orthop Res 2010; 28(11): 1411-1417.

30. Loudon JK, Goist HL, Loudon KL. Genu recurvatum syndrome. J Orthop Sports Phys Ther 1998; 27(5): 361-367.

31. 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(4): 234-251.

32. Huegel M, Meister K. The influence of lower extremity alignment in the female population on the incidence of noncontact ACL injuries. AOSSM Proc Manual 1997; 23: 790.

33. Vaeyens R, Lenoir M, Williams AM, Philippaerts RM. Talent identification and development

programmes in sport: current models and future directions. Sports med 2008; 38: 703-714.

34. Quatman CE, Quatman-Yates CC, Hewett TE. A ‘plane’explanation of anterior cruciate ligament injury mechanisms: a systematic review. Sports Med 2010; 40(9): 729-746.

35. Withrow TJ, Huston LJ, Wojtys EM, Ashton-Miller JA. The relationship between quadriceps muscle force, knee flexion, and anterior cruciate ligament strain in an in vitro simulated jump landing. Am J Sports Med 2006; 34(2): 269-274.

36. Hopper AJ, Haff EE, Joyce C, Lloyd RS, Haff GG. Neuromuscular training improves lower extremity biomechanics associated with knee injury during landing in 11–13 year old female netball athletes: A randomized control study. Front physiol 2017; 883.